

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ПАЛИВА
В КОТЕЛЬНІ ТЕПЛОЕНЕРГО

Пояснювальна записка
до дипломної магістерської роботи

601-МТ

Розробив студент гр. 601-МТ

" ___ " _____ 2022 р. _____ Підпалий С.В.

Керівник дипломного проекту

" ___ " _____ 2022 р. _____ д.т.н. Кутний Б.А.

Допустити до захисту:

завідувач кафедри "Теплогазопостачання,

вентиляції та теплоенергетики" _____

к.т.н., проф. Голік Ю.С.

" ___ " _____ 2022 р.

2022 р.

ЗМІСТ

	стор
ЗМІСТ.....	2
ВСТУП.....	4
Розділ 1 Аналіз літературних джерел.....	7
1.1 Види палива та їх характеристики.....	7
1.2 Альтернативні та відновлювані джерела енергії.....	8
1.3 Порівняльна оцінка шкідливих викидів котельних, що працюють на різних видах палива.....	14
1.4 Вплив метеорологічних факторів на розсіювання забруднюючих речовин	23
1.5 Показники забруднення атмосфери	26
Розділ 2 Аналіз котлів для альтернативного виду палива.....	31
2.1 Дослідження щодо опалення та гарячого водопостачання загалом в Україні.....	31
2.2 Техніко-економічні показники котелень, що працюють на альтернативних видах палива.....	36
2.3 Номенклатура котлів вітчизняного та іноземного виробництва.....	42
Розділ 3 Вибір котельного обладнання.....	54
3.1 Підбір котлоагрегата що працює на альтернативному паливі.....	54
3.2 Підбір деаератора.....	56
3.3 Підбір обладнання для системи водопідготовки.....	58
3.4 Підбір регулюючого клапана.....	64
3.5 Підбір триходового крана.....	64
3.6 Підбір лічильника води.....	65
3.7 Підбір мембранного розширювального бака.....	66
3.8 Підбір обсягу бака для збору конденсату.....	67
3.9 Підбір насосів.....	67
3.10 Розрахунок втрат тиску вузла обліку теплової енергії.....	73
Розділ 4 Оцінка величин викидів та впливу котельні, що працює на альтернативних джерелах палива	75
4.1 Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від роботи котельні.....	75

					601-МТ 9599269					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>	<i>Підпалій С.В.</i>				Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Перевір.</i>	<i>Кутний Б.А.</i>						2	122		
<i>Зав. кафедри</i>	<i>Голік Ю.С.</i>					<i>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, кафедра ТГВ та Т</i>				

4.2 Оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє природне середовище	85
4.3 Вірогідність можливих аварійних випадків та їх наслідки	105
4.4 Контроль за величинами викидів.....	108
4.5 Оцінка ризику впливу планованої діяльності на природне середовище.....	112
ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	121
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	122

					601-МТ 9599269			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Підпалій С.В.</i>			Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кутний Б.А.</i>					3	122
<i>Зав. кафедри</i>		<i>Голік Ю.С.</i>				<i>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, кафедра ТГВ та Т</i>		

1. ВСТУП

При неухильному зменшенні запасів паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) підвищення ефективності використання енергоносіїв є головним завданням сучасної науки та виробництва. Серед більшості країн Європи енергетична галузь нашої держави відрізняється невисокою енерго-екологічною ефективністю (ЕЕЕ). Споживання первинних ПЕР на одиницю валового внутрішнього продукту в Україні залишається в 3,4 рази вищим, ніж у країнах ЄС, у 2,8 раза – ніж у сусідній Польщі, у 1,5 раза – ніж у Китаї, у 1,1 раза – ніж у Бразилії [1]. Україна наразі перебуває в умовах дефіциту власних первинних енергоресурсів і значно залежить від їх постачання із закордону. Саме тому заходи щодо раціонального використання ПЕР, насамперед природного газу та енергетичного вугілля, повинні розглядатися як основний елемент забезпечення національної енергетичної безпеки і створення сприятливих умов для стабільного розвитку паливно-енергетичного комплексу в цілому та теплоенергетики зокрема.

Високою мірою така стабільність залежить від економного використання паливно-енергетичних ресурсів на теплових електростанціях (ТЕС) та теплових електроцентралях (ТЕЦ), тобто від впровадження заходів, спрямованих на підвищення енерго-екологічної ефективності спалювання палива у котлоагрегатах.

За матеріалами Енергетичної стратегії України до 2035 року [2], Наша країна має намір скоротити споживання викопного палива та збільшити частку відновлюваних джерел енергії з 4% (у 2016 р.) до 25% (у 2035 р.) від загального обсягу постачання первинної енергії. В Україні, в останні роки, частка біомаси від усіх відновлюваних джерел енергії становить 81%, і згідно [3], ця частка залишиться основною і в подальшому. Отже, проекти, що заміщують викопне паливо (вугілля, природний газ) біомасою є актуальними в Україні зараз і їх кількість буде збільшуватися в майбутньому.

Питання енергозбереження, економії викопного палива та покращення стану навколишнього середовища стали пріоритетними в світовій енергетичній

									Арк.
									4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			601-МТ	9599269	

Розділ 1

Аналіз літературних джерел

1.1 Види палива та їх характеристики

Паливом називається горюча речовина, яка спалюється для отримання теплової енергії і подальшого використання для потреб у різних виробництвах. Воно повинно мати певні властивості, тобто відповідати таким основним вимогам: порівняно легко займатися; при згорянні виділяти якомога більше теплоти; бути поширеним у природі, доступним при видобуванні та дешевим при виробництві; не змінювати свої властивості при транспортуванні та зберіганні; бути нетоксичним і при згорянні не виділяти шкідливих та отруйних речовин.

Цим вимогам найбільш повно відповідає викопне паливо, речовини органічного походження: нафта, природний газ, тверді горючі копалини (вугілля, горючі сланці).

Палива класифікують за основними ознаками: агрегатним станом, походженням і способом одержання, тепловою цінністю, цільовим призначенням або застосуванням.

За агрегатним станом всі види палива поділяють на тверді, рідкі і газоподібні.

За походженням палива ділять на нафтові і альтернативні. До альтернативних палив належать спирти, водень і майже всі види штучних вуглеводних палив.

За способом одержання палива бувають природні, це такі, які використовуються у тому вигляді, в якому вони існують у природі, та штучні, якщо після видобутку їх переробляють.

За тепловою цінністю, тобто теплотою згорання, палива класифікують на висококалорійні, середньо - та низькокалорійні палива.

					601-МТ	9599269	Арк.
							7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Взагалі «паливо» це категорія не стільки технічна, але й економічна та екологічна, оскільки у кожному конкретному випадку його використання має бути ефективним. До того ж, при спалюванні палива необхідно створювати умови для якомога меншого забруднення навколишнього середовища. Класифікація існуючих видів палива за його походженням та агрегатним станом наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Класифікація палива

Агрегатний стан палива	Походження палива	
	природне	штучне
Тверде	Викопне (торф, буре та кам'яне вугілля, антрацит, горючі сланці), дрова, відходи сільськогосподарського виробництва	Кокс, напівкокс, торфові та кам'яновугільні брикети, деревне вугілля, пелети
Рідке	Нафта	Топкові мазути, паливо пічне побутове, дизельне, солярове масло, бензин тощо
Газоподібне	Природний та попутний газ	Гази генераторний, доменний, коксовий та ін. Пропан бутанові суміші. Біогаз.

1.2 Альтернативні та відновлювані джерела енергії

Альтернативні та відновлювані джерела енергії останнім часом стали одним із важливих критеріїв сталого розвитку найбільш розвинених країн світу. Постійно здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, приведення їх до економічно ефективного рівня та розширення сфер використання.

Головними причинами високої уваги є очікуване вичерпання природних запасів паливних ресурсів, різке зростання їх ціни з часом, недосконалість та низька ефективність технологій видобування та використання, забруднення довкілля, наслідки якого все більше і більше турбують всі країни світу. До альтернативних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) відносять гідроелектростанції (великі, середні та малі), геотермальну, сонячну,

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Структура споживання енергоресурсів середньостатистичної європейської країни

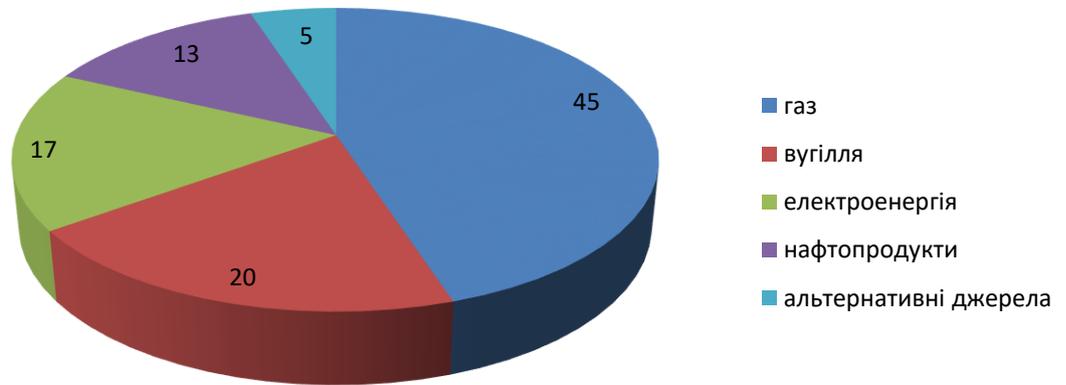


Рис. 1.1

Однією з перспективних альтернатив традиційним видам палива є використання біомаси як джерела енергії. Під ним розуміють усі види рештків рослин, рослинні відходи сільського господарства, деревообробної, лісової та інших галузей промисловості, які можливо використовувати як паливо.

В законодавстві України визначення біомаси як сировини для енергетичного використання міститься в Законі України "Про альтернативні види палива": біомаса - невикопна біологічно відновлювана речовина органічного походження, здатна до біологічного розкладу, у вигляді продуктів, відходів та залишків лісового та сільського господарства (рослинництва і тваринництва), рибного господарства і технологічно пов'язаних з ними галузей промисловості, а також складова промислових або побутових відходів, здатна до біологічного розкладу [8].

Джерелом біомаси є відходи та рештки сільського господарства, харчової промисловості, відходи заготівлі та переробки деревини, органічні відходи домашнього і житлово-комунального господарства. Для отримання біомаси використовуються також спеціальні однорічні або багаторічні

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

енергетичні культури, що вирощуються на Україні та можуть використовуватися в переробці.

До основних фізичних та хімічних характеристик енергетичних культур відносять вологість та зольність, нижчу теплоту згорання, насипну щільність, розмір часток та температуру плавлення золи.

Органічне біологічне паливо містить: горючі речовини, речовини що не взаємодіють, негорючі мінеральні домішки і вологу. До горючої частини органічного палива відносяться вуглець С, водень Н, сірка S та їх сполуки. Виділення теплової енергії відбувається за рахунок хімічної реакції окиснення вуглецю та водню. Чим більше вуглецю у твердому паливі, тим важче воно займається (рис, 1,2).



Рис. 1.2 Склад твердого палива

Теплота згорання палива - це енергетична характеристика палива, що визначає кількість теплової енергії, яка виділяється при її згоранні. Виділяють вищу та нижчу теплоту згорання палива. На практиці користуються нижчою теплотою згорання палива, яка виділяється при реакції повного окиснення всіх горючих складових палива, без урахування теплоти пароутворення та теплоти втрат з димовими газами. Теплоту згорання визначають за допомогою спеціального прибору - калориметра. Нижчу теплотворну здатність любого стандартного палива можна оцінити розрахунковим методом з урахуванням робочої вологості та зольності речовини.

Підвищений рівень вмісту сірки S може спостерігатися у відходах та залишках аграрного виробництва (солома, стебла, лушпиння тощо) і може складати 0,1 -0,5%, а тому при спалюванні такої сировини особлива увага приділяється наявності їх в димових газах та процесам корозії. Вміст азоту N та сірки S у деревному паливі є невисоким, що при заміщенні вугілля знижує кількість оксидів сірки та азоту у викидах.

Основним складом біопалива є: відходи лісового господарства та деревообробної промисловості (стружка, гілки дерев, тріски, кора, опале листя); залишки зернових культур, які пресуються в рулони або тюки, залишки стеблової маси кукурудзи та соняшнику, відходи переробки зерна під час обмолоту; продукція енергетичних сільськогосподарських культур із відносно високим вмістом цукру та крохмалю (зернові, зерно кукурудзи, картопля, буряк та ін.), що використовується для виготовлення етанолу; рослинна олія (ріпак, соняшник, льон); різні побутові та господарські відходи [9].

Таблиця 1.2

Енергетичний потенціал біомаси в Україні

Вид біомаси	Річний обсяг споживання, млн т у. п.	Економічний потенціал, млн т у. п.	Частка використання енергії, %
Солома зернових культур	0,048	9,39	0,51
Відходи виробництва соняшника	0,208	1,72	12,09
Деревна біомаса	1,089	4,9	22,22
Біодизель з ріпаку	0,023	0,47	4,89
Біоетанол з кукурудзи і цукрового буряка	0,06	0,99	6,06
Біогаз з полігонів ТПВ* **	0,021	0,26	8,08
Інші джерела	1,5	15,8	10,5
Всього	3,05	33	10,75

Одним із найбільш перспективних шляхів економії ресурсів та зменшення споживання викопного палива є впровадження технологій одержання теплової енергії в результаті спалювання пелет з біомаси. Це

екологічно чистий вид палива, що не лише економічно вигідний, але й не спричиняє забруднюючий вплив на навколишнє середовище.

На рис.1.3 наведемо порівняння теплоти згоряння різних видів палива.

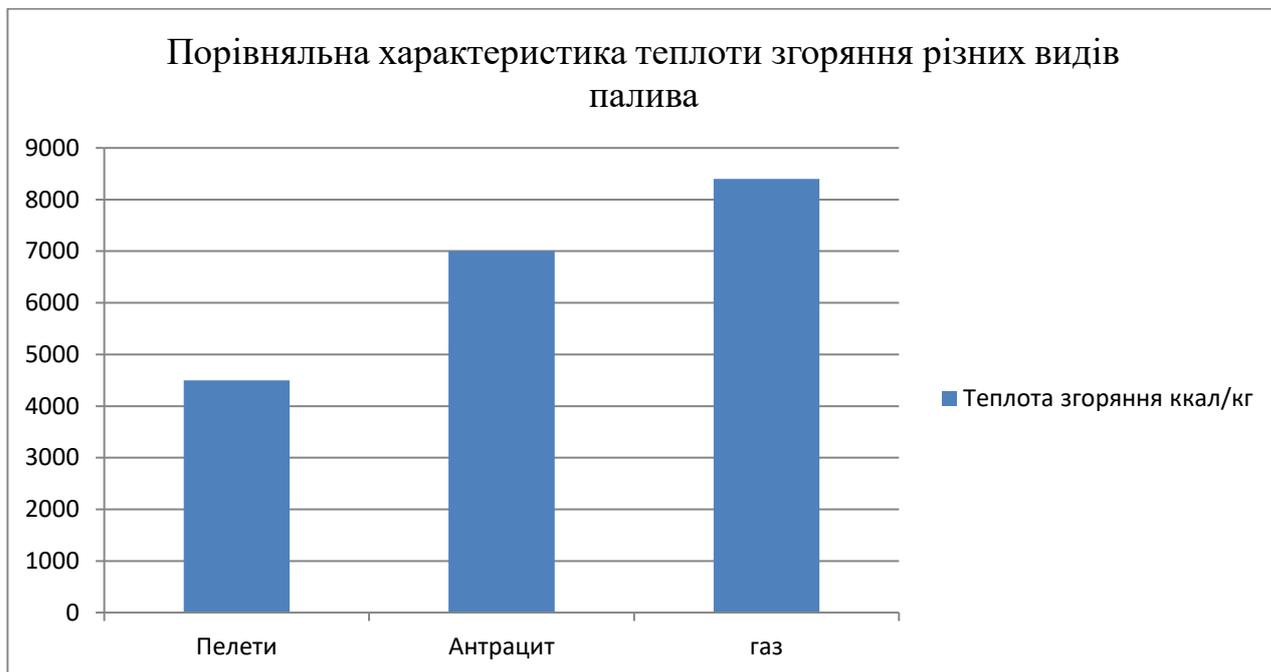


Рис. 1.3

На основі даних табл.1.2, та рис. 1.3 узагальнимо різні характеристики та якості основних видів палива за такими показниками: грошова ергономіка, екологічність, простота монтажу, ергономіка в просторі, автономність (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Порівняльна таблиця основних видів палива

Вид палива	Грошова ергономіка	Екологічність	Простота монтажу	Ергономіка в просторі	Автономність
Пелети	+	+	+ / -	+ / -	+ / -
Антрацит	+	-	+ / -	+ / -	-
Побутовий газ	-	+ / -	+ / -	+ / -	+

Як бачимо з цих порівнянь різних видів палива, у кожного є свої плюси та мінуси, проте найбільш доцільним є вибір пелет з біомаси в якості палива.

1.3 Порівняльна оцінка шкідливих викидів котельних, що працюють на різних видах палива

Найбільш екологічним викопним паливом вважається природний газ, оскільки у продуктах його згоряння немає золи, а викиди оксидів сірки SO₂, що утворюються при згорянні газоподібного палива, є невеликими у порівнянні з викидами від використання інших викопних ресурсів, завдяки дуже низькому вмісту сірки у природному газі (до 0,02 %). Однак наша країна недостатньо забезпечена власним викопним газом та іншими енергетичними ресурсами (рис. 1.4). Завдяки власному видобутку потреби країни можуть бути забезпечені лише частково: нафтою - на 11-13 %, природним газом - на 21-24 %, вугіллям - на 86-91 % [10].

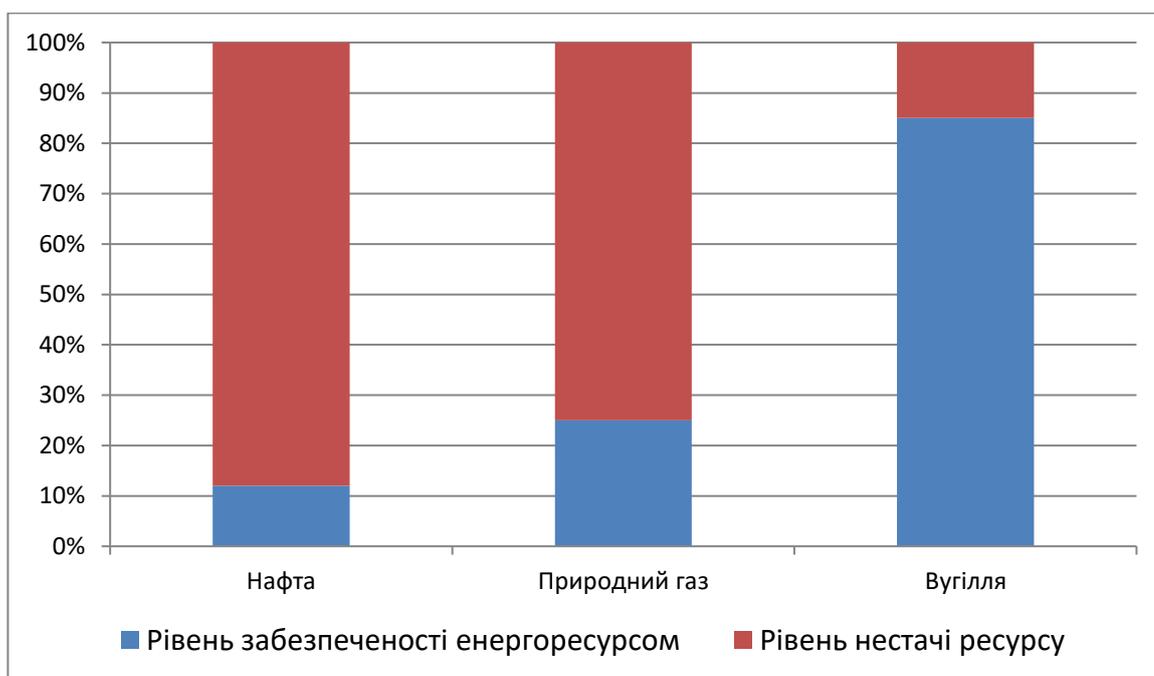


Рис. 1.4 Забезпеченість України власними викопними енергоресурсами

Для зменшення залежності від імпортного викопного палива, в нашій країні розпочинаються пошуки альтернативних джерел теплової енергії та розробку різних технологій видобутку викопного палива. Однією з таких технологій є видобуток сланцевого газу, що міститься в дрібнозернистих осадових породах, які характеризуються відносно високим вмістом органічної речовини та мають низьку пористість і дуже низьку проникність. Технологія

видобутку сланцевого газу передбачає закачування високого тиску в породі внаслідок постачання в неї через свердловину робочої рідини - пропанту, яка викликає гідравлічний розрив пласта і відкриває доступ до сланцевого газу. Для отримання пропанту використовують величезну кількість води (від 12 до 14 тис. м³ для однієї свердловини) та понад 400 різних хімічних речовин та сполук, серед яких важкі метали і природні радіоактивні матеріали [11]. Після розриву пласта утворення в ньому тріщин неможливо контролювати, а це може призвести до змішування прісних і сольових ґрунтових вод, що в подальшому може призвести до перетворення на багатокілометрові солончаки на місці полів і лісів.

Під час буріння свердловин для видобутку сланцевого газу, крім водного середовища, суттєво забруднюється повітря. У США (єдиній, крім Канади, країні, що має практичний досвід видобутку сланцевого газу) було підтверджено забруднення повітря внаслідок буріння свердловин бензолом та іншими потенційно токсичними нафтовими вуглеводнями (такими як етилбензол, толуол і диметилбензол), які викликають подразнення слизової оболонки очей, головний біль, біль у горлі, проблеми з диханням і високий ризик захворювання на рак, зокрема, лейкемію [12]. Крім того, транспортування і зберігання природного газу є вибухонебезпечними.

Як видно з рис. 1.4, на даний час вугілля - єдиний енергетичний ресурс, який наша країна може майже цілком покрити за рахунок власних запасів, однак його видобуток також тягне за собою серйозні екологічні наслідки. Видобуток вугілля призводить до утворення підземних порожнин і нагромадження відвалів гірської породи. Підземні порожнини з часом провалюються, а прилегла поверхня поступово просідає та затоплюється ґрунтовими водами, що призводить до руйнування природних екосистем. Терикони ж не лише псуєть природний ландшафт, а й становлять значну небезпеку для людей. Вугільні рештки всередині відвалів здатні самозайматися, ході цього відбувається виділення фтору та хлору (на початкових етапах горіння), розклад карбонатів до моно- та діоксидів вуглецю, а також

										Арк.
										15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МТ 9599269					

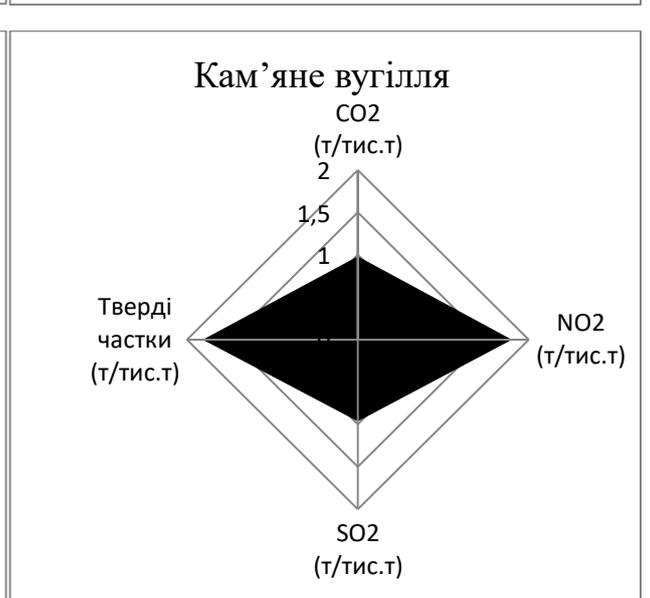
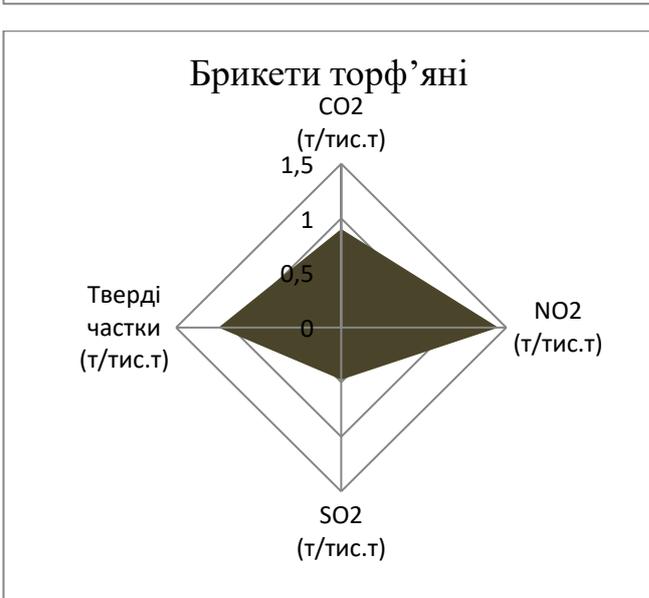
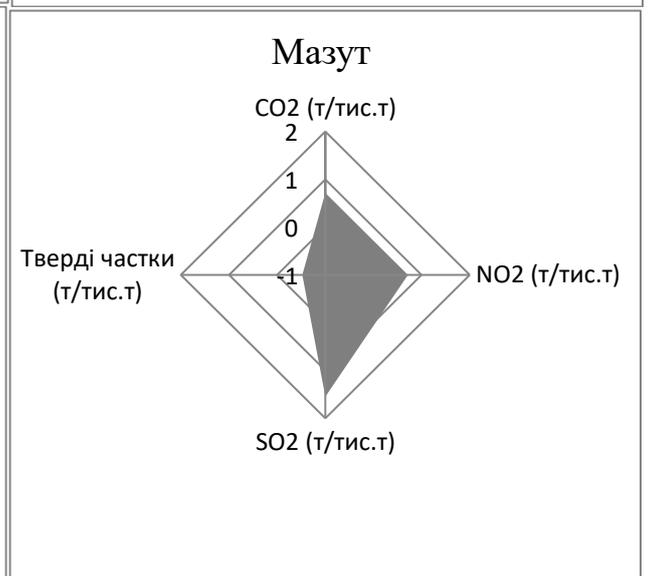
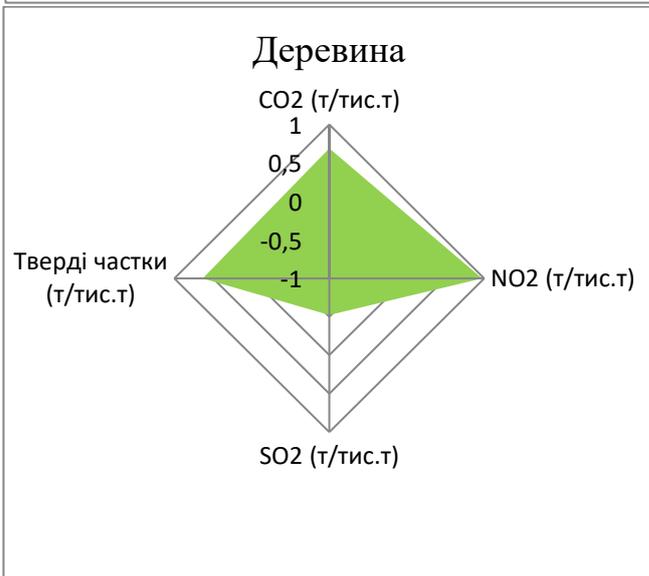
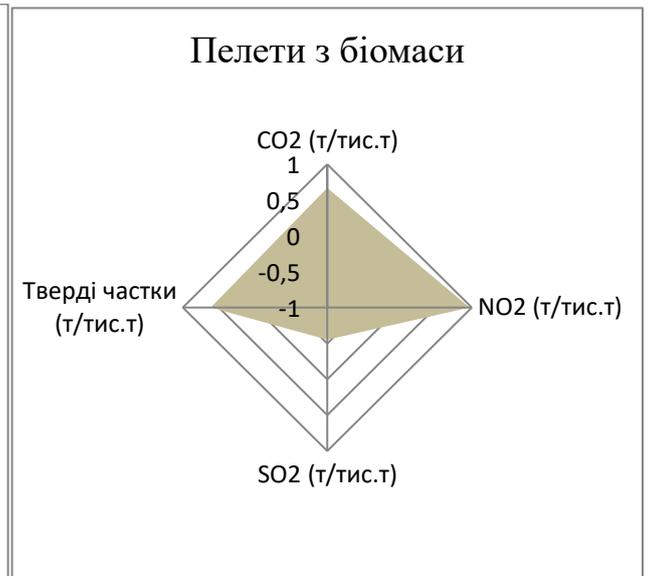
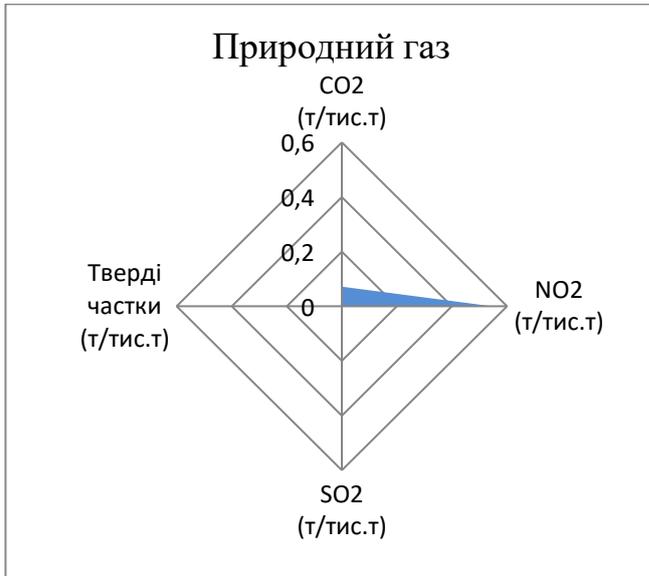


Рис. 1.5 Структури викидів забруднюючих речовин у довкілля від використання деревини, вугілля, природного газу та інш.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МТ 9599269

Арк.

