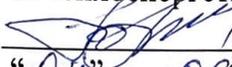


ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки України  
29 березня 2012 року № 384  
Форма № Н-9.01

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

Науково-навчальний інститут нафти і газу  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Спеціальність 144 Теплоенергетика  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
теплогазопостачання, вентиляції  
та теплоенергетики  
 Ю.С.Голік  
" 09 " 09 2023 року

## З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

*Михайлюк Сергій Миколайович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *«Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч»*

керівник проекту (роботи) *проф., к.т.н. Голік Ю.С.*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу

від " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 20 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

*Теплове навантаження котельні ХХ0- Мвт.*

*Генплан району розташування котельні (район м. Гадяч).*

*План схема території підприємства*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

**Підбір котлів.**

*Обґрунтування вибору палива*

*Вибір мікрокліматичних параметрів*

*Аеродинамічний розрахунок*

*Вибір насосного та димососного обладнання*

*Розрахунок викидів забруднюючих речовин при різних видах палива.*

*Проведення розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери.*

*Порівняльний аналіз із іншими видами палива*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

*Ситуаційна карта-схема території розташування котельні, генеральний план території міста Гадяч.*

*Технологічна частина проекту котельні*

*План котельні*

*План розташування обладнання*

*Тепломеханічна схема*

*Карти розсіювання забруднюючих речовин в приземному шарі*

*Результати порівняльного аналізу використання різних видів палива*

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

---



---



---



---

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

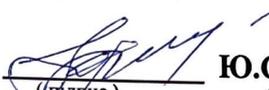
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
менеджмент та управління			
Водопостачання та водовідведення			
екологія			
охорона праці			

7. Дата видачі завдання «04» 09 2023р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір вихідних даних		
2	Розрахунок теплового навантаження та вибір котлів	03.09.2023	
3	Конструювання котельні	10.09.2023	
4	Розробка теплової схеми	30.10.2023	
5	Підбір насосного обладнання	05.11.2023.	
6	Підбір додаткового обладнання	15.11.2023.	
7	Визначення складу викидів	22.11.2023.	
8	Розрахунок розсіювання викидів	24.11.2023.	
9	Висновки	30.11.2023.	
10	Розробка матеріалів пояснювальної записки	10.12.2023.	
11			
12			
13			
14			
15			

Студент  (підпис) Михайлюк С.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)  (підпис) Ю.С.Голік.  
(прізвище та ініціали)

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

Пояснювальна записка  
до дипломної магістерської роботи

601-мНТд 10700940

Тема проекту (роботи) «Проектування котельні на альтернативних видах  
палива в м. Гадяч»

Розробив студент гр. 601-мНТд

" " 2023 р.  Михайлюк С.М.

Керівник дипломного проекту

" " 2023 р.  проф .к.т.н. ГолікЮ. С.

## РЕФЕРАТ

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

Об'єкт дослідження – альтернативні види палива малої теплоенергетики.

Предмет дослідження - еколого-теплотехнічні характеристики альтернативних видів палива

Мета роботи – запроектувати котельню в місті Гадяч з можливістю максимального застосування відновлюваних або альтернативних видів палива, провести оцінку роботи котлів на альтернативному паливі й оцінити стан забруднення атмосферного повітря за рахунок виконання розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери.

Методи досліджень – сучасні методи експериментального визначення утворення забруднюючих речовин, аналіз літературних джерел, методи обробки результатів теоретичних досліджень, методи обробки інформації, вміння ставити дослідження й опрацьовувати отримані результати.

В результаті огляду та аналізу літературних джерел визначена принципова можливість використання регіональних відновлюваних та альтернативних видів палива в котельному обладнанні для отримання теплової енергії для систем опалення та гарячого водопостачання.

Існуючі дані не наводять достатньої інформації забруднюючих речовин, які утворюються при спалювання альтернативних видів палива.

Прийняті в проекті рішення вказують на те, що за рахунок діяльності котельні, в якій заплановано проведення реконструкції, не прогнозується збільшення негативного впливу викидів підприємства на здоров'я населення, а також впливові зміни в якісному і кількісному складі атмосферного повітря в районі розташування підприємства.

АВТОНОМНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, АЛЬТЕРНАТИВНІ ВИДИ ПАЛИВА, ЕНЕРГЕТИЧНІ КУЛЬТУРИ, ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ЕНЕРГОРЕСУРСІ РОСЛИНИ, БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ВІДХОДИ, ЕКОЛОГО-ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	1
ВСТУП.....	4
1. РОЗДІЛ 1. АЛЬТЕРНАТИВНІ ВИДИ ПАЛИВА .....	8
1.1. Характеристика енергетичного потенціалу альтернативних видів палива в світі та Україні .....	8
1.2. Характеристики паливної сировини рослин у Європі .....	11
1.3. Біоенергетика України.....	14
1.4. Біоенергетика Полтавської області.....	16
1.5. Нові можливості біоенергетики .....	22
2. РОЗДІЛ 2.ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РЕСУРС..	25
2.1. Оцінка придатності твердих побутових відходів в якості альтернативного палива .....	25
2.2. Досвід Київського заводу сміттєспалювальний завод «Енергія» ПАТ «Київенерго».....	28
2.3. Вплив вологості на теплотворну здатність палива .....	29
2.4. Висновок за розділом.....	31
3. РОЗДІЛ 3. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИКИДІВ ПРОДУКТІВ СПАЛЮВАННЯ ДЛЯ РІЗНИХ ВИДАХ ПАЛИВА.....	31
3.1. Порівняльний аналіз енергоресурсів .....	31
3.2. Оцінка викиду забруднюючих речовин у атмосферне повітря .....	33
3.3. Екологічні показники альтернативного палива .....	37
4. РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЕЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРИДАТНОГО ДО ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА .....	40
4.1. Вимоги до котелень, що працюють на альтернативному паливі .....	40
4.2. Характеристика котлів, працюючих на альтернативному паливі .....	42
5. РОЗДІЛ 5 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ.....	46
5.1. Параметри зовнішнього повітря .....	46
5.1.1. Температура .....	46
5.1.2. Повторюваність та швидкість вітру.....	46
5.1.3. Інтенсивність сонячної радіації .....	47
5.2. Вихідні дані для розрахунків котельні та обладнання котельні.....	47

					<b>601-мНТд 10700940</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Проектування котельні на альтернативних видах палива в м.</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Михайлюк С.М.					1	131
Перевір.		Голік Ю.С.				Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, кафедра ТГВ та Т		
Зав. кафедри		Голік Ю.С.						

5.3.	Характеристика котлів.....	48
5.3.1.	Технічна характеристика котлів Альтеп Мега .....	48
5.3.2.	Пальник котла ALTEP [Паспорт пальника.....	49
5.3.3.	Робота пальника.....	51
5.4.	Підбір котла для альтернативного палива.....	52
5.4.1.	Розрахунки та вибір обладнання для котельні.....	53
5.5.	Вказівки по монтажу. Загальні вимоги.....	64
5.6.	Розрахунок кількості повітря на вентиляцію будівлі котельні .....	65
5.7.	Вибір димососів .....	67
5.8.	Теоретичний об'єм димових газів .....	68
5.8.1.	Теоретичний об'єм сухого повітря.....	68
5.8.2.	Теоретичний об'єм димових газів [56].....	68
5.9.	Характеристика циклону [ паспорт циклону] .....	70
5.10.	Підбір лічильника води [паспорт лічильника] .....	73
5.11.	Підбір мембранного розширювального бака .....	74
5.12.	Вибір теплового лічильника.....	75
6.	РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ .....	76
6.1.	Характеристика видів і джерел впливів планованої діяльності на навколишнє середовище .....	76
6.2.	Оцінка впливів планованої діяльності на клімат та мікроклімат.....	79
6.3.	Особливості умов розташування об'єкту будівництва.....	82
6.4.	Основні проектні рішення .....	83
6.4.1.	Тепломеханічна частина.....	83
6.4.2.	Розрахунок витрат теплоносія .....	84
6.5.	Конструктивне виконання елементів тепломагістралі .....	85
6.6.	6.6 Характеристика виробництва та продукції.....	85
6.7.	Характеристика джерел викиду .....	87
6.7.1.	Характеристика об'єкту, як джерела забруднення повітряного середовища.....	87
6.7.2.	Територіальне розташування, генеральний план.....	88
6.8.	Характеристика джерел викидів і шкідливих речовин .....	89
6.9.	Розрахунок приземних концентрацій забруднюючих речовин.....	89
6.10.	Результати розрахунків розсіювання забруднюючих речовин .....	91
6.11.	Оцінка можливого шумового впливу .....	92
6.12.	Встановлення нормативів гранично-допустимих викидів (ГДВ) .....	94
7.	РОЗДІЛ 7. НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА.....	96
7.1.	Розробка експериментального стенду кафедри.....	96

					<b>601-мНТд 10700940</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Михайлюк С.М.			<b>Проектування котельні на альтернативних видах палива в м.</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Голік Ю.С.					2	131
Зав. кафедри		Голік Ю.С.				Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, кафедра ТГВ та Т		

ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	101
ЛІТЕРАТУРА.....	102
ДОДАТКИ.....	108

					<b>601-мНТд 10700940</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Михайлюк С.М.			<b>Проектування котельні на альтернативних видах палива в м.</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
Перевір.		Голік Ю.С.					3	131
Зав. кафедри		Голік Ю.С.				Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, кафедра ТГВ та Т		

## **ВСТУП**

Війна, що триває на території нашої країни акцентує увагу на необхідність виконання значної науково-дослідницьких та проектних робіт , що націлені на розробку нового котельного обладнання та нових відновлюваних та альтернативних видів палива в межах кожної області України , особливо з урахуванням місцевих, регіональних аспектів. Тобто нового підходу до застосування самих різних видів палива, особливо , для котельного обладнання малої теплоенергетики й, що особливо важливо з урахуванням екологічної складової у кожному випадку окремо [1].

В національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» наукові дослідження пошуку нових альтернативних проводяться на двох кафедрах; «кафедрі теплогазопостачання та вентиляції» та кафедрі « прикладної екології та природокористування». В цьому напрямі дослідження , які націлені на вивчення питань використання рослинної біомаси та відходів є достатньо актуальними. Що таке біомаса? Біомаса – це органічні речовини рослинного походження [ 2 ]. Для теплоенергетиків важливим є використання енергії із біомаси, тобто енергетичний потенціал твердої біомаси або біогазу. Цікавими для теплоенергетиків є різноманітні рослинні відходи, що виникають в процесі вирощування та переробки сільськогосподарських культур, «продукти» лісового господарства, окремі фракції побутових відходів (папір, картон, відходи деревини (тирса, стружка, шматки дерева) [3] та енергетичні культури ( ЕК). Енергетичні культури – це такі види дерев та рослин, які вирощуються лише для того, щоб бути спалюваними з отриманням значної кількості теплової енергії, до них відносять – спеціальні швидкоростучі дерева, технічні культури міскантус ( на Полтавщині вже відомі 17 його видів), павловнія, осика, різні види тополі та верби.

За даними органів статистичної звітності та Екологічних паспортів, звітів наукових досліджень, Полтавська область характеризується значним

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергетичним потенціалом біомаси, який зафіксовано на рівні 2200 -2500 тис. тонн умовного енергетичного палива на рік [4 ]. Все це, дає підстави для більш детального обстеження енергетичного потенціалу місцевої регіональної біомаси. Сьогодні дослідження використання цих видів палива у котельному обладнанні є задачею актуальною та важливою для фахівців теплоенергетиків.

#### **Актуальність поставленого питання.**

Використання котельного обладнання, в якому застосовуються альтернативні та відновлювальні види палива з мінімальними екологічними показниками, стають все більш важливими. В Полтавській політехніці достатньо актуальним напрямом стають питання спалювання в котельному обладнанні альтернативних видів палива, які характеризуються покращеними екологічними складовими, із мінімальним утворенням забруднюючих речовин, що виникають при спалювання та потрапляють в атмосферне повітря. Так місто Гадяч характеризується тим, що знаходиться в лісовій частині Полтавщини й може значним чином використовувати як паливо відходи лісового господарства та енергетичні культури для використання теплової енергії жителів міста та окремих громадських та промислових будівель.

#### **Мета дослідження.**

Запроектувати котельню в місті Гадяч з можливістю максимального застосування відновлюваних або альтернативних видів палива, провести оцінку роботи котлів на альтернативному паливі й оцінити стан забруднення атмосферного повітря за рахунок виконання розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери.

#### **Задачі дослідження.**

Дослідити доцільність використання альтернативних та відновлюваних виді палива в котельному обладнанні, вивчити якісний та кількісний склад викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в запроектованої

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

котельні, підібрати ефективно з екологічної точки зору, котельне обладнання, провести розрахунки розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери за спеціальною програмою, при використанні різних видів палива й мінімальному навантаженні забруднюючих речовин на навколишнє середовище.

#### **Об'єкт дослідження.**

Об'єктом дослідження магістерської роботи є альтернативні види палива малої теплоенергетики.

#### **Предмет дослідження.**

Предметом дослідження є еколого-теплотехнічні характеристики альтернативних видів палива.

*Методами дослідження* є сучасні методи експериментального визначення утворення забруднюючих речовин, аналіз літературних джерел за темою магістерської роботи, методи обробки результатів теоретичних досліджень, методи обробки інформації, вміння ставити дослідження й опрацьовувати отримані результати.

#### **Наукова новизна роботи.**

Наукова новизна полягає у проведенні аналізу доцільності використання місцевих регіональних в альтернативних видів палива в котельному обладнанні при мінімальному екологічному навантаженні в умовах пошуку оптимального варіанту в складних умовах дефіциту енергоресурсів в окремому регіоні.

#### **Практичне значення результатів роботи.**

Робота має практичне значення з точки зору обґрунтованого вибору регіонального альтернативного палива, при якому спостерігається найменший негативний вплив на забруднення атмосферного повітря міста Гадяч.

#### **Структура і обсяг магістерської роботи.**

Робота складається зі вступу, 7 окремих розділів, висновків магістерської роботи та списку використаних літературних джерел.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Магістерська робота складає 131 сторінок, 18 ілюстрацій, 18 таблиць, перелік використаних джерел 66.

**Ключові слова:** автономні джерела енергії, альтернативні види палива, енергетичні культури, побутові відходи, енергоресурси рослини, біоенергетичні відходи, еколого-теплотехнічні показники.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## **1. РОЗДІЛ 1. АЛЬТЕРНАТИВНІ ВИДИ ПАЛИВА**

### **1.1. Характеристика енергетичного потенціалу альтернативних видів палива в світі та Україні**

Питання дефіциту та скорочення запасів енергетичних ресурсів стають все більше актуальнішими для багатьох країн світу та України. Зараз вирішення цього питання можливо за рахунок використання котельного обладнання, так званої «малої енергетики» з високими коефіцієнтами корисної дії та підвищеними еколого-енергетичними складовими й низьким виходом продуктів від спалювання. За оцінками економістів визначено, що за рахунок використання первинних природних енергетичних ресурсів на одиницю валового внутрішнього продукту в Україні залишається в 3,4 рази вищим, ніж у країнах ЄС, у 2,8 рази – ніж у сусідній Польщі [2].

Перед теплоенергетиками стоїть завдання раціонального використання ПЕР, природного газу, енергетичного вугілля, мазуту, які розглядаються як основні елементи забезпечення національної енергобезпеки України. Для досягнення позитивних моментів цих питань важливим є впровадження заходів, які націлені на підвищення енерго-екологічної ефективності альтернативних видів палива - максимальне отримання теплової енергії та мінімальне забруднення атмосферного повітря.

Енергетична стратегія України, що прийнята до використання до 2035 року передбачає збільшення частки відновлюваних джерел енергії з 4% (у 2016 р.) до 25% (у 2035 р.) від загального обсягу постачання первинної енергії [2]:.

**Отже, проекти, що передбачають застосування біомаси, є актуальними не тільки в Полтавській області, а й Україні.**

На сьогодні, одними з актуальних завдань, що стоять перед теплоенергетиками України залишаються:

- скорочення споживання природного газу;

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-збільшення частки використання відновлюваних та альтернативних джерел енергії.

Для фахівців кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики важливим буде застосування біомаси в якості палива в умовах мінімізації використання викопних видів для виробництва теплової енергії для потреб споживачів в опаленні, вентиляції та гарячому водопостачанні.

Питаннями використання відновлюваних та альтернативних видів палива займаються відомі зарубіжні та вітчизняні вчені. Більш глибоко вивчені ВДЕ, які використовують енергетичний потенціал сонячної, вітрової та геотермальної енергії, енергії малих рік. Енергією біомаси займаються значно менше вчених. Науковцями НАН України, Інституту відновлюваної енергетики, головними університетами нашої держави, що спеціалізуються в галузі відновлюваної енергетики проводяться дослідження пошуку та вирішення завдань щодо використання альтернативної енергетики, але фактично узагальнень з цього питання в межах України недостатнє [5].

Чимало фахівців обрали напрям дослідження енергетичного потенціалу біомаси, отримання енергії з біомаси, енергетичних культур, відходів рослинництва аграрного сектору. Результати багатьох досліджень мають широке практичне застосування. А українські вчені, зокрема М. В. Роїк, В. Л. Курило, В. М. Сінченко, Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железна, С. М. Каленська, В. А. Доронін, О. О. Іващенко, М. І. Кулик, В. В. Падалка [6-11] вже мають Європейський авторитет, але , у своїй більшості, займаються всебічним вивченням питань вирощування та використання біоенергетичних культур в якості біопаливної сировини з метою подальшого отримання енергії, а екологічна складова залишається за рамками досліджень.

Результати використання біомаси енергетичних культур досліджується більше як джерело енергії, представлене у вигляді твердих видів палив. Результати багаторічних досліджень вирощування біомаси міскантуса

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гігантського та проса прутоподібного проводяться на Полтавщині професором ПДАА Куликом М. І. Але вивчаються питання можливості оцінки вирощування цих рослин й спонукання до широкого впровадження використання цих культур із метою одержання теплової енергії.

Найбільш глибокий аналіз оцінки використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії зроблено в дисертаційній роботі Гелетуки Г.Г. [7]. В роботі визначається, що біомаса є перспективним джерелом відновлюваної енергії як у світі, так і в Україні, а перехід на використання біомаси для енергетичних потреб буде сприяти розвитку місцевої економіки регіонів через зменшення обсягів імпорту енергоносіїв, створенню нових робочих місць, зниженню тарифів на теплову енергію. Вже існують успішні проекти, що стимулюють інвесторів до реалізації нових біоенергетичних проектів.

Визначення біомаси як сировини для енергетичного використання знайшло своє місце в Законі України «Про альтернативні види палива» [3]: Таким чином, у відповідності до Закону України , *біомаса невикопна біологічно відновлювана речовина органічного походження, здатна до біологічного розкладу, у вигляді продуктів, відходів та залишків лісового та сільського господарства і технологічно пов'язаних з ними галузей промисловості, а також складова промислових або побутових відходів, здатна до біологічного розкладу* .

Джерелом біомаси та її похідних продуктів для енергетичного використання за визнанням Гелетуки [7] можуть бути й відходи та побічні продукти сільського господарства, відходи домашнього і комунального господарства; деревина лісів та лісонасаджень, відходи їх переробки; продукти водних середовищ; енергетичні культури (верба, тополя, міскантус, просо, сорго та ін.).

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

## 1.2. Характеристики паливної сировини рослин у Європі

Гелетухою визначено [7], що до основних фізичних та енергетичних характеристик паливної сировини відносять вологість та зольність, нижчу теплоту згорання, насипну щільність, розмір часток та температуру плавлення золи, які наведені на рис. 1.1.

Паливні характеристики біомаси

Показники	Міскан-тус	Верба	Тополя	Солома	Деревна тріска
Вологість при збиранні, %	15-23	40-53	50-55	8-15	35-55
Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup>	200-220	220-300	220-300	100-180	240-350
Нижча теплота згорання, Q <sub>н</sub> , МДж/кг	14-10	10-8		15-13,5	12-8
Елементний склад, %:	-	-	-	-	-
С	38-50				
Н	4,5-6				
Сl	0,04	0,02-0,03	0,03-0,04	0,14-0,97	0,02
N*	0,16-1,37	0,5-1,0	0,77-0,9	0,4-0,6	0,3
S	0,28	0,03-0,34	0,03-0,2	0,05-0,2	0,05
Зольність, %	2,3-3,7	1,5-2	0,5-1,9	2-8	0,5-1,5
Температура плавлення золи, °С	1250-1385	>1500	1160-1500	850-1050	1000-1400

Рис.1.1 Зведені показники енергетичної сировини

Автором зроблено суттєве узагальнення, що [7] з позиції системного аналізу важливо розділяти три фази, які проходить біомаса енергетичного призначення: I – вирощування; II – збирання й переробка; III – енергетичне використання.

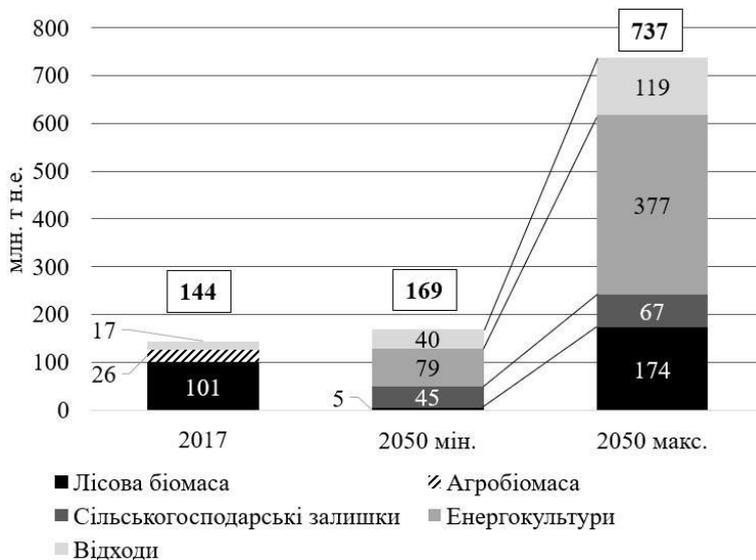
Й головне, ці фази обумовлюють якість біопалива.

До фази I, можна віднести вибір виду й сорту культурної рослини, стан її стиглості, ґрунтово- кліматичні умови, технологію і технічні засоби вирощування, наявність добрив, засобів захисту рослин і стан атмосферного повітря.

Аналіз робіт, що проведений Гелетухою, показав, що наразі основним джерелом виробництва біопалива і енергії з біомаси у світі є деревна біомаса

– на частку дров, тріски, гранул та деревного вугілля припадає більше 85% загального обсягу споживання біомаси для енергетичних потреб. Автор вважає, що перспективним напрямком розвитку біоенергетики слід вважати залучення с-г залишків до паливно-енергетичного балансу країн. Сьогодні з біомаси аграрного походження виробляється лише 3% загального обсягу біоенергії, але за оцінками фахівців, потенціал біомаси цього може забезпечити 3-14% загального постачання первинної енергії у світі.

Досліди європейських вчених показали, що ЄС є крупним виробником і споживачем ВДЕ, й в частці долі ВДЕ у валовому кінцевому енергоспоживанні показник складає до 24%. [9], з яких більше половини припадає на біомасу. Валове внутрішнє споживання біомаси в ЄС8 склало **147,8** млн т н.е./рік, що еквівалентно **13,6%** загального кінцевого споживання енергії (2020 р.). У структурі цієї біомаси майже 70% – тверда біомаса, 11,7% – біогаз, 11,4% – рідкі біопалива, решта – відновлювана частина ТПВ. Наразі основним видом біомаси, з якого виробляється енергія в ЄС, є лісова деревина (70,6,% загального обсягу споживання біомаси у 2020 р.), а внесок агробіомаси є відносно невеликим – 15.4% , рис.1.1.



**Рис. 1.2.** Валове внутрішнє споживання біомаси (2020 р.) та енергетичний потенціал біомаси в ЄС-28 [10].

За окремими секторами внесок біоенергетики наступний (2020 р.):

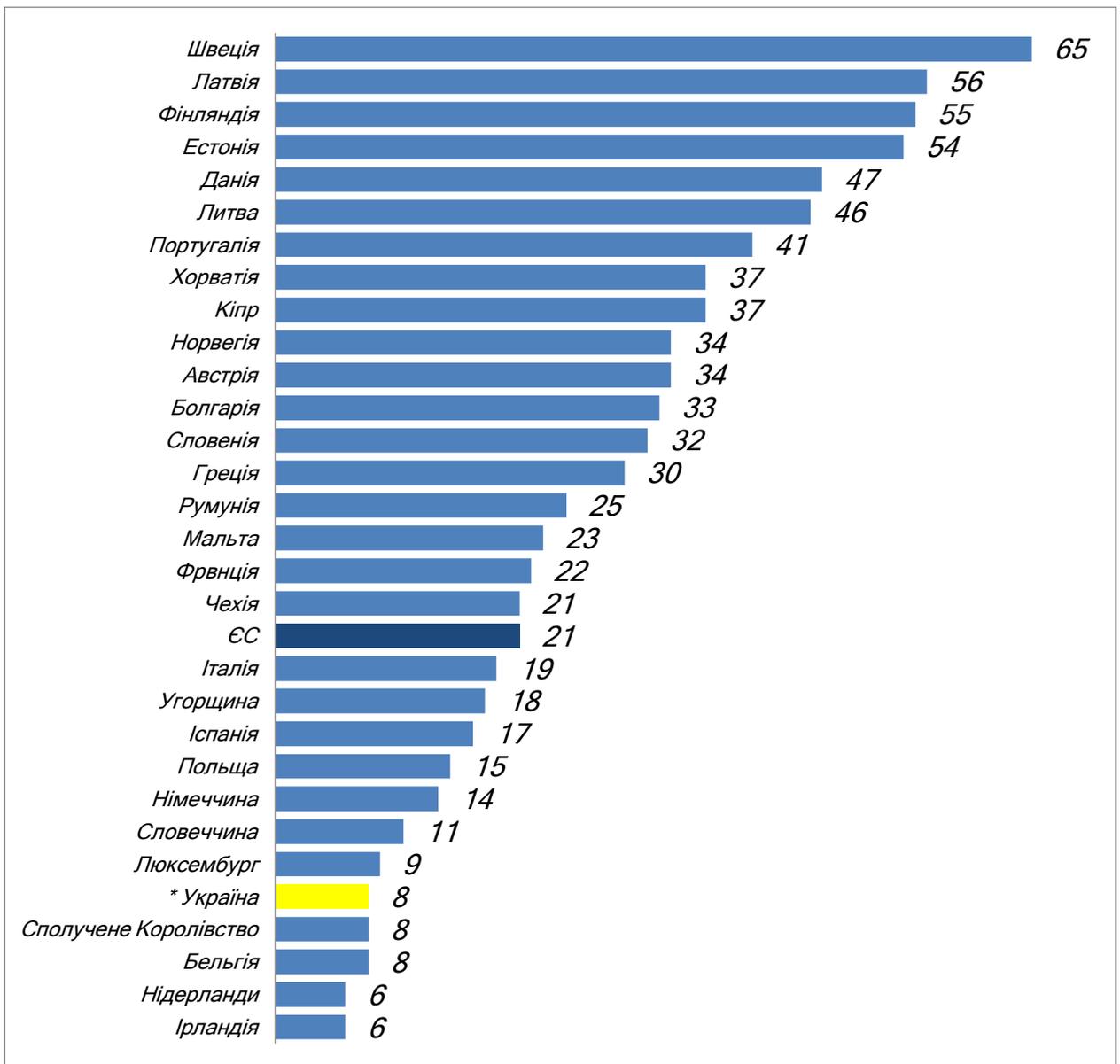
- споживання теплової енергії – 17,6% (89,8 млн т н.е., у т.ч. 83 млн т н.е. – тверда біомаса);
- виробництво електроенергії – 5,9% (46,3 млн т н.е., у т.ч. 22,4 млн т н.е. – тверда біомаса, 11,4 млн т– біогаз).

Цікавою є наведена інформація для теплоенергетиків, що наведена на рис 1.2, де приведена частка долі відновлюваних джерел енергії , що використовується в системах опалення та гарячого водопостачання ЄС в 2020 р. Ця частка ВДЕ становила 21% від загально використаної енергії й особливо важливим є те, що вона зростає.

Для інформації, наприклад, у 2016 році вона становила 14%. До лідерів використання ВДЕ належать: Швеція, Латвія, Фінляндія, та Естонія, вони мають цей показник понад 50%. Показник України – 8%. Відновлюване тепло в Європі на більш ніж 80% виробляється з біомаси та біогазу. Усі інші ВДЕ (теплові насоси, сонячна тепла енергія, тепло з побутових відходів) складають рештку.

Директива ЄС щодо сприяння використанню ВДЕ, визначає основні обов’язкові цілі, щонайменше 32% ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергії ЄС.

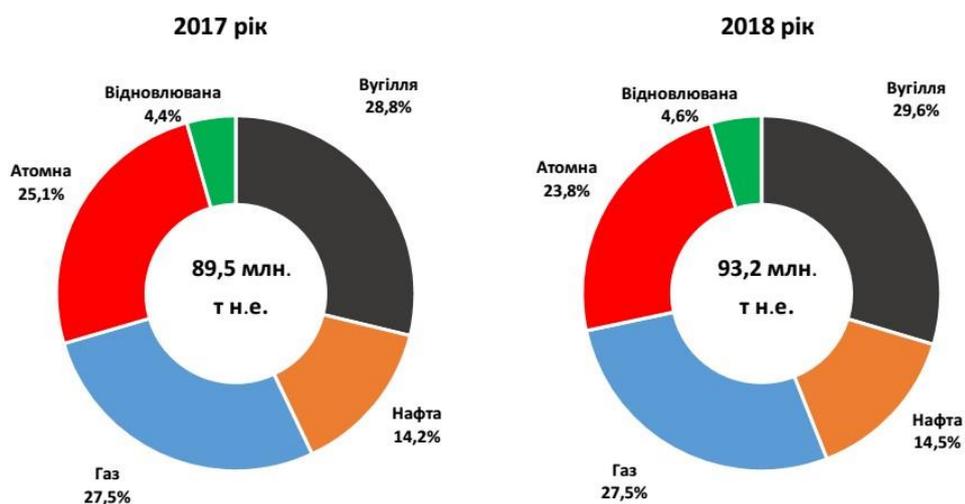
					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рис. 1.3.** Частка ВДЕ в системах опалення та охолодження ЄС.

### 1.3. Біоенергетика України

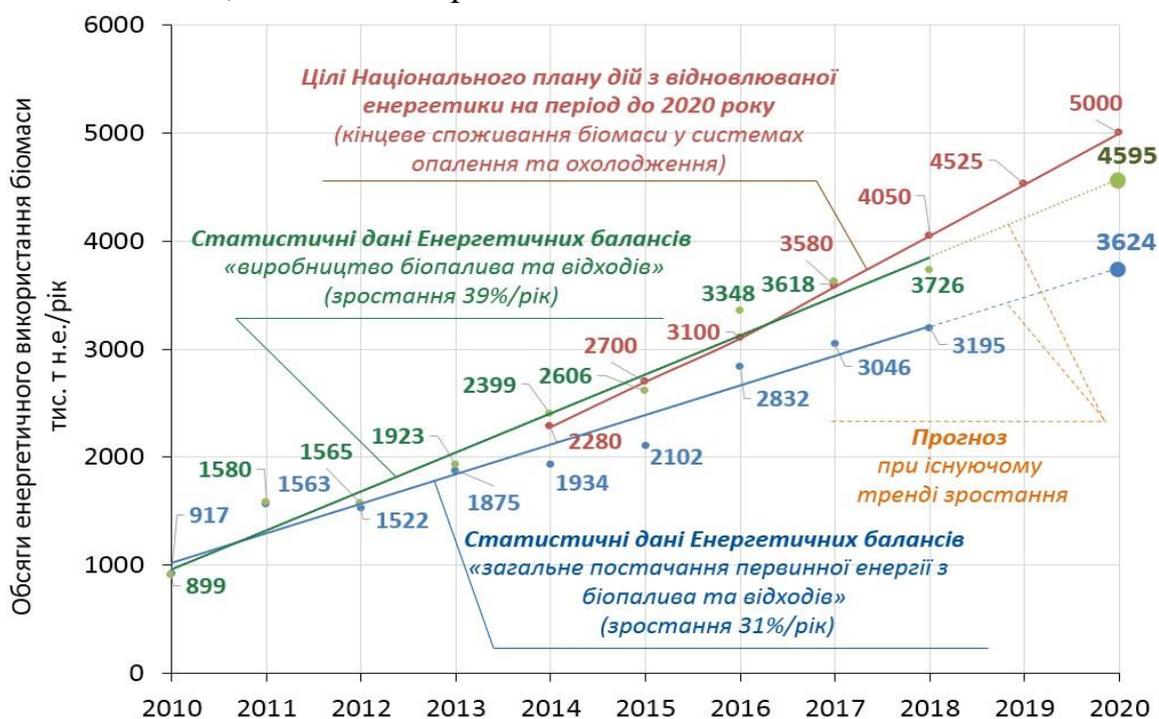
За даними Енергетичного балансу за 2020 рік [11], виробництво біопалива та відходів становило 3816 тис. т н.е., а загальне постачання первинної енергії з них – 3335 тис. т н.е. Частка біопалива у ЗППЕ складала лише 3,5%, частка всіх ВДЕ – 5,0% наведена на рис 1.3. З урахуванням даних енергетичних балансів за 2010-2020 рр., ріст сектору біоенергетики становив в середньому 39% на рік за показником «виробництво біопалива 31% на рік – за показником «загальне постачання первинної енергії з біопалива рис. 1.4.



**Рис. 1.4.** Загальне постачання первинної енергії в Україні [12]

Цілі, які були визначені до війни з розвитку біоенергетики до 2020 р., та зазначені у Національному плані дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 р [12] показані на рис.1.5. При цьому, споживання біомаси у системах опалення та охолодження мало становити 5000 тис. т н.е.

За даними Держстату [13], у 2018 р. 29,6% число генеруючих підприємств з виробництва електроенергії та теплоенергії працювали на біопаливі, у 2017 р. – 27,1%. Зазначеними об'єктами генерації у 2018 р. відпущено електричної енергії 287,5 млн кВт·год, що складає 0,2% від загальних обсягів, теплової енергії – 7636,7 тис. Гкал .



**Рис. 1.5.** Динаміка розвитку біоенергетики в Україні: статистичні дані та прогноз до 2020 р.

Цікавою є інформація Гелетухи [ 7 ], що вже в 2018 р. частка енергії, вироблена з відновлюваних джерел, склала 7,0%, зокрема: в електроенергетиці – 8,9%; у системах опалення – 8,0%. та наведена на рис. 1.6.



**Рис. 1.6.** Частка енергії з ВДЕ у кінцевому споживанні енергії України в 2018 р.

Можна відзначити, що фактичні показники електричної та теплової енергії, які отримані з біомаси мали наближення до планованих показників, а цікава для нас інформація стосовно використання теплової енергії складає 8%.

#### 1.4. Біоенергетика Полтавської області

У вступі було визначено, що одним з перспективних альтернативних видів палива є біомаса [ 2 ] та енергетичні культури, що пропонуються використовувати як енергоносії біологічного походження. Енергетичні культури – це такі види дерев та рослин, які спеціально вирощуються для виробництва твердого біопалива – швидкоростучі дерева, міскантус, однорічні трави. Для виробництва енергії може застосовуватися як сама тверда біомаса, а також, отримані з неї, рідкі та газоподібні палива.

Дослідженням питання пошуку нових для Полтавщини альтернативних видів палива останнім часом займалися фахівці Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» та Полтавського аграрного

університету [14-19]. В роботах авторів відзначається, що освоєння енергетичного потенціалу рослинних культур та муніципальних відходів для використання в автономних енергетичних системах малої потужності (котельні шкіл, садочків, лікарень, адмінбудівель, житлових будинків, приватних господарств) замість традиційних видів палива – це актуальне питання. Для вирішення проблеми забруднення повітря, парникового ефекту, глобального потепління та зміни клімату, багато країн направили свої зусилля на перехід енергетики з невідновлюваних на відновлювані джерела енергії.

Але не завжди використання цих джерел енергії завдає найменшої шкоди навколишньому середовищу. Біоенергетичні культури, за даними Гелетехи [ 7 ], при виробництві теплової енергії є однією з таких потенційних альтернатив із довгостроковими позитивними результатами у майбутньому.

За даними [14-16] біоенергетичні культури відкривають нові економічні можливості для мешканців невеликих громад та сільської місцевості. Відновлювані джерела енергії мають потенціал для надання енергетичних послуг з нульовим або майже нульовим викидом забруднювачів повітря, у тому числі парникових газів. Біомаса (деревина, відходи тваринництва, лісу та пожнивні залишки) є одним із захищених видів сировини, що є органічною речовиною з достатнім вмістом вуглецю для виробництва біопалива, яке можна використовувати шляхом прямого спалювання.

Для забезпечення відновлювальної енергетики Полтавської області альтернативними та відновлюваними нетрадиційними видами палива авторами поставлено завдання оцінювання потенціалу наступних енергетичних джерел:

- природні компоненти твердих побутових відходів (папір і картон, текстиль (старий одяг, взуття, бавовна), дерево (тирса, стружки, шматки дерева, солома));

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- відходи зеленого господарства (обрізані гілки та стовбури дерев при проведенні заходів щодо благоустрою територій громад в місцях загального користування);

- енергетичні культури: павловнія, енергетична тополя, енергетична верба, міскантус ;

- відходи лісозаготівлі, утворені в процесі господарської діяльності лісових господарств.

Фахівцями аграрної академії вивчалися питання оцінки енергетичного потенціалу рослинних культур та відходів сільського господарства [15,16], а професор Кулик [29] вже займається вирощуванням різних видів енергетичних культур. В цих роботах цікавими є створені картографічні матеріали оцінки енергетичного потенціалу відходів сільського господарства [16]



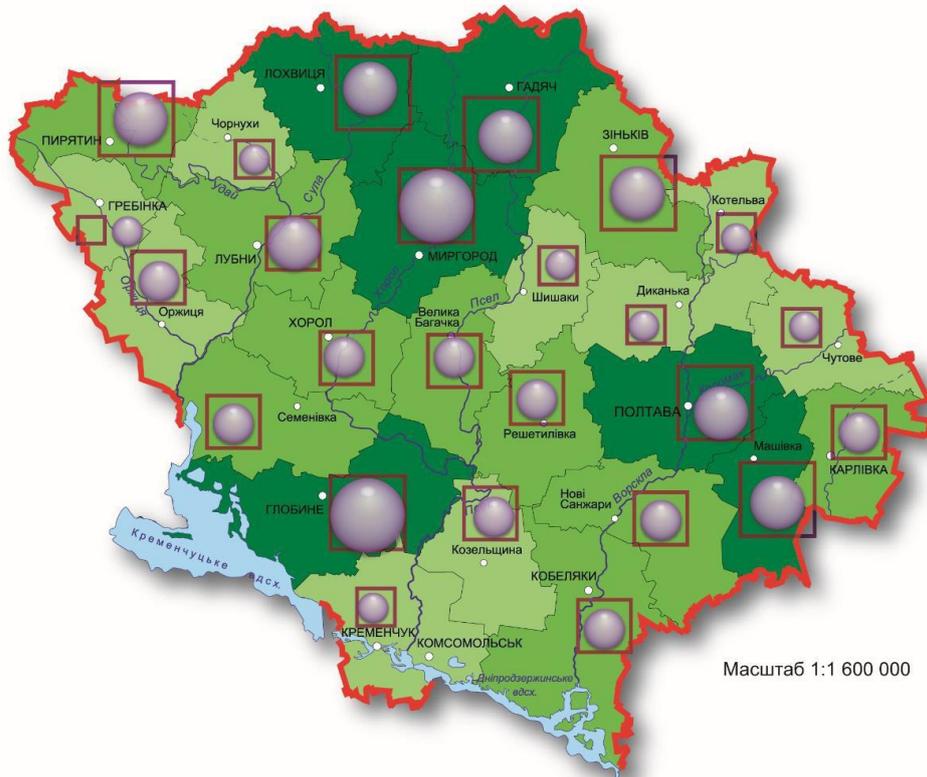
Рис.1.7 Енергетичний потенціал відходів рослинної сільськогосподарської біомаси

Із наведених матеріалів видно, Полтавська область має високий рівень енергетичного потенціалу відходів рослинницької біомаси. Найбільше значення даного біоенергетичного потенціалу характерне для Гадяцького, Хорольського, Оржицького та Шишацького районів (рис. 1.7).

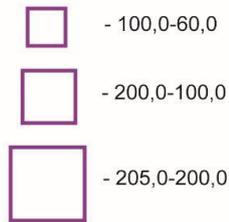
Фахівцями аграрної академії зроблено висновок, що сумарний потенціал ресурсів біомаси у Полтавській області досягає 13,6 млн. МВт у рік, що відповідає 2,2 млн. м<sup>3</sup> біогазу. Його використання в біоенергетичному балансі регіону дозволить поліпшити екологічну ситуацію в регіоні, значно знизивши викиди CO<sub>2</sub> (на 232 тис. т) та SO<sub>2</sub> (на 0,8 тис. т у рік). Загальний показник заміщення органічного палива у Полтавській області може становити 3,31 тис. тон. у.п./рік. Заміщення органічного палива відходами рослинництва було на рівні (3208 тон. у.п./рік), заміщення органічного палива відходами тваринництва (89 тон. у.п./рік). А наведені карти енергетичного потенціалу від використання, наприклад, зернобобових культур наведені на рис. 1.8.

Дослідженням енергетичних культур з точки зору вирощування на землях Полтавської області у своїй більшості займалися фахівці агропромислового комплексу. Але за останні роки оцінка енергетичного потенціалу рослинних та тваринних відходів аграрного сектору (в одиницях умовного палива) була надана фахівцями кафедри прикладної екології Полтавського технічного університету у межах Проекту «Tempus 2006» JER\_27168\_2006 TACIS «Створення на Полтавщині агроекологічного центру» й оціночний енергетичний потенціал використання цих відходів склав до 10% енергетичних витрат області [6].

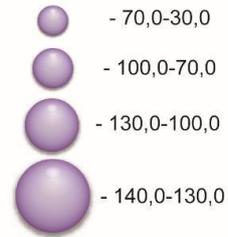
					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19



БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ  
(МВт/рік, за районами, 2019 р.)



ВИХІД БІОГАЗУ  
(млн. м<sup>3</sup>/рік, за районами, 2019р.)



ЗАМІЩЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ПАЛИВА  
(тис. т. у. п./рік, за районами, 2019 р.)



Рис. 1.8. Енергетичний потенціал від використання зернобобових культур.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МНТД 10700940

Арк.

