

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

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

201-пНТ 20238

Тема проекту (роботи) **«Проектування котельні на RDF паливі в Полтавській області»**

керівник проекту (роботи)

Розробив студент гр. 201-пНТ

" ___ " _____ 2022 р. _____ Кожушко Р.В..

Керівник дипломного проекту

" ___ " _____ 2022 р. _____ проф., к.т.н. Голік Ю.С.

Рецензент:

Заступник генерального директора

Науково-технічного центру

Полтавського відділення

Інженерної академії України

_____/Пестріков С.Ю./

" ___ " _____ 2022 р.

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 Характеристика RDF та його аналіз.....	7
1.1 Оцінка видів палива, що використовуються у котельному обладнанні.....	7
1.2 Фізико-хімічні показники палива із біомаси.....	11
1.3 Законодавча база щодо питань отримання теплової енергії з побутових відходів.....	12
1.4 Європейський досвід отримання теплової енергії з побутових відходів	14
1.5 Технологічний процес виготовлення RDF палива.....	16
1.6. Теплотехнічні характеристики твердих побутових відходів, що отримані експериментально науковцями та виробничниками.....	18
1.7. Експериментальне дослідження морфологічного складу побутових відходів Полтавського звалища ТПВ фахівцями Національного університету Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка.....	24
1.8 Розрахункове визначення утворення твердих побутових відходів у Полтавському районі та м.Полтава.....	24
1.9 Експериментально-розрахункове визначення теплотворної здатності ТПВ.....	30
Розділ 2. Характеристика котельного обладнання, що може бути застосовано при використанні альтернативного палива або RDF-палива.....	32
2.1 Аналітична довідка котельного обладнанн, що може бути застосовано при використанні альтернативного палива.....	32
2.2.Характеристика RDF-палива як екологічної складової.....	39
Розділ 3. Вибір параметрів для розрахунків котельного обладнання.....	40
3.1. Вибір парметрів зовнішнього повітря.....	40
3.1.1 Розрахункові температури зовнішнього повітря.....	41
3.1.2. Розрахункові швидкості вітру та напрями вітру.....	42
3.2 Визначення теплового навантаження котельні.....	42
3.1.3. Інтенсивність сонячної радіації.....	42
3.2 Визначення теплового навантаження котельні.....	46
3.3. Характеристика котлів.....	46
3.3.1 Технічна характеристика котлів Хейзомат.....	48
3.4 Підбір котла для альтернативного палива.....	54
3.5 Підбір насосного обладнання котельні.....	56
3.6 Загальний вибір насосів.....	61
3.7 Оціночний гідравлічний розрахунок системи тепlopостачання.....	63
3.8 Загальні вимоги до монтажу трубопроводів.....	63
3.9 Розрахунок кількості повітря на вентиляцію будівлі котельні.....	65
3.10 Вибір димососів для котлів Хейзомат 2000.....	66
3.11 Теоретичний об'єм сухого повітря.....	66
3.12 Теоретичний об'єм димових газів	69
3.13 Склад палива.....	69
3.14 Паливopодача RDF	70
3.15 Система очищення димових газів та видалення золи.....	70
3.16 Характеристика циклону-утилізатора типу МЦ та їх підбір.....	73

					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

3.17 Підбір лічильника води.....	74
3.18 Підбір мембранного розширювального баку.....	75
3.19 Розрахунок втрат тиску вузла обліку теплової енергії.....	76
3.20 Коментар до теплової схеми котельні.....	77
Розділ 4. Оцінка впливів планованої діяльності на атмосферне повітря.....	78
4.1 Перелік забруднюючих речовин, що ідводяться в атмосферне повітря.....	80
4.2 Нормування викидів котельні.....	82
4.3 Параметри джерел викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря.....	82
4.4 Розрахунок викидів забруднюючих речовин, що надходять до атмосферного повітря.....	83
4.5 Характеристика валових викидів забруднюючих речовин.....	84
4.6 Розрахунок кількості забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря.....	84
4.7 Обґрунтування визначеного розміру санітарно-захисної зони.....	84
4.8 Відомості про програму, яка використовується для автоматизованого розрахунку Забруднення атмосфери.....	85
4.9 Результати розрахунку розсіювання в атмосфері викидів забруднюючих речовин	
4.10 Моніторинг атмосферного повітря.....	87
5. Висновки до кваліфікаційної роботи бакалавра.....	88
Література.....	89

					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Питання суттєвого скорочення запасів енергетичних ресурсів, в тому числі газового палива, стали достатньо проблемними в Полтавській області. Вирішенню цього питання останнім часом присвячено все більше нарад на різних рівнях. Стала ця проблема і на повістці дня підприємства Полтаватеплокомуненерго. Тобто, поставлено завдання використовувати тверді побутові відходи місцевого звалища, оскільки, так звані ТПВ, мають залишковий енергетичний ресурс, а у Європі їх застосовують як RDF паливо. Використання такого виду палива можливо бажано за рахунок застосування сучасного котельного обладнання з високими коефіцієнтами корисної дії та можливістю ефективним використанням енергоносіїв з таким паливом.

Особливість вивчення цього питання стає все більш доцільною в умовах після воєнного стану, коли потрібно використовувати, любі енергетичні ресурси, більш дешеві, можливо не зовсім екологічні, які дозволять отримати теплову енергію.

В цьому питанні важливим є використання еколого-енергетичної складової котельного обладнання за рахунок використання енергетичних ресурсів твердих побутових відходів.

При розгляді цього питання слід враховувати, що споживання первинних природних енергетичних ресурсів (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 рази – ніж у Китаї [1].

На сьогоднішній день (01.03.2022р.) Україна перебуває в умовах дефіциту власних первинних енергоресурсів (ПЕР) і знаходиться в значної залежності від їх постачання із-за кордону. Ситуацію особливо загострилася на фоні воєнного стану, в умовах суттєвого дефіциту енергетичного палива. Тому, стоїть завдання щодо раціонального використання ПЕР, насамперед вітчизняного природного газу, енергетичного вугілля, які розглядаються, разом із мазутом, як основні елементи забезпечення національної енергобезпеки і й створення сприятливих умов для стабільного розвитку паливно-енергетичного комплексу

					201-пНТ 20238	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в цих складних умовах. Для досягнення позитивних моментів в цих питаннях, значною мірою, є впровадження заходів, що спрямовані на підвищення енерго-екологічної ефективності спалювання палива у котлах на відносно нових видах палива [2].

Прийнята в Україні нова Енергетична стратегія України до 2035 року передбачає [2], скорочення споживання викопного палива та збільшення частки відновлюваних джерел енергії з 4% (у 2016 р.) до 25% (у 2035 р.) від загального обсягу постачання первинної енергії. Отже, проекти, що заміщують викопне паливо (вугілля, природний газ), так званою біомасою, є актуальними в Україні, а їх кількість буде збільшуватися.

Тому сьогодні перед підприємствами виробниками теплової енергії стоїть завдання скорочення споживання природного газу, а також збільшення частки використання відновлюваних та альтернативних джерел енергії. В цьому напрямі, безумовно, важливим елементом стає використання нових альтернативних чи відновлювальних видів палива для виробництва теплової енергії й забезпечення потреб споживачів в опаленні та гарячому водопостачанні. [3] .

Актуальність поставленого питання.

Питання використання існуючого котельного обладнання, яке не завжди характеризується підвищеними екологічними показниками, потребують застосування нового спеціального обладнання, яке може працювати на паливі з низькою теплотворною здатністю, особливо в умовах застосування дефіцитного природного газу, навіть, в умовах Полтавської області.

В цьому плані актуальним залишається питання покращення екологічності котельних установок та підвищення ефективності використання в них альтернативних палив, особливо в умовах оцінки екологічного впливу цих об'єктів на стан атмосферного повітря при можливості використання низькокалорійного й не зовсім екологічного палива.

Тобто, задача запроектувати котельню, що повинна бути розташована на незначній відстані від Полтавського сміттєзвалища (полігону твердих

					201-пНТ 20238	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

побутових відходів) з можливістю застосування твердих побутових відходів у вигляді RDF палива є достатньо актуальною. Крім того, робота має практичне значення з точки зору оцінки й можливості використання в котельні альтернативного палива, що отримано з твердих побутових відходів, так зване RDFпаливо, яке має залишковий енергетичний потенціал й найменше негативно впливає на стан забруднення атмосферного повітря.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, висновків, та списку використаних літературних джерел. Повний обсяг роботи складає 92 сторінок, 16 ілюстрацій, 19 таблиць, перелік використаних джерел 43.

					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Розділ 1

Характеристика RDF палива та його аналіз

1.1 Оцінка видів палива, що використовуються у котельному обладнанні.

У своїй більшості паливо визначають як горючу речовину, що спеціально спалюють для отримання тепла і подальшого його використання для інших потреб. Паливо повинно мати певні властивості й 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 забруднюючих та отруйних речовин. Цим вимогам найбільш повно відповідали речовини органічного походження: нафта, природний газ, тверді горючі копалини, що раніше застосовувалися в котельному обладнанні [4,5].

Поняття «паливо» [6] є категорія не тільки технічна, а й економічна та екологічна, оскільки у кожному конкретному випадку його використання має бути ефективним. В сучасних умовах, при спалюванні палива необхідно враховувати умови при яких здійснюється найменше забруднення атмосферного повітря.

За літературними даними паливо класифікують [7] за такими 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.

										201-пНТ 20238	Арк.
											7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Види палива [7] можуть бути природні, які використовують у тому вигляді, в якому вони існують у природі, та штучні, якщо після видобутку їх переробляють. За тепловою цінністю, тобто тепловою згоряння, палива класифікують на висококалорійні, середньо - і низькокалорійні.

Умовна класифікації видів палива за його походженням та агрегатним станом наведено у таблиці 1.1.

Класифікація палива

Таблиця 1.1

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.

Використання відновлюваних джерел енергії в Україні – це, значним чином, вирішення проблем енергозабезпечення населення та промисловості, що в першу чергу пов'язано з енергодефіцитом і негативними тенденціями в галузі існуючої вітчизняної енергетичної.

Але головними причинами такої уваги [7], залишаються:

- очікуване вичерпання запасів органічних видів палива;
- різке зростання їх ціни; недосконалість та низька ефективність технологій їхнього використання, шкідливий вплив на довкілля, наслідки якого все більше і більше турбують світову спільноту.

За баченням фахівців Світової енергетичної ради енергетичні ресурси Землі, які відповідно даних класифіковано на 16 видів [7]що наведені на рис.1.1. Вони поділяються:

1. За рівнем і масштабами освоєння: — традиційні й нетрадиційні;
2. За природою енергоутворення: —відновлювані й невідновлювані.

Розподіл енергетичних ресурсів в першій групі проведено з огляду на рівень освоєння та розповсюдження енергетичних технологій їх використання; в другій групі – за природою та періодичністю утворення – невідновлювані джерела енергії, які утворюються впродовж величезних відрізків часу, тоді як відновлювані в тій чи іншій періодичності постійно існують в природі.

До **традиційних енергоресурсів** належать всі джерела енергії, які є первинними джерелами енергії сучасної традиційної енергетики, це всі невідновлювані джерела енергії, а також два види відновлюваних джерел енергії: дрова і гідроенергія великих водотоків.

НЕВІДНОВ- ЛЮВАНІ	1. Вугілля (включаючи лігніт) 2. Сира нафта і природний газовий конденсат 3. Важкі нафти, пальні сланці, бітум 4. Природний газ 5. Ядерна енергія	ТРАДИЦІЙНІ
ВІДНОВ-ЛЮВАНІ	6. Торф 7. Дрова 8. Гідроенергія 9. Енергія мускульної сили тварин та людей	
	10. Біомаса (за винятком дров) 11. Сонячна енергія 12. Геотермальна енергія 13. Вітрова енергія 14. Енергія припливів 15. Енергія хвиль 16. Теплова енергія океану	НЕТРАДИ- ЦІЙНІ

Рис. 1.1. Класифікація джерел енергії

До **нетрадиційних (нових) енергоресурсів** належать всі види відновлюваних джерел енергії: біомаса (за виключенням дров), сонячна енергія, вітрова енергія, геотермальна енергія, теплова енергія океану, гідроенергія припливів, хвиль, водотоків (за виключенням гідроенергії великих водотоків).

До **невідновлюваних або вичерпних енергоресурсів** належать вугілля, торф, нафта, природний газ, ядерне паливо.

До відновлюваних джерел енергії належать також всі види рослинності (біомаса), в яких у результаті процесу фотосинтезу проходить постійне накопичення енергії сонячного потоку у вигляді вуглеводнів [7].

Проблема ефективного використання традиційних джерел енергії починає все ширше поширюватися в Україні тому, що все сильніше проявляються недоліки, які обумовлені [2]:

1. застарілими технологіями;
 2. вичерпанням ресурсів використання основних фондів генерації електроенергії і тепла, що разом з низькою ефективністю використання палива призводить до значних обсягів викидів шкідливих речовин.
 3. значними втратами при транспортуванні, розподілі та використанні електроенергії і тепла;
 4. монопольна залежність від імпорту енергоносіїв ще більш ускладнюють ситуацію на енергетичних ринках країни.
 5. Втрати значної частини теплосилового господарства нанесені війною.
- Все це ще раз вказує на необхідність пошуку й використання нових альтернативних джерел енергії в Україні й Полтавській області.

Однією з перспективних альтернатив традиційним видам палива є енергетичний потенціал біомаси [8]. Під ним розуміють усі види рослин, рослинні відходи сільського господарства, деревообробної та інших галузей промисловості, які мають енергетичну цінність і можуть використовуватись як паливо.

В законодавстві України [9] 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

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

тваринництва), рибного господарства і технологічно пов'язаних з ними галузей промисловості, а **також складова промислових або побутових відходів**, здатна до біологічного розкладу.

У більшості випадків, джерелом біомаси є відходи та залишки сільського господарства, харчової промисловості, відходи заготівлі та переробки деревини, органічні відходи домашнього і житлово-комунального господарства, **так звані тверді побутові відходи (ТПВ)**.

До основних фізичних та енергетичних характеристик ТПВ як паливної сировини відносять вологість та зольність, нижчу теплоту згорання, насипну щільність, розмір часток та температуру плавлення золи.