20

В загальному обсязі викидів забруднюючих речовин пелети з біомаси є більш безпечним видом енергетичного палива, окрім природного газу. Загальні викиди шкідливих речовин від згоряння пелет з біомаси становлять 16,6 т/тис. тон палива, що в 8,1 рази менше ніж від спалювання кам'яного вугілля, у 2,5 раз менше, ніж від спалювання мазуту. Набагато менші обсяги викидів SO₂ при згорянні пелет з біомаси, оксидів азоту, вуглецю та золи. Порівняно з кам'яним вугіллям викиди SO₂ зменшуються в 31,8 раз, сполук азоту – у 6,6 раз, оксидів вуглецю – у 2 рази і часток пилу – у 15,7 раз.

Пелети з біомаси є складовою природного кола вуглекислого газу. Тому що при їх згорянні у навколишнє середовище потрапляє стільки ж CO₂ скільки накопичили використані зелені рослини для процесу фотосинтезу. Тобто при використанні пелет з біомаси в якості палива у повітря надходить стільки ж CO₂, скільки його б утворилось при природному розкладанні органічних решток рослин. Дизельне паливо і мазут містять в собі чи не всі елементи таблиці Менделєєва. При їх використанні виділяється величезна кількість забруднюючих речовин, у тому числі канцерогенів [14].

Несприятливі фактори впливу на навколишнє природне середовище при використанні біомаси мають місце. Як видно з таблиці, пряме використання деревини як паливо, супроводжується збільшенням обсягів викидів метану та чадного газу порівняно зі спалюванням вугілля, однак це обумовлює суттєве зниження обсягів викидів сполук сірки та оксидів азоту. При цьому кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря залежить від вибору обладнання і технології використання палива: спалювання деревної біомаси вологістю 55-60 % не тільки значно зменшує вихід теплової енергії, а й призводить до порушення сам процес горіння, що і є причиною збільшення кількості чадного газу, метану та оксидів азоту, а також підвищує вміст деревного вугілля в золі.

Використання сировини з високим вмістом вологи робить неможливим створення безперервного процесу горіння через те, що частина енергії витрачається на сушіння палива, а це, у свою чергу, призводить до

										Арк.
										21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					601-МТ	9599269

неповного окиснення вуглецю й утворення великої кількості CO. Попереднє сушіння біомаси та зменшення у ній кількості вологи до 10-15 %, що є невід'ємним процесом у виробництві пелет, суттєво зменшує кількість забруднюючих речовин у процесі спалювання.

Отже, переваги використання пелет з біомаси перед вугіллям та газом: низька ціна; порівняно велика теплотворна здатність; практично повне окиснення, що полегшує обслуговування котлів, частка попелу складає менше 3 %; низька вологість 8-12 % ; низька шкідливість для навколишнього середовища; незалежність від існуючих енергетичних компаній та їх цінової політики; пелети пожежобезпечні - менш схильні до самозаймання, оскільки не містять в своєму складі пилу; висока концентрація діючої речовини при незначному об'ємі (при спалюванні 1000 кг гранул виділяється стільки теплової енергії, як при спалюванні 1600 кг деревини, 478,5 м³ газу, 500 л дизпалива та 685 л мазуту).

Основними шкідливими речовинами, що утворюються в процесі спалювання пелет з біомаси, є оксиди азоту (NO_x), оксид вуглецю (CO), сполуки сірки (SO_x) та тверді частки (сажа).

Перелік основних забруднюючих речовини в продуктах згоряння та їх вплив на клімат, навколишнє середовище та здоров'я людей наведений у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Основні компоненти продуктів згоряння біомаси та їх вплив на клімат, навколишнє середовище та здоров'я людей

Компонент	Джерело утворення	Екологічний вплив
Оксид вуглецю (CO)	Неповне згоряння 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 згорянні усіх видів паливної	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

										Арк.
										22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

	біомаси. Золіві частки	
Оксиди азоту (NO _x = NO + NO ₂)	Побічний продукт згоряння всіх видів паливної біомаси. За певних умов додаткова кількість NO _x 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 _x = SO ₂ + SO ₃)	Побічний продукт згоряння всіх видів паливної біомаси, що містять сірку	Клімат і навколишнє середовище: Зворотний парниковий ефект через утворення аерозолів. Кислотні опади. Призводить до загибелі рослинності. Утворення смогу Здоров'я: Негативний вплив на систему органів дихання людини, викликають астму

З метою недопущення значних викидів, та забруднення атмосферного повітря продуктами згоряння, необхідно здійснювати постійний контроль за викидами шкідливих речовин, вживати заходи і застосовувати пристрої для їх контролю, ефективного вловлювання, знешкодження та утилізації.

1.4 Вплив метеорологічних факторів на розсіювання забруднюючих речовин

Рівень забруднення атмосферного повітря формується, в основному, під впливом багатьох факторів: викидів забруднюючих речовин (ЗР) в атмосферне повітря і метеорологічних умов на даній місцевості. Тому для виявлення впливу метеорологічних характеристик на формування середньорічних концентрацій окремих забруднень, необхідно враховувати і атмосферні навантаження цих забруднюючих речовин.

Комплекс метеорологічних параметрів, для визначення середнього рівня забруднення атмосферного повітря при заданих обсягах викидів ЗР, називають потенціалом забруднення атмосфери. Оскільки формування такого рівня пов'язано з умовами вертикального і горизонтального переносу і розсіювання

										Арк.
										23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					601-МТ	9599269

забруднюючих речовин, то потенціал забруднення атмосфери виражається через різну сукупність метеорологічних величин, які виражають ці умови.

Існує метеорологічний потенціал забруднення атмосфери (МПЗА), запроваджений Т.С. Селегеєм та потенціал забруднення атмосфери (ПЗА) запропонований Е.Ю. Безуглою. ПЗА враховує основні характеристики вертикального і горизонтального переміщення атмосферних шарів, а саме повторюваність інверсій (приземних і поверхневих), швидкості вітру 0-1 м/с, застійних явищ та туманів. Показник МПЗА являє собою відношення метеорологічних факторів, які сприяють забрудненню атмосферного повітря до факторів, що сприяють розсіюванню забруднюючих речовин. І розраховується за формулою:

$$\text{МПЗА} = (P_{0-1} + P_T) / (P_{\text{опад.}} + P_{>6}), \quad (1.1)$$

де P - повторюваність, %, P_{0-1} - швидкості вітру 0-1 м/с, P_T - днів з туманом, $P_{\text{опад.}}$ - днів з опадами більше 0,5 мм, $P_{>6}$ - швидкості вітру більше 6 м/с.

Розрахунки МПЗА проведено за даними 181 метеорологічною станцією, у тому числі для промислових міст, у повітрі яких визначаються концентрації забруднювальних речовин, за період 2003-2017рр. Враховуючи граничні величини розсіювання забруднюючих речовин у повітрі міст згідно [16] та результати статистичної оцінки отриманих значень МПЗА, ступінь накопичення чи розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі України характеризуються наступними умовами:

МПЗА < 0.8- сприятливими умовами розсіювання забруднюючих речовин;

0.8 < МПЗА < 1.2 -однаковою ймовірністю атмосферних процесів (розсіювання і накопичення), які впливають на забруднення атмосфери;

1.3 < МПЗА < 1,7 -переважанням метеорологічних факторів, що сприяють накопиченню забруднюючих речовин;

МПЗА > 1,8- найгіршими (вкрай несприятливими) умовами розсіювання забруднюючих речовин.

										Арк.
										24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

Загалом певні метеорологічні фактори, що спостерігаються в окремі пори року, окремі місяці, дають можливість атмосферному повітрю самоочищатися. Самоочисна здатність атмосфери - це здатність виводити (розсіювати) за власні межі шкідливі речовини, зменшуючи рівні її забруднення. Вона визначається метеорологічним потенціалом забруднення атмосфери (ПЗА) та метеорологічним потенціалом атмосфери (МПА). ПЗА подається на основі аналізу інформації повторюваності метеорологічних величин таких як, приземних інверсій, штилів, туманів, опадів, швидкості вітру тощо. МПА відображає переважання в атмосферному повітрі тих чи інших процесів — накопичення або розсіювання забруднюючих речовин упродовж року на певній території. Він визначається за формулою:

$$KM = PШ+PT/PO+PB, \quad (1.2)$$

де: KM – коефіцієнт метеорологічного потенціал атмосфери (МПА); повторюваність днів (%);

PШ – зі швидкістю вітру 0-1 м/с; PT – з туманами; PO – з опадами 0,5 мм і більше;

PB – зі швидкістю вітру понад 6 м/с. Якщо значення $KM > 1$, то переважають процеси, що сприяють накопиченню забруднюючих речовин в атмосферному повітрі; при умові $KM < 1$, навпаки, відбуваються процеси розсіювання, самоочищення повітря.

Це значить, що переважання туманів і штилів сприяє процесам накопичення шкідливих речовин в атмосфері. В той час, як інтенсивні вітри (швидкістю понад 6 м/с) та чисельні опади, грозові явища впливають на розкладання, розсіювання та очищення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Тому аналіз метеорологічних умов певної території за періодами року, окремими місяцями дає змогу визначити потужний чи низький метеорологічний потенціал атмосфери, місця знаходження джерела викиду.

										Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-MT 9599269

1.5 Показники забруднення атмосфери

За результатами розрахунків МПЗА та встановленими граничними величинами розсіювання забруднюючих речовин проведено районування території України за даними 181 метеорологічних станцій і визначені райони потужного потенціалу забруднення атмосферного повітря. Потужний потенціал (МПЗА > 1,8) забруднення атмосфери на південному сході характерний не тільки промисловим містам, але й більшості населених пунктів, що знаходяться на території таких областей як: Луганська, Донецька, Дніпропетровська та Запорізька.

Несприятливими умовами розсіювання забруднюючих речовин визначена центральна частина України, що займає територію у напрямку з півночі (від Чернігівської області) на південь (Одеська область). У містах цієї зони спостереження за забрудненням атмосфери не проводяться, але оскільки тут переважають в основному низькі джерела викидів, то за таких умов забруднюючих речовин будуть швидко накопичуватися у повітряному середовищі та створювати високий потенціал забруднення. На території Закарпаття підвищений потенціал забруднення атмосфери відмічаються у населених пунктах, які розташовані в основному у Карпатській низовині (Берегове, Хуст, Ужгород, Рахів) та у пунктах, що розміщені у долинах гірських річок, захищених горами (Славське, Селятин, Коломия, Долина, Вел. Березний, Турка, Яремча. МПЗА > 1,8 характерний і для Криму, його центральних районів, крім Сімферополя і Севастополя та південного й східного узбережжя.

										Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

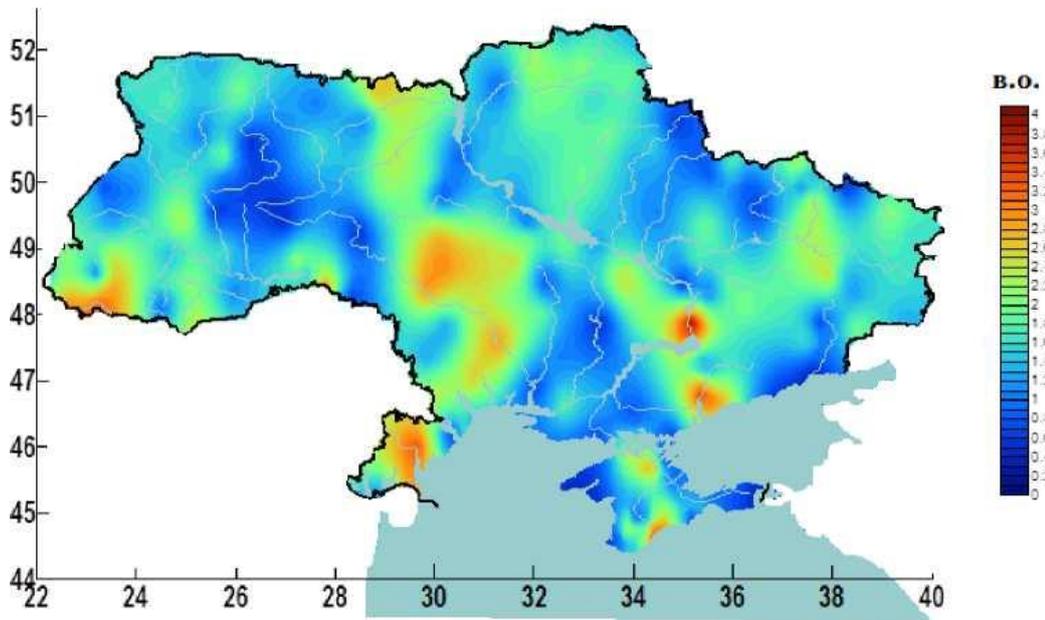


Рис. 1.6 - Районування території України за показником МПЗА за період 2013-2020 рр.

Отримані результати по територіальному розподілу МПЗА, що вказують на різні умови розсіювання забруднюючих речовин на території України, слід враховувати при розміщенні і експлуатації підприємств та розробки заходів для збереження чистоти та якості атмосферного повітря.[16]

Також досліджено режим слабких (0-1м/с) та вітрів > 6м/с; частоти опадів >0,5мм і туманів на території України. Зони високого потенціалу забруднення відзначаються значною повторюваністю слабого вітру (0-1м/с), найбільша його повторюваність (60-80%) відмічається у переважній більшості захищених населених пунктах на Закарпатті. Одночасно видаленню домішок тут сприяють часті опади, у середньому до 40% у рік. Зона найбільшого забруднення атмосферного повітря і високого МПЗА на південному сході обумовлена переважанням слабких вітрів (40-60% у рік) і не частими опадами. Зона високого ризику, що займає центральну частину України також відзначається переважанням за рік швидкості вітру 0-1 м/с, що сприяє накопиченню шкідливих речовин, особливо від низьких джерел, рис.1.7.

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

Розділ 2

Аналіз котлів для альтернативного виду палива

2.1 Дослідження щодо опалення та гарячого водопостачання загалом в Україні

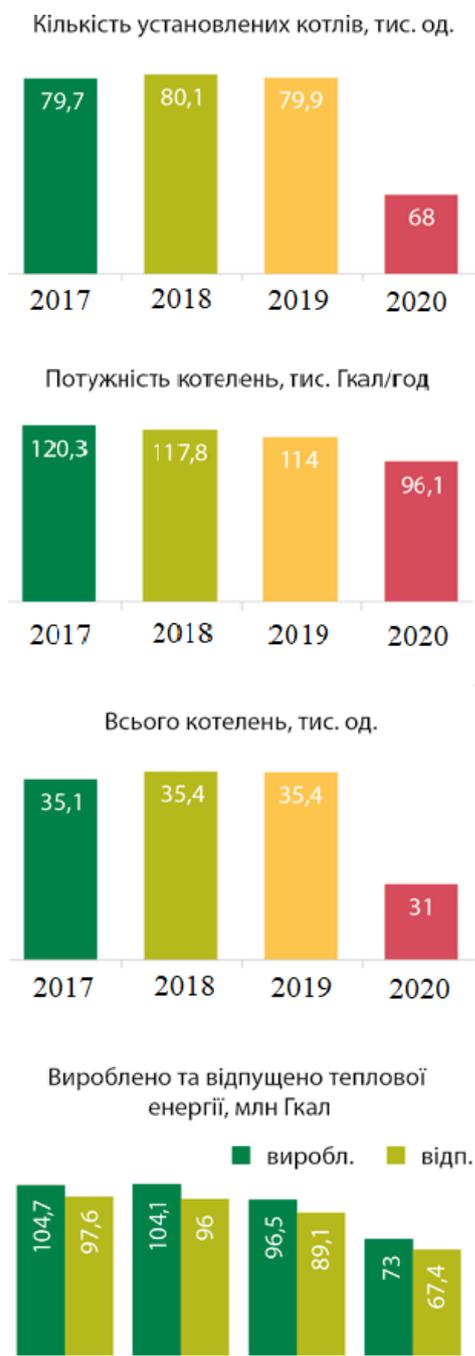


Рис. 2.1. Окремі техніко-економічні показники роботи котелень на альтернативному паливі

Потреби споживачів у тепловій енергії забезпечуються, в основному, завдяки виробництву теплової енергії в муніципальних теплогенеруючих підприємствах і близько 9% додаткової теплової енергії надходить від сторонніх виробників – виробничих підприємств, ТЕС, ТЕЦ та АЕС. За даними Державної служби статистики, загальна кількість котелень у 2018 р. зменшилася з 35 до 31 тис. од., котлів – з 80 до 68 тис. од. Зменшення статистичної кількості об'єктів теплоенергетики пов'язано з неможливістю досліджень на тимчасово окупованих територіях АРК, Донецької та Луганської областей. Деяко зменшилася кількість котлів у зв'язку з виведенням з експлуатації застарілого та малоефективного обладнання. Отже, станом на кінець 2020 р. загальна встановлена потужність джерел тепlopостачання становила близько 96 тис. Гкал/год, що на 24 тис. Гкал/год менше порівняно з 2017 р.

Генерація теплової енергії щорічно зменшується, що пов'язано з економічною та політичною ситуацією в країні, низьким рівнем доходів споживачів, впровадженням заходів з

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-МТ 9599269

Арк.

31

Таблиця 2.1

Характеристика джерел теплопостачання у 2020 р.

Регіон	К-сть котелень, од	Сумарна потужність котелень, Гкал/год	К-сть котлів, од	Виробн. тепла, тис. Гкал	Розрах. т-ра опалов. періоду, °С	Тривалість опалов. періоду, діб	К-сть будинків з ЦО	К-сть будинків з ЦГВП
Україна	30992	96071,2	68028	72986,8	-	-	83882	31471
Він.	984	2090,3	2082	1427,2	-21	182	1523	622
Вол.	1189	2229,3	2344	1186,9	-20	180	1646	697
Дніпр.	1963	11951,3	4891	10059,7	-24	172	13318	520
Дон.	1037	5103,1	2314	3927,5	-22	176	7856	892
Жит.	1424	2670,8	3343	1424,2	-22	184	1893	-
Зак.	1477	735,2	2743	287,6	-18	154	-	-
Зап.	946	4438,8	2992	3729,2	-21	166	3326	2863
Ів.- Фр.	1648	1692,2	3119	759,6	-20	179	1147	640
Київська	1444	4293,4	3564	2693,9	-22	176	3340	117
Кір.	844	2674,6	1717	887,3	-22	175	1637	-
Луг.	540	3245,3	1214	1260,5	-25	172	1000	600
Львів.	1478	6257,3	3477	2926,5	-19	179	3911	1739
Мик.	1142	2725,3	2634	1534,9	-20	161	2280	128
Од.	1697	5925,4	3512	2888,2	-18	158	5212	2085
Полт.	2232	3732,8	4232	4092,5	-23	178	3257	2376
Рівн.	1529	2553,1	3256	1506,9	-21	182	1431	716
Сум.	608	2809	1507	2174,1	-25	187	2384	1051
Терн.	983	1743,5	2526	688	-20	184	822	383
Харк.	1820	6955,8	3888	8473,1	-23	179	8342	3912
Херс.	912	2019	1888	908,8	-19	163	1278	-
Хм.	737	2355	1821	1712,1	-21	183	2318	964
Черк.	1664	3771,9	3270	1969,8	-21	178	2324	757
Чернів.	674	1325,4	1460	478,3	-20	175	609	-
Черніг.	1778	3589,7	3306	1682,6	-23	187	2016	963
м. Київ	242	9183,7	928	14307,4	-22	176	11012	9446

Виробники теплової енергії на теплогенеруючих підприємствах, що працюють з використанням альтернативних видів палива (АВП), повинні мати ліцензії НКРЕКП, незалежно від обсягів виробництва та встановленої потужності. Згідно з даними реєстру ліцензій НКРЕКП, кількість підприємств з виробництва теплової енергії на котельнях, що працюють на традиційних видах палива, становить 170, ліцензіатів ОДА – понад 500. Потрібно зазначити, що частина виробників теплової енергії з

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МТ 9599269				

біомаси є ліцензіатами ОДА, яких вважають виробниками теплової енергії з твердого палива. Ринок виробництва теплової енергії з біомаси стрімко розвивається, і з'являються нові незалежні виробники теплової енергії. За даними реєстру ліцензій НКРЕКП, у сфері виробництва теплової енергії з нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії 264 ліцензіати виробляють теплову енергію на котельнях з альтернативних видів палива, а загальна кількість виданих ліцензій становить понад 300.

Найбільша кількість таких ліцензіатів зареєстрована в Київській (39), Тернопільській (25), Івано-Франківській (23), Житомирській (21) та Рівненській (19) областях. На основі інформації, отриманої від 17 ОДА, було встановлено, що загальна кількість муніципальних котельнь на АВП (зокрема і торф) становить понад 2400 од., кількість котлів – понад 3300 од., загальна встановлена потужність – понад 950 Гкал/год. Отже, частка котельнь на АВП стосовно загальної кількості котельнь в Україні становить 7,8%, а кількість котлів на АВП – близько 5%. Середня потужність установлених котельнь на АВП – 0,4 Гкал/год (450 кВт), а середня одинична потужність котлів – 0,29 Гкал/год (330 кВт). За даними: [15].

Таблиця 2.2.

Характеристика суб'єктів господарювання в секторі теплопостачання
у 2015 р.

Регіон	ОДА	НКРЕКП (традиційні)	К-сть ліцензіатів НКРЕКП, що працюють на АВП	К-сть ліцензіатів НКРЕ з ГВП	К-сть населених пунктів з ЦГВП
Україна	518	170	264	88	65
Він.	9	4	11	4	2
Вол.	29	5	13	4	4
Дніпр.	52	16	1	9	3
Дон.	34	17	5	8	4
Жит.	46	4	21	1	1
Зак.	4	0	3	-	-
Зап.	44	6	5	1	2
Ів.- Фр.	67	4	23	2	1
Київська	-	14	39	6	9
Кіп.	13	4	8	1	1

										Арк.
										34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

Луг.	-	11	1	2	1
Львів.	4	11	18	6	5
Мик.	20	2	4	3	2
Од.	-	6	1	3	3
Полт.	38	6	13	7	6
Рівн.	30	4	19	3	3
Сум.	22	9	7	6	4
Терн.	2	2	25	1	1
Харк.	38	13	10	2	2
Херс.	10	2	2	1	1
Хм.	26	7	10	6	5
Черк.	18	7	8	2	1
Чернів.	9	1	3	-	-
Черніг.	3	3	7	4	3
м. Київ	-	12	7	6	1

Найбільша кількість котельнь на АВП розміщені у Волинській області – 694 од, що становить майже 60% загальної кількості котельнь та 70% кількості встановлених котлів. Це пов'язано з великою кількістю котельнь на торфі, частка яких становить 82% загальної кількості котельнь на АВП, або 48% загальної кількості котельнь у регіоні. Отже, потенціальні можливості упровадження котельнь на біопаливі значно зменшуються в північних регіонах країни (Волинська, Рівненська, Чернігівська та Київська області), де є родовища торфу та набуто досвід його використання в муніципальному секторі для виробництва теплової енергії.

Вирівнювання тарифів на виробництво теплової енергії з альтернативних видів палива, та підвищення їх до економічно обґрунтованого рівня буде сприяти впровадженню котлів на біомасі та заміщенню газу як у муніципальному секторі, так і в секторі ЖКГ.

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МТ 9599269					

2.2 Техніко-економічні показники котельнь, що працюють на біопаливі

Основна частка теплогенеруючих підприємств в муніципальному секторі є опалювальними, а з урахуванням поточної ситуації із централізованим опаленням, зазначимо, що оцінка виробничої програми орієнтована на роботу котельнь протягом опалювального періоду. Визначення обсягів виробництва теплової енергії здійснюється на основі таких факторів, як: загальне приєднане теплове навантаження споживачів (опалення, ГПВ та вентиляція), характеристики та призначення опалювальних будівель, кліматичних умови регіону, втрат в теплових мережах та власні потреби котельнь згідно з державними будівельними нормами, державними стандартами та технічними регламентами.

Припустимо, що потрібна встановлена потужність котельні буде визначена з урахуванням резервування потужності і забезпеченням усіх нормативних вимог. На основі досвіду та експертної оцінки також припустимо, що середнє навантаження котельні за весь опалювальний період буде становити 62% встановленої потужності. Плановий обсяг виробництва теплової енергії (табл. 2.3) визначений на основі встановленої потужності котельні, КВВП та планового періоду експлуатації. Як видно з таблиці, в середньому котельня потужністю 1 МВт за опалювальний період виробляє близько 2 300 Гкал теплової енергії, а за умови цілорічної експлуатації – близько 4 000 Гкал.

Таблиця 2.3

Плановий обсяг виробництва теплової енергії, Гкал

Період експлуатації, діб	Встановлена потужність котельні, кВт					
	100	500	1000	1500	6000	10000
120	154	768	1536	2303	9214	15356
140	179	896	1792	2687	10749	17916
160	205	1024	2047	3071	12285	20475
180	230	1152	2303	3455	13821	23034

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			601-МТ	9599269	

200	256	1280	2559	3839	15356	25594
250	320	1600	3199	4799	19195	31992
320	409	2047	4095	6142	24570	40950

Визначення витрати палива в газових котлоагрегатах та котлоагрегатах на біомасі базується на ефективності котлів (ККД) і калорійності палива. Припустимо, що наявні газові котлоагрегати працюють з ККД 90% та використовують як паливо природний газ з калорійністю 33,9 МДж/м³, а котлоагрегати на біомасі працюють з ККД 85% на підсушених дровах з калорійністю 10 МДж/кг, вологій трісці – 8 МДж/кг, деревних гранулах середньої якості – 16,3 МДж/кг. Питому витрату умовного та натурального палива для виробництва 1 Гкал теплової енергії наведено в табл. 2.4. Як видно з її даних, для виробництва однакової кількості теплової енергії паливних гранул потрібно вдвічі менше, ніж деревної тріски. Це має значний вплив на розміри паливних складів, капітальних витрат на будівництво та розмір операційних витрат, що пов'язані з витратами на доставку палива.

Таблиця 2.4

Питоме споживання натурального та умовного палива
для виробництва 1 Гкал теплової енергії, кг/Гкал

Вид біопалива	кг у.п./Гкал	кг н.е./Гкал	кг н.п./Гкал
Тріска – 8 МДж/кг	168	118	619
Дрова – 10 МДж/кг			490
Пелети – 16,3 МДж/кг			302
Газ – 33,9 МДж/м ³	159	111	137

Згідно з даними статистичного бюлетеня «Результати використання палива, теплоенергії та електроенергії», питоме споживання умовного палива для виробництва теплової енергії на електростанціях становить близько 165 кг у. п./Гкал, на котельнях – 163–165 кг у. п./Гкал, на окремих котлоагрегатах – 174–177 кг у. п./Гкал.

										Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МТ 9599269					

Витрати на паливо є однією з найбільших статей операційних витрат під час виробництва теплової енергії, а для газових котельнь цей показник становить 60–80%, залежно від обсягів виробництва та категорії споживачів. Саме тому заміщення газу іншими, більш дешевими видами палива, дає змогу зменшити операційні витрати та собівартість виробництва теплової енергії. Обсяг споживання натурального палива, залежно від обсягів виробництва теплової енергії з урахуванням даних табл. 2.4, наведено в табл. 2.5. Отже, на опалювальний період котельні потужністю 500 кВт для виробництва 1 тис. Гкал теплової енергії потрібно близько 500 т дров (770 щ. м³), або 300 т гранул.

Таблиця 2.5

Обсяг споживання натурального палива, т

Вид біопалива	Плановий обсяг виробництва теплової енергії, Гкал					
	200	1000	2500	3500	14000	23000
Тріска – 8 МДж/кг	124	619	1548	2167	8669	14241
Дрова – 10 МДж/кг	98	490	1225	1716	6863	11275
Пелети– 16,3 МДж/кг	60	302	754	1056	4223	6938

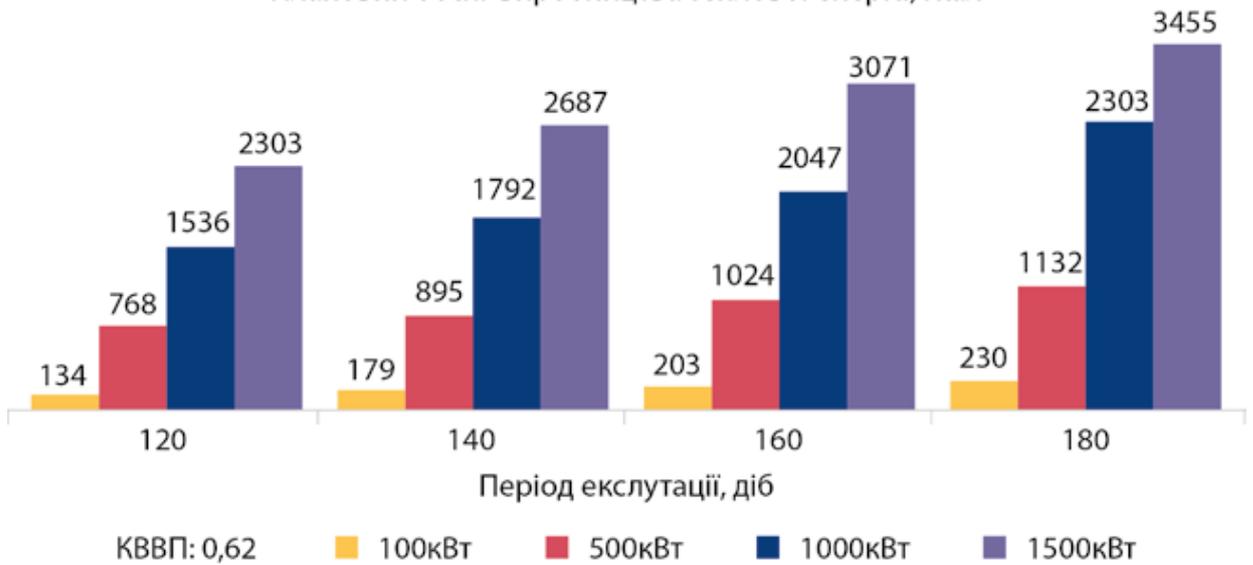
Біоенергетичні проекти у муніципальному секторі реалізують у двох основних напрямках – повне та часткове заміщення газу. Переважно в індивідуальних котельнях реалізують проекти повного заміщення газу, а в котельнях централізованого тепlopостачання – проекти часткового заміщення (де газові котлоагрегати відіграють роль резервних та пікових і несуть основне теплове навантаження). Проте в невеличких містах України з’являються котельні централізованого тепlopостачання, що повністю працюють на біомасі.

Оцінку економії природного газу та зниження викидів парникових газів залежно від обсягів виробництва теплової енергії з біомаси наведено в табл. 2.6. Як видно з результатів розрахунків, економія природного газу на кожен вироблену 1 тис. Гкал теплової енергії з біомаси становить 137 тис. м³, скорочення викидів парникових газів – 52 т CO_{2e}, а питома скорочення викидів

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

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

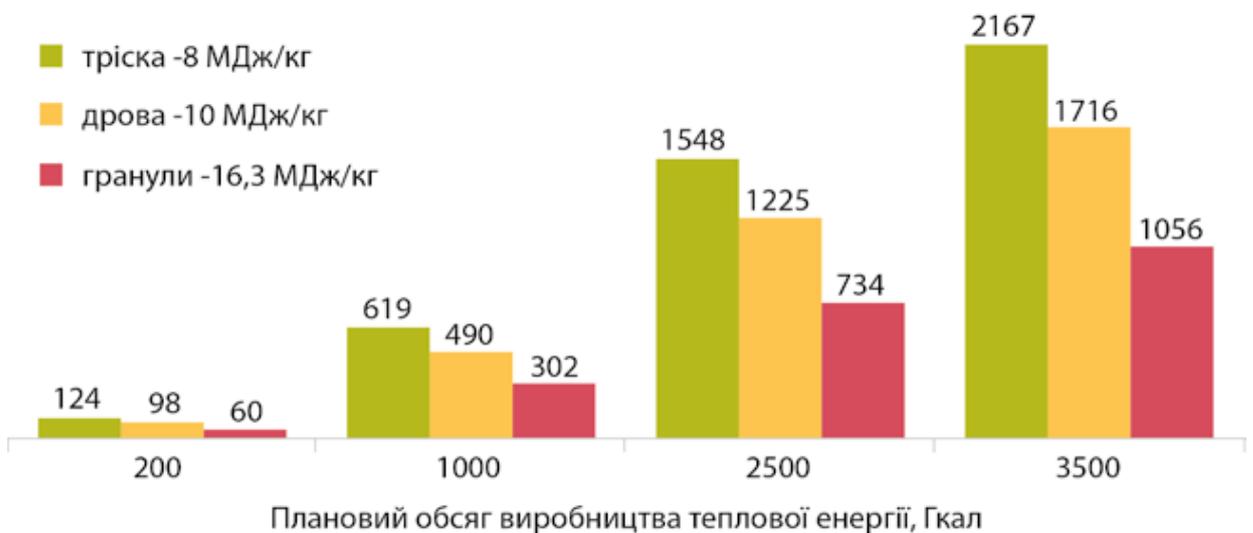
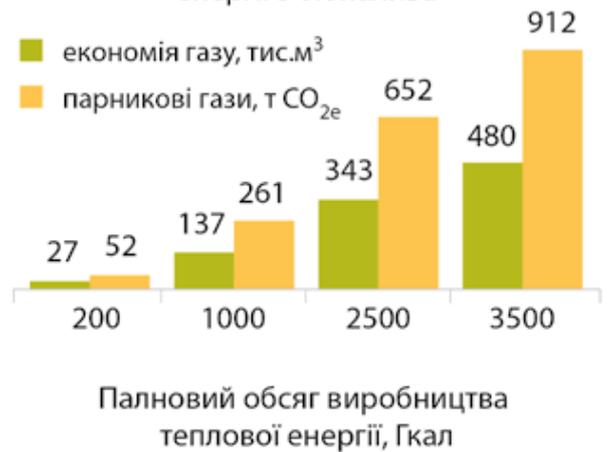


Рис. 2.2 Технічні характеристики роботи котельнь

За даними Мінрегіонбуду, підприємства теплопостачання мають досить невисоку ефективність, підвищення якої може дозволити знизити споживання газу на 5 млрд м³ щороку. Щоб зменшити споживання газу на підприємствах, що виробляють теплову енергію, та теплопостачання до рівня 2,4 млрд м³, інвестиції в виробництво мають становити \$6 млрд та \$19 млрд. В основному кошти потрібні для проведення термоізоляції будівель. Для проведення вимог Національного плану в життя з ВДЕ до 2020 р. (НПДВДЕ) на підприємствах теплопостачання за рахунок використання альтернативних видів палива потрібно замінити 5,8 млн т н. е. традиційних джерел енергії, з яких 4,6 млн т н. е. (5,7 млрд м³) – в системах централізованого опалення, що становить близько 65% палива, спожитого на підприємствах ТКЕ.

Згідно з джерел інформації, станом на початок 2018 р. загальна встановлена потужність котелень на біомасі становила близько 1 тис. Гкал/год, до 2025 р. встановлену потужність потрібно збільшити в 12–15 разів. З урахуванням середньої потужності котлів, що можуть бути встановлені в міських котельних, потреба в котлоагрегатах на біомасі до 2030 р. становитиме 15–20 тис. од., або 2-3 тис. од./рік.



Рис. 2.3. Структура споживання газу в Україні у 2015 р., млрд м³

					601-МТ	9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			41

2.3 Номенклатура котлів вітчизняного та іноземного виробництва

Товарна номенклатура – це систематизований перелік усіх асортиментних груп товарів і товарних одиниць, що пропонує виробник для реалізації. Товарний асортимент – це група товарів, що тісно пов’язані між собою за призначенням, проте мають певні особливості й відмінності. Дані щодо номенклатури котлів у розрізі потужності, видів біомаси і технології спалювання було визначено за допомогою аналізу відомостей від виробників обладнання. У рамках дослідження визначено насиченість і глибину номенклатури котлів на біомасі для відповідних виробників. Насиченість товарної номенклатури – загальну кількість окремих товарів, які її становлять, досліджено за такими критеріями: потужність, технологія спалювання, вид палива, спосіб подачі палива. Глибину товарної номенклатури за кількістю варіантів виконання (різновидом) кожного товару в межах асортиментної групи досліджено за головним показником – номінальною потужністю котлів.

Як видно з табл. 2.7, з наведених 10 виробників найбільшу глибину номенклатури обладнання за потужністю має компанія ПП «Альтеп-центр», що становить 106 од. Ця компанія пропонує обладнання потужністю в інтервалі від 15 кВт до 1 МВт, що працює на дровах, трісці та гранулах.

У результаті аналізу даних, маємо такі висновки щодо розподілення виробництва у розрізі потужності обладнання, основних технологій спалювання та виду палива серед українських виробників котлів на біомасі:

- найбільша кількість пропозицій стосується обладнання потужністю до 0,1 МВт (його пропонує 81 торгова марка (ТМ); обладнання потужністю від 0,1 до 1 МВт пропонують в асортименті 68 компаній і лише 26 компаній готові постачати обладнання потужністю понад 1 МВт;
- значна частина обладнання, представленого на ринку, – це обладнання, що розраховане для спалювання палива на нерухомій решітці (90 ТМ), на другому місці – обладнання, що пов’язане зі спалюванням в пальниковому пристрої (42 ТМ), а на третьому – зі спалюванням на рухомій колосниковій решітці (23 ТМ);

										Арк.
										42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

• щодо виду палива, найбільше пропонують обладнання, що працює на дровах – 89 ТМ, обладнання, яке працює на гранулах – 64 ТМ, 36 пропозицій стосуються обладнання, що може працювати на деревній трісці, 16 ТМ пропонують обладнання для спалювання аграрної сировини.

Таблиця 2.7

Товарний асортимент котлів на біомасі

Виробник (ТМ)	Насиченість номенклатури				Глибина номенклатури
	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
ПП «Альтеп-центр»	0,015–1,0	Спалювання на решітці, на реторті, в пальнику	Дрова, тріска, гранули	Ручна, мех.	106
ТОВ «Сучасні ефективні технології»	0,014–1,0	Спалювання на решітці, на реторті	Дрова, тріска, гранули	Ручна, мех.	37
«Gefest-profi»	0,015–1,15	Спалювання на решітці, на реторті, піроліз	Дрова, тріска, гранули	Ручна, мех.	47
ЗАТ «Волинь Кальвіс»	0,011–0,95	Спалювання на решітці, на реторті, на рухомій решітці, піроліз	Дрова, тріска, гранули, солома, лушпиння	Ручна, мех.	69
ТОВ «ЛІКА-СВІТ»	0,1–5,0	Спалювання на решітці, на реторті	Дрова, тріска, гранули	Ручна, мех.	18
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

Переважна більшість виробників котлів на біомасі в нашій країні, що активно беруть участь у виробництві обладнання за минулі три роки, зосередили всю свою основну увагу на котлоагрегатах малої та середньої потужності (побутовий сектор та сектор комунального господарства), що працюють на відходах деревини та деревних пелетах з відповідними для цього палива технологіями. Але з'являються нові виробники обладнання, що розробляють паливоспалююче обладнання високої потужності, тобто понад 1 МВт.

Географічну структуру виробництва котлоагрегатів на пелетах з біомаси визначено на основі аналізу відомостей від розробників обладнання та статистичних даних щодо виробників, які здійснюють діяльність згідно з КВЕД 25.21 – «Виробництво радіаторів і котлів центрального опалення». Результати аналізу географічної структури розташування підприємств подано в табл. 2.8 та на рис. 2.4 з огляду на кількість виробників обладнання за регіонами.

За статистичними даними, загальна кількість підприємств-виробників, що здійснюють діяльність згідно з КВЕД 25.21, становить 101, що на 1 виробника менше, ніж виробників котлів на пелетах з біомаси. Розбіжності пов'язані з тим, що статистичні дані є різними, які наводить КВЕД від 2014 р., і дані щодо виробників котлів на біомасі за 2018 р.

В 11-ти регіонах кількість виробників котлів, за КВЕД-ом, перевищує кількість виробників котлів на пелетах з біомаси. Таку розбіжність пояснюється тим, що в статистичних даних враховано підприємства виробники котлоагрегатів, що працюють на всіх видах палива (вугілля, дизельне паливо, природний газ, тощо).

					601-МТ 9599269	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість виробників котлів на біомасі за регіонами

Регіон	За КВЕД	На біомасі	Потужність			Вид палива			
			<0,1 МВт	0,1-1,0 МВт	>1 МВт	Агро.	Дрова	Тріска	Гранули
Вінницька	4	3	3	1	–	–	3	–	2
Волинська	1	2	2	1	1	–	2	1	1
Дніпропетровська	7	1	1	1	–	–	–	–	1
Донецька	2	–	–	–	–	–	–	–	–
Житомирська	8	7	4	4	4	–	6	4	4
Закарпатська	1	–	–	–	–	–	–	–	–
Запорізька	1	4	4	–	–	–	4	–	–
Івано-Франківська	2	1	1	–	–	–	1	–	1
Кіровоградська	2	1	1	1	–	–	1	–	1
Київська	22	25	20	18	6	5	20	13	20
Луганська	2	1	1	–	–	–	1	–	–
Львівська	6	6	5	3	2	–	6	1	3
Миколаївська	2	1	1	–	–	–	1	–	1
Одеська	5	6	5	3	2	1	4	3	5
Полтавська	1	2	1	2	1	1	2	1	2
Рівненська	7	12	9	10	5	4	11	5	8
Сумська	2	4	3	4	–	–	3	–	3
Тернопільська	1	1	1	1	–	–	1	–	1
Харківська	9	12	8	7	3	2	11	6	5
Хмельницька	8	5	3	4	1	1	5	1	2
Черкаська	4	3	2	3	1	2	2	1	–
Чернівецька	1	–	–	–	1	–	–	–	–
Чернігівська	3	5	5	5	1	–	5	1	4
УСЬОГО	101	102	80	68	27	16	89	37	63

Як видно з результатів аналізу, найбільша кількість розробників котлоагрегатів, що працюють на біомасі зареєстрована в Київській області (25), на другому і третьому місцях – Харківська (12) та Рівненська (12) області відповідно. Немає даних про виробників котлоагрегатів у п'яти регіонах: Херсонській, Ужгородській, Чернівецькій областях та тимчасово окупованих Донецькій області й АРК. Близько 80 виробників котлів (46%) пропонують обладнання потужністю менше ніж 0,1 МВ, тобто для побутового

сектору, і лише 16 виробників (8%) виготовляють паливоспалююче обладнання, що працює на біомасі.

Паливоспалююче обладнання, що встановлюється в котельнях міст та районів, потужністю понад 1 МВт виробляють в 11 регіонах, і найбільша кількість таких виробників у Київській, Рівненській та Житомирській областях. Можна зазначити, що виробництво котлоагрегатів, що в якості палива можуть використовувати пелети з біомаси в Україні розвинене у 20 областях. Як показано на рис. 2.4, в 10 областях розміщено 84 % усіх виробників в Україні.

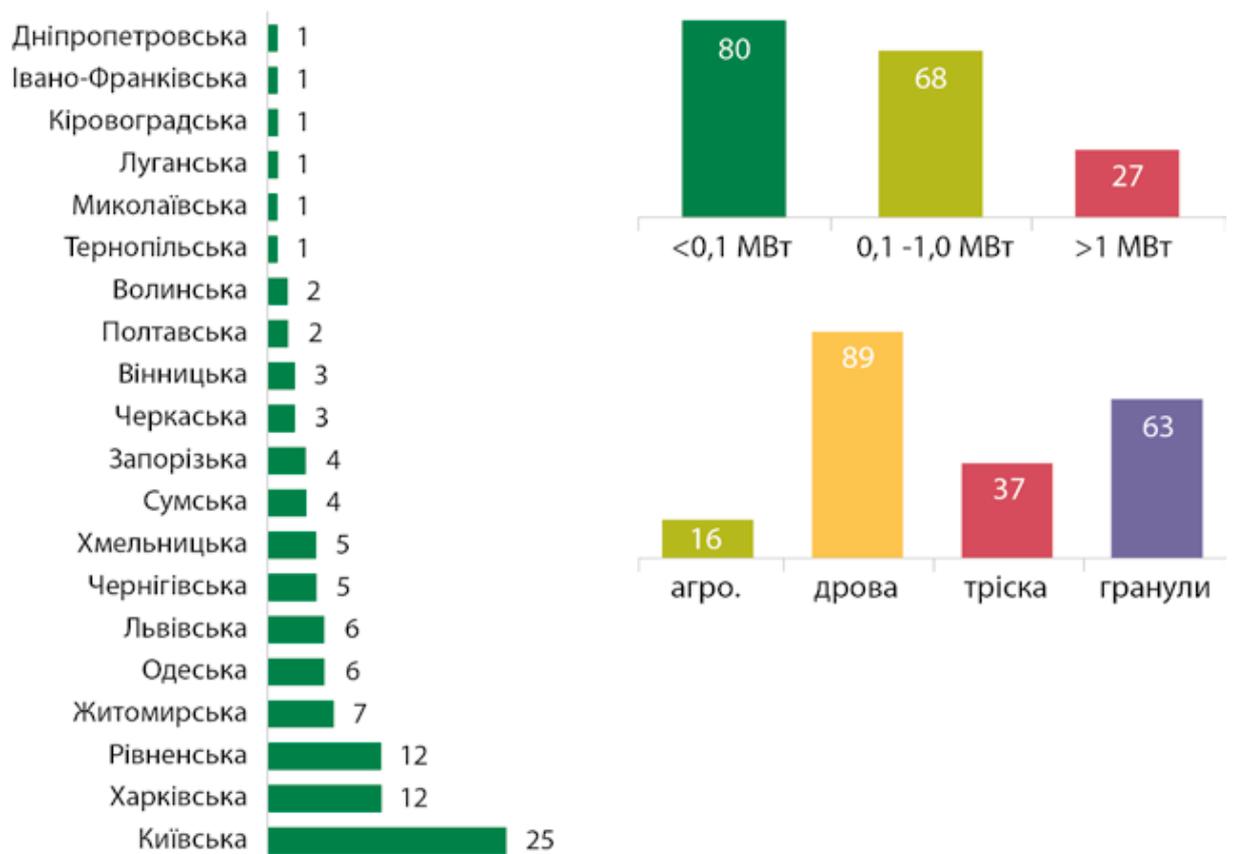


Рис. 2.4 Кількість виробників котлів на біомасі

Цінові показники визначались на підставі ціни виробника котлоагрегатів та вартості базової комплектації котлоагрегата стосовно потужності обладнання (\$/кВт) з урахуванням ПДВ. В ролі показників прийняті такі потужності: для лінійки котлоагрегатів до 100 кВт, для лінійки котлів 100 кВт – 1 МВт – 500 кВт, для лінійки котлів понад 1 МВт – 1000 кВт, або найближча номінальна потужність, що має виробник. Результат, що наведено в табл. 2.9, що містить

					601-МТ	9599269	Арк.
							46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

дані про діапазон технічних показників залежно від виду палива. Як видно з таблиці, питома вартість обладнання потужністю до 100 кВт, що працює на відходах деревини, перебуває в межах 25–35 \$/кВт. Питома вартість обладнання потужністю понад 100 і 1000 кВт, яке працює на відходах деревини, становить від 11 до 21 \$/кВт, що вдвічі менше за питому вартість котлів до 100 кВт.

Під час розгляду питомої вартості обладнання для таких видів палива, як відходи деревини та пелети, було визначено ідентичність інтервалів вартості для обох видів палива – 11–35 \$/кВт. Проте слід зауважити, що пропозицій паливоспалюючого обладнання для такого виду палива, як відходи деревини, набагато менше, ніж для пелет.

Найвища питома вартість обладнання, яке пропонує виробник ТОВ «Котлозавод Крігер», містить у собі витрати, що пов'язані з основним, додатковим фондом виробництва, до того ж витрати на монтаж котлоагрегату, на послуги з навчання персоналу та пуско-налагоджувальні роботи.

Потрібно звернути увагу на відносно високу питому вартість котлів на відходах деревини та пелетах потужністю до 100 кВт, що виробляється підприємством ТОВ «Броварський завод комунального обладнання». Це пояснюється вартістю додаткового обладнання, яке потрібне для забезпечення технології горіння сипучих видів палива, що істотно впливає на вартість виробництва котлів, незважаючи на відносно малу теплову потужність основного паливоспалюючого обладнання.

Таблиця 2.9

Цінові показники котлів на біомасі

Регіон	Питома вартість, \$/кВт								
	Дрова (ручне)			Тріска (авт.)			Гранули (авт.)		
	100 кВт	500 кВт	1000 кВт	100 кВт	500 кВт	1000 кВт	100 кВт	500 кВт	1000 кВт
ПП «Альтеп центр»	26,5 – 28,4	17,6	21	–	–	–	48,4 – 73,7	29 – 46,3	
ТОВ «Котлозавод «Крігер»	–	–	–	–	–	90 – 100*	–	–	90 – 100*
ЗАТ «Волинь»	40,8	20,7	15,9	43,7	22,4	16,7	43,7	22,4	–

					601-МТ 9599269		Арк.
							47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Кальвіс»									
ТД «Коростенський завод теплотехнічного обладнання»	23,9 – 27,9	14 – 15,7	11,7	27,7	15,7	11,7	27,7	15,7	11,7
«Gefest-profi»	24 – 25	8,2 – 14,8	11,9 – 13,3	–	–	–	43	30,6	26,9
«Броварський завод комунального обладнання»	32,9	16,6	12,7	86,9	32,2	33	77,3	28,6	31,6
ТОВ «Денасмаш»	31,7	18	14,6	–	–	–	52,3	24,5	19,3
Завод «Котеко»	31,4 – 42,4	27,8	18,7	–	–	–	24,9 – 42,4	27,8 – 28,8	18,7 – 20,6
Середня питома вартість	31,45	18,1	15,3	52,8	23,4	39,1	48,4	26,8	34,0

* - вартість включає проектування котельні та додаткове обладнання

Згідно з даними системи публічних закупівель Prozorro, питома вартість біопаливних котлів для муніципального сектора в діапазоні потужності до 500 кВт коливається в діапазоні 16–30 \$/кВт з ПДВ (рис. 2.5).

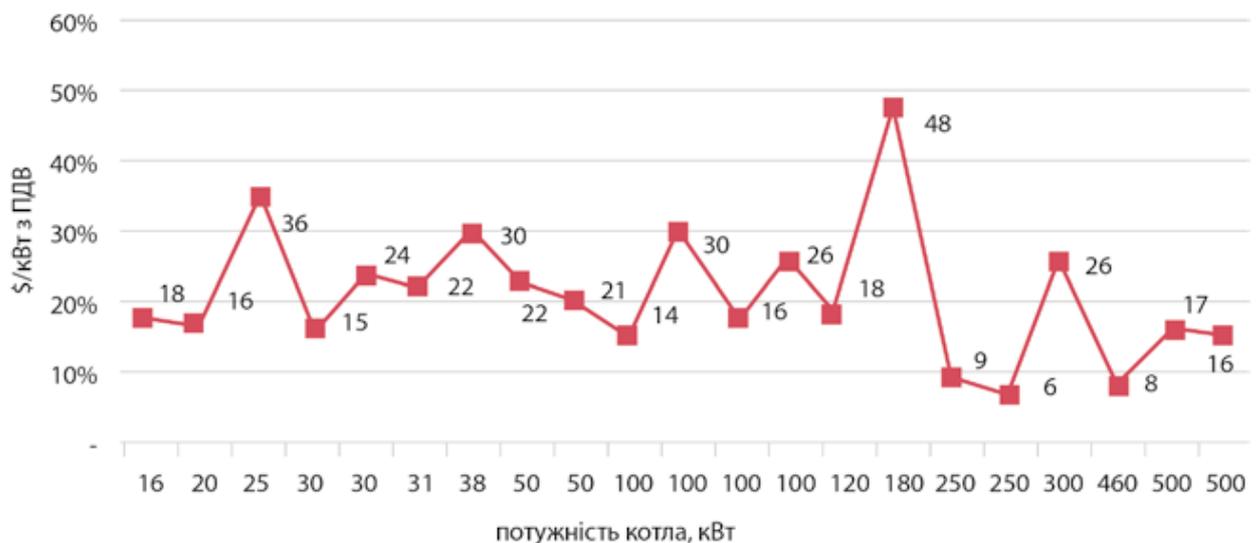


Рис. 2.5 Питома вартість закупівлі котлів на біомасі

Визначення зарубіжних торговельних марок виробників котлів, що працюють на пелетах з біомаси, представлених на українському ринку, базується на аналізі даних, які були одержані з таких джерел, як: відкриті джерела інформації (база даних рекламних та інформаційних матеріалів,

Таблиця 2.11

Географічна структура імпорту котлів на біомасі

Країна імпортер	К-сть виробників (ТМ)	Потужність			Вид палива			
		< 0,1 МВт	0,1 –1,0 МВт	> 1 МВт	Агро	Дрова	Тріска	Гранули
Польща	39	36	26	4	6	36	11	26
Туреччина	14	14	7	2	0	11	1	7
Чеська Республіка	13	9	7	4	5	7	7	10
Литва	9	7	3	3	1	7	4	5
Італія	8	5	5	5	-	3	5	7
Австрія	7	3	6	6	4	2	6	7
Данія	8	6	5	5	7	4	7	4
Німеччина	7	6	2	3	-	5	5	4
Білорусь	6	6	5	1	2	6	1	4
Латвія	4	3	3	1	-	2	1	3
Великобританія	3	3	3	-	1	2	1	2
Сербія	3	3	1	-	-	3	-	1
Словаччина	2	2	-	-	-	2	-	2
Нідерланди	2	-	1	2	2	-	2	2
Словенія	2	2	2	-	-	1	2	2
Болгарія	1	1	-	-	-	1	1	1
Греція	1	1	1	-	-	1	-	-
Китай	1	-	-	1	-	-	1	-
П-д Корея	1	1	-	-	-	-	-	1
Росія	1	1	1	-	-	1	-	-
Румунія	1	1	1	-	-	1	-	1
Угорщина	1	1	-	1	-	1	1	1
Фінляндія	1	1	-	1	-	-	1	1
Франція	1	-	-	1	1	-	1	-
Швеція	1	1	-	-	-	-	-	1
ВСЬОГО	135	113	79	40	29	96	58	93

Як видно з результатів аналізу географічної структури зарубіжних виробників котлоагрегатів на пелетах з біомаси в Україні, перше місце серед країн імпортерів посідає Польща – 39 ТМ (29%), на другому і третьому місцях відповідно Туреччина – 14 ТМ та Чеська Республіка – 13 ТМ (по 10%).

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Як видно з рис. 2.6 імпортні котлоагрегати на гранулах потужністю 100 кВт пропонують на ринку нашої країни за ціною від 84 до 366 \$/кВт, котлоагрегати потужністю 0,5 МВт – від 141 до 286 \$/кВт, котлоагрегати 1 МВт – від 137 до 226 \$/кВт. Питома вартість котельного обладнання «Herz» та «Viessmann» зі зростанням потужності зменшується в середньому відповідно на –20% та –10%. У решти ТМ такої тенденції не спостерігаємо. Польські виробники («Heizomat», «SAS», «Drewmet», «Protech») пропонують котлоагрегати потужністю 100 кВт, які втричі дешевші за німецькі та австрійські аналоги, що і пояснює великий попит на продукцію з Польщі. Польські виробники знайшли прості технічні рішення, які, проте, забезпечують надійну роботу обладнання, але з дещо нижчим ККД.