20

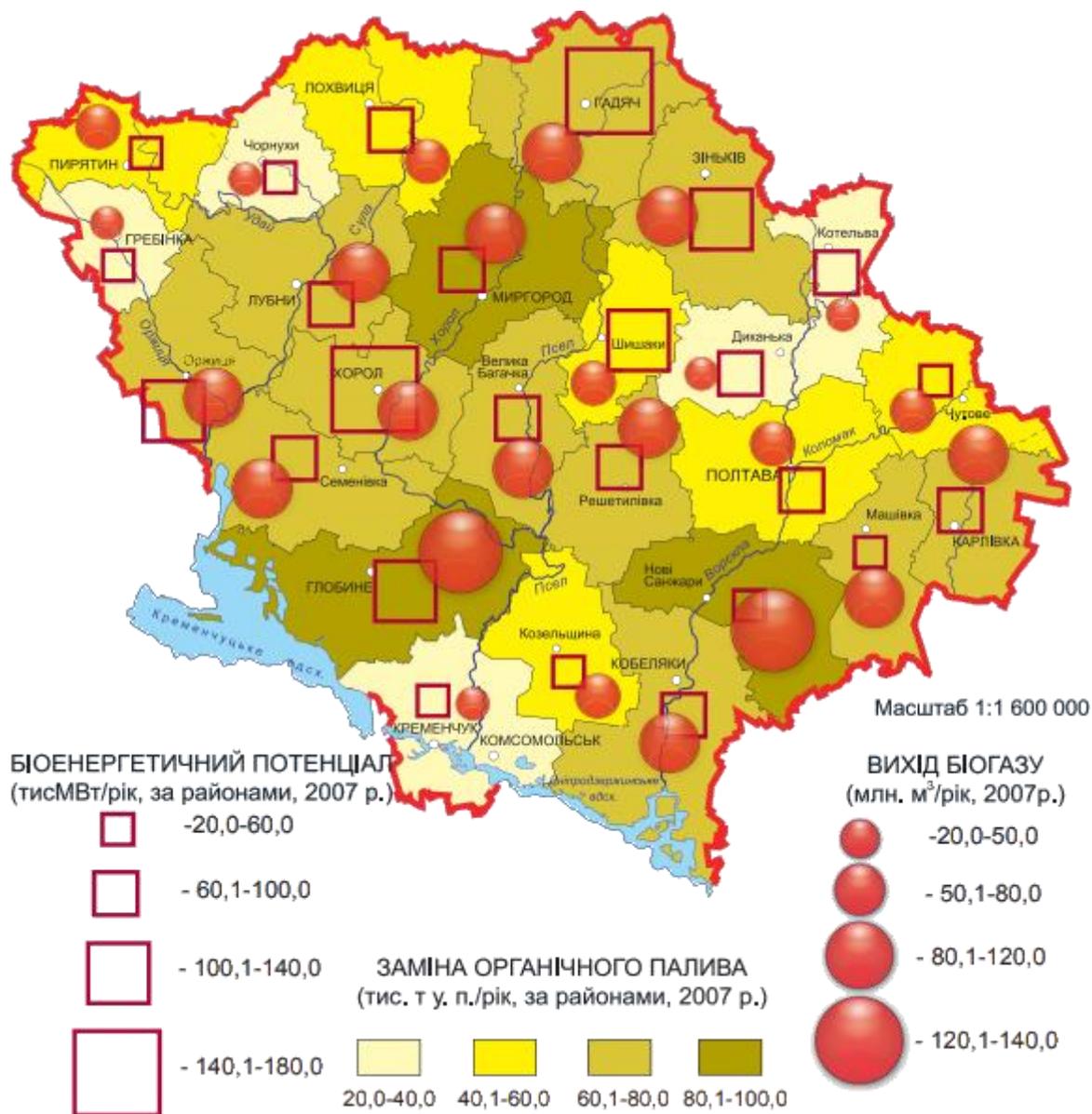


Рис. 1.5. Енергетичний потенціал від використання сільськогосподарських культур.

Актуальність питання використання енергетичного потенціалу спеціальних рослин для цілей теплоенергетики підтверджується й тим, що раніше цими питаннями займалися викладачі кафедри теплогазопостачання вентиляції та теплоенергетики : проф. Колієнко А.Г.[27], професор Павленко [28], потенціалу твердих побутових відходів професор Крот О.П. [ 29 ], проф. Голік Ю.С. [30 ].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### 1.5.Нові можливості біоенергетики

На фоні магістерської роботи слід додатково відзначити роботу фахівців кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, яка на Всесвітньому конкурсі наукових робіт 2023 року, що проходив у Дубаї, була відзначена бронзовим дипломом переможців. Аналіз цієї роботи дозволив відзначити, що у всьому світі вивчаються численні методи виробництва біопалива. Залежно від властивостей сировини та способу виробництва біопаливо класифікують за групами, які називаються біопаливом першого, другого, третього та четвертого покоління. У біопаливі першого покоління використовується харчова біомаса крохмалю (з картоплі, пшениці, ячменю та кукурудзи) та цукру (з цукрових буряків), що призводить до неефективного використання ресурсів та енергії, які витрачаються на вирощування сільськогосподарських культур. Зокрема, використання їстівної біомаси конкурує з продовольчими культурами, що потребує значної кількості добрив та води, а також великих площ орних земель [17]. Біопаливо другого покоління ґрунтується на використанні неїстівної біомаси: просо, тирса, дешева деревина, відходи рослинництва та побутові відходи [18]. Автори [19] узагальнили конкретні техніко-економічні показники (собівартість, ефективність технології та аналіз життєвого циклу) використання біопалива другого покоління. Є переваги у використанні цієї категорії продуктів сільськогосподарської промисловості для біопалива: для вирощування цієї сировини не потрібні додаткові добрива, вода чи земля.

Водна сировина, така як біомаса водоростей, використовується у біопаливі третього покоління. Існує кілька процесів отримання альтернативної енергії з водоростей, а саме: біохімічна конверсія, термохімічна конверсія, хімічні реакції та безпосереднє горіння [20]. Однак цей вид біомаси має деякі недоліки, такі як висока вартість і той факт, що біопаливо, отримане з водоростей, є менш стабільним, ніж біопаливо, вироблене з інших джерел. Основна причина цього полягає в тому, що олія,

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

яка генерується водоростями, сильно ненасичена, що означає, що вона більш летюча, особливо при високих температурах. Основна різниця між другим і третім поколіннями полягає у вихідній сировині, водорості виробляють біомасу швидше та на меншій площі суші порівняно з лігноцелюлозною біомасою [21]. Виробництво біомаси водоростей пов'язане з технічними проблемами, такими як вилучення ліпідів та зневоднення, а також з географічними проблемами в таких регіонах, де більшу частину року температура нижче нуля.

Біопаливо четвертого покоління знаходиться на ранній стадії розробки, використовує біоінженерні мікроорганізми, такі як біоінженерні водорості або сільськогосподарські культури, які генетично змінені, щоб споживати більше вуглекислого газу з навколишнього середовища, ніж вони виділяють при згорянні.

Отже, аналіз досліджень чотирьох поколінь біопалива, включаючи їх переваги, обмеження, технології та оцінки показав необхідність комплексного використання різних поколінь, залежно від географічних, економічних та соціальних умов.

При використанні біомаси в якості палива для котельних виникають такі недоліки, як низький вихід енергії, високий вміст вологи і складне зберігання та обробка. Характеристики та властивості біомаси, такі як гідрофобність, щільність енергії, теплотворна здатність, займистість, реакційна здатність, здатність до подрібнення, а також якість горіння та газифікації були предметом досліджень [22]. Автори приділять увагу попередньої обробці для перетворення цих матеріалів на цінне паливо. Безперервна торрефікація - один з найбільш перспективних методів попередньої обробки цих матеріалів, що викликав інтерес дослідників. Під час цієї обробки сира біомаса зазнає впливу температури від 200 до 300 °C у контрольованій атмосфері, яка виробляє тверде біопаливо з підвищеними термохімічними характеристиками. Торрефікована біомаса може

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

використовуватися для різних цілей. Одна з них є спільне спалювання вугілля на електростанціях, що працюють на пилоподібному вугіллі, і в цементних печах. Сільськогосподарські відходи, а саме, кукурудзяний качан (38,80% целюлози, 44,40% геміцелюлози, 11,90% лігніну) та рисова солома (32,15% целюлози, 28,00% геміцелюлози, 19,64% ) були подрібнені перед торрефікацією [23]. У цьому дослідженні вивчалось комплексне використання біомаси з суміщенням мокрої торрефікації і піролізу.

Зростає інтерес до виробництва біопалива з органічної фракції твердих побутових відходів як біопаливо другого покоління. Таке рішення підтримує економіку замкнутого циклу як приклад ефективного підходу управління відходами [27, 28].

Майбутнє біопалива може залежати не тільки від одного покоління, а й від комбінації трьох поколінь, щоб упоратися зі зростанням світового попиту внаслідок виснаження світових нафтових ресурсів. Нещодавня політика, ухвалена ЄС, передбачає підвищений інтерес до вирощування енергетичних культур. Отже, необхідна систематизована інформація про нові енергетичні культури та стратегії вирощування, щоб оптимізувати їх виробництво кількісно та якісно та інтегрувати їх у традиційні системи виробництва. Така інформація запропонує фермерам нові перспективи та варіанти диверсифікації їхньої сільськогосподарської діяльності. Однак деякі з цих культур можуть конкурувати за землю та ресурси з існуючими продовольчими культурами, тоді як інші можна вирощувати на малородючих/деградованих землях з подальшим благотворним впливом на довкілля. Отже, вибір відповідних компонентів управління та видів має здійснюватися з урахуванням специфіки ділянки та орієнтуватися на мінімізацію витрат та максимізацію врожайності. У деяких випадках традиційні продовольчі культури використовуються як спеціальні енергетичні культури з тією перевагою, що методи їх вирощування добре відомі. З іншого боку, вирощування нових спеціалізованих енергетичних

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

культур, таких як багаторічні трав'янисті культури, часто потребує ряду структурних особливостей та тактичних підходів до управління, які відрізняються від тих, що зазвичай використовуються для традиційних харчових культур. Більшість цих культур значною мірою не одомашнені і перебувають на ранніх стадіях розвитку та поліпшення.

## **2.РОЗДІЛ 2.ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РЕСУРС**

### **2.1.Оцінка придатності твердих побутових відходів в якості альтернативного палива**

Значна увага використання твердих побутових відходів в якості палива приділяється в Полтавській політехніці.[ 1, 31-36]. Але головним показником, що визначає здатність твердих побутових відходів в якості палива для отримання теплової енергії є теплотворна здатність.

Найбільш цікавою в цьому питанні є робота фахівців Інституту технічної теплофізики НАН України спільно з Філіалом «Заводу “Енергія”» ПАТ «Київенерго» та «Науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту міського господарства» [ 31].

Авторами проаналізовано залежність теплотворної здатності твердих побутових відходів в різних країнах, яка розрахована на підставі елементного складу компонентів ТПВ. Але головними є результати експериментальних досліджень кількості теплоти, що виділяється при спалюванні змішаних ТПВ на сміттєспалювальному заводі «Енергія» ПАТ «Київенерго». Отримані результати дозволяють стверджувати, що використання ТПВ, це сучасний напрям розвитку світової енергетики спрямований на скорочення споживання викопного палива, зокрема заміщення його альтернативними джерелами енергії.

Більш широке використання твердих побутових відходів (ТПВ) визначено в Директиві 2008/98/ЄС «Про відходи» [ 37 ] як вторинний

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

матеріальний та енергетичний антропогенний ресурс. Суттєвою перевагою використання ТПВ є постійне зростання кількості ТПВ та зручне розташування – поруч зі споживачами енергії.

Із досвіду країн Європи відомо, що зростаюче альтернативне джерело енергії, здатне в великих містах з населенням більш, ніж 300...600 тис. мешканців частково замінити природний газ при виробництві теплової і електричної енергії шляхом впровадження Котелень на твердих побутових відходах в окремому населеному пункті залежить від морфології ТПВ, теплотворної здатності компонентів та вологості змішаних ТПВ, тобто кінцевої кількості теплоти, яку можна отримати при їх спалюванні. Визначенню теплотворної здатності ТПВ присвячено багато досліджень. Узагальнені значення теплотворної здатності ТПВ різних країн світу представлено на рис. 2.1 [38].

№з/п	Країна	Теплотворна здатність ТПВ, ккал/кг
1	2	3
1	Китай	800-1200
2	Корея	1000-1500
3	Бразилія	1000-1500
4	Тайвань	1000-1800
5	Сінгапур	1000-2000
6	Японія	1200-2500
7	Європа (без Швейцарії)	1800-2500
8	США	2200-3250
9	Швейцарія	2200-3600

Рис 2.1 Теплотворна здатність ТПВ країн світу

Досить цікавий висновок, що автори визначають пряму залежність теплотворної здатності твердих побутових відходів в різних країнах від купівельної спроможності її населення [39].

На підставі вивчення літературних джерел та експериментальних досліджень визначено, що нижча теплотворна здатність ТПВ залежить від відповідно до морфологічного складу відходів, елементного складу окремих компонентів ТПВ та їх вологості. Теплотворна здатність кожного елементу

визначається в калориметричній бомбі, теплота згоряння розраховується за відомою формулою Менделєєва [40]. Для окремих відходів запропоновані свої формули визначення теплотворної здатності кожного елемента ТПВ [41-42].

На рис. 2.2 показані результати розрахунків теплотворної здатності компонентів ТПВ, проведених організаціями провідних країн світу:

Організацією навколишнього середовища, продовольства і сільського господарства Великобританії (Defra) [43],

Світовим Банком (WB) [44]

Міжнародною асоціацією з твердих відходів (ISWA) [45].

В Україні визначення теплотворної здатності ТПВ проведено в Харківському університеті міського господарства ім. О.М. Бекетова [46], Миколаївському Національному університеті кораблебудування ім. адмірала Макарова [47], створюється своя лабораторна база в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

№з/п	Тип компоненту ТПВ	Нижча теплотворна здатність ТПВ, МДж/кг		
		Defra [43]	WR [44]	[45]
1	Харчові відходи	3.4	1.9	4
2	Папір та картон	10.8	6.4	16
3	Пластик:	-	20.1	35
	- Щільний пластик	26.7	н/д	н/д
	- Полімерна плівка	21.2	н/д	н/д
4	Текстиль та взуття	14.3	11.8	19
5	Несортований залишок горючий	13.9	н/д	н/д
6	Шкіра та гума	н/д	14,3	н/д
7	Деревина	н/д	9.3	н/д
8	Садово-паркове сміття	4,6	н/д	н/д
9	Підгузники та засоби санітарної гігієни	5.4	н/д	н/д
10	Дрібний змет	2,5	2,6	н/д
11	Інше	н/д	н/д	11

Рис 2.2 Морфологія та нижча теплотворна здатність компонентів ТПВ

№ з/п	Тип компоненту ТПВ	Нижча теплотворна здатність тпв, МДж /кг		
		Дослідження України		
		[46]	[47]	[45]
1	2	3	4	5
1	Харчові відходи	3.1-3.8	3.5	3.5-4.0
2	Папір та картон	7.5-11.5	9.6	14.0-15.0
3	Пластмаса , полімери	17-46.0	24.4	27.0-28
4	Текстиль	12.1-14.2	15.0	14.0-15.0
5	Шкіра, гума	20.9-25.1	25.2	23-24
6	Деревина	13.4-14.2	14.5	14-15
7	Відсів менше Ніж 16мм	н/д	3.1	н/д
8	Зола, шлак	н/д	н/д	н/д
9	Інше	н/д	н/д	н/д

Рис. 2.3 Теплотворна здатність компонентів ТПВ за дослідженнями фахівців України

Як свідчать дані рис. 2.2 та 2.3, теплотворна здатність компонентів ТПВ за дослідженнями фахівців закордонних країн відрізняється від результатів фахівців України від 2 до 7 разів. Це головним чином залежить від відмінності морфологічного стану в різних країнах.

## 2.2. Досвід Київського заводу сміттєспалювальний завод «Енергія» ПАТ «Київенерго»

В Києві впродовж 15 років [30] працює сміттєспалювальний завод «Енергія» ПАТ Київенерго», де вперше в Україні спалюються змішані ТПВ. Отримана теплова енергія використовується для теплопостачання м. Києва.

Представниками заводу разом з вченими Інституту технічної теплофізики, та Інституту газу АН України були проведені дослідження змін щомісячного морфологічного складу та вологості ТПВ. Досить цікавий, усереднений за місяцями року, склад ТПВ представлений на рис. 2.4. На рис. Показана графічна залежність експериментальних досліджень кількості теплоти, яка виходить при спалюванні змішаних твердих відходів та різній вологості.

Результати, що наведені на рис. 2.4, дозволяють визначити вплив відносної вологості на кількість теплоти, яка отримується при спалюванні.

Визначена неможливість самостійного горіння ТПВ із вологістю, яка відповідає вологості відходів після збирання, що вказує на необхідність їх підсушування перед спалюванням.

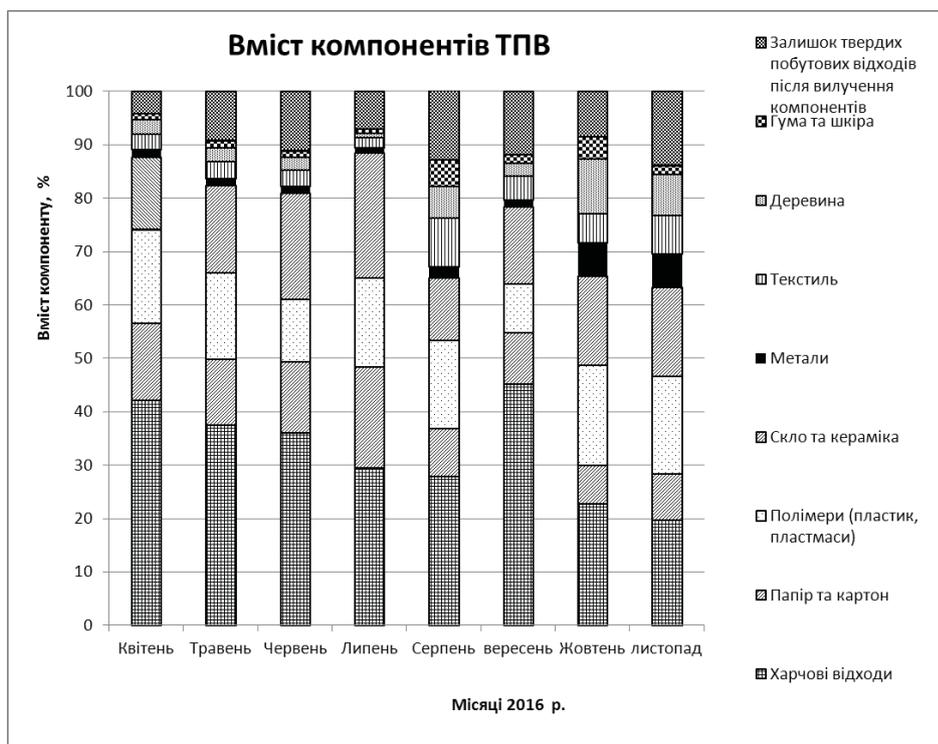


Рис. 2.4. Усереднений за місяцями склад ТПВ.

### 2.3. Вплив вологості на теплотворну здатність палива

Оцінку впливу вологості при спалюванні твердих побутових відходів проводили фахівці Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Отримані результати наведені авторами в статті «Визначення раціонального показника вологості при спалюванні твердих побутових відходів», Журнал Енергетика: економіка, технології, екологія. 2019, №4 стр.134-141, [48].

Метою роботи було визначення показника допустимої вологості при якій здійснюється спалювання твердих побутових відходів.

В роботі встановлені залежності ефективного спалювання при умові врахування:

- ✓ технології, за якою утилізувалося сміття,
- ✓ морфологічного складу,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МНТД 10700940

Арк.

29

- ✓ необхідності попередньо підготовки (сортування, подрібнення),
- ✓ агрегатного стану відходів,
- ✓ фракційного складу,
- ✓ теплоти згорання відходів тощо.

Автори також визначили вплив вологості відходів. Волога була представлена двома окремими способами, як відсоток від мокрої маси зразка або як відсоток від сухої маси зразка.

У першому випадку використовується формула

$$M = (w - d) / w * 100\% \quad (2.1),$$

де M – вміст вологи, %;

w – вага свіжого зразка;

d – вага зразка після висихання.

Авторами роботи зроблено висновок [48], що різні відходи мають різні характеристики, в залежності від вмісту вологи й питомої ваги . Як видно з рис. 2.5, діапазон вмісту вологи змінюється від 80% до 0% й залежить від вмісту матеріалів.

№ з/п	Тип відходів	Вологість, % маси	
		Діапазон	Типова
Житлові відходи			
1	Харчові відходи змішані	50-80	70
2	Папір	4-10	6
3	Картон	4-8	5
4	Пластик	1-4	2
5	Текстиль	8-15	10
6	Гума	1-4	2
7	Шкіра	8-12	10
8	Дворові відходи	30-80	60
9	Деревина	15-40	20
10	Скло	1-4	2
11	Жерстяні банки	2-4	3
12	Алюміній	2-4	2
13	Інші метали	2-4	3
14	Бруд, зола , тощо	6-12	8
15	Інше сміття	10-25	15

Рис 2.5 – Дані щодо типової вологості у відходах

## **2.4.Висновок за розділом**

Аналіз робіт показує, що для оцінки морфологічного складу ТПВ окремих регіонів бажано запровадити практику детального вивчення компонентів ТПВ, аналіз їх теплотворної здатності, вологості. У 2023 році ці роботи проведені на кафедрах « Прикладної екології та природокористування» та «Теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики» Національного університету Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка.

На підставі аналізу проведених досліджень та наведених матеріалів можливо стверджувати, що підвищення вологості ТПВ, знижує суттєво теплотворну здатність. Горіння відходів з великою вологістю неможливо і потребує дослідження питання використання попередньої підпитки додатковим висококалорійним паливом, або потребує попереднього підсушування.

Таким чином, використання в якості альтернативного палива з твердих побутових відходів для котельні навчального закладу потрібно на сьогодні відмовитися оскільки цей процес потребує подальшого вивчення.. А наявність специфічних запахів біля місць накопичення палива із ТПВ робить неможливим на сьогодні використання даного питання якості палива котельної навчального закладу.

## **3.РОЗДІЛ 3. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИКИДІВ ПРОДУКТІВ СПАЛЮВАННЯ ДЛЯ РІЗНИХ ВИДАХ ПАЛИВА**

### **3.1.Порівняльний аналіз енергоресурсів**

Природний газ, не потребує пояснення, чому залишається самим безпечним в екологічному сенсі викопним паливом. З екологічної точки зору продукти спалювання не містять золи, а викиди оксидів сірки є незначними На рис. 3.1. наведено співвідношення забезпечення України власними енергетичними ресурсами [49].

						<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			31

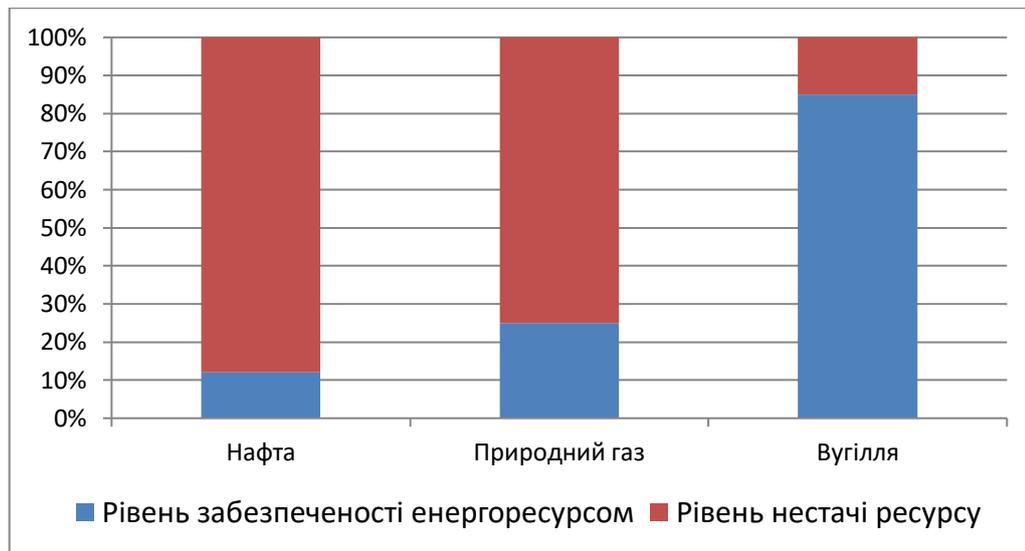


Рис. 3.1 Наявність в Україні власних викопних енергоресурсів

Впродовж останніх 15 років Україна займається дослідженням нових альтернативних джерел енергії та розробкою нетрадиційних технологій видобутку викопного палива. Наприклад, у Полтавській області застосовують методи отримання сланцевих газів. Але в цьому випадку для отримання газу додатково використовують величезну кількість води (від 11 до 15 тис. м<sup>3</sup> для однієї свердловини) та понад 500 різних хімічних речовин [49]. Після, так званого, розриву пласта утворюється багато тріщин, які негативно впливають на стан навколишнього середовища, а це може призвести до змішування прісних і сольових ґрунтових вод, що в подальшому перетвориться на багатокілометрові солончаки на місці полів і лісів.

Із рис. 3.1. видно, що на даний час вугілля – один із викопних енергоресурсів, потребу в якому Україна може майже цілком покрити за рахунок власних запасів, однак його видобуток у більшості випадків здійснюється на територіях, значна частина яких зайнята воєнною агресією.

Використання вугілля [ 49] супроводжується утворенням ряду проблем, у процесі його згоряння в атмосферу надходить значна кількість золи, оксидів вуглецю й азоту, діоксид сірки, вуглеводні, в тому числі канцерогенний бенз(а)пірен, та незгорілі частинки твердого палива. [50].

Україна, яка має величезні ресурси за рахунок наявності енергетичного потенціалу біомаси, який оцінюється в межах 20-25 млн т у.п./рік [49]. За даними досліджень, це відходи сільськогосподарського виробництва; солома, кукурудзи, стебла соняшнику й потенціал визначається на рівні - 11 млн т у.п./рік, а можливі плантації енергетичних культур оцінюються у 10 млн т у.п./рік. При цьому слід враховувати, що отримання біопаливної сировини супроводжується значною кількістю позитивних екологічних ефектів. На підставі цих досліджень визначено, що у разі щорічного приросту біомаси за сухою речовиною 8-12 т/га дерева компенсують з атмосфери 4-6 т/га вуглецю та продукуватимуть близько 3-4,5 т/га кисню.

За дослідженнями інших вчених визначено, що у процесі спалювання деревини емісія вуглекислого газу в атмосферу становить біля 320-216 мг CO<sub>2</sub>/кВтгод [50]. Безумовно, не можна стверджувати, що біопаливо є повністю CO<sub>2</sub> - нейтральним, адже для закладання плантації, збирання врожаю і транспортування біопалива необхідне використання машин, які працюють на викопному паливі та інше. Оцінка окремих викидів забруднень у довкілля в ході спалювання викопного палива і деревини (т/тис. т), наприклад, представлені на рис. 3.2.

### **3.2. Оцінка викиду забруднюючих речовин у атмосферне повітря**

Узагальнена оцінка викиду забруднюючих речовин у атмосферне повітря при спалюванні різних видів палива та деревини, наведені на рис. 3.2. та, на доступній для розуміння студентами діаграмі, у логарифмічній шкалі з полярною системою координат (рис. 3.3) [51]. Із наведених діаграм важливо зробити узагальнений висновок- **чим більша площа утвореної фігури, тим більший загальний викид забруднюючих речовин.**

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Вид палива	Викиди, т/тис. т палива				
	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	тверді частки	разом
Природний газ	1,18	3,52	0	0	<b>4,7</b>
Брикети, пелети	4,68	9,32	0,28	4,11	<b>17,7</b>
Деревина	4,9	9,4	0,3	4,3	<b>18,9</b>
Мазут	5,2	5,2	35,3	0,3	<b>45,9</b>
Брикети торф'яні	8,0	26,8	3,0	13,0	<b>50,9</b>
Кам'яне вугілля	9,6	63,6	9,2	65,3	<b>147,7</b>

Рис 3.2 Узагальнені викиди забруднюючих речовин в атмосферу при спалювання різних видів палива [51, 52]

Наведені дані показують, *що при спалюванні в загальному обсязі викидів пелет і брикети є найбільш безпечні види палива*, окрім природного газу. Аналіз наведених даних показує, що викиди забруднюючих речовин від згоряння пелет становлять 17,7 т/тис. тон палива, що в 8,3 рази менше ніж від згоряння кам'яного вугілля, у 2,6 рази менше, ніж від згоряння мазуту. Обсяги викидів оксидів сірки при згорянні пелет, азоту, вуглецю та твердих частинок також ще менші. Автори матеріалів стверджують, що у порівнянні з кам'яним вугіллям викиди сірки ще значно менші у декілька разів [ 51].

*Головний висновок, який можливо зробити з досліджень авторів роботи [ 50] :*

- *пелети є складовою природного обігу вуглекислого газу;*
- *при їх згорянні у довкілля потрапляє стільки ж CO<sub>2</sub> скільки спожили спалені зелені рослини для процесу фотосинтезу;*
- *при згорянні пелет у повітря надходить стільки ж вуглекислого газу, скільки його б утворилось при природному розкладанні органічних решток рослин.*

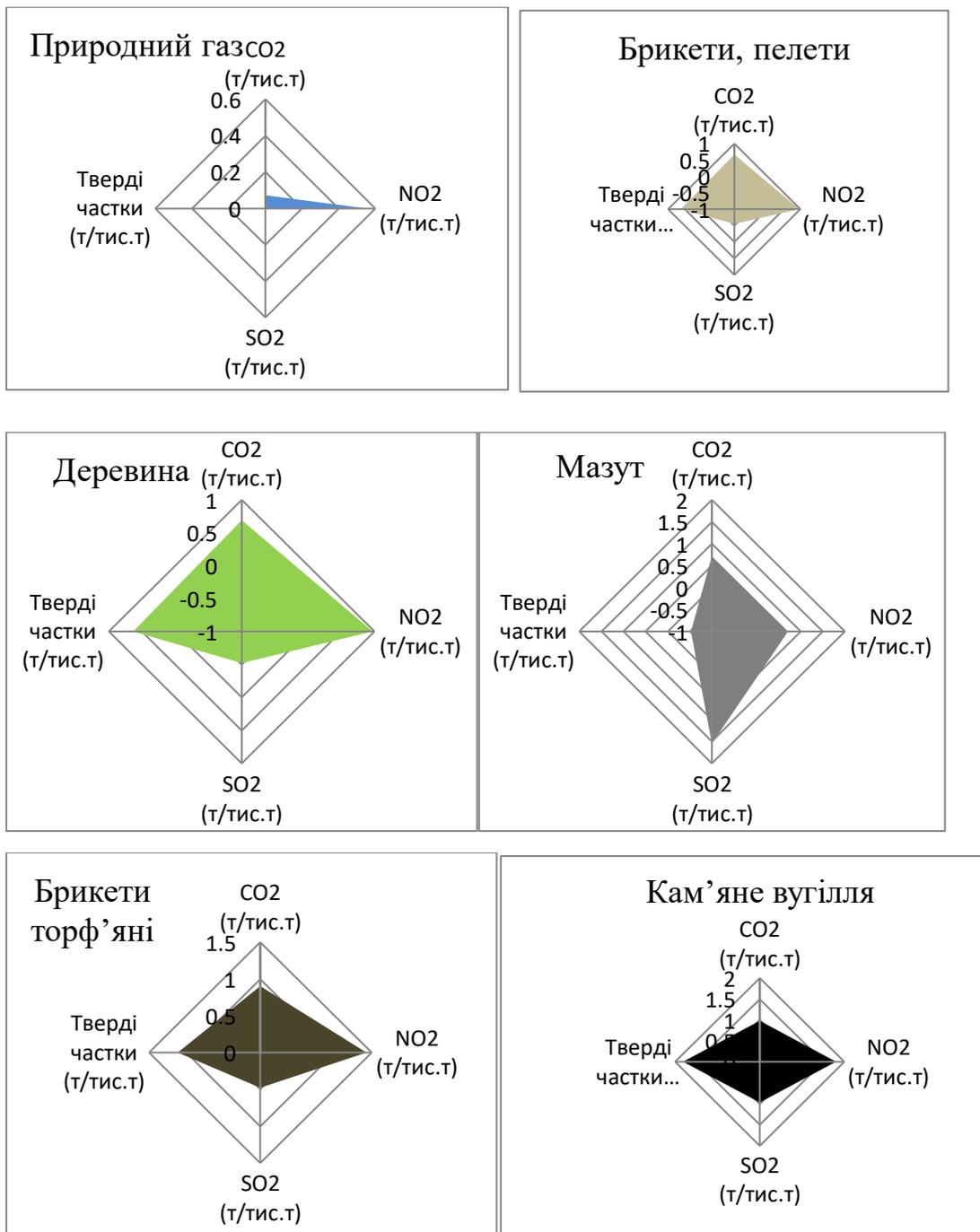


Рис. 3.3 Викиди забруднюючих речовин різних видів палива у полярній системі координат.

Наведені результати узагальнених експериментальних досліджень викидів забруднюючих речовин дозволяють стверджувати, що при спалюванні різних видів палива існують фактори забруднення атмосферного повітря, але для різних видів палива вони мають свої особливості. Як видно з рис. 3.2 [51, 52], пряме спалювання деревини супроводжується збільшенням обсягів викидів метану та чадного газу порівняно зі спалюванням вугілля,

однак обумовлює суттєве зниження обсягів викидів оксидів сірки й азоту. При цьому кількість викидів шкідливих речовин залежить від багатьох факторів: так визначено впливову дію застосованої технології спалювання біомаси, вплив вологості сировини, при цьому вологість 55-60 % не тільки значно зменшує вихід теплової енергії, а й порушує сам процес спалювання, а це значним чином впливає на збільшення емісії чадного газу, метану та оксидів азоту, а також підвищує кількість деревного вугілля в попелі.

Використання вологої сировини робить фактично неможливим забезпечення безперервного процесу горіння через те, що потрібно значну частину енергії витрачати на підсушування матеріалу сировини, що призводить до неповного окиснення карбону й утворення чадного газу. Щоб цього не було, потрібно передбачувати додаткове попереднє висушування біомаси й зменшення вмісту води . З екологічної точки зору - це може суттєво зменшити кількість шкідливих викидів . Таким чином можливо стверджувати, що порівняння різних видів палива та їх викидів дозволяє виділити [51]:

- переваги використання пелет перед вугіллям - низька ціна;
- допустима теплотворна здатність;
- практично повне згоряння палива;
- для пелет бажана низька вологість 8-12 % ;
- Мінімальний вплив на довкілля;
- Гранули пелет пожегобезпечні;
- висока енергетична концентрація при незначному об'ємі.

На підставі аналізу результатів експериментальних досліджень визначено, що забруднюючими речовинами, які утворюються в процесі спалювання пелет є: оксиди азоту, оксиди вуглецю, оксиди сірки, сполуки хлору та тверді частки. Зведений перелік основних забруднюючих речовини в продуктах згоряння та їх вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей наведений на рис.3.4.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Компонент	Джерело утворення	Екологічний вплив
Оксид вуглецю (CO)	Неповне згорання всіх видів паливної біомаси	Клімат: Газ непрямої парникової дії (ГНПД), впливає на утворення озону Здоров'я: Може викликати напади задухи у разі накопиченім в закритих приміщеннях
Тверді частки	Сажа та конденсат важких вуглеводнів (дьоготь), що утворюються при неповному згоранні усіх видів паливної біомаси. Золіві частки	Клімат і навколишнє середовище: Зворотний парниковий ефект через утворення аерозолів. Непрямий ефект - можливий значний вміст важких металів у завислих частках Здоров'я: Негативний вплив на систему органів дихання людини
Оксиди азоту (NO <sub>x</sub> = NO + NO <sub>2</sub> )	Побічний продукт згорання всіх видів паливної біомаси. За певних умов додаткова кількість NO <sub>x</sub> може утворюватися з азоту повітря	Клімат і навколишнє середовище: Непрямий парниковий ефект через вплив на утворення озону. Зворотний парниковий ефект через утворення аерозолів. Кислотні опади. Призводить до загибелі рослинності. Утворення смогу Здоров'я: Негативний вплив на систему органів дихання людини
Оксиди сірки (SO <sub>x</sub> = SO <sub>2</sub> + SO <sub>3</sub> )	Побічний продукт згорання всіх видів паливної біомаси, що містять сірку	Клімат і навколишнє середовище: Зворотний парниковий ефект через утворення аерозолу. Кислотні опади. Призводить до загибелі рослинності. Утворення смогу Здоров'я: Негативний вплив на систему органів дихання людини, викликають астму

Таблиця-рисунок 3.4. Компоненти продуктів згорання біомаси та їх вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей [51]

### 3.3. Екологічні показники альтернативного палива

Екологічні показники магістерської роботи являються однією із важливих складових, що повинні бути враховані, Тому було проаналізовано значну кількість робіт різного характеру [7, 50-56] де були виявлені які-небудь характеристики, що пов'язані з якістю та кількістю забруднюючих речовин, що виникають під час отримання теплової енергії та здійснюють шкідливий вплив на довкілля:

– викидання продуктів повного спалювання;

- теплові викиди;
- шум;
- забруднюючі викиди в атмосферу .

Аналіз робіт [50-56] дозволив зробити висновок, що для зменшення викидання необхідно:

- підвищувати ККД обладнання, тобто виробляти теплоту за рахунок спалювання меншої кількості палива;
- зменшувати металомісткість та габарити обладнання, що дозволить економити паливо в процесі виробництва матеріалів;
- використовувати менш енергоємні матеріали.

Із робіт визначено, що теплові викиди пов'язані з високою температурою продуктів згорання й потребують [56].:

- застосування спеціальних термостійких будівельних матеріалів.

захисні акустичні елементи тому, що шум котельного обладнання є більш впливовим фактором для котлоагрегатів великої та середньої потужності.

Визначено головні забруднюючі речовини, що потрапляють в атмосферу під час спалювання палива:

- – тверді частинки палива;
- – оксиди азоту NO та NO<sub>2</sub> (паливні, швидкі, термічні);
- – оксиди сірки SO<sub>2</sub> , SO<sub>3</sub>;
- – сажа С;
- – зола;
- – продукти неповного згорання СО, вуглеводні, Н<sub>2</sub> тощо;
- – канцерогенні речовини .

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- - торф'яні брикети - 13,02;
- - дрова - 4,3;
- - дерев'яні відходи і тирса - 5,1;
- - дерев'яні брикети - 4,11.

Але при проектуванні котельні, що працює на твердому паливі краще застосовувати систему очищення димових газів.

#### **4.РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЕЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ, ПРИДАТНОГО ДО ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА**

##### **4.1.Вимоги до котелень, що працюють на альтернативному паливі**

Використання альтернативних видів палива для отримання теплової енергії в межах Полтавської області для забезпечення потреб споживачів вже визначено економічно доцільним. Ці результати підтвержені наявністю великої кількості виробників та переведенням частини індивідуальних котелень в Полтавській області на біопаливо в умовах воєнного стану у 2023 році. Залишаються складним питання щодо котелень із системами централізованого теплопостачання, основна частка споживачів якого – населення.

На підставі узагальнених даних , що надані підприємством КП Полтаватеплокомуненерго [53] можливо стверджувати, що основна частка котелень в муніципальному секторі Полтавщини є опалювальними й розраховані на роботу впродовж опалювального періоду. Для таких котелень визначення потрібних обсягів виробництва теплової енергії здійснюється на основі таких факторів, як:

- теплове навантаження споживачів (опалення, ГПВ та вентиляція);
- характеристики та призначення опалювальних будівель;
- кліматичних умови регіону.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк. 40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі даних, що наведені на сайті підприємство КП Полтаватеплокомуненерго [ 53] зроблено аналіз витрат палива в котлах на біомасі, що основані на роботі котлів (ККД) і калорійності палива. Сучасні газові котли працюють з ККД 87-92% та використовують як паливо природний газ в Полтавській області з калорійністю 33,9 МДж/м<sup>3</sup>, то котли на альтернативному паливі працюють з ККД -83-85% на підсушених дровах з калорійністю 10 МДж/кг, вологій трісці – 8 МДж/кг, деревних гранулах середньої якості – 16,3 МДж/кг .

На рис. 4.1 наведено осереднені показники питомих витрати умовного та натурального палива для виробництва 1 Гкал теплової енергії для частини видів палива. ***Із таблиці наглядно видно, що для виробництва однакової кількості теплової енергії паливних гранул, наприклад, потрібно вдвічі менше, ніж деревної тріски.*** В умовах даного проекту, це значним чином впливає на розміри паливного складу, капітальних витрат на будівництво та розмір операційних витрат, що пов'язані на доставку палива.

Вид біопалива	кг у.п./Гкал	кг н.п./Гкал
Тріска – 8 МДж/кг	168	619
Дрова – 10 МДж/кг		490
Гранули RDF палива– 16,3 МДж/кг		302
Газ – 33,9 МДж/м <sup>3</sup>	159	137

Рис. 4.1 Питоме споживання натурального та умовного палива для виробництва 1 Гкал теплової енергії, кг/Гкал [53].

За даними роботи [53] слід констатувати що, витрати на паливо залишаються одними з найбільших витрат виробництва теплової енергії. Вже визначено, що обсяг споживання натурального палива, залежить від обсягів виробництва теплової енергії , підтвердженням цьому служать дані наведені на рис 4.2 та 4.3. Просте порівняння на базі цих рисунків дозволяє зробити висновок що, наприклад, на опалювальний період для котельні потужністю

500 кВт для виробництва 1 тис. Гкал теплової енергії потрібно близько 500 т дров або 300 т гранул .

У відповідності до завдання на проектування котельня для навчального закладу передбачає використання газу як основного виду палива й можливість використання альтернативних видів палива.

Досить цікавий матеріал порівняльного аналізу роботи котелень на різних видах палива, що проведено авторами роботи [53], який узагальнено на рис. 4.1. За даними [51] , з урахуванням середньої потужності котлів, що можуть бути встановлені в муніципальному секторі, загальна потреба в котлах на біомасі до 2030 р. може становитиме 15–20 тис. од., або 2-3 тис. од./рік.

#### **4.2. Характеристика котлів, працюючих на альтернативному паливі**

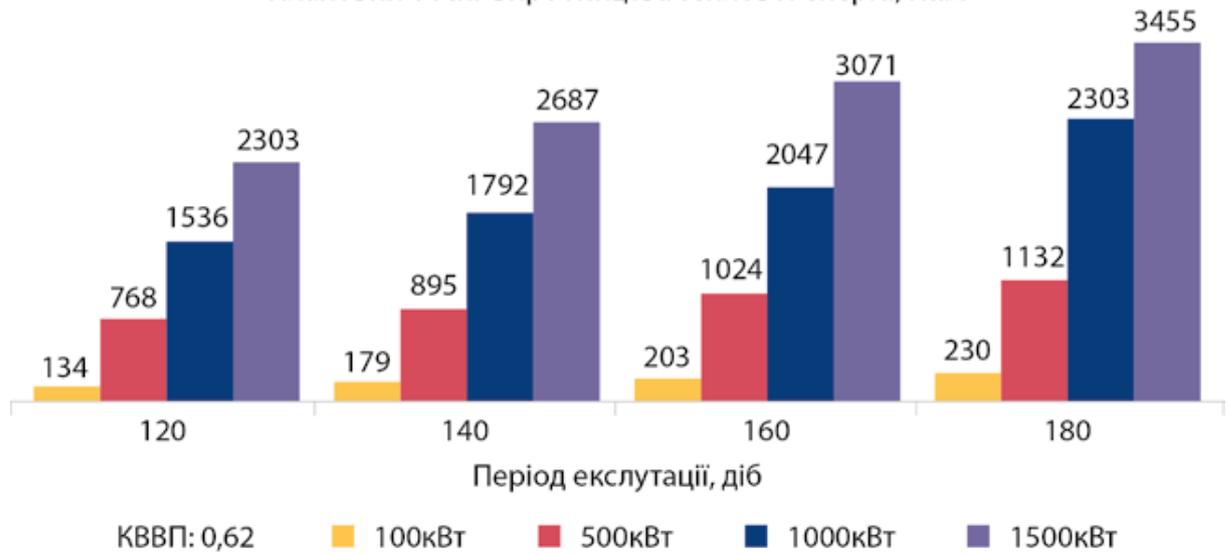
Найбільш глибокий аналіз щодо вибору котла, що може працювати на альтернативному паливі було зроблено в роботі [ 51, 53, 54]. Узагальнені дані зведено до табл. 4.4.

До таблиці 4.2 вибрано асортимент 5 виробників котлів. Діапазон потужності котлів достатньо широкий та складає від 15 кВт до 2 МВт, при умові, що котли можуть працювати на дровах, трісці та гранулах, відходах сільського господарства. Для кожного виду палива передбачено відповідну технологію спалювання та подачі палива.