1.2 Фізико-хімічні показники палива із біомаси

У відповідності до [10] паливо, що використовує тверді побутові відходи, містить: горючі речовини, внутрішній баласт, негорючі мінеральні домішки і вологу . До горючої частини палива відносяться вуглець С, водень Н, сірка S та їх сполуки. Основне виділення теплоти відбувається за рахунок окислення вуглецю С та горіння водню Н. Чим більше С у твердому паливі, тим складніше воно запалюється. Теплота згорання палива - це енергетична характеристика палива, що визначає кількість теплоти, яка виділяється при її згоранні.

Розрізняють вищу та нижчу теплоту згорання палива. На практиці користуються нижчою теплотою згорання палива, яка виділяється при повному окисленні всіх горючих складових палива, без урахування теплоти пароутворення та вносу із золою. Теплоту згорання визначають експериментально за допомогою калориметра. Нижчу теплотворну здатність деревного палива можна оцінити розрахунковим методом з урахуванням робочої вологості та зольності.

Основними видами біопалива є: відходи лісового господарства та деревообробної промисловості (тріски, кора, стружка, гілки дерев, опале

					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

листя); солома зернових культур, яка пресується в рулони або тюки, залишки стеблової маси кукурудзи та соняшнику, відходи переробки зерна під час обмолоту; *різні побутові та господарські відходи* [11].

Таким чином, біомаса є перспективним джерелом відновлюваної енергії як у світі, так і в Україні [11]. Сталий розвиток біоенергетики дає можливість зменшити залежність країни від імпортованих енергоносіїв, забезпечити ефективне використання місцевих ресурсів, розвивати місцеву економіку за рахунок надходження податків та зборів, покращити торгівельно-платіжний баланс країни через зменшення обсягів імпорту енергоносіїв.

Останнім часом на ефективне енергоресурсне використання біомаси стали звертати значно більшу увагу, тому що це дозволяє додатково сприяти вирішенню екологічних проблем. В умовах Полтавської області як аграрної, це стає дійсно перспективним напрямом [12]. (табл. 1.2).

Енергетичний потенціал біомаси на Полтавщині Таблиця 1.2

Вид біомаси	Річний обсяг споживання, тис т у. п.	Економічний потенціал, тис 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

1.3 Законодавча база щодо отримання теплової енергії з побутових відходів

Законодавча база України все більше місця відводить сучасним методам застосування новітніх технологій та видів палива. В Україні з червня 2021 року до Верховної ради України ("ВРУ") розглядається Проект Закону № 5611 "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо енергетичної

утилізації відходів" ("Законопроект"), зараз він перебуває на етапі опрацювання в профільних комітетах ВРУ [13].

Мета Законопроекту – запровадити в Україні виробництво альтернативного палива – відновлювального палива з відходів. Прикладами такого **відновлювального палива з відходів є так звані SRF та RDF:**

- SRF (solid recovered fuel) – це **тверде відновлювальне паливо**, що складається переважно з біологічних відходів, і має низький вміст небажаних домішок, придатний для складування та використання споживачами.
- **RDF (refuse derived fuel) – це паливо, отримане із залишків подрібнених та спресованих** в брикети чи гранули **твердих побутових відходів**.

Засновники положень цього документу стверджують, що прийняття Законопроекту сприятиме зменшенню викидів у повітря, захисту води та ґрунтів, скорочення викидів CO₂ та економії первинних енергоносіїв. Наразі використання такого палива в Україні не регулюється, в Земельному кодексі передбачено звільнення об'єктів з виробництва теплової і електричної енергії, що використовуватимуть SRF та RDF палива, від відшкодування втрат сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва.

Окрім того використання альтернативної енергетики визначається:

- Законом України "Про теплопостачання" визначить роль органів державної влади під час розподілу теплової енергії, виробленої з відновлюваного палива з відходів, а також порядок розрахунків за таку теплову енергію.
- Законом України "Про землі енергетики та правовий режим спеціальних енергетичних об'єктів" додасть об'єкти з виробництва теплової і електричної енергії енергію з використанням відновлюваного палива з відходів до складу об'єктів, які можуть розміщуватись на землях енергетики та енергогенеруючих підприємств.
- Законом України "Про ринок електричної енергії" запровадить додаткові заходи стимулювання і підтримки діяльності суб'єктів електроенергетики, що

										201-пНТ 20238	Арк.
											13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

виробляють електричну енергію з відновлюваного палива з відходів, а також покладе на ДП "Гарантований покупець" обов'язки з викупу електричної енергії, виробленої з відновлюваного палива з відходів.

А узагальнюючи можливо відзначити [14], що в Україні енергетичну утилізацію сміття потрібно зробити економічно вигідним проектом, враховуючи такі важливі завдання; забезпечити енергетичну утилізацію твердих побутових відходів в екологічно безпечний спосіб у відповідності до європейських стандартів; врегулювати питання використання SRF як потенційного джерела енергії.

«Зокрема, пропонується ввести у законодавство *поняття відновлювального палива з побутових відходів як альтернативного джерела енергії* та окреслити основні вимоги щодо його використання, особливо екологічні».

Все це - забезпечить визначення правового статусу палива, виробленого з побутових відходів як альтернативного джерела енергії, а впровадження законодавчих ініціатив дозволить досягти цілей Національної стратегії управління відходами до 2030 р [15], зокрема:

- скоротити обсяг захоронення твердих побутових відходів (ТПВ) до 30%;
- отримати 50% перероблення ТПВ;
- досягти рівня 10% енергетичної утилізації ТПВ;
- забезпечити гарантований ринок збуту для ввідновлювального палива зі сміття (RDF/SRF).

Враховуючи все, що наведено раніше можна стверджувати, що передбачається розроблення і затвердження рекомендацій щодо використання палива, отриманого з відходів (RDF). В Україні вже прийнято Державні стандарти [16, 17] , але на законодавчому рівні це питання залишається неврегульованим.

1.4. Європейський досвід отримання теплової енергії з побутових відходів

За Європейським досвідом вважається доцільним використання RDF паливо, коли його теплотворна здатність знаходиться в межах 8 - 14 МДж/кг.

									Арк.
									14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

Для RDF палива використовують лише відходи що не є ресурсцінними та органічними. Всі інші види відходів [18], близько 1/3 сміття, - це сировина для майбутнього RDF-палива. За існуючою технологією залишкову масу подрібнюють, після чого пресують у брикети або гранули, внаслідок чого і отримується RDF-паливо. SRF складається переважно з біологічних відходів і являє собою гомогенну суху сировину з низьким вмістом небажаних домішок, придатну для складування.

Як свідчить досвід Польщі [18], відновлюване паливо з відходів (SRF, RDF) активно використовується в установках для спалювання відходів, у тому числі з виробленням електричної та теплової енергії, або в установках побічного спалювання (на вугільних електростанціях або в цементних печах). Сміттєпереробні заводи у Польщі виготовляють RDF в кількості приблизно 20 - 40 % від початкової маси ТПВ палива на рік. За даними польських виробників, стандартний RDF має теплотворну здатність в межах 12 - 18 МДж/кг, залежно від вологості. (1 кал = 4,19 Дж). Згідно із законодавством Польщі заборонено захоронювати на полігоні відходи з теплотворною здатністю більше 6 МДж на кілограм. З 2013 року в Польщі встановлений податок на відходи на одну людину в місяць.

Запровадження в Україні розширеного виробництва відновлюваного палива з відходів (SRF, RDF) та створення системи його енергетичної утилізації, під якою розуміється спалювання такого палива з метою вироблення електричної і теплової енергії, сприятиме вирішенню болючої проблеми невинного "засмічення" території країни, стимулюватиме будівництво нових сміттєпереробних і сміттєспалювальних заводів, що повною мірою відповідає стратегії енергетичної безпеки України [19].

В Прибалтиці побудовано завод з утилізації і механічного сортування твердих побутових відходів та виробництва RDF-палива, який відкрито на початку 2020 року й проектується ще два аналогічних заводи [20]. До 2020 року в країнах Балтики перероблялося вже трохи менше третини всіх

										201-пНТ 20238	Арк.
											15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

комунальних відходів, й це дозволило замістити понад 28 мільйонів кубів імпортного природного газу.

Зараз [20], в Євросоюзі обсяг RDF-палива, виробленого з ТПВ становить близько 3 млн. тон на рік. Найбільш активно виробництво RDF-палива розвивається в Бельгії, Фінляндії, Італії та Нідерландах в зв'язку з віднесенням його до місцевих видів палива і інвестуванням в будівництво заводів щодо його спалювання. За середньостатистичними узагальненими європейськими даними з однієї тонни відходів утворюється 350 кг (35%) RDF-палива з вологістю 12 - 14 % і калорійністю 18 - 20 МДж/кг.

У своїй більшості [18, 20] технологічні схеми отримання палива з відходів потребують будівництва спеціальних заводів по виготовленню цих брикетів. За цими схемами формуються лінії з сортування та переробки ТПВ з подальшим виробництвом RDF-палива; лінії по переробці органічних відходів; лінії виробництво біогазу, котельний комплекс із спалювання ТПВ та біогазу, з генерацією теплової енергії; турбо-генераторний комплекс для виробництва електроенергії.

1.5 Технологічний процес виготовлення RDF палива.

У відповідності з [19] RDF-паливо тверде із побутових відходів (Refuse Derived Fuel - тверде вторинне паливо з відходів) - висококалорійний продукт, який виготовляється з безпечних побутових відходів. RDF-паливо використовується у вигляді: відсортованої і подрібненої паливної суміші; спресованих пелет чи брикетів. RDF-паливо призначене для: вироблення енергії в комунальній теплоенергетиці, як альтернативне та поновлюване джерело енергії (місцевий вид палива); забезпечення зниження негативного впливу на довкілля і скорочення обсягів захоронення твердих побутових відходів (ТПВ). Устаткування повинно дозволяти спалювати RDF-паливо при високих температурах (більш 850°) для зниження кількості шкідливих речовин у викидах [20].

За більшістю технологічних схем технологічний ланцюжок використання RDF-палива складається з таких стадій: система розвантаження RDF-палива;

											201-пНТ 20238	Арк.
												16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

системою аналізу якості RDF-палива, з автоматичним аналізатором (для визначення теплотворної здатності і вологості); система бункерів (для розподілу RDF-палива різної теплотворної здатності); система подачі RDF-палива в мультипальник; система продувки пальника в разі засмічення; електронна система стеження за процесом горіння (забезпечує рівномірне горіння незалежно від перепаду калорійності RDF-палива); система управління всім комплексом.

Зола, що утворюється внаслідок спалювання RDF-палива, повинна бути утилізована на полігоні захоронення або бути використана для виробництва будівельних матеріалів.

Кінцевий морфологічний склад відходів, що використовувався для виготовлення RDF палива наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Морфологічний склад відходів для RDF- палива

№ з/п	Компонент твердих відходів	За даними підприємства, що використовує RDF паливо				За даними заводу-виробника
		Номер Проби	Частка,%	Вологість,%	Зольність,%	Частка, %
1	2	3	4	5	6	7
1	Деревина та похідні від неї, % не більше	5	12.8	0.35	0.1	7
2	Папір, картон, інша макулатура і целофанові матеріали	2	14.7	5.25	10.0	14
3	Поліетилентерефталат, % не більше (ПЕТф-тара)	4	12.8	0.35	0.1	13
4	Поліетелен, % не більше	3	32.6	0.18	4.1	32
5	Поліпропілен, % не більше	7	3	0.17	3.4	
6	Пластик, синтетичні волокна, % не більше	8	6.1	0.08	0.75	6
7	Шкіра, шкірозамінники, шкіряні та гумові вироби, % не більше	6	2.1	0.55	26.7	3

8	Текстиль різних типів, % не більше	1	22.4	6.90	7.2	21
9	Разом		100			100
10	Середній показник з урахуванням часток компонентів			3.02	5.34	

Додаткові показники: Теплота згорання 27,1 Мдж/кг; Елементарний склад(з урахуванням зольності та вологості), у %: Вуглець-61,6; водень -8.5, кисень -12.2; азот - 1.0; сірка -0,09.

Наведений матеріал показує, що досвід Європейських країн із використання RDF-палива з твердих побутових відходів є достатньо ефективним. Але при цьому визначено, що RDF - це паливо, отримане з ТПВ з теплотворною здатністю , яка дорівнює 8- 14 МДж /кг є не зовсім ефективним.

RDF - це не «стабільний» матеріал. Він підлягає реакціям і деградації зі швидкістю, яка може бути непередбачувана через його неоднорідний склад і не стандартизовану підготовку [16,17].

1.6.Теплотехнічні характеристики твердих побутових, що отримані експериментально науковцями та практиками.

Одним із головних питань використання твердих побутових відходів у якості палива є їх теплотворна здатність. Ця характеристика твердих побутових відходів значним чином визначає спроможність ТПВ щодо використання в якості палива для отримання теплової енергії. В світі цьому питанню, як було вже визначено раніше, приділяється значна увага [14, 15,18].

Актуальною та важливою в цьому питання є робота фахівців Інституту технічної теплофізики НАН України спільно з Філіалом «Заводу “Енергія”» ПАТ «Київенерго» та «Науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту міського господарства» [21].

Авторами проаналізовано теплотворну здатність твердих побутових відходів різних країн, розраховану на підставі елементного складу компонентів ТПВ. Наведено результати експериментальних досліджень кількості теплоти, що виділяється при спалюванні змішаних ТПВ на сміттєспалювальному заводі

						201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			18

«Енергія» ПАТ «Київенерго». Крім того, авторами узагальнені значення теплотворної здатності ТПВ різних країн світу представлено в табл. 1.4 [21].

Цікаво відзначити, що автори визначили пряму залежність теплотворної здатності ТПВ країни від рівня купівельної спроможності її населення. Але, головним чином, нижча теплотворна здатність ТПВ залежить від морфологічного складу відходів, елементного складу окремих компонентів ТПВ та їх вологості. Експериментально теплотворна здатність кожного елемента визначалася в калориметричній бомбі.

Таблиця 1.4 Теплотворна здатність ТПВ країн світу

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

В табл. 1.5 також показані результати розрахунків теплотворної здатності компонентів ТПВ з урахуванням морфологічного складу, які отримані в різних країнах світу: Департаментом авколишнього середовища, продовольства і сільського господарства Великобританії (Defra), Світовим Банком (WB); Міжнародною асоціацією з твердих відходів (ISWA). В Україні вивчення теплотворної здатності ТПВ проводилося в Харківському національному університеті міського господарства ім. О.М. Бекетова, Миколаївському

Національному університеті кораблебудування ім. адмірала Макарова , раді російських навчальних закладів та Євразійському національному університеті ім.Л.М. Гумільова (Казахстан) представлені в таблицях 1.4 та 1.5 на підставі даних введених у [21].