Найвищу питому вартість обладнання потужністю 500 та 1000 кВт, що пропонують ТМ «Herz» та ТМ «Viessmann», пояснюють високою якістю і надійністю обладнання, високим рівнем автоматизації та комплектації, високим ККД та можливістю працювати в широкому діапазоні робочих параметрів.

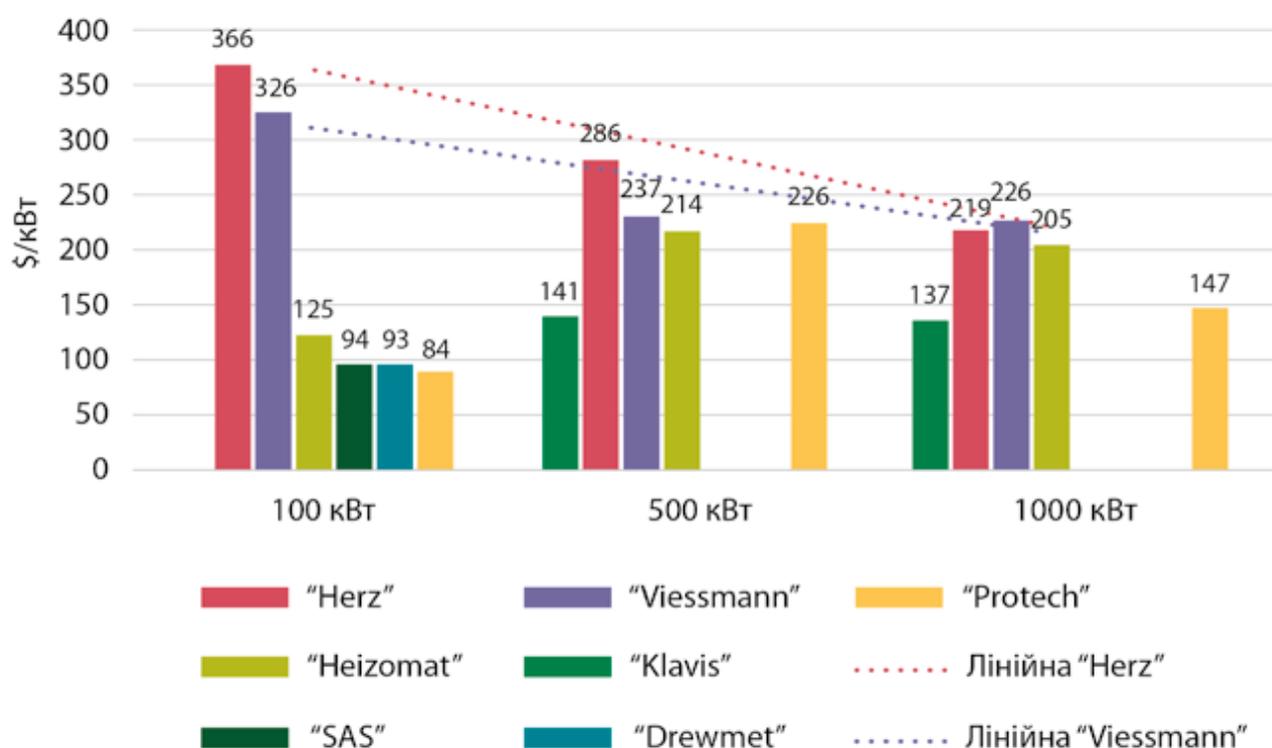


Рис. 2.6 Середня питома вартість котлів на гранулах

Розділ 3

Вибір котельного обладнання

3.1 Підбір котла на альтернативному паливі.

Кількість котельних агрегатів, що перебувають у робочому стані, визначається за відносною величиною допустимого зниження теплової потужності теплогенеруючої установки в режимі найбільш холодного місяця опалювального періоду при виході з ладу одного з котельних агрегатів:

$$\alpha = Q_{н.х.м.} / Q_{м.р.}, \quad (3.1)$$

де $Q_{н.х.м.}$ – допустиме зниження теплової потужності теплогенеруючої установки, що дорівнює її мінімально допустимій потужності в режимі найбільш холодного місяця, МВт

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

$$\alpha = 0,1 / 0,95 = 0,1$$

Максимальна розрахункова теплова потужність дорівнює $Q_{м.р} = z \times Q_{к.}$.
Тоді число встановлюваних котельних агрегатів визначається з рівності

$(z - 1) Q_{к.А} = Q_{н.х.м.}$, тобто:

$$z = 1 / (1 - \alpha) \quad (3.2)$$

$$z = 1 / (1 - 0,10) = 1,11.$$

Приймаємо один робочий котел та один резервний, в якості котлоагрегату вибираємо котел KRONAS HEAT MASTER SH 1000.

Характеристика котлоагрегата наведена в таблиці 4.1.

					601-МТ 9599269	Арк. 54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запобіжний пристрій	Позначення запобіжного пристрою	-	ДА-50
	Маса суха	кг	401

3.3 Підбір обладнання для системи водопідготовки

В даному проекті передбачається установка пом'якшення води безперервної дії з керуючими клапанами «FLECK».

Особливістю даної установки є безперервний робочий процес: поперемінна регенерація (відновлення іонообмінної ємності смоли) у двох резервуарах; безперервна подача зм'якшеної води; регенерація фільтруючого матеріалу проводиться в автоматичному режимі за сигналом вбудованого лічильника (за обсягом пропущеної води).

Для досягнення нормальних властивостей води застосовується двох ступеневе фільтрування. На першій ступені встановлюються фільтри На-катіонні, паралельно точні, призначені для обробки води з відносно низькою карбонатною жорсткістю. На другому ступені встановлюють паралельно точні фільтри, призначені для глибокого пом'якшення вихідної води для уловлювання проскользячих солей жорсткості після першого ступеня обробки.

Залишкова жорсткість після ХВО приймається:

- для першої ступені: $J_0 = 0,1$ мг-екв/л
- для другої ступені: $J_0 = 0,01$ мг-екв/л.

Нормальна швидкість фільтрування при жорсткості до 5-10 мг-екв/л:

- для другої ступені $W_H = 40$ м/год;
- для першої ступені $W_H = 15$ м/год.

Швидкість фільтрування, м/год:

										Арк.
										57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					601-МТ	9599269

де: α_{Na} – коефіцієнт ефективності регенерації, що враховує неповноту регенерації катіоніту, приймається в залежності від питомої витрати кухонної солі на регенерацію g_s , г/Г-екв: для першої ступені $\alpha_{Na} = 0,74$, для другої ступені $\alpha_{Na} = 0,62$;

β_{Na} - коефіцієнт зниження обмінної ємності катіоніту по Ca^{2+} і Mg^{2+} внаслідок впливу іонів Na^+ , що містяться у вихідній воді, приймаємо для першої та другої ступені $\beta_{Na} = 0,88$

$q_{пит}$ – питома витрата води на відмивання фільтрів, m^3/m^3 , приймаємо для першої ступені $q_{пит} = 6 m^3/m^3$, для другої ступені $q_{пит} = 8 m^3/m^3$;

E_n – повна обмінна ємність катіоніту, Г-екв/ m^3 , приймаємо для катіонообмінної смоли $E_n = 1700$ Г-екв/ m^3 .

$$E_{P1}^{Na} = 0,74 \times 0,88 \times 1700 - 0,5 \times 6 \times 5,2 = 1091,44, \text{ Г-екв}/m^3;$$

$$E_{P2}^{Na} = 0,62 \times 0,88 \times 1700 - 0,5 \times 8 \times 0,1 = 927,12, \text{ Г-екв}/m^3.$$

$$n_1 = 24 \times 5,2 \times 4,56 / 0,246 \times 1 \times 1,6 \times 1091,44 = 1,32 \approx 2 \text{ рази};$$

$$n_2 = 24 \times 0,1 \times 4,56 / 0,246 \times 1 \times 1,6 \times 927,12 = 0,03 \approx 1 \text{ раз}.$$

Витрата 100% кухонної солі на одну регенерацію фільтра, кг:

$$Q_c^{Na} = E_p^{Na} \cdot f_{Na} \cdot H_{сл} \cdot q_c / 1000 \quad (3.5)$$

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

$$Q_{c1}^{Na} = 1091,44 \times 0,246 \times 1,6 \times 150 / 1000 = 64,4, \text{ кг};$$

$$Q_{c2}^{Na} = 927,12 \times 0,246 \times 1,6 \times 100 / 1000 = 36,49, \text{ кг}.$$

Добова витрата технічної солі на регенерацію фільтра, кг/доба:

										Арк.
										59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

$$Q_{т.с.1} = Q_{с}^{Na} \cdot n \cdot a \cdot 100 / p \quad (3.6)$$

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

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

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

Витрата води на одну регенерацію фільтра складається з:

а) витрати води на взрхлююче промивання фільтра, m^3 :

$$Q_{взр} = i \cdot f_{Na} \cdot 60 \cdot t_{взр} / 1000 \quad (3.7)$$

де: i – інтенсивність промивки фільтра, m^2 , приймаємо $i=4$ л/($m^2 \cdot c$) для першої та другої ступені;

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

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

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

б) витрати води для приготування регенераційного розчину солі, m^3 :

$$Q_{рр} = Q_{с}^{Na} \cdot 100 / (1000 \cdot b \cdot \rho_{рр}) \quad (3.8)$$

де: b – концентрація регенераційного розчину солі, %, приймаємо для першої ступені $b=6,5$ %, для другої ступені приймаємо $b = 10\%$.

$\rho_{рр}$ – густина регенераційного розчину, г/мл, приймаємо для 6,5% розчину $\rho_{рр1} = 1,0449$ кг/ m^3 , для 10% розчину $\rho_{рр2} = 1,0707$ кг/ m^3

										Арк.
										60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

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

Згідно з паспортними даними фільтра TS 95-21М втрати напору становлять 6÷8 м.

3.4 Підбір регулюючого клапана

Підбір клапанів виконується за формулою:

$$K_v = \frac{G}{\sqrt{P}} \quad (3.16)$$

де: P – перепад тиску на повністю відкритому регулюючому клапані, атм;

G – об'ємна витрата середовища через повністю відкритий клапан, м³/год.

За величиною K_v підбираємо регулюючий клапан таким чином, щоб розрахунковий коефіцієнт K_v не перевищував K_{vs}, який приймається за паспортними даними клапана.

Розрахунок зведений в таблицю 3.3

Таблиця 3.3

Розрахунок регулюючого клапана

№п/п	G, м ³ /год	P, атм	K _v	Позначення	K _{vs}	Примітка
1	1,908	0,88	2,04	25ч940нж	3,2	Ду25, Ру 1,6МПа
2	1,728	0,015	14,11	25ч940нж	16	Ду25, Ру 1,6МПа
3	2,7	0,05	12,07	25ч940нж	16	Ду25, Ру 1,6МПа
4	1,8	0,2	4,02	25ч940нж	6,3	Ду25, Ру 1,6МПа

										Арк.
										63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-МТ 9599269					

3.5 Підбір триходового крана

Підбір триходового крана проводиться за рекомендаціями заводу виробника «ESBE».

За діаграмою в залежності від об'ємної витрати визначається найменший коефіцієнт Kvs . За значенням коефіцієнта Kvs за таблицями визначається діаметр триходового крана.

На систему опалення прийнятий кран триходовий 3F100: $Kvs=225$, Ду 100, Ру 0,6 МПа;

На систему ГВП прийнятий кран триходовий 3F65: $Kvs=90$, Ду 65, Ру 0,6 МПа.

3.6 Підбір лічильника води

Діаметр умовного проходу лічильника води слід вибирати виходячи з середньогодинної витрати води за період споживання (добу, зміну), який не повинен перевищувати експлуатаційний, що приймається, і перевірити відповідно до наступних інструкцій:

а) на пропуск розрахункової максимальної секундної витрати води, при цьому втрати напору в лічильниках води не повинні перевищувати: 5,0 м - для крильчастих і 2,5 м - для турбінних лічильників.

б) на пропуск максимальної (розрахункової) секундної витрати води, при цьому втрати напору в лічильнику не повинні перевищувати 10 м.

Втрати тиску в лічильниках h , м, при розрахунковій секундній витраті води, л/с, слід визначати за формулою:

$$h = Sq^2 \quad (3.17)$$

де: S — гідравлічний опір лічильника;

q – секундна витрата води, л/с.

Розрахунок лічильника води зведений в таблицю 2.6

									Арк.
									64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			601-МТ	9599269	

Розрахунок лічильника води

№п/п	Q, м ³ /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	MTNI-40	0,49	Ду40, Ру 1,6МПа
6	4,13	MTWI-25	3,47	Ду25, Ру 1,6МПа
7	1,42	MTKI-25	0,41	Ду25, Ру 1,6МПа
8	5,7	WRH-K-80	0,01	Ду80, Ру 1,6МПа

3.7 Підбір мембранного розширювального бака

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

$$t_{\text{зап}}=10^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{ср}}=(T_1+T_2)/2=(95+70)/2=82,5 \text{ отже } K_{\text{розш}}=0,0307$$

$$t_{\text{ср}}=(T_1+T_2)/2=(90+70)/2=80 \text{ отже } K_{\text{розш}}=0,0288$$

Визначаємо об'єм розширення за формулою, м³:

$$V_{\text{бака}} = \frac{V_{\text{с}} K_{\text{розш}}}{1 - \frac{P_{\text{min}}}{P_{\text{max}}}} \quad (3.18)$$

де: V – об'єм системи, м³, приймається для системи опалення $V_{\text{сист}}=12000$ м³, для системи на технологію $V_{\text{сист}}=7000$ м³;

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

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

Для системи опалення:

$$V_{\text{бака}} = \frac{12000 \times 0,0307}{1 - \frac{1,5}{6,0}} = 491,2, \text{ л.}$$

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

По каталогу приймаємо мембранний розширювальний бак WRV-500, «Wester Heating», Англія.

Для системи на технологію:

$$V_{\text{бака}} = \frac{7000 \times 0,0307}{1 - \frac{1,5}{6,0}} = 268,8 \text{ л.}$$

По каталогу приймаємо мембранний розширювальний бак WRV-300, «Wester Heating», Англія.

3.8 Підбір обсягу бака для збору конденсату

Ємність збірного бака конденсату приймається не менше 10 максимальної витрати конденсату, м³:

$$V_{\text{б}} = 10G_{\text{к}}^{\text{з.с}} \quad (3.19)$$

де: $G_{\text{к}}^{\text{з.с}}$ - кількість конденсату, що повертається зовнішнім споживачам, м³/год.

$$V_{\text{б}} = 10 \times 3,55 = 35,5, \text{ м}^3.$$

3.9 Підбір насосів

3.9.1 Підбір живильного насоса

Продуктивність насоса, м³/год:

$$G_{\text{жив}} = \beta_1 (G_{\text{жив}} + G_{\text{прод}}) \quad (3.20)$$

де: β_1 - коефіцієнт запасу, приймається $\beta_1 = 1,1$;

$G_{\text{жив}}$ – витрата живильної води на один котел, м³/год;

									Арк.
									66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			601-МТ	9599269	

$G_{\text{прод}}$ - витрата води на безперервну продувку, м³/год.

Напір насоса, м:

$$H_{\text{жив}} = \beta_2 (\Delta H_{\text{КА}} - \Delta H_{\text{д}} - \Delta H_{\text{Г}} + \Delta H_{\text{с}}) \quad (3.21)$$

де: β_2 - коефіцієнт запасу, приймається $\beta_2 = 1,2$;

$\Delta H_{\text{КА}}$ – втрати тиску в котельному агрегаті, м;

$\Delta H_{\text{д}}$ – надлишковий тиск в деаераторі, м;

$\Delta H_{\text{Г}}$ – геометрична різниця рівнів між установкою деаератора і входу живильної води в котел, м;

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

$$G_{\text{жив}} = 1,1 \times (2,60 + 0,08) = 2,95, \text{ м}^3/\text{год};$$

$$H_{\text{жив}} = 1,2 \times (96 - 2 + 2,22 + 1,5) = 112 .$$

По каталогу приймаються 2 насоса (1 резервний):

CR5-16, «GRUNDFOS»

Подача	2,95 м ³ /год
Напір	112 м
Потужність	4 кВт
Маса	43 кг

3.9.2 Підбір конденсатного насоса

Продуктивність насоса, м³/год:

$$G_{\text{жив}} = \beta_1 G_{\text{к}} \quad (3.22)$$

де: β_1 - коефіцієнт запасу, приймається $\beta_1 = 1,1$;

$G_{\text{к}}$ – витрата конденсату, м³/год.

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Напір насоса, м:

$$H_{\text{мереж}} = \beta_2 (\Delta H_{\text{м}} + \Delta H_{\text{КА}} + \Delta H_{\text{вс.к}}) \quad (3.25)$$

де: β_2 - коефіцієнт запасу, приймається $\beta_2 = 1,2$;

$\Delta H_{\text{м}}$ – втрати тиску в зовнішніх мережах, м;

$\Delta H_{\text{КА}}$ – втрати тиску в котельному агрегаті, м;

$\Delta H_{\text{вс.к}}$ – опір трубопроводів і арматури всередині котельні, м.

$$G_{\text{мереж}} = 1,1 \times (67,7 + 17,99) = 94,26, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$H_{\text{мереж}} = 1,2 \times (15 + 0,29 + 1,37) = 20, \text{ м}.$$

По каталогу приймаються 2 насоса (1 резервний):

ТР 100-250/2, «GRUNDFOS»

Подача	94,7 м ³ /год
Напір	20 м
Потужність	5,5 кВт
Маса	197 кг

3.9.4 Підбір мережного насоса на технологію

Продуктивність насоса, м³/год:

$$G_{\text{мереж}} = \beta_1 G_{\text{тех}} \quad (3.26)$$

де: β_1 - коефіцієнт запасу, приймається $\beta_1 = 1,1$;

$G_{\text{тех}}$ - витрата мережевої води на технологію, м³/год.

Напір насоса, м:

$$H_{\text{мереж}} = \beta_2 (\Delta H_{\text{м}} + \Delta H_{\text{ТО}} + \Delta H_{\text{вс.к}}) \quad (3.27)$$

					601-МТ	9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			69

де: β_2 - коефіцієнт запасу, приймається $\beta_2=1,2$;

ΔH_M – втрати тиску в зовнішніх мережах, м;

ΔH_{TO} – втрати тиску в теплообміннику, м;

$\Delta H_{Вс.К}$ – опір трубопроводів всередині котельні, м.

$G_{мереж}=1,1 \times 21,5=23,65, \text{ м}^3/\text{Год}$;

$H_{мереж}=1,2 \times (10+5+1,54)=20, \text{ м}$.

По каталогу приймаються 2 насоса (1 резервний):

TP 50-230/4, «GRUNDFOS»

Подача	23,65 м ³ /Год
Напір	20 м
Потужність	3 кВт
Маса	83,3 кг

3.9.5 Підбір насоса на систему гарячого водопостачання

Продуктивність насоса, м³/Год:

$$G_{мер} = \beta_1 G_{ГВП} \quad (3.28)$$

де: β_1 - коефіцієнт запасу, приймається $\beta_1=1,1$;

$G_{тех}$ - витрата води на ГВП, м³/Год.

Напір насоса, м:

$$H_{мер} = \beta_2 (\Delta H_{ЗМ} + \Delta H_{ТО} + \Delta H_{Вс.К}) \quad (3.29)$$

де: β_2 - коефіцієнт запасу, приймається $\beta_2 =1,2$;

$\Delta H_{ЗМ}$ – – втрати тиску в зовнішніх мережах, м;

$\Delta H_{ТО}$ – втрати тиску в теплообміннику, м;

$\Delta H_{Вс.К}$ – опір трубопроводів і арматури всередині котельні, м.

					601-МТ	9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			70

Потужність	0,37 кВт
Маса	24 кг

3.9.7 Підбір рециркуляційного насоса

Продуктивність насоса, м³/год:

$$G_{\text{реци}} = \frac{G_{\text{к}}(t_2^{\text{КА}} - t_2^{\text{ЗОВН}})}{(t_1^{\text{КА}} - t_2^{\text{ЗОВН}})} \quad (3.32)$$

де: $G_{\text{к}}$ - витрата води в котельному контурі, м³/год;

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

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

$t_2^{\text{ЗОВН}}$ - температура зворотної мережної води після зовнішніх споживачів, °С.

Продуктивність рециркуляційних насосів для закритих систем теплопостачання визначають при температурі зовнішнього повітря $t_{\text{ЗОВН}}=0$ °С.

Напір насоса, м:

$$H_{\text{реци}} = \beta_2(\Delta H_{\text{КА}} + \Delta H_{\text{тр}}) \quad (3.33)$$

де: β_2 - коефіцієнт запасу, приймається $\beta_2=1,2$;

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

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

$$G_{\text{реци}}=21,61 \times (70-43,3)/(95-43,3)=11,16, \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$H_{\text{реци}}=1,2 \times (0,29+2,18)=2,96$$

По каталогу приймається 1 насос:

UPS 40-60/2F, «GRUDFOS»

Подача 11,16 м³/год

Напір 2,96 м

Потужність 0,28 кВт

									Арк.
									72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Маса

8,5 кг

3.10 Розрахунок втрат тиску вузла обліку теплової енергії

3.10.1 Задані параметри теплоносія:

$Q = 1\,720\,000$ (ккал/год) – встановлена

потужність котлів;

Розрахункова теплова потужність котлів:

$Q_{оп} = Q \times \text{ККД (котлів)} = 1\,720\,000 \times 0,85 = 1\,462\,000$ (ккал/год).

$T_1 = 95^\circ\text{C}$; (Ду = 150 мм)

$T_2 = 70^\circ\text{C}$; (Ду = 150 мм)

3.10.2 Витрати теплоносія на опалення:

$G_{оп} = 1462000 / (95 - 70) = 58\,4800$ (кг/год) = 58,59 м³/год;

3.10.3 Приймаємо тепловий лічильник

Типу QALCOMET HEAT 1 з ультра звуковими перетворювачами витрат QALCOSONIC FLOW2 Ду100 з концен тратором даних ENCO Data Logger, з інтерфейсом передачі даних по прото колу M-Bus, фільтр DN 150 мм.

Технічні дані обраного водоміру:

$Q_{ном} = 60,0$ м³/год; $Q_{min} = 0,24$ м³/год; $Q_{max} = 120$ м³/год.

Втрати тиску при витраті теплоносія $G_{оп} = 58,59$ м³/год складають:

- на водомірі $\Delta P = 11,0$ (кПа);
- на фільтрі $\Delta P = 0,65$ (кПа).
- на кранах 2 шт. $\Delta P = 2 * 0,04 = 0,08$ (кПа).

3.10.4 Втрати тиску на вирівнюючих ділянках DN100 при:

$\Delta P = R * l = 371 * 0,55 = 204$ (Па) = 0,2 (кПа).

3.10.5 Втрати тиску на місцевих опорах при:

					601-МТ	9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			73

$v = 0,66 \text{ м/с}$:

- на термодатчиках $\xi = 1 \cdot 1 = 1,0$

- на термометрах $\xi = 1 \cdot 1 = 1,0$

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

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

$\sum \xi = 3,5$. По таблицям знаходимо: $\Delta P = 0,73 \text{ (кПа)}$.

3.10.6 Сумарні втрати тиску у вузлі на подаючому трубопроводі

Сумарні втрати тиску у вузлі на подаючому трубопроводі дорівнюють:

$$\Delta P = 11 + 0,65 + 0,08 + 0,2 + 0,73 = 12,66 \text{ (кПа)} = 1,29 \text{ (м вод. ст.)}$$

Так як, вузол обліку складається з двох ідентичних вимірювальних ділянок на подаючому та зворотньому трубопроводах, то загальні втрати тиску становитимуть $\Delta P = 2 \cdot 12,66 = 25,32 \text{ (кПа)} = 2,58 \text{ (м вод. ст.)}$

Враховуючи, що втрати тиску у вузлу складають 25,32 кПа, можна зробити висновок, що при встановленні даного вузла обліку витрат теплової енергії забезпечується нормальна робота систем.

									Арк.
									74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			601-МТ	9599269	

Розділ 4

Оцінка величин викидів та впливу котельні, що працює на альтернативних джерелах палива

4.1 Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від роботи котельні

Джерело № 1 – труба. KRONAS HEAT MASTER SH 1000 котлоагрегати на альтернативному паливі. Котлоагрегати працюють почергово, але режим роботи також передбачає їх одночасне використання. Параметри труби $H=12\text{м.}$, $D = 0,3\text{м.}$ Час роботи – 2100 год/рік. Забруднюючі речовини: оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) в перерахунку на діоксид азоту, оксид вуглецю, метан, вуглецю діоксид, азоту (1) оксид $[N_2O]$, ртуть та її сполуки, (у перерахунку на ртуть) речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом, неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС).[24]

За рік використовується – 90 000 кг палива.

Розрахунок викидів шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу при спалюванні органічного палива проводиться згідно Збірник «Показники емісії викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря» Друга редакція. Том 1-3. Донецьк-2008 р».

Валовий викид j -ї забруднювальної речовини $E_{j,t}$, що надходить у атмосферу з димовими газами енергетичної установки за проміжок часу P , визначається за формулою:

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_i^r)_i$$

де E_{ji} – валовий викид j -ї забруднювальної речовини під час спалювання i -го палива за проміжок часу P , т;

k_{ji} – показник емісії j -ї забруднювальної речовини для i -го палива, г/ГДж;

B_i – витрата i -го палива за проміжок часу P , т;

					601-МТ	9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			75

$(Q^r_i)_i$ – нижча робоча теплота згоряння i -го палива, МДж/кг.

Нижча теплота згоряння палива згідно протоколу випробувань від 19.09.2015 складає 17,01 МДж/кг.

За даними протоколу випробувань палива, склад горючої маси пелетів з біомаси такий, %:

сірка – 0,02;
зола – 0,68;

Згідно з таблицею В.1 перерахунок масового вмісту складу палива виконується за формулою

$$(100 - W^r) / 100$$

W^r - масовий вміст води в паливі на робочу масу, %;

сірка – $0,02 \cdot (100 - 7,3) / 100 = 0,01854\%$;

зола – $0,68 \cdot (100 - 7,3) / 100 = 0,6304\%$;

Нижча теплота згоряння горючої маси пелетів з біомаси дорівнює 17,01 МДж/кг, вологість робочої маси палива — 7,3 %, зольність сухої маси — 85,9 %,

Масовий елементний склад (%) пелетів з біомаси заповнюється відповідно протоколу випробувань палива та таблиці 3.3.

Таблиця 4.1

Паливо	C ^r ,%	H ^r ,%	S ^r ,%	O ^r ,%	N ^r ,%	A ^r ,%	W ^r ,%	Q _i ^r ,Мдж/кг
пелети з біомаси (відходи деревини)	34,6	4,2	0,01854	30,1	0,4	0,6304	7,3	17,01

Визначення об'єму сухих димових газів

Масовий вміст вуглецю C^{632} , який згорає, % на робочу масу, виражається через масовий вміст вуглецю в паливі C^r за формулою

$$C^{632} = \varepsilon_C C^r$$

де: ε_C - ступінь окиснення вуглецю палива ,

									Арк.
									76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			601-МТ	9599269	

C^r – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %.

Ступінь окислення вуглецю палива ε_C в енергетичній установці рекомендовано приймаємо рівній 1. Формулою

$$\varepsilon_C = 1 - \frac{A^r}{C^r} \left(a_{вин} \frac{\Gamma_{вин}}{100 - \Gamma_{вин}} + (1 - a_{вин}) \frac{\Gamma_{шл}}{100 - \Gamma_{шл}} \right)$$

де A^r - масовий вміст золи в паливі на робочу масу, %;

C^r - масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу, %;

$a_{вин}$ - частка золи, яка видаляється у вигляді леткої золи;

$\Gamma_{вин}$ - масовий вміст горючих речовин у виносі твердих частинок, %

$\Gamma_{шл}$ - масовий вміст горючих речовин у шлаку, %

$$\varepsilon_C = 1 - \frac{0,6304}{34,6} \left(0,3 \frac{20}{100 - 20} + (1 - 0,3) \frac{2}{100 - 2} \right) = 0,998$$

$$C^{взг} = 0,998 \cdot 34,6 = 34,531$$

РОЗРАХУНОК ПИТОМОГО ОБ'ЄМУ СУХИХ ДИМОВИХ ГАЗІВ

Під час спалювання 1 кг робочої маси палива з урахуванням механічного не допалювання питомий об'єм сухих димових газів $v_{дг}^0$, $\text{нм}^3/\text{кг}$ (за відсутності в них кисню) визначається за формулою:

$$v_{дг}^0 = 0,01(1,866 C^{взг} + 0,7 S^r + 0,8 N^r) + V_{N_2 пов}$$

де $C^{взг}$ – масовий вміст вуглецю палива, що згорів, на робочу масу, %;

S^r – масовий вміст сірки в паливі на робочу масу, %;

N^r – масовий вміст азоту в паливі на робочу масу, %;

$V_{N_2 пов}$ – питомий об'єм азоту повітря, необхідного для горіння палива, $\text{нм}^3/\text{кг}$.