Із таблиці не видно, але в Полтавській області зареєстровано два підприємства, які виробляють котли на біомасі, але відгуки щодо їх експлуатації не систематизовані.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

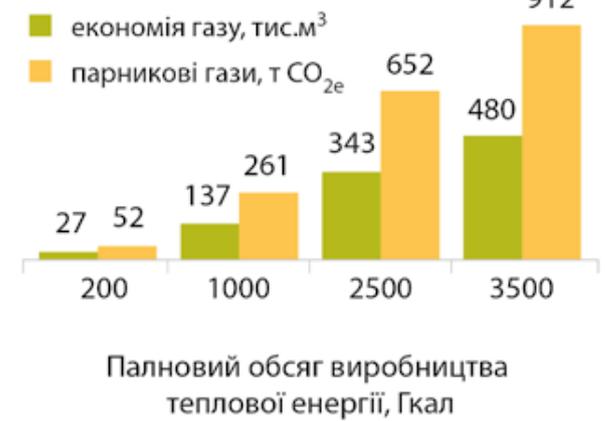
Плановий обсяг виробництва теплової енергії, Гкал



Питоме споживання натурального та умовного палива на виробництво 1 Гкал теплової енергії, кг н. п./Гкал



Економія газу та зниження викидів парникових газів при виробництві теплової енергії з біопалива



- тріска -8 МДж/кг
- дрова -10 МДж/кг
- гранули -16,3 МДж/кг

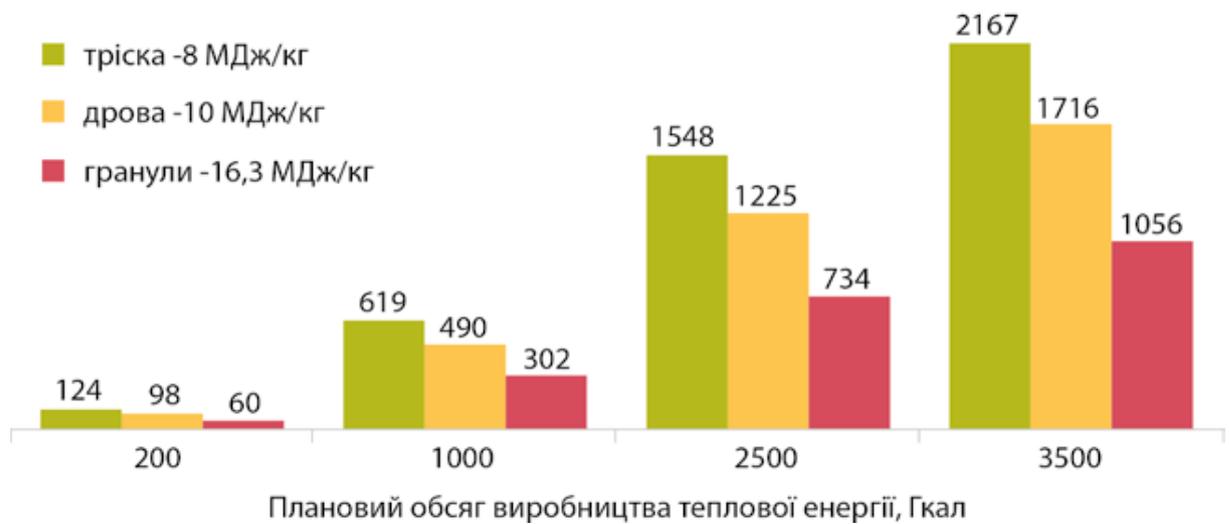


Рис 4.2 Порівняльні результати отримання й використання теплової енергії

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МНТД 10700940

Арк.

43

Виробник (ТМ)	Насиченість номенклатури				Кількість моделей
	Потужність, МВт	Технологія	Паливо	Спосіб подачі	
«Броварський завод комунального обладнання»	0,020–1,0	Спалювання на решітці, на реторті	Дрова, тріска, брикети, гранули	Ручна, мех., подача	38
ТОВ «Котлозавод «Крігер»	0,025–2,0	Спалювання на решітці, на реторті	Дрова, тирса, гранули	Ручна, мех.	90
ТД «Коростенський завод теплотехнічного обладнання»	0,01–2,0	Спалювання на решітці, піроліз	Дрова, тріска, гранули	Ручна, мех.	59
ППФ «Ретра»	0,01–2,0	Спалювання на решітці, на реторті, в пальнику	Дрова, тріска, гранули, солома	Ручна, мех.	58
ТОВ «Денасмаш»	0,1–2,0	Спалювання на решітці, в пальнику	Дрова, тріска, гранули	Ручна, мех.	16

Рис. 4.3 Зведені дані котлів на біомасі[51]

Для порівняння котлів закордонного виготовлення використано матеріали роботи [51]. Котли на біомасі, що представлені на українському ринку, наведено на рис. 4.4. Діапазон теплового навантаження коливається в широкому діапазоні., але більшість виробників орієнтовані на виробництво котлів до 1 МВт, для яких використовують як паливо дрова та гранули з ручною і механізованою подачею палива.

Виробник (ТМ), країна	Характеристики показників роботи котлів				Кількість моделей котлів
	Потужність, МВт	Технологія	Паливо	Спосіб подачі, допоміжне обладнання	
«Viessmann», Німеччина	0,02–13	Спалювання на рух. решітці, піроліз, ротаційна камера згорання	Дрова, брикети, гранули, тріска	Ручний, мех.	29
«Buderus», Чеська Республіка	0,012–0,05	Спалювання на нерух. решітці, піроліз	Дрова, брикети, гранули	Ручний, мех.	33
«Protech», Польща	0,012–1,2	Спалювання на нерух. решітці, реторта, в пальнику	Дрова, гранули, тирса, солома	Ручний, мех.	82
«Carborobot», Угорщина	0,03–0,3	Спалювання в пальнику	Гранула, тріска	Механічний	8

«Herz», Австрія	0,01–1	Спалювання на рухомій решітці	Гранули, дрова, тирса	Ручний, мех.	32
«Heizomat», Німеччина Польща	0,007–7	Спалювання на нерухомій та рухомій решітці, пальнику, піроліз, ротаційна камера згорання	Дрова, гранули, тирса, солома, лушпиння	Ручний, мех.	254
Alter MEGA* Спільне виробництво з Україною	0,012–1,5	Спалювання на нерух. решітці	Дрова, гранули, тирса, солома, лушпиння	Ручний, мех.	16

Рис. 4.4 Закордонні виробники та їх котли

Вартість котлів за питомими показниками зведена на рис. 4.5 [51].

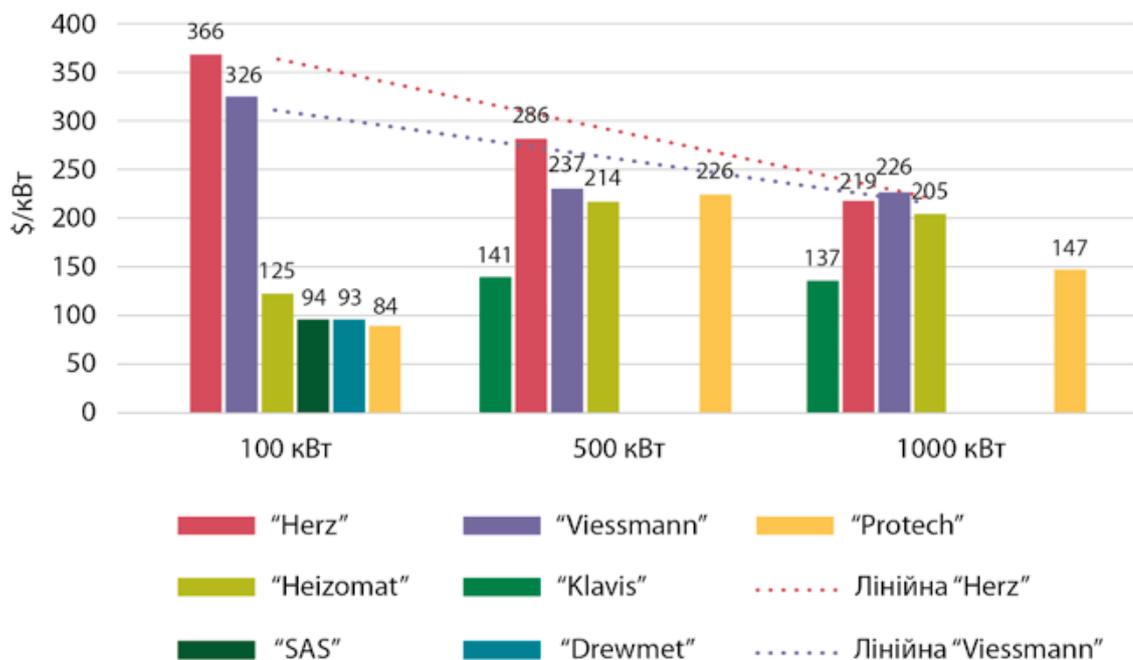


Рис. 4.5. вартість котлів за питомими показниками

На ринку України станом на 01.01.2023 року ідентифіковано 172 зарубіжних твердопаливних ТМ котлів на біомасі. Із 2012 по 2019 р. Для реконструкції котельні приймаємо котли фірми Alter MEGA, які враховують якість словацького виробника та їх виробництво в умовах України. .

## 5. РОЗДІЛ 5 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

### 5.1. Параметри зовнішнього повітря

Вибір кліматичних даних здійснено у відповідності до нормативних документів [65]. Кліматичні дані міста Гадяч прийняті на підставі даних обласного центру м. Полтави.

Кліматичний район проектування - м. Гадяч

Географічна широта - 49°36 Пн. ш.

#### Температура

Температура влітку:

- Температура: +20,5 °С
- Швидкість повітря: 2,2 м/с

Температура взимку:

- Температура: – 23 °С
- Швидкість повітря: 2.4 м/с

Середні значення температур:

Температура повітря у січні: – 5.6 °С

Температура повітря у липні: + 20,5 °С

Середньорічна температура повітря: + 7.8 °С

Температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,92<sup>тхδ</sup> складає -27 °С

Температура найбільш холодної п'ятиднівки забезпеченістю 0,92<sup>тнб</sup> складає

-23 °С

#### Повторюваність та швидкість вітру

Повторюваність напрямків повітря взимку за січень, % :

Пн	ПнСх	Сх.	ПдСх	Пд.	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
9,0	10.0	11.9	8.7	14.7	14.9	20.2	10.6	2.5

Середня швидкість повітря по напрямкам взимку за січень, м/с :

Пн	ПнСх	Сх.	ПдСх	Пд.	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
3,1	2.9	3.5	2.8	3.2	3.4	3.6	3.6	2.5

Повторюваність напрямків повітря влітку за липень, % :

Пн	Пнях	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
19.5	12.3	11.0	5.3	7.5	8.3	20.4	15.7	7.4

Середня швидкість повітря за напрямками в липені:

Пн	Пнях	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
2.4	2.3	2.2	2.0	2.1	2.5	2.7	2.5	7.4

Мінімальна з середніх швидкостей по румбам за липень: 0 м/с.

### ***Інтенсивність сонячної радіації***

Середньодобова кількість сонячної радіації , що поступає у липні на горизонтальну поверхню при безхмарному небі на широті 49° Пн. ш. складає 328 Вт/м<sup>2</sup>.

### ***5.2. Вихідні дані для розрахунків котельні та обладнання котельні***

Котельня призначена для покриття теплового навантаження на опалення та гаряче водопостачання.

Система опалення -1500 –КВт;

Система гарячого водопостачання – 800 КВт.

Перспектива : опалення – 1500 КВт.

гаряче водопостачання -1000 КВт.

Загальне навантаження – 2300 – КВт

Тиск в трубопроводах котельні:

подаючий трубопровід - 0,3% МПа;

зворотній трубопровід - 0,15 МПа.

За категорією кількості виданого тепла котельня відноситься до другої категорії.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розрахунків котельної прийняті котли типу Alter MEGA , як котли, що надійно себе зарекомендували в межах роботи Полтавської області.

Котли ALTER-BIO типу «КВТ-SHF» розраховані для роботи в автоматичному режимі роботи для опалення житлових будинків та забезпечення їх гарячою водою.

Паливом для роботи котлів є пелети, тріска енергоресурс них рослин, які транспортується автоматично шнековим пристроєм із паливного бункера, що розташований поруч із котлом. Паливо являє собою фракцію відходів деревини та тріски розміром від 5x5x5 мм до 15x35x80 мм, пелети мають вологість, з якою вони надходять - не більше 30%.

### 5.3.Характеристика котлів

#### *Технічна характеристика котлів Альтен Мега*

[Дані прийнято на підставі паспортних даних котлів .. Alter Mega,  
[https://teplodym.com.ua/p1810766776-kotel-altep-mega.html?source=merchant\\_center&gclid=Cj0KCQiAkeSsBhDUARIsAK3ti\\_eYytpqw4\\_L3Z-0b0SmBF1bupXA1OAIaV4nRI0y3sQI1jWBS-zjMHsaAuaZEALw\\_wcB](https://teplodym.com.ua/p1810766776-kotel-altep-mega.html?source=merchant_center&gclid=Cj0KCQiAkeSsBhDUARIsAK3ti_eYytpqw4_L3Z-0b0SmBF1bupXA1OAIaV4nRI0y3sQI1jWBS-zjMHsaAuaZEALw_wcB)]

Загальний вигляд твердопаливного котла потужністю 1000-1500КВт наведено на мал. 5.1.

Котли Alter Mega рекомендуються для систем опалення та гарячого водопостачання. Вони надійно працюють в автоматичному режимі роботи. Для регулювання роботи котла використовують автоматику та вентилятор, для цього необхідно лише виставити бажану температуру на блоці автоматики, а далі система автоматики все зробить самостійно.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Факельні пелетні пальники ALTER призначені для спалювання в твердопаливних котлах деревної пелети та агропелети. Паливо для роботи подається автоматично шнековим живильником подачі з паливного бункера. Пальники Alter – відносять до сучасних приладів організації спалювання біомаси й енергетичних рослин. Пальник передбачає самостійну роботу і не вимагає постійного обслуговування робочого персоналу.

Оскільки в проекті важливо враховувати екологічні показники то прийнятий пальник Alter - це пристрій, який забезпечує за паспортними даними високоякісне спалювання й низькі показники продуктів спалювання. Управління роботою цього пальника здійснюється спеціальним контролером. Важливим елементом регулювання якості спалювання є можливість плавного керування співвідношення паливо-кисень й це дозволяє налаштовувати потужність пристрою в залежності від потреб.

Загальний вид та конструктивні особливості пальника Alter наведені на рис. 5.2 та 5.3 Конструкція пальника запобігає перегріванню електричних компонентів, що забезпечує безаварійність всього терміну експлуатації пальника.

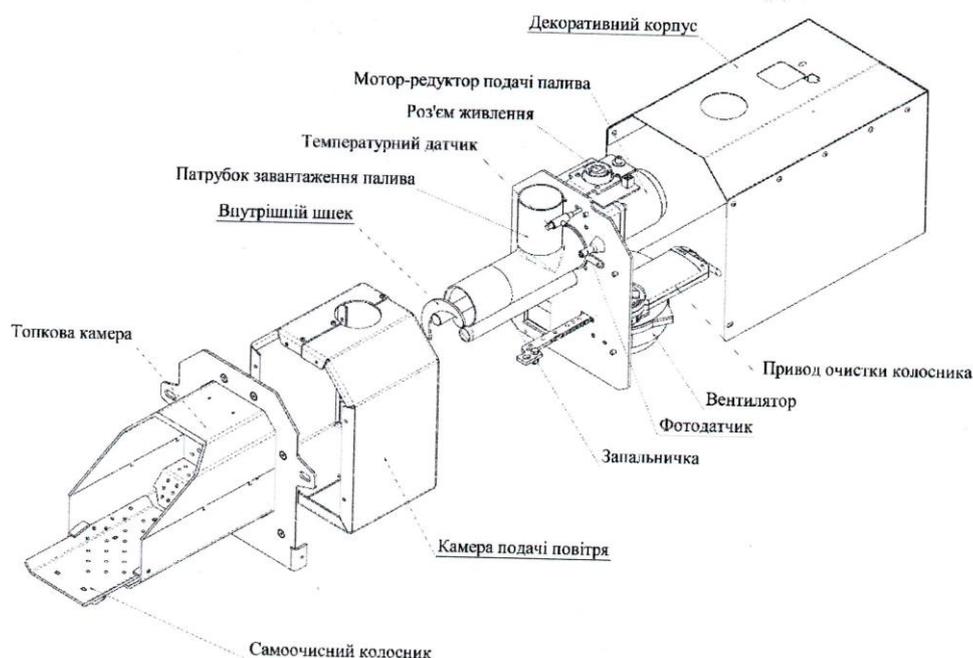


Рис. 5.2 Основні деталі пальника

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МНТД 10700940

Арк.

50

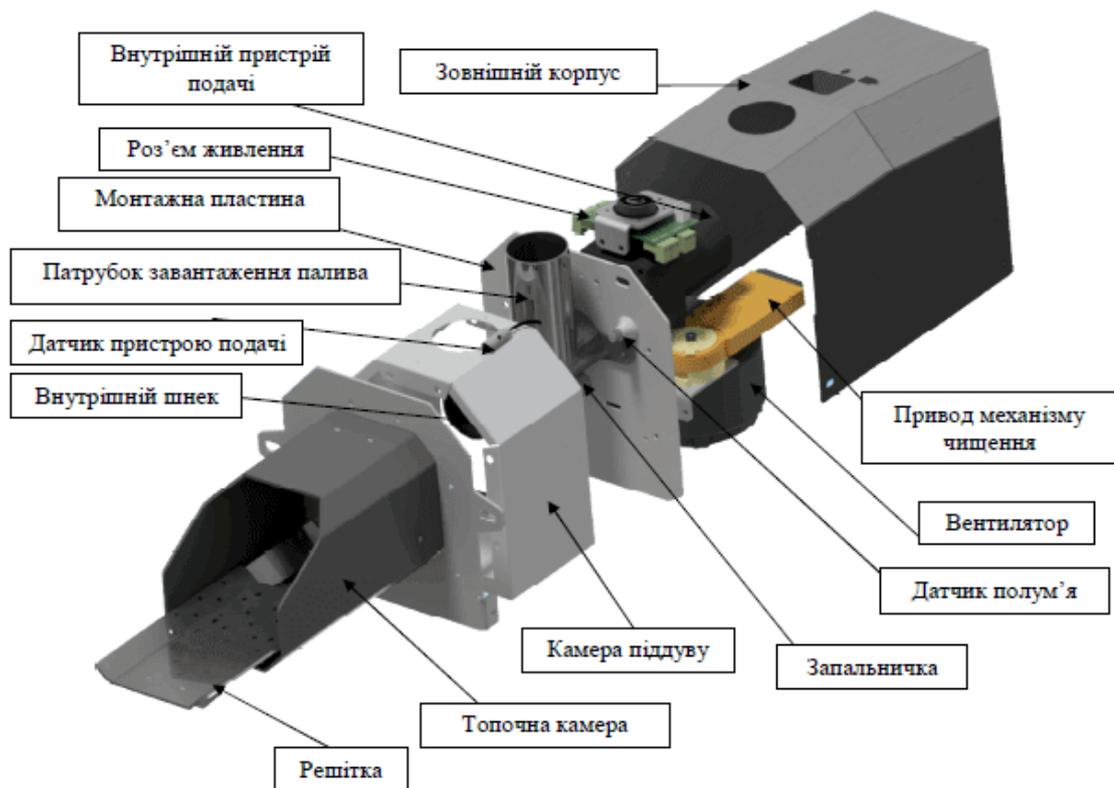


Рис.5.3 Конструктивна схема пальника

### *Робота пальника*

Розпалювання пальника включає спалювання і підтримку полум'я. Зовнішній шнековий пристрій подає палива з контейнера в пальник. Тільки при першочерговому включанні слід застосовувати ручний режим, далі все виконується автоматично.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МНТД 10700940

Арк.

51

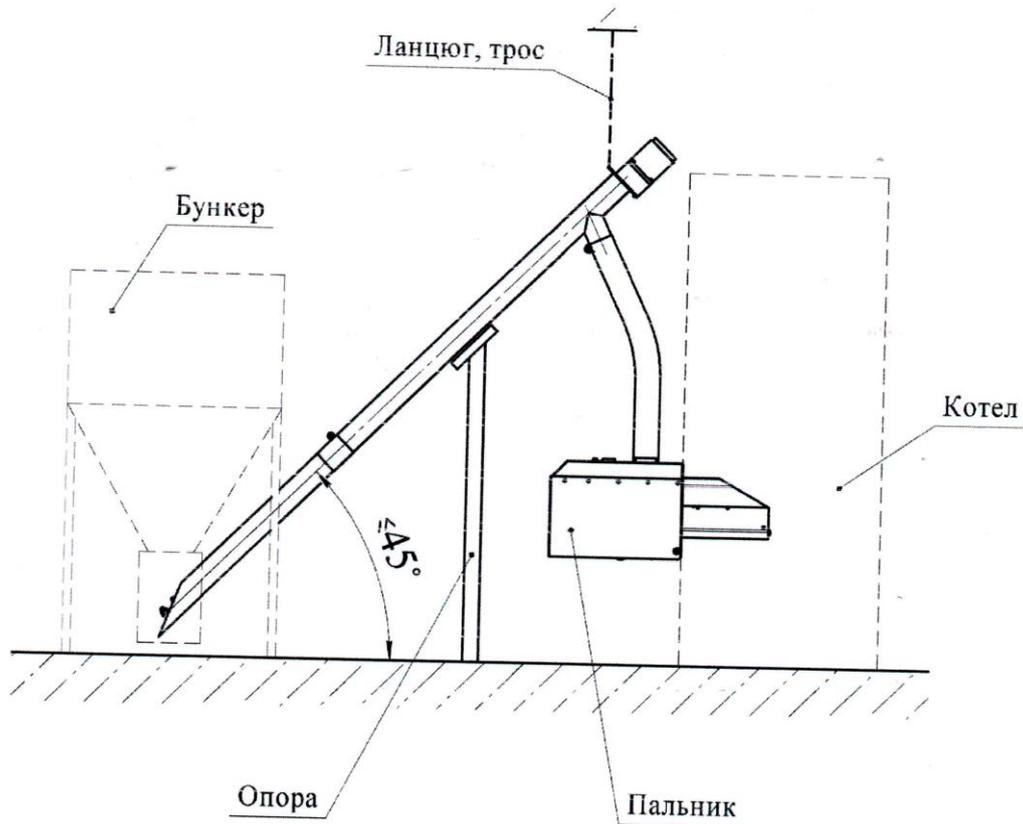


Рис. 5.4. Установки пальника

#### 5.4. Підбір котла для альтернативного палива

Матеріали, що наведені у розділі 3 дозволили сформувати можливість використання одного виду палива для котельні, котел працює на пелетах та енергетичних рослинах. Крім того котел може використовувати лушпиння соняшнику.

Вибір котельного обладнання здійснюється у відповідності до прийнятого алгоритму:

1. Визначається кількість котельних агрегатів стосовно допустимого зниження теплової навантаження котла в режимі найбільш холодного місяця опалювального періоду за формулою 5.1:

$$\alpha = Q_{н.х.м.} / Q_{м.р.}, \quad (5.1)$$

де  $Q_{н.х.м.}$  – допустиме зниження теплової потужності в режимі найбільш холодного місяця, МВт

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$Q_{м.р.}$  – максимальна теплова потужність котла, МВт.

$$\alpha = 0,3 / 1.5 = 0,2$$

Максимальна розрахункова теплова потужність дорівнює  $Q_{м.р} = z \times Q_K$ .

Розрахуємо число котельних агрегатів з рівняння  $(z - 1) Q_{К.А} = Q_{н.х.м}$ , тобто:

$$z = 1 / (1 - \alpha) \quad (5.2)$$

$$z = 1 / (1 - 0,2) = 1,25.$$

Приймаємо по одному робочому котлу для системи опалення та системи гарячого водопостачання потужністю 1500 КВт та 1000 КВт, в якості котлоагрегату вибираємо котли Альтеп Мега. Характеристика котлів наведена в таблицях 5.1 та 5.2. При цьому враховуємо, що котел потужністю 100 КВт може використовуватися як резервний у режимі опалення.

У відповідності до паспортними даними кількість води, що циркулює через котел, на підставі таблиці 5.1 складає для котлів 1500 КВт - 4,0 м<sup>3</sup>/год, - 1000 КВт – 2.8 м<sup>3</sup>/год. Для компенсації теплових розширень води в системі теплопостачання передбачена установка розширювальних баків. Котельня обладнана насосними групами контуру.

### *Розрахунки та вибір обладнання для котельні*

#### **5.4.1.1. Підбір обладнання для системи водопідготовки**

[За паспортом установки, <https://prom.ua/Upravlyayuschie-klapany-fleck.html>

Якісний підбір системи водопідготовки котла забезпечує безпечну роботу котлів. У проекті прийнята сучасна установка пом'якшення води фірми «FLECK» [58].

Головними особливостями вибору даної установки стали: безперервний робочий процес; застосування для регенерації двох резервуарів й можливість безперервної подачі підготовленої зм'якшеної води. Для автоматичної регенерації фільтруючого матеріалу використовують вбудований лічильник.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

На установці передбачено двох ступеневе фільтрування. На першій ступені встановлюються фільтри Na-катіонні, призначені для обробки води з відносно низькою карбонатною жорсткістю. На другому ступені встановлюють фільтри для глибокого пом'якшення води.

Методикою передбачено розрахунок та підбір у слідуєчий послідовності:

1. Залишкова жорсткість після ХВО приймається за даними лабораторії підприємства Гадячтеплоенерго на рівні:

- для першої ступені:  $J_0 = 0,1$  мг-екв/л

- для другої ступені:  $J_0 = 0,01$  мг-екв/л.

2. Швидкість фільтрування при жорсткості до 5-10 мг-екв/л приймається:

- для другої ступені  $W_H = 40$  м/год;

- для першої ступені  $W_H = 15$  м/год.

Швидкість фільтрування, м/год:

$$W_H = (Q_{Na}) / (f_{Na} \cdot a) \quad (5.3)$$

де:  $Q_{Na}$  – продуктивність фільтра (приймаємо за даними паспорту при умові забезпечення ефективної роботи) 8,0 м<sup>3</sup>/год;

$f_{Na}$  - площа фільтрування NaK фільтра 0,246 м<sup>2</sup>;

Приймаємо фільтр діаметром TS 95-21M з площею фільтрування  $f_{Na} = 0,246$  м<sup>2</sup>. (діаметр вихідного корпусу фільтра  $0,785 \times 0,56^2 = 0,246$  м<sup>2</sup>.)

$a$  - кількість фільтрів, приймаємо для першої ступені 1 шт, для другої ступені 1 шт.

2. Визначаємо площу фільтрування NaK фільтра, м<sup>2</sup>:

$$f_{Na} = (Q_{Na}) / (W_H \times a) \quad (5.4)$$

$$f_{Na1} = 8.0 / (25 \times 1) = 0,32 \text{ м}^2$$

$$f_{Na2} = 8.0 / (40 \times 1) = 0,2 \text{ м}^2$$

4. Уточнюємо фактичну швидкість фільтрування за формулою:

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$W_{H1} = Q_{Na} / (f_{Na} a) = 8,0 / (0,246 \times 1) = 32,52 \text{ м/ч}$$

$$W_{H2} = Q_{Na} / (f_{Na} a) = 8,0 / (0,246 \times 1) = 32,52 \text{ м/ч}$$

5. Визначаємо кількість регенерації фільтра на добу:

$$n = \frac{24 J_0 Q_{Na}}{f_{Na} a H_{шар} E_p^{Na}} \quad (5.5)$$

де:  $J_0$  – жорсткість води, що надходить на фільтри, мг-екв/л,  
(приймаємо за рекомендаціями методики):

- в фільтрі першої ступені 5,2 мг-екв/л,

- другій ступені - 0,1 мг-екв/л;

$H_{шар}$  - висота шару катіоніту, м, для фільтра TS 95-21M  $H_{шар} = 1,6$  м;

$E_p^{Na}$  - робоча обмінна здатність катіоніту при натрійкатіонуванню, г-екв/м<sup>3</sup>:

$$E_p^{Na} = \alpha_{Na} \cdot \beta_{Na} \cdot E_n - 0,5 \cdot q_{уд} \cdot J_0, \quad (5.6)$$

де:  $\alpha_{Na}$  – коефіцієнт ефективності регенерації, що враховує неповноту регенерації катіоніту, приймається в залежності від питомої витрати кухонної солі на регенерацію  $g_s$ , г/г-екв на підставі методики:

для першої ступені  $\alpha_{Na} = 0,76$ ,

для другої ступені  $\alpha_{Na} = 0,66$ ;

$\beta_{Na}$  - коефіцієнт зниження обмінної ємності катіоніту, приймаємо для першої та другої ступені  $\beta_{Na} = 0,88$  (для нової установки)

$q_{пит}$  – питома витрата води на відмивання фільтрів, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>,

- приймаємо для першої ступені  $q_{пит} = 6 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ,

- для другої ступені  $q_{пит} = 8 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ;

$E_n$  – повна обмінна ємність катіоніту, г-екв/м<sup>3</sup>, приймаємо для катіонообмінної смоли  $E_n = 1700$  г-екв/м<sup>3</sup> (паспортні дані установки для умов води міста Гадяч).

Проводимо розрахунки для першого та другого ступеню.

$$E_{p1}^{Na} = 0,76 \times 0,88 \times 1700 - 0,5 \times 6 \times 5,2 = 1121,36, \text{ г-екв/м}^3;$$

$$E_{p2}^{Na} = 0,66 \times 0,88 \times 1700 - 0,5 \times 8 \times 0,1 = 986,96, \text{ г-екв/м}^3.$$

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Розраховуємо кількість регенерацій

$$n_1 = 24 \times 5,2 \times 4,56 / 0,246 \times 1 \times 1,6 \times 1121,36 = 1,29 \approx 2 \text{ рази;}$$

$$n_2 = 24 \times 0,1 \times 4,56 / 0,246 \times 1 \times 1,6 \times 986,96 = 0,028 \approx 1 \text{ раз.}$$

6. Розраховуємо витрата 100% кухонної солі на одну регенерацію фільтра, кг:

$$Q_{c}^{\text{Na}} = E_p^{\text{Na}} \cdot f_{\text{Na}} \cdot H_{\text{сл}} \cdot q_c / 1000 \quad (5.7)$$

де:  $q_c$  – питома витрата солі на регенерацію, г/г-екв,

- для першої ступені  $q_{c1} = 150$  г/г-екв,
- для другої ступені  $q_{c2} = 100$  г/г-екв

Проводимо розрахунок

$$Q_{c1}^{\text{Na}} = 1121,36 \times 0,246 \times 1,6 \times 150 / 1000 = 66,2 \text{ кг;}$$

$$Q_{c2}^{\text{Na}} = 986,96 \times 0,246 \times 1,6 \times 100 / 1000 = 38,84, \text{ кг.}$$

7. Визначаємо добову витрату технічної солі на регенерацію фільтра, кг/доба:

$$Q_{\text{т.с.1}} = Q_c^{\text{Na}} \cdot n \cdot a \cdot 100 / p \quad (5.8)$$

де:  $p$  - вміст NaCl в технічній солі, %, приймаємо  $p = 93,5$  %.

$$Q_{\text{т.с.1}} = 4,56 \times 2 \times 1 \times 100 / 93,5 = 9,75, \text{ кг/добу}$$

$$Q_{\text{т.с.2}} = 4,56 \times 1 \times 1 \times 100 / 93,5 = 4,88, \text{ кг/добу}$$

8. Розраховуємо витрату води на одну регенерацію фільтра складається з:

8.1 витрати води на промивання фільтра, м<sup>3</sup>:

$$Q_{\text{взр}} = i \cdot f_{\text{Na}} \cdot 60 \cdot t_{\text{взр}} / 1000 \quad (5.9)$$

де:  $i$  – інтенсивність промивки фільтра, м<sup>2</sup>, приймаємо  $i=4$  л/(м<sup>2</sup>·с) для першої та другої ступені;

$t_{\text{взр}}$  – тривалість зворотної промивки фільтра, хв, приймається для першої та другої ступені  $t_{\text{взр}}=20$  хвилин.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$Q_{\text{взр1}}=4 \times 0,246 \times 60 \times 20 / 1000 = 1,18, \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{взр2}}=4 \times 0,246 \times 60 \times 20 / 1000 = 1,18, \text{ м}^3$$

8.2 витрати води для приготування регенераційного розчину солі,  $\text{м}^3$ :

$$Q_{\text{PP}}=Q^{\text{Na}}_c \cdot 100 / (1000 \cdot b \cdot \rho_{\text{PP}}) \quad (5.10)$$

де:  $b$  – концентрація регенераційного розчину солі, %

- *приймаємо для першої ступені  $b=6,5$  %*,
- *для другої ступені приймаємо  $b = 10\%$ .*

$\rho_{\text{PP}}$  – густина регенераційного розчину, г/мл, *приймаємо:*

*для 6,5% розчину  $\rho_{\text{PP1}} = 1,0449 \text{ кг/м}^3$ ,*

*для 10% розчину  $\rho_{\text{PP2}} = 1,0707 \text{ кг/м}^3$*

Проводимо розрахунок:

$$Q_{\text{PP1}}=4,56 \times 100 / 1000 \times 6,5 \times 1,0449 = 0,07, \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{PP2}}=4,56 \cdot 100 / 1000 \times 10 \times 1,0707 = 0,04, \text{ м}^3.$$

8.3 витрати води на відмивання катіоніту,  $\text{м}^3$ :

$$Q_{\text{відм}}=q_{\text{пит}} \cdot f_{\text{Na}} \cdot H_{\text{сл}} \quad (5.11)$$

$$Q_{\text{відм1}}=6 \times 0,246 \times 1,6 = 2,36, \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{відм2}}=8 \times 0,246 \times 1,6 = 3,15, \text{ м}^3.$$

8.4 Загальні витрати води на одну регенерацію,  $\text{м}^3$ .

$$Q_{\text{CH}}'=Q_{\text{взр}}+Q_{\text{PP}}+Q_{\text{відм}} \quad (5.12)$$

$$Q_{\text{CH1}}'=1,18+0,07+2,36=3,61, \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{CH2}}'=1,18+0,04+3,15=4,37, \text{ м}^3.$$

9. Визначаємо середньогодинну витрату води на власні потреби,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$Q_{\text{CH}}^{\text{ч}}=Q_{\text{CH}}' \cdot n / 24 \quad (5.13)$$

$$Q_{\text{CH1}}^{\text{ч}}=3,61 \times 1 \times 2 / 24 = 0,3, \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{\text{CH2}}^{\text{ч}}=4,37 \times 1 \times 1 / 24 = 0,18, \text{ м}^3/\text{год}$$

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

10. Визначаємо час між регенераціями:

$$T_{Na}=(24/n)-(t^{Na}_{РЕГ}/60) \quad (5.14)$$

де:  $t^{Na}_{РЕГ}$  – час регенерації фільтра, год:

$$t^{Na}_{РЕГ}=t_{ВЗР}+t_{PP}+t_{ВІДМ}$$

де:  $t_{PP}$  – час приготування регенераційної розчину солі, год:

$$t_{PP1}=Q_{PP1} \cdot 60 / (W_{PP} \cdot f_{Na}) \quad (5.15)$$

де  $W_{PP}$  – швидкість пропуску регенераційного розчину, м<sup>3</sup>/год,

- приймаємо з паспортних даних установки для першої та другої ступені однаковими  $W_{PP} = 3$  м/ч.

$t_{ВІДМ}$  – час відмивання фільтра, год:

$$t_{ВІДМ}=Q_{OT} \cdot 60 / (W_{ВІДМ} \cdot f_{Na}) \quad (5.16)$$

де:  $W_{ВІДМ}$  – швидкість пропуску промивної води через катіонит, м<sup>3</sup>/год, приймаємо  $W_{ВІДМ} = 6$  м/год як середню швидкість діапазону роботи.

11. Проводимо розрахунки часу регенерації, приготування та відмивання:

$$t_{PP1}=0,07 \times 60 / 3 \times 0,246 = 5,69, \text{ хв};$$

$$t_{PP2}=0,04 \times 60 / 3 \times 0,246 = 3,25, \text{ хв.}$$

$$T_{ВІДМ1}=2,36 \times 60 / (6 \times 0,246) = 95,93, \text{ хв};$$

$$T_{ВІДМ2}=3,15 \times 60 / (6 \times 0,246) = 128,05, \text{ хв.}$$

$$t^{Na}_{РЕГ1}=20+5,69+95,93=121,62, \text{ хв};$$

$$t^{Na}_{РЕГ2}=20+3,25+128,05=151,3 \text{ хв.}$$

$$T_{Na1}=24/2-121,62/60=9,97, \text{ год};$$

$$T_{Na2}=24/1-151,3/60=21,48, \text{ год.}$$

12. Визначаємо кількість одночасно регенеруючих фільтрів, шт:

$$n_{o,p} = \frac{n_{a} \cdot t_{per}^{Na}}{24} \quad (5.17)$$

$$n_{o,p} = (2 \times 1 \times (121,62/60)) / 24 = 0,17, \text{ шт};$$

$$n_{o,p} = (1 \times 1 \times (151,3/60)) / 24 = 0,11, \text{ шт.}$$

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Тому приймаємо для проекту по одному фільтру для кожної ступені, що підтверджено розрахунками.

13. Визначаємо втрати тиску в установці. За паспортними даними фільтра TS 95-21M втрати тиску складатимуть 6-8 м.

#### 5.4.1.2. Підбір насосного обладнання котельні

При розрахунках насосного обладнання та витрат теплоносія були прийняті паспортні витрати що наведені таблиці 5.1 та рекомендовані для котлів прийнятих Альтеп Мега при роботі на пелетах.

#### 5.4.1.3. Загально прийняті рекомендації щодо підбір мережевих насосів

Мережеві насос системи опалення та гарячого водопостачання вибирають у відповідності до витрат мережної води та за прийнятою тепловою схемою. Насоси встановлюються за класичною схемою на зворотній лінії теплової мережі, де температура води не перевищує 65-70 °С.

Рециркуляційні насоси встановлюються в котельнях з водогрійними котлами для часткової подачі гарячої мережної води в трубопровід, що підводить воду до водогрійних котлів [ 5 , 59].

За загальноприйнятими правилами [60] встановлення рециркуляційних насосів проводиться в разі вимоги заводами-виробниками водогрійних котлів постійної температури води на вході або виході котла. Кількість насосів повинно бути не менше двох. Продуктивність рециркуляційного насоса визначається з рівняння балансу змішуються потоків мережної води у зворотній лінії і гарячої води на виході з водогрійного котла. Регулювання температури води, що надходить в водогрійний котел, і **температури води**, Кількість води, що подається рециркуляційних насосом, регулюється так, щоб отримати необхідну температуру води на вході в водогрійний котел. Для

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

підтримки заданої температури води, що відпускається споживачам, частина води з зворотної лінії по перемичці направляєється в пряму лінію. Кількість води, що відбирається з зворотної лінії в пряму, регулюється регулятором температури мережевої води.

#### 5.4.1.4. Підбір живильного насоса

Продуктивність насосу визначається за формулою, м<sup>3</sup>/год:

$$G_{\text{жив}} = \beta_1 (G_{\text{жив}} + G_{\text{прод}}) \quad (5.18)$$

де:  $\beta_1$  - коефіцієнт запасу, приймається  $\beta_1 = 1,1$  (не враховані витрати води) ;

$G_{\text{жив}}$  – витрата живильної води на один котел, м<sup>3</sup>/год;

$G_{\text{прод}}$  - витрата води на безперервну продувку, м<sup>3</sup>/год.

Напір насоса, м:

$$H_{\text{жив}} = \beta_2 (\Delta H_{\text{КА}} + \Delta H_{\text{с}}) \quad (5.19)$$

де:  $\beta_2$  - коефіцієнт запасу, приймається  $\beta_2 = 1,2$  ( не враховані втрати напору) ;

$\Delta H_{\text{КА}}$  – втрати тиску в котельному агрегаті (прийнято на підставі паспортних даних котла –(96) м;

$\Delta H_{\text{с}}$  – сумарний опір всмоктуючого та напірного тракту живильної води- 1,5 м;

Котел системи опалення:

$$G_{\text{жив}} = 1,1 \times (4,0 + 0,08) = 4,1 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$H_{\text{жив}} = 1,2 \times (68 + 1,5) = 83,4 .$$

Котел системи гнрлячого водопостачання:

$$G_{\text{жив}} = 1,1 \times (2,8 + 0,06) = 2,86 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$H_{\text{жив}} = 1,2 \times (66 + 1,5) = 81,0 .$$

По каталогу приймаються 2 насоса (1 резервний):

Вертикальний багатоступінчастий відцентровий насос «GRUNDFOS» з всмоктуючим та випускним отворами на одному рівні, що забезпечує

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

встановлення в горизонтальній однотрубній системі. Головка і основа насоса виконані з чавуну - всі інші деталі, що змочуються, виконані з нержавіючої сталі. Ущільнення валу картриджа забезпечує високу надійність, безпечне поводження та простоту обслуговування та доступу. Передача енергії здійснюється через окреме з'єднання. З'єднання трубопроводів здійснюється через комбіновані фланці DIN-JIS. Насос оснащений трифазним асинхронним двигуном з вентиляторним охолодженням

Для системи опалення приймаємо:

CR5-16, «GRUNDFOS»

Подача	4.1 м <sup>3</sup> /год
Напір	83,4 м
Потужність	2,4 кВт
Маса	33 кг

Для системи гарячого водопостачання:

CR3-19, «GRUNDFOS»

Подача	2.9 м <sup>3</sup> /год
Напір	82,0 м
Потужність	2,4 кВт
Маса	33 кг

Характеристика циркуляційного насосу системи опалення наведена на рис. 5.5.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

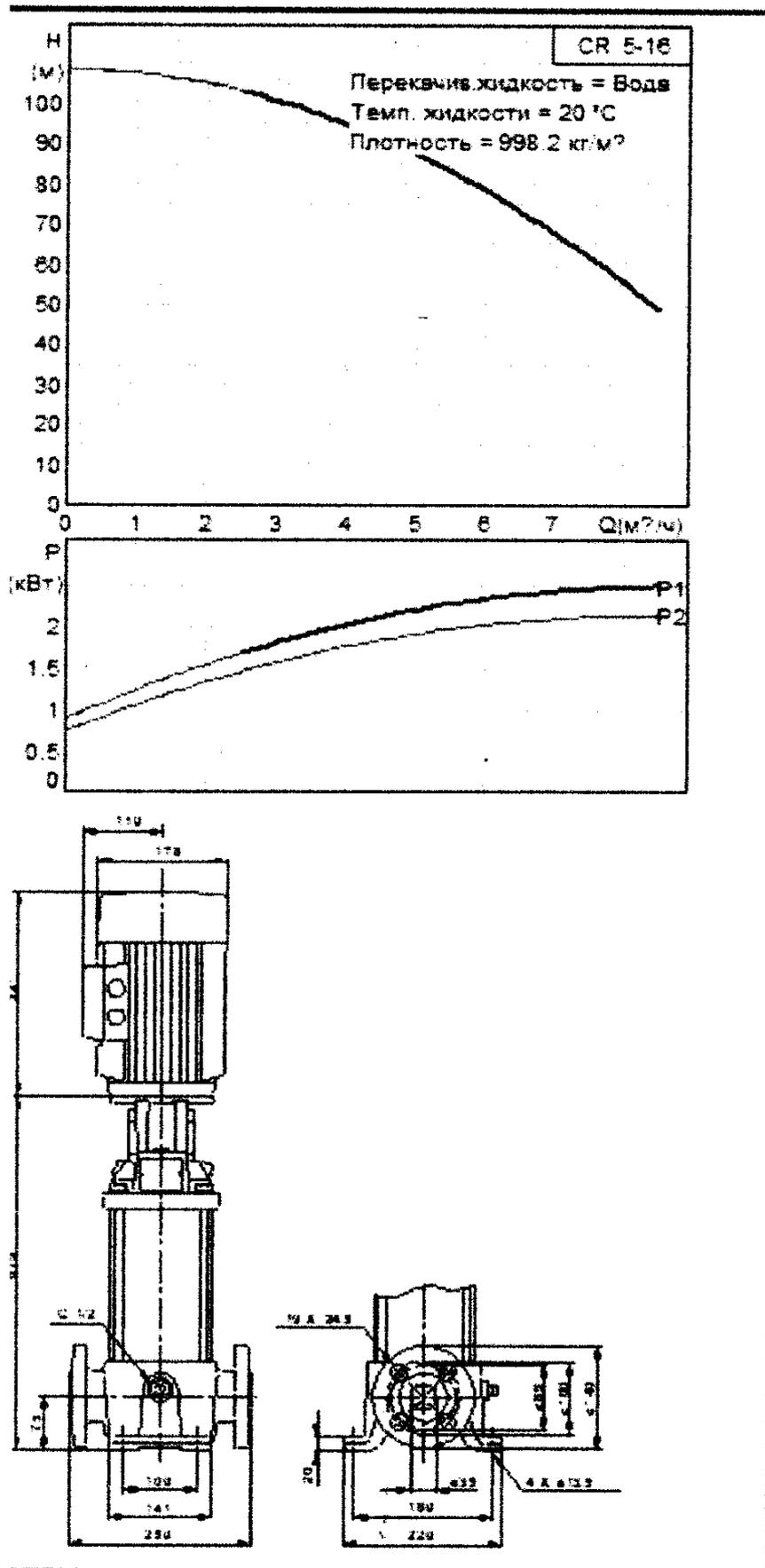


Рис. 5.5 Характеристика циркуляционного насоса системы отопления

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МНТД 10700940

Арк.