Таблиця 1.5 Морфологія та нижча теплотворна здатність компонентів ТПВ

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

Таблиця 1.6 Нижча теплотворна здатність компонентів ТПВ за дослідженнями фахівців України та СНГ

№ з/п	Тип компоненту ТПВ	Нижча теплотворна здатність тпв, МДж /кг					
		Дослідження України			Дослідження інших ВНЗ		Дослідж. Казахстан
		ВНЗ Бекетова	Макарова	ВНЗ України	Росія	Росія	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Харчові відходи	3.1-3.8	3.5	3.5-4.0	5.3	3.4	3.3
2	Папір та картон	7.5-11.5	9.6	14.0-15.0	12.9	9.5	9.9
3	Пластмаса , полімери	17-46.0	24.4	27.0-28	26.3	24.4	24.4
4	Текстиль	12.1-14.2	15.0	14.0-15.0	18.7	15.7	15.7
5	Шкіра, гума	20.9-25.1	25.2	23-24	н/д	25.8	25.8

6	Деревина	13.4-14.2	14.5	14-15	н/д	14.5	14.5
7	Відсів менше Ніж 16мм	н/д	3.1	н/д	7.04	4.6	4.6
8	Зола, шлак	н/д	н/д	н/д	н/д	8.7	н/д
9	Інше	н/д	н/д	н/д	н/д	18.1	н/д

Авторами ряду робіт [21,22] відзначається, що додатково експериментально було проведено дослідження змін щомісячного морфологічного складу та вологості ТПВ . Усереднений за місяцями року склад ТПВ представлений на рис. 1.2 На основі результатів дослідження морфології та вологості ТПВ, авторами проводились експериментальні дослідження визначення кількості теплоти, що виділяється при спалюванні змішаних твердих побутових відходів, які поступають на Завод, усереднених за сезонами року. Дослідження проводились при вологості повітряно-сухого стану ТПВ, а також при вологості, з якою ТПВ вивантажувались зі сміттєвозів до завантажувального бункеру Заводу.

Експериментально визначено негативний вплив вологи на кінцеву кількість теплоти, яка отримана при їх спалюванні. Доведена неможливість самостійного горіння наважок ТПВ при вологості, з якою ТПВ потрапляють зі сміттєвозів до Заводу, що вказує на необхідність їх підсушування перед спалюванням.

					201-пНТ 20238	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

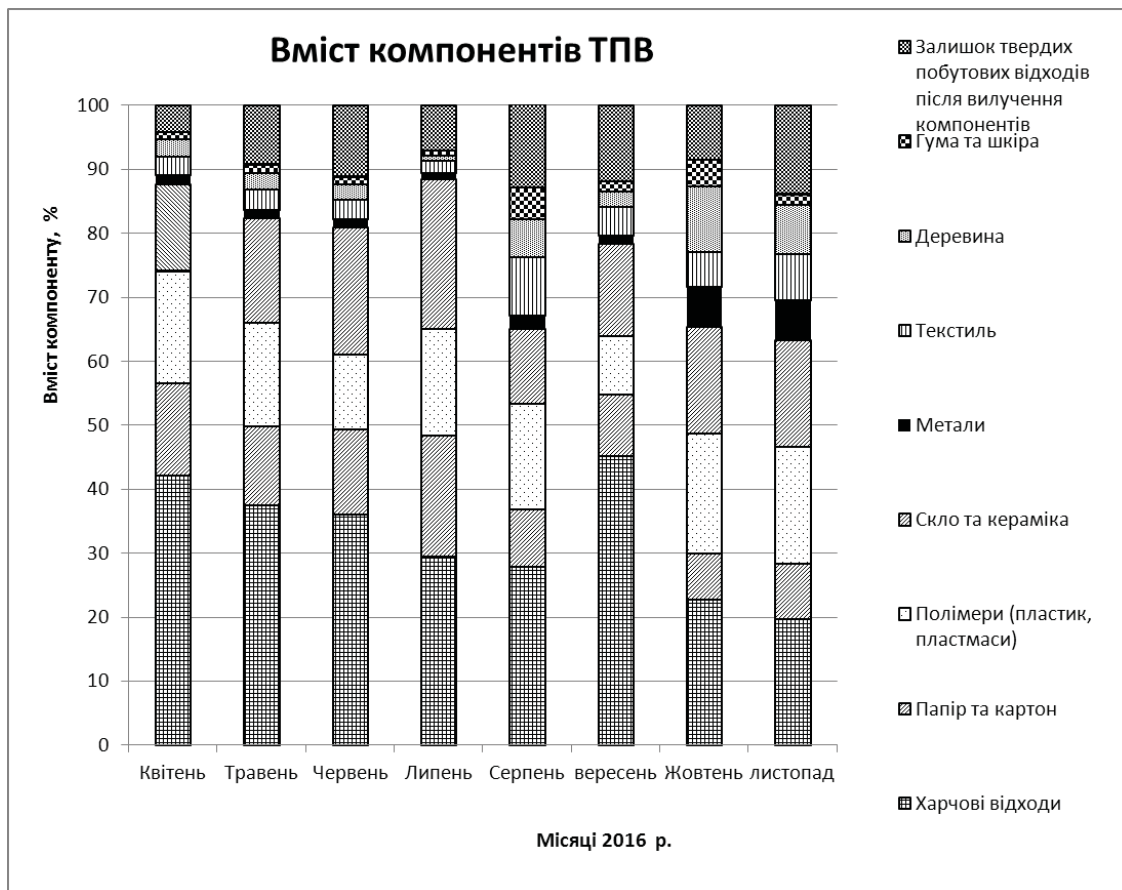


Рис. 1.2. Усереднений за місяцями склад ТПВ.

Таблиця 1.7 Результати досліджень кількості теплоти, що виділялась при спалювання наважки ТПВ

№ з/п	Вологість наважки ТПВ, %	Кількість теплоти, що виділялась при спалювання наважки ТПВ
1	У весняний сезон	
2	33.6	1620-1688
3	58.3	1017-1060
4	У літній сезон	
5	28.6	1695-1720
6	57.4	1026-1041
7	В осінній сезон	
8	27.4	1745-1774
9	67.3	786-799

Експериментально визначена оцінка впливу вологості на спалювання твердих побутових відходів отримана зі статті «Визначення раціонального показника вологості при спалюванні твердих побутових відходів» авторів Т.В.Гребенюк, О.Я.Тверда,М.В.Репін, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».Журнал Енергетика: економіка, технології, екологія. 2019, №4 стр.134-141, [22].

Встановлено вплив показників прийнятної вологості для спалювання твердих побутових відходів, при яких кількість викидів буде мінімальною.

Автори визначили, вологість відходів є важливою характеристикою відходів. Волога – кількість води, що вбирається в матеріал у вигляді пари або рідини.

Таблиця 1.8 – Дані щодо типової вологості у відходах

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

Рекомендовано для визначення аналізу морфологічного складу ТПВ окремого регіону запровадити практику детального вивчення компонентів ТПВ з подальшим аналізом їх теплотворної здатності, вологості та зольності.

Зараз підприємство теплового господарства «Полтаватеплоенерго» проводить дослідження щодо можливості використання ТПВ в якості альтернативного палива.

1.7 Експериментальні дослідження морфологічного складу побутових відходів Полтавського звалища твердих побутових відходів фахівцями Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Практичний морфологічний стан побутових відходів декількох звалищах та полігонах ТПВ було визначено в роботі [23] в рамках співпраці Полтавської області з проектом GIZ у період 2015-2017 роки. Європейськими експертами були проведені дослідження складу побутових відходів (Субрегіональна стратегія поводження з твердими побутовими відходами для Полтавської області, проект «Реформа управління на сході України» «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Gmbn», представлено для Полтавської обласної державної адміністрації, GFA Consulting Group, січень 2016. – 83с.).

Також у період 2018-2020 роки були проведені локальні (в окремі сезони року) дослідження морфології побутових відходів в окремих населених пунктах: м. Полтаві, м. Хоролі, с. Покровське Решетилівської громади [24].

Фахівцями університету на основі експериментально отриманих даних визначено морфологічний орієнтовний склад побутових відходів (за окремими компонентами), що продукуються на територіях громад різних типів (таблиця 1.9):

- міського типу із крупними містами, зокрема місто Полтави, де переважає багатоповерхова забудова житлового сектору;
- міського типу, де переважає приватна забудова житлового сектору;
- селищного й сільського типу, де переважає приватна забудова житлового сектору.

Авторами (табл.1.9) визначено потенційний обсяг утворення окремих компонентів, що входять у склад побутових відходів.

1.8 Розрахункове визначення утворення твердих побутових відходів у Полтавському районі та м.Полтава

В 2021 році для Полтавської області в рамках документу «Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року» [25] була здійснена робота щодо визначення кластерів управління побутовими відходами, одним із яких є найбільший кластер – Полтавський. До складу

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

планованого Полтавського кластеру входять 24 територіальних громади. Загальна чисельність населення Полтавського кластеру 595912 чоловік (за даними на кінець 2020р).

У відповідності з [25], з Полтавського кластеру виділяється підкластер (субрегіон), який складається з 6 громад й включає м.Полтаву. Громади даного підкластеру мають на сьогодні найбільш сталі й перевірені часом соціально-економічні зв'язки й з питань збирання відходів обслуговуються одним комунальним підприємством.

Було визначено потенційні обсяги побутових відходів, що продукуються на території різних громад й, зокрема міста Полтави, і які можуть бути зібрані за умови досягнення 90 – 100% охоплення населення послугою із збирання відходів. На сьогодні в різних громадах послугою із збирання відходів охоплено від 10 – 90% населення, а в середньому по області 78%, але цей середній показник досягнуто за рахунок 90-100% охоплення населення в міста, зокрема в місті Полтаві.

Визначення потенційних обсягів утворення побутових відходів проводилось із умови:

- поступового розширення послуги із збирання відходів до 90% в усіх громадах, а у 6 громадах Полтавського підкластеру – 100%;
- проведеного корегування розрахункових обсягів збирання побутових відходів із врахуванням фактичних обсягів збирання відходів на територіях 24 громад Полтавського кластеру (на протязі 2019, 2020, 1 половини 2021 років);
- відсутності в більшості громад відділення із загальної маси побутових відходів, що збираються, побутових будівельних відходів, садово-паркових відходів, відходів прибирання вулиць населених пунктів, що по факту значно збільшує фактичні обсяги зібраних відходів.

Виходячи з вище зазначених умов, були уточнені потенційні обсяги побутових відходів, що можуть в перспективі (потенційно до 2024-2025 років) збиратися на територіях 24 громад.

Для ТПВ норми накопичення розроблені для трьох джерел: житлових будинків, суспільних установ (підприємств суспільного харчування, навчальних, видовищних установ, готелів, дитячих садів, перукарень і ін.) та сміття з вулиць.

У відповідності з ДБН 360 - 92 (Містобудування. Планування і забудова

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

міських і сільських поселень, Київ - 1992) [33] в Україні існує 5 груп поселень. До 1 групи поселень (крупніші) відносяться міста з чисельністю понад 1 млн. жит., до 2 групи (крупні) - > 500 до 1000, до 3 групи (великі) - > 250 до 500, до 4 групи (середні) – а) > 100 до 250 та б) 50 - 100, до **5 групи (малі) – а) 20 - 50; б) 10 - 20; в) до 10 тис.чол.**

Фактична кількість утворення відходів наведені в табл. 1.9.

Розраховані значення, що представлені в табл. 1.9. використовуються тільки для укрупнених розрахунків, бо вони через кожні 5 років повинні переглядатися і затверджуватися райвиконкомом. В розрахунках прийнята норма утворення ТПВ однією людиною 1,26 кг на добу або 6,03л

Розрахункова кількість утворення ТПВ в Полтавському районі табл. 1.9.

№ п/п	Назва населеного пункту	Чисельність населення	Норма утворення ТПВ на одного мешканця				Орієнтовна необхідна кількість контейнерів
			Середньодобова		Середньорічна		
			кг	л	кг	м ³	
1	2	3	4	5	6	7	8
№1	Яцинова Слобідка	99	124,74	596,97	45540	217,8	1
№2	Щербані	1864	2348,64	11239,92	857440	4100,8	15
№3	Шостаки	347	437,22	2092,41	159620	763,4	3
№4	Шмиглі	117	147,42	705,51	53820	257,4	1
№5	Шили	107	134,82	645,21	49220	235,4	1
№6	Шевченки	244	307,44	1471,32	112240	536,8	2
№7	Чорноглазівка	266	335,16	1603,98	122360	585,2	3
№8	Черкасівка	323	406,98	1947,69	148580	710,6	3
№9	Червона Долина	9	11,34	54,27	4140	19,8	1
№10	Циганське	218	274,68	1314,54	100280	479,6	2
№11	Цибулі	66	83,16	397,98	30360	145,2	1
№12	Фисуни	13	16,38	78,39	5980	28,6	1
№13	Уманцівка	66	83,16	397,98	30360	145,2	1
№14	Улянівка	169	212,94	1019,07	77740	371,8	2
№15	Тютюнники	32	40,32	192,96	14720	70,4	1
№16	Трирогове	12	15,12	72,36	5520	26,4	1
№17	Тернівщина	168	211,68	1013,04	77280	369,6	2
№18	Терешки	2450	3087	14773,5	1127000	5390	20
№19	Терентіївка	699	880,74	4214,97	321540	1537,8	6
№20	Твердохліби	32	40,32	192,96	14720	70,4	1