					601-МТ	9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			77

Питомий об'єм азоту $v_{N_{2\text{пов}}}$, $\text{нм}^3/\text{кг}$, в повітрі, яке необхідне для спалювання палива, визначається за формулою

$$v_{N_{2\text{пов}}} = 3,762 v_{O_2}$$

де v_{O_2} – питомий об'єм кисню, необхідного для проходження стехіометричних реакцій окислення, $\text{нм}^3/\text{кг}$.

Питомий об'єм кисню v_{O_2} , $\text{нм}^3/\text{кг}$, необхідного для проходження стехіометричних реакцій окислення,

$$v_{O_2} = 0,01(1,866C^{\text{взг}} + 5,56H^r + 0,7S^r - 0,7O^r),$$

де $C^{\text{взг}}$ – масовий вміст вуглецю палива, що згорів, на робочу масу, %;

H^r – масовий вміст водню в паливі на робочу масу, %;

S^r – масовий вміст сірки в паливі на робочу масу, %;

O^r – масовий вміст кисню в паливі на робочу масу, %.

$$v_{O_2} = 0,01(1,866 \cdot 34,531 + 5,56 \cdot 4,2 + 0,7 \cdot 0,01854 - 0,7 \cdot 30,1) = 0,6673$$

$$v_{N_{2\text{пов}}} = 3,762 \cdot 0,6673 = 2,517$$

$$v_{\text{дг}}^0 = 0,01(1,866 \cdot 34,531 + 0,7 \cdot 0,01854 + 0,8 \cdot 0,4) + 2,517 = 3,1647$$

Одержане значення $v_{\text{дг}}^0$ за відсутності кисню в димових газах (коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1$) може бути приведене до стандартного вмісту кисню в димових газах за допомогою рівняння

$$v_{\text{дг}} = v_{\text{дг}}^0 \frac{21}{21 - O_{2\text{ст}}}$$

де $v_{\text{дг}}$ – питомий об'єм сухих димових газів, приведений до стандартного вмісту кисню в димових газах, $\text{нм}^3/\text{кг}$;

$v_{\text{дг}}^0$ – питомий об'єм сухих димових газів при $O_2 = 0$ %, $\text{нм}^3/\text{кг}$;

$O_{2\text{ст}}$ – стандартний об'ємний вміст кисню в сухих димових газах, %.

										Арк.
										78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

$$v_{др} = 3,1647 \frac{21}{21-6} = 4,4306 \text{ нм}^3/\text{кг};$$

Перерахунок значення вимірної концентрації в показник емісії j -ї забруднювальної речовини для конкретного джерела викиду здійснюється за формулою

$$k_j = c'_j \cdot \frac{v_{O_2}}{Q_i^f} \cdot f_n \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right),$$

де k_j – показник емісії j -ї забруднювальної речовини, г/ГДж;

c'_j – вимірня масова концентрація j -ї забруднювальної речовини в сухих димових газах, приведена до нормальних умов та стандартного вмісту кисню, мг/нм³;

$v_{др}$ – питомий об'єм сухих димових газів, приведений до стандартного вмісту кисню, нм³/кг;

Q_i^f – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг.

f_n – ступінь зміни викиду ЗР при зменшенні навантаження теплосилової установи (для оксидів азоту – див. розділ 4.3 , для інших ЗР f_n , як правило дорівнює 1).

q_4 – втрата теплоти через механічний недопал палива, %.

Специфічний показник емісії визначений, на основі вимірювань концентрацій забруднюючих речовин .

Згідно проведених прямих вимірювань, значення концентрації при $O_2 = 6\%$ становить:

- **Оксиди азоту(у перерахунку на діоксид азоту [NO+NO₂]):**

$$C_{O_2=6\%}^{NOx} = 221,05 \text{ мг/м}^3$$

									Арк.
									79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Коефіцієнт емісії оксидів азоту:

Коеф. емісії оксидів азоту	Формула визначення
K_{NOx} , Г/ГДж	$c'_j \cdot \frac{V_{O_2}}{Q'_i} \cdot f_n \cdot (1 - \frac{q_4}{100})$
KRONAS HEAT MASTER SH 1000	$\frac{221,05 \cdot 4,4306}{17,1} \cdot 0,91 \cdot (1 - \frac{2}{100}) = 51,2$

$$f_n = \left(\frac{Q_\phi}{Q_n} \right)^z$$

Q_ϕ - фактична теплова потужність установки спалювання, МВт;

Q_n - номінальна теплова потужність установки спалювання, МВт;

z – емпіричний коефіцієнт, який залежить від виду установки спалювання, її потужності, питу палива тощо. (табл. Д.9)

Фактична теплопродуктивність котлоагрегата Q_ϕ (Гкал/год) визначається за формулою [Наказ №46 від 07.05.2001 «Про затвердження Міжгалузевих норм витрат палива для опалювальних котлів, які експлуатуються в Україні»]:

$$Q_\phi = G_B \cdot C_B \cdot (t_B'' - t_B') \cdot 10^{-3}$$

де G_B - витрата води через котел, т/год;

t_B'' - температура води на виході з котлоагрегата, °С;

t_B' - температура води на вході в котел, °С;

C_B - теплоємність води, ккал/кг°С.

$$Q_k = 2,1 \text{ м}^3 / \text{год} \cdot 1000 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot (78 - 41) \cdot 10^{-6} = 0,777 \text{ Гкал} / \text{год}$$

Звідси знаходимо теплову потужність установки спалювання в кВт

$$Q_\phi = 0,777 \cdot 1,163 \cdot 1000 = 904 \text{ кВт}$$

					601-МТ	9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			80

$$f_h = \left(\frac{904}{950}\right)^{1,15} = 0,91$$

Емпіричний коефіцієнт $z = 1,15$.

q_4 - втрата тепла за механічним недопалюванням, % (для деревини $q_4 = 2$) (табл. Д.4).

- Оксиди вуглецю**

$$C_{O_2=6\%}^{CO} = 3400,00 \text{ мг/м}^3$$

Таблиця 4.3

Коефіцієнт емісії оксиду вуглецю:

Коеф. емісії оксиду вуглецю	Формула визначення
$K_{CO}, \text{ г/ГДж}$	$c'_j \cdot \frac{v_{O_2}}{Q_i^r} \cdot f_h \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right)$
KRONAS HEAT MASTER SH 1000	$\frac{34000 \cdot 4,4306}{17,01} \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 863,32$

- Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки**

$$C_{O_2=6\%}^{SO_2} = 68,42 \text{ мг/м}^3$$

Таблиця 4.4

Коефіцієнт емісії діоксиду сірки:

Коеф. емісії оксиду вуглецю	Формула визначення
$K_{SO_2}, \text{ г/ГДж}$	$c'_j \cdot \frac{v_{O_2}}{Q_i^r} \cdot f_h \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right)$
KRONAS HEAT MASTER SH 1000	$\frac{68,42 \cdot 4,4306}{17,01} \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 17,37$

										Арк.
										81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

**Валові викиди речовини у вигляді суспендованих твердих частинок
недиференційованих за складом**

Таблиця 4.9

Назва котлоагрегата	Розрахунок, т/рік
KRONAS HEAT MASTER SH 1000	$E_C = 10^{-6} \cdot 31,81 \cdot 90 \cdot 17,01 = 0,0486979$

Валові викиди метану

За даними галузевої методики розрахунку шкідливих викидів[7] показник емісії метану k_{CH} становить 5 г/ГДж. Валовий викид метану E_{CH}

Таблиця 4.10

Номер котлоагрегата	Розрахунок, т/рік
KRONAS HEAT MASTER SH 1000	$E_{CH} = 10^{-6} k_{CH} Q_s^r B_m = 10^{-6} \cdot 5 \cdot 90 \cdot 17,01 \approx 0,007655$

Валові викиди вуглецю діоксиду

За даними галузевої методики розрахунку шкідливих викидів[7] показник вуглецю діоксиду k_{CO_2} становить 28 130 г/ГДж. Валовий викид вуглецю діоксиду E_{CO_2}

Таблиця 4.11

Номер котлоагрегата	Розрахунок, т/рік
KRONAS HEAT MASTER SH 1000	$E_{CO_2} = 10^{-6} k_{CO_2} Q_s^r B_m = 10^{-6} \cdot 28130 \cdot 90 \cdot 17,01 \approx 43,06422$

Валові викиди оксид діазоту

					601-МТ 9599269		Арк.
							83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

За даними галузевої методики розрахунку шкідливих викидів[7] показник **оксид діазоту** k_{N_2O} становить 4 г/ГДж. Валовий викид **оксид діазоту** E_{N_2O}

Таблиця 4.12

Номер котлоагрегата	Розрахунок, т/рік
KRONAS HEAT MASTER SH 1000	$E_{N_2O} = 10^{-6} k_{N_2O} Q_s^r B_m = 10^{-6} \cdot 4 \cdot 90 \cdot 17,01 \approx 0,006124$

Валові викиди неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)

За даними галузевої методики розрахунку шкідливих викидів[7] показник **НМЛОС** $k_{НМЛОС}$ становить 45 г/ГДж. Валовий викид **оксид діазоту** $E_{НМЛОС}$

Таблиця 4.13

Номер котлоагрегата	Розрахунок, т/рік
KRONAS HEAT MASTER SH 1000	$E_{НМЛОС} = 10^{-6} k_{НМЛОС} Q_s^r B_m = 10^{-6} \cdot 45 \cdot 90 \cdot 17,01 \approx 0,0689$

Згідно протоколу вимірювань максимальна концентрація забруднюючої речовини та максимально разовий викид становить :

Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом – 125,26 мг/м³ (0,005664 г/с).

Оксиди азоту (оксид та діоксин азоту) в перерахунку на діоксид азоту – 221,05 мг/м³ (0,009996 г/с),

Оксидів вуглецю – 3400,00 мг/м³ (0,153748 г/с),

Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки – 68,42 мг/м³ (0,003094 г/с).

Таблиця 4.14

Котел на	Забруднююча речовина	г/с	т/рік
пелетах KRONAS	Оксиди азоту (оксид та діоксин азоту) в перерахунку на діоксид азоту)	0,009996	0,0783821

									Арк.
									84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

HEAT	азоту		
MASTER	Оксидів вуглецю	0,153748	1,32166
SH 1000	Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,003094	0,026592
	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом	0,005664	0,0486979
	Метану	-	0,007655
	Вуглецю діоксид	-	43,06422
	Азоту (1) оксид [N ₂ O]	-	0,006124
	Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)	-	0,0689

В зв'язку з відсутності можливості проведення прямих інструментальних вимірів на даному джерелу викиду, значення концентрації приймається максимальне з джерел утворення.

Згідно інструментальним вимірюванням, концентрація забруднюючої речовини

Максимальна масова концентрація NO_x – 221,05 мг/нм³.

Максимальна масова концентрація CO – 3400 мг/нм³.

4.2 Оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє природне середовище

Клімат і мікроклімат

Метеорологічні характеристики та коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин у атмосфері для м. Лубни надані на підставі даних Полтавського обласного центру з гідрометеорології.

- Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери, A = 180;
- Коефіцієнт рельєфу дорівнює 1.

									Арк.
									85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Повторюваність напрямків вітру за рік

Місяць	Напрямок								Штиль
	Пн	ПнСх	Сх	ПлСх	Пл	ПлЗх	Зх	ПнЗх	
I	9,6	9,2	14,0	13,8	14,9	12,6	15,3	10,6	8,8
II	9,5	11,3	17,6	16,2	12,9	8,8	13,3	10,4	7,8
III	8,5	12,5	17,5	15,2	16,5	9,6	12,0	8,2	11,4
IV	11,6	11,8	14,8	14,8	16,7	8,3	11,2	10,8	12,3
V	14,4	13,0	14,2	14,2	15,5	7,8	8,9	12,2	18,6
V	15,7	11,9	9,2	9,2	12,6	9,5	15,1	16,8	20,2
V	19,3	11,8	6,8	6,2	9,0	8,1	17,6	21,2	19,4
V	21,0	12,3	9,9	8,1	9,1	7,3	13,8	18,5	22,8
IX	11,1	10,1	11,5	9,9	12,2	11,0	17,5	16,7	21,3
X	9,9	6,3	12,2	12,5	13,2	13,4	17,6	14,9	17,3
XI	8,9	6,7	9,9	14,6	17,0	14,6	18,1	10,2	11,1
XII	8,9	6,9	10,0	15,7	15,8	13,8	16,7	12,2	8,8
Рік	12,4	10,3	12,3	12,5	13,8	10,4	14,8	13,5	14,9

- Середня швидкість вітру за рік становить 2,3 м/с.
- Швидкість вітру за середніми багатолітніми даними, повторення перевищення якої складає 5%, 9,5-10 м/с.
- Середньомісячні швидкості вітру наведені в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16

Середня місячна та річна швидкість вітру, м/с

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	РІК
Швидкості вітру	2,8	3,0	2,6	2,6	2,3	2,0	2,0	1,8	1,9	2,1	2,4	2,5	2,3

- Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш спекотного місяця +25,2 °С;
- Середня мінімальна температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця -9,3 °С;

					601-МТ 9599269		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			86

- димова труба від котлоагрегата в котельній (дж. №1) діаметром 0,3 м і Н=12,0 м;

Після опрацювання проектного рішення кількісний та якісний перелік викидів підприємства, які потрапляють у атмосферне повітря, наведені в таблиці 4.18

Таблиця 4.18

Перелік забруднюючих речовин, що відводяться в атмосферне повітря

Найменування речовини	ГДК м.р мг/м ³	ГДК с.д мг/м ³	ОБРВ мг/м ³	Клас небезпек и	Викид речовини тонн/рік
Азоту діоксид 301	0,2	-	-	3	0,0783821
Ангідрид сірчистий 330	0,5	0,05	-	3	0,026592
Вуглецю оксид 337	5	3	-	4	1,32166
Речовини суспендовані недиференційовані за складом (у вигляді частинок золи) 2902	0,5	0,15	-	3	0,0486979
Разом:					1,474

Парникові гази (діоксид вуглецю, оксид діазоту, метан) згідно спільного листа Мінпаливенерго України, Мінекоресурсів України та Державної податкової адміністрації України від 13.12.2002 р. № 05/15-1215/11.12.02 10825/16/3-8/10072/5/11-1316 "Про взаємовідносини сторін у

									Арк.
									88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

У зв'язку з цим виникла необхідність встановлення для кожного котлоагрегата пилогазоочисного устаткування.

З аналізу літературних джерел (вітчизняних і закордонних), а також на підставі значного досвіду роботи з проектування й розробки апаратів і систем очищення пилогазових викидів, в якості пилогазоочисного устаткування для очищення газоповітряної суміші від зважених часток приймається циклон типу ЦН-11-400 із ступенем очищення 86%.

Таблиця 4.19

Характеристика пилогазоочисного устаткування

№ джерела викиду	№ вентсистем	Код ПГОУ	№ ПГОУ на карті-схемі	Найменування ПГОУ	Міжремонтний період експлуатації	Дата останнього ремонту	Параметри газоповітряної суміші	
							На вході в ПГОУ	
							Об'єм, нм ³ /с	Температура °С
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	H03	-	ЦН-11-400	-	-	0,2836	140
2	2	H03	-	ЦН-11-400	-	-	0,2836	140

Продовження таблиці 4.19

Параметри газоповітряної суміші	Забруднююча речовина		№ ступені очищення	Концентрація речовини на вході в ПГОУ, мг/нм ³	Ефективність роботи ПГОУ, %	Концентрація речовини на виході з ПГОУ,	Прилади контролю
	На виході з ПГОУ	Код					

									Арк.
									90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Об'єм , нм ³ /с	Температу ра, °С						мг/нм ³	
10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,2836	140	301	Азоту діоксид	-	-	-	-	-
		330	Ангідрид сірчистий	-	-	-	-	-
		337	Вуглецю оксид	-	-	-	-	-
		2902	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	1	165,73*	86	23,2*	-
0,2836	140	301	Азоту діоксид	-	-	-	-	-
		330	Ангідрид сірчистий	-	-	-	-	-
		337	Вуглецю оксид	-	-	-	-	-
		2902	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	1	165,73*	86	23,2*	-

*Примітка: Концентрація речовини отримана розрахунковим шляхом

Параметри джерел викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря

Параметри викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря для розрахунку розсіювання їх у атмосферному повітрі надаються в таблиці 10.6, котра складена з урахуванням вимог Наказу №108, від 09.03.2006, «Про затвердження інструкції про загальні вимоги до оформлення документів у яких

									Арк.
									91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Як паливо передбачається паливні гранули (пелети) із теплотворною спроможністю спалювання 4247 ккал/кг.

Таблиця 4.20

Характеристика палива

Марка палива	Робоча маса палива							Нижча теплота згоряння, МДж/кг, $Q_{н}^p$	Вихід летких речовин на горючу масу, %, V^r
	Склад, %								
	W^p	A^p	S^p	C^p	H^p	N^p	O^p		
Пелети	7,43	1,27	0,02	51	6,1	0,6	42,2	13,2	82,41

Теоретичний об'єм димових газів.

Теоретичний об'єм сухого повітря. Для повного спалювання 1 кг твердого та рідкого палива теоретично необхідний об'єм повітря, м³/кг, розраховують розподілом маси витраченого кисню на щільність кисню при нормальних умовах $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,429$ кг/м³ і на 0,21, так як в повітрі міститься 21% кисню.

$$V_B^0 = 0,0889(C^p + 0,375S_{л}^p) + 0,265H^p - 0,0333O^p$$

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

Теоретичний об'єм димових газів. При повному спалюванні палива димові гази, що виходять з топки, містять: двоокис вуглецю CO₂, пари H₂O (що утворюються при спалюванні водню палива), сірчистий ангідрид SO₂, азот N₂ – нейтральний газ, що надійшов в топку з киснем повітря, азот із складу палива N₂, а також кисень надлишкового повітря O₂.

При неповному спалюванні палива до зазначених елементів додаються ще окис вуглецю CO, водень H₂ і метан CH₄. Для зручності підрахунків продукти згоряння поділяють на сухі гази і водяні пари. Обсяг сухих газів приймають за 100%. При повному спалюванні палива склад сухих продуктів згоряння (у відсотках за об'ємом) наступний:

									Арк.
									93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

$$V = 1 \times 88,17 \times [5,48 + 4,75(1,3 - 1)] \times \frac{140 + 273}{273} \times \frac{760}{753} = 88,17 \times 6,91 \times 1,51 \times 1,009 = 928,25$$

м³/годину= = 0,2578 м³/с.

Для подальших розрахунків приймається значення, збільшене на 10%, для урахування можливих витрат. Тобто, кількість димових газів буде складати:

$$V = 928,25 \times 1,1 = 1021 \text{ м}^3/\text{годину} = 0,2836 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Характеристика валових викидів забруднюючих речовин

Показники, що характеризують валові викиди в атмосферу забруднюючих речовин джерелами котельні, представлені у відповідності з матеріалами "Посібника по складанню розділу проекту "Охорона навколишнього середовища" до ДБН 2.2.1-2013" в таблиці 4.21.

Таблиця 4.21

Валові викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Цех, виробництво	Продукція, потужність	Забруднююча речовина	Розмір викиду		
			Валові викиди		Викид на одиницю продукції
			г/с	тонн/рік	тонн/Гкал
1	2	3	4	5	6
Котельня	Теплова енергія 4667,50 Гкал/рік	Азоту діоксид	0,066	0,07838	0,0002100
		Ангідрид сірчистий	0,020	0,02659	0,0000043
		Вуглецю оксид	0,078	1,32166	0,0002600
		Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	0,0132	0,04869	0,000044

										Арк.
										96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

Обґрунтування визначеного розміру санітарно-захисної зони

В залежності від характеру і потужності виробництва *санітарно-захисна зона* (СЗЗ) визначена у відповідності з СН 245-71 та додатку №4 до Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів, затверджених Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 10.06.96 р. №173, як для підприємства *IV класу* і складає *50 метрів*.

Заходи щодо регулювання шкідливих викидів при несприятливих метеорологічних умовах (НМУ)

Згідно з РД 52.04.52-85 для джерел підприємств у залежності від ступеня забруднення атмосфери можуть бути розроблені заходи щодо регулювання шкідливих викидів при НМУ за трьома режимами.

Заходи за I режимом носять організаційно-технічний характер і не потребує капітальних внесків (скорочення викидів до 20 %).

Заходи за II режимом включають заходи I режиму, а також додаткові заходи II режиму (скорочення викидів на 25-40 %).

Заходи за III режимом включають заходи, які повинні забезпечити тимчасове скорочення викидів у атмосферу 40-60 %.

У зв'язку з тим, що заплановані викиди забруднюючих речовин об'єкту незначні, а максимальні приземні концентрації за всіма показниками значно нижчі ГДК, тому для даного об'єкту передбачені заходи I режиму. Для даного режиму розглядаємо об'єкту пропонується:

по технологічному устаткуванню:

- посилення контролю за точним дотриманням технологічного регламенту роботи устаткування;
- заборона роботи устаткування у форсованому режимі;
- заборона продування устаткування і ємностей, в яких зберігалися забруднюючі речовини;

по газоочисним установкам:

					601-МТ	9599269	Арк.
							99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- посилення контролю за технічним станом та режимом експлуатації апаратів газоочищення;
- забезпечення безперервної роботи пилогазоочисної системи та її окремих елементів, недопущення зниження їх потужності або відключення на ревізії або ремонті;
- посилення контролю за герметичністю газоходів і агрегатів, місць перевантаження матеріалів, які пилять, та інших джерел пиловидалення;
- забезпечення інструментального контролю ступені очистки викидів забруднюючих речовин на джерелах.
- забезпечення посиленого контролю за технічним станом і експлуатацією вентиляційних систем.

При розробці заходів щодо короткочасного скорочення викидів у періоди НМУ необхідно брати до уваги таке: заходи повинні враховувати специфіку конкретного виробництва; здійснення розроблених заходів щодо можливості не повинна супроводжуватися скороченням виробництва.

Відомості про програму, яка використовується для автоматизованого розрахунку забруднення атмосфери

Результати розрахунків розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери, здійсненні на ЕОМ типу IBM PC IT за програмою "ЕОЛ 2000", що рекомендуються до використання Міністерством охорони навколишнього природного середовища України.

Алгоритм програми побудований та використовує "Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий", ОНД-90.

Програма "ЕОЛ-2000" проводить розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери і дозволяє вирішити завдання нормування розміру викидів забруднюючих речовин з промислових джерел, та встановлення гранично допустимих викидів. Ступінь небезпеки забруднення атмосферного повітря при цьому характеризується найбільшим значенням

					601-МТ 9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

концентрацій, що відповідають несприятливим умовам розсіювання, враховуючи і небезпечну швидкість вітру.

Визначення доцільності проведення розрахунку розсіювання забруднюючих речовин у атмосферному повітрі виконується згідно з вимогами ОНД-86, п. 5.21.

$$\frac{M}{ГДК} > 0,1 \text{ при } H \leq 10 \text{ м;} \quad \frac{M}{ГДК \times H} > 0,01 \text{ при } H > 10 \text{ м; де,}$$

M – сумарна величина викиду ЗР від всіх джерел підприємства, г/с;

ГДК – максимально-разова граничнодопустима концентрація ЗР, мг/м³;

H – середня по підприємству висота джерел викидів, м.

Таблиця 4.22

Доцільність проведення розрахунку на ЕОМ представлена у таблиці

№з/п	Забруднююча речовина		а) ГДК _{м.р.} б) ГДК _{с.д.} в) ОБРВ мг/м ³	М, г/с	Н, м	К	Доцільність проведення розрахунку
	Код	Найменування					
1	2	3	4	5	6	7	8
1	301/4001	Азоту діоксид	а) 0,20	0,066	10,00	0,3300	ТАК
2	330/5000	Ангідрид сірчистий	а) 0,50	0,020	10,00	0,0400	НІ
3	337/6000	Вуглецю оксид	а) 5,00	0,078	10,00	0,0156	НІ
4	2902/3000	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	а) 0,50	0,0132	10,00	0,0264	НІ

Згідно з отриманими результатами доцільно проводити розрахунок розсіювання забруднюючих речовин на ЕОМ.

									Арк.
									101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Розрахунок розсіювання викидів забруднюючих речовин виконується за умови врахування викидів від існуючих стаціонарних джерел підприємства за **діоксидом азоту, оксидом вуглецю, сірчистим ангідридом та речовинами суспендованими, недиференційованими за складом** без урахування та з урахуванням фонових концентрацій. Фонові концентрації приймалися згідно з «Порядок визначення величин фонових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі» затверджений наказом Міністерства екології та природних ресурсів від 30 липня 2001 р. №286, та зареєстрований в Міністерстві юстиції України 15 серпня 2001 р. за №700/5891. та складають для NO_x - 0,09 ГДК, СО - 0,08 ГДК, SO₂ - 0,04 ГДК, Пил - 0,1 ГДК.

Розрахунковий прямокутник розміщується на площі 1000×1000 з кроком 50 метрів за двома координатними осями.

Метеорологічні характеристики та коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері

Дані представлені у формі табл. 4.23, яка зроблена відповідно листа Полтавського обласного центру з гідрометеорології №32-03-41/331 від 22.08.2022 р. Метеорологічні характеристики і коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферу на підставі даних для міста Лубни.

Метеорологічні характеристики

Таблиця 4.23

№ з/п	Назва характеристики	Величина	
1	Коефіцієнт стратифікації атмосфери	180	
2	Коефіцієнт рельєфу місцевості в місті	1,0	
3	Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця, °С	25,2	
4	Середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця, °С	-9,3	
5	Середньорічна роза вітрів		
		Пн	12,4
		ПнС	10,3
		С	12,3

										Арк.
										102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

		ПдС	12,5
		Пд	13,8
		ПдЗ	10,4
		З	14,8
		ПнЗ	13,5
6	Швидкість вітру по середнім багаторічним даним , які повторюються з 5% перевищенням, м /с		9-10

Результати розрахунку розсіювання в атмосфері викидів забруднюючих речовин та порівняльний аналіз із загальним зменшенням викидів

Результати розсіювання забруднюючих речовин від джерел підприємства з урахуванням та без урахування фонових концентрацій, наведено в додатках до розділу.

Матеріали надані на картах-схемах у вигляді ізоліній концентрацій забруднюючих речовин свідчать, що для всіх речовин максимально разові концентрації за межами кордону розрахункової СЗЗ та на території підприємства не перевищують нормативні дані.

Все це вказує на те, що закладені в проект рішення забезпечують значення концентрацій забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери на території підприємства та за межами санітарно-захисної зони нижче максимально разових ГДК цих речовин і не потребує додаткових заходів щодо зниження розміру викидів.

Встановлення і нормування розміру ГДВ забруднюючих речовин у атмосферу надається з урахуванням критерію якості повітря:

$$Q_n < \frac{C}{ГДК}, \text{ де,}$$

C – розрахунковий розмір концентрацій забруднюючої речовини в приземному шарі атмосфери понад заданої точки поверхні, (мг/м³);

$ГДК$ – гранично допустима максимально разова концентрація забруднюючої речовини, (мг/м³).

Якість атмосферного повітря вважається задовільною, якщо $Q < 1$, а розмір викиду M (г/с), що характеризує концентрацію забруднюючої речовини за несприятливих умов розсіювання допустимим. Завдання нормування розміру

									Арк.
									103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

викиду зводиться до розрахунку значення концентрації C і перевірці умови $Q < 1$.

Розрахунками за програмою "ЕОЛ-2000" надаються концентрації, які відносяться до 20-30 хвилинного інтервалу усереднення.

Аналіз результатів автоматизованого розрахунку розсіювання в атмосфері викидів забруднюючих речовин від котельної, де розміщуються опалювальні агрегати показав, що рівень забруднення приземного шару на межі розрахункової СЗЗ не перевищує нормативних значень і значень гранично допустимих концентрацій для усіх забруднюючих речовин, як з урахуванням так і без урахування фонових концентрацій.

Тому, розраховані значення джерел викидів №1,2 рекомендовано застосовувати в якості гранично допустимих викидів. Ці дані надані в таблиці 10.10.