62

#### 5.4.1.5. Підбір підживлювального насосу

Продуктивність насосу визначається за формулою, м<sup>3</sup>/год:

$$G_{\text{підж}} = \beta_1 G_{\text{підж}} \quad (5.20)$$

де:  $\beta_1$  - коефіцієнт запасу, що приймається на рівні 10%  $\beta_1 = 1,1$  ;

$G_{\text{підж}}$  – загальна витрата підживлювальної води, м<sup>3</sup>/год.

Напір насосу визначається за формулою, м

$$H_{\text{підж}} = \beta_2 (\Delta H_{\text{зм}} + \Delta H_{\text{тр}} - \Delta H_{\text{д}}) \quad (5.21)$$

І враховує:

$\beta_2$  - коефіцієнт запасу, приймається на рівні 20% неврахованих місцевих опірив  $\beta_2 = 1,2$ ;

$\Delta H_{\text{зм}}$  – тиск води в зворотній магістралі, прийнято 20, для тиску обладнання в системі водопостачання, м;

$\Delta H_{\text{тр}}$  – опір трубопроводів і арматури на лінії підживлення, м;

$$G_{\text{підж}} = 1,1 \times 0,25 \times 4,1 = 1,13 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$H_{\text{підж}} = 1,2 \times (20 + 6,5 + 2) = 35, \text{ м.}$$

За умовами нормативних документів приймаються 2 насоса (1 резервний): Насоси приймаємо з каталогу насосів «GRUDFOS»:

CR1-8, «GRUDFOS» такими характеристиками:

Подача	1,40 м <sup>3</sup> /год
Напір	37 м
Потужність	0,35 кВт
Маса	23 кг

#### 5.4.1.6. Підбір рециркуляційного насосу

Розраховуємо продуктивність насосу за формулою, м<sup>3</sup>/год:

$$G_{\text{рец}} = \frac{G_{\text{к}} (t_2^{\text{КА}} - t_2^{\text{зовн}})}{(t_1^{\text{КА}} - t_2^{\text{зовн}})} \quad (5.22)$$

де:  $G_{\text{к}}$  - витрата води в контурі котла, м<sup>3</sup>/год;

$t_1^{\text{КА}}$  - температура води на виході з котла, °С;

$t_2^{\text{КА}}$  - температура води на вході в котел, °С;

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$t_2^{\text{зобн}}$  - температура зворотної мережної води , °С.

Напір насосу, м:

$$H_{\text{реци}} = \beta_2 (\Delta H_{\text{КА}} + \Delta H_{\text{тр}}) \quad (5.23)$$

де:  $\beta_2$  - коефіцієнт запасу, приймається  $\beta_2=1,2$  , тобто невраховані втрати напору у розмірі 20% ;

$\Delta H_{\text{КА}}$  - втрати тиску в котельному агрегаті, за паспортними даними котла м;

$\Delta H_{\text{тр}}$  - опір трубопроводів і арматури на лінії рециркуляції, м;

$$G_{\text{реци}} = 4.1 \times (70 - 43,3) / (95 - 43,3) = 2,13, \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$H_{\text{реци}} = 1,2 \times (0,69 + 2,0) = 3,23$$

З каталогу приймається 1 насос:

UPS 20-60/2F, «GRUDFOS»

Подача 3,16 м<sup>3</sup>/год

Напір 3,46 м

Потужність 0,28 кВт

Маса 8,5 кг

#### 5.4.1.7. Розрахунок втрат тиску вузла обліку теплової енергії

$Q = 1500$  кВт – встановлена потужність котла системи опалення;

Розрахункова тепла потужність котлів складає:

$$Q_{\text{оп}} = Q \times \text{ККД (котлів)} = 1500 \times 0,85 = 1275 \text{ (кВт)}.$$

$$T_1 = 95^\circ\text{C}; T_2 = 70^\circ\text{C}.$$

#### 5.5. Вказівки по монтажу. Загальні вимоги

У відповідності до вимог ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 після монтажу трубопроводів котельного агрегату, трубопроводів котельні та іншого обладнання потрібно провести їх випробування на міцність та щільність з'єднань. На трубопроводах вказати умовні позначення середовища та напрями потоку, трубопроводи прямої та зворотної мережевої води

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

виконуються з сталевих електрозварювальних труб за ГОСТ 10707-91. Усі трубопроводи підлягають теплоізоляції як для прямої так і зворотної мережевої води.

### **5.6. Розрахунок кількості повітря на вентиляцію будівлі котельні**

Система вентиляції котельні у відповідності до нормативних документів повинна забезпечувати кратність вентиляції 3, тобто - приплив повітря здійснюється через ґрати, які розташовані у нижній частині будинку котельні (або у входних дверях), витяжка - через установлені на даху котельні дефлектори. Дефлектори під дією різниці температур забезпечують достатню циркуляцію витяжного повітря. У проекті приймаємо типові дефлектори типу Д 315.00.000.-03, що виготовляється за серією 5.904-51.

Розмір реконструйованої ділянки котельні складає  $15 \times 14,6 \times 7,5$  м

Для рекомендованої 3-х кратної витяжки витрати повітря будуть дорівнювати:

$$V_{\text{вит.}} = 15 \times 14,6 \times 7,5 \times 3 = 4725 \text{ м}^3$$

При розрахунку системи вентиляції потрібно враховувати витрати повітря, що надходять у котельню для підтримки процесів горіння в котельню повинен компенсувати обсяг витяжки й обсяг повітря, необхідний для горіння . Витрати димових газів визначаються при умові, що витрати повітря складають біля 12 метрів кубічних на кг палива. Найгірші умови коли працюють два котли одночасно, а при теплотворній здатності пелет 4200 , загальні витрати палива будуть приблизно дорівнювати 166 кг, тоді витрати повітря для спалювання будуть дорівнювати:

$$V_{\text{гор}} = 166 \times 12 = 1992 \text{ м}^3,$$

За паспортними даними котла кількість повітря, яка необхідна для горіння 1 кг пелет складає  $12 \text{ м}^3/\text{год.}$  .

Обсяг припливного повітря на годину

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{вит}} + V_{\text{гор}} = 4725 + 1992 = 6717 \text{ м}^3/\text{год.}$$

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Оскільки вентиляція котельної запроектована природною, яка повинна забезпечити трикратний повітрообмін. Передбачаємо приплив повітря в котельню через припливні ґрати, а загальнообмінна витяжка здійснюється з приміщення - через дефлектори.

Визначаємо площу нерухоливих жалюзійних ґрат, через які здійснюється приплив повітря. Швидкість повітря рекомендується приймати на рівні 0,6 - 1,0 м/с. Приймаємо швидкість 1 м/с та визначаємо загальну площу перетину припливних ґрат за формулою:

$$F = V_{\text{пр}} / (3600 \times 1,0) = 6717 / (3600 \times 1,0) = 1,87 \text{ м}^2$$

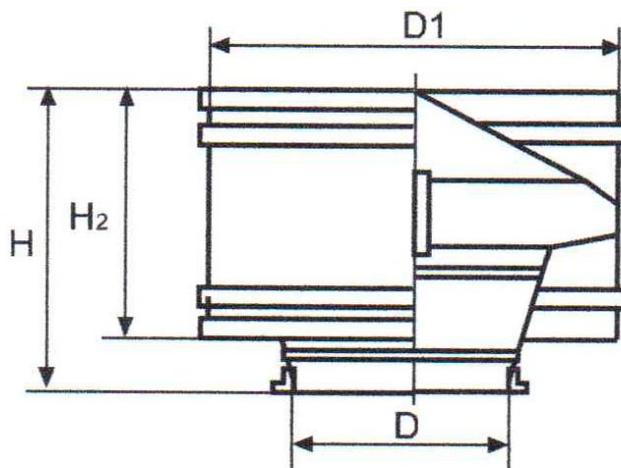
1,0-швидкість припливного повітря, м/с.

В проекті передбачаємо ґрати розміром  $0.5(H) \times 0.8 = 0.4$  мм, що встановлюються у дверях та середні частини котельні.

Визначаємо кількість ґрат із умови  $1,87 / 0,4 = 4,67$ , приймаємо 5 ґрат рівномірно розташованих вздовж двох сторін котельні.

Витяжку в котельні передбачаємо через дефлектор діаметром 900 мм, з площею живого перетину 0, 635 кв. Швидкість повітря в дефлекторі при працюючих котлах приймаємо 1,2 м/с. Витрати повітря на один дефлектор будуть  $3600 \times 0,635 \times 1.2 = 2743 \text{ м}^3/\text{год}$ . Кількість потрібних дефлекторів буде складати  $4725 / 2743 = 1,7$  шт.

Приймаємо 2 дефлектори (Д 710.00.000-02). Загальна характеристика дефлектора наведена на рис 5.6



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МНТД 10700940

Арк.

66

Позначення дефлектора	Розміри, мм									Вага,
	Д	Д1	Д2	Д3	Д4	Н	Н1	Н2	Н3	кг
Д315 (Д 315.00.000-00)	315	510	450	365	345	450	260	300	110	8.3
Д900 (Д 710.00.000-02)	900	1758	1500	1100	940	1542	875	1060	402	119.6
Д1000 (Д 710.00.000-03)	1000	2000	1700	1230	1040	1764	1006	1220	458	178.5

Рис. 5.6 Характеристика дефлектора.

### 5.7. Вибір димососів

Для забезпечення стабільної тяги димових труб в проекті застосовуємо димососи. Витрати димових газів ( див. розділ 5.8.2) складають для котла потужністю 1500 КВт -1215,9 м<sup>3</sup>/год, для котла потужністю 1000 КВт -729,5,3 м<sup>3</sup>/год. Приймаємо для обох котлів димосос радіальний ДН 5 №5Гадяцького заводу Горизонт, що наведений в таблиці 5.7. Потужність двигуна 3 кВт

Димососи Гадяцького заводу Горизонт серії ДН5 Табл. 5.7.

розмір	Димосос ДН	Виконання	Двигун			Продуктивність при t=20°C (тис. м3/год)	Тиск при t=20°C (Па)	Замовити
			Модель	Потужність (кВт)	Швидкість обертання (об/хв)			
<b>Димосос ДН 5</b>								
№5	Димосос ДН 5 3/1000	1	АИР112М А6	3,0	1000	0,7 - 2,17	390 - 160	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Перейти</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">≥</div>

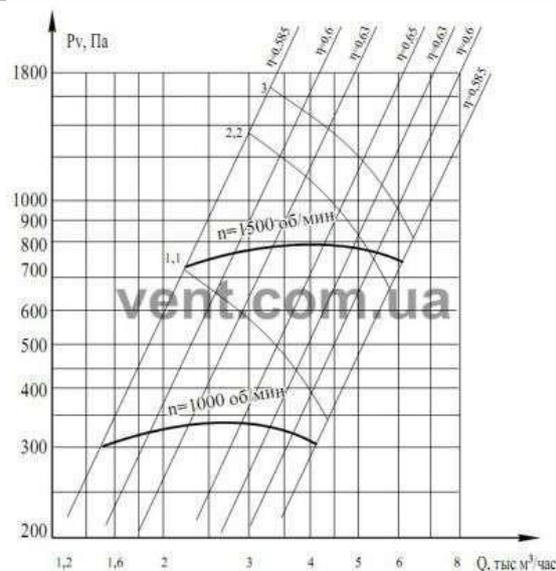


Рис. 5.7 Робоча характеристика димососу ДН5 №5

## 5.8. Теоретичний об'єм димових газів

### Теоретичний об'єм сухого повітря

Розрахунок проводимо у відповідності до класичної методики, що прийнята в Україні для котлів «Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том 1-3. Донецьк. 2002р-565с. [56].

У відповідність до методики попередньо визначаємо теоретично необхідний об'єм повітря, м<sup>3</sup>/кг необхідний для повного спалювання 1 кг твердого палива. Рахунок виконують з урахуванням маси витраченого кисню та щільності кисню при нормальних умовах, яка дорівнює:  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,429 \text{ кг/м}^3$  і на 0,21, так як в повітрі міститься 21% кисню. Розрахункова формула має вид:

$$V_B^0 = 0,0889(C^P + 0,375S_{\text{Л}}^P) + 0,265H^P - 0,0333O^P \quad (5.24)$$

Де  $C^P$ ,  $S^P$ ,  $H^P$ ,  $O^P$  робочий вміст речовин у паливі.

Для нашого випадку отримуємо

$$V_B^0 = 0,0889(51 + 0,375 \times 0,1) + 0,265 \times 6,1 - 0,0333 \times 42,2 = 4,54 + 1,62 - 1,41 = 4,75 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

### Теоретичний об'єм димових газів [56]

При повному спалюванні палива склад сухих продуктів згорання (у відсотках за об'ємом) наступний:

$$CO_2 + SO_2 + O_2 + N_2 = 100\%. \quad (5.25)$$

Газоподібні продукти горіння складаються з трьохатомних газів  $CO_2$  і  $SO_2$ , суму яких прийнято позначати символом  $RO_2$ , і двохатомних газів – кисню  $O_2$  і азоту  $N_2$ .

$$RO_2 + O_2 + N_2 = 100\%.$$

Обсяг сухих трьохатомних газів, що виходить при спалюванні 1 кг палива, визначається реакціями горіння та їх виразами в кіломолях:

$$V_{RO_2} = 1,866 \frac{C^P + 0,375S_{\text{Л}}^P}{100} = 1,866 \times \frac{51 + 0,375 \times 0,1}{100} = 0,95 \text{ м}^3/\text{кг}. \quad (5.26)$$

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$\rho_{\text{co}_2} = 1,94$  и  $\rho_{\text{so}_2} = 2,86$  кг/м<sup>3</sup> – щільності двоокису вуглецю і сірчистого газу при нормальних умовах.

Теоретичний об'єм азоту, м<sup>3</sup>/кг, що знаходиться в повітрі і паливі визначається за формулою 5.27:

$$V_{N_2} = 0,79V_B^o + 0,8 \frac{N^P}{100} = 0,79 \times 4,75 + \times \frac{0,6}{1,25 \times 100} = 3,75 + 0,0048 = 3,7548 \text{ м}^3/\text{кг}, \quad (5.27)$$

$V_B^o$  – теоретичний об'єм повітря, необхідний для горіння;

$V_B^o$  0,79 – відсотковий вміст азоту в повітрі за обсягом;

$V_B^o$  1,25 – щільність азоту, кг/м<sup>3</sup>.

Теоретичний об'єм водяної пари складається з: обсягу парів, м<sup>3</sup>/кг, отриманих при спалюванні водню і випаровування вологи та водяної пари, що надходять з повітря, визначається за формулою 5.28:

$$V^o_{H_2O} = 0,111H^P + 0,0124W^P + 0,0161V_B^o \text{ м}^3/\text{кг}. \quad (5.28)$$

При надлишку повітря  $\alpha > 1$  обсяг водяної пари, м<sup>3</sup>/кг, буде:

$$V^o_{H_2O} = V_{H_2O} + 0,0161V_B^o(\alpha - 1) \quad (5.29)$$

Розрахуємо об'єм водяної пари

$$V^o_{H_2O} = 0,111 \times 6,1 + 0,0124 \times 6 + 0,0161 \times 4,75(1,3 - 1) = 0,677 + 0,0744 + 0,023 = 0,7744 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Та обсяг димових газів, м<sup>3</sup>/кг для наших розрахунків:

$$V_r = V_{R_2O} + V_{N_2} + V^o_{H_2O} = 0,95 + 3,7548 + 0,7744 = 5,48 \text{ м}^3/\text{кг}. \quad (5.30)$$

Таким чином можливо визначити загальну кількість димових газів, що проходять через димову трубу за годину, визначається за формулою:

$$V = n \times B \times [V_r + (\alpha - 1) \times V_B] \times \frac{Q + 273}{273} \times \frac{760}{b}, \quad (5.31)$$

де n – кількість котлів, приєднаних до труби, 1 шт.;

B – розрахункова годинна витрата палива на кожен з котлів, що працюють на пелетах при теплотворній спроможності 4200 ккал/кг та витратах пального 100 та 66 кг/годину;

$\alpha$  – коефіцієнт надлишку повітря в димовій трубі.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Коефіцієнти надлишку повітря  $\alpha$  прийняті на основі паспортних даних обладнання та складає 1,3;

$V_{\Gamma}$  – теоретична кількість димових газів, отриманих при повному згоранні 1 кг палива, м<sup>3</sup>/кг;

$V_{\text{в}}$  – теоретична кількість повітря, необхідного для згорання 1 кг палива, м<sup>3</sup>/кг;

$Q$  – температура димових газів в трубі, 160 °С;

$b$  – барометричний тиск, 753 мм рт ст.

Тоді для котла потужністю 1500кВт визначаємо

$$V = 1 \times 100 \times [ 5.48 + 4.75 \times ( 1.3 - 1 ) ] \times ( 160 + 273 ) / 273 \times 760 / 753 = 1105,4 \text{ м}^3/\text{год} = 0,307 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Для подальших розрахунків приймається значення, збільшене на 10%, для урахування не врахованих витрат. Тобто, кількість димових газів від одного котла потужністю 1500 Квт буде складати:

$$V = 1105,4 \times 1,1 = 1215,9 \text{ м}^3/\text{год} = 0,34 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Для котла, що працює на систему гарячого водопостачання:

$$V = 1 \times 66 \times [ 5.48 + 4.75 \times ( 1.3 - 1 ) ] \times ( 160 + 273 ) / 273 \times 760 / 753 = 729,5 \text{ м}^3/\text{год} = 0,202 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Для подальших розрахунків приймається значення, збільшене на 10%, для урахування не врахованих витрат. Тобто, кількість димових газів від одного котла потужністю 1500 Квт, що працює на систему опалення, буде складати: **1215,9 м<sup>3</sup>/год = 0,34 м<sup>3</sup>/сек**

Кількість димових газів від одного котла потужністю 1000 Квт, що працює на систему гарячого водопостачання, буде складати:

$$729,5 \text{ м}^3/\text{год} = 0,202 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

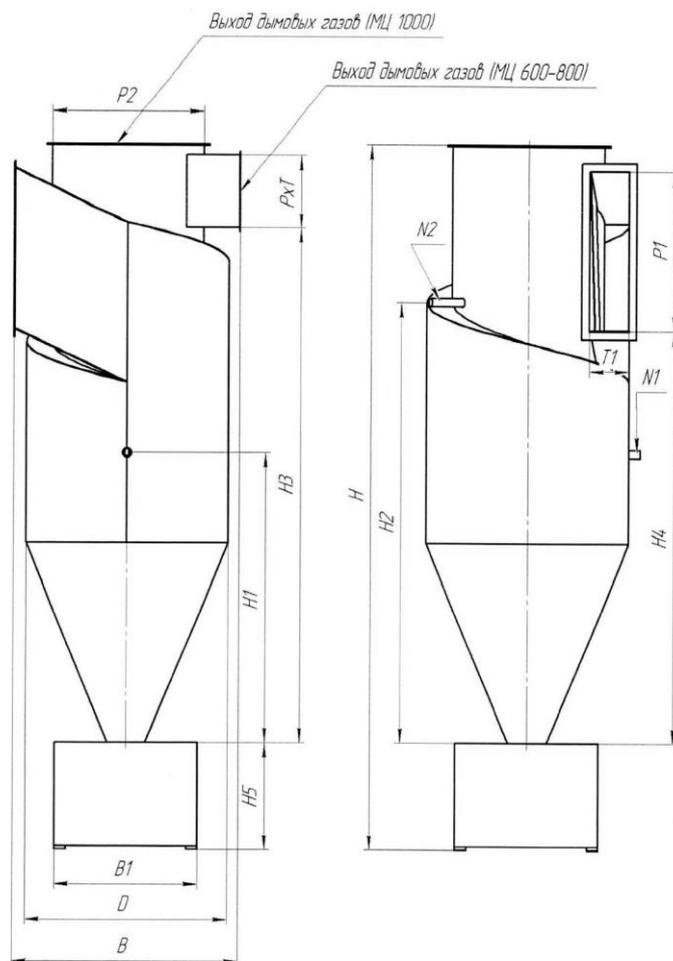
### **5.9.Характеристика циклону [ паспорт циклону]**

Для очищення димових газів, що утворюються при спалюванні твердого палива в вигляді пелет або тріски енергоресурс них рослин, у відповідності

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

до нормативних документів, потрібно влаштувати систему очищення від продуктів спалювання. При спалюванні твердого палива в вигляді пелет бажано встановлювати пиловловлювачі. В проекті вибрано циклон утилізатор типу МЦ з можливістю використання теплоти газів, для підсушування пелет. Циклон має вбудований 2-х ходовий жаротрубний теплообмінник для підсушування та підігріву пелет за рахунок використання тепла відхідних газів .

Застосування циклону-утилізатора в системі вилведення димових газів забезпечує підвищення ефективності системи на 5-7% (підсумковий ККД 92%). На рис. 5.8. та 5.9 наведено загальний вид циклону



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МНТД 10700940

Арк.

71

*Технічні розміри*

Розмір параметра	Розмірність	Розмір
B	мм	1150
B1	мм	644
D	мм	896
H	мм	2960
H1	мм	1200
H2	мм	1830
H3	мм	2100
H4	мм	1730
H5	мм	520
P	мм	281
T	мм	446
P1	мм	156
T1	мм	666
P2	мм	-
N1, N2	мм	40

Рис. 5.8 Технічні характеристики та розміри циклону-утилізатора МЦ-У-200 (100-200 кВт)

Найменування параметра	Од. вимірювання	МЦ-У-600
Продуктивність	м.куб./год	2000
Ефективність очищення газів	%	85...98
Коефіцієнт гідравлічного опору		147
Габаритні розміри:		
- довжина	мм	1000
- ширина	мм	1090
- висота	мм	2316
маса комплекту	кг	200



Рис. 5.9 Технічні характеристики та загальний вид циклону-утилізатора

При застосуванні в циклоні-утилізаторі можливості використовувати тепло димових газів для підсушування пелет або тріски загальний ККД роботи енергетичної установки підвищується в середньому на 5-8%.

#### 5.10. Підбір лічильника води [паспорт лічильника]

Підбір лічильника води здійснюється за особливостями паспортних даних лічильників та їх виробників. В матеріалах проекту прийнято лічильник WRH-H-, вибір якого здійснюється на підставі середньогодинної витрати води за період споживання. Підбір здійснюємо на підставі даних таблиці, що наведена на рис. 5.10. Розрахункова витрата води для котла складають 51 м<sup>3</sup>/год. Приймаємо лічильник WRH-H-I-100.

№з/п	Q, м <sup>3</sup> /год	Позначення	h, м	Примітка
1	67,7	WRH-H-I-100	0,27	Ду100, Ру 1,6МПа
2	21,5	WRH-H-I-65	0,29	Ду65, Ру 1,6МПа
3	17,99	WRH-W-I-50	0,71	Ду50, Ру 1,6МПа
4	17,99	WRH-K-I-50	0,71	Ду50, Ру 1,6МПа
5	3,55	МТНІ-40	0,49	Ду40, Ру 1,6МПа
6	4,13	МТWІ-25	3,47	Ду25, Ру 1,6МПа
7	1,42	МТКІ-25	0,41	Ду25, Ру 1,6МПа

Рис. 5.10 Технічна характеристика лічильника

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати напору в лічильнику  $h$ , м, на підставі даних таблиці не перевищує 0,27 м.

### 5.11. Підбір мембранного розширювального бака

Для вибору розширювального баку використовуємо досвід експлуатації баків, що себе надійно зарекомендували на ринку баків Уераїни. Схвальні відгуки отримали мембранні розширювальні баки італійської фірми Zilmet

За методикою, що наведена в каталозі до мембранних розширювальних баків проводимо попередні розрахунки:

1. Визначаємо коефіцієнт розширення рідини (приріст обсягу в частках або в % при її нагріванні від температури заповнення системи до середньої температури води в системі):

$t_{зап}=15^{\circ}\text{C}$  температура рідини в системі водопостачання;

$$t_{cp}=(T_1+T_2)/2=(95+70)/2=82,5 \text{ отже } K_{розш}=0,03$$

Визначаємо об'єм мембранного розширення за формулою,  $\text{м}^3$ :

$$V_{бака} = \frac{V_c K_{розш}}{1 - \frac{P_{min}}{P_{max}}} \quad (5.32)$$

де:  $V$  – об'єм системи,  $\text{м}^3$ , за розрахунками визначено для системи опалення  $V_{сист}=505 \text{ м}^3$ ;

$P_{min}$  - абсолютний тиск подушки розширювального бака, атм;

$P_{max}$  - абсолютна робочий тиск в системі опалення на рівні установки бака.

Для системи опалення:

$$V_{бака} = \frac{505 \times 0,03}{1 - \frac{1,5}{6,0}} = 22,5 \text{ л.}$$

З каталогу приймаємо мембранний розширювальний бак Zilmet cal pro 25, що наведений на рис. 5.10.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74



Рис. 5.10 Зовнішній вигляд прийнятого мембранного розширювального баку Zilmet cal pro 25, щ.

### 5.12. Вибір теплового лічильника

При виборі теплового лічильника повторюємо досвід використаний раніше. Приймаємо Литовський тепловий лічильник фірми QALCOMET HEAT 1 з ультра звуковими перетворювачами витрат QALCOSONIC FLOW2 Ду100 з та фіксатором даних ENCO Data Logger, з інтерфейсом передачі даних.

Технічні дані обраного лічильника:

$$Q_{\text{ном}} = 55,0 \text{ м}^3/\text{год}; Q_{\text{мін}} = 0,25 \text{ м}^3/\text{год}; Q_{\text{мак}} = 60 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Втрати тиску при витратах теплоносія 50,0 м<sup>3</sup>/год складають:

- на водомірі 10.0 (кПа);
- на фільтрі 0,55 (кПа).
- на кранах 2 шт.  $2 \times 0,04 = 0,08$  (кПа).

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Оціночні втрати тиску на умовних прямих ділянках DN100 при:

$$\Delta P = 200 \text{ (Па)} = 0,2 \text{ (кПа)}.$$

Оціночні втрати тиску на місцевих опорах при:

При швидкості  $v = 0,6 \text{ м/с}$ :

- на термодатчиках  $\xi = 0,5 \times 1 = 0,5$

- на термометрах  $\xi = 1 \times 2 = 2$

- на звуженні  $\xi = 0,5 \times 1 = 0,5$

- на розширенні  $\xi = 1,0 \times 1 = 1,0$

$$\sum \xi = 4,0., \text{ із таблиць знаходимо: } \Delta P = 0,84 \text{ (кПа)}.$$

Визначаємо загальні втрати напору на подаючому трубопроводі

$$\Delta P = 10 + 0,55 + 0,08 + 0,5 + 2,0 + 0,5 + 1 + 0,84 = 15,47 \text{ (кПа)} = 1,54 \text{ (м вод. ст.)}$$

Враховуючи, що втрати тиску у вузлу не перевищують значень нормованих значень для паспортів теплових лічильників фірми QALCOMET HEAT, тому буде забезпечується нормальна робота систем.

## **6. РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ**

Проведення робіт щодо реконструкції котельних у відповідності до нормативних документів повинні супроводжуватися оцінкою впливу на довкілля. Розділ ОВНС виконано у відповідності до вимог [61] нового ДБН 2.2.01-2021» Оцінка впливу на навколишнє середовище».

### **6.1. Характеристика видів і джерел впливів планованої діяльності на навколишнє середовище**

У відповідності до розділу ОВНС при проведенні будівництва чи реконструкції запроектованого об'єкту обов'язково оцінюється вплив діяльності об'єкту будівництва на компоненти навколишнього середовища.

До переліку таких компонентів входять:

- Оцінка клімату та мікроклімату;
- Оцінка впливу на повітряне середовище ;

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

- Оцінка на водне середовище;
- Оцінка на ґрунти;
- Оцінка на рослинний та тваринний світ , заповідні об'єкти;
- Оцінка на соціальне середовище;
- Оцінка на техногенне середовище.

Оскільки проектом розглядається питання реконструкції котельні за рахунок використання альтернативних видів палива й встановлення нового котельного обладнання з високими коефіцієнтами корисної дії в умовах мінімального навантаження на навколишнє середовище, за рахунок використання пелет, що виготовлені на підприємствах м. Гадяч та відходів деревини, що знаходяться у Гадяцьких лісах.

Аналіз переліку компонентів показує, що в рамках магістерської роботи найбільш доцільним є визначення впливової дії від реконструкції котельні на атмосферне повітря.

В той же час на підставі ст. 51 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначено, що при проектуванні, реконструкції та експлуатації об'єктів, діяльність яких може шкідливо впливати на навколишнє середовище, розробляються й здійснюються спеціальні заходи щодо запобігання аваріям, а також ліквідації можливих шкідливих екологічних наслідків. Тому при проектуванні потрібно враховувати спеціальні санітарно-гігієнічні обмеження, що накладаються на об'єкт проектування або реконструкції, які включають:

1. встановлення санітарно-захисної зони від джерел викидів забруднюючих речовин до межі житлової забудови відповідно до ДСП-173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів».
2. Обмеження концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць, які не повинні перевищувати:

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- азоту оксиди (в перерахунку на діоксид азоту) - 0,2 мг/м<sup>3</sup>

- вуглецю оксид - 5,0 мг/м<sup>3</sup>

(«Гігієнічний регламент відносно безпечних рівнів впливу забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених міст», К., 2021 г.)

3. Обмеження шумових характеристик від джерел проектування зони житлової забудови. Рівні звуку не повинні перевищувати 55дБА (вдень), або 45 дБА (вночі).

Обов'язковим при виконанні проекту є використання та посилання на нормативно-методичну документацію. Перелік документів повинен наводитися у відповідності до їх ранжиру:

1. Закон України про охорону навколишнього природного середовища від 25 червня 1991 р. № 1264-ХІІ, зі змінами та доповненнями;

2. Закон України про охорону атмосферного повітря від 21 червня 2001 року № 2556-ІІІ;

3. Постанова КМ України “Про затвердження порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища та стягнення цього збору” від 1.03.1999 р. №303 з доповненнями та змінами № 402 від 28.03.2003 р

4. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (№173 1996 р.) зі змінами № 65331.08.2009р;

5. ОНД-86. Методика розрахунку концентрацій забруднюючих речовин у атмосферному повітрі, що знаходяться у викидах»;

6. ДБН А.2.2-1-2021. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування;

7. Посібник із розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище. Харків: ХДВ КДІОВНС, 2002

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

8. Санітарна класифікація підприємств, виробництв та споруд і розміри санітарно-захисних зон для них. ( Наказ Мінохорони здоров'я України №173 від 19.06.96р.)

Обов'язковим елементом розділу є поглиблені кліматичні дані.

### **6.2.Оцінка впливів планованої діяльності на клімат та мікроклімат**

Клімат м. Гадяч, Миргородського району Полтавської області, як і всієї Полтавської області, є помірно-континентальним; для нього характерні нежарке літо, м'яка зима і достатня кількість опадів. Формування клімату залежить від впливу:

- радіаційних умов
- циркуляції повітряних мас
- підстилаючої поверхні.

Упродовж року на клімат міста населеного пункту впливають повітряні маси з Атлантики (зумовлюють циклональну погоду) та континентальне повітря:

- взимку проникають відроги сибірських антициклонів, спричиняючи холодну погоду
- влітку впливає азорський максимум
- навесні, на початку осені – холодні арктичні повітряні маси.

Населений пункт розташований в східній частині Північно-західного району за архітектурно-будівельним кліматичним районуванням території України.

Кліматичні параметри розраховано для м. Полтава на основі ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія", відповідно п.1.2. ДСТУ ("Для районів проектування та будівництва, що не увійшли до таблиць стандарту, кліматичні параметри (характеристики) необхідно приймати рівними значенням кліматичних параметрів найближчого до них пункту, наведеного в таблиці, що знаходиться у місцевості з аналогічними умовами").

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

- Коефіцієнт , який залежить від стратифікації атмосфери,  $A = 200$ ;
- Коефіцієнт рельєфу дорівнює 1.

Температура зовнішнього повітря в районі реконструкції: - -

- середньорічна  $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Середня температура самого теплого місяця (липня)  $+20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , -
- самого холодного місяця (січня)  $-5,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Температура повітря за саму холодну п'ятиденку  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$
- самої холодної доби  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  (лютий місяць).
- Температура повітря за саму теплу п'ятиденку  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$
- найспекотнішої доби  $+29\text{ }^{\circ}\text{C}$  (липень).

Щомісячна температура зовнішнього повітря наведена в табл.. 6.1

Таблиця 6.1

Область, місто	температура повітря . Середня місячна середня добова амплітуда температури , $^{\circ}\text{C}$											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Полтавська область</b>												
Полтава	-	-	0,3	9,0	15,4	18,7	20,5	19,7	14,3	7,7	1,3	-
	5,6	4,7										3,4
	5,9	6,0	6,6	9,3	10,8	10,7	10,6	11,1	10,2	8,2	5,2	4,9

Абсолютний мінімум температури повітря ( $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), абсолютний максимум ( $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

У продовж року переважають вітри Західного напрямку. Середня річна швидкість вітру дорівнює  $-3,58\text{ м/с}$ , найбільша спостерігається у зимові місяці ( $4,5\text{ м/с}$  - лютий) наприкінці осені ( $4,1\text{ м/с}$  – грудень) та на початку весни ( $4,2\text{ м/с}$  – березень).

Щомісячна середня швидкість повітря наведена в табл.. 6.2

Таблиця 6.2

Область, місто	<u>Переважаючий напрям вітру, його повторюваність, %</u>											
	Середня швидкість вітру, м/с											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Полтавська область</b>												
Полтава	3, <u>20</u> 4,1	Сх, <u>21</u> 4,5	Сх, <u>20</u> 4,2	Пн Сх <u>17</u> 3,8	Пн Сх <u>16</u> 3,4	3, <u>17</u> 3,1	3, <u>20</u> 2,8	Пн, <u>18</u> 2,8	3, <u>18</u> 2,9	3, <u>22</u> 3,4	3, <u>18</u> 3,9	3, <u>16</u> 4, 0

Повторюваність та швидкість вітру за основними румбами

Таблиця 6.3

Область, місто	<u>Повторюваність напрямку вітру, %</u>								Повторюваність штилю, %
	Середня швидкість вітру, м/с								
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Полтавська область</b>									
Полтава (січень)	<u>9,0</u> 3,1	<u>10,0</u> 2,9	<u>11,9</u> 3,5	<u>8,7</u> 2,8	<u>14,7</u> 3,2	<u>14,9</u> 3,4	<u>20,2</u> 3,6	<u>10,6</u> 3,6	2,5
Полтава (липень)	<u>19,5</u> 2,4	<u>12,3</u> 2,3	<u>11,0</u> 2,2	<u>5,3</u> 2,0	<u>7,5</u> 2,1	<u>8,3</u> 2,5	<u>20,4</u> 2,7	<u>15,7</u> 2,5	7,4
Середньорічна повторюваність	14,25	11,15	11,45	7,00	11,10	11,60	20,30	13,15	4,95

Кількість опадів за рік – 574 мм, найбільша кількість опадів випадає в літні місяці.

Кількість опадів наведена в таблиці 6.4

Таблиця 6.4

Область, місто	<u>кількість опадів, мм</u>												Кількість опадів за рік, мм
	Середня по місяцях наявність снігового покриву, днів												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Полтавська область</b>													
Полтава	<u>41</u> 23	<u>35</u> 22	<u>38</u> 11	<u>41</u> -	<u>54</u> -	<u>62</u> -	<u>70</u> -	<u>47</u> -	<u>47</u> -	<u>47</u> -	<u>47</u> 3	<u>45</u> 19	574

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

601-МНТД 10700940

Арк.

81

Середньорічна тривалість періоду з температурою повітря нижче (8 °С) – 178 діб.

Зона вологості району будівництва – помірна.

Середня відносна вологість: за січень – 85%; за липень – 69%; рік – 76%.

Вологість повітря наведена в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Обл ась , міст о	Середня по місяцях <u>відносна вологість</u> , середня добова амплітуда відносної вологості %												Середня за рік відносна вологість, %
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Полтавська область</b>													
Лубни	$\frac{85}{7}$	<u>82</u>	<u>78</u>	<u>66</u>	<u>61</u>	<u>65</u>	<u>66</u>	<u>64</u>	<u>69</u>	<u>77</u>	<u>86</u>	<u>87</u>	74
	11	18	28	32	32	33	34	31	25	10	6		

Можливо константувати, що виробнича діяльність проєктованого об'єкту не викличе змін мікроклімату, оскільки відсутні значні виділення теплоти, інертних газів, вологи. Особливості кліматичних умов, які сприяють зростанню інтенсивності впливів планованої діяльності на навколишнє середовище, відсутні. Виходячи з вищевикладеного, заходи щодо попередження негативних впливів на клімат і мікроклімат не передбачаються.

Виходячи з вищевикладеного, заходи щодо попередження негативних впливів на клімат і мікроклімат не передбачаються.

### 6.3. Особливості умов розташування об'єкту будівництва

Будівля котельні складається з окремого приміщенням, яке розташоване на території із звичайними географічними і інженерно-геологічними умовами.

Рельєф ділянки рівний загальний уклон ділянки не перевищує 50 м.

					<b>601-МНТД 10700940</b>								Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									82

Ситуаційна карта-схема району розташування підприємства та карта-схема джерел викидів підприємства, приведена на Листі 2 де надані:

- територія об'єкту та прилягаючі до неї об'єкти;
- границі санітарно-захисної зони об'єкту;
- роза вітрів.
- джерела викидів забруднюючих речовин;
- координатна сітка в локальній системі координат;

Фонові концентрації визначені згідно довідки Полтавського обласного центру з гідрометеорології, державної служби України з надзвичайних ситуацій за № 32-03-41/298 від 23.07.2023 для міста Гадяч.

В матеріалах проекту застосовується промислово-технологічне обладнання, яке відповідає сучасному технологічному рівню аналогічних підприємств України, та країн СНД. Це стосується технологічних, економічних і екологічних показників.

#### **6.4. Основні проектні рішення**

Проектом передбачається підземна прокладка в лотках трубопроводами із теплогідроізольованих трубних секцій заводського виготовлення з пінополіуретановою ізоляцією, а також надземна прокладка по фасадам будівель. Таке рішення підвищить надійність тепlopостачання споживачів, суттєво знизить тепловтрати при транспортуванні теплової енергії, подовжить термін експлуатації теплової мережі незалежно від гідрогеологічних умов у районі прокладки, а також приведе до скорочення трудовитрат при будівництві та експлуатації теплової мережі.

#### **Тепломеханічна частина**

Джерелом теплової енергії для тепlopостачання споживачів є реконструйована водогрійна котельня.

Схема теплових мереж - двотрубна.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Температурний графік теплоносія становить:

- T1 = 85-90 °C, T2 = 65 -70°C;
- P1 = 3 бар, P2= 1,5 бар.

Розрахункові параметри теплоносія для вибору труб і арматури, а також для розрахунку трубопроводів на міцність та визначення навантажень на опори прийняті:

- тиск 0,6 МПа,
- температура 100 °C.

Діаметр теплопроводів – T1, T2 Ø100×6, Ø89×3.

Підключення тепломереж до котельні передбачається безпосередньо в котельні. Вимикаюча арматура встановлюється в котельні та у споживачів.

Категорія трубопроводів згідно НПАОП 0.00-1.81-18 – IV, група 1.

### ***Розрахунок витрат теплоносія***

Визначення розрахункових витрат мережної води виконано у відповідності з ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі».

$$G^{оп} = \frac{Q_{оп}}{C_p \cdot (T_1 - T_2)} \cdot 3600, \text{ кг / год};$$

$$V^{оп} = \frac{G_{оп}}{\rho}, \text{ м}^3 / \text{год}$$

де: Q<sub>оп</sub>- витрата тепла на опалення, кВт;

C<sub>p</sub> – питома теплоємність води - 4,187 кДж/(кг ×К);

T<sub>1</sub>- температура води в подавальному трубопроводі, °C;

T<sub>2</sub> - температура води в зворотньому трубопроводі, °C;

т<sub>1г</sub> -густина теплоносія при температурі 85°C - т<sub>1г</sub> =968,55 кг/м<sup>3</sup>.

т<sub>2г</sub> -густина теплоносія при температурі 65 °C - т<sub>2г</sub> =980,55 кг/м<sup>3</sup>.

G<sup>оп</sup> = 1500 х3600/4,18 х25 =51675 кг/год ; V<sup>оп</sup> =51675/ 1000 =51,6 м.куб

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

### **6.5.Конструктивне виконання елементів тепломагістралі**

Проектом передбачене застосування заводських трубних секцій, що складаються із сталеві труби, пінополіуретанової ізоляції у захисній оцинкованій та поліетиленовій оболонці:

- для теплотраси — із сталеві зварної труби та захисною оболонкою.

Теплогідроізоляція стиків трубних секцій теплотраси передбачена за допомогою збірних муфт.

Розрахунковий термін служби трубопроводів - 30 років, розрахунковий термін служби і ресурс арматури - відповідно до технічних умов заводу- виробника.

### **6.6.6.6 Характеристика виробництва та продукції**

В приміщенні котельні передбачається встановлення двох нових котлів на альтернативному для умов місцевості твердому паливі , потужністю два по 1500 кВт та 1000 кВт кожен. В якості палива використовується місцеве альтернативне паливо у вигляді пелет та тріски, що отримана із енергоресурсних рослин, що вирощуються у Гадяцькому лісництві. Загальна потужність котельні після реконструкції становить –2.3 Мвт;

Котельня, що реконструюється - є опалювальною, та слугуватиме для забезпечення теплоносієм навчального закладу та гарячою водою.

Проектом передбачено облаштування окремого складу для зберігання твердого палива з встановленням двох оперативних бункерів запасу твердого палива, об'ємом 4,0 та 3 м<sup>3</sup> – кожний з умовною висотою 8,46 м, з системою автоматичної подачі палива до витратного бункера котлів, що розміщуються в котельному залі.

Обладнання котельні її об'ємно-планувальне розташування не суперечать існуючим нормативним нормам. Вибір типу обладнання виконаний на підставі вивчення рівня розвитку опалювального обладнання. Використане устаткування перебуває на рівні кращих світових зразків.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

Технологічна частина проекту виконана відповідно до нормативних документів, що діють на території України.

Теплоносій для потреб опалення - гаряча вода з параметрами 90-70 °С.