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

№21	Тахтаулове	2231	2811,06	13452,93	1026260	4908,2	18
№22	Сягайли	40	50,4	241,2	18400	88	1
№23	Сусідки	39	49,14	235,17	17940	85,8	1
№24	Супрунівка	3974	5007,24	23963,22	1828040	8742,8	32
№25	Судіївка	1240	1562,4	7477,2	570400	2728	10
№26	Ступки	47	59,22	283,41	21620	103,4	1
№27	Степне	1934	2436,84	11662,02	889640	4254,8	16
№28	Степанівка	179	225,54	1079,37	82340	393,8	2
№29	Соснівка	35	44,1	211,05	16100	77	1
№30	Соломахівка	42	52,92	253,26	19320	92,4	1
№31	Снопове	80	100,8	482,4	36800	176	1
№32	Сердюки	273	343,98	1646,19	125580	600,6	3
№33	Сапожине	85	107,1	512,55	39100	187	1
№34	Рунівщина	791	996,66	4769,73	363860	1740,2	7
№35	Розсошенці	6731	8481,06	40587,93	3096260	14808,2	55
№36	Рожаївка	9	11,34	54,27	4140	19,8	1
№37	Портнівка	83	104,58	500,49	38180	182,6	1
№38	Пожарна Балка	77	97,02	464,31	35420	169,4	1
№39	Писаренки	72	90,72	434,16	33120	158,4	1
№40	Петрівка	465	585,9	2803,95	213900	1023	4
№41	Патлаївка	132	166,32	795,96	60720	290,4	2
№42	Пасківка	218	274,68	1314,54	100280	479,6	2
№43	Падалки	103	129,78	621,09	47380	226,6	1
№44	Підлепичі	64	80,64	385,92	29440	140,8	1
№45	Очканівка	155	195,3	934,65	71300	341	2
№46	Опішняни	86	108,36	518,58	39560	189,2	1
№47	Олепіри	7	8,82	42,21	3220	15,4	1
№48	Носівка	7	8,82	42,21	3220	15,4	1
№49	Новоселівка	673	847,98	4058,19	309580	1480,6	6
№50	Нижні Млини	697	878,22	4202,91	320620	1533,4	6
№51	Нижні Вільшани	52	65,52	313,56	23920	114,4	1
№52	Нестеренки	369	464,94	2225,07	169740	811,8	3
№53	Надержинщина	194	244,44	1169,82	89240	426,8	2
№54	Михайлики	125	157,5	753,75	57500	275	2
№55	Минівка	448	564,48	2701,44	206080	985,6	4
№56	Мильці	693	873,18	4178,79	318780	1524,6	6
№57	Миколаївка	55	69,3	331,65	25300	121	1
№58	Микільське	587	739,62	3539,61	270020	1291,4	5
№59	Мачухи	3337	4204,62	20122,11	1535020	7341,4	27
№60	Марківка	413	520,38	2490,39	189980	908,6	4
№61	Мар'ївка	241	303,66	1453,23	110860	530,2	2
№62	Малий Тростянець	385	485,1	2321,55	177100	847	4
№63	Мале Микільське	41	51,66	247,23	18860	90,2	1
№64	Мале Ладижине	163	205,38	982,89	74980	358,6	2

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

№65	Малі Козуби	49	61,74	295,47	22540	107,8	1
№66	Макухівка	813	1024,38	4902,39	373980	1788,6	7
№67	Макарцівка	241	303,66	1453,23	110860	530,2	2
№68	Мазурівка	23	28,98	138,69	10580	50,6	1
№69	Лукищина	165	207,9	994,95	75900	363	2
№70	Лозівка	256	322,56	1543,68	117760	563,2	3
№71	Лаврики	94	118,44	566,82	43240	206,8	1
№72	Курилехівка	143	180,18	862,29	65780	314,6	2
№73	Куликове	814	1025,64	4908,42	374440	1790,8	7
№74	Куклинці	63	79,38	379,89	28980	138,6	1
№75	Крюкове	189	238,14	1139,67	86940	415,8	2
№76	Кротенки	989	1246,14	5963,67	454940	2175,8	8
№77	Косточки	11	13,86	66,33	5060	24,2	1
№78	Копили	2525	3181,5	15225,75	1161500	5555	21
№79	Коломак	18	22,68	108,54	8280	39,6	1
№80	Кованьківка	140	176,4	844,2	64400	308	2
№81	Кованчик	215	270,9	1296,45	98900	473	2
№82	Ковалівка	2137	2692,62	12886,11	983020	4701,4	18
№83	Клюшники	23	28,98	138,69	10580	50,6	1
№84	Клименки	73	91,98	440,19	33580	160,6	1
№85	Келебердівка	222	279,72	1338,66	102120	488,4	2
№86	Квіткове	19	23,94	114,57	8740	41,8	1
№87	Кашубівка	517	651,42	3117,51	237820	1137,4	5
№88	Карпусі	73	91,98	440,19	33580	160,6	1
№89	Карнаухи	11	13,86	66,33	5060	24,2	1
№90	Каплунівка	11	13,86	66,33	5060	24,2	1
№91	Калашники	468	589,68	2822,04	215280	1029,6	4
№92	Кірове	681	858,06	4106,43	313260	1498,2	6
№93	Зорівка	133	167,58	801,99	61180	292,6	2
№94	Затурине	273	343,98	1646,19	125580	600,6	3
№95	Залізничне	806	1015,56	4860,18	370760	1773,2	7
№96	Заворскло	665	837,9	4009,95	305900	1463	6
№97	Забаряни	13	16,38	78,39	5980	28,6	1
№98	Зінці	856	1078,56	5161,68	393760	1883,2	7
№99	Жуки	1027	1294,02	6192,81	472420	2259,4	9
№100	Дудникове	369	464,94	2225,07	169740	811,8	3
№101	Долина	76	95,76	458,28	34960	167,2	1
№102	Давидівка	91	114,66	548,73	41860	200,2	1
№103	Гутирівка	107	134,82	645,21	49220	235,4	1
№104	Гринівка	69	86,94	416,07	31740	151,8	1
№105	Грабинівка	105	132,3	633,15	48300	231	1
№106	Горбанівка	803	1011,78	4842,09	369380	1766,6	7
№107	Гора	767	966,42	4625,01	352820	1687,4	7
№108	Гонтарі	39	49,14	235,17	17940	85,8	1
№109	Головки	22	27,72	132,66	10120	48,4	1

201-пНТ 20238

Арк.

28

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

№110	Головач	850	1071	5125,5	391000	1870	7
№111	Гожули	3744	4717,44	22576,32	1722240	8236,8	31
№112	Говтвяничик	24	30,24	144,72	11040	52,8	1
№113	Глухове	118	148,68	711,54	54280	259,6	1
№114	Глоби	10	12,6	60,3	4600	22	1
№115	Гвоздиківка	4	5,04	24,12	1840	8,8	1
№116	Гаврилки	9	11,34	54,27	4140	19,8	1
№117	Вищі Вільшани	37	46,62	223,11	17020	81,4	1
№118	Витівка	174	219,24	1049,22	80040	382,8	2
№119	Верхоли	450	567	2713,5	207000	990	4
№120	Вербове	54	68,04	325,62	24840	118,8	1
№121	Великий Тростянець	1137	1432,62	6856,11	523020	2501,4	10
№122	Ваці	489	616,14	2948,67	224940	1075,8	4
№123	Ватажкове	486	612,36	2930,58	223560	1069,2	4
№124	Васьки	45	56,7	271,35	20700	99	1
№125	Васильці	4	5,04	24,12	1840	8,8	1
№126	Василівка	723	910,98	4359,69	332580	1590,6	6
№127	Валок	262	330,12	1579,86	120520	576,4	3
№128	Вільховий Ріг	57	71,82	343,71	26220	125,4	1
№129	Вільхівщина	67	84,42	404,01	30820	147,4	1
№130	Бурти	29	36,54	174,87	13340	63,8	1
№131	Буланове	128	161,28	771,84	58880	281,6	2
№132	Бузова Пасківка	83	104,58	500,49	38180	182,6	1
№133	Бугаївка	212	267,12	1278,36	97520	466,4	2
№134	Брунівка	21	26,46	126,63	9660	46,2	1
№135	Бричківка	588	740,88	3545,64	270480	1293,6	5
№136	Бочанівка	26	32,76	156,78	11960	57,2	1
№137	Божкове	215	270,9	1296,45	98900	473	2
№138	Божки	57	71,82	343,71	26220	125,4	1
№139	Божківське	1214	1529,64	7320,42	558440	2670,8	10
№140	Бершацьке	13	16,38	78,39	5980	28,6	1
№141	Березівка	26	32,76	156,78	11960	57,2	1
№142	Безручки	409	515,34	2466,27	188140	899,8	4
№143	Байрак	83	104,58	500,49	38180	182,6	1
№144	Андрушки	63	79,38	379,89	28980	138,6	1
№145	Андріївка	163	205,38	982,89	74980	358,6	2
№146	Абазівка	1679	2115,54	10124,37	772340	3693,8	14
№147	Їжаківка	22	27,72	132,66	10120	48,4	1
№148	Івашки	672	846,72	4052,16	309120	1478,4	6
Σ		66624 чол	83946,24 кг/добу	401742,72 л/добу	30647040 кг/рік	146572,8 м ³ /рік	616 шт

Отримані результати показали, що розрахунок кількості утворення ТПВ для

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

Полтавського району при прийнятій кількості населення – 66624 чол. буде дорівнювати [25]:

- добова норма утворення ТПВ складає - 83946,24 кг/добу (401,743 м³/добу);
- річна норма утворення ТПВ - **30647,04 т/рік (146572,8 м³/рік).**

А для міста Полтава річна кількість побутових відходів, що продукуються на території міста, для прийнятої кількості населення 292000 чоловік за умови 100 % охоплення населення послугою із збирання відходів складатиме: 133443 т/рік або 642400 м³/рік. При цьому слід відзначити, що в розрахунках не враховані відходи промислових підприємств, офісів, шкільних закладів та сфери міської влади, оскільки вони мають особистий морфологічний склад [25]. А при розрахунку Полтавського району врахована чисельність населення станом на 01.01 2020р - **66,624 тис. чол.**, яка отримана за даними районної ради.

1.9 Експериментально-розрахункове визначення теплотворної здатності ТПВ

При розрахунках теплотворної здатності ТПВ Полтавського регіону враховані дані морфологічного складу відходів, що наведені в роботах [21,22]. Теплотворна здатність побутових відходів визначена відповідно до морфологічного складу побутових відходів (складу окремих компонентів ТПВ) та їх вологості, що наведені раніше з врахуванням результатів теплотворної здатності компонентів ТПВ, проведених організаціями провідних країн світу та досліджень, що проведені рядом навчальних закладів України. За ціми даними здійснено розрахунки теплотворної здатності та вологості твердих побутових відходів. При цьому розглядаються 2 варіанти утилізації побутових відходів (проект «Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року»):

- механічно-автоматичне сортування та технологія біологічного оброблення та полігоном для захоронення залишкових відходів та одержанням головного продукту – RDF-палива, компосту або біогазу;
- технології термічного знешкодження змішаних побутових відходів із попередньою сепарацією небезпечних відходів, металів, інертних відходів та одержанням головного продукту.

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

На підставі проведених розрахунків потенційний річний обсяг утворення побутових відходів, що продукуються на території міста Полтави та Полтавського району буде склати: **164090 т/рік або 788972,8 м³/рік.**

Виходячи з наведених раніше даних, що в середньому з однієї тонни відходів утворюється 350 кг (35%) RDF-палива з вологістю 12 - 14 % і калорійністю 18 - 20 МДж/кг., загальна кількість RDF палива буде складати 164090 x 340 = 57431500 кг/рік або приблизно 57400 тонн.

Осереднена характеристика теплотворної здатності перебраних твердих побутових відходів (ТПВ) для громад Полтавського кластеру Таблиця 1.10

№ п/п	Назва компоненту проби	Осереднене значення теплотворної здатності компонентів ТПВ, МДж/кг	Вміст компонентів у загальній масі ТПВ, %	Кількість теплоти від спалювання МДж/кг
1	Органічні відходи (овочі, фрукти, відходи садівництва тощо)	3.5	36,0	1.260
2	Папір і картон	9.5	7,0	0.665
3	Полімери (пластик, пластмаси)	25.0	8,9	2.225
4	Скло	-	9,0	-
5	Метали (чорні, кольорові)	-	2,2	-
6	Текстиль	15.0	3,0	0.45
7	Дерево	14.5	0,8	0.116
8	Небезпечні відходи	3.1	0,57	0.0177
9	Кістки, шкіра, гума	25.1	1,15	0.289
10	Залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібне будівельне сміття, каміння, вуличний змет тощо)	-	-	-
	Загальна маса проби ТПВ		100	5.0227 МДж/кг (1200 ккал/кг)

Наведене в таблиці 1.10 значення теплотворної здатності на рівні 5.0Мжд/кг або 1200 ккал /кг є меншим ніж допустиме значення Європейських стандартів, тому при виготовленні RDF-палива треба використовувати відходи , з яких не відібрані ресурсно цінні компоненти.

										Арк.
										31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

201-пНТ 20238

На підставі проведених досліджень фахівцями Полтавської політехніки визначено, що RDF-паливо, яке може використовуватись на комунальних теплоенергетичних об'єктах, попередньо повинно проходити хіміко-аналітичні дослідження RDF-палива на відповідність вимогам стандарту – «ДСТУ EN 15359:2018 Тверде відновлювальне паливо. Технічні характеристики та класи (EN 15359:2011, IDT)»;

Розділ 2

Характеристика котельного обладнання, що може бути застосовано при використанні альтернативного палива або RDF палива.

2.1 Аналітична довідка котельного обладнання, що може бути застосовано при використанні альтернативного палива

Представники комунального підприємства «Полтаватеплоенерго» вважають, що вирівнювання тарифів на виробництво теплової енергії 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. Сьогодні у Полтаві в системі Теплокомуненерго налічується 92 котельні серед яких 90 використовують газ й лише тільки 2 працюють на пелетах та трісці [26].

В той же час за думкою фахівців [27] можливо стверджувати, що основна частка котелень в муніципальному секторі є опалювальними й розраховані на роботу впродовж опалювального періоду, а лише частина працює влітку на режимі гарячого водопостачання. У своїй більшості визначення потрібних обсягів виробництва теплової енергії здійснюється на основі таких факторів, як:

- теплове навантаження споживачів (опалення, ГПВ та вентиляція);
- характеристики та призначення опалювальних будівель;
- кліматичних умови регіону;
- втрат в теплових мережах та власні потреби котелень згідно з державними будівельними нормами, державними стандартами та технічними регламентами.