Таблиця пропозицій граничнодопустимих викидів

Таблиця 4.24

№ з/п	№ джерела викиду	Найменування забруднюючої речовини	Код забруднюючої речовини	Затверджений граничнодопустимий викид		Термін досягнення затвердженого значення
				мг/м ³ *	г/с	
1	2	3	4	5	6	7
1	1	Азоту діоксид	301/4001	-	0,033	2022
2		Ангідрид сірчистий	330/5000	-	0,010	2022
3		Вуглецю оксид	337/6000	-	0,039	2022
4		Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	2902/3000	150	-	2022
1	2	Азоту діоксид	301/4001	-	0,033	2022
2		Ангідрид сірчистий	330/5000	-	0,010	2022
3		Вуглецю оксид	337/6000	-	0,039	2022
4		Речовини суспендовані,	2902/3000	150	-	2022

		недиференційовані за складом				
--	--	------------------------------	--	--	--	--

*Примітка: Концентрації отримані розрахунковим шляхом.

					601-МТ 9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

4.4 Контроль за величинами викидів

Контроль за величинами викидів від джерел №1, 2 повинен здійснюватися не рідше 1 разу на рік інструментальним методом службою охорони навколишнього середовища підприємства або спеціалізованими атестованими організаціями.

При перевищенні ГДВ внаслідок аварії, підприємство зобов'язано у встановленому порядку повідомити про це органам, які здійснюють контроль за охороною атмосфери, та застосувати заходи щодо зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, навіть до повної зупинки технологічного обладнання та ліквідації наслідків забруднення атмосфери, а також передати інформацію про аварію та прийнятих заходах.

При невиконанні у нормативні терміни планів заходів щодо досягнення нормативів ГДВ або окремих етапів цих планів, а також у випадку порушення лімітів викидів шкідливих речовин, встановлених на період виконання вказаних планів, органи Міністерства екології та природних ресурсів України мають право пред'явити підприємству іскові претензії, керуючись відповідними документами.

заходи щодо коригування санітарно-захисної зони

В результаті проведення реконструкції котельні зміна меж санітарно-захисної зони не потрібна, що підтверджено розрахунками розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери.

заходи по захисту від шуму

При розробці підрозділу використовувалися наступні матеріали:

- ГОСТ 12.1-003 "Шум. Общие требования";
- ГОСТ 12.4.051-81 "Средства индивидуальной защиты органов слуха";
- Одним із видів впливу на навколишнє середовище в процесі експлуатації є шум від обладнання котельні (мережеві та рециркуляційні насоси, димососи).

Для зменшення шуму та вібрації встановлені насоси малошумні.

					601-МТ	9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			109

Для захисту людей від впливу шуму, проектом регламентована його інтенсивність та інші характеристики, які визначають міру шкоди, що заподіюється ним організму людини. Саме для досягнення цієї мети здійснюється гігієнічне, або санітарне нормування шуму.

Гігієнічне нормування шуму базується на критеріях здоров'я і працездатності людей з оцінкою його впливу на весь організм у процесі трудової діяльності (з урахуванням її напруженості і ваги).

Граничні рівні звукового тиску та рівні звуку на постійних робочих місцях та на території жилої забудови приведені в табл. 4.25.

Таблиця 4.25

Нормативні граничні рівні звукового тиску та рівні звуку

Найменування	Рівень звуку в ДБА	Середньогерметичні частоти октавних полос в Гц							
		65	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		Рівні звукового тиску в дБ							
На території житлової забудови (в 2 м від дгороджуючих конструкцій жилих та громадських будівель)	45	67	57	49	44	40	37	35	33
Территории, непосредственно прилегающие к зданиям поликлиник, школ и других учебных заведений, детских дошкольных учреждений, площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов	90	75	66	59	54	50	47	45	44
На постійних робочих місцях	90	103	96	91	83	85	83	81	80

Рівні шуму визначені за характеристиками обладнання з урахуванням їх роботи в залі котельної.

До основних джерел шуму відносяться:

- технологічне обладнання;
- насосне обладнання котельної
- шум від вентиляційного обладнання (димососи).

Розрахунки проведені з урахуванням зростання шуму від одночасно працюючої групи джерел.

Робота обладнання врахована за період доби сумарною тривалістю до 24 годин і, як наслідок, урахування поправки до допустимих октанових рівнів звукового тиску та рівня звуку для території житлової забудови. Найближча житлова забудова знаходиться на відстані приблизно 37 м від джерела шуму.

Котельня укомплектована сучасним насосним обладнанням, з рівнем шуму 28-35 дБ, компресори існуючі, тому від них додатковий шум не передбачається. Сумарний рівень шуму однакових джерел, дБА, може бути розрахований за формулою

$$P_{\Sigma} = P + 10 \lg N,$$

де P – рівень шуму від одного джерела, дБА;

N – кількість однакових джерел шуму, шт.

Сумарний рівень шуму від компресорів становить:

$$P = 35 + 10 \lg 6 = 35 + 10 * 0,301 = 42,78 \text{ дБА.}$$

Сумарний рівень шуму під час роботи джерел з різним рівнем шуму кожного (або групи однакових джерел), дБ, може бути розрахований за формулою,

$$L_{\Sigma} = 10 \lg((N - M) 10^{0,1P} + L \cdot 10^{0,1D})$$

де P – рівень шуму початкових джерел шуму, дБА;

D – рівень шуму від додаткових джерел, дБА;

M – кількість демонтованих джерел шуму, шт.;

L – додатково встановлені джерела шуму, шт.

										Арк.
										111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					601-МТ 9599269	

Сумарний рівень шуму від двох компресорів та насосу становить:

$L\Sigma=10*\lg((2-0)*100.1*38+1*100.1*35)= 41,9$ дБА, що не перевищує нормативні вимоги (45 дБА в нічний час).

Вихідні дані та результати акустичних розрахунків приведені в табл. 4.26.

Таблиця 4.26

Результати акустичного розрахунку

Найменування	Рівень звуку в ДБА	Середньгеометричні частоти октавних полос в Гц								
		65	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
		Рівні звукового тиску в дБ								
Нормативні граничні рівні звукового тиску на території житлової забудови (в 2 м від огорожуючих конструкцій житлових та громадських будівель)	45	67	57	49	44	40	37	35	33	
Нормативні граничні рівні звукового тиску на території житлової забудови з урахуванням поправки на час доби	55	77	67	59	54	50	47	45	43	
Характеристики обладнання	технологічне обладнання	90	103	96	91	83	85	83	81	80
	Вентилятори	45	53	55	51	48	47	45	43	39
Розрахунковий рівень звуку	Котельня зала	52,3	53,8	54,7	53,6	51,3	49,9	47	43,2	37,6
	Житлова забудова	40,2	42,5	43,1	41,7	38,9	36,2	30,9	22,3	7,1

Аналізуючи стан обладнання та паспортні дані за показниками шуму можна зробити наступні висновки:

					601-МТ 9599269	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) при нормальному протіканні технологічного режиму *немає перевищення нормативних величин рівнів звукових тисків для зони громадської забудови по жодному звуковому діапазону;*

2) на межі СЗЗ *немає перевищення нормативних величин рівнів звукових тисків для зони забудови по кожному звуковому діапазону;*

3) в застосуванні спеціальних будівельно-акустичних рішень на запроектованому об'єкті *немає необхідності.*

4.5 Оцінка ризику впливу планованої діяльності на природне середовище

Визначення показників техногенного ризику (ризик впливу об'єкта чи планової діяльності на природне середовище) проводимо у два етапи. На першому етапі здійснюється визначення рівня ризику впливу об'єкта господарської діяльності на компоненти навколишнього середовища за формулою, що встановлює прогнозований рівень техногенного ризику при проектуванні. На другому етапі визначається показник ризику впливу кожної специфічної забруднюючої речовини на відповідні компоненти навколишнього середовища за формулою.

Визначення ризиків проводиться тільки для атмосфери, оскільки для гідросфери і ґрунту вони не можуть бути реально присутніми в плановій діяльності об'єкту.

1) Визначення рівня ризику впливу котельної на компоненти навколишнього середовища, що встановлює прогнозний рівень техногенного ризику при проектуванні, здійснюється за формулою:

$$R_{kj} = A \cdot e^{B \cdot e^{D_{kj}}},$$

де R_{kj} – ризик k -го етапу по j -ому компоненту навколишнього природного середовища, безрозмірний;

A, B – константи ($A=4,99 \cdot 10^{-6}$, $B=-7,557$);

D_{kj} – величина, що визначається відповідно k -го етапу розрахунку ризику по j -ому компоненту, яка розраховується за формулою.

					601-МТ	9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			113

здоров'я N 30 (v0030282-00) від 23.02.2000), затв. наказом МОЗ України 9.07.1997 р. N 201.

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення показників забруднення (ПЗ) їх нормативного значення (ГДЗ) і включає визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) та ступеню його небезпечності (безпечний слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) згідно з таблицею:

Таблиця 4.28

Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Кратність перевищення ГДЗ	Відсоток* випадків перевищення ГДЗ
1	2	3	4
Допустимий	Безпечний	<1,0	0
Недопустимий	Слабко небезпечний	>1,0 – 2,0	> 0 – 4
Недопустимий	Помірно небезпечний	>2,0 – 4,4	> 4 – 10
Недопустимий	Небезпечний	>4,4 – 8,0	> 10 – 25
Недопустимий	Дуже небезпечний	>8,0	> 25

$$I_{II1} = 0,25 \cdot 1 = 0,25$$

$$D_{II1} = -2,7^{0,25-1} = -2,7^{-0,75} = -0,475$$

$$R_{II1} = 4,99 \cdot 10^{-6} \cdot 2,7^{-7,557 \cdot 2,7^{-0,475}} = 4,99 \cdot 10^{-6} \cdot 2,7^{-4,715} = 4,99 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0092 = 4,6 \cdot 10^{-8}$$

Проведення оцінки рівня ризику здійснюємо відповідно до таблиці 4.29.

Таблиця 4.29

Класифікація рівнів ризику планованої діяльності на природне середовище

Рівень ризику	Значення ризику
Неприйнятний	$> 10^{-6}$
Прийнятний	$10^{-6} - 10^{-8}$
Безумовно прийнятний	$< 10^{-8}$

									Арк.
									115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

Ризик розвитку неканцерогенних ефектів визначається шляхом розрахунків індексу небезпеки (НІ) згідно наступної формули:

$$HI = \sum HQ_i,$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих речовин, які визначаються наступним чином:

$$HQ_i = C_i / RfC_i,$$

де C_i – розрахункова середньорічна концентрація i -ої речовини, мг/м³;

RfC_i – референтна (безпечна) концентрація i -ої речовини, мг/м³.

$HQ=1$ – гранична величина прийнятого ризику.

Розрахункову середньорічну концентрацію приймаємо з довідки Полтавського обласного центру гідрометеорології. Визначення коефіцієнтів небезпеки проводиться лише по тим речовинам, для яких є встановлена референтна концентрація згідно додатку до Наказу №184 МОЗ від 13.04.2007 „Про затвердження методичних рекомендацій "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря"”.

Таблиця 4.30

Код CAS (*код групи)	Найменування речовини (група комбінованої дії)	Середньорічна концентрація (мг/м.куб)	Фонова концентрація (мг/м.куб)	Референтна (безпечна) концентрація (мг/м.куб)	Коефіцієнт небезпеки (*Індекс небезпеки)
* TSP	Завислі частинки (TSP)	0,1357	0,45195	0,1	1,357
10102-44-0	Азоту діоксид	0,0294	0,08133	0,04	0,735
7446-09-5	Сірки діоксид	0,0029	0,0067	0,08	0,03625
630-08-0	Вуглецю оксид	0,6210	1,77296	3,0	0,207
	Загальний ризик				2,335
*31	Група	-	-	-	*0,77125

									Арк.
									117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-МТ 9599269

суммації N 31 (10102-44-0, 7446-09-5)				
--	--	--	--	--

- 1) $HQ_{\text{азоту діоксид}} = 0,0294/0,04 = 0,735$
- 2) $HQ_{\text{ангідрид сірчистий}} = 0,0029/0,08 = 0,03625$
- 3) $HQ_{\text{вуглецю оксид}} = 0,6210/3 = 0,207$
- 4) $HQ_{\text{Завислі частинки (TSP)}} = 0,1357/0,1 = 1,357$

Таким чином для всіх вищеперахованих речовин – ризик виникнення шкідливих ефектів приймаємо як зневажно малий (<1), окрім завислих речовин, для яких імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ (>1). Отже, на основі отриманого значення ризику по кожній речовині планованої діяльності для здоров'я людини приймається рішення про прийнятність такої діяльності.

Сумарний індекс небезпеки становить:

$$HI = 0,735 + 0,03625 + 0,207 + 1,357 = 2,335$$

Оцінка соціального ризику планової діяльності

Соціальний ризик планованої діяльності визначається як ризик групи людей, на яку може вплинути впровадження об'єкта господарської діяльності, та особливостей природно-техногенної системи.

Оціночне значення соціального ризику визначається наступним чином:

$$R_s = CR_a \cdot V_u \cdot \frac{N}{T} \cdot (1 - N_p)$$

де R_s – соціальний ризик, чол./рік;

CR_a – канцерогенний ризик комбінованої дії декількох канцерогенних речовин, забруднюючих атмосферу, який визначається за додатком Ж, або приймається $CR_a = 1 \times 10^{-6}$, безрозмірний;

V_u – уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря, що визначається відношенням площі, віднесеної під об'єкт господарської

										Арк.
										118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601-МТ 9599269

ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Метою магістерської роботи була оцінка та аналіз екологічної ефективності та екологічного впливу викидів котлоагрегату, що працює на альтернативному виді палива, пелети з біомаси, на забруднення атмосфери.

У ході виконання магістерської роботи було визначено, що використання пелет з біомаси має переваги перед вугіллям та газом: низька ціна; порівняно велика теплотворна здатність; практично повне згоряння, що полегшує обслуговування котлів, частка попелу складає менше 3 %; низька вологість 8-12 %; нешкідливість для довкілля; незалежність від енергетичних компаній; лушпиння соняшнику пожежобезпечні - менш схильні до самозаймання, оскільки не містять пилу; висока енергоконцентрація при незначному об'ємі (при спалюванні 1000 кг пелет з біомаси виділяється стільки теплової енергії, як при спалюванні 1600 кг деревини, 478,5 м³ газу, 500 л дизпалива та 685 л мазуту).

Розрахунок розсіювання виконувався для існуючих показників викидів забруднюючих речовин, визначених при виконанні інвентаризації джерел викидів без урахування фонових концентрацій.

Проведені дослідження показують, що перевищення рівня гранично допустимої концентрації для забруднюючих речовин без врахування фонових концентрацій не виявлено.

Перевищення встановлених нормативів екологічної безпеки в районі житлової забудови не спостерігається.

Прийняті в проекті рішення вказують на те, що за рахунок діяльності котельні, в якій встановлено котлоагрегати, що в якості палива використовують пелети з біомаси, 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.

										Арк.
										121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					601-МТ	9599269

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Total energy consumption / Global Energy Statistical Yearbook 2018 [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: <http://yearbook.enerdata.net.>, Енергетична стратегія України на період до 2035 року – К.: Міністерство палива та енергетики, Національна академія наук України, 2017.
2. Енергетична стратегія України на період до 2035 року – К.: Міністерство палива та енергетики, Національна академія наук України, 2017.
3. План розвитку Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України на 2016-2025 [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/Pages/ua /DetailsNew.aspx?nID=2132>
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. Рожко, А. О. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні / А. О. Рожко // Энергосбережение. - 2017. - №2. - С. 25-28
6. Старостіна, А. Суперечливі шляхи економічної глобалізації / А. Старостіна, О. Канищенко // Економіка України. - 2018. - №5. - С. 58-65.
7. Федоренко, В. Г. Політична економія: підручник / За науковою ред. доктора економ, наук, проф. В. Г. Федоренка. - К.: Алерта, 2018. - 487 с.
8. Закон України "Про альтернативні види палива", Ст.1 <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>.
9. Дзяди́кевич, Ю. В. Енергетичний менеджмент / Ю. В. Дзяди́кевич, М. В. Буряк, Р. І. Розум. - Т.: Економічна думка, 2017. - 295 с.
10. Zaharchenko D., Svetlichnaya Yu. Prospects of use of alternative kinds of fuel in Ukraine. Theoretical and Practical Aspects of Economics and Intellectual Property, 2017: 2: 89–94.
11. 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.

					601-МТ 9599269	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		122

24. Сбірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Донецьк, 2004 г. том I, том II, том III.

25. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. За наказом Держкомстату України від 13.11.2008 р. №452.

26. ДБН Д.1.1-2-99. С.10 Нормы потерь и отходов материалов при выполнении строительно-монтажных работ. Приложение Б.

					601-МТ 9599269	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

***ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ
АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ПАЛИВА
В КОТЕЛЬНІ ТЕПЛОЕНЕРГО***

**дипломна магістерська робота
601-МТ**

Розробив студент гр. 601-МТ: Підпалий С.В..

Керівник дипломного проекту: д.т.н. Кутний Б.А.

Полтава 2022р

ЦІЛІ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

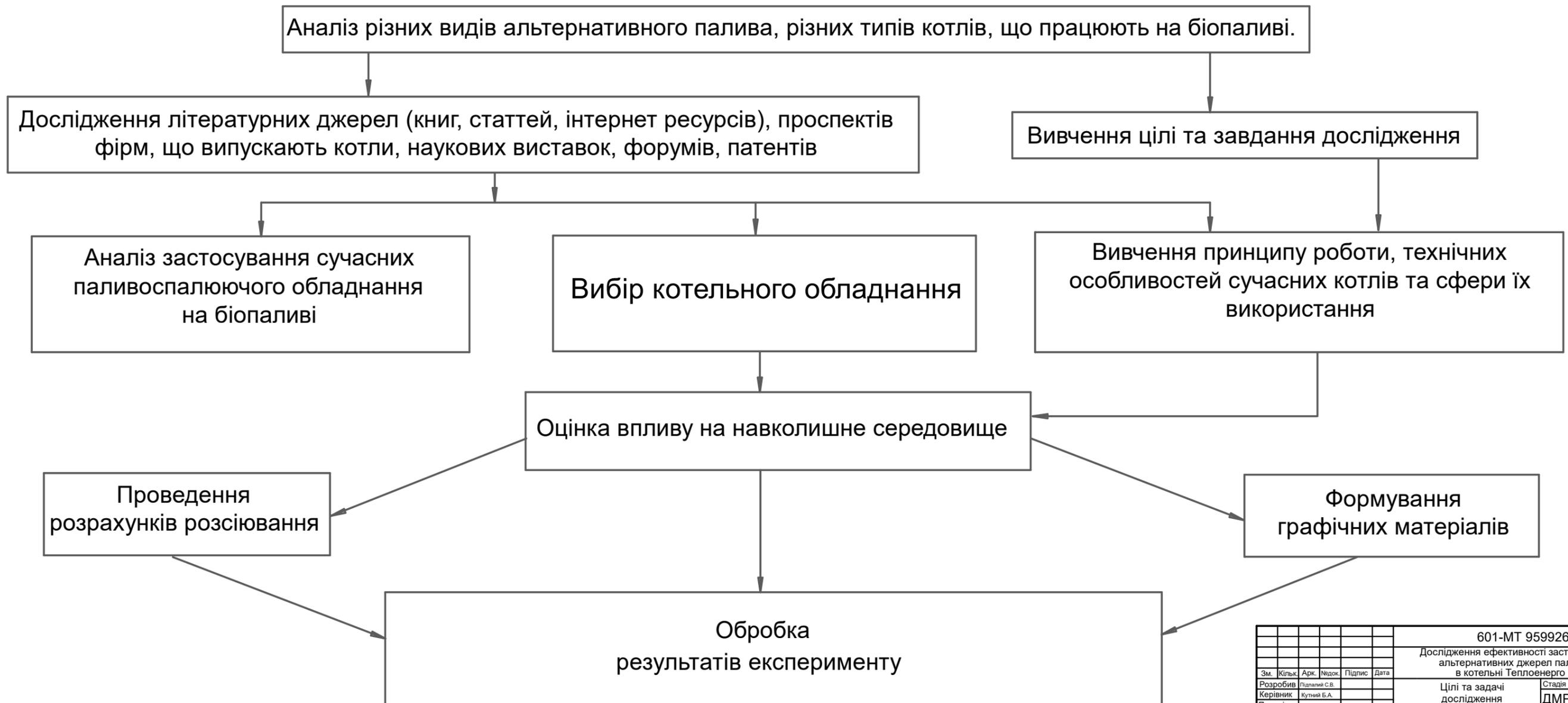
1

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ: Аналіз екологічної ефективності та екологічного впливу роботи котлів на альтернативному паливі на рівні забруднення атмосферного повітря.

ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ: Дослідити ефективність роботи котлів, що працюють на альтернативному паливі, порівняти викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря котлами з різними варіантами палива.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: Об'єктом дослідження магістерської роботи є паливо, що використовується в котлоагрегатах, котлоагрегати на альтернативному паливі.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: Предметом дослідження є вивчення різних видів палива та конструкцій котлоагрегатів.



						601-МТ 9599269		
						Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго		
Зм.	Кільк.	Арк.	Модок.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Палапай С.В.					Цілі та задачі дослідження	ДМР	1 12
Керівник	Кутний Б.А.					Цілі та задачі дослідження		
Перевірив								
Зав. кафедри	Гонік Ю.С.							
								НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т

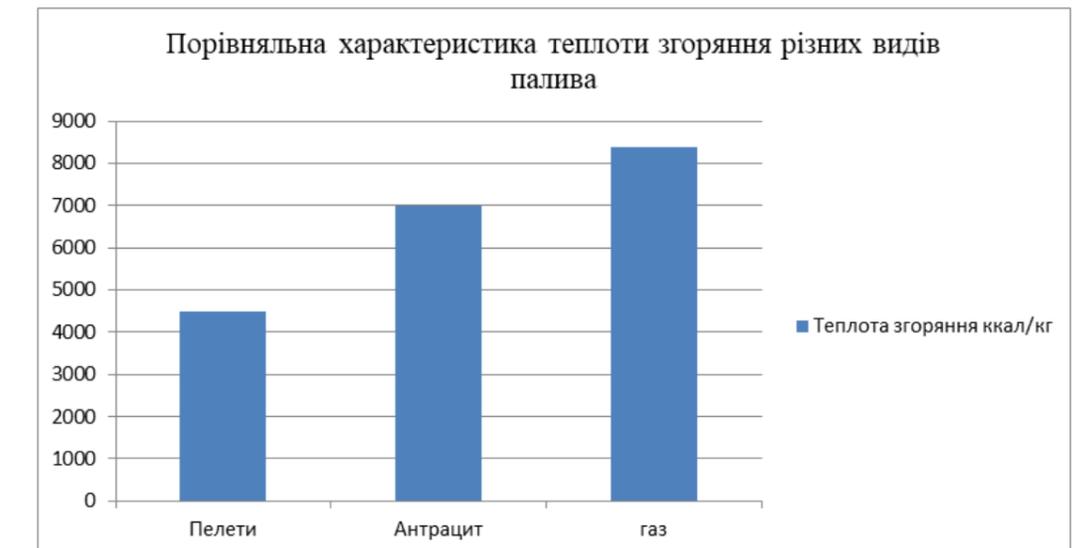
КЛАСИФІКАЦІЯ ПАЛИВА

Агрегатний стан палива	Походження палива	
	природне	штучне
Тверде	Викопне (торф, буре та кам'яне вугілля, антрацит, горючі сланці), дрова, відходи сільськогосподарського виробництва	Кокс, напівкокс, торфові та кам'яновугільні брикети, деревне вугілля, пелети
Рідке	Нафта	Топкові мазути, паливо пічне побутове, дизельне, солярове масло, бензин тощо
Газоподібне	Природний та попутний газ	Гази генераторний, доменний, коксовий та ін. Пропан бутанові суміші. Біогаз.



ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ БІОМАСИ В УКРАЇНІ

Вид біомаси	Річний обсяг споживання, млн т у. п.	Економічний потенціал, млн т у. п.	Частка використання енергії, %
Солома зернових культур	0,048	9,39	0,51
Відходи виробництва соняшника	0,208	1,72	12,09
Деревна біомаса	1,089	4,9	22,22
Біодизель з ріпаку	0,023	0,47	4,89
Біоетанол з кукурудзи і цукрового буряка	0,06	0,99	6,06
Біогаз з полігонів ТПВ* **	0,021	0,26	8,08
Інші джерела	1,5	15,8	10,5
Всього	3,05	33	10,75

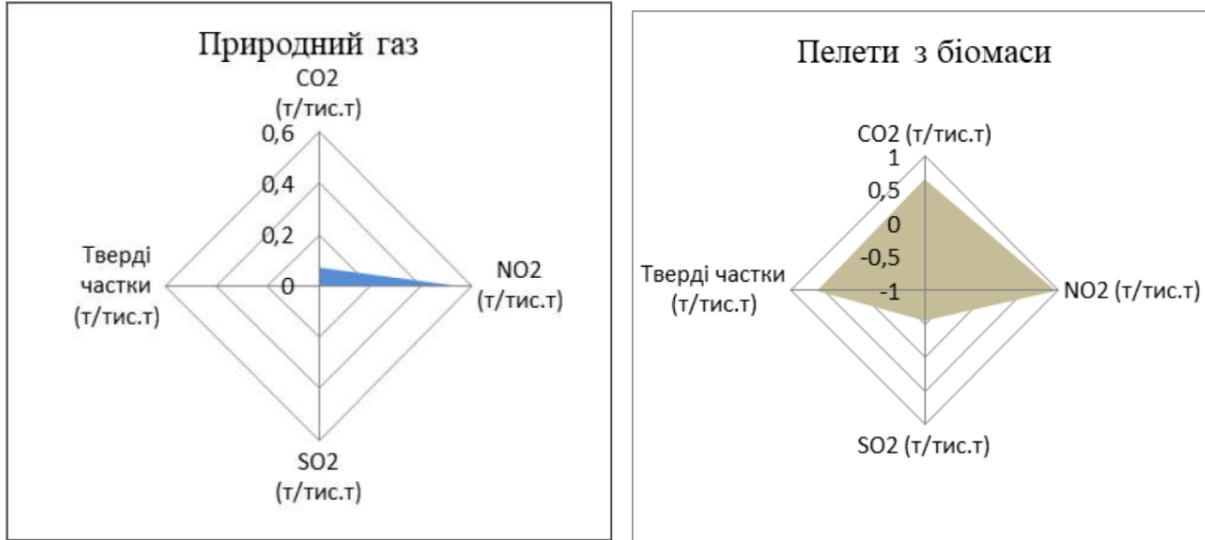


601-МТ 9599269					
Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго					
Зм.	Кільк.	Арк.	Надок.	Підпис	Дата
Розробив	Палапай С.В.				
Керівник	Кутний Б.А.				
Перевірив					
Зав. кафедрою	Гонік Ю.С.				
Аналіз літературних джерел				Стадія	Аркуш
Класифікація палива				ДМР	2
Енергетичний потенціал біомаси в Україні				Аркуші	12
в Україні				НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т	