Відведення продуктів згорання від котлів передбачається окремими димоходами від кожного котла та окремою системою очищення димових газів. Тяга в димовій трубі забезпечується димососами ДН-5, які розташовані після циклонів, де відбувається очистка димових газів від твердих частинок.

Котельня обладнається постійно діючою припливно-витяжною вентиляцією з природним спонуканням, що дозволяє не враховувати в розрахунках розсіювання забруднюючих речовин викиди вентиляційні котельні. Приплив повітря здійснюватиметься через жалюзійні ґрати, розміщені у зовнішній стіні, витяжка - через дефлектор.

В процесі планованої діяльності в атмосферне повітря періодично будуть виділятися такі інгредієнти: оксид вуглецю, азоту діоксид та речовини у вигляді суспендованих твердих речовин недиференційованих за складом (пил неорганічний, що містить діоксид кремнію 20-70%).

Рівень шуму, який випромінює технологічне обладнання наведений в таблиці 6.6:

Таблиця 6.6

Частота	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Звуковий тиск(дБ)	96	90	83	77	70	62	57	51

Рівень шумового тиску в рамках діючих октав на межі найближчої житлової забудови відсутній.

Екологічний ризик при впровадженні планованої діяльності відсутній.

## 6.7.Характеристика джерел викиду

### Характеристика об'єкту, як джерела забруднення повітряного середовища

Відповідно до ДБН А.2.2.-1:2021 «склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС)» кількісна характеристика абруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу, приводиться за усередненими річ-ними значеннями залежно від режиму роботи підприємства та устаткування.

Відповідно до «Переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 29.11.2001 № 1598, та Переліку забруднюючих речовин та порогових значень потенційних викидів, за якими здійснюється державний облік, надаються: перелік найбільш поширених забруднюючих речовин та їх обсяги, викиди яких підлягають регулюванню та, за якими здійснюється державний облік; перелік небезпечних забруднюючих речовин та їх обсяги, викиди яких підлягають регулюванню та за якими здійснюється державний облік; перелік інших забруднюючих речовин та їх обсяги, які викидаються в атмосферне повітря стаціонарними джерелами об'єкту.

У період будівництва проектного об'єкту неорганізованим джерелом викидів забруднюючих речовин є безпосередньо майданчик будівництва, на якому працюватиме наступна будівельна техніка та автотранспорт. Але в даному проекті забруднення повітря в період будівництва у відповідності до завдання проекту не розглядається.

Джерелом викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря від котельні є димові труби (джерела №1, 2). В процесі згоряння альтернативного твердого палива (пелети, тріска) виділяються: **азоту діоксид, вуглецю оксид, пил неорганічний**. Як показали подальші розрахунки, значення викидів забруднюючих речовин за результатами

					601-МНТД 10700940	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

розрахунків розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери за програмою ЕОЛ+ не перевищують нормативних значень.

Основним технологічним обладнанням, яке є джерелом утворення забруднюючих речовин є твердопаливні котли, тепловою потужністю  $Q = 1000$  та  $1500$  кВт, що працюють на твердому паливі (пелети або тріска). При роботі яких, забруднюючі речовини: *азоту діоксид, оксид вуглецю, пил неорганічний* викидаються через дві димові труби діаметром 500 мм (у відповідності за паспортними даними котлів) в атмосферне повітря, на висоті 23,0м – джерело викиду №1,2.

### ***Територіальне розташування, генеральний план***

Розмір санітарно-захисної зони від джерел викидів до житлової забудови становить 30 м. Як вже визначено вище, розрахунками розсіювання шкідливих речовин від проектного об'єкту перевищення гранично-допустимих концентрацій на межі СЗЗ не виявлено.

Попередня оцінка впливу проектного об'єкту на навколишнє середовище показує, що будівництво та експлуатація об'єкту не погіршить екологічні показники в районі розміщення об'єкта, експлуатація проектного об'єкту не призведе до порушення екологічної рівноваги цього району. На проектованому об'єкті буде використовуватись сучасне та безпечне обладнання (насоси, димососи, вентилятори).

Котлоагрегати працюють на твердому альтернативному паливі у вигляді пелет та тріски, що отримана із енергоресурс них рослин.. Через димову трубу будуть виходити продукти згорання: *азоту оксид (в перерахунку на діоксид азоту), оксид вуглецю, пил неорганічний*.

Таким чином від проектного об'єкту, передбачається негативний вплив, а джерелами виділення в атмосферне повітря забруднюючих речовин (ЗР), які утворюються у процесі його діяльності будуть:

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

- від котлів, які містять: *азоту діоксид, вуглецю оксид, пил неорганічний;*

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря визначені:

- димові труби від котельні, Дж. №1, 2 діаметром 500 мм, які викидають забруднюючі речовини на позначці 23 м.

### 6.8.Характеристика джерел викидів і шкідливих речовин

Кількісний та якісний перелік викидів котельні, які потрапляють у атмосферне повітря, наведені в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7.

Перелік забруднюючих речовин, що відводяться в атмосферне повітря.

Найменування речовини	ГДК м.р мг/м <sup>3</sup>	ГДК с.д мг/м <sup>3</sup>	ОБРВ мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Викид речовини, т/рік
Азоту діоксид 0301	0,2	0,04	-	2	1,62
Оксид вуглецю 0337	5	3	-	4	1,83
Пил неорганічний 2909	0,5	-	-	3	0,698
<b>Всього:</b>					<b>3,96</b>

### 6.9.Розрахунок приземних концентрацій забруднюючих речовин

Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин викидів котельні в приземному шарі атмосфери здійснено за програмою "ЕОЛ 2000+", що використовує "Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий", ОНД-90. Цими рорахунками перевіряється також нормативний розмір СЗЗ при умові, що концентрація забруднюючих речовин на межі СЗЗ не повинна перевищувата значення в 1 ГДК.

Доцільність необхідності виконання розрахунку розсіювання забруднюючих речовин у атмосферному повітрі виконується на підставі співвідношення:.

$$\frac{M}{ГДК \times H} > 0,01 \text{ при } H > 10 \text{ м; (6.1)}$$

М  
----- > 0,1 при Н ≤ 10 м; ( 6.2)

ГДК

де,

- М – сумарна величина викиду ЗР , г/с;
- ГДК – максимально-разова граничнодопустима концентрація ЗР, мг/м<sup>3</sup>;
- Н – середня по підприємству висота джерел викидів, м.

Доцільність необхідності проведення розрахунків на ЕОМ за програмою ЕОЛ наведена у Таблиці 6.8.

Таблиця 6.8.

Доцільність проведення розрахунку на ЕОМ

з/п	Забруднююча речовина		а) ГДК <sub>м.р.</sub> б) ГДК <sub>с.д.</sub> в) ОБРВ мг/м <sup>3</sup>	М, г/с	Н, м	К	Доцільність проведення розрахунку розсіювання
	Код	Найменування					
1	2	3	4	5	6	7	8
1	301	Діоксид азоту	а) 0,2	1,62	23	0,0143	Так
2	337	Оксид вуглецю	а) 5	1,83	23	0,00086	Так
3	2909	Пил неорганічний	а) 0,5	0,698	23	0,00191	Так

Програма "ЕОЛ 2000" дозволяє визначити ступінь забруднення атмосферного повітря за найбільшим значенням концентрацій, що отримані в результаті розрахунків та відповідають несприятливим умовам розсіювання, враховуючи точки з координатами максимальних концентрацій за небезпечними напрямками та швидкістю вітру.

Розрахунки показали необхідність розсіювання викидів забруднюючих речовин для: **азоту діоксид**, але, враховуючи навчальний характер проекту, розрахунки проведені для усіх речовин.

В якості розрахункового прямокутника вибрано прямокутник, розміром 1000 × 1000м з кроком координатної сітки у 50 метрів за двома координатними вісями.

Основні вихідні дані параметри викидів забруднюючих речовин у атмосферу для розрахунку розсіювання від джерел викидів №1 та №2 наведені у таблиці 6.9.

Таблиця 6.9

## Параметри джерел викидів №1 та №2 котельні

№ п/п	Виробництво	Дільниця	Джерела утворення		Джерела викиду			
			Найменування	Кількість	Найменування	№ Джерела на схемі	Висота, м	Діаметр гирла, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Гадяцький коледж	Котельня	Альтеп Мега 1500	1	Димова труба	1	23	500
2	Гадяцький коледж	Котельня	Альтеп Мега 1000	1	Димова труба	1	23	500

Продовження таблиці 6.9

Швидкість, м/с	Об'єм, м <sup>3</sup> /с	Температура, °С	Х	У	Найменування	Код	Викид, г/с	Викид, т/рік
10	11	12	13	14	15	16	17	18
2,85	0,396	160	10	40	Діоксид азоту	301	0,063	1,44
					Оксид вуглецю	337	0,099	1,83
					Пил неорганічний	2908	0,022	0,698
2,85	0,3219	160	20	40	Діоксид азоту	301	0,056	1,235
					Оксид вуглецю	337	0,082	1,62
					Пил неорганічний	2908	0,018	0,54

6.10. *Результати розрахунків розсіювання забруднюючих речовин*

У відповідності до нормативних документів нормативний розмір санітарно-захисна зона для котелень визначається 35 метрів, але обов'язково перевіряються значеннями розрахункових концентрацій на межі умовної СЗЗ котельні. Ці перевірки здійснюється відповідно до п.5.4 ДСП-173-96 «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів санітарно-захисна зона встановлюється від джерел шкідливості до межі житлової забудови. Для котелень розмір СЗЗ встановлюється від центрів координат димових труб до межі житлової забудови на підставі розрахунків розсіювання шкідливих викидів з димових труб та перевіркою розрахунку шуму, на межі житлової забудови.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

В процесі роботи циклону , що встановлений в мережі димових газів котлів Альтеп Мега, здійснюється вловлення тверди зольних частинок, які визначені як пил неорганічний недиференційований за складом. Тверді зольні пилові частинки накопичуються в бункері накопичувачі циклону. Здійснення очищення бункерів-накопичувачів здійснюється автоматично за мірою заповнення бункеру.

### 6.11. Оцінка можливого шумового впливу

Перевірка шумового навантаження від діяльності котельні за рахунок роботи димососів та насосного обладнання. Під час будівництва додаткова враховується шум від транспортних засобів. Для захисту людей від шкідливого впливу шуму, необхідно регламентувати його інтенсивність та інші характеристики, які визначають міру шкоди, що заподіюється ним на організм людини. Саме для цієї цілі здійснюється гігієнічне або санітарне нормування шуму. У відповідності до нормативних документів перевірка гігієнічного нормування шуму базується на критеріях здоров'я і працездатності людей з оцінкою його впливу на увесь організм у процесі трудової діяльності. Основним нормативним документом, що визначає рівень шуму об'єкту проектованої діяльності є ДСТУ- Н Б В.1.1- 35:2013, у відповідності до якого він визначається за формулою:

$$L_A - L_{wa} - 15 \lg r + 10 \lg \Phi - 10 \lg \Omega - \Delta L_{Анов} - \Delta L_{Аекр} - \beta_{Азен} L, \quad (6.3)$$

Де,  $L_A$  - рівень звуку для джерела з постійним шумом або еквівалентний рівень звуку для джерела з непостійним шумом ( шумова характеристика джерела шуму в, дБ;

$L_{wa}$  - шумова характеристика джерела шуму в, дБ, що визначається шляхом інструментального вимірювання та розрахована в залежності від часу впливу шуму;

$r$  - відстань від розрахункової точки до акустичного центру джерела шуму, м;

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Phi$  - коефіцієнт спрямованого випромінювання шуму джерелом в напрямку розрахункової точки в октавних смугах частот, безрозмірний, що приймається за даними технічної документації на джерело або визначається експериментально для джерел з рівномірним в усіх напрямках випромінюванням або за відсутністю даних приймається  $\Phi = 1$ ;

$\Omega$  - просторовий кут, в який випромінюється шум даного джерела відповідно до таблиці 1 ДСТУ - НБВ.1.1-35.  $\Omega$  приймається  $= 2\pi$

$\Delta L_{\text{Анов}}$  — затухання звуку в атмосфері, дБ

$\Delta L_{\text{Аекр}}$  - величина зниження рівня звуку (еквівалентного рівня звуку екраном), розташованим між джерелом шуму і розрахунковою точкою, дБ;

$\beta_{\text{Азел}}$  - величина зниження рівня звуку (еквівалентного рівня звуку) смугами зелених насаджень, дБ м;

$L$  - ширина смуги зелених насаджень, м;

В матеріалах проекту додатково враховано надходження шуму від допоміжного обладнання, а також механізмів та транспорту, який використовується на майданчику при реконструкції котельні. За проведеною оцінкою рівень шуму складає до 70 дБ.

Рівень затухання звуку в атмосфері  $\Delta L_{\text{Анов}}$  знаходимо згідно з даними, но наведені на рис. 9 ДСТУ Н Б В. 1.1-35 , він складає 1,5 дБ.

Під час реконструкції котельня не відгороджується штучними захисними елементами, тому  $\Delta L_{\text{Аекр}}$  не враховує. Таким чином, розрахунковий рівень звуку  $L_A$  в дБА в розрахунковій точці на віддалі 30 метрів від джерела шуму складає:

$$L_a = 70 - 15 \lg (30) + 10 \lg 1 - 10 \lg 2 \times 3,14 - 1,5 = 70 - 15 \times 1,146 + 10 \times 0 - 10 \times 0,79 - 1,5 = 41 \text{ дБ}$$

Згідно табл. 1 стор. 14 п. 25 ДБН В. 1.1-31:2013 допустимий еквівалентний рівень звуку в дБ для територій, які безпосередньо прилягають до житлових забудівель складає 45 дБ. Таким чином розрахункова ний рівень звуку в визначеній точці на віддалі 30 м від джерела шуму складає 41 дБ..

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Отриманий результат вказує на те менше що шумова характеристика знаходиться в межах норми.

Розрахункові октавні рівні звукового тиску  $L$  в дБ в характерних точках на межі житлової забудови на та межі СЗЗ наведені в таблиці 6.10.

Табл 6.10

Точки	Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньо геометричними частотами Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Джерело шуму	61	69	69	71	69	66	63	60
На межі житлової забудови	33	35	39	40	35	30	22	0
На межі СЗЗ	31	34	38	40	35	29	22	0

Проведені розрахунки показали, що передбачені в проекті реконструкції котельні, яка працює на альтернативному паливі, не спричинить шкідливого шумового впливу на найближчу житлову забудову, що підтверджується не перевищенням встановлених нормативних санітарних вимоги ДСТУ - НБВ.1.1-35:2013й, й головне – в проекті не потрібні додаткові заходи з поглинання шумового тиску.

Згідно ДСТУ - НБВ.1.1-35:2013 допустимий еквівалентний рівень звуку в дБА для території безпосередньо прилягаючої до житлових забудов не повинні перевищувати 55 дБА (вдень) або 45 дБА (вночі).

Вся будівельна техніка, що використовується при будівництві, повинна бути сертифікована і шум не буде перевищувати допустимих рівнів. Тому розрахунок шуму при будівництві не проводиться.

#### 6.12. Встановлення нормативів гранично-допустимих викидів (ГДВ)

На підставі проведених розрахунків розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери за програмою ЕОЛ, максимальні приземні концентрації не перевищать значень гранично допустимих максимально разових концентрацій. населених пунктів, що визначені на підставі



## **7.РОЗДІЛ 7. НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА**

### **7.1. Розробка експериментального стенду кафедри.**

З метою вивчення теплотворної здатності та визначення еколого-теплотехнічних показників відновлюваних та альтернативних видів палива на кафедрі теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики разом із кафедрою прикладної екології та природокористування створюється спеціалізована лабораторія [ 66 ], яка значним чином націлена на підготовку спеціалістів за новою спеціалізацією «Відновлювана теплоелектроенергетика, відновлювані види палива та захист навколишнього середовища», поглиблення знань та практична їх реалізація для студентів теплоенергетиків та екологів.

Відкриття нової спеціалізації в нашому університеті виконана у відповідності з Закон України «Про вищу освіту» , який визначає, що в особливих випадках заклад вищої освіти може відкривати в межах окремих визначених спеціальностей допускається відкриття окремих спеціалізацій на актуальні вимоги часу або потреби регіонального замовлення у сфері вищої освіти. В 2022 році в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» було відкрито нову спеціалізацію «Відновлювана теплоелектроенергетика, відновлювані види палива та захист довкілля». Відкриття спеціалізації потребує розширення лабораторної бази кафедр, особливо, в умовах воєнних дій , коли виникає потреба пошуку та використання нових альтернативних видів палива, з регіональними особливостями та екологічними характеристиками.

В основу створення нової та модернізації існуючої лабораторної бази покладено розроблену освітньо-професійну програму нової спеціалізації, яка орієнтована на формування загальних та професійних компетентностей, необхідних для вирішення природоохоронних завдань в сфері відновлюваної енергетики, застосування альтернативних видів палива, інших практичних

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завдань в енергетичній та виробничих сферах задля забезпечення захисту довкілля Полтавської області.

В основу програми покладені самі сучасні дослідження в галузі теплоенергетики та технологій захисту навколишнього середовища в умовах воєнних дій, забезпечення екологічної безпеки в умовах розвитку відновлюваної теплоелектроенергетики й застосування альтернативних та відновлюваних видів палива. Програма акцентована студентів бакалаврів, які потрібні вирішувати спеціалізовані задачі технічного і технологічного характеру у сфері охорони довкілля, збалансованого природокористування, що передбачають застосування теоретичних основ і методів захисту навколишнього середовища в умовах використання теплоенергетичного обладнання. Характерною особливістю даної програми є високий рівень підготовки фахівців, який забезпечується розвиненою міжнародною співпрацею в науковій і освітній сферах, застосуванням в освітньому процесі власних спеціалізованих сучасних лабораторій та використанням сучасних виробничих баз стейхолдерів.

У 2022 році було проведено перший набір студентів на спеціалізацію, але в умовах військових дій навіть невелика кількість студентів є важливим моментом підготовки студентів за даною спеціалізацією. Було зараховано 5 чоловік. Суттєве професійне навантаження припадає на дві кафедри: кафедра «Прикладної екології та природокористування» та кафедра «Теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики». У грудні 2022 року при акредитації спеціальності 144 Теплоенергетика лабораторна база кафедри була відзначена оцінкою «А». Лабораторна база кафедри прикладної екології та природокористування має сучасну лабораторію «Процеси і апарати захисту атмосферного повітря».

Відкриття спеціалізації потребує швидкого оснащення новими лабораторними роботами та стендами. З метою підвищення практичної складової студентів і було створено спеціальний стенд для оцінки еколого-

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

теплотехнічних характеристик різних видів палива. Мені було поставлено завдання провести монтаж, зварювальні роботи та пусконаладжувальні дослідження на підставі креслень, що були попередньо погоджені зі спонсорами та стейкхолдерами в межах можливої фінансової підтримки на виготовлення стенду, матеріали й прилади.

У червні 2023 року на кафедрі ТГВтаТ почали монтаж нової лабораторної установки «Рекуператор тепла вентиляційного повітря». Але з точки зору дослідження нових альтернативних або відновлюваних видів палива потрібно розвивати лабораторну базу далі. Так для підготовки студентів для нової спеціалізації створюється нова лабораторія з умовною назвою «Лабораторія теплотворної здатності відновлюваного палива». Попередньо розроблена схема розташування обладнання цієї лабораторії, представлена на рисунку 7.1.

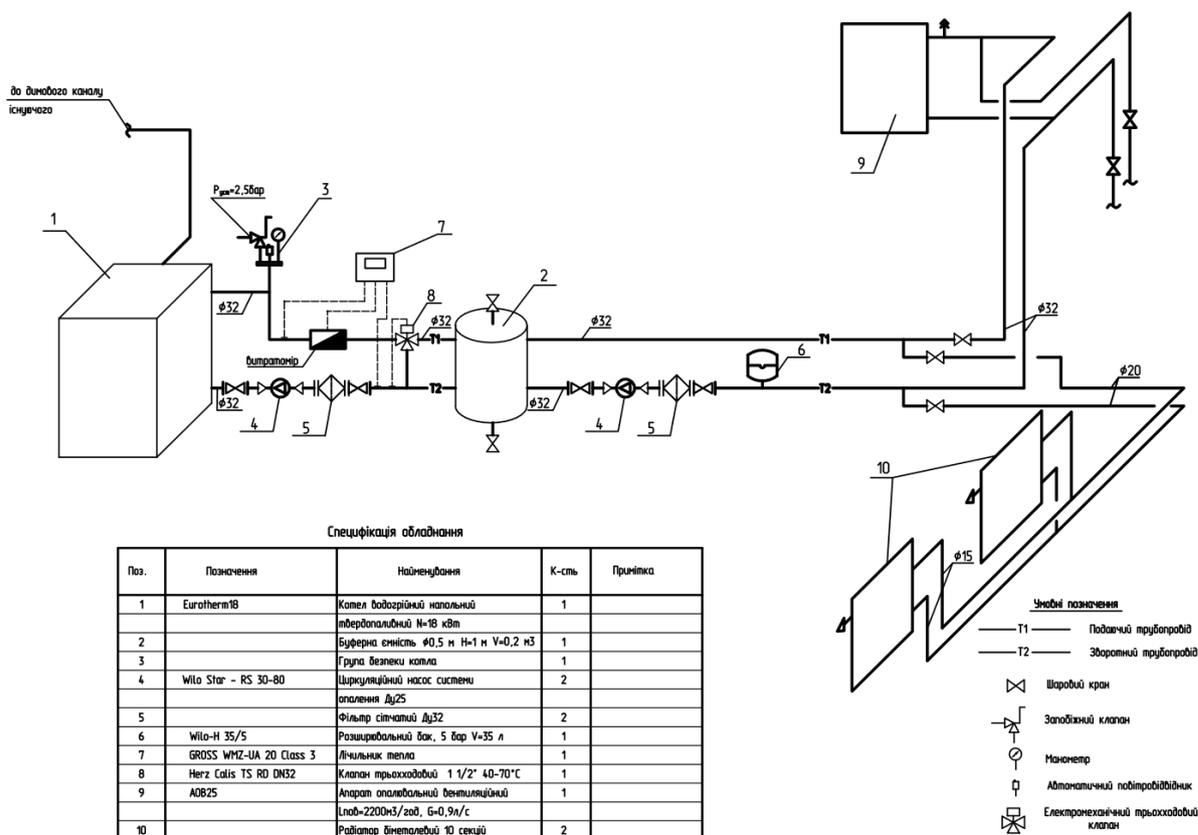


Рис.7.1 – Теплова схема обладнання «Лабораторії теплотворної здатності відновлюваного палива»



Рис.7.2. Місце для розташування стенду.



Рис.7.3 Фрагмент із розташуванням котельного обладнання

У кінці вересня монтажні роботи зі створення стенду були завершені.  
Результати встановлення котельного обладнання, що працює на твердому та

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

газообразному паливі. У жовтні 2023 року почалися перші теплотехнічні випробування. За думкою викладачів кафедр створення нової лабораторії суттєво підвищить зацікавленість молоді до питань теплоенергетики, захисту навколишнього середовища в умовах використання відновлюваних та альтернативних джерел енергії

					<b>601-мНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

## **ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

У ході виконання магістерської роботи та проектування котельні, що працює на використанні регіональних відновлюваних та альтернативних видів палива було встановлено, що:

1. В результаті огляду та аналізу літературних джерел визначена принципова можливість використання регіональних відновлюваних та альтернативних видів палива в котельному обладнанні для отримання теплової енергії для систем опалення та гарячого водопостачання.

2. Існуючий ринок сучасного котельного обладнання налічує значний вибір котлів, що здатні ефективно працювати на альтернативних видах палива.

3. Існуючі дані не наводять достатньої інформації забруднюючих речовин, які утворюються при спалювання альтернативних видів палива.

4. Визначені концентрації забруднюючих речовин дозволяють оцінити стан забруднення атмосферного повітря на підставі проведення розрахунків у приземному шарі атмосфери за програмою ЕОЛ.

5. Математичне моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі за програмою ЕОЛ показало відсутність перевищення значень ГДК на межі СЗЗ.

6. Проведені дослідження показують, що при спалювання альтернативного палива у вигляді пелет або тріски енергоресурс них рослин не відзначається забруднення атмосферного повітря в районі житлової забудови.

7. Прийняті в проекті рішення вказують на те, що за рахунок діяльності котельні, в якій заплановано проведення реконструкції, не прогнозується збільшення негативного впливу викидів підприємства на здоров'я населення, а також впливові зміни в якісному і кількісному складі атмосферного повітря в районі розташування підприємства.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

## ЛІТЕРАТУРА

1 Голік Ю. С., Ілляш О. Е., Монастирський О. М., Чепурко Ю. В., Серга Т. М. Оцінка енергоресурсного потенціалу територіальних громад Полтавської області як складової енергетичної безпеки The 3rd International scientific and practical conference “Scientific research in the modern world” (January 12-14, 2023) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2023. P. 205-215.

2. Total energy consumption / Global Energy Statistical Yearbook 2018 [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: <http://yearbook.enerdata.net.>,

2.1 Енергетична стратегія України на період до 2035 року – К.:Міністерство палива та енергетики, Національна академія наук України, 2017.

3. Закон України «Про альтернативні види палива», Ст.1

<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>

4. Оцінка впливу викидів котелень на пелетах на забруднення атмосфери міста [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ivstem.kpi.ua/wp-content/uploads/Lysenko.pdf>.

5. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.

6. Агроекологічний атлас Полтавської області. Екологічна бібліотека Полтавщини. Полтава, 2009 рік., 134с.

6. Кулик М.І., Падалка В.В. Розвиток біоенергетики на основі рослинного енергетичного ресурсу (на прикладі Полтавської області) Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку : монографія / за ред. Н. С. Ілляшенко. Суми : Триторія, 2020. С. 109–118.

7. Гелетуха Г.Г. .Науково-технічні засади виробництва енергії з біологічних видів палива. Дисертація на здобуття ступеня доктора технічних наук. Київ.-2021р.

8. Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив : матеріали наук. конф. в рамках цільової комплексн. програми наук. дослідж. НАН України «Біол. ресурси і новітні технології біоенергоконверсії» (9-11 вересня 2014 р.) / ред. кол. : Я.Б. Блюм (голова).

9. Eurostat news release 27/2020, 12.02.2020. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/9571695/8-12022020-APEN.pdf/b7d237c1-ccea-4adc-a0ba45e13602b428>

10. Biomass supply. Bioenergy Europe Statistical Report, 2020. <https://bioenergyeurope.org/statistical-report.html>

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

11. Енергетичний баланс України за 2018 рік. Експрес-випуск Державної служби статистики України 20.12.2020 <http://www.ukrstat.gov.ua/> (розділ «Експрес випуски»).

12. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 р. Затверджений розпорядженням КМУ № 902-р від 01.10.2014 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>

13. Дані Держстату «Постачання та використання енергії у 2018 році» <http://www.ukrstat.gov.ua/> (розділ «Постачання та використання енергії»)

14. Голік Ю. С., Чепурко Ю. В. Біоенергетичний потенціал Полтавської області: колективна монографія міждисциплінарного напрямку *Moderní aspekty vědy: XXVIII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2023. С. 425-438.*

15. Самойлік М.С., Чудан К.А., Шуліка К.О. Оцінка біоенергетичного потенціалу Полтавської області. СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО. ВІСНИК 36 Полтавської державної аграрної академії • № 1 • 2011.

16. Тараненко А. О., Цьова Ю. А., Серeda М. С., Кузенко Л. Ю., Солодовник М. А. Потенціал біомаси відходів сільського господарства для виробництва біоенергетики в Полтавській області. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 142–153.

17. Hayder A. Alalwan, Alaa H. Alminshid, Haydar A.S. Aljaafari. Promising evolution of biofuel generations. Subject review / *Renewable Energy Focus*. 2019. Vol. 28. P. 127-139. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2018.12.006>.

18. M.V. Rodionova, R.S. Poudyal, I. Tiwari, R.A. Voloshin, S.K. Zharmukhamedov, H.G. Nam, B.K. Zayadan, B.D. Bruce, H.J.M. Hou, S.I. Allakhverdiev Biofuel production: Challenges and opportunities / *International Journal of Hydrogen Energy*. 2017. Vol. 42, Is. 12. P. 8450-8461. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.11.125>.

19. Mungodla, S.G., Linganiso, L.Z., Mlambo, S. and Motaung, T. Economic and technical feasibility studies: technologies for second generation biofuels / *Journal of Engineering, Design and Technology*, 2019. Vol. 17 No. 4, P. 670-704. <https://doi.org/10.1108/JEDT-07-2018-0111>.

20. B.S. Choudri, Yassine Charabi, Mahad Baawain, Mushtaque Ahmed. Bioenergy from Biofuel Residues and Wastes / *Water Environment Research*, Volume 89, Number 10 2017 P. 1441 -1460. doi: 10.2175/106143017X15023776270511.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

21. Roland Arthur Lee, Jean-Michel Lavoie. From first- to third-generation biofuels: Challenges of producing a commodity from a biomass of increasing complexity / *Animal Frontiers*. 2013. Vol. 3. Is. 2. P. 6–11. <https://doi.org/10.2527/af.2013-0010>.

22. M.V. Rodionova, R.S. Poudyal, I. Tiwari, R.A. Voloshin, S.K. Zharmukhamedov, H.G. Nam, B.K. Zayadan, B.D. Bruce, H.J.M. Hou, S.I. Allakhverdiev Biofuel production: Challenges and opportunities / *International Journal of Hydrogen Energy*. 2017. Vol. 42, Is. 12. P. 8450-8461. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.11.125>.

23. Arash Javanmard, Muhamad Fazly Abdul Patah, Amir Zulhelmi, Wan Mohd Ashri Wan Daud. A comprehensive overview of the continuous torrefaction method: Operational characteristics, applications, and challenges / *Journal of the Energy Institute*. 2023. Vol. 108. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2023.101199>.

24. Yuan Xue, Shuyu Zhou, Erwei Leng, Cunhao Cui, Zhongyue Zhou, Yunfeng Peng. Comprehensive utilization of agricultural wastes by combined wet torrefaction and pyrolysis / *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* Volume 160, November 2021, 105358 <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2021.105358>.

25. Zygmunt Kowalski, Joanna Kulczycka, Verhé, Luc Desender, Guy De Clercq, Agnieszka Makara, Natalia Generowicz, Paulina Harazin. Second-generation biofuel production from the organic fraction of municipal solid waste / *Frontiers in Energy Research*. 2022. Vol. 10. P. 1-15. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.919415>.

26. Olle Hage, Patrik Söderholm. An econometric analysis of regional differences in household waste collection: The case of plastic packaging waste in Sweden // *Waste Management*. Vol.28, Is. 10, 2008, P.1720-1731. doi: 10.1016/j.wasman.2007.08.022.

27. Дековець В. О., Кулик М. І. Екологізація вирощування міскантусу Розвиток сільських територій на засадах екологічності, енергонезалежності й енергоефективності : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. (Полтава, 11 листоп. 2021). Полтава : Полтавський державний аграрний університет, 2021. С. 94-97.

28. Звіт Енергетичний потенціал Миргородського району та оцінка наявних методик розрахунку. Грудень 2013р., Київ ,Україна.-93с. Колієнко А.Г.

29. Г. В. Кошлак, А. М. Павленко Перспективи енергетичного використання біомаси в Україні. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування 2021-1(23)-22-32.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

30. Krot O.P.,1 Rovenskyi O.I. Modeling of Installations with a Rotary Kiln for Thermal Decontamination of Wastes. Problems of the Regional Energetics. 2018. №1 (36). С.44-57. DOI: 10.5281/zenodo.1217255.

31. Сігал О.І., Крикун С.С., Павлюк Н.Ю., Сатін І.В., Плашихін С.В.1, Кіржнер Д.А., Семенюк М.В., Каменьков Г.Б. Дослідження кількості теплоти, що виділяється при спалюванні змішаних твердих побутових відходів м. Києва. Промислова теплоенергетика, 2017, т. 39 №3 , 78-84 стр.

32. Бредун В.І.,Голік Ю.С.,Ілляш О.Е. Техніко-організаційні аспекти створення раціональних схем збирання твердих побутових відходів. Вісник Інженерної академії України, випуск №1, 2017 р.-с.141-146.

33. Комплексна програма поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області на 2017-2021 роки. Полтава, 2017.- 143с.

34. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города: Уч. Пособие. Коллектив авторов.-Харьков; ХНАВГХ, 2004.-375с.

35. Управління твердими побутовими відходами в умовах реформування місцевого самоврядування та розвитку міжмуніципального співробітництва.(Полт НТУ, Тернопільський національний економічний університет, , проект реформа управління на сході України», що виконується Deutsche Gesellschaft furInternationale Yusammenarbeit (GIZ) GmbH. Навчально-практичний посібник.2018р.-334с.

36. Голік Ю.С., Серга Т.М. Перспектива використання твердих побутових відходів як енергетичного ресурсу в Полтавській області. Екологічні проблеми сучасності [Електронний ресурс] : зб. матер. І Міжнар. наук.-практ. конф. (Луцьк, 10 травня 2023 р.) / Держ. вищ. навч. заклад «Донецький національний технічний університет». – Луцьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2023. – 117 с.

37. Директиві 2008/98/ЄС «Про відходи» г. 2019 с.24.

38. Електронний ресурс – Режим доступу:[НТТР://www.ipce-nggip.iges.or.jp/public/gp/5\\_3\\_Waste\\_Incineration.pdf](http://www.ipce-nggip.iges.or.jp/public/gp/5_3_Waste_Incineration.pdf).

39. Павлюк Н.Ю., Сігал О.І. Підходи до проблеми поводження з твердими побутовими відходами в світі та в Україні /Промислова теплоенергетика.-2015.-№3.-с.74-81.

40. Санитарная очистка и уборка населенных мест: Справочник/А.Н.Мирный, Н.Ф. Абрамов, Д.Н.Беньямовский и др.: Под ред. А.Н.Мирного.-2-е изд. Перераб и дополн.-М.:Стройиздат, 1990.-413с.

41.Castrillion L.,Fernandez-Nava Y., Gonzalez A.,Maranon E. A case study of the characteristics of municipal solid waste in Asturias(Spain)^ influence of season and source // Waste Manag/Res.-2013.-№31.-p.28.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

42.Тугов А.Н. Исследование процессов и технологий энергетической утилизации битових отходов для разработки отечественной ТЭС на ТБО: автореф. Дис....д-ра техн.. наук/ОАО «ВТИ».-М.:, 2012.-42с.

43.Електронний ресурс – Режим доступу: [HTTP://randd.defra.gov.uk/Document](http://randd.defra.gov.uk/Document).

44.Aspx. Document=11918\_WR 1910 Energyrecovery forresidual waste-Acarbonbasedmodellingapporach/pdf.

[Http://www.worldbank.org/urban/solid\\_wm/erm/CWG%20folder/Incineration-DMG.pdf](http://www.worldbank.org/urban/solid_wm/erm/CWG%20folder/Incineration-DMG.pdf)

45. Павлюк Н.Ю., Сігал О.І. Підходи до проблеми поводження з твердими побутовими відходами в світі та в Україні /Промислова теплоенергетика.-2015.-№3.-с.74-81.

46.Рижков С.С.,Маркина Л.М.,Лісова А.В. Тведі побутові відходи яксировина для двостадійного процесу термічної деструкції/ Збірник наукових праць НУК – 2011-№3- с.140-148.

47..Ильиных Г.В. Использование результатов определения морфологического состава твердых бытовых отходов для обоснования системы обращения с отходами , Вестник ПНИПУ.Урбанистика.-2012.-№1.-с.35-42.

48. Т.В.Гребенюк, О.Я.Тверда,М.В.Репін,. Вплив вологості ТПВ на стан теплотворної здатності.«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»..Журнал Енергетика: економіка, технології, екологія. 2019, №4 стр.134-141.

49. Kalinichenko A.V., Kopishinska O.P., Kopishinskij A.V. Environmental risks of shale gas production on gas-bearing areas in Ukraine. Visnyk of Poltava State Agrarian Academy, 2018; 2: 127–131.

50. Mislyuk Ye.V., Mislyuk O.O., Stolyarenko G.S. Operational factors influence on energy preservation and environmental safety of energy production technologies. Bulletin of Cherkasy State Technological University, 2018; 4: 81–86.

51. Екологічні аспекти використання деревних паливних ресурсів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/3589/>.

52. Opracowanie eksperckie w zakresie wprowadzenia ograniczen w stosowaniu paliw stalych na obszarze Krakowa / Inteligentne rozwiazania aby chronic srodowisko. – s. 134.

53. Лященко В., Антоненко В., Зубенко В., Олійник Є., Радченко С. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України (для представників державних та комунальних установ) Розвиток та комерціалізація біоенергетичних

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

технологій у муніципальному секторі в Україні. Громадська організація "Агентство з відновлюваної енергетики". Київ.-2017р.-34с.

54. Утилізація енергетичних відходів в Україні:бути чи не бути. <https://everlegal.ua/utyilizatsiya-energetychnykh-vidkhodiv-v-ukrayini-buty-chy-ne-buty>

55. ДСТУ Будівельна кліматологія, ДСТУ-Н Б В .1.1-27: 2010, Київ, 2011.-123с.

56. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том1-3. Донецьк. 2002р-565с.

58- Керуючі клапани FLECK . <https://prom.ua/Upravlyayuschie-klapany-fleck.html>

59. Каталог насосів IMP Pumps ( Словенія) GHN. 2016.

60. Методика підбору циркуляційних насосів. <https://volar.com.ua/ua/news/metodika-podbora-tsirkuliatsionnyh-nacocov.html>

61ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації. Київ, 2013р. 44с.

62. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні».Київ. 2017р.

63. ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій".Київ. 2020р.

64. ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі», Київ, 2009р.

65. ДСТУ Будівельна кліматологія, ДСТУ-Н Б В .1.1-27: 2010, Київ, 2011.

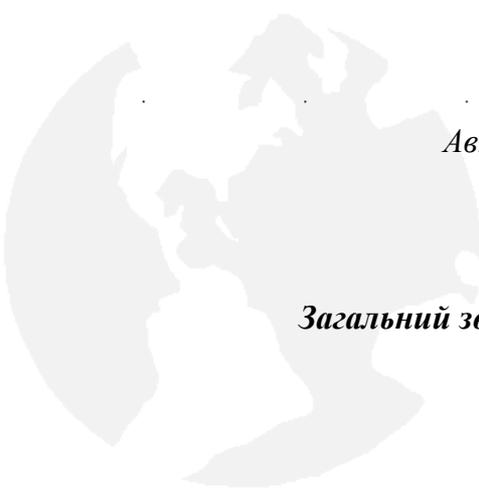
66. Ю.С. Голік, Б.А.Кутний, І.В.Чернецька, С.М.Михайлюк. Створення лабораторії теплотворної здатності палива. Тези 75-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Том 2. (Полтава, 02 травня – 25 травня 2023 року) – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2023. –229-230.