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

При визначенні витрат палива для котлів, що працюють на біомасі та RDF-паливі треба обов'язково враховувати: ефективності роботи котлів (ККД) і калорійності палива. Тому що, газові котли працюють з ККД 90-92% та використовують як паливо природний газ з калорійністю 33,9 МДж/м³, а котли, що використовують альтернативне паливо мають ККД до 85% на підсушених дровах з калорійністю 10 МДж/кг, вологій трісці – 8 МДж/кг, деревних гранулах середньої якості – 16,3 МДж/кг [28].

Порівняльні питомі витрати умовного та натурального палива, що запозичені з [14, 21, 23] для виробництва 1 Гкал теплової енергії зведено в табл. 2.1. З таблиці видно, що для виробництва однакової кількості теплової енергії паливних гранул потрібно вдвічі менше, ніж деревної тріски. Це значним чином впливає на розміри паливних складів, капітальних витрат на будівництво та розмір операційних витрат, що пов'язані з витратами на доставку палива.

Таблиця 2.1

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

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

Із таблиці 2.1 видно, що заміщення газу іншими, більш дешевими видами палива, дає змогу зменшити витрати на виробництво теплової енергії, що отримана за рахунок використання газу.

За оціночними розрахунками [14], наприклад, на опалювальний період для котельні потужністю 500 кВт для виробництва 1 тис. Гкал теплової енергії потрібно близько 500 т дров або 300 т гранул RDF -палива. З наведених даних

										Арк.
										33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

видно, що це підіймає можливості використання енергетичного палива з твердих побутових відходів. Для відтверження цього, за попередніми розрахунками отримується, що котельня централізованого тепlopостачання потужністю 10 МВт за опалювальний період здатна виробити 23 тис. Гкал теплової енергії, це дає змогу замістити понад 3 млн м³ природного газу.

Порівняльні показники економії газу та зниження викидів парникових газів

Таблиця 2.2

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 ₂	52	261	652	912	3649	5995

Авторами роботи [27] проведено порівняльний аналіз роботи котелень на різних видах палива, що наведено на рис.2.1.

При виборі котельного обладнання враховані дані виробників [21, 22, 29]. Результати аналізу та обробки інформації подано в табл. 2.3. В таблиці наведено асортимент 10 виробників котлів з широким діапазоном потужностей. Діапазон потужності котлів достатньо широкий та складає від 15 кВт до 1 МВт, при умові, що котли можуть працювати на дровах, трісці та гранулах. Для кожного виду палива передбачено відповідну технологію спалювання та подачі в тооку котлів.

На підставі наведених даних, можливо зробити висновки, що існує широкий вибір котельного обладнання, яке працює на біомасі:

- найбільша кількість обладнання потужністю до 0,1 МВт – 1 МВт, асортимент охоплює більше 68 моделей;
- 26 моделей котлів потужністю понад 1 МВт.

Серед котлів, що працюють на альтернативному паливі за видом палива є моделі що працюють на дровах – 89; обладнання, яке працює на гранулах – 64 ; 36 пропозицій стосуються обладнання, що може працювати на деревній трісці, 16 типів котлів пропонують для спалювання аграрної сировини.

							201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				34

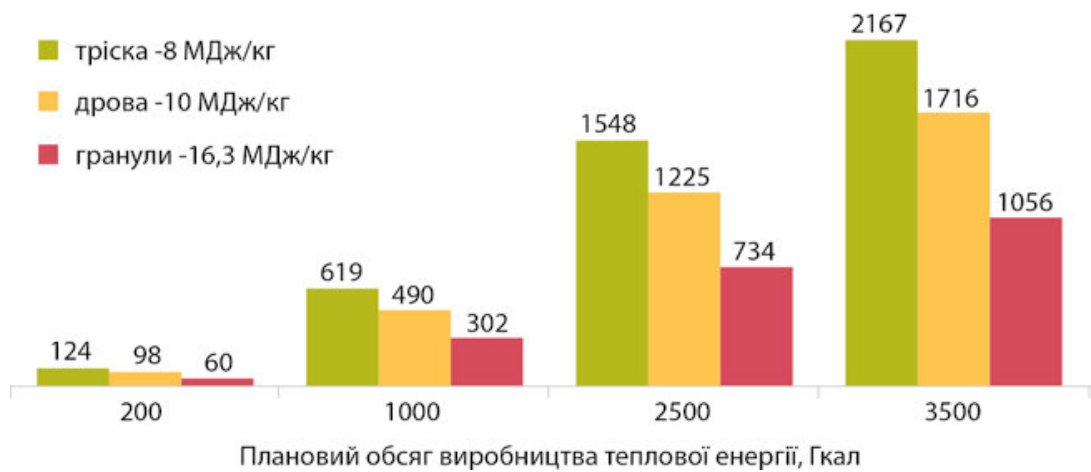
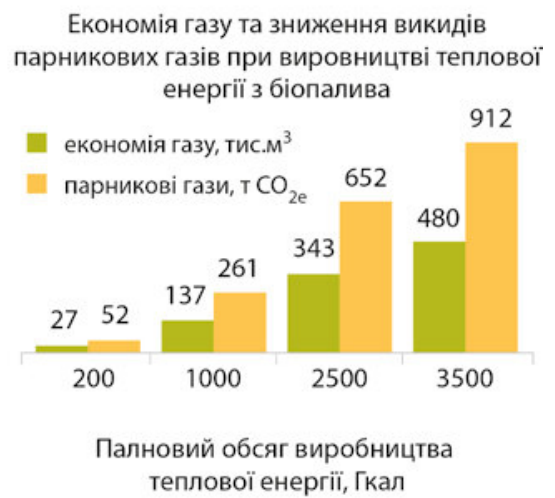
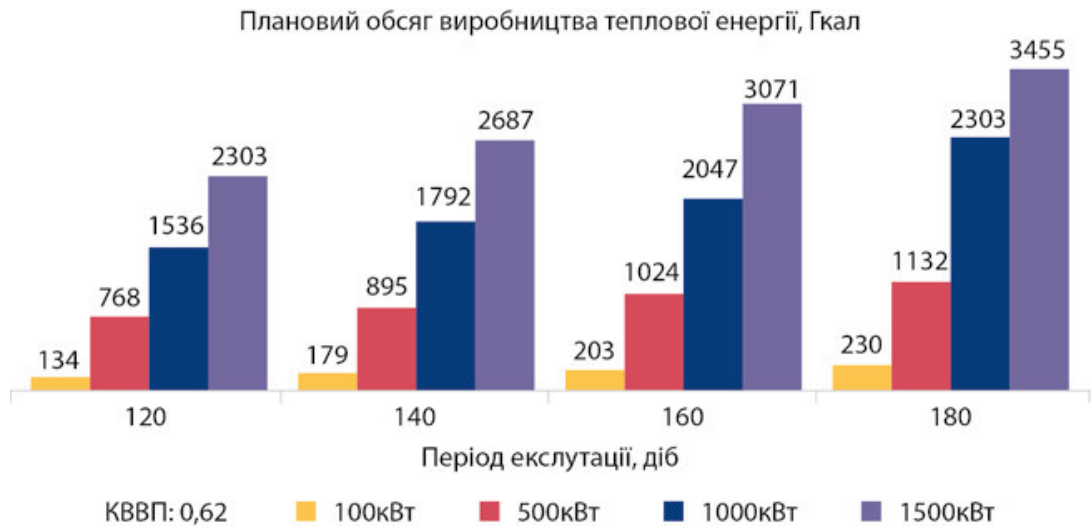


Рис. 2.1 Технічні характеристики роботи котельень [21].

Товарний асортимент котлів на біомасі Таблица 2.3

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

В таблиці 2.4 наведені цінові показники котлів, що працюють на біомасі станом на 01.01.2017 року. Особливий інтерес представляє зарубіжне котельне обладнання, що працює на біомасі й представлено на українському ринку, прийнято за матеріалами виставок, проспектів, каталогів, наукових робіт студентів, що займалися цим питанням й безумовно з інформаційних матеріалах інтернет-ресурсів й наведено в таблиці 2.5. [27, 34].

						201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			36

Орієнтовочні цінові показники котлів на біомасі Таблица 2.4

Регион	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 Кальвіс»	40,8	20,7	15,9	43,7	22,4	16,7	43,7	22,4	–
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

Виробники котлів на біомасі, що виробляються в Європі Таблица 2.5

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

«Kalvis», Литва	0,07–5	Спалювання на нерухомій та рухомій решітці	Дрова, гранули, тирса	Ручний, мех.	49
«Herz», Австрія	0,01–1	Спалювання на рухомій решітці	Гранули, дрова, тирса	Ручний, мех.	32
«Heizomat», Німеччина Польща	0,007–7	Спалювання на нерухомій та рухомій решітці, пальнику, піроліз, ротаційна камера згорання	Дрова, гранули, тирса, солома, лушпиння	Ручний, мех.	254
«SAS», Польща	0,009–0,272	Спалювання на нерухомій решітці, пальнику, піроліз, реторті	Дрова, гранули	Ручний, мех.	184
«Vimar», Словаччина	0,005–0,1	Спалювання на нерухомій решітці, піроліз	Дрова	Ручний	33
«Drewmet», Польща	0,012–0,15	Спалювання на нерухомій решітці, піроліз, в пальнику	Дрова, гранули	Ручний, мех.	65

Загальна обробка даних виробників котлів показує, що умовне перше місце серед країн імпортерів котлів посідає Польща – 39 (29%), на другому і третьому місцях відповідно Туреччина – 14 та Чехія – 13 (по 10%).

На цьому фоні важливою є й оціночна вартість котлів за умовними питомими показниками, що наведена на рис. 2.3 у цінах 2016 року.[27].

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

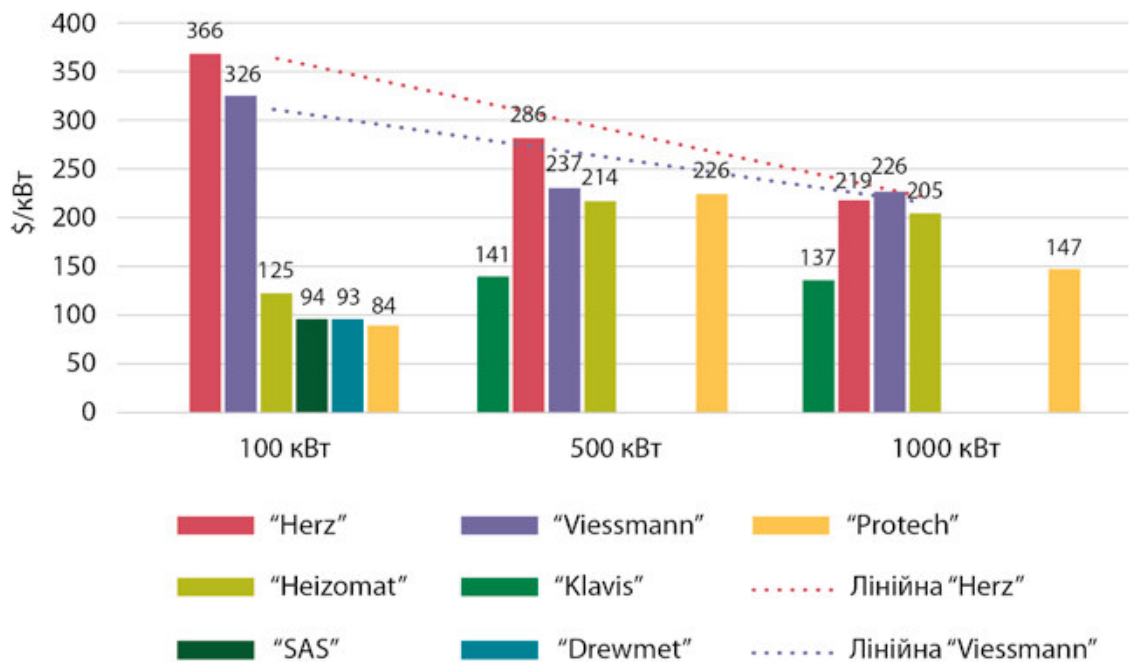


Рис. 2.3. Орієнтовна вартість котлів за питомими показниками **СТОП**

На ринку України ідентифіковано 135 зарубіжних ТМ котлів на біомасі. Із 2012 по 2017 р. в Україну було ввезено з-за кордону майже 30 тис. котлів на біомасі загальною потужністю понад 1,1 ГВт. Найбільшими імпортерами є Польща, Чеська Республіка, Литва, Туреччина та Італія. Загальний обсяг імпорту котлів на біомасі на ринок України за 2012 – 2015 рр. становив 32,8 млн \$ [21]. Увезені з-за кордону котли на гранулах потужністю 0,1 МВт можна придбати за ціною від 84 до 366 \$/кВт, а котли потужністю 0,5 МВт виробники готові постачати за ціною від 141 до 286 \$/кВт, котли 1 МВт – за ціною від 137 до 226 \$/кВт.

Наведені матеріали дають надію застосовувати для потреб теплоенергетики альтернативні палива. В умовах Полтавської області в межах кваліфікаційної роботи бакалавра запропоновано оцінитивикористання RDF палива.

2.2 Характеристика RDF палива як екологічної складової

На підставі вивчення робіт [11, 21,22, 29,30] визначено, що при спалюванні RDF -палива виникають такі фактори шкідливого впливу на довкілля:

використання атмосферного кисню та викидання продуктів повного спалювання; теплові викиди; шум; забруднюючі викиди в атмосферу .

Основними забруднюючими речовинами, що потрапляють в атмосферу під час спалювання палива є: тверді частинки палива; оксиди азоту NO та NO₂ (паливні, швидкі, термічні); оксиди сірки SO₂ , SO₃; сажа С; зола; продукти неповного згорання CO, вуглеводні, H₂ тощо; канцерогенні речовини (бенз(а)пірен та ін.).

За даними робіт [21, 29,30], що присвячені роботі котельного обладнання в містах Західної Європи, встановлено, що при роботі котлів на RDF паливі склад викидів забруднюючих речовин досить широкий та включає -CO, SO₂, NO_x, VOCs (леткі органічні сполуки), TSP (total suspended particulates - увесь завислий пил, або всі аерозолі, навіть ті, які мають середній діаметр понад 10 ppm), частинки пилу PM10 та емісії бенз(а)пірену. На цьому фоні особливої уваги заслуговує вивчення пилових частинок розміром PM10 - це фракція пилу з середніми розмірами частинок до 10 мкм, допустима середньодобова концентрація PM10 становить 50 мкг/м³ і не повинна перевищуватися більше 35 раз в році. Допустима серед-ньорічна концентрація становить 40 мкг/м³ а середньодобова небезпечна концентрація для PM10 становить 200 мкг/м³. При аналізі запиленості повітря вітчизняні норми розглядають недиференційований за складом неорганічний пил, який має значно більший розмір. При цьому середньодобове значення ГДК становить 0,15 мг/м³, а максимальне разове - 0,5 мг/м³.