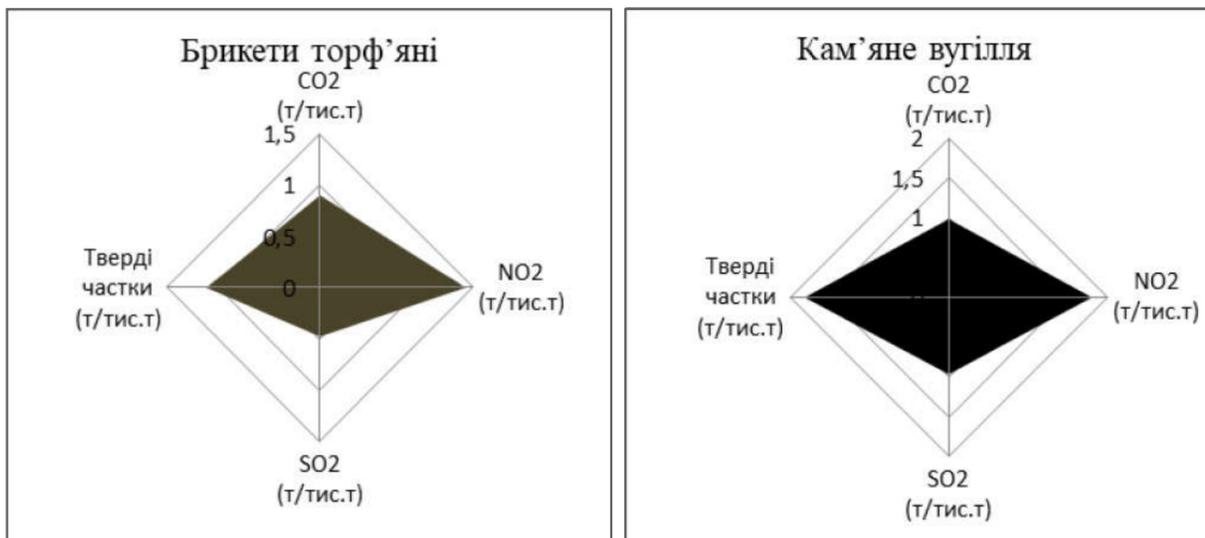
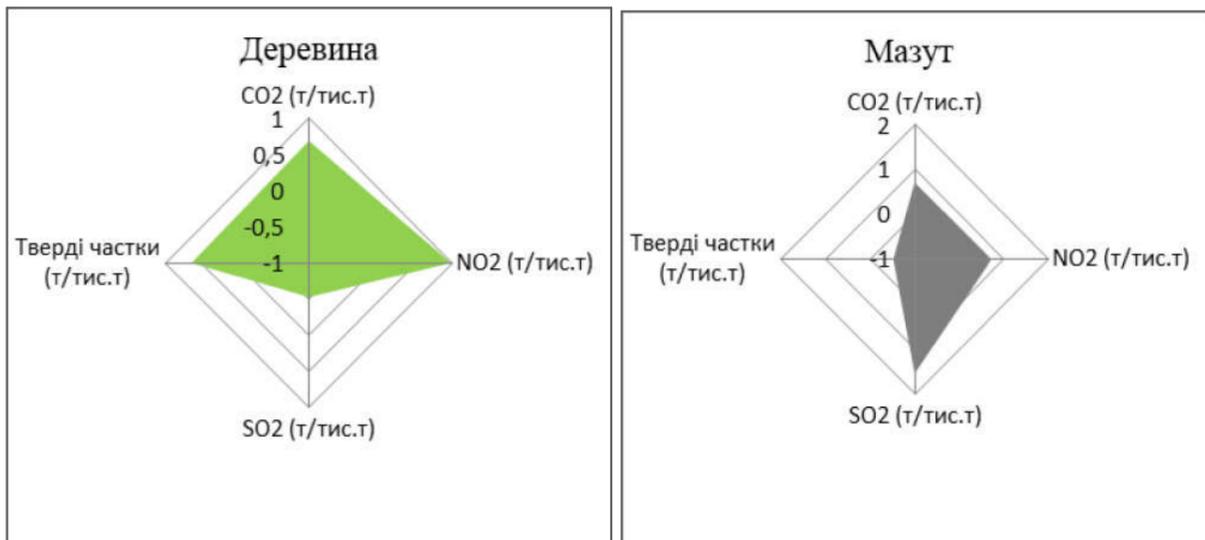
ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ КОТЕЛЬНИХ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА РІЗНИ ВИДАХ ПАЛИВА

СТРУКТУРИ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ДОВКІЛЛЯ ВІД
ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВИНИ, ВУГІЛЛЯ, ПРИРОДНОГО ГАЗУ

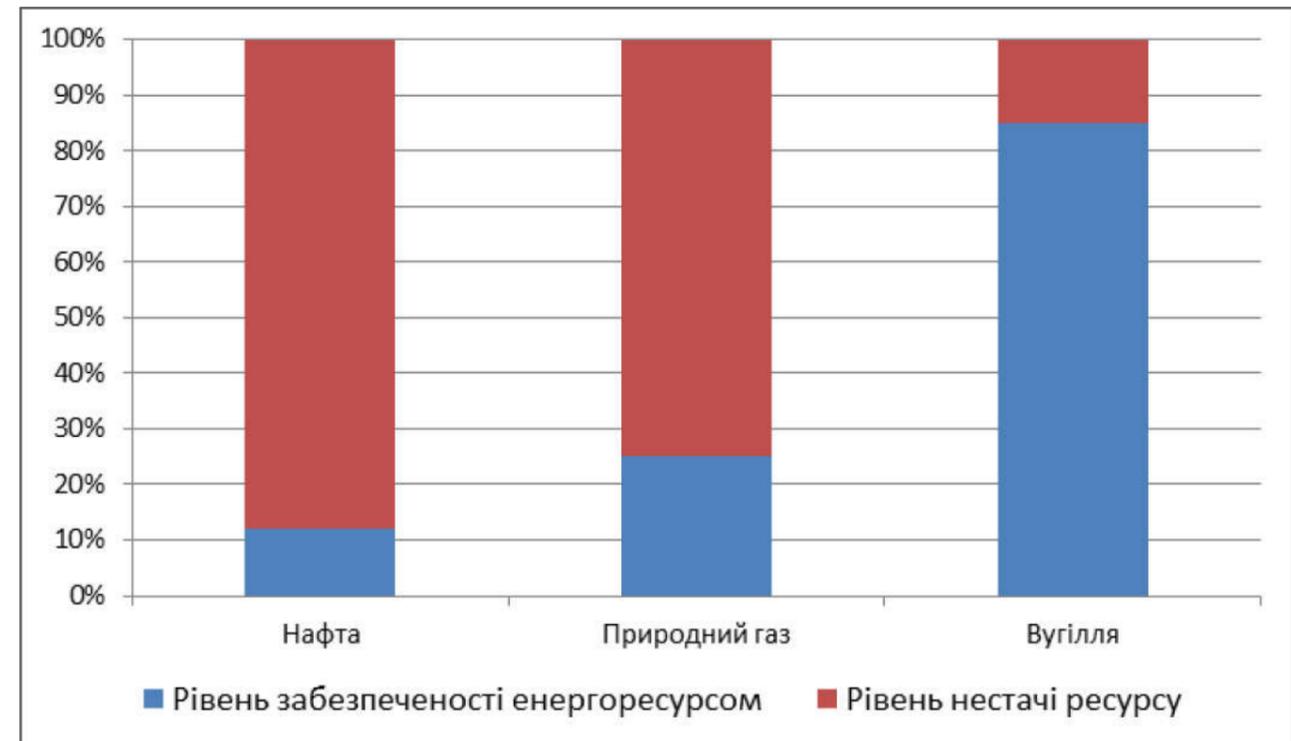
ВИКИДИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРУ ПІД ЧАС СПАЛЮВАННЯ
РІЗНИХ ВИДІВ ПАЛИВА



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



ЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ УКРАЇНИ ВЛАСНИМИ ВИКОПНИМИ ЕНЕРГОРЕСУРСАМИ



601-МТ 9599269					
Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго					
Зм.	Кільк.	Арк.	Надок.	Підпис	Дата
Розробив	Паладій С.В.				
Керівник	Кутний Б.А.				
Перевірив					
Зав. кафедри	Гоник Ю.С.				
Порівняльна оцінка шкідливих викидів котельних, що працюють на різних видах палива			Стадія	Аркуш	Аркушів
Структури викидів Види викидів			ДМР	3	12
Забезпеченість України ресурсами			НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т		

КОМПОНЕНТИ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ БІОМАСИ ТА ЇХ ВПЛИВ

ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ БІОМАСИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА КЛІМАТ НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ

СТРУКТУРА СПОЖИВАННЯ ГАЗУ В УКРАЇНІ, млрд.м³

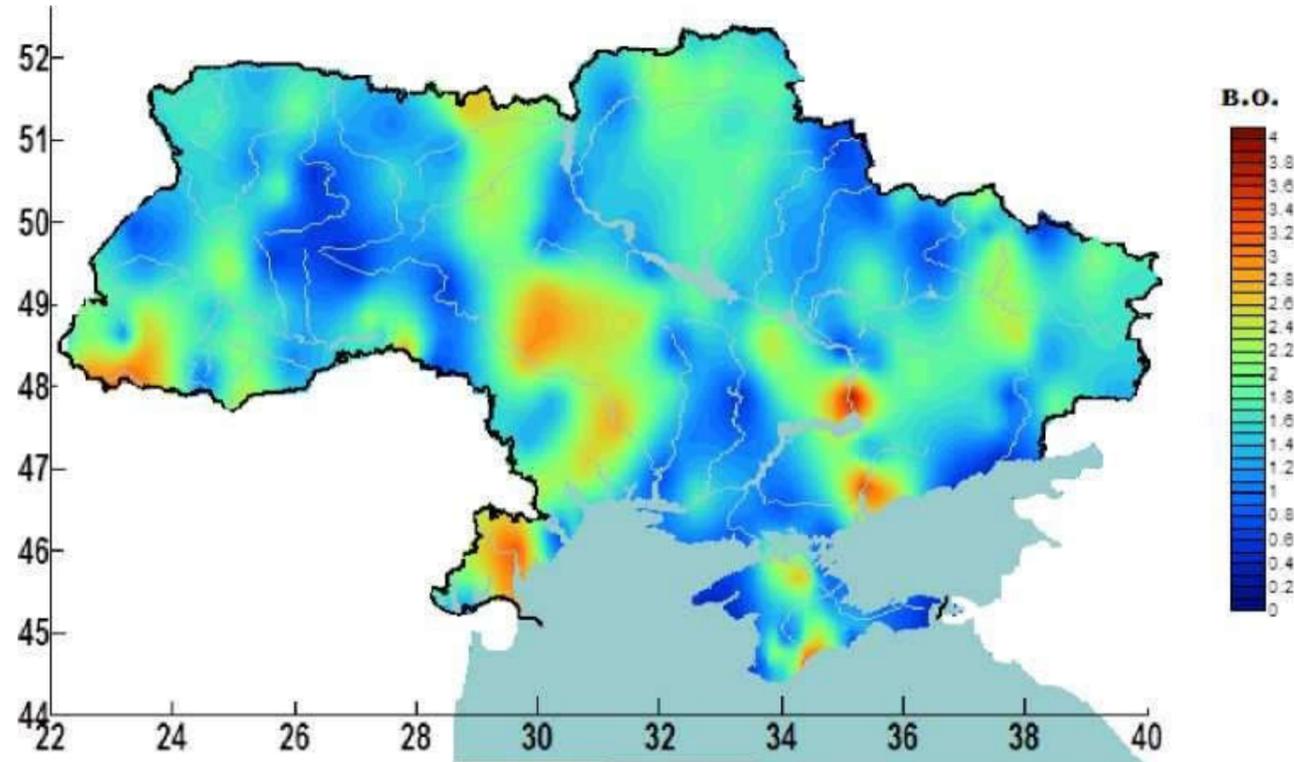
Компонент	Джерело утворення	Екологічний вплив
Оксид вуглецю (CO)	Неповне згорання всіх видів паливної біомаси	Клімат: Газ непрямої парникової дії (ГНПД), впливає на утворення озону. Здоров'я: Може викликати напади задухи у разі накопичення в закритих приміщеннях
Тверді частки	Сажа та конденсат важких вуглеводнів (дьоготь), що утворюються при неповному згоранні усіх видів паливної біомаси. Золоті 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 _x = NO + NO ₂)	Побічний продукт згорання всіх видів паливної біомаси. За певних умов додаткова кількість NO _x 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 _x = SO ₂ + SO ₃)	Побічний продукт згорання всіх видів паливної біомаси, що містять сірку	Клімат і навколишнє середовище: Зворотний парниковий ефект через утворення аерозолів. Кислотні опади. Призводить до загибелі рослинності. Утворення смогу. Здоров'я: Негативний вплив на систему органів дихання людини, викликають астму



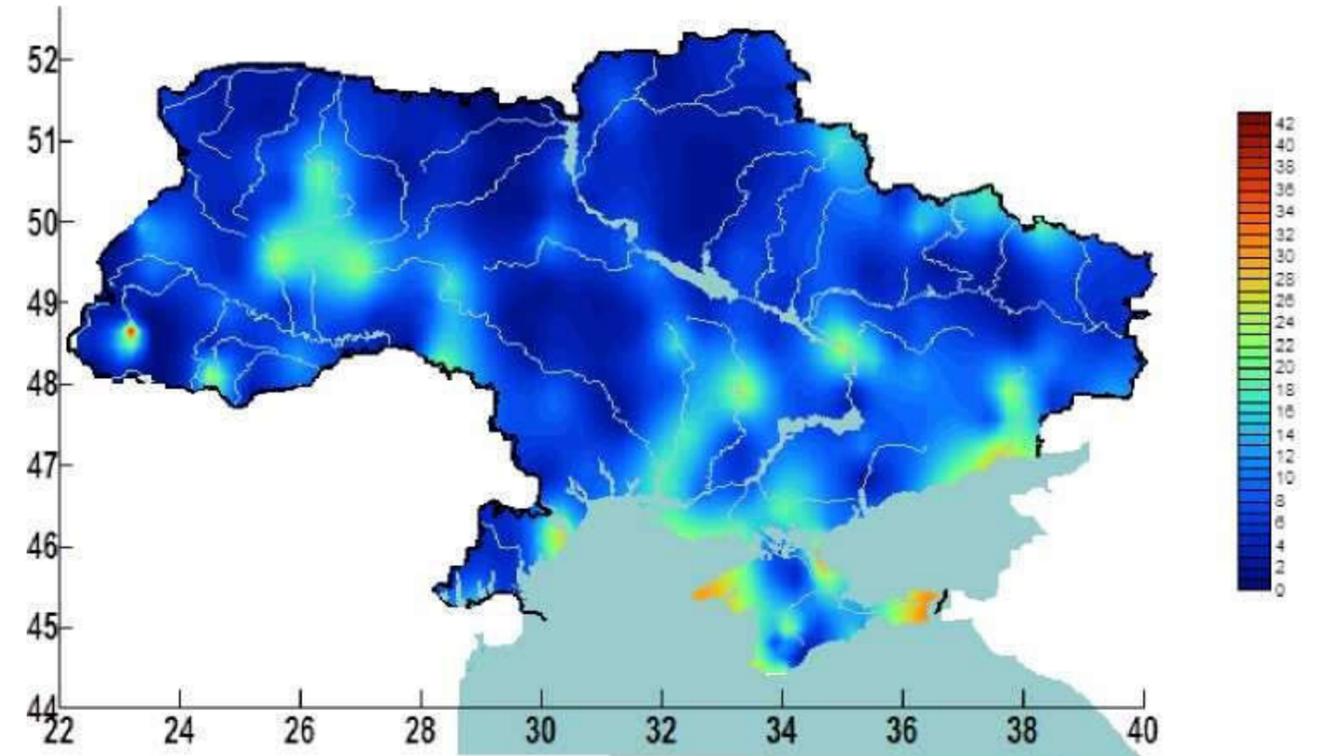
601-МТ 9599269					
Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго					
Зм.	Кільк.	Арк.	Надок.	Підпис	Дата
Розробив	Палапай С.В.				
Керівник	Кутний Б.А.				
Перевірів					
Зав. кафедри	Гонік Ю.С.				
Компоненти продуктів згорання біомаси та їх вплив				Стадія	Аркуш
Компоненти продуктів згорання Структура споживання газу в Україні				ДМР	4 12
				НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т	

МЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ

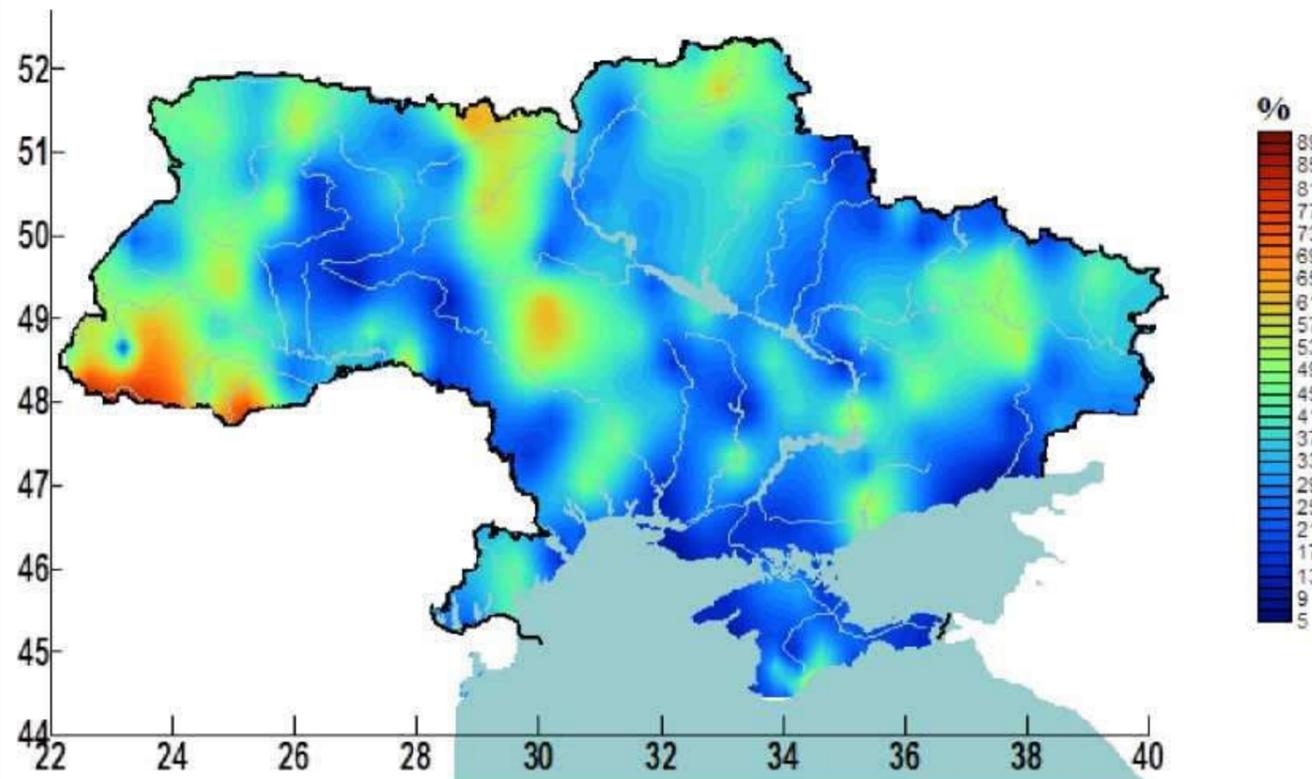
Районування території України за показником МПЗА 2013-2020 роки



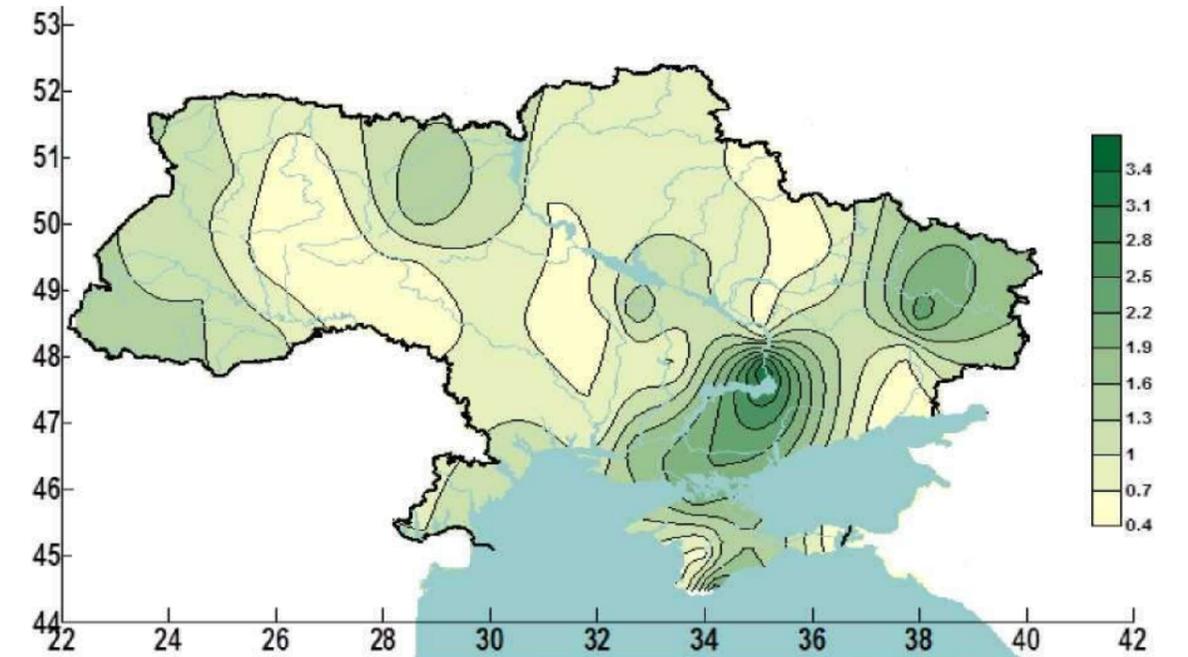
Районування території України по режиму вітру > 6 м/с 2013-2020 роки



Районування території України по режиму вітру 0 - 1 м/с 2013-2020 роки



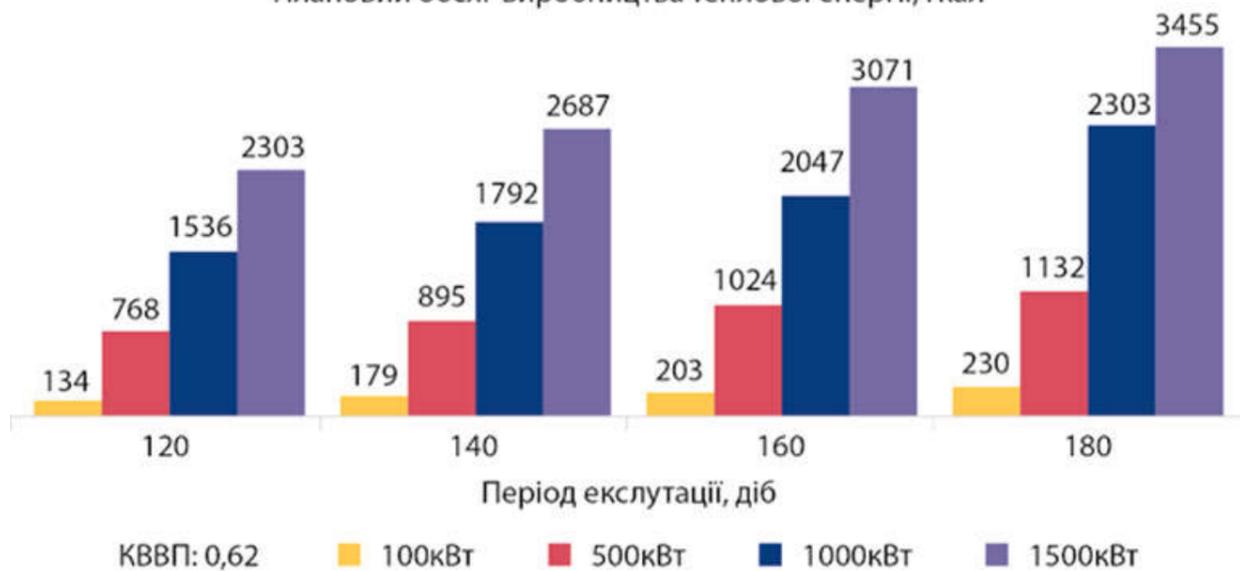
Розподіл метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери в промислових містах України



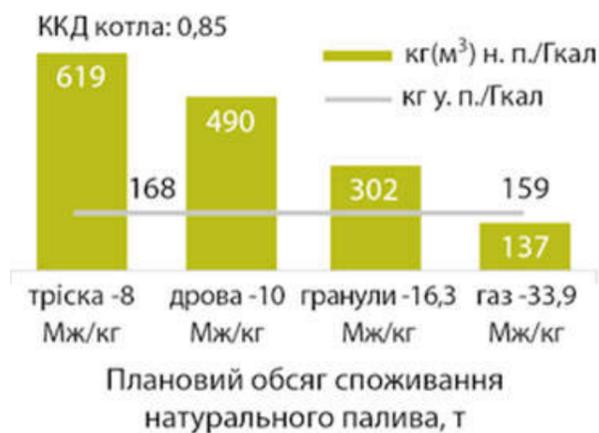
					601-МТ 9599269			
					Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго			
Зм.	Кільк.	Арк.	Модок.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Паладій С.В.					Метеорологічний потенціал забруднення атмосфери	ДМР	5 12
Керівник	Кутий Б.А.					Районування територій по режимам		
Перевірив						Розподіл метеорологічного потенціалу		
Зав. кафедри	Гоник Ю.С.							НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОТЕЛЕНЬ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА БІОПАЛИВІ

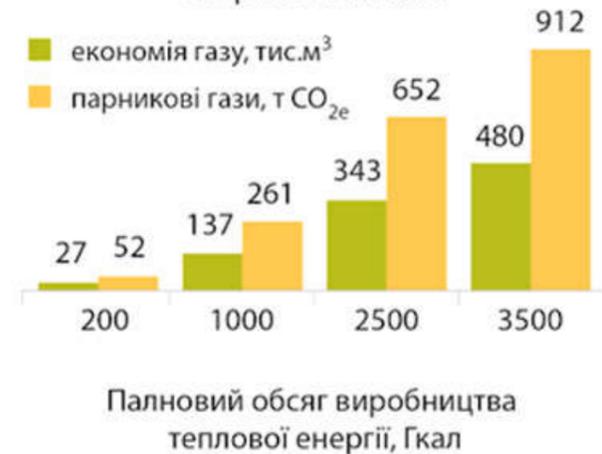
Технічні характеристики роботи котелень
Плановий обсяг виробництва теплової енергії, Гкал



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



Плановий обсяг виробництва теплової енергії, Гкал



Окремі техніко-економічні показники роботи котелень на альтернативному паливі

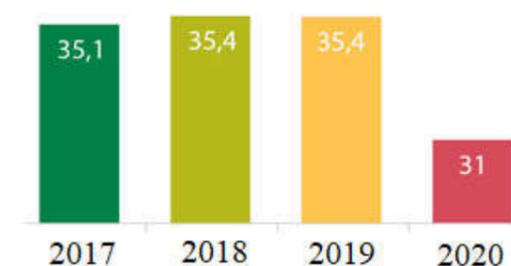
Кількість установлених котлів, тис. од.



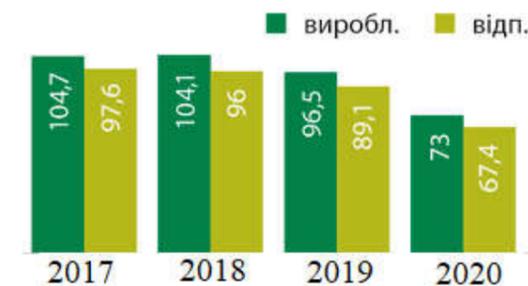
Потужність котелень, тис. Гкал/год



Всього котелень, тис. од.