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

*ДОДАТКИ*

					<b>601-МНТД 10700940</b>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		108

# ЕОЛ 2000[h] (Windows версія)



*Автоматизована система розрахунку  
розсіювання викидів  
шкідливих речовин*

*Загальний звіт про результати розрахунку розсіювання*

*"Без фону. м. Гадяч"*

*Розрахунковий модуль системи реалізує методику ОНД-86  
Програма рекомендована для використання Міністерством охорони  
навколишнього природного середовища України(2464/19/4-10 от 15.03.2006)*

Завдання на розрахунок.								
Найменування міста Коди пром. майданчиків Коди речовин Коди груп сумачії Швидкість вітру (м/с) Швидкість вітру (част. U сер. зв.) Швидкість вітру (частки U сер.надфакельної) Крок перебору напр. вітру Фіксов. напр. вітру Кількість найб. вкладн. Кількість макс. конц. Чи врахований фон ? Будувати розрахункову СЗЗ/зону впливу підприємства Висота розрахунку (м)					м. Гадяч 1 301 337 2908 - 0.56 1.12 1.68 2.24 2.8 0.5 1 1.5 2 2.5 - 10 - 3 10 Ні Ні/Ні 0			
Параметри розрахункових майданчиків								
№ п/п	Коорд. X	Коорд. Y	Довжина	Ширина	Кут. пов. розр. майд. відн. вісі ОХ осн. сист. коорд.	Крок по сітці вісь ОХ	Крок по сітці вісь ОУ	Особл. вимоги
1	0.0	0.0	1000.0	1000.0	0.0	50.0	50.0	0

Код міста	Найменування міста	Сер. температура самого теплого місяця (град С)	Сер. температура самого холодного місяця (град С)	Гранична швидкість вітру (м/с)	Регіональний коефіцієнт стратифікації	Кут між північним напрям. та віссю ОХ осн. сист. коорд. (град)	Площа міста (кв. км)
1	м. Гадяч	20.5	-5.6	12.0	200	90	0

Широта (град.,хв.,сек.)	Широта (пнш. чи пдш.)	Довгота (град.,хв.,сек.)	Довгота (зд. чи сд.)	Ймовірність повтору вітру(Пн)	Ймовірність повтору вітру(ПнСх)	Ймовірність повтору вітру(Сх)	Ймовірність повтору вітру(ПдСх)	Ймовірність повтору вітру(Пд)
				9	10	11.9	8.7	14.7

Ймовірність повтору вітру(ПдЗх)	Ймовірність повтору вітру(Зх)	Ймовірність повтору вітру(ПнЗх)
14.9	20.2	10.6

Код пр. майд.	Найменування промислового майданчика	Код речовин (групи сумачії)	Найменування речовини (Коди речовин, що входять у групу сумачії).	Потужність викиду (г/с)	Потужність викиду (т/рік)
1	Котельня	Код р-ни 301 Код р-ни 337 Код р-ни 2908	Азоту діоксид Вуглецю оксид Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 ...	0.1190 0.1210 0.0025	2.6750 3.4500 0.0760

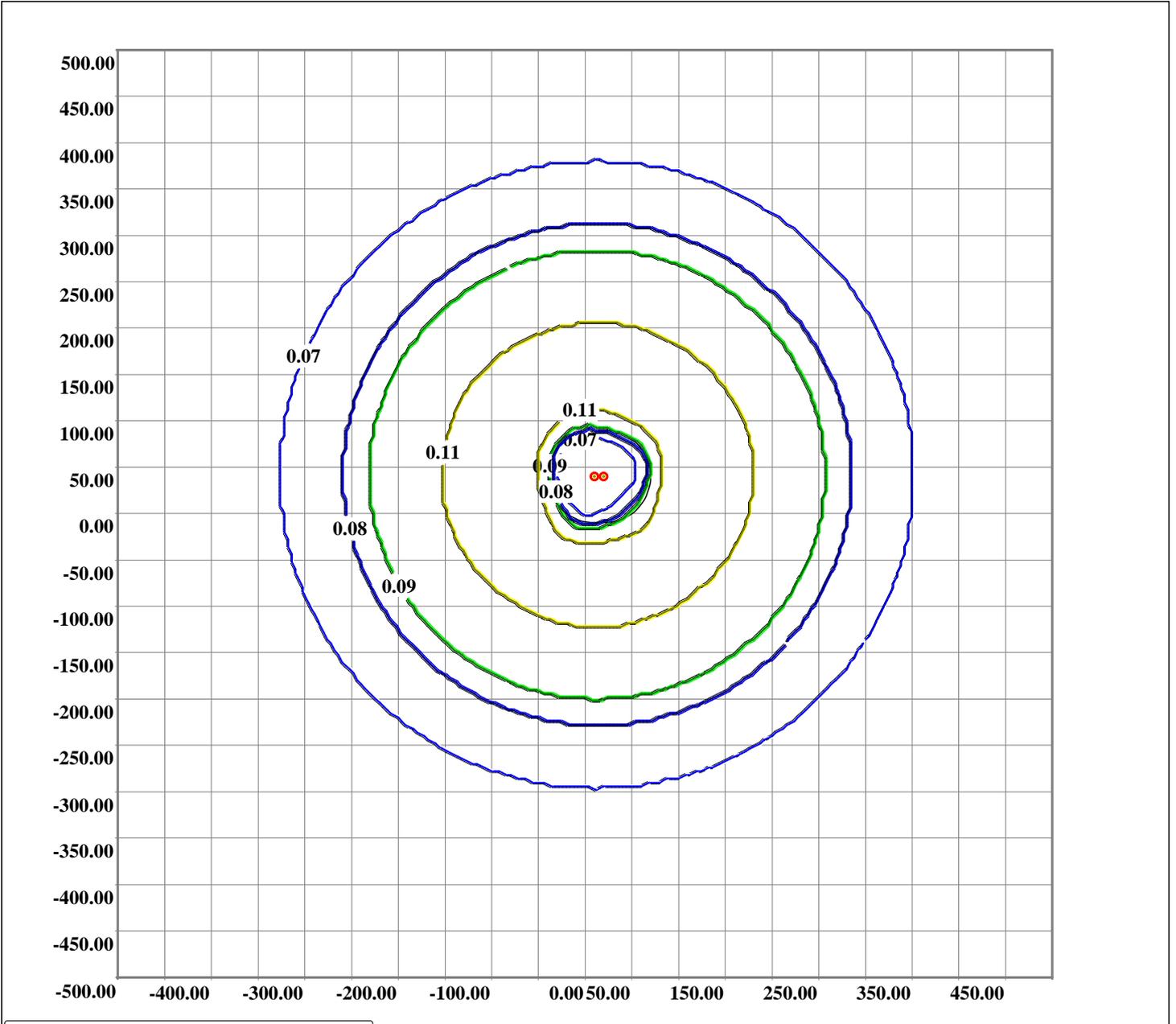
Код речовини	Найменування речовини	ГДК (мг/м.куб)
301	Азоту діоксид	0.20000000

Перелік джерел, у викидах яких є  
Азоту діоксид

Код джерела - Технологічні параметри	10001	10002
Викид г/с	0.0630	0.0560
Клас небезпечн.	5	5
СМ (частки ГДК) СМ мг/м. куб СМ/М мс/м. куб	0.0665 - -	0.0675 - -
ХМ (м)	107.93	99.72
УМ (м/с)	0.87	0.81
X Y Коорд. точеч. початок лін-го, центр симетр. пл-го (м)	10.00 40.00	20.00 40.00
X Y Коорд. кінця лін-го, дов. і ширина пл-го(м)	0.00 0.00	0.00 0.00
Коеф-т рель`єфу	1.0000	1.0000
Витрата ПГПС(м. куб/с)	0.3960	0.3219
Шв-ть вихіду ПГПС: м/с	2.0168	1.6394
Діаметр (м)	0.5000	0.5000
Висота (м)	23.0000	23.0000
Температура (С)	160.0000	160.0000
Коеф-т впоряд. осід.	1.0000	1.0000
Викид т/р	1.4400	1.2350

Точки найбільших концентрацій речовини Азоту діоксид  
 На розрахун. площадці № 1 та номера джерел, що надають найбільший внесок

Концентрації у точці частки ГДК	Коорд. розр. точки X	Коорд. розр. точки Y	Напрям. вітру	Швидкість вітру	Розмір внеску Q0	№ джерела N0	Розмір внеску Q1	№ джерела N1	Розмір внеску Q2	№ джерела N2
0.1326	100.0	100.0	35	0.8412	0.0665	10002	0.0662	10001		
0.1326	100.0	0.0	335	0.8412	0.0664	10002	0.0661	10001		
0.1310	100.0	50.0	7	0.8412	0.0656	10002	0.0654	10001		
0.1304	50.0	-50.0	292	0.8412	0.0658	10001	0.0646	10002		
0.1301	-100.0	50.0	175	0.8412	0.0659	10001	0.0642	10002		
0.1298	-50.0	-50.0	235	0.8412	0.0660	10001	0.0638	10002		
0.1296	-50.0	100.0	136	0.8412	0.0656	10002	0.0640	10001		
0.1290	0.0	150.0	97	0.8412	0.0656	10001	0.0634	10002		
0.1289	0.0	-50.0	262	0.8412	0.0649	10001	0.0639	10002		
0.1280	50.0	150.0	71	0.8412	0.0647	10001	0.0633	10002		



— Нормативна санітарно-захисна зона

Код речовини	Найменування речовини	ГДК (мг/м.куб)
337	Вуглецю оксид	5.00000000

Перелік джерел, у викидах яких є Вуглецю оксид

Код джерела	10001	10002
Технологічні параметри		
Викид г/с	0.0390	0.0820
Клас небезпечн.	5	5
СМ (частки ГДК)	0.0016	0.0040
СМ мг/м. куб	-	-
СМ/М мс/м. куб	-	-
ХМ (м)	107.93	99.72
УМ (м/с)	0.87	0.81
Х У Коорд. точеч. початок лін-го, центр симетр. пл-го (м)	10.00 40.00	20.00 40.00
Х У Коорд. кінця лін-го, дов. і ширина пл-го(м)	0.00 0.00	0.00 0.00
Коеф-т рель`єфу	1.0000	1.0000
Витрата ПГПС(м. куб/с)	0.3960	0.3219
Шв-ть вихіду ПГПС: м/с	2.0168	1.6394
Діаметр (м)	0.5000	0.5000
Висота (м)	23.0000	23.0000
Температура (С)	160.0000	160.0000
Коеф-т впоряд. осід.	1.0000	1.0000
Викид т/р	1.8300	1.6200

Розрахункові данні по речовині Вуглецю оксид  
На розрахун. площадці № 1

Розрахунок по речовині  
Вуглецю оксид  
у визначених точках розрах. площадки № 1 не проводився,  
так як сума максимальних приземних концентрацій,  
визначених у частках ГДК, менше 0.01

Код речовини	Найменування речовини	ГДК (мг/м.куб)
2908	Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в ...	0.30000000

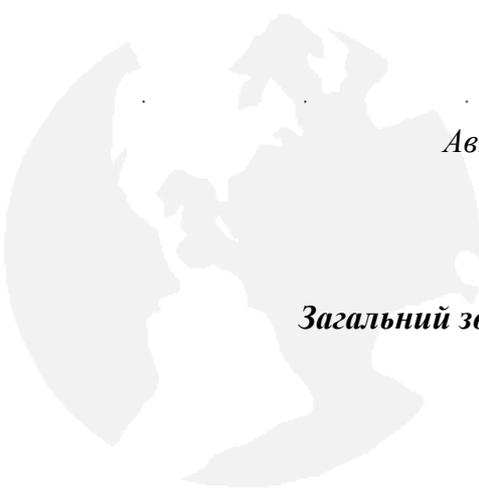
Перелік джерел, у викидах яких є  
Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 (шамот, цемент та ін.)

Код джерела - Технологічні параметри	10002
Викид г/с	0.0025
Клас небезпечн.	5
СМ (частки ГДК) СМ мг/м. куб СМ/М мс/м. куб	0.0020 - -
ХМ (м)	99.72
УМ (м/с)	0.81
X Y Коорд. точеч. початок лін-го, центр симетр. пл-го (м)	20.00 40.00
X Y Коорд. кінця лн-го, дов. і ширина пл-го(м)	0.00 0.00
Коеф-т рель`єфу	1.0000
Витрата ПГПС(м. куб/с)	0.3219
Шв-ть вихіду ПГПС: м/с	1.6394
Діаметр (м)	0.5000
Висота (м)	23.0000
Температура (С)	160.0000
Коеф-т впоряд. осід.	1.0000
Викид т/р	0.0760

Розрахункові данні по речовині Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 (шамот, цемент та ін.)  
На розрахун. площадці № 1

<p>Розрахунок по речовині Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 (шамот, цемент та ін.) у визначених точках розрах. площадки № 1 не проводився, так як сума максимальних приземних концентрацій, визначених у частках ГДК, менше 0.01</p>
---

# **ЕОЛ 2000[h] (Windows версія)**



*Автоматизована система розрахунку  
розсіювання викидів  
шкідливих речовин*

*Загальний звіт про результати розрахунку розсіювання*

*"З фоном. м. Гадяч"*

*Розрахунковий модуль системи реалізує методику ОНД-86  
Програма рекомендована для використання Міністерством охорони  
навколишнього природного середовища України(2464/19/4-10 от 15.03.2006)*

Завдання на розрахунок.								
Найменування міста				м. Гадяч				
Коди пром. майданчиків				1				
Коди речовин				301 337 2908				
Коди груп сумачії				-				
Швидкість вітру (м/с)				0.56 1.12 1.68 2.24 2.8				
Швидкість вітру (част. U сер. зв.)				0.5 1 1.5 2 2.5				
Швидкість вітру (частки U сер.надфакельної)				-				
Крок перебору напр. вітру				10				
Фіксов. напр. вітру				-				
Кількість найб. вкладн.				3				
Кількість макс. конц.				10				
Чи врахований фон ?				Так				
Будувати розрахункову СЗЗ/зону впливу підприємства				Ні/Ні				
Висота розрахунку (м)				0				
Параметри розрахункових майданчиків								
№ п/п	Коорд. X	Коорд. Y	Довжина	Ширина	Кут. пов. розр. майд. відн. вісі ОХ осн. сист. коорд.	Крок по сітці вісь ОХ	Крок по сітці вісь ОУ	Особл. вимоги
1	0.0	0.0	1000.0	1000.0	0.0	50.0	50.0	0

Код міста	Найменування міста	Сер. температура самого теплого місяця (град С)	Сер. температура самого холодного місяця (град С)	Гранична швидкість вітру (м/с)	Регіональний коефіцієнт стратифікації	Кут між північним напрям. та віссю ОХ осн. сист. коорд. (град)	Площа міста (кв. км)
1	м. Гадяч	20.5	-5.6	12.0	200	90	0

Широта (град.,хв.,сек.)	Широта (пнш. чи пдш.)	Довгота (град.,хв.,сек.)	Довгота (зд. чи сд.)	Ймовірність повтору вітру(Пн)	Ймовірність повтору вітру(ПнСх)	Ймовірність повтору вітру(Сх)	Ймовірність повтору вітру(ПдСх)	Ймовірність повтору вітру(Пд)
				9	10	11.9	8.7	14.7

Ймовірність повтору вітру(ПдЗх)	Ймовірність повтору вітру(Зх)	Ймовірність повтору вітру(ПнЗх)
14.9	20.2	10.6

Код пр. майд.	Найменування промислового майданчика	Код речовин (групи сумачії)	Найменування речовини (Коди речовин, що входять у групу сумачії).	Потужність викиду (г/с)	Потужність викиду (т/рік)
1	Котельня	Код р-ни 301 Код р-ни 337 Код р-ни 2908	Азоту діоксид Вуглецю оксид Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 ...	0.1190 0.1210 0.0025	2.6750 3.4500 0.0760

Код речовини	Найменування речовини	ГДК (мг/м.куб)
301	Азоту діоксид	0.20000000

Фонові концентрації, які вміщують внески діючих джерел (Частки ГДК) (частки ГДК) (Вихідні рівні забруднення) для речовини : Азоту діоксид. Варіант завдання фону : а.

Коорд. X поста спостереження	Коорд. Y поста спостереження	U<2 м/с (штиль)	Швидкість вітру 2<U<U* Пн	Швидкість вітру 2<U<U* ПнС	Швидкість вітру 2<U<U* С	Швидкість вітру 2<U<U* ПдС	Швидкість вітру 2<U<U* Пд	Швидкість вітру 2<U<U* ПдЗ	Швидкість вітру 2<U<U* З	Швидкість вітру 2<U<U* ПнЗ
0.00	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

Фонові концентрації без урахування внесків діючих джерел (Частки ГДК) (частки ГДК) (Власне фон - верхнє число, вклад - нижнє) для речовини : Азоту діоксид. Варіант завдання фону : а.

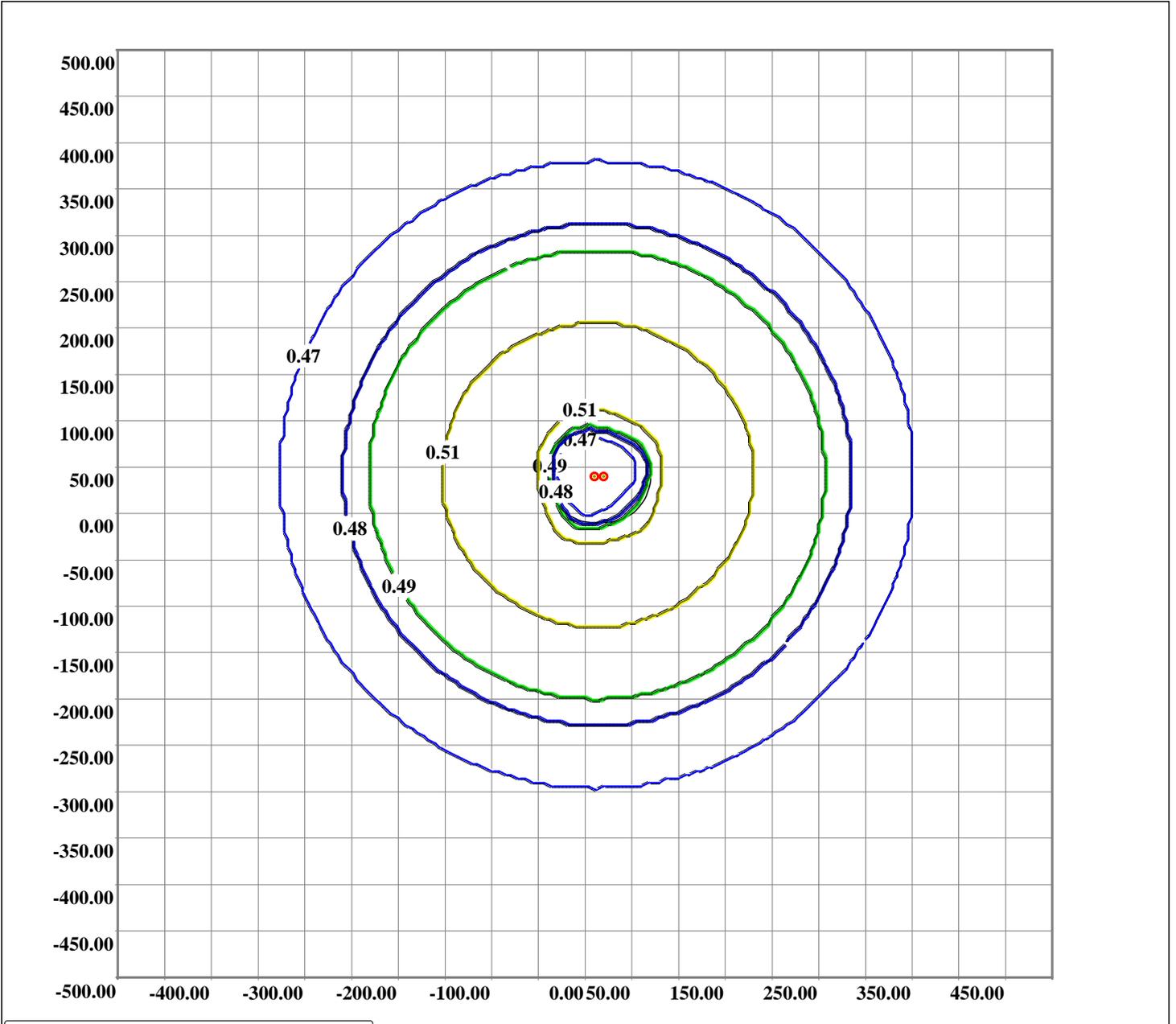
Коорд. X поста спостереження	Коорд. Y поста спостереження	U<2 м/с (штиль)	Швидкість вітру 2<U<U* Пн	Швидкість вітру 2<U<U* ПнС	Швидкість вітру 2<U<U* С	Швидкість вітру 2<U<U* ПдС	Швидкість вітру 2<U<U* Пд	Швидкість вітру 2<U<U* ПдЗ	Швидкість вітру 2<U<U* З	Швидкість вітру 2<U<U* ПнЗ
0.00	0.00	0.4000 -	0.4000 -	0.4000 -	0.4000 -	0.4000 -	0.4000 -	0.4000 -	0.4000 -	0.4000 -

Перелік джерел, у викидах яких є  
Азоту діоксид

Код джерела - Технологічні параметри	10001	10002
Викид г/с	0.0630	0.0560
Клас небезпечн.	5	5
СМ (частки ГДК) СМ мг/м. куб СМ/М мс/м. куб	0.0665 - -	0.0675 - -
ХМ (м)	107.93	99.72
УМ (м/с)	0.87	0.81
X Y Коорд. точеч. початок лін-го, центр симетр. пл-го (м)	10.00 40.00	20.00 40.00
X Y Коорд. кінця лін-го, дов. і ширина пл-го(м)	0.00 0.00	0.00 0.00
Коеф-т рель`єфу	1.0000	1.0000
Витрата ПГПС(м. куб/с)	0.3960	0.3219
Шв-ть вихіду ПГПС: м/с	2.0168	1.6394
Діаметр (м)	0.5000	0.5000
Висота (м)	23.0000	23.0000
Температура (С)	160.0000	160.0000
Коеф-т впоряд. осід.	1.0000	1.0000
Викид т/р	1.4400	1.2350

Точки найбільших концентрацій речовини Азоту діоксид  
 На розрахун. площадці № 1 та номера джерел, що надають найбільший внесок

Концентрації у точці частки ГДК	Коорд. розр. точки X	Коорд. розр. точки Y	Напрям. вітру	Швидкість вітру	Розмір внеску Q0	№ джерела N0	Розмір внеску Q1	№ джерела N1	Розмір внеску Q2	№ джерела N2
0.5326	100.0	100.0	35	0.8412	0.0665	10002	0.0662	10001		
0.5326	100.0	0.0	335	0.8412	0.0664	10002	0.0661	10001		
0.5310	100.0	50.0	7	0.8412	0.0656	10002	0.0654	10001		
0.5304	50.0	-50.0	292	0.8412	0.0658	10001	0.0646	10002		
0.5301	-100.0	50.0	175	0.8412	0.0659	10001	0.0642	10002		
0.5298	-50.0	-50.0	235	0.8412	0.0660	10001	0.0638	10002		
0.5296	-50.0	100.0	136	0.8412	0.0656	10002	0.0640	10001		
0.5290	0.0	150.0	97	0.8412	0.0656	10001	0.0634	10002		
0.5289	0.0	-50.0	262	0.8412	0.0649	10001	0.0639	10002		
0.5280	50.0	150.0	71	0.8412	0.0647	10001	0.0633	10002		



Код речовини	Найменування речовини	ГДК (мг/м.куб)
337	Вуглецю оксид	5.00000000

Фонові концентрації, які вміщують внески діючих джерел (Частки ГДК) (частки ГДК) (Вихідні рівні забруднення) для речовини : Вуглецю оксид. Варіант завдання фону : а.

Коорд. X поста спостереження	Коорд. Y поста спостереження	U<2 м/с (штиль)	Швидкість вітру 2<U<U* Пн	Швидкість вітру 2<U<U* ПнС	Швидкість вітру 2<U<U* С	Швидкість вітру 2<U<U* ПдС	Швидкість вітру 2<U<U* Пд	Швидкість вітру 2<U<U* ПдЗ	Швидкість вітру 2<U<U* 3	Швидкість вітру 2<U<U* ПнЗ
0.00	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

Фонові концентрації без урахування внесків діючих джерел (Частки ГДК) (частки ГДК) (Власне фон - верхнє число, вклад - нижнє) для речовини : Вуглецю оксид. Варіант завдання фону : а.

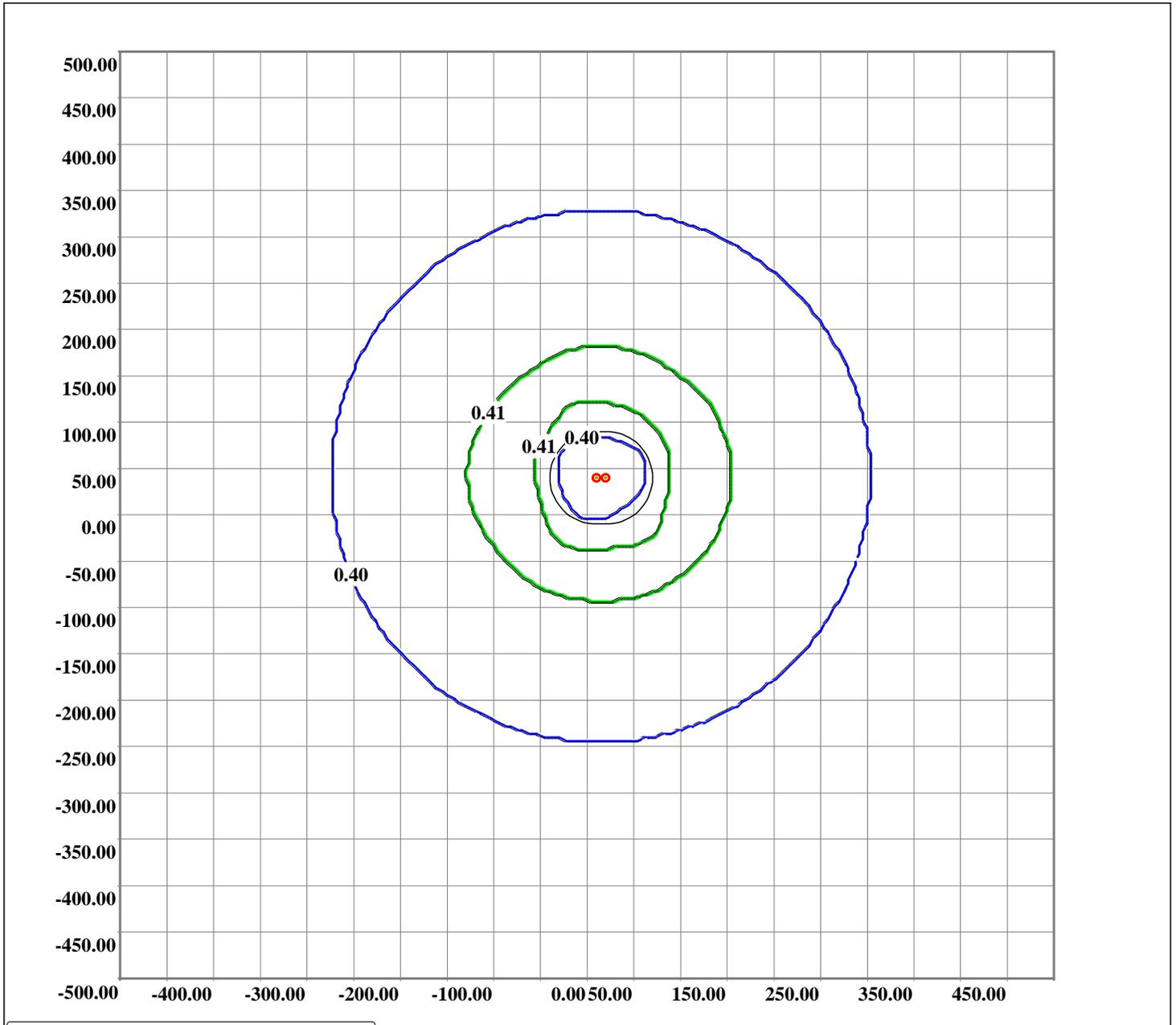
Коорд. X поста спостереження	Коорд. Y поста спостереження	U<2 м/с (штиль)	Швидкість вітру 2<U<U* Пн	Швидкість вітру 2<U<U* ПнС	Швидкість вітру 2<U<U* С	Швидкість вітру 2<U<U* ПдС	Швидкість вітру 2<U<U* Пд	Швидкість вітру 2<U<U* ПдЗ	Швидкість вітру 2<U<U* 3	Швидкість вітру 2<U<U* ПнЗ
0.00	0.00	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000
		-	-	-	-	-	-	-	-	-

Перелік джерел, у викидах яких є  
Вуглецю оксид

Код джерела - Технологічні параметри	10001	10002
Викид г/с	0.0390	0.0820
Клас небезпечн.	5	5
СМ (частки ГДК) СМ мг/м. куб СМ/М мс/м. куб	0.0016 - -	0.0040 - -
ХМ (м)	107.93	99.72
УМ (м/с)	0.87	0.81
X Y Коорд. точеч. початок лін-го, центр симетр. пл-го (м)	10.00 40.00	20.00 40.00
X Y Коорд. кінця лін-го, дов. і ширина пл-го(м)	0.00 0.00	0.00 0.00
Коеф-т рель`єфу	1.0000	1.0000
Витрата ПГПС(м. куб/с)	0.3960	0.3219
Шв-ть вихіду ПГПС: м/с	2.0168	1.6394
Діаметр (м)	0.5000	0.5000
Висота (м)	23.0000	23.0000
Температура (С)	160.0000	160.0000
Коеф-т впоряд. осід.	1.0000	1.0000
Викид т/р	1.8300	1.6200

Точки найбільших концентрацій речовини Вуглецю оксид  
На розрахун. площадці № 1 та номера джерел, що надають найбільший внесок

Концентрації у точці частки ГДК	Коорд. розр. точки X	Коорд. розр. точки Y	Напря. вітру	Швидкість вітру	Розмір внеску Q0	№ джерела N0	Розмір внеску Q1	№ джерела N1	Розмір внеску Q2	№ джерела N2
0.4055	100.0	100.0	37	0.8295	0.0039	10002	0.0016	10001		
0.4055	100.0	0.0	333	0.8295	0.0039	10002	0.0016	10001		
0.4055	100.0	50.0	7	0.8295	0.0039	10002	0.0016	10001		
0.4055	50.0	-50.0	288	0.8295	0.0039	10002	0.0015	10001		
0.4055	-50.0	100.0	139	0.8295	0.0039	10002	0.0015	10001		
0.4054	0.0	-50.0	257	0.8295	0.0039	10002	0.0015	10001		
0.4054	-50.0	-50.0	232	0.8295	0.0038	10002	0.0016	10001		
0.4054	-100.0	50.0	175	0.8295	0.0038	10002	0.0016	10001		
0.4054	0.0	150.0	100	0.8295	0.0038	10002	0.0015	10001		
0.4053	50.0	150.0	75	0.8295	0.0038	10002	0.0015	10001		



— Нормативна санітарно-захисна зона

Код речовини	Найменування речовини	ГДК (мг/м.куб)
2908	Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в ...	0.30000000

Фонові концентрації, які вміщують внески діючих джерел (Частки ГДК) (частки ГДК) (Вихідні рівні забруднення) для речовини : Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 (шамот, цемент та ін.). Варіант завдання фону : а.

Коорд. X поста спостереження	Коорд. Y поста спостереження	U<2 м/с (штиль)	Швидкість вітру 2<U<U* Пн	Швидкість вітру 2<U<U* ПнС	Швидкість вітру 2<U<U* С	Швидкість вітру 2<U<U* ПдС	Швидкість вітру 2<U<U* Пд	Швидкість вітру 2<U<U* ПдЗ	Швидкість вітру 2<U<U* З	Швидкість вітру 2<U<U* ПнЗ
0.00	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

Фонові концентрації без урахування внесків діючих джерел (Частки ГДК) (частки ГДК) (Власне фон - верхнє число, вклад - нижнє) для речовини : Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 (шамот, цемент та ін.). Варіант завдання фону : а.

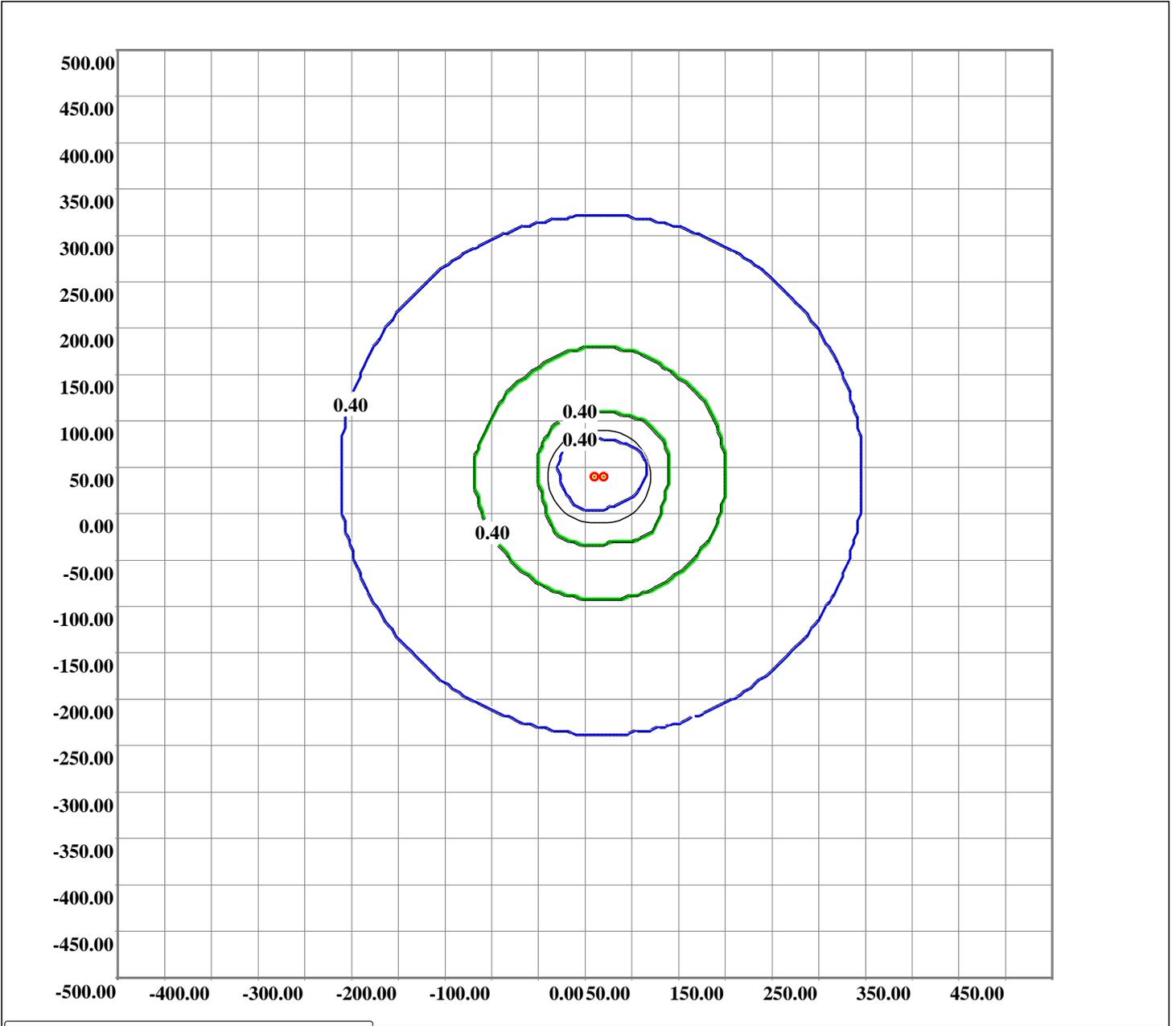
Коорд. X поста спостереження	Коорд. Y поста спостереження	U<2 м/с (штиль)	Швидкість вітру 2<U<U* Пн	Швидкість вітру 2<U<U* ПнС	Швидкість вітру 2<U<U* С	Швидкість вітру 2<U<U* ПдС	Швидкість вітру 2<U<U* Пд	Швидкість вітру 2<U<U* ПдЗ	Швидкість вітру 2<U<U* З	Швидкість вітру 2<U<U* ПнЗ
0.00	0.00	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000	0.4000
		-	-	-	-	-	-	-	-	-

Перелік джерел, у викидах яких є  
Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 (шамот, цемент та ін.)

Код джерела - Технологічні параметри	10002
Викид г/с	0.0025
Клас небезпечн.	5
СМ (частки ГДК) СМ мг/м. куб СМ/М мс/м. куб	0.0020 - -
ХМ (м)	99.72
УМ (м/с)	0.81
X Y Коорд. точеч. початок лін-го, центр симетр. пл-го (м)	20.00 40.00
X Y Коорд. кінця лін-го, дов. і ширина пл-го(м)	0.00 0.00
Коеф-т рель`єфу	1.0000
Витрата ПГПС(м. куб/с)	0.3219
Шв-ть вихіду ПГПС: м/с	1.6394
Діаметр (м)	0.5000
Висота (м)	23.0000
Температура (С)	160.0000
Коеф-т впоряд. осід.	1.0000
Викид т/р	0.0760

Точки найбільших концентрацій речовини Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 (шамот, цемент та ін.)  
На розрахун. площадці № 1 та номера джерел, що надають найбільший внесок

Концентрації у точці частки ГДК	Коорд. розр. точки X	Коорд. розр. точки Y	Напрям. вітру	Швидкість вітру	Розмір внеску Q0	№ джерела N0	Розмір внеску Q1	№ джерела N1	Розмір внеску Q2	№ джерела N2
0.4020	50.0	-50.0	288	0.8124	0.0020	10002				
0.4020	-50.0	100.0	139	0.8124	0.0020	10002				
0.4020	0.0	-50.0	257	0.8124	0.0020	10002				
0.4020	100.0	100.0	37	0.8124	0.0020	10002				
0.4020	100.0	0.0	333	0.8124	0.0020	10002				
0.4020	100.0	50.0	7	0.8124	0.0020	10002				
0.4020	-50.0	0.0	210	0.8124	0.0020	10002				
0.4019	0.0	150.0	100	0.8124	0.0019	10002				
0.4019	50.0	150.0	75	0.8124	0.0019	10002				
0.4019	-50.0	-50.0	232	0.8124	0.0019	10002				



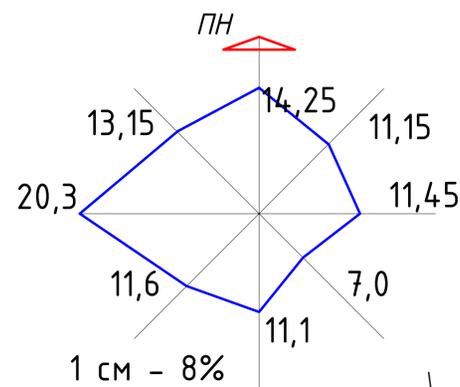
— Нормативна санітарно-захисна зона

# АКТУАЛЬНІСТЬ ПОСТАВЛЕНОГО ПИТАННЯ

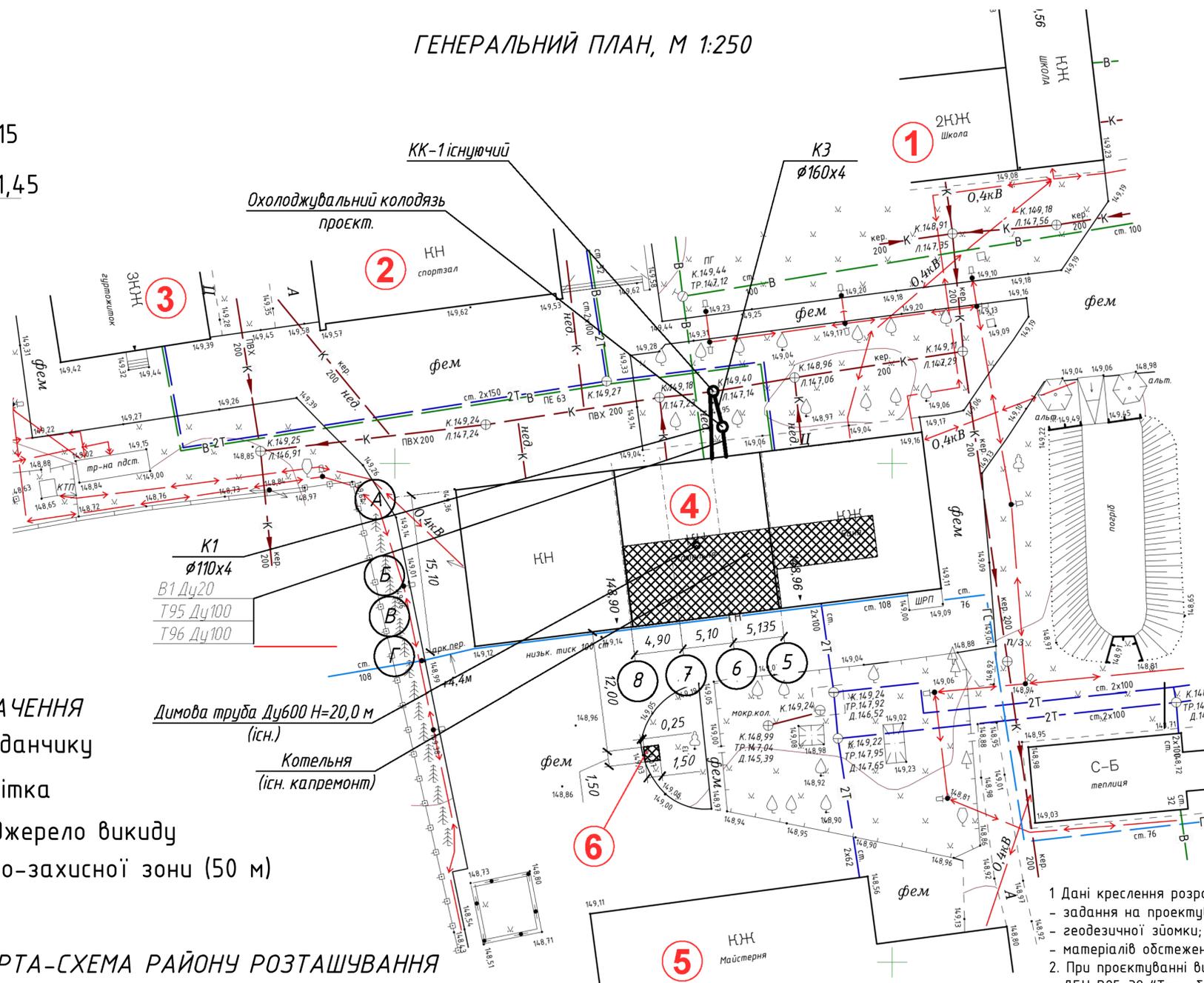
МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Запроектувати котельню в місті Гадяч з можливістю використання альтернативного палива</li> <li>- Провести аналіз екологічної ефективності роботи котлів на альтернативному паливі з точки зору забруднення атмосферного повітря</li> </ul>
ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дослідити викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, що утворюються при використанні альтернативних видів палива і роботи запроектованої котельні</li> <li>- Провести розрахунки розсіювання забруднюючих речовин в умовах використання різних видів палива і визначити оптимальний варіант альтернативного палива</li> </ul>
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Використання альтернативного палива в котельному обладнанні</li> </ul>
ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Вивчення роботи сучасних видів котельного обладнання при використанні альтернативних видів палива і утворення забруднюючих речовин, що виникають при спалюванні.</li> </ul>
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Методами дослідження є сучасні методи визначення утворення забруднюючих речовин при спалюванні в котельному обладнанні, які дозволяють вірно відобразити теплотехнічні та екологічні показники роботи котлоагрегатів, що працюють на альтернативному паливі.</li> </ul>
НАУКОВА НОВИЗНА	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проведення аналізу використання альтернативних рослинних видів палива при мінімальному екологічному навантаженні в умовах пошуку оптимального варіанту в складних умовах дефіциту енергоресурсів в окремому регіоні</li> </ul>
ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Вибір оптимального виду альтернативного палива, яке має найменший негативний вплив на стан забруднення атмосферного повітря окремого району міста Гадяч</li> </ul>

				ДР дБНТ 10700940		
				Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив	Михайлик С.М.					
Керівник	Голік Ю.С.					
Перевірив	Голік Ю.С.					
				Постановка задачі		
				Стадія	Аркуш	Аркушів
				ДР	1	11
				Мета роботи. Об'єкт дослідження. Предмет дослідження. Новизна. Практичне значення результатів.		
Зав. кафедрою				Голік Ю.С.	Національний університет "Львівська політехніка", кафедра тепло-енергетичної вентиляції та теплотехніки	
В/Ш - 594 / 841 (0,50*2) Allplan 2011						

РОЗА ВІТРІВ



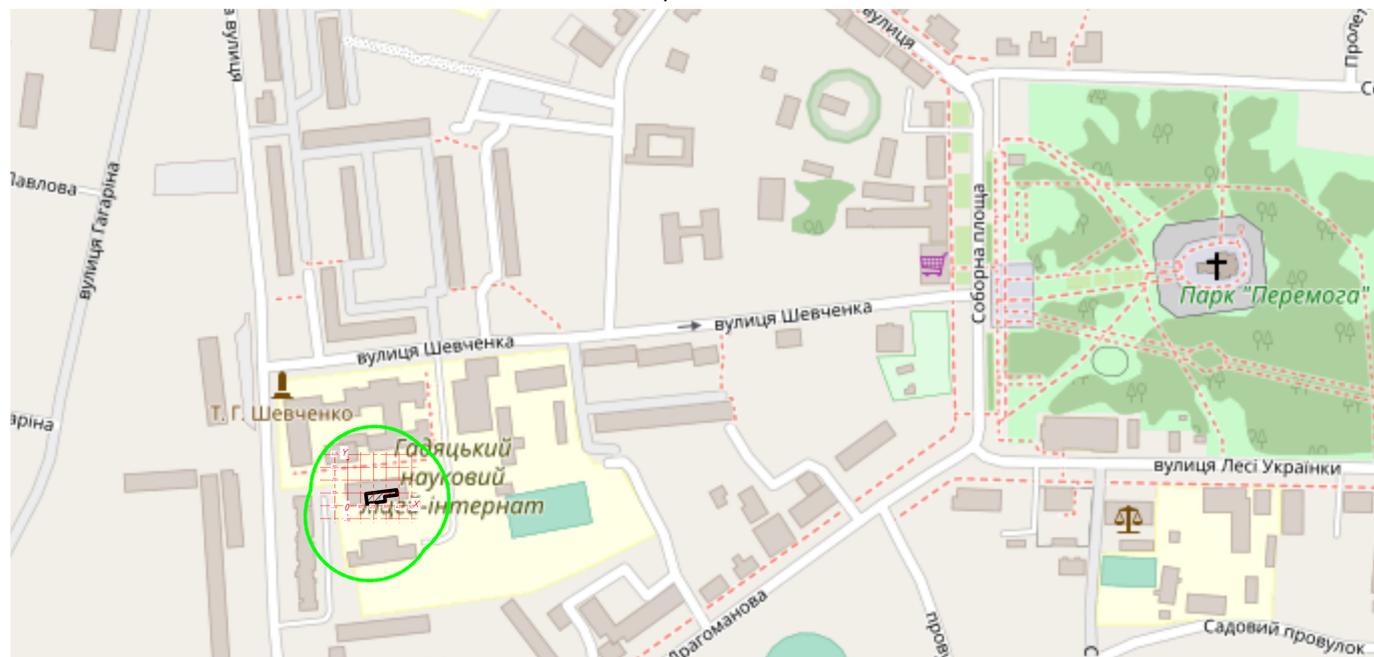
ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН, М 1:250



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- територія майданчику
- координатна сітка
- організоване джерело викиду
- межа санітарно-захисної зони (50 м)

СИТУАЦІЙНА КАРТА-СХЕМА РАЙОНУ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ, М 1:2750



ВІДОМІСТЬ КРЕСЛЕНЬ

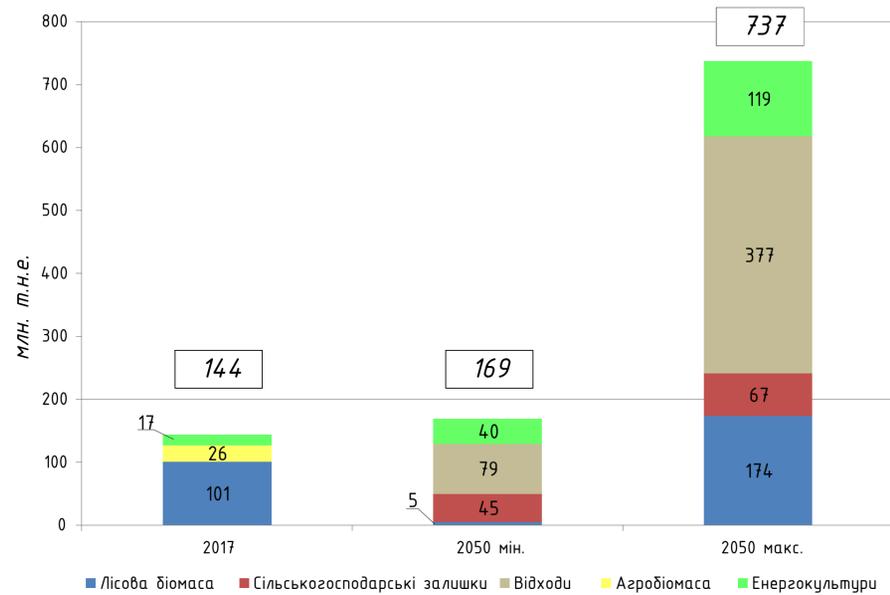
Аркуш	Найменування	Примітки
1.	Постановка задачі	
2.	Роза вітрів. Ситуаційна карта-схема району розташування об'єкту проектування. Умовні позначення. Генеральний план. Відомість креслень. Загальні дані.	
3.	Загальне постачання первинної енергії в Україні. ВВС біомаси та оцінка енергетичного потенціалу біомаси в ЕС. Частка ВДЕ в системах опалення та охолодження ЕС. Динаміка розвитку біоенергетики в Україні. Частка енергії з ВДЕ у кінцевому споживанні енергії України.	
4.	Енергетичний потенціал відходів рослинної сільськогосподарської біомаси, зернодобових культур, спеціальних культур.	
5.	Котли "ALTER" MEGA. Технічні характеристики котлів. Вигляд котлів. Габаритні розміри та внутрішня будова котла. Зовнішній вигляд та основні елементи котла. Характеристика палива.	
6.	План на позначці 0.000. Розрізи 1-1, 2-2. М 1:75. Вигляд димової труби. Схема подачі палива. Експлікація обладнання.	
7.	Тепломеханічні рішення котельні. План на позначці ±0,000. Розріз 1-1 М 1:50. Розріз 5-5 М 1:25. Експлікація обладнання.	
8.	Тепломеханічні рішення котельні. План на позначці ±0,000. Розрізи 2-2, 3-3, 4-4 М 1:75. Розріз 6-6 М 1:25. Експлікація обладнання.	
9.	Таблиця параметрів джерел викидів. Карти розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі М 1:6541	
10.	Лабораторія теплотворної здатності відновлюваного палива. Теплова схема обладнання. Експлікація обладнання. Умовні позначення.	
11.	Висновки	

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

- 1 Дані креслення розроблені на основі вихідних даних:
  - завдання на проектування;
  - геодезичної зйомки;
  - матеріалів обстеження на місці.
- 2 При проектуванні використані наступні документи:
  - ДБН В25-39 "Теплоді мережі",
  - Р - НПАДП 000-482-18 "Правила охорони праці під час експлуатації обладнання що працює ліу тиском".
3. Джерелом теплопостачання є проєктована котельня.
4. Трубопроводи у відповідності з НПАО 0200-187-18 відносяться до IV категорії, I-ї групи.
5. Теплові навантаження: 2,3 MW.
6. Розрахунковий температурний графік роботи (зимовий період) опалення - 85-65 °C.
7. Тиск в трубопроводах теплової мережі:
  - трубопровід, що подає, - 0,35 МПа
  - зворотній трубопровід - 0,15 МПа..
8. Трубопроводи тепломережі прокладаються підземно у лотках.
- 9 Для компенсації теплових подовжень служать кути повороту трубопроводів.
10. Трубопроводи монтується з сталевих електрозварних труб в поліетиленовій оболонці.
11. Всі трубопроводи попередньо теплоізовані.
12. Злив води з тепломережі здійснюється в напрямках котельні.
13. Відвід продуктів загоряння здійснюється через дві димові труби Ду500 мм. Висота димових труб - 23 м. Димові труби виконуються з секцій заводського виконання, що кріпляться на металевому каркасі.
14. Котельня працює з обслуговуючим персоналом.
15. Паливом для котельні служить деревна пелета теплотворною здатністю 4200 ккал/кг.
16. Передбачене водопостачання котельні підземним водопроводом для підживлення тепломережі та Внутрішнього пожежогасіння.
17. Виробничі стоки від котельні відводяться в існуючу каналізацію на майданчику.