Розділ 3 Вибір параметри для роз ранків котельного обладнання

3.1 Вибір параметрів зовнішнього повітря

Кліматичний район проектування - м. Полтава [32]

Розрахункова географічна широта - 49°36 Пн. ш.

3.1.1. Розрахункові температури зовнішнього повітря:

Теплий період року:

- Температура: +20,5 °С

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

201-пНТ 20238

- Швидкість повітря: 2,2 м/с
Холодний період року:
- Температура: – 23 °С
- Швидкість повітря: 2.4 м/с

Температура повітря у січні: – 5.6 °С

Температура повітря у липні: + 20,5 °С

Середньорічна температура повітря: + 7.8 °С

Температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,92^{тхδ} складає -27 °С

Температура найбільш холодної п'ятиднівки забезпеченістю 0,92^{тнб} складає -23 °С.

3.1.2. Розрахункові швидкості вітру та напрями вітру:

Повторюваність напрямків повітря за січень, % :

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

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

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

Повторюваність напрямків повітря за липень, % :

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

Середня швидкість повітря по напрямкам за липень:

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

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

3.1.3. Інтенсивність сонячної радіації.

Середньодобова кількість сонячної радіації , що поступає у липні на горизонтальну поверхню при безхмарному небі на широті 49° Пн. ш. складає 328 Вт/м² [32].

3.2 Визначення теплового навантаження котельні

Котельня призначена для покриття теплового навантаження на опалення та гаряче водопостачання за рахунок можливого отримання теплової енергії від обсягу утворюваного RDF палива. Але , це скоріше буде не доцільно співробітникам підприємства виробника теплової енергії, але оскільки проект носить оціночний характер, то ми виходимо із можливого обсягу ТПВ – RDF.

В розділі 2 ми визначили , що обсяг загальний розрахунковий потенційний річний обсяг утворення побутових відходів, що продукуються на території міста Полтави та Полтавського району буде склати: 164090 т/рік або 788972,8 м³/рік. Враховуючи, що в середньому з однієї тонни відходів утворюється 350 кг (35%) RDF-палива з вологістю 12 - 14 % і калорійністю 18 - 20 МДж/кг., загальна кількість RDF палива буде складати 164090 x 350 = 57431500 кг/рік або приблизно 57400 тонн.

Щоденні результати утворення RDF палива за розрахунковими обсягами складають:

$$57400 / 356 = 161 \text{ тонна.}$$

Приймаємо теплотворну 18 Мдж/кг або 4300 ккал/кг та визначаємо теоретично кількість теплоти, яку можливо отримати в окремому типі сучасного котла з ККД 88%.

$$Q = B \times Q_{\text{нр}} \times \eta = 161000 \times 4300 \times 0.88 = 609224000 = \text{ккал/рік} = 2550211,66 \text{ Мдж на рік.}$$

Враховуючи протяжність опалювального періоду для міста Полтава на підставі [32] орієнтовно 180 діб, а протяжність діб горячого водопостачання 356-14= 342 дні. Можемо визначити потреби у пальному на добу для літнього та зимового режимів роботи, враховуючи , що протреби на гаряче

					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

водопостачання для багатоповерхової забудови складають до 30% від опалення. Потреби на вентиляцію враховуємо на рівні 10%. Можемо визначити навантаження на котельню

При розрахунках потреб теплоти виходять із слідуючого [36]:

- при опаленні будівель і споруд теплота витрачається на відшкодування тепловтрат через будівельні огороження, а також тепловтрат, викликаних природною вентиляцією, інфільтрацією зовнішнього повітря через нещільності в конструкціях і двері, що періодично відчиняються. Розрахунок потреби в теплоті на вентиляцію споруд проводиться тільки за наявності систем припливно-витяжної вентиляції. Витрати теплоти на потреби гарячого водопостачання визначають за нормами витрат.

Годинна витрата теплоти на опалення жилих та громадських будівель приймається по показниках типових чи індивідуальних проектів, за якими збудовані дані об'єкти, або обчислюється наступним чином.

а) Якщо відома житлова площа будівель, що опалюються, максимальна витрата теплоти на опалення дорівнює

$$Q_o^{\max} = Q_o^{\text{ж}} + Q_o^{\text{пром}}, \quad (3.1)$$

де $Q_o^{\text{ж}}$ - витрата теплоти на опалення житлових будівель, МВт (Гкал/год);
 $Q_o^{\text{пром}}$ - витрата теплоти на опалення житлових будівель, МВт (Гкал/год);

Формула 3.1, як правило, застосовується для розрахунку збільшених витрат теплоти житлових масивів з громадськими будівлями.

Витрата на опалення житлових будівель визначається за формулами:

$$Q_o^{\text{ж}} = q \cdot F_{\text{ж}} \times 10^{-6}, \text{ МВт} \quad (3.2a)$$

$$Q_o^{\text{ж}} = q \cdot F_{\text{ж}} \times 10^{-6} \times 0,86, \text{ Гкал/год}, \quad (3.2б)$$

Де - $F_{\text{ж}}$ - житлова площа опалювальних будівель, м²;
 q - питомий показник максимальної витрати теплоти на опалення 1 м²

										Арк.
										43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

житлової площі, $q = f(t_{p.o.})$, Вт/м²; наведено в табл. 3.1. Значення q для $t_{p.o.}$, що відрізняється від табличних, знаходиться методом інтерполяції.

Таблиця 3.1

Значення q в залежності від температури зовнішнього повітря, Вт/м²

$t_{p.o.}, ^\circ C$	0	-10	-20	-30	-40
Питомий показник максимальної витрати на опалення житлових будівель, q , Вт/м ²	93	128	151	174,5	186

Витрата теплоти на опалення громадських будівель. МВт (Гкал/год)

$$Q_o^{\text{гром}} = K \cdot Q_o, \quad (3.3)$$

де K – доля витрати теплоти на опалення громадських будівель, при відсутності даних приймається $K=0,25$.

Максимальна годинна витрата теплоти житлового масиву (житлових та громадських будівель), МВт (Гкал/год):

$$Q_o^{\text{max}} = (1 + K) \cdot Q_o^{\text{ж}} \quad (3.4)$$

б) Якщо відомий зовнішній об'єм будівель, що опалюються, максимальна витрата теплоти на опалення дорівнює

$$Q_o^{\text{max}} = \alpha \cdot q_o \cdot V_3 \cdot (t_{вн} - t_{p.o.}) \cdot 10^{-6}, \quad (3.5)$$

$q_o = (\text{призначення будівлі, } V, \text{ ін. фактори})$ – питома опалювальна характеристика будівель при розрахунковій температурі зовнішнього повітря $t_{p.o.} = -30^\circ C$,

$f(t_{p.o.})$ - коефіцієнт, що враховує відмінність реальних умов від розрахункових, див. табл. 3.2;

V_3 – зовнішній будівельний об'єм будівлі, м³. При наявності опалювальних підвалів до V_3 додають 40% кубатури підвалу;

$t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря в опалювальних приміщеннях, $^\circ C$;

$t_{вн}$ приймається:

- для житлових і громадських будинків, що проєктуються або реконструюються,

									201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						44

- виробничих будинків – відповідно по характерній температурі в робочий час.

$t_{p.o.}$ розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, °С.

Значення коефіцієнта перерахунку α

Таблиця 3.2

$t_{p.o.}, ^\circ\text{C}$	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
α	2,05	1,974	1,898	1,822	1,746	1,670	1,626	1,582	1,538

$t_{p.o.}, ^\circ\text{C}$	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17
α	1,494	1,450	1,418	1,386	1,354	1,322	1,290	1,266	1,242

$t_{p.o.}, ^\circ\text{C}$	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26
α	1,218	1,194	1,170	1,152	1,134	1,116	1,098	1,080	1,064

$t_{p.o.}, ^\circ\text{C}$	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35
α	1,048	1,032	1,016	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95

- **Середня витрата теплоти на опалення, МВт (Гкал/год)**

$$Q_0^{cp} = Q_0^{\max} (t_{вн} - t_{co}) / (t_{вн} - t_{po}), \quad 3.6$$

$t_{c.o.}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період,

На підставі даних, що отримані для котельної №4 мікрорайону Левада розрахунки не проводимо, а приймаємо теплове навантаження на опалення у розмірі 7,8 МВт, а гаряче водопостачання 0,7 МВт.

Тиск в трубопроводах котельні:

подаючий трубопровід - 0,3 МПа;

зворотній трубопровід - 0,15 МПа.

По категорії теплозабезпечення дана котельня відноситься до другої категорії.

Котли ALTEP-ВІО типу «КВТ-SHF» Хейзомат призначені для опалення житлових будинків та промислових споруд. Автоматичний режим. Паливо для роботи котла транспортується автоматично шнековим пристроєм із паливного бункера, який розташований поруч із котлом. Котли «КВТ-SHF» виготовлені

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.26-96 «Правила пристрою та безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрійних котлів та водопідігрівачів з температурою нагрівання води не вище 115 °С».

Котельня є типовою, розробленою відповідно до діючих нормативів.

3.3 Характеристика котлів.

3.3.1 Технічна характеристика котлів Хейзомат

В проєкті закладені котли, що працюють на RDF паливі, що утворено з твердих побутових відходів, які планується перероблювати на міському сміттєзвалищі твердих побутових відходів в с. Макухівка, на новому полігоні ТПВ. Котли Хейзомат себе позитивно показали при роботі в Україні на такому паливі. Для виробництва RDF палива на полігоні передбачено будівництво цеху з виготовлення такого палива.

Таблиця 3.4 Технічна характеристика котлів Котли Хейзомат «Heizomat»,

Параметри	RHK- AK 300	RHK- AK 400	RHK- AK 500	RHK- AK 650	RHK- AK 850	RHK- AK 1000	RHK- AK 1500	RHK- AK 2000
Номінальна потужність	0-300	0-400	0-500	0-650	0-850	0-990	0-1490	0-1990
Будівельний розмір:								
Довжина (мм)	3150	3650	3950	3800	4500	4950	6150	7350
Ширина (мм)	1695	1695	1695	1960	1960	2400	2400	2400
Висота (мм)	1925	1925	1925	1960	1960	2650	2650	2650
Остаточний розмір:								
Довжина (мм)	3490	3990	4290	4390	5090	5200	6400	7600
Ширина (мм)	1880	1880	1880	2150	2150	2650	2650	2650
Висота (мм)	2035	2035	2035	2070	2070	3050	3050	3050
Відстань ZRS- облицювання (мм)	975	975	975	710	710			
Технічні дані:								
Номінальна вага (кг)	5400	6200	6800	8500	9900	13000	17000	21000
Об'єм води (літр)	1258	1580	1850	2680	3940	5600	7800	10000
Площа теплообм-ка (м ²)	29,7	33,8	37,1	56,0	74,0	85,0	128,0	172,0
Потрібна тяга (мбар)	0,3	0,32	0,35					
Мотори								
Нижній первинний (кВт)	0,21	0,21	0,21	0,27	0,27			
Верхній вторинний (кВт)	0,27	0,27	0,55*	1,5*	1,5*	500	500	500
RGG (прин. тяга) (кВт)	0,30	1,5*	1,5*	1,5*	1,5*	13,0	13,0	13,0
Димова труба (Дмм) \	300	350	350	400	400			
Загальна спожив. потужність (кВт)	11,0	13,0	13,0	13,0	13,0			
Розміри котельні								
Довжина (мм)	7200	7700	8000	8600	9300	10000	10700	11400

201-пНТ 20238

Арк.

46

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Ширина (мм)	5000	5000	5000	5400	5400	5500	5500	5500
Висота (мм)	2800	2800	2800	2900	2900	3500	3500	3500
Підключення								
Подача (D мм)	80	80	80	125	125	150	150	150
Зворотня (D мм)	80	80	80	125	125	150	150	150
Злив (D мм)	1	1	1	2"	2"	2"	2"	2"

Задача котлів модельного ряду РНК-АК використовувати дану багатогранність як паливний матеріал [35].Кругла вихороподібна пічка в серці котла є надійним гарантом для оптимальної передачі отриманої енергії теплоносію. Зустрічні турбулентні потоки повітря забезпечують повне згоряння палива.

Шляхом повітряних каналів в блоках з високотемпературного чавуна забезпечується доставка первинного повітря. Потоки вторинного повітря, що проходять через дюзи елементів обмуровання, об'єднують всі цикли спалення палива в один процес.



Рис. 3.1 Зовнішній вигляд монтажної схеми котлів Котли Хейзомат 1000 кВт та 2000 кВт

						201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			47

Вся горюча маса повільно просувається вздовж пічки, за допомогою ланцюгових лопаток і по мірі повного згоряння доставляється в шахту для попелу.

3.4. Підбір котла для альтернативного палива

Оскільки максимальне теплове навантаження 1 котла Хейзомат 2МВт, а теплове навантаження системи рпалення на котельню №4 складає 7,8 МВт, приймаємо 4 котли РНК-АК 2000 та один котел РНК-АК 1000

Для компенсації теплових розширень води в системі теплопостачання та котельному обладнанні передбачена установка розширювальних баків. Котельня обладнана насосними групами контуру та антиконденсаційними насосами котла.

За паспортними даними для котлів з номінальною теплопродуктивністю, 1000 кВт та 2000кВт, кількість води, що циркулює через котел , як видно з таблиць 3.4. для котлів Хейзомат 1000 Квт- 5,6 м³/год, 2000КВт -10,0 м³/год.

3.5 Підбір обладнання для системи водопідготовки

В даному проекті передбачається установка пом'якшення води безперервної дії з керуючими клапанами «FLECK» [36].