Вироблено та відпущено теплової енергії, млн Гкал



601-МТ 9599269					
Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго					
Зм.	Кільк.	Арк.	Модок.	Підпис	Дата
Розробив	Палай С.В.				
Керівник	Кутний Б.А.				
Перевірив					
Зав. кафедрою	Гоник Ю.С.				
Техніко-економічні показники котельні, що працюють на біопаливі					Стадія
Технічні характеристики роботи котельні Обсяг споживання палива					Аркуш
					Аркушів
					ДМР 6 12
					НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ПАЛИВА

7

Порівняльні характеристики різних видів палива

Вид палива	Вологість у %, вагова	Зольність у %, вагова	Сірка у %, вагова	Теплота згоряння, МДж/кг	Питома вага, кг/м ³	Вміст СО у димових газах	ККД установки спалювання у %	Екологічний вплив	Вартість одиниці виробленої теплової енергії грн./Гкал
Тріска, тирса	8-60	2	0-0,3	8-10	200-350	25	60	Незначний	470
Пелети	8-10	0,4-0,8	0-0,3	14-21	550-700	21	90	Незначний	677,5
Кам'яне вугілля	10-40	25-35	1-3	15-17	1200-1500	60	70	Высокий	720
Дизельне паливо	0,1-1	1	0,2	42,5	820-890	78	90	Высокий	2008
Мазут	1-5	1.5	1.2	42	940-970	78	80	Высокий	1133
Електроенергія	-	-	-	4,86 МДж/кВт	-	-	100	Незначний	2106
Газ	3-5	-	0,1-0,3	9000 ккал/н м³		18	95	Незначний	762

Обсяг споживання натурального палива, т

Вид біопалива	Плановий обсяг виробництва теплової енергії, Гкал					
	200	1000	2500	3500	14000	23000
Тріска – 8 МДж/кг	124	619	1548	2167	8669	14241
Дрова – 10 МДж/кг	98	490	1225	1716	6863	11275
Пелети – 16,3 МДж/кг	60	302	754	1056	4223	6938

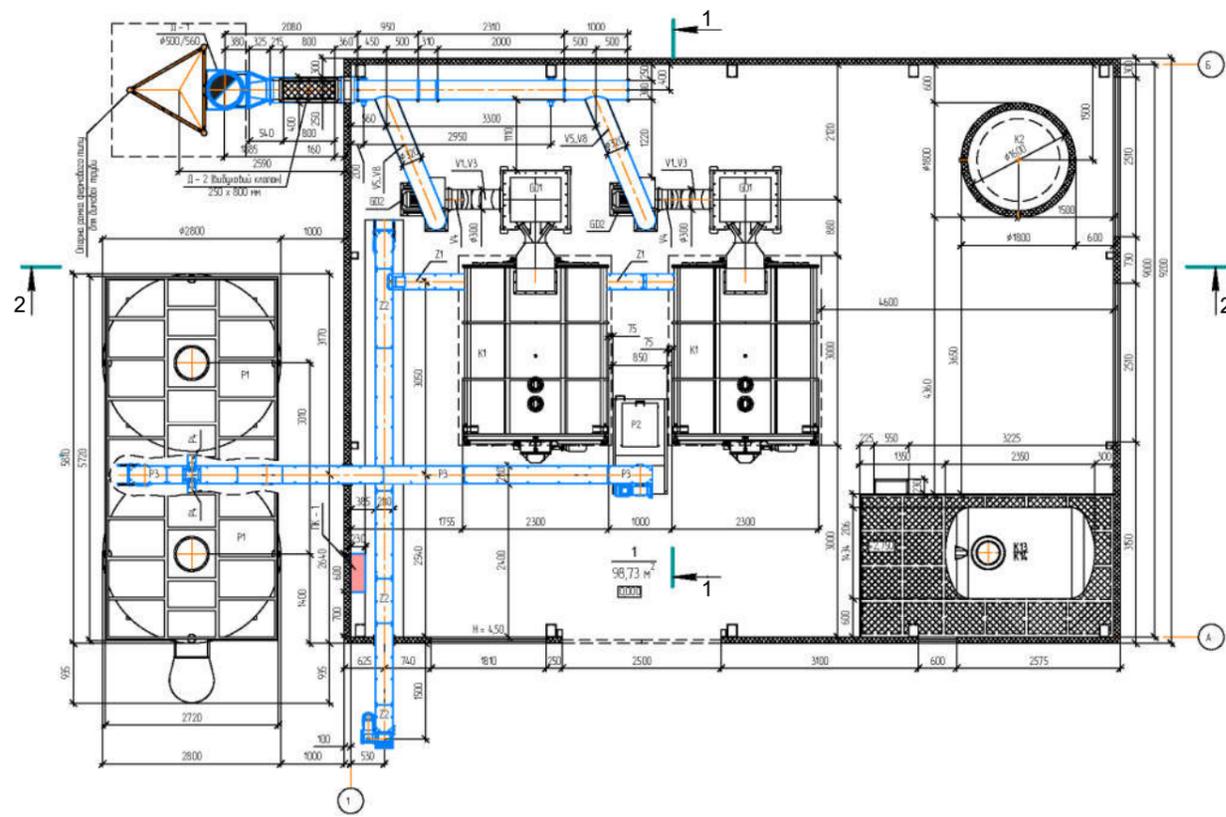
Економія газу та зниження викидів парникових газів

Показник	Плановий обсяг виробництва теплової енергії, Гкал					
	200	1000	2500	3500	14000	23000
Економія газу, тис.м ³	27	137	343	480	1920	3155
Парникові гази, т СО _{2e}	52	261	652	912	3649	5995

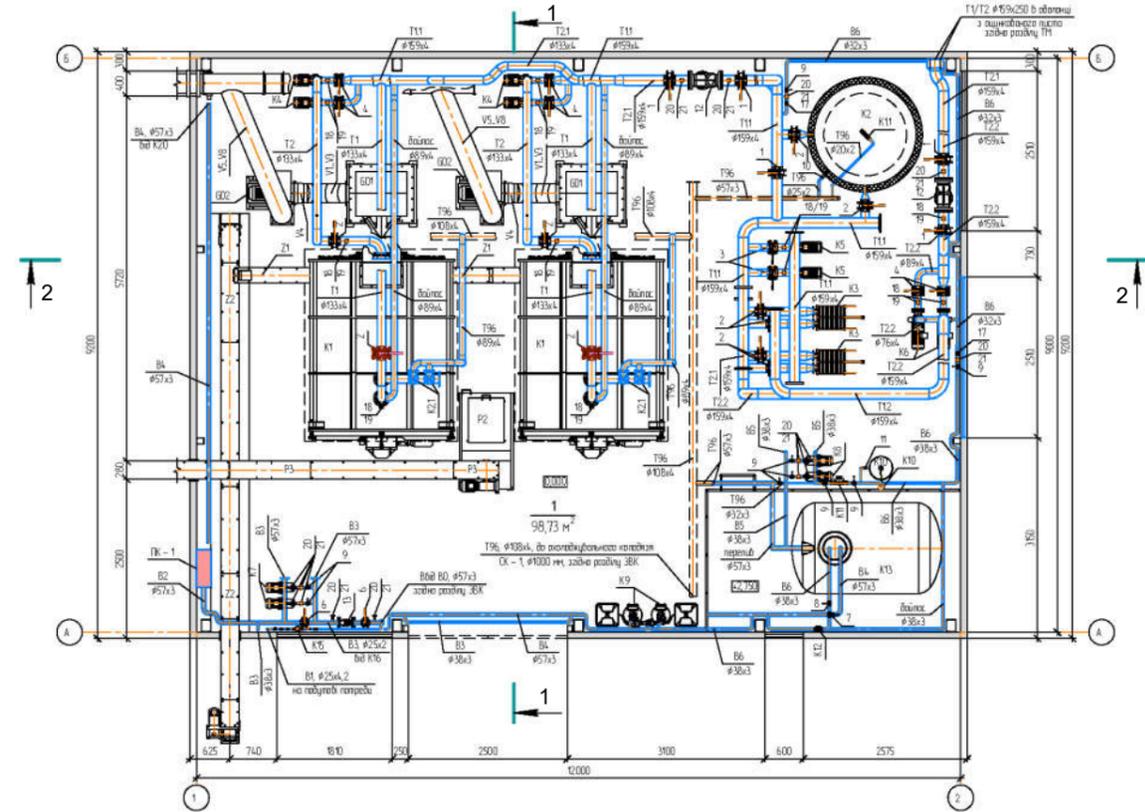
601-МТ 9599269					
Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго					
Зм.	Кільк.	Арк.	Надок.	Підпис	Дата
Розробив	Палай С.В.				
Керівник	Кутній Б.А.				
Перевірів					
Зав. кафедри	Гоник Ю.С.				
Техніко-економічні показники використання різних видів палива				Стадія	Аркуш
Порівняльні характеристики палива				ДМР	7
Обсяг споживання палива				Аркушів	12
НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т					

КОТЕЛЬНЯ З ВСТАНОВЛЕНИМИ КОТЛАМИ НА БІОПАЛИВІ

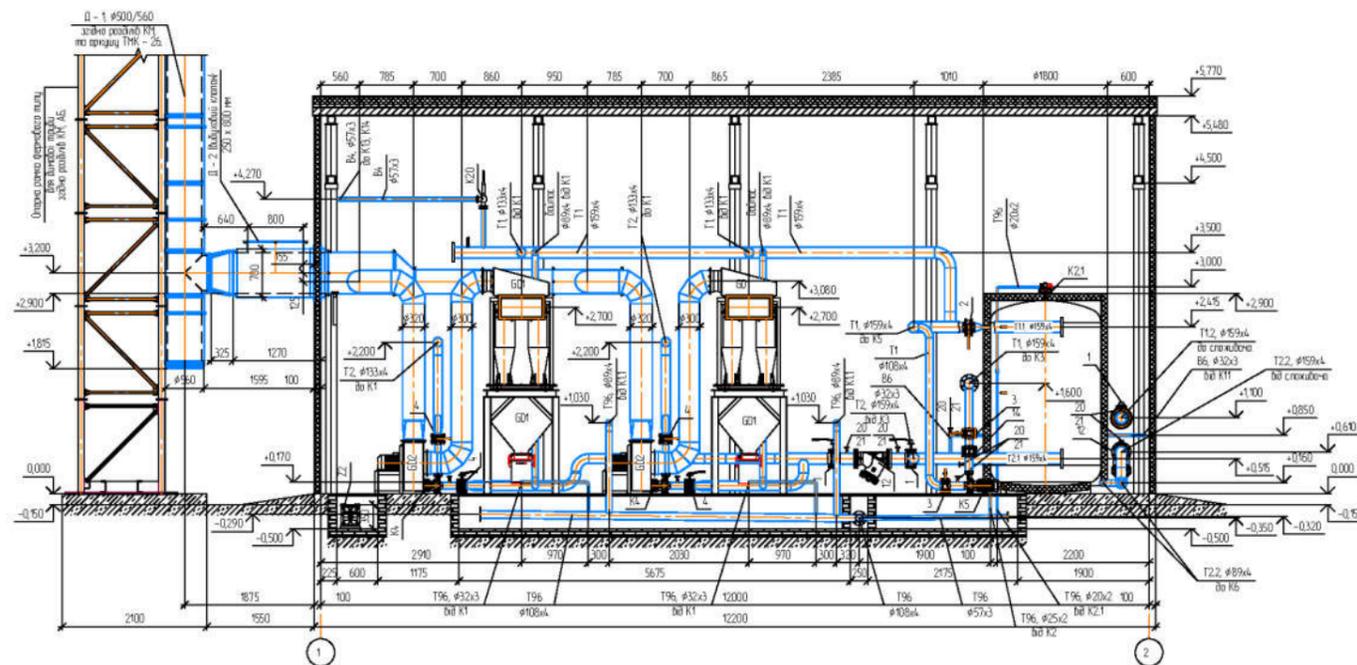
План розміщення систем очистки димових газів та димоходів М 1:50.



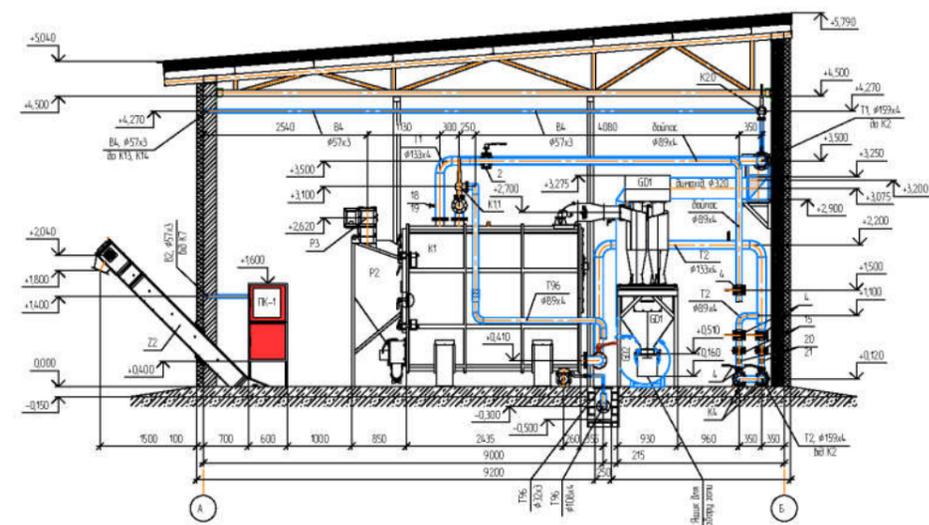
План трубопроводів котельні, М 1:50.



Перетин "2 - 2", М 1:50.



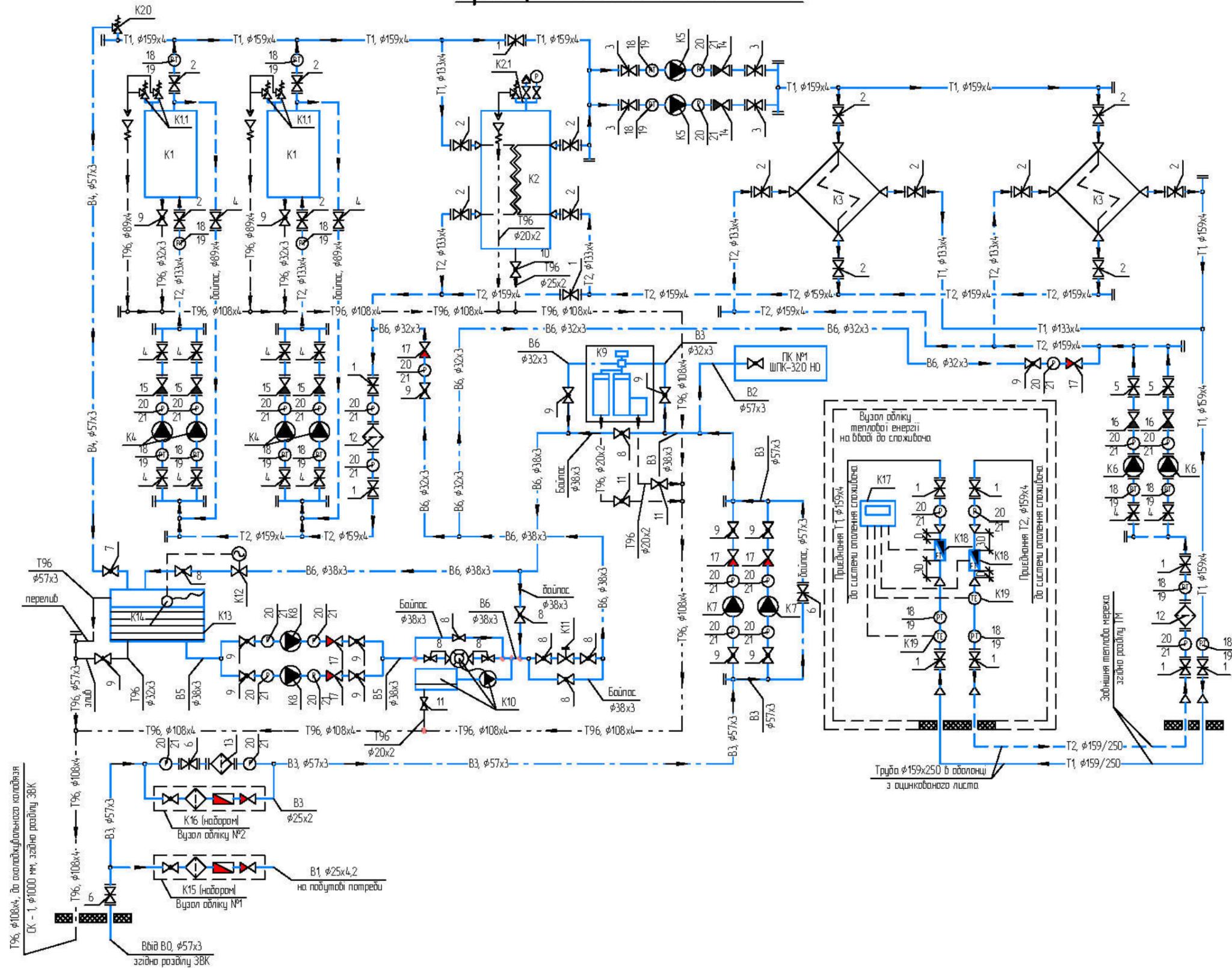
Перетин "1 - 1", М 1:50.



				601-МТ 9599269		
				Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго		
Зм.	Кільк.	Арк.	Модок.	Підпис	Дата	
Розробив	Палайко С.В.			Котельня з встановленими котлами на біопаливі	Стадія	Аркуш
Керівник	Кутний Б.А.				ДМР	8
Перевірів				План трубопроводів. План систем очистки	12	
Зав. кафедри	Гонік Ю.С.			Перетин 1-1. Перетин 2-2	НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т	

ПРИНЦИПОВА ТЕПЛОВА СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ НА БІОПАЛИВІ

Принципова теплова схема



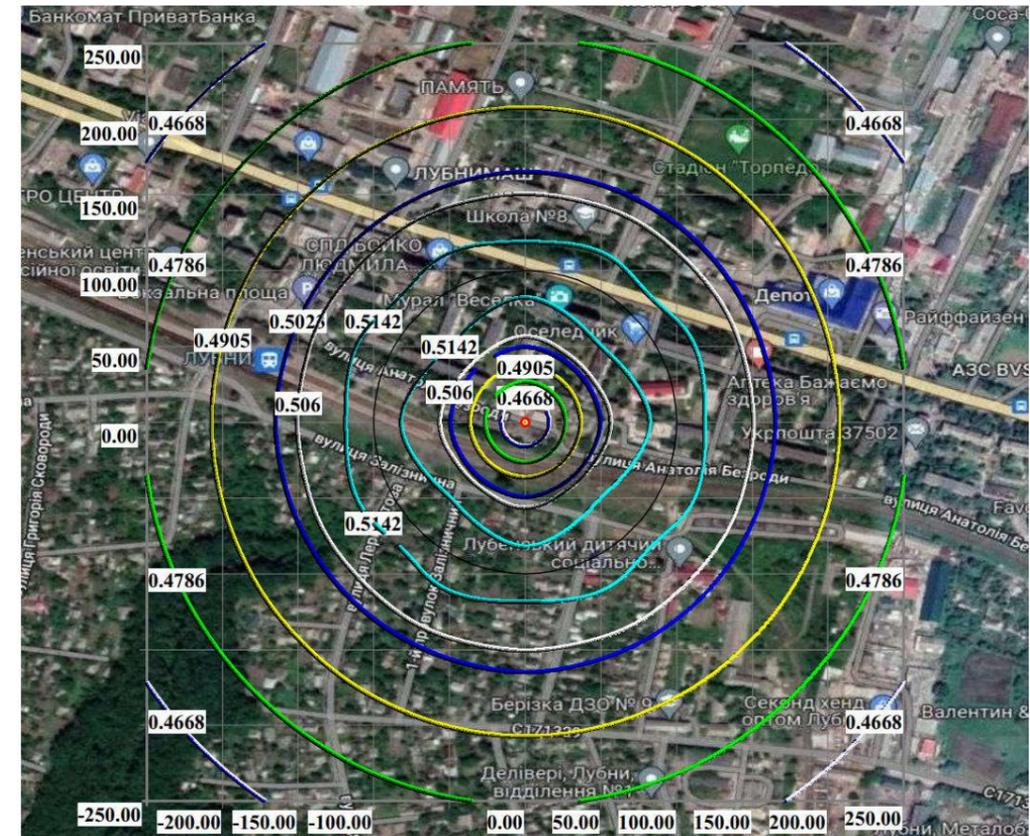
					601-МТ 9599269		
					Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго		
Зм.	Кільк.	Арк.	Модок.	Підпис	Дата	Розробив	Плалей С.В.
Керівник						Кутний Б.А.	
Перевірів							
Зав. кафедри	Гонік Ю.С.						
					Принципова теплова схема котельні та біопаливі		
					Стадія		
					Аркуш		
					Аркуші		
					ДМР 9 12		
					Принципова теплова схема		
					Карти розсіювання за розрахунками ЕОЛ		
					НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т		

КАРТИ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ З УРАХУВАННЯМ ФОНОВИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ

Карта розсіювання діоксиду азоту (NO2)



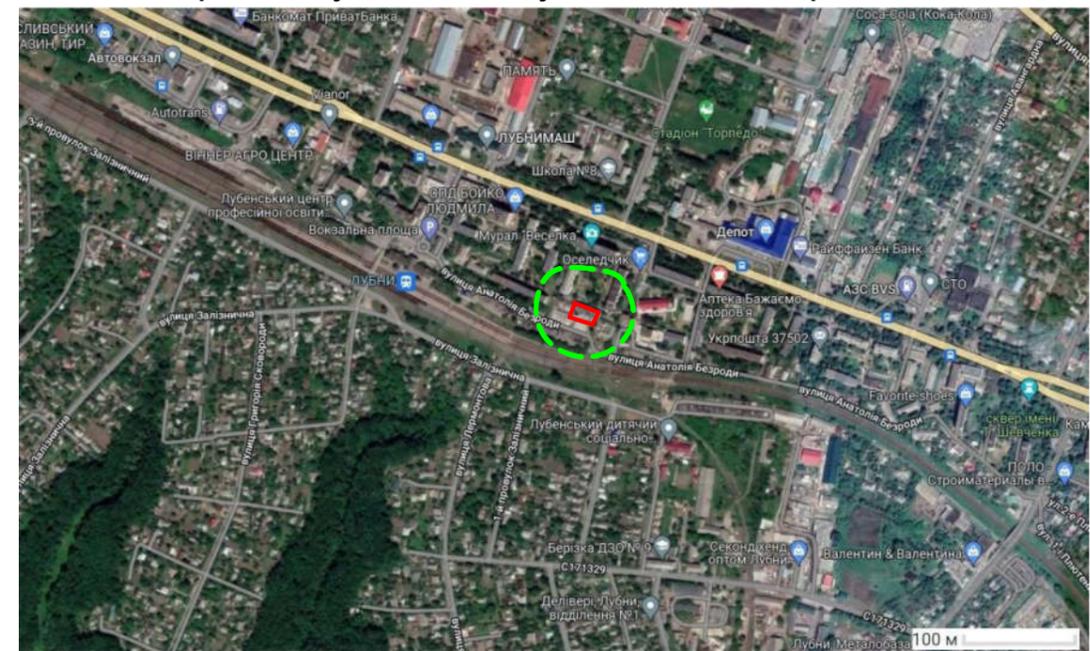
Карта розсіювання діоксиду сірки (SO2)



Карта розсіювання пилу неорганічного



Місце розташування комунального підприємства



Умовні позначення

-  - Місце розташування комунального підприємства
-  - Санітарно-захисна зона підприємства

				601-МТ 9599269		
				Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго		
Зм.	Кільк.	Арк.	Модок.	Підпис	Дата	
Розробив	Палайний С.В.					
Керівник	Кутний Б.А.					
Перевірів						
Зав. кафедри	Гонік Ю.С.					
				Карти розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі		Стадія
				Карти розсіювання речовин		Аркуш
				ДМР		10
				Аркушів		12
				НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"		
				Кафедра ТГВ та Т		

Метою магістерської роботи була оцінка та аналіз екологічної ефективності та екологічного впливу викидів котлоагрегату, що працює на альтернативному виді палива, пелетах з біомаси, на забруднення атмосфери.

У ході виконання магістерської роботи було визначено, що використання пелет з біомаси має переваги перед вугіллям та газом: низька ціна; порівняно велика теплотворна здатність; практично повне згоряння, що полегшує обслуговування котлів, частка попелу складає менше 3 %; низька вологість 8-12 %; нешкідливість для довкілля; незалежність від енергетичних компаній; пелети пожежобезпечні - менш схильні до самозаймання, оскільки не містять пилу; висока енергоконцентрація (при спалюванні 1000 кг пелет з біомаси виділяється стільки теплової енергії, як при спалюванні 1600 кг деревини, 478,5 м3 газу, 500 л дизпалива та 685 л мазуту).

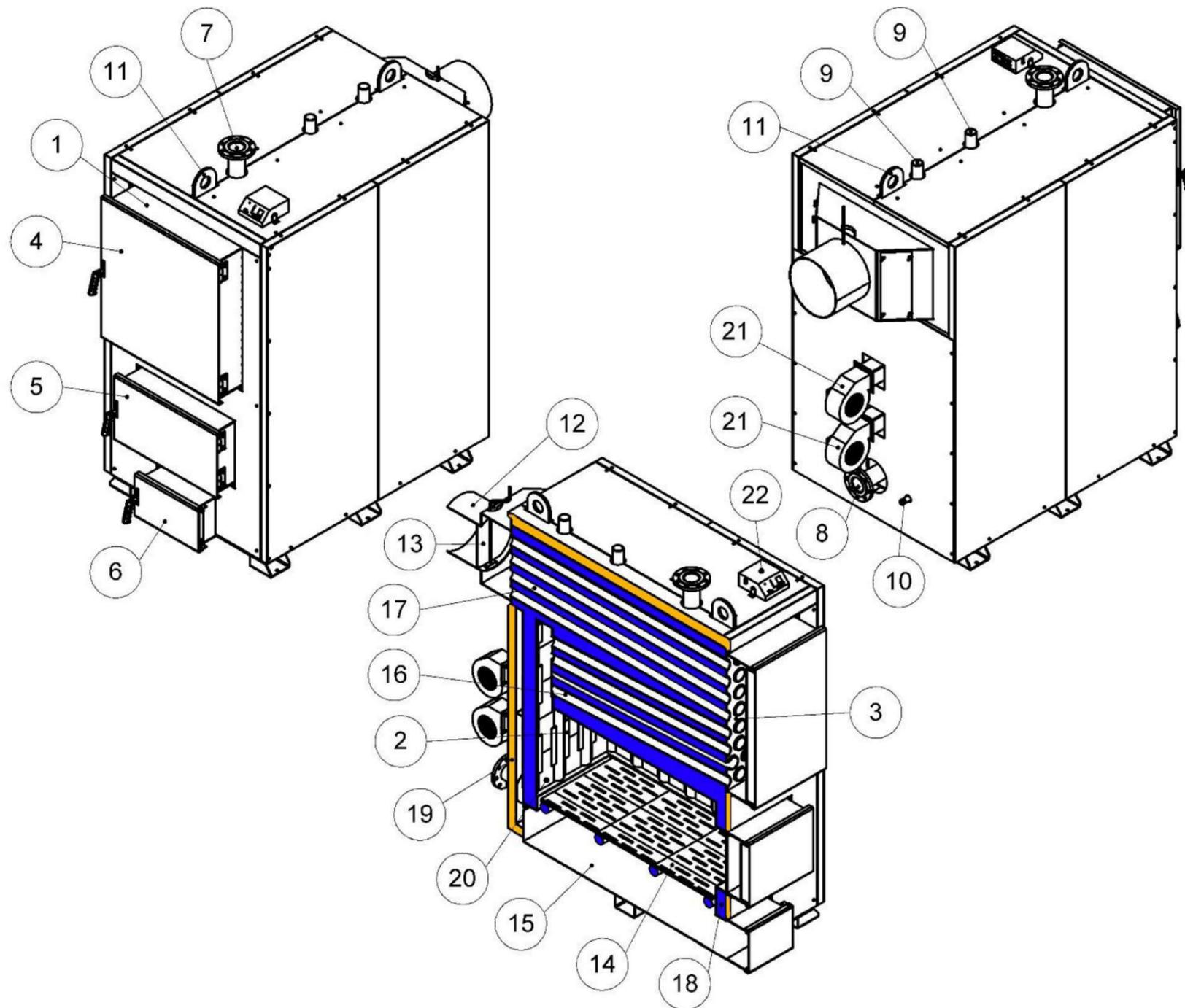
Розрахунок розсіювання виконувався для існуючих показників викидів забруднюючих речовин, визначених при виконанні інвентаризації джерел викидів без урахування фонових концентрацій.

Проведені дослідження показують, що перевищення рівня гранично допустимої концентрації для забруднюючих речовин без врахування фонових концентрацій не виявлено. Перевищення встановлених нормативів екологічної безпеки в районі житлової забудови не спостерігається.

Прийняті в проекті рішення вказують на те, що за рахунок діяльності котельні, в якій встановлено котли, що в якості палива використовують пелети з біомаси 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.

						601-МТ 9599269			
						Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго			
Зм.	Кільк.	Арк.	Надок.	Підпис	Дата				
Розробив	Палаши С.В.					Висновки до магістерської роботи	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кутний Б.А.						ДМР	11	12
Перевірив									
Зав. кафедри	Гоник Ю.С.					Висновки до магістерської роботи	НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т		

КОТЕЛ KRONAS HEAT MASTER SH 1000 НА БІОМАСІ



- 1 – Корпус котла
- 2 – Камера згорання (топка)
- 3 – Конвекційна частина (теплообмінник)
- 4 – Дверцята конвекційної частини
- 5 – Дверцята завантажувальні
- 6 – Дверцята зольника
- 7 – Патрубок прямої мережної води
- 8 – Патрубок зворотної мережної води

- 9 – Патрубок під групу безпеки
- 10 – Штуцер зливу води
- 11 – Такелажні елементи
- 12 – Боров
- 13 – Шибер тяги топочних газів
- 14 – Колосникові ґрати
- 15 – Зольник
- 16 – Перший ряд жарових труб

- 17 – Другий ряд жарових труб
- 18 – Водяна оболонка котла
- 19 – Теплоізоляція корпусу
- 20 – Шамотна футеровка
- 21 – Вентилятор
- 22 – Блок автоматики управління

						601-МТ 9599269		
						Дослідження ефективності застосування альтернативних джерел палива в котельні Теплоенерго		
Зм.	Кільк.	Арк.	Модок.	Підпис	Дата			
Розробив	Підпалач С.В.					Котел KRONAS HEAT MASTER SH 1000	Стадія	Аркуш
Керівник	Кутний Б.А.						ДМР	12
Перевірив								12
Зав. кафедри	Гонік Ю.С.					Котел KRONAS HEAT MASTER SH 1000	НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т	