ДР дБНТ 10700940			
Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадач			
Зм. Кільк.	Арк. №док.	Підпис	Дата
Розробив	Михайлик СМ		
Керівник	Голік Ю.С.		
Перевірив	Голік Ю.С.		
Загальні дані		Стадія	Аркуші
		ДР	2 11
Роза вітрів. Ситуаційна карта-схема району розташування об'єкту проектування. Умовні позначення. Генеральний план. Відомість креслень. Загальні дані.			
Національний університет "Львівська політехніка" кафедра тепло-енергетичного машинобудування та теплотехніки			
Зав. кафедрою Голік Ю.С.			

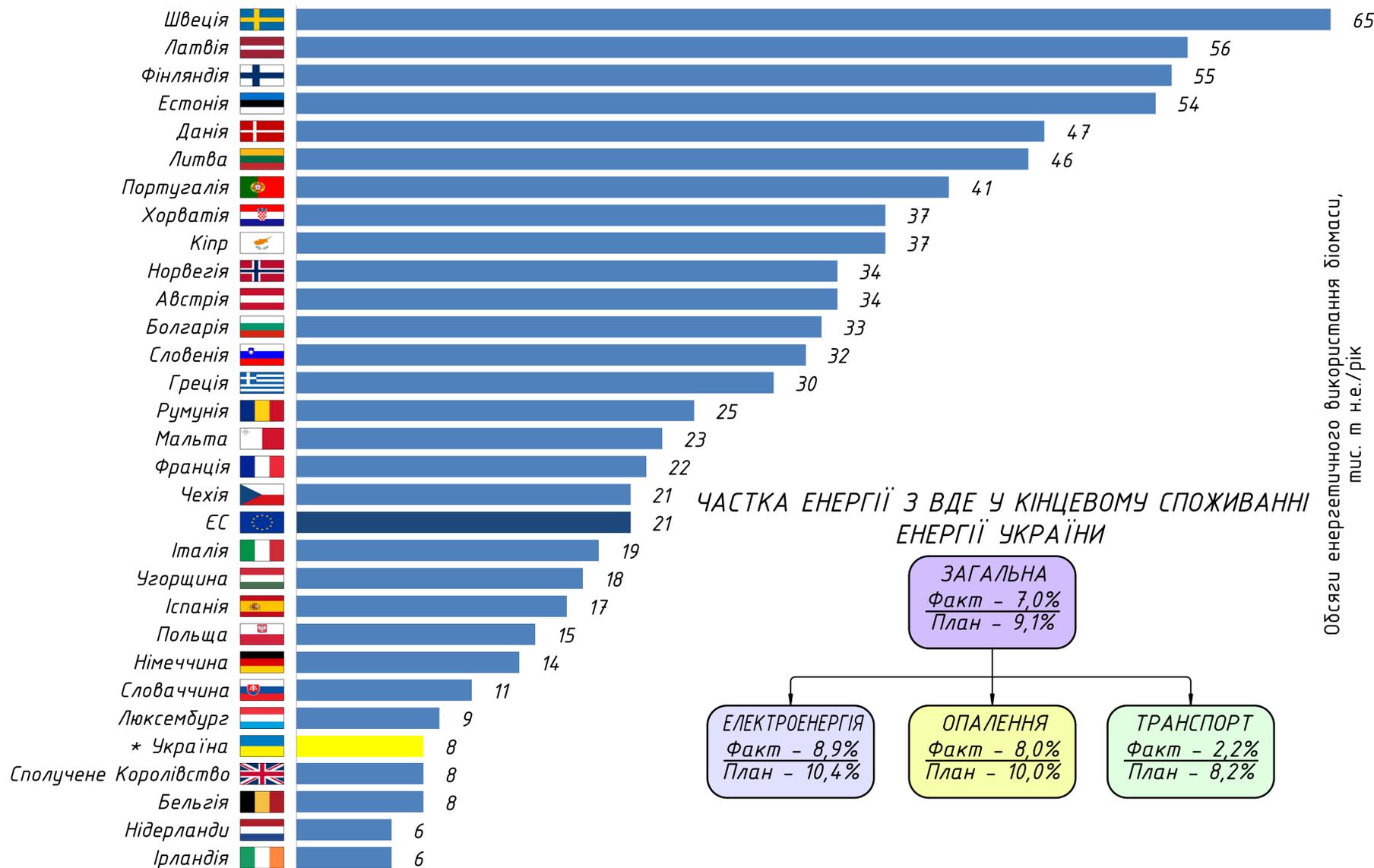
**ВАЛОВЕ ВНУТРІШНЄ СПОЖИВАННЯ БІОМАСИ (2017 Р.) ТА ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ БІОМАСИ (2050 Р.) В ЕС-28**



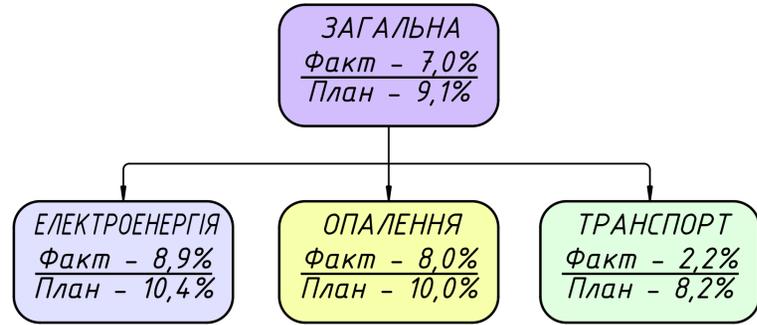
**ЗАГАЛЬНЕ ПОСТАЧАННЯ ПЕРВИННОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ**



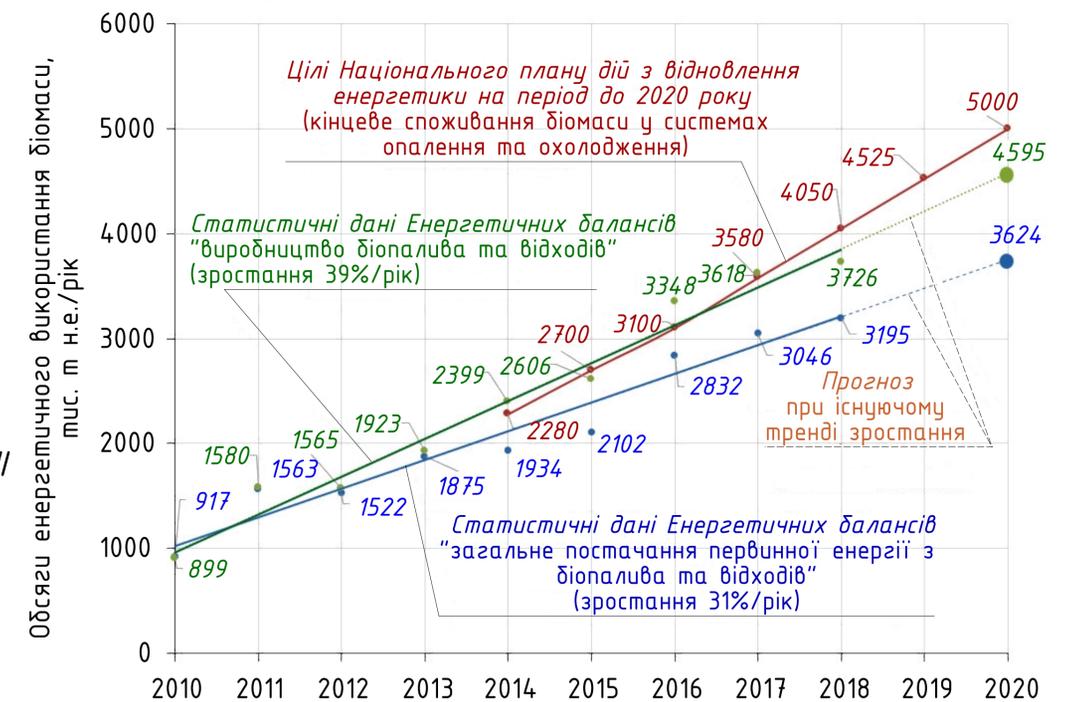
**ЧАСТКА ВДЕ В СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ ЕС, %**



**ЧАСТКА ЕНЕРГІЇ З ВДЕ У КІНЦЕВОМУ СПОЖИВАННІ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ**



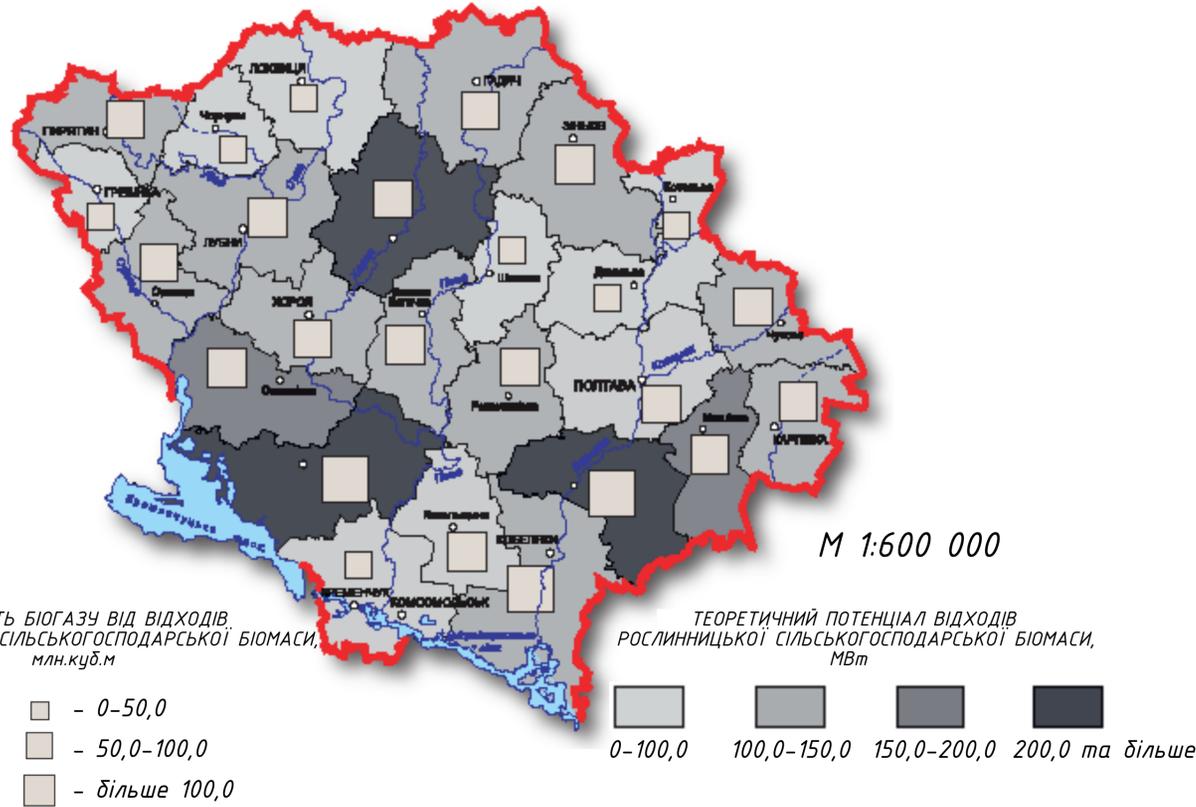
**ДИНАМІКА РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ: СТАТИСТИЧНІ ДАНІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ, ЦІЛІ НПДВЕ ТА ПРОГНОЗ ДО 2020 Р.**



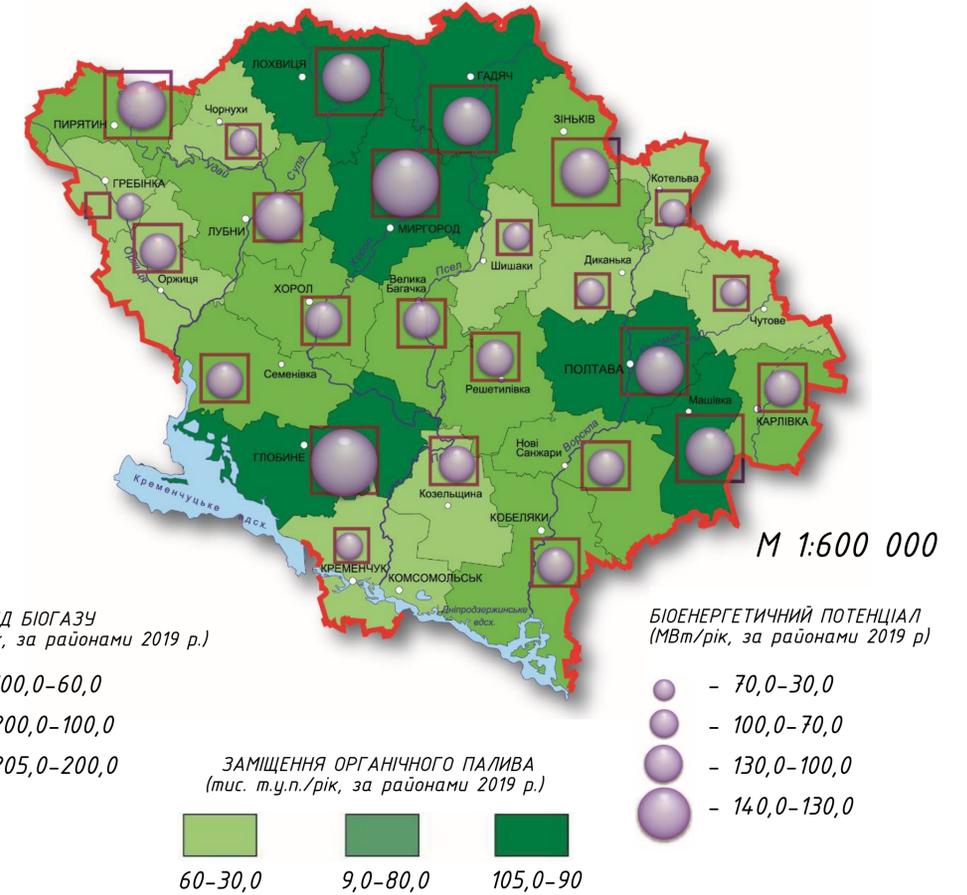
ДР дБНТ 10700940			
Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч			
Зм. Кільк.	Арх. №доку	Підпис	Дата
Розробив	Михайлик С.М.		
Керівник	Голік Ю.С.		
Перевірив	Голік Ю.С.		
Альтернативні види палива		Стадія	Аркуші
		ДР	3 11
Загальне постачання первинної енергії в Україні: ВВП, біомаса та оцінка енергетичного потенціалу біомаси в ЕС. Частка ВДЕ в системі опалення та охолодження ЕС. Динаміка розвитку біоенергетики в Україні. Частка енергії з ВДЕ у кінцевому споживанні енергії України.			
Національний університет «Львівська політехніка» імені Юрія Кондратюка кафедра тепло-енергетичної вентиляції та теплотехніки			

# БІОЕНЕРГЕТИКА ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

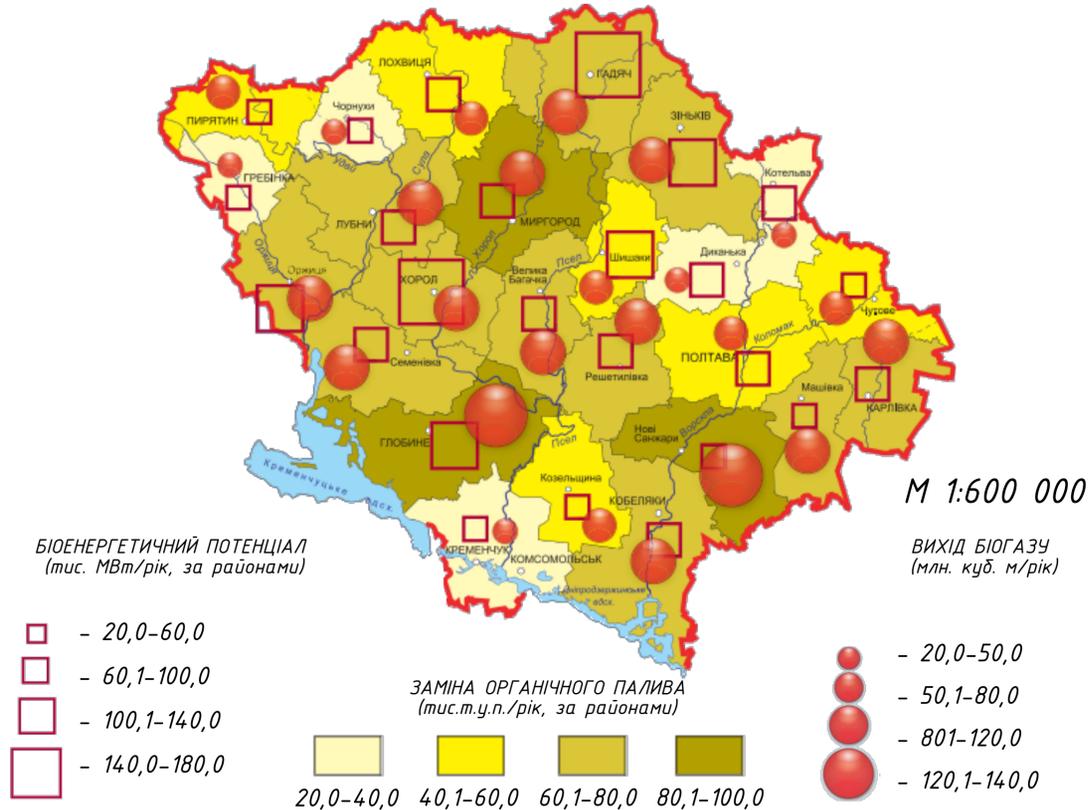
## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІДХОДІВ РОСЛИННОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ БІОМАСИ



## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

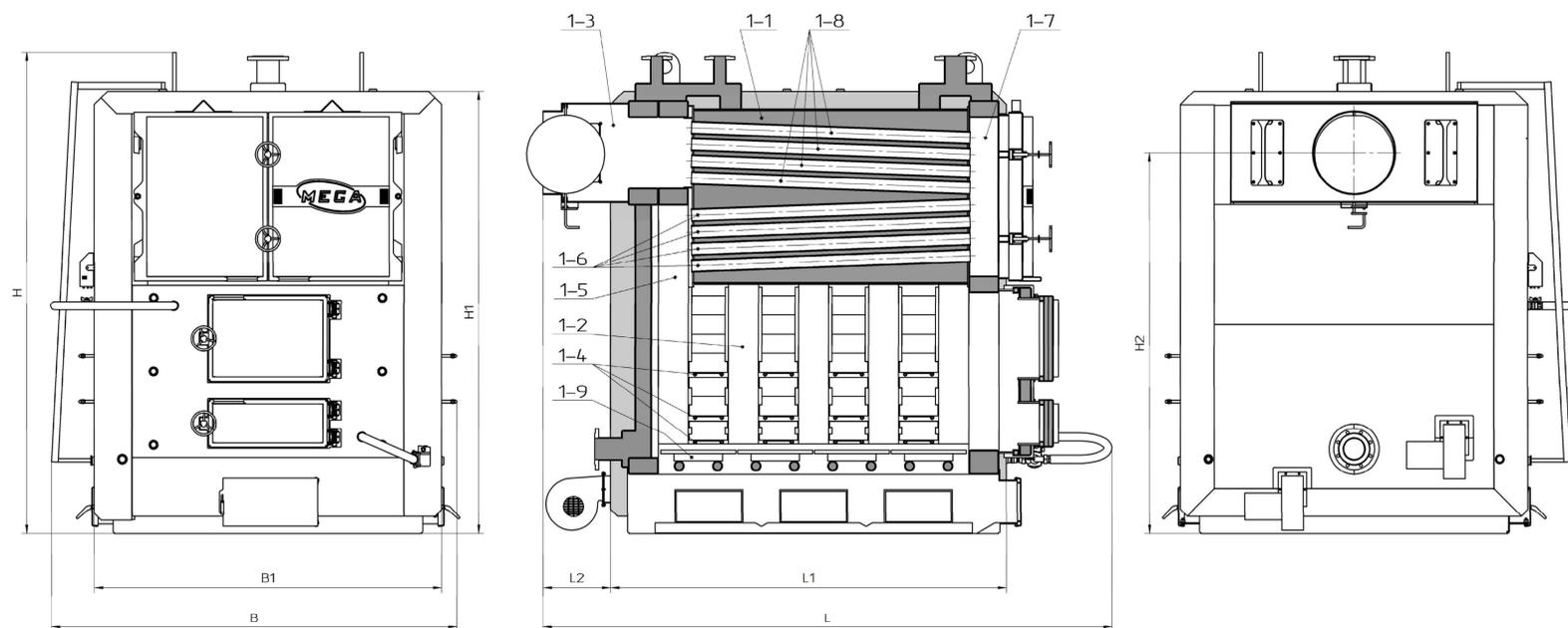


## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СПЕЦІАЛЬНИХ КУЛЬТУР

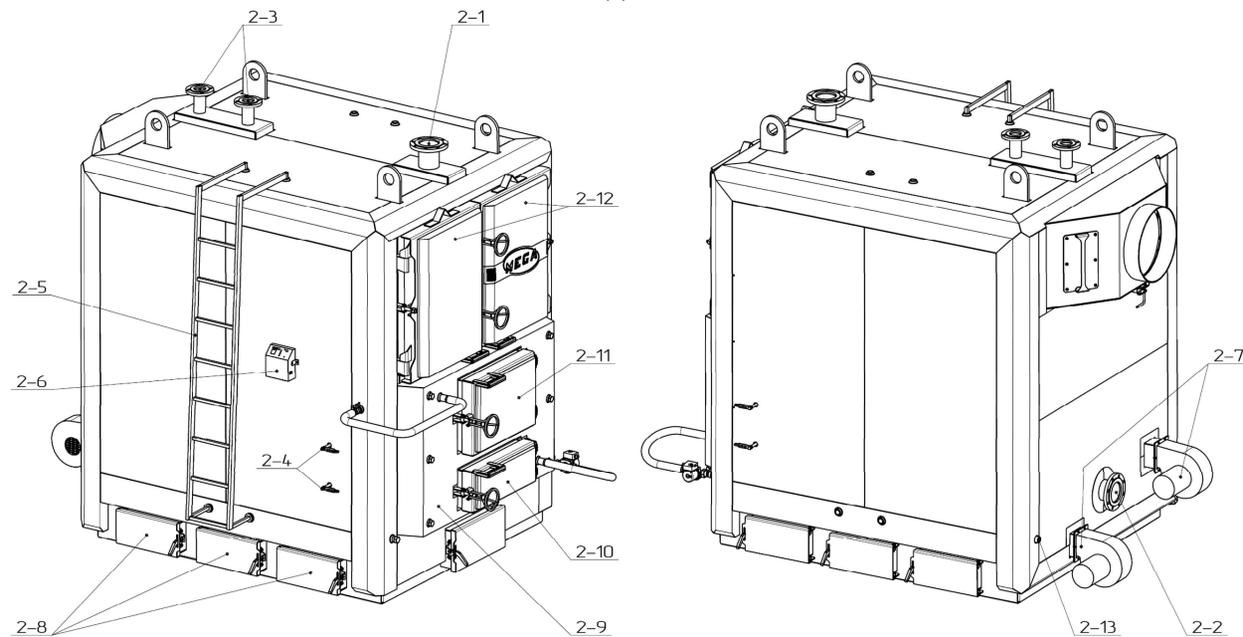


				ДР дБНТ 10700940		
Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч						
Зм.	Кільк.	Арк.	№доку.	Підпис	Дата	
Розробив	Михайлик С.М.					
Керівник	Голік Ю.С.					
Перевірив	Голік Ю.С.					
				Біоенергетика Полтавської області		Стадія
				ДР		Аркуш
				4		Аркушів
				11		
				Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» кафедра тепло-енергетична, вентиляції та теплотехніки		
				Зав. кафедри Голік Ю.С.		

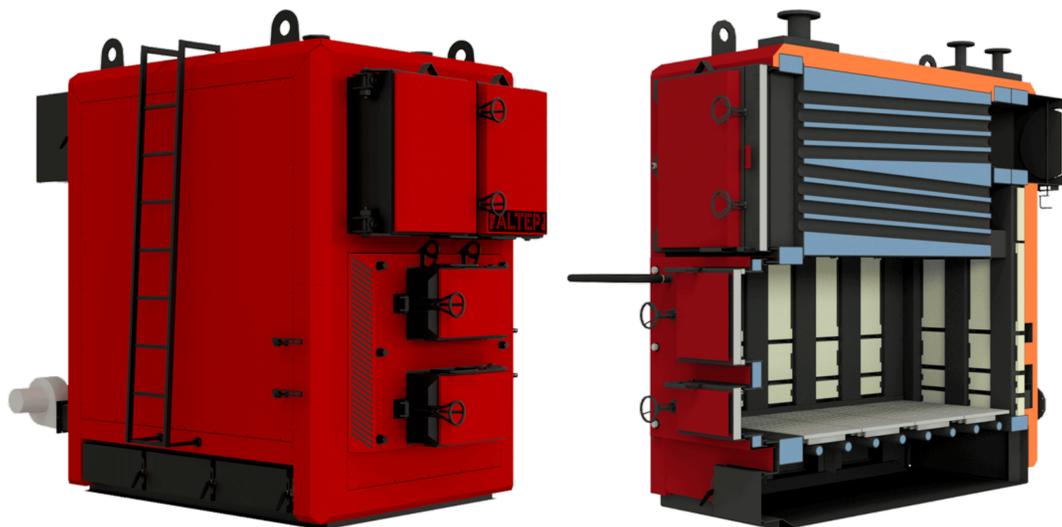
## ГАБАРИТНІ РОЗМІРИ ТА ВНУТРІШНЯ БУДОВА КОТЛА



## ЗОВНІШНІЙ ВИГЛЯД ТА ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ КОТЛА



## ВИГЛЯД КОТЛІВ "ALTER" MEGA



Поз.	Найменування параметру
1-1	Корпус котла
1-2	Топка
1-3	Боров
1-4	Патрубки подачі повітря на горіння
1-5	Перша поворотна камера
1-6	Перший ряд жарових труб
1-7	Зона чищення котла (друга поворотна камера)
1-8	Другий ряд жарових труб
1-9	Колосникові ґрати
2-1	Патрубок прямої мережної води
2-2	Патрубок зворотної мережної води
2-3	Патрубки під запобіжні клапани котла
2-4	Ручки повітряних заслінок
2-5	Драбина монтажна
2-6	Блок автоматики управління
2-7	Вентилятори нагнітання *
2-8	Дверцята зольника
2-9	Двері топки
2-10	Дверцята колосникові
2-11	Дверцята завантажувальні
2-12	Дверцята конвекційної частини котла
2-13	Штуцер зливу води з котла

## ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОТЛА

Параметр	Од. вим.	Норма для котла „ALTER“ MEGA, тип КТ-3Е-Н				
		600	800	1000	1200	1500
Номінальна теплопродуктивність (потужність) котла	кВт	600	800	1000	1200	1500
Паливо	-	Антрацит, кам'яне вугілля, дрова (пелети)				
Коефіцієнт корисної дії, не менше	%	86				
Площа поверхні теплообміну в котлі	м²	49	60	75	86	98
Розміри топки	глибина	1380	1860	1860	2340	2820
	ширина	1640	1640	1640	1640	1640
	об'єм	м³	2,23	3,01	3,01	3,79
Водяна ємність котла	м³	1,9	2,3	2,8	3,4	4,0
Маса котла без води	кг	4500	5200	5850	6700	7600
Необхідна тяга топочних газів	Па	60-80				
Температура топочних газів на виході з котла	°C	100-180				
Рекомендована мінімальна температура води	°C	58				
Максимальна температура води	°C	85				
Номінальний (максимальний робочий) тиск води	МПа	0,30				
Випробувальний тиск води, не більше	МПа	0,50				
Споживання електроенергії, не більше	кВт	1,11	1,11	1,11	1,66	1,66
Напруга мережі живлення	-	230 В (50 Гц)				
Габаритні розміри котла	В	2430	2430	2430	2430	2430
	B1	2080	2080	2080	2080	2080
	H	2670	2670	2870	2870	2870
	H1	2430	2430	2630	2630	2630
	H2	2082	2082	2263	2224	2224
	L	2950	3400	3400	3880	4330
	L1	1910	2380	2380	2840	3290
	L2	410	410	410	410	410
Розміри завантажувальних дверцял	висота	460	460	460	460	460
	ширина	660	660	660	660	660
Розміри вікна для монтажу пелетного пальника	висота	930	930	930	930	930
	ширина	1240	1240	1240	1240	1240
Приєднувальні (зовнішні діаметр) розміри дороба	мм	450	450	500	600	600
Рекомендовані параметри димоходу	площа перерізу	см²	1590	1590	1970	2830
	внутрішній діаметр	мм	450	450	500	600
	висота (мінімально допустима)	м	16	22	24	24
Діаметр патрубків прямої і зворотної мережної води (Ду)	мм	Фл. 125	Фл. 125	Фл. 125	Фл. 150	Фл. 150
	мм	2x50	2x50	2x65	2x65	2x65
Необхідна величина тиску спрацювання запобіжного клапана	МПа	0,35				
Функціональне призначення котлів		ГВП				
		Т1				

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛИВА

Марка палива	Робоча маса палива							Нижча теплота згорання, МДж/кг, Q <sub>н</sub>	Вихід летких речовин на горючу масу, %, V <sup>c</sup>
	Склад, %								
	W <sup>p</sup>	A <sup>p</sup>	S <sup>p</sup>	C <sup>p</sup>	H <sup>p</sup>	N <sup>p</sup>	O <sup>p</sup>		
Пелети	7,43	1,27	0,02	51	6,1	0,6	42,2	13,2	82,41

Зм.				Арк.				Підпис				Дата			
Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч												ДР 06НТ 10700940			
Котли "ALTER" MEGA												Стадія Аркуш Аркушів			
ДР 5 11															

ПЛАН НА ПОЗНАЧЦІ ±0.000

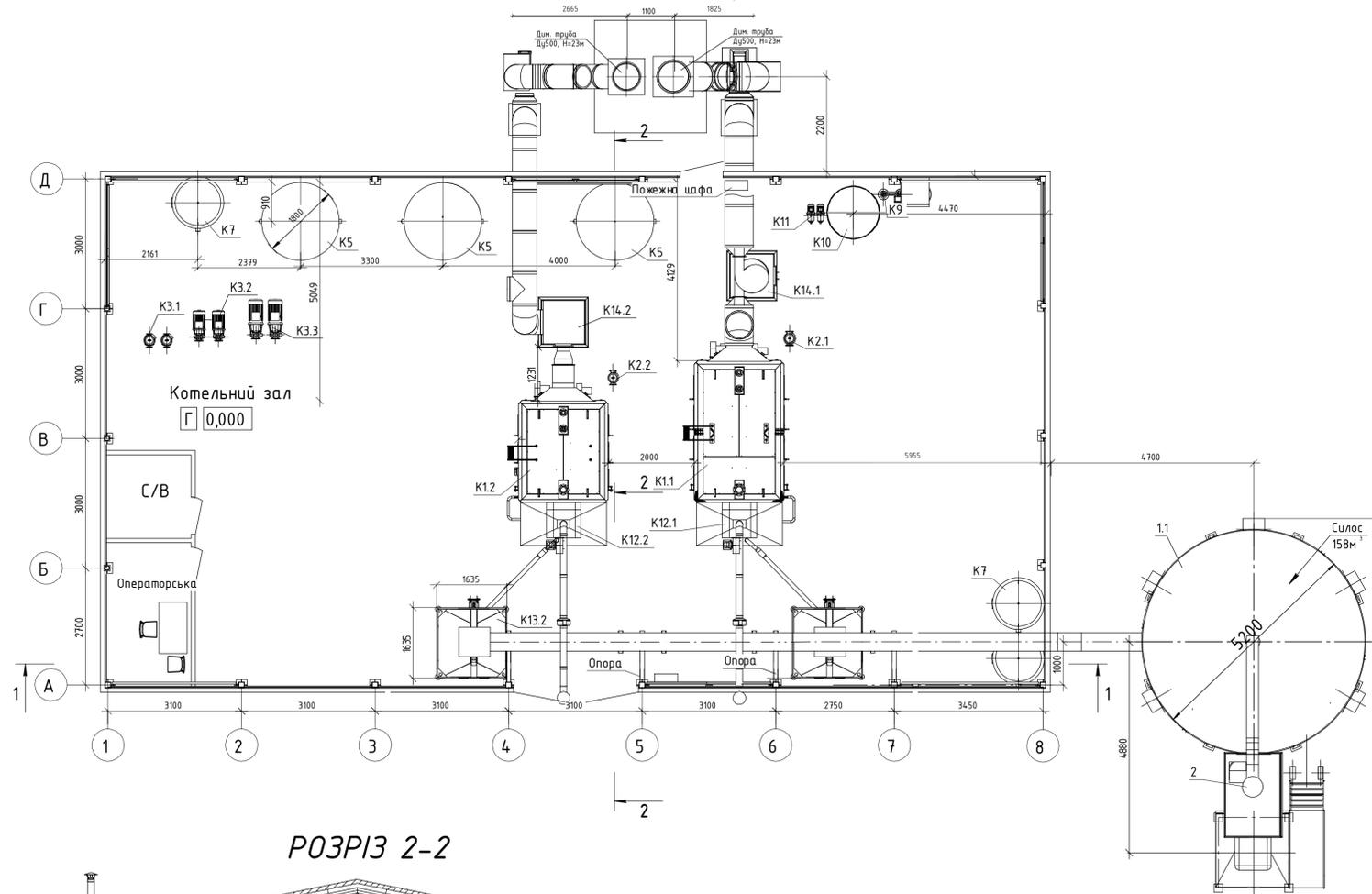
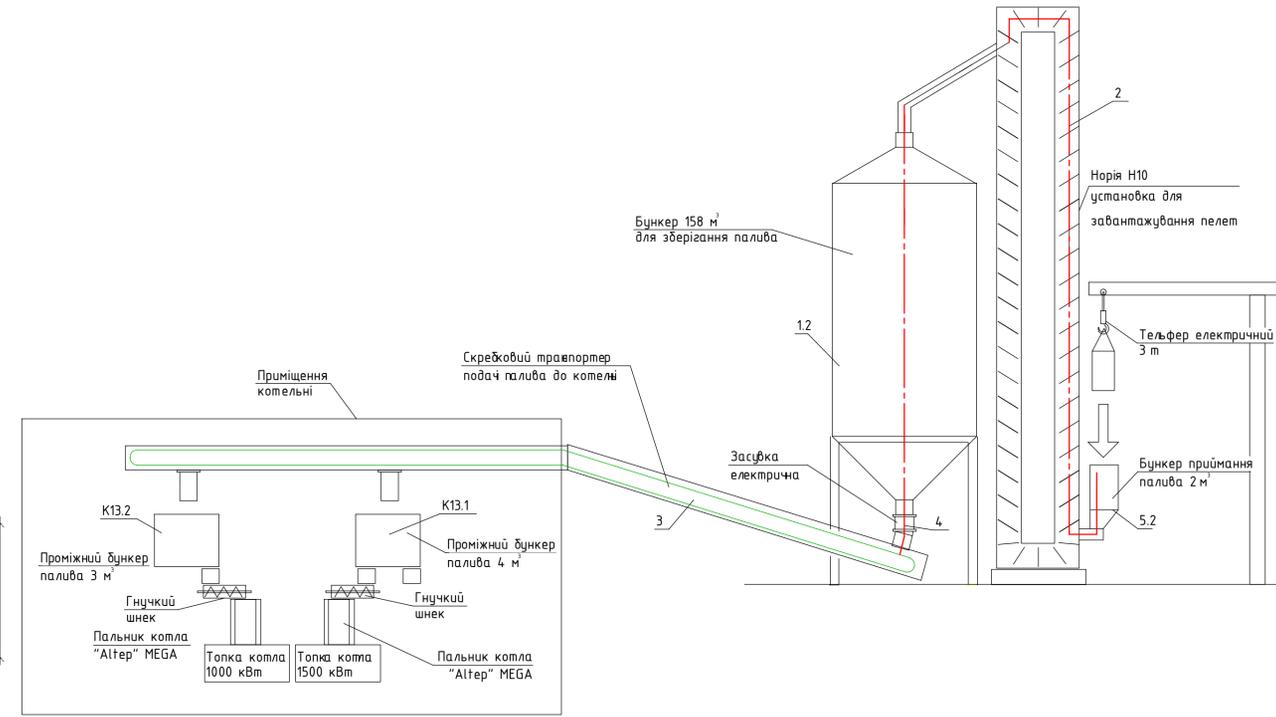
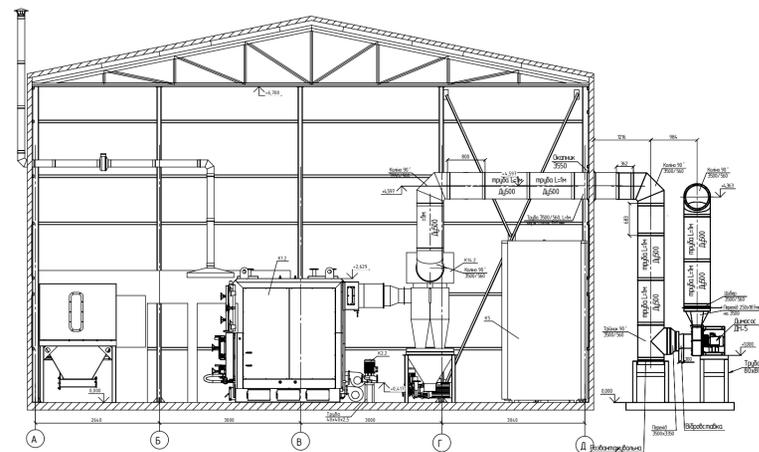


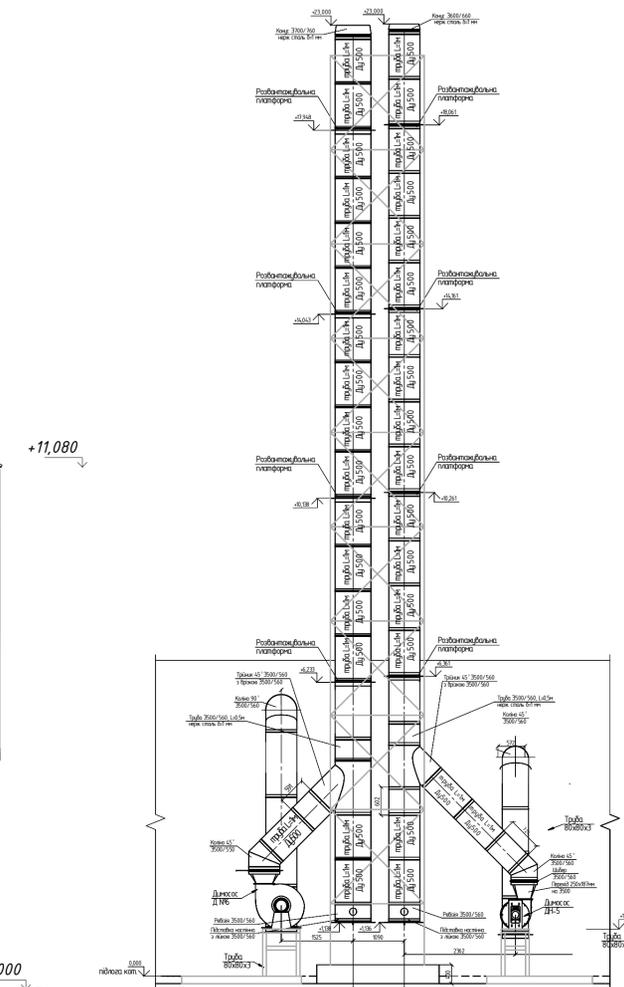
СХЕМА ПОДАЧІ ПАЛИВА



РОЗРІЗ 2-2



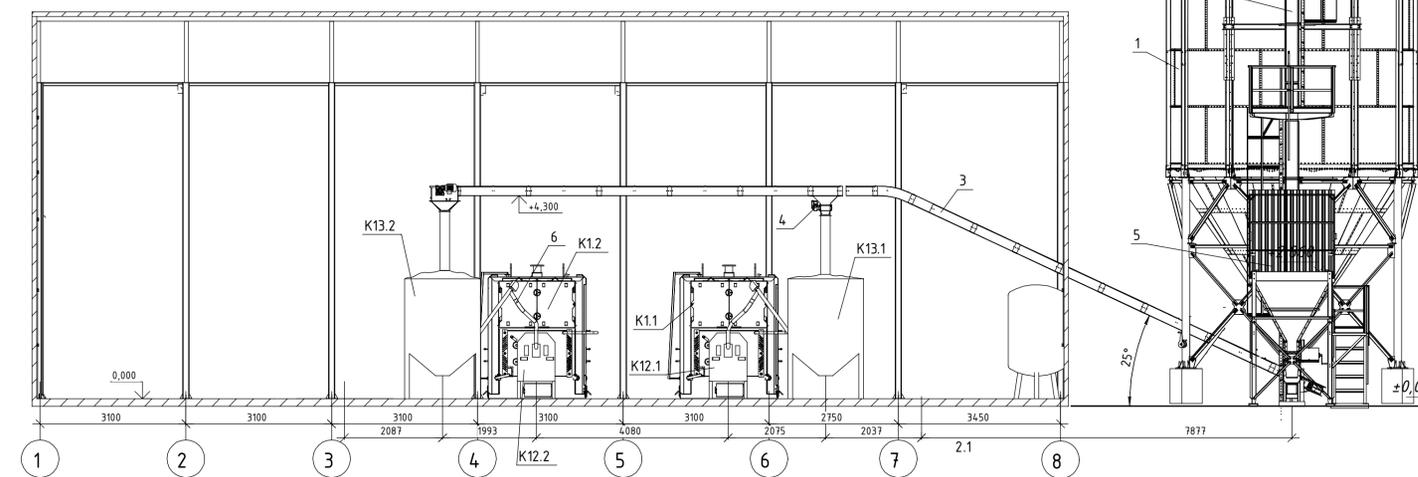
ВИГЛЯД ДИМОВОЇ ТРУБИ



ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.
K11	АІтер МЕГА 1000, 1000 кВт	Котел водоогрійний твердопаливний	1
K12	АІтер МЕГА 1500, 1500 кВт	Котел водоогрійний твердопаливний	1
1.1	Бункер V=158 м³ для зберігання палива		1
1.2	Норія стрічкова (цепна) ковшова продуктивність 25 т/годину		1
2	Скребовий конвейер продуктивність 20 т/годину		1
3	Засувка електрична		2
4	Бункер прийому палива V=2 м³		1
5	Гнучкий шнек		2
K12.1	КВІТ ОПТИМА М, 1500 кВт	Пелетний паливник	1
K12.2	КВІТ ОПТИМА М, 1000 кВт	Пелетний паливник	1
K13.1	БПЛ-4000, V=4 м³	Бункер палива	1
K13.2	БПЛ-3000, V=3 м³	Бункер палива	1
K14.1	ЦН-15-400ш	Циклон	1
K14.2	ЦН-15-400	Циклон	1

РОЗРІЗ 1-1



DR 06NT 10700940

Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Михайлик С.М.					DR	6	11
Керівник	Голік Ю.С.							
Перевірив	Голік Ю.С.							
Зав. кафедрою	Голік Ю.С.							