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

					201-пНТ 20238	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$W_H = (Q_{Na}) / (f_{Na} \cdot a) \quad (3.7)$$

де: Q_{Na} – продуктивність фільтра риймаємо 8,0 м³/год;

f_{Na} - площа фільтрування натрійкатионового фільтру 0,246 м²;

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

Площа фільтрування натрій-катионного фільтру, м²:

$$f_{Na} = (Q_{Na}) / (W_H \times a) \quad (3.8)$$

$$f_{Na1} = 9.0 / (25 \times 1) = 0,36 \text{ м}^2$$
$$f_{Na2} = 9.0 / (40 \times 1) = 0,225 \text{ м}^2$$

Приймаємо фільтр діаметром TS 95-21M з площею фільтрування $f_{Na} = 0,246$ м². (діаметр вихідного корпусу фільтру $0.785 \times 0,56^2 = 0.246$ м².)

Фактичну швидкість фільтрування визначаємо за формулою:

$$W_{H1} = Q_{Na} / (f_{Na} a) = 9,0 / (0,246 \times 1) = 36,58 \text{ м/ч}$$
$$W_{H2} = Q_{Na} / (f_{Na} a) = 9,0 / (0,246 \times 1) = 36,58 \text{ м/ч}$$

Кількість регенерації фільтру на добу:

$$n = \frac{24 J_0 Q_{Na}}{f_{Na} a H_{шар} E_p^{Na}} \quad (3.9)$$

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

де: J_0 – жорсткість води, що надходить на фільтри, мг-екв/л, приймається в фільтрі першої ступені 5,2 мг-екв/л, другій ступені - 0,1 мг-екв/л;

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

E_p^{Na} - робоча обмінна здатність катіоніту при натрійкатіонуванню, г-екв/м³:

$$E_p^{\text{Na}} = \alpha_{\text{Na}} \cdot \beta_{\text{Na}} \cdot E_n - 0,5 \cdot q_{\text{уд}} \cdot J_0, \quad (3.10)$$

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 $\alpha_{\text{Na}} = 0,74$, для другої ступені $\alpha_{\text{Na}} = 0,62$;

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 $\beta_{\text{Na}} = 0,88$

$q_{\text{пит}}$ – питома витрата води на відмивання фільтрів, м³/м³, приймаємо для першої ступені $q_{\text{пит}} = 6$ м³/м³, для другої ступені $q_{\text{пит}} = 8$ м³/м³;

E_n – повна обмінна ємність катіоніту, г-екв/м³, приймаємо для катіонообмінної смоли $E_n = 1700$ г-екв/м³.

$$E_{p1}^{\text{Na}} = 0,74 \times 0,88 \times 1700 - 0,5 \times 6 \times 5,2 = 1091,44, \text{ г-екв/м}^3;$$

$$E_{p2}^{\text{Na}} = 0,62 \times 0,88 \times 1700 - 0,5 \times 8 \times 0,1 = 927,12, \text{ г-екв/м}^3.$$

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

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

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

$$Q_c^{\text{Na}} = E_p^{\text{Na}} \cdot f_{\text{Na}} \cdot H_{\text{сл}} \cdot q_c / 1000 \quad (3.11)$$

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$Q_{PP} = Q_c^{Na} \cdot 100 / (1000 \cdot b \cdot \rho_{PP}) \quad (3.14)$$

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

ρ_{PP} – густина регенераційного розчину, г/мл, приймаємо для 6,5% розчину $\rho_{PP1} = 1,0449 \text{ кг/м}^3$, для 10% розчину $\rho_{PP2} = 1,0707 \text{ кг/м}^3$

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

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

в) витрати води на відмивання катіоніту від продуктів регенерації, м^3 :

$$Q_{\text{відм}} = q_{\text{пит}} \cdot f_{Na} \cdot H_{\text{сл}} \quad (3.15)$$

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

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

г) витрати води на одну регенерацію, м^3 .

$$Q_{\text{сн}}' = Q_{\text{взр}} + Q_{PP} + Q_{\text{відм}} \quad (3.16)$$

$$Q_{\text{сн1}}' = 1,18 + 0,07 + 2,36 = 3,61, \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{сн2}}' = 1,18 + 0,04 + 3,15 = 4,37, \text{ м}^3.$$

Середньогодинна витрата води на власні потреби, $\text{м}^3/\text{год}$:

$$Q_{\text{сн}}^{\text{ч}} = Q_{\text{сн}}' \cdot n / 24 \quad (3.17)$$

$$Q_{\text{сн1}}^{\text{ч}} = 3,61 \times 1 \times 2 / 24 = 0,3, \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{\text{сн2}}^{\text{ч}} = 4,37 \times 1 \times 1 / 24 = 0,18, \text{ м}^3/\text{год}$$

Час між регенераціями:

					201-пНТ 20238	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість одночасно регенеруючих фільтрів, шт:

$$n_{o.p} = \frac{n_{a_{\text{рег}}} \cdot t_{\text{рег}}}{24} \quad (3.21)$$

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

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

Згідно з паспортними даними фільтра TS 95-21M втрати напору становлять $6 \div 8$ м.

Для компенсації теплових розширень води в системі тепlopостачання та котельному обладнанні передбачена установка розширювальних баків. Котельня обладнана насосними групами контуру та антиконденсаційними насосами котла.

3.5. Підбір насосного обладнання котельні

При прийманні обладнання котельні враховані витрати теплоносія, що були прийняті з таблиць 3.1 відповідно до паспортного теплового навантаження для котлів при роботі RDF паливі із твердих побутових відходів.

Рекомендовані насоси (помпи) в котельні

Основним насосом котельні є мережеві насоси системи опалення та гарячого водopостачання вентиляції. Цей насос служить для циркуляції води в теплової мережі. Його вибирають по витраті мережної води з розрахунку теплової схеми. Мережеві насоси встановлюються на зворотній лінії теплової мережі, де температура мережної води не перевищує 70 °C.

					201-пНТ 20238	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис .3.3 Рекомендована схема встановлення мережевого насосу

Рециркуляційні насоси встановлюються в котельнях з водоگрійними котлами для часткової подачі гарячої мережної води в трубопровід, що підводить воду до водогрійних котлів [5 , 37].

За загальноприйнятими правилами [38] встановлення рециркуляційних насосів проводиться в разі вимоги заводами-виробниками водогрійних котлів постійної температури води на вході або виході котла. Як правило, необхідно передбачати загальні рециркуляційні насоси для всіх водогрійних котлів. Кількість насосів повинно бути не менше двох. Продуктивність рециркуляційного насоса визначається з рівняння балансу змішуються потоків мережної води у зворотній лінії і гарячої води на виході з водогрійного котла. Регулювання температури води, що надходить в водогрійний котел, і температури води, що відпускається споживачам, здійснюється наступним чином. Кількість води, що подається рециркуляційних насосом, регулюється так, щоб отримати необхідну температуру води на вході в водогрійний котел. Однак при цьому температура води на виході з котла може виявитися вище температури, необхідної споживачам. Для підтримки заданої температури води, що відпускається споживачам, частина води з зворотної лінії по перемичці

										Арк.
										55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

направляється в пряму лінію. Кількість води, що відбирається з зворотної лінії в пряму, регулюється регулятором температури мережевої води.

3.6 Загальний вибір насосів [37].

Витрати води визначаються за формулою

$$G = Q / (1,16 \times DT) \text{ (кг/ч)},$$

де Q – теплове навантаження котла;

DT – різниця температур в падаючому та зворотному трубопроводі системи опалення (у стандартних двотрубних системах вона складає $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$; у низькотемпературних $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$);

1,16 – питома теплоємність води ($\text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}\cdot\text{}^{\circ}\text{C}$).

Якщо використовується інший теплоносій, у формулу необхідно внести відповідні корективи.

$$G = 1000 / (1,16 \cdot 25) = 34.48 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Приймаємо IMP Pumps (Словенія) **GHN 40-120 F** [37].

					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

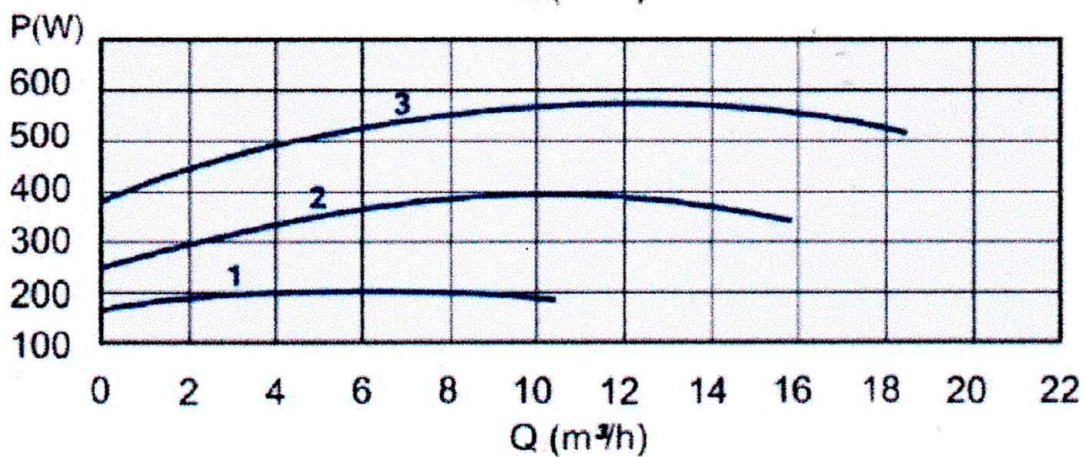
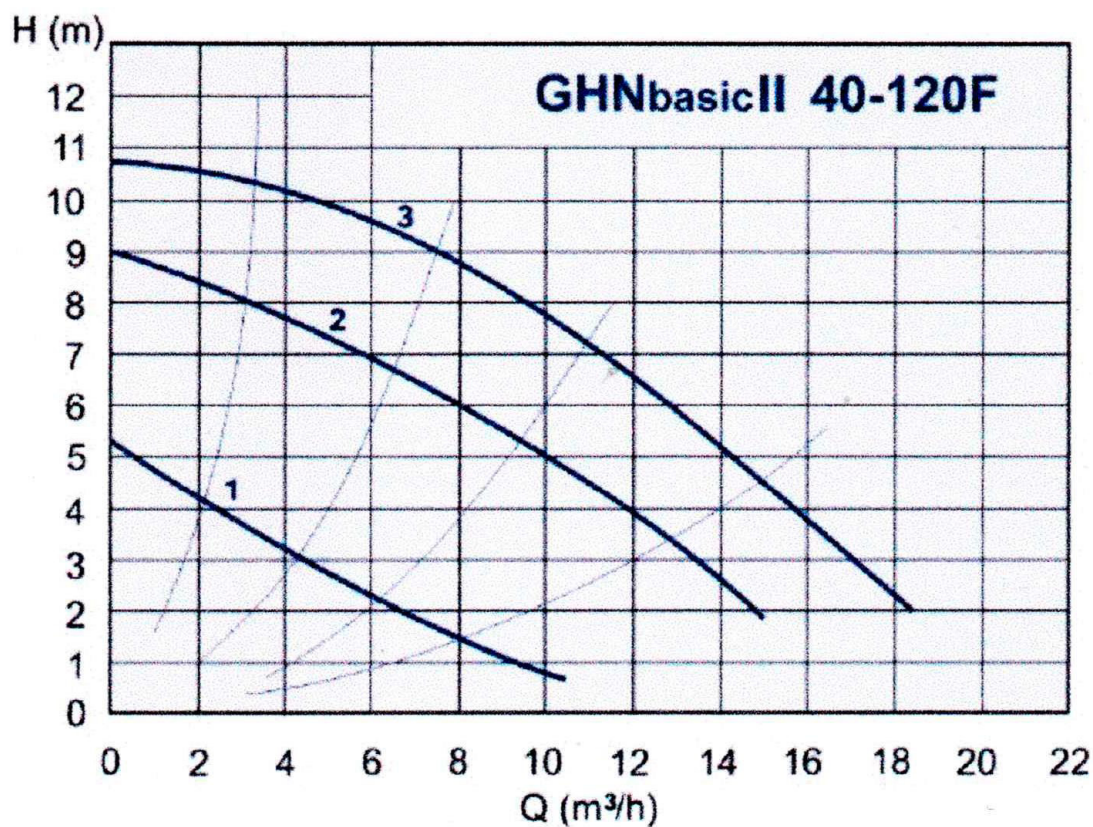


Рис.3.4 Характеристика насоса для котла з тепловим навантаженням 1000КВт.

$$G = 2000 / (1,16 * 25) = 68.96 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Приймаємо IMP Pumps (Словения) **GHN 40-190 F** потужністю 0.66 КВт [59].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

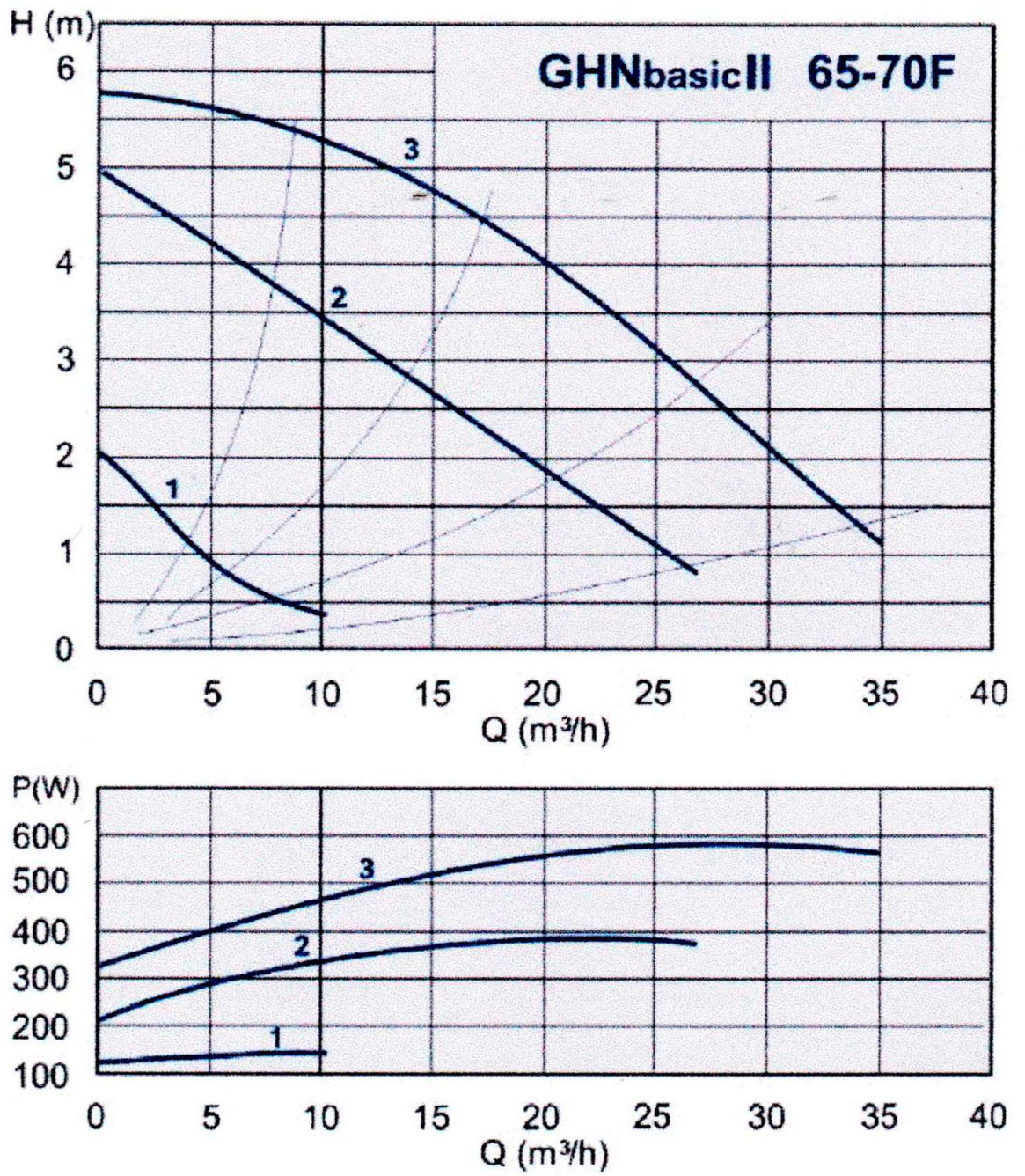


Рис.3.5 Характеристика насоса для котла з тепловим навантаженням 2000КВт.