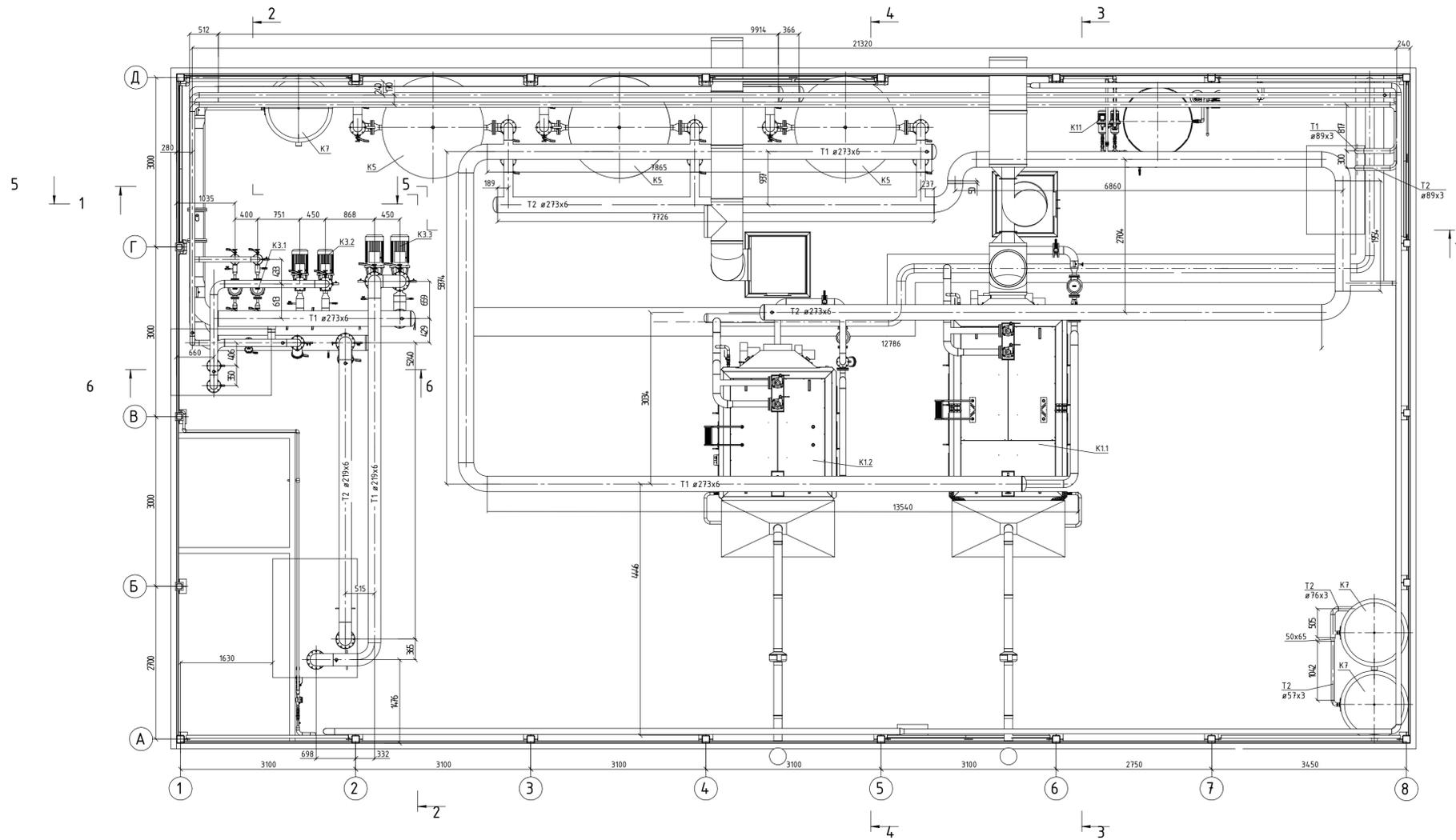
План на позначці 0.000. Розрізи 1-1, 2-2. М 1:75. Видгляд димової труби. Схема подачі палива. Експлікація обладнання

Національний університет «Південна політехніка» імені Юрія Кондратюка, кафедра тепло-енергетична, вентиляції та теплотехніки

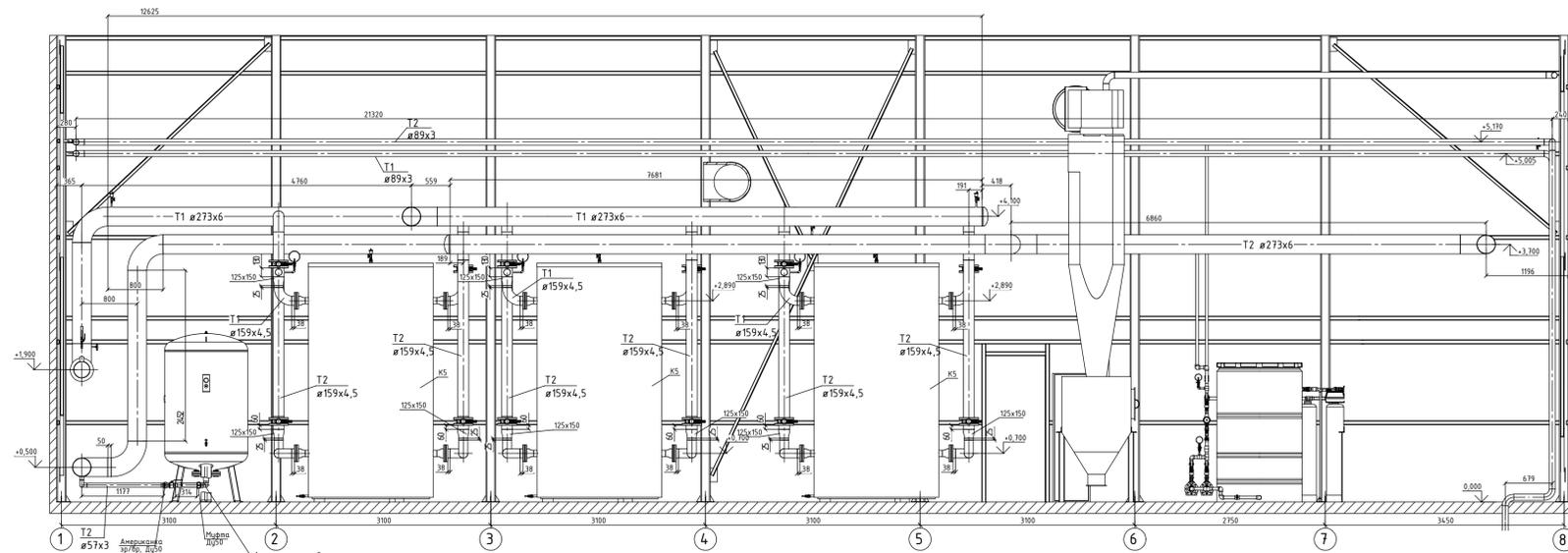
В/Ш = 594 / 841 (0.50x2)

Allplan 2011

ПЛАН НА ПОЗНАЧЦІ ±0,000. М 1:50



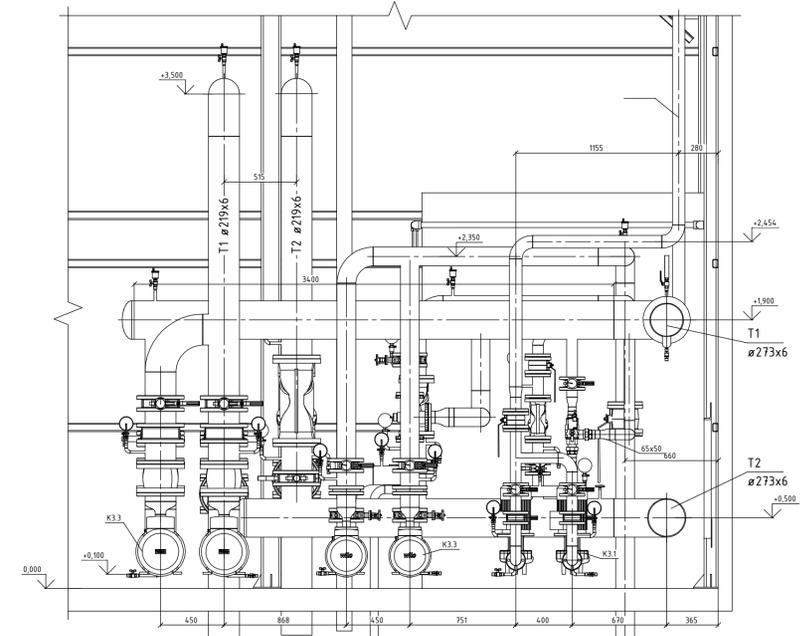
РОЗРІЗ 1-1. М 1:50



ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

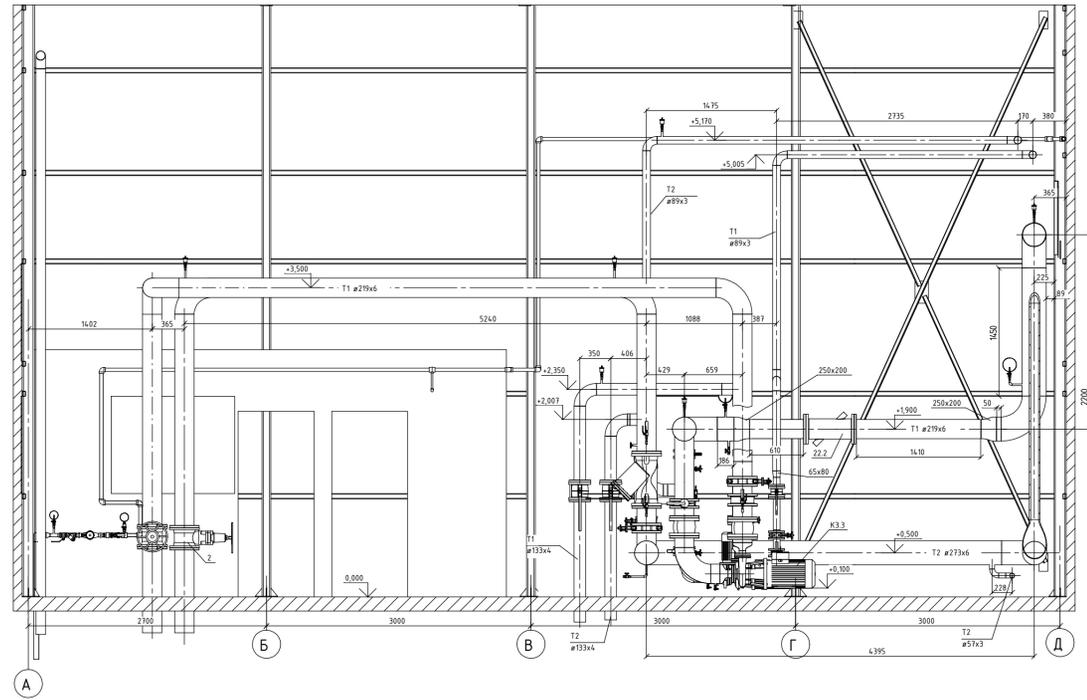
Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.
K1.1	Alfer MEGA 1000, 1000 кВт	Котел водогрійний твердопаливний	1
K1.2	Alfer MEGA 1500, 1500 кВт	Котел водогрійний твердопаливний	1
1.1	Бункер V=158 м <sup>3</sup> для зберігання палива		1
1.2	Норія стрічкова (церна) ковшова продуктивність 25 т/годину		1
2	Скребковий конвейєр продуктивністю 20 т/годину		1
3	Засувка електрична		2
4	Бункер прийому палива V=2 м <sup>3</sup>		1
5	Гнучкий шнек		2
K12.1	КВІТ ОПТИМА М, 1500 кВт	Пелетний пальник	1
K12.2	КВІТ ОПТИМА М, 1000 кВт	Пелетний пальник	1
K13.1	БПЛ-4000, V=4 м <sup>3</sup>	Бункер палива	1
K13.2	БПЛ-3000, V=3 м <sup>3</sup>	Бункер палива	1
K14.1	ЦН-15-400уп	Циклон	1
K14.2	ЦН-15-400	Циклон	1

РОЗРІЗ 5-5. М 1:25

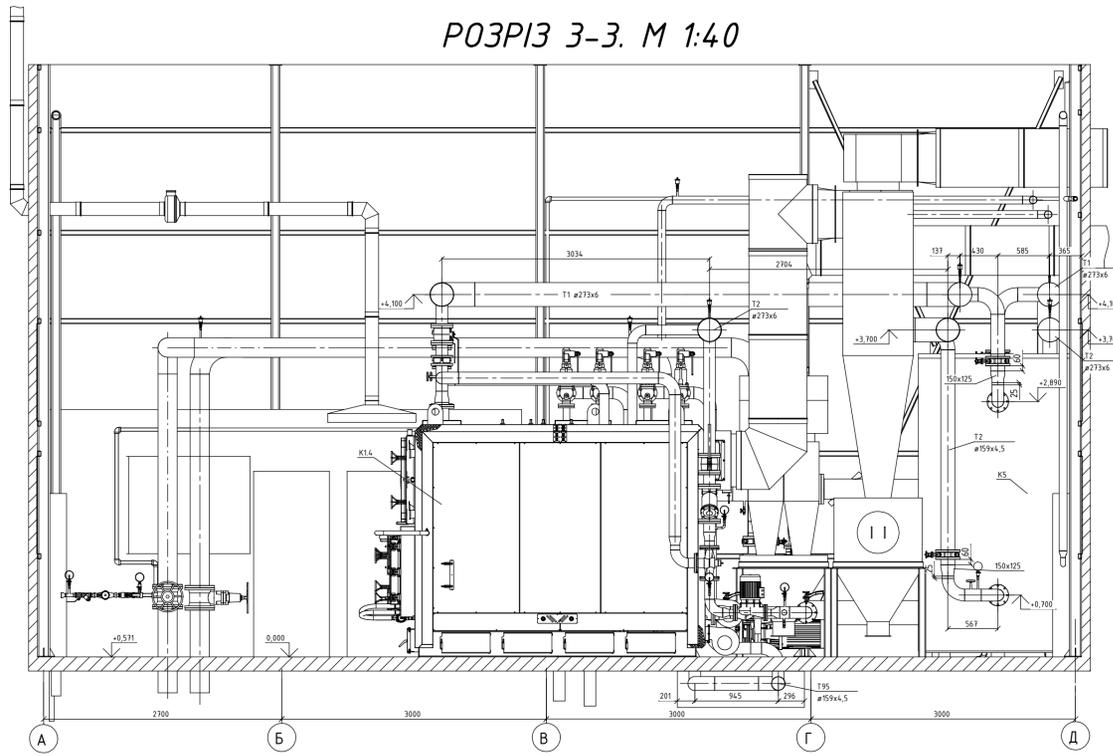


<b>ДР дБНТ 10700940</b>			
Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч			
Зм. Кільк.	Арк. №док.	Підпис	Дата
Розробив	Михайлик С.М.		
Керівник	Голік Ю.С.		
Перевірив	Голік Ю.С.		
Тепломеханічні рішення котельні		Стадія	Аркуші
План на позначці ±0,000. Розріз 1-1 М 1:50. Розріз 5-5 М 1:25. Експлікація обладнання.		ДР	7 11
Зав. кафедрою Голік Ю.С.		Національний університет «Південська політехніка» імені Юрія Кондратюка кафедрa тепло-енергетичного, вентиляційного та теплотехнічного	
В/Ш = 594 / 841 (0,50m <sup>2</sup> )			

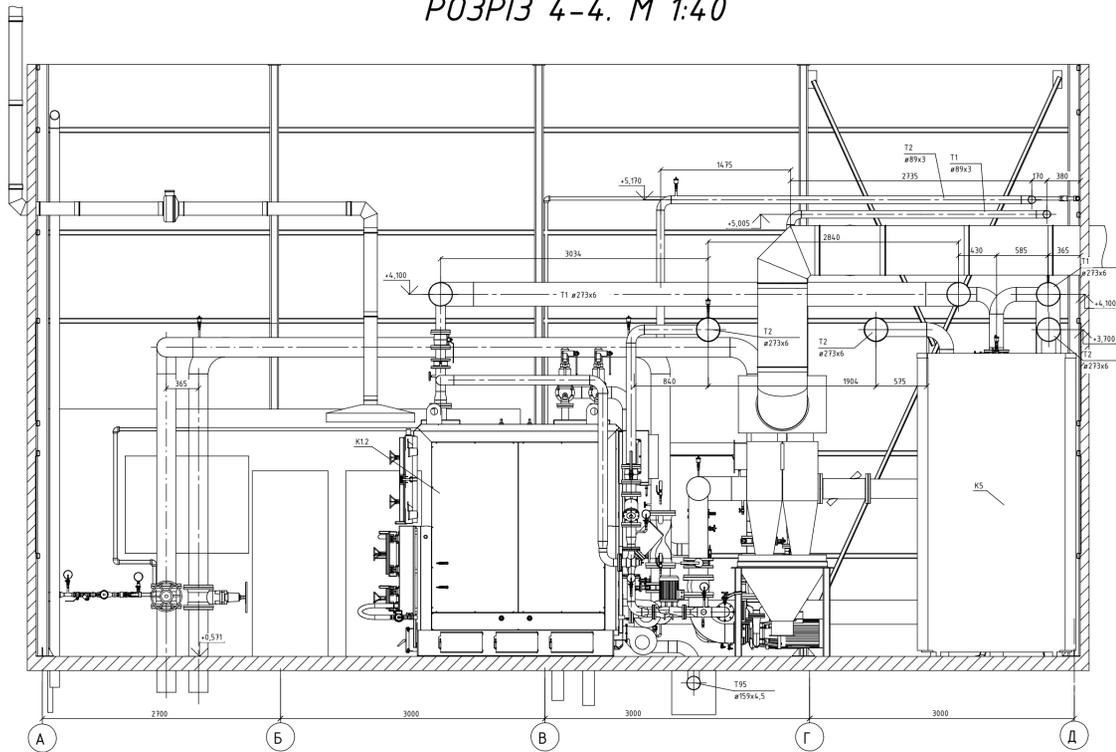
Розріз 2-2. М 1:40



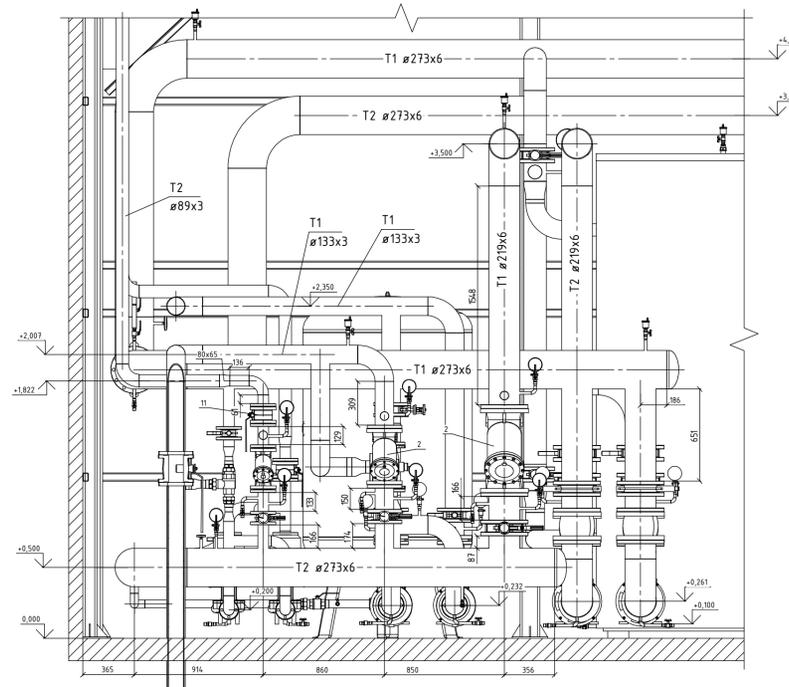
Розріз 3-3. М 1:40



Розріз 4-4. М 1:40



Розріз 6-6. М 1:25



ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

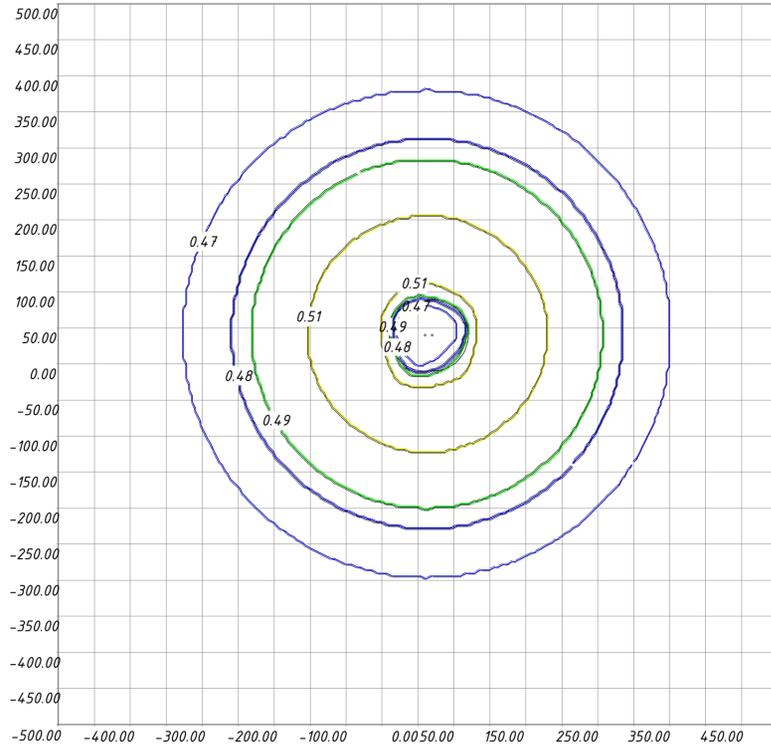
Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.
K11	Alter MEGA 1000, 1000 кВт	Котел водогрійний твердопаливний	1
K12	Alter MEGA 1500, 1500 кВт	Котел водогрійний твердопаливний	1
1.1	Бункер V=158 м <sup>3</sup> для зберігання палива		1
1.2	Норія стрічкова (цепна) ковшова продуктивність 25 т/годину		1
2	Скребковий конвейєр продуктивність 20 т/годину		1
3	Засувка електрична		2
4	Бункер прийому палива V=2 м <sup>3</sup>		1
5	Гнучкий шнек		2
K12.1	КВІТ ОПТИМА М, 1500 кВт	Пелетний паливник	1
K12.2	КВІТ ОПТИМА М, 1000 кВт	Пелетний паливник	1
K13.1	БПЛ-4000, V=4 м <sup>3</sup>	Бункер палива	1
K13.2	БПЛ-3000, V=3 м <sup>3</sup>	Бункер палива	1
K14.1	ЦН-15-400уп	Циклон	1
K14.2	ЦН-15-400	Циклон	1

ДР 06НТ 10700940			
Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.
Розробив	Михайлик С.М.		
Керівник	Голік Ю.С.		
Перевірив	Голік Ю.С.		
		Тепломеханічні рішення котельні	Стадія
			ДР 8 11
		План на позначці +0.000. Розрізи 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 М 1:75. Розрізи 5-5, 6-6 М 1:25. Експлікація обладнання.	Національний університет "Північноукраїнська політехніка" імені Юрія Кондратюка, кафедра тепло-енергетичної, вентиляцій та теплотехніки
		Зав. кафедрою	Голік Ю.С.
В/Ш = 594 / 841 (0.50m <sup>2</sup> )			
Allplan 2011			

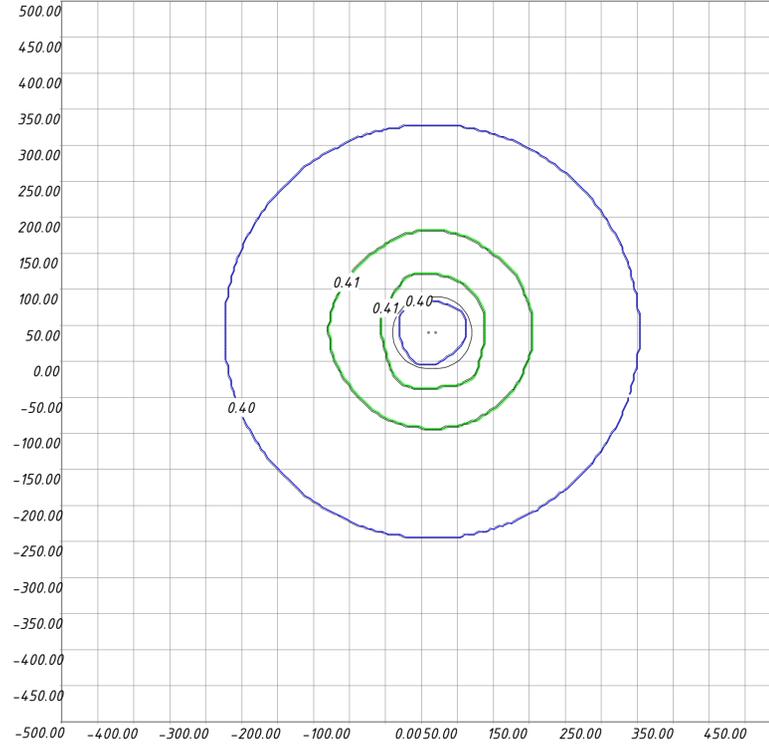
# КАРТИ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ М 1:6541

З УРАХУВАННЯМ ФОНОВИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ

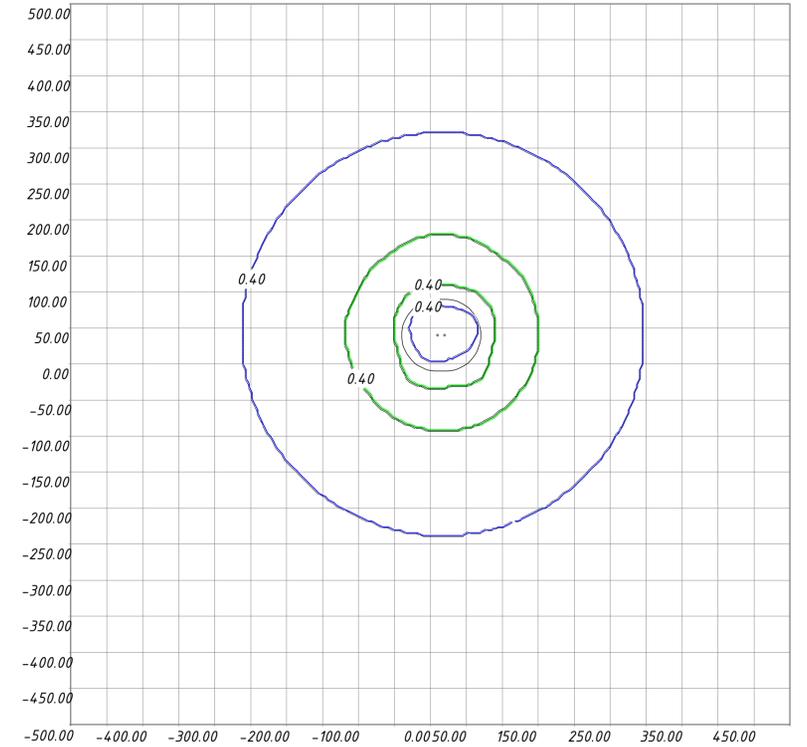
Азоту діоксид (частки ГДК)



Вуглецю оксид (частки ГДК)



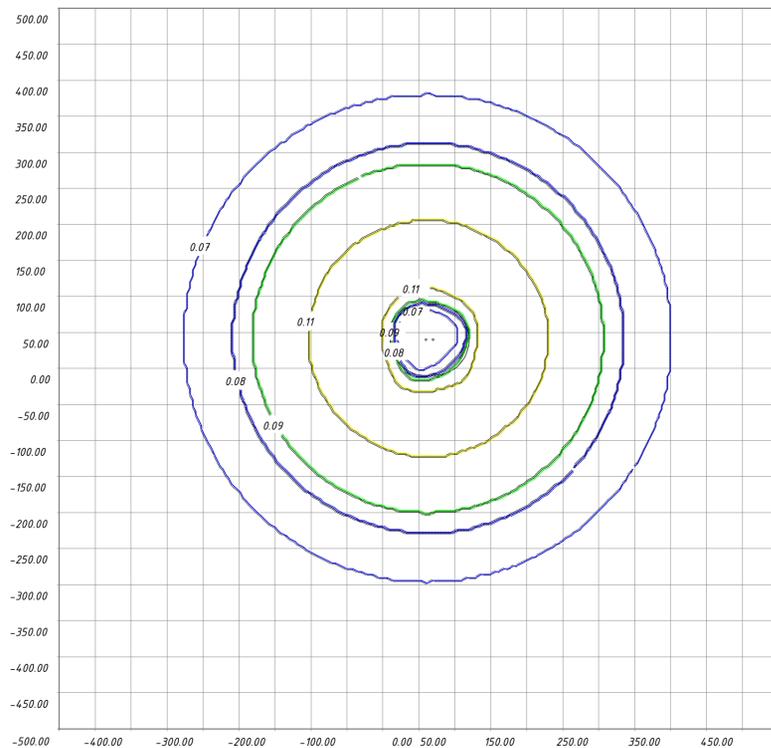
Пил неорганічний, що містить двоокис кремнію в %:70-20 (шамот, цемент) (частки ГДК)



— Нормативна санітарно-захисна зона

БЕЗ УРАХУВАННЯ ФОНОВИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ

Азоту діоксид (частки ГДК)



ТАБЛИЦЯ ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ ВИКИДІВ

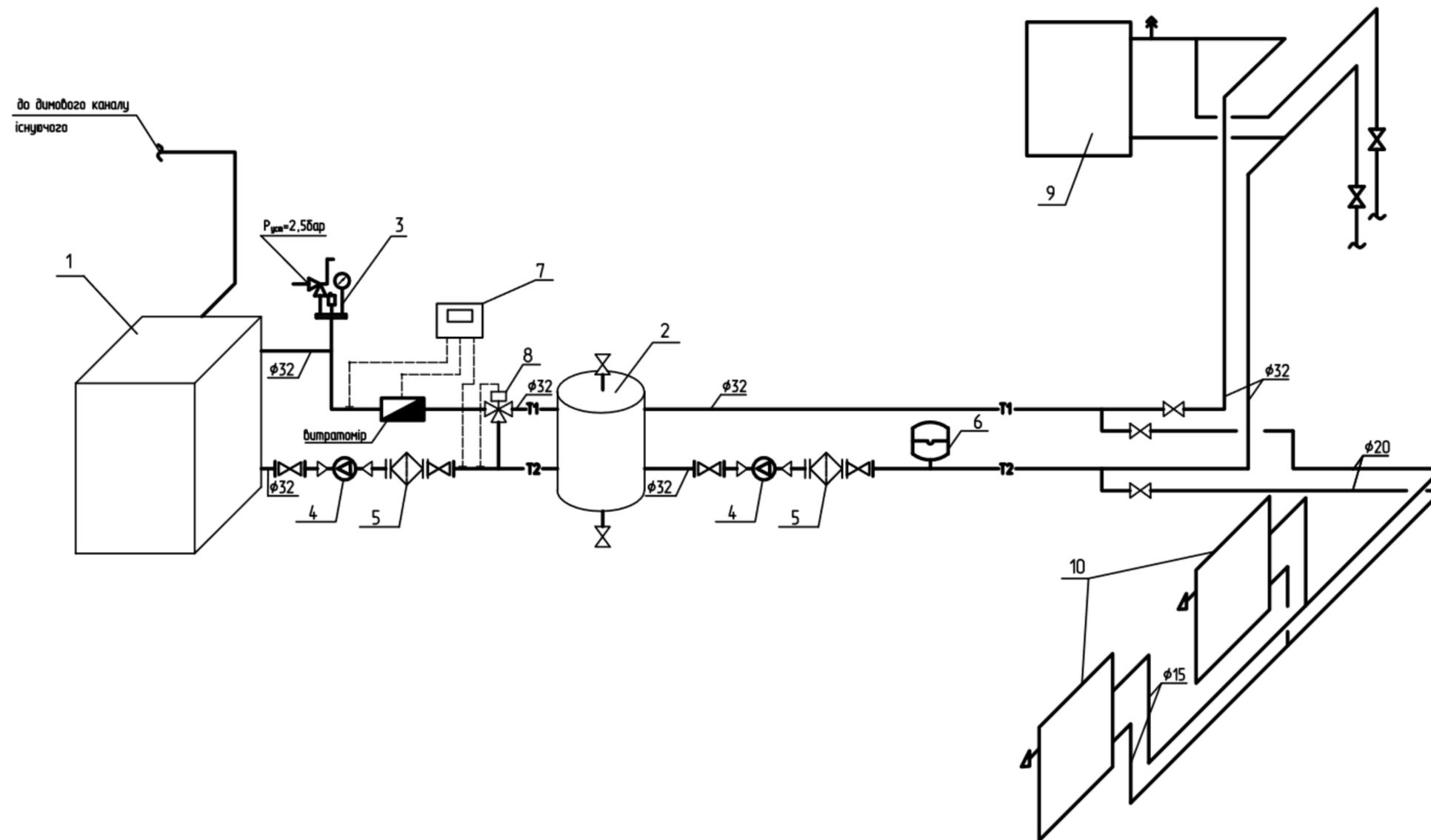
Виробництво	Цех	Джерела утворення		Найменування джерела викиду	К-ть, шт.	№ дж. викиду	Висота дж. викиду	Діаметр дж. викиду	Параметри газоповітряної суміші на виході з джерела викиду			Координати на карті-схемі, м		Газоочисне обладнання			Забруднюючі речовини		Викиди забруднюючої речовини							
		Найменування	К-ть годин в рік						Швидкість, м/с	Об'єм, м <sup>3</sup> /с	Температура, °C	ХУ	Найменування	Речовина	К1, %	Е, %	Заходи	Код	Найменування	г/см	г/м3	т/рік	г/см	г/м3	т/рік	
Гадяцький коледж	Комельня	"AL TER" MEGA 1500 кВт	4272	Димова труба	1	1	23,00	0,5	2,85	0,396	160	10	40,0	ЦН-15-400 x 40	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	-	86	-	301	Азоту діоксид	0,0630	159,09	1,440	0,0630	159,09	1,440
																			337	Вуглецю оксид	0,0990	250,00	1,830	0,0390	250,00	1,830
																			2908	Пил неорганічний	0,1018	257,00	1,565	0,0142	35,98	0,219
	Комельня	"AL TER" MEGA 1000 кВт	4272	Димова труба	21		23,00	0,5	2,85	0,322	160	20	40,0	ЦН-15-400	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	-8	6	-	301	Азоту діоксид	0,0560	173,97	1,235	0,0560	173,97	1,235
																			337	Вуглецю оксид	0,0820	254,74	1,620	0,0820	254,74	1,620
																			2908	Пил неорганічний	0,0180	250,00	0,540	0,0025	35,00	0,076

— Нормативна санітарно-захисна зона

ДР дБНТ 10700940				
Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч				
Зм. Кільк.	Арх. № док.	Підпис	Дата	
Розробив	Михайлик С.М.			
Керівник	Голік Ю.С.			
Перевірив	Голік Ю.С.			
Зав. кафедрою			Голік Ю.С.	
Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі			Стадія	Аркуш
ДР			9	11
Національний університет "Південна політехніка" імені Юрія Кондратюка, кафедра тепло-газоенергетичної вентиляції та теплоенергетики				

# ЛАБОРАТОРІЯ ТЕПЛОТВОРНОЇ ЗДАТНОСТІ ВІДНОВЛЮВАНОВОГО ПАЛИВА

## ТЕПЛОВА СХЕМА ОБЛАДНАННЯ



### ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

Поз.	Позначення	Найменування		Примітка
1	Eurotherm 18	Котел водогрійний напольний твердопаливний, N=18 кВт	1	
2		Буферна ємність Ø0,5 м, H=1 м, V=0,2 м <sup>3</sup>	1	
3		Група безпеки котла	1	
4	Wilo Star - RS 30-80	Циркуляційний насос системи опалення Ду 25	2	
5		Фільтр сітчастий Ду 32	2	
6	Wilo-H 35/5	Розширювальний бак, 5 бар, V=35 л	1	
7	GROSS WMZ-UA 20 Class 3	Лічильник тепла	1	
8	Herz Colis TS RD DN32	Клапан трьохходовий 1 1/2" 40-70 C	1	
9	AOB25	Апарат опалювальний вентиляційний Lпов.=2200 м <sup>3</sup> /год., G=0,9 л/с	1	
10		Радіатор диметалевий 10 секцій	2	

### УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- T1 - трубопровід теплопостачання - подача від котла
- T2 - трубопровід теплопостачання - зворотній до котла
- ⊗ - кран шаровий
- ⊗ - запобіжний клапан
- ⊙ - манометр
- ⊞ - автоматичний повітровідвідник
- ⊞ - електромеханічний трьохходовий клапан
- ◇ - сітчастий фільтр
- ⊕ - насосне обладнання

				ДР 06НТ 10700940		
Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч						
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив	Михайлик С.М.					Лабораторія теплотворної здатності відновлюваного палива
Керівник	Голік Ю.С.					
Перевірив	Голік Ю.С.					
				ДР 10 11		
				Национальний університет «Південна політехніка» імені Юрія Кондратюка, кафедра тепло-енергетичної, вентиляційної та теплотехніки		
Зав. кафедрою				Голік Ю.С.		

# ВИСНОВКИ З ПРОВЕДЕНОЇ РОБОТИ

У ході виконання магістерської роботи та проектування котельні, що працює на використанні регіональних відновлюваних та альтернативних видів палива було встановлено:

ДОСЛІДЖЕНО	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оцінка та аналіз ефективності та екологічного впливу викидів котлоагрегатів, що працюють при використанні регіональних відновлюваних та альтернативних видів палива (пелета, тріска енергоресурсних рослин).</li> </ul>
ПРОАНАЛІЗОВАНО	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проведено огляд та аналіз наукових праць з питання використання альтернативних видів палива.</li> <li>- Проведено розрахунки концентрації забруднюючих речовин у викидах, на джерелах викидів забруднюючих речовин.</li> <li>- Виконано розрахунки валових та секундних викидів забруднюючих речовин від котлоагрегатів, що працюють на пелетах .</li> <li>- Проведено розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі за програмою ЕОЛ.</li> <li>- Дослідження впливу котельні на забруднення атмосферного повітря в окремому районі міста Гадяч.</li> </ul>
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Застосоване технологічне обладнання відповідає сучасному рівню і задовольняє вимоги щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.</li> <li>- Прийняті в проекті рішення вказують на те, що за рахунок діяльності котельні не прогнозується збільшення негативного впливу викидів підприємства на здоров'я населення, а також впливові зміни в якісному і кількісному складі атмосферного повітря в районі розташування підприємства.</li> <li>- Викиди забруднюючих речовин у котельні з пелетами значно менший викидів котельні, що працює на відходах ТПВ у вигляді RDF-палива.</li> <li>- Математичне моделювання розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі за програмою ЕОЛ показало відсутність перевищення значень ГДК на межі СЗЗ? як без врахування фонових концентрацій, так і з фоновими концентраціями, не виявлено.</li> <li>- Перевищення встановлених нормативів екологічної безпеки в районі житлової забудови не спостерігається.</li> </ul>
ВИСНОВКИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проведені дослідження показують, що при спалювання альтернативного палива у вигляді пелет або тріски енергоресурсних рослин не відзначається забруднення атмосферного повітря в районі житлової забудови.</li> <li>- Визначена принципова можливість використання регіональних відновлюваних та альтернативних видів палива в котельному обладнанні для отримання теплової енергії для систем опалення та гарячого водопостачання.</li> <li>- Прийняті в проекті рішення вказують на те, що за рахунок діяльності котельні, в якій заплановано проведення реконструкції, не прогнозується збільшення негативного впливу викидів підприємства на здоров'я населення, а також впливові зміни в якісному і кількісному складі атмосферного повітря в районі розташування підприємства.</li> </ul>

					ДР дБНТ 10700940			
					Проектування котельні на альтернативних видах палива в м. Гадяч			
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Михайлик С.М.					Висновки	ДР	11
Керівник	Голік Ю.С.							
Перевірив	Голік Ю.С.							
					Мета дослідження, об'єкт дослідження, результати розрахунків, висновки			
					Національний університет "Львівська політехніка", кафедра тепло-енергетичної, вентиляції та теплоенергетики			
					Зав. кафедри Голік Ю.С.			