Рис. 3.6 Загальний вигляд насосів IMP GHN

Насоси IMP GHN здатний працювати в деякому діапазоні трьох гідравлічних параметрів. Для цього він оснащений двигуном з трьома швидкостями обертання. На фланцевому насосі GHN розташована кнопка за допомогою якої можна змінювати швидкість.

Електричні параметри: Потужність: 670 Вт; Напряга: 3 ~ 380 V

Монтаж і характеристики рідини:

- розмір фланця: DN 150
- монтажна довжина: 620 мм
- температурний діапазон рідини: -10-120 ° C
- діапазон робочої температури: 0-40 ° C

Матеріали:

Робоче колесо: нержавіюча сталь

Матеріал корпусу: сірий чавун.

Мереживний насоси в режимі максимального навантаження : $G = 2000 \times 4 + 1000 \times / (1,16 \times 25) = 310,32 \text{ м}^3 / \text{год}.$

Мереживний насос на перемищі: $0.3 \times 310,32 = 93,09 \text{ м}^3 / \text{год}.$ Опір котлового контуру – 3.5 м. Приймаємо для роботи два паралельно працюючих насоси IMP Pumps (Словенія) GHN basic 65-70 F. Витрати в системі тепlopостачання прийняті на основі даних існуючої системи.

									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

Підживлення системи опалення передбачена з внутрішнього водопроводу котельні за допомогою підживлювального насоса "WILO" MHI 203 EPDM 3~ G=2,8 т/час Н=20,0 м в. ст.

Діаметри трубопроводів:

$$D = \sqrt{\frac{4G}{3,14 \times v \times 3600}}$$

де $v=2$ м/сек швидкість потоку Котлового контуру, **мереживного контуру**:

$$D = (4 \times 19.4 / (3.14 \times 2 \times 3600))^{1/2} = 0,058 \text{ м. } D = 60 \text{ мм}$$

Антиконденсаційних насосів:

$$D = (4 \times 0.2 \times 19.4 / (3.14 \times 2 \times 3600))^{1/2} = 0,026 \text{ м. } - D = 30 \text{ мм}$$

Для видалення повітря із системи у верхній зоні трубопроводів передбачені повіт розбірники та автоматичні повітровідвідники.

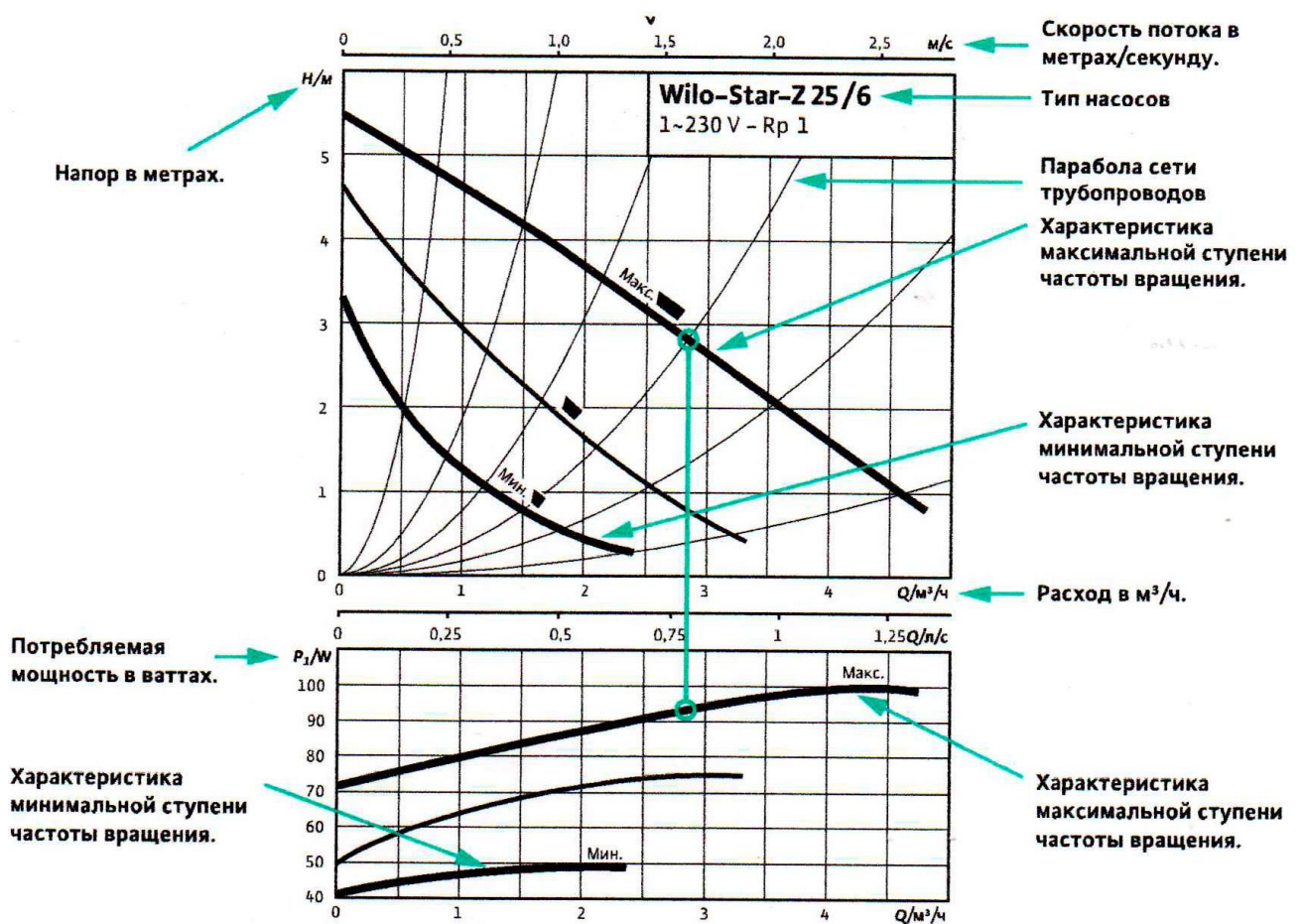


Рис.3.7 Технічна характеристика насосу WILO

									Арк.
									60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

3.7 Оціночний гідравлічний розрахунок системи тепlopостачання

Завданням гідравлічного розрахунку теплових мереж є визначення економічних перерізів труб, втрат тиску, витрат теплоносія, потужності циркуляційних та підпиточних насосів, а також іншого обладнання, яке пов'язане з транспортуванням теплоносія.

Гідравлічний розрахунок основної схеми магістрального трубопроводу здійснюють за розрахунковими витратами теплоносія на кожній ділянці теплової мережі та середнім питомим втратам тиску в мережі. Розрахункові втрати напорів в теплових мережах для магістральних теплопроводів приймають в межах 30-60 Па, але не більше 100Па або визначають відносно заданого перепаду напорів на розрахунковій ділянці.

Швидкість руху води в трубопроводах повинна знаходитись в межах 0,4 – 3,5 м/с.

Розрахунки проводять в табличній формі. Для виконання розрахунків використовують спеціальні номограми або формули.

Діаметри d_i ділянок магістралі при відомих розрахункових витратах G_i на цих ділянках визначаються по формулі:

$$d_i = 0,024 \cdot G^{0,48} (1 + 0,019 \sqrt{G_i})^{0,16} \cdot \Xi, \quad (3.1)$$

де Ξ - параметр економічності, приймається рівним $1,15 \div 1,20$.

По таблиці 9 стандартних діаметрів трубопроводів підбирається найближчий до d_i внутрішній діаметр стандартного трубопроводу d_b , м який заносить-

Оскільки, в нашому варіанті, магістральна система тепlopостачання буде йти від котельні до існуючої теплової мережі котельні №4 мікрорайону Левада, то відбір теплоносія до точки перед котельною №4 у нас фактично буде однаковий в магістралі, так як буде одна ділянка з витратами теплоносія при максимальному навантаженні на опалення та гаряче водопостачання при закритій системі тепlopостачання.

Для цього потрібно додатково врахувати всі втрати на місцеві опір. В результаті для магістральної ділянки визначають втрату напору від котельні,

										Арк.
										61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

що працює на RDF паливі до існуючої котельні №4, на підставі малюнку, що наведено на рис. 3.8.

Загальні витрати теплоносія при максимальному навантаженні складають 310,32м³/год або 86.2 кг/ сек.

Оскільки у нас фактично одна ділянка системи тепlopостачання розрахунок не зводимо в таблицю, а робимо у формі послідовного розрахунку.

У відповідності з розрахунковою схемою загальна довжина ділянок складає 1039,9 + 77, 84 + 436,32 + 74, 17 + 262,23 + 103,19 + 36,63 + 274,68 + 61,33 + 84,02 + 26, 94 + 29, 88= 2507,13 м.

Загальні втрати тиску в системі тепlopостачання складаються з втрат лінійних на тертя вздовж протяжності трубопроводів та на місцеві опіри.

$$\Delta P_{\text{заг}} = \Delta P_{\text{лін}} + \Delta P_{\text{м.о.}}$$

При розрахунках трубопроводів втрати тиску на місцевий опір враховують через еквівалентні довжини, а еквівалентну довжину місцевим опірам визначають її формули:

$$\Delta P_{\text{м.о.}} = \sum \xi w^2/2 \times \rho = \lambda \times l_e / d \times w^2/2 \times \rho/$$

При визначенні місцевих опорів враховано:

1. Засувки 8 штук 8 x 0.5 = 4.0
2. Зворотній клапан 7.0
3. Отводи зварні 7 штук 7 x 0,6 = 4.2
4. Грязевик 7.0
5. Разом 22.2

Приймаємо також таку кількість місцевих опорів за зворотній магістралі.

Для трубопроводу з прийнятим діаметром умовним діаметром 400, фактична труба 426 x 6 значення еквівалентної довжини складає 20.2 для труб при $\xi = 1$ [41].

$$\text{Тоді } \Delta P_{\text{заг}} = 46.5 \times 2507,13 + 22.2 \times 20.2 = 116581 + 448 = 117300 \text{ Па}$$

Також втрати приймаємо для зворотнього трубопроводу.

									Арк.
									62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3.8 Загальні вимоги до монтажу трубопроводів

У відповідності до вимог ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів [39], після монтажу трубопроводів та обладнання потрібно провести їх випробування на міцність та щільність з'єднань. На трубопроводах вказати умовні позначення середовища та напрями потоку, трубопроводи прямої та зворотної мережевої води виконуються з сталевих електрозварювальних труб за ГОСТ 10707-91. Зливні трубопроводи виконуються з сталевих водогазопровідних оцинкованих труб згідно ГОСТ 3262-75*. Усі трубопроводи підлягають теплоізоляції як для прямої так і зворотної мережевої води.

Склад ізоляції: Антикорозійне покриття – олійно-бітумне у два шари по ґрунту ГФ-021, ОСТ 6-10-426-79 ГОСТ 25129-82*. Основний теплоізоляційний шар – мати мінераловатні прошивні з покривним матеріалом із склотканини ГОСТ 21880-86 – для ізоляції трубопроводів $\phi > 80$. - шнури теплоізоляційні із мінеральної вати в оплетенні із скляної нитки – для ізоляції трубопроводів $\phi < 80$ ТУ 36-1691-79. Захисне покриття – стрічка алюмінієва ГОСТ 20429-84*. Неізолзовані трубопроводи фарбуються олійною фарбою за 2 рази.

3.9 Розрахунок кількості повітря на вентиляцію будівлі котельні

У відповідності до вимог [39] в приміщенні котельні передбачається природна вентиляція (із кратністю циркуляції 3) - приплив повітря передбачається через ґрати, розташовані у нижній частині будинку котельні (або у вхідних дверях), витяжка - через установлюваний на даху будинку дефлектор типу Д 315.00.000.-03, що виготовляється за серією 5.904-51. Дефлектор установлюється на даху (поза зоною вітрового підпору).

При об'ємі котельні 1980 м^3 кількість повітря, що видаляється, складе:

$$V_{\text{вит.}} = 22 \times 12 \times 7.5 \times 3 = 5940 \text{ м}^3$$

Приплив повітря в котельню повинен компенсувати обсяг витяжки й обсяг повітря, необхідний для горіння

					201-пНТ 20238	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{гор} = Q_{ПК} \times 480 = 480 \times 12 = 5760 \text{ м}^3,$$

де $Q_{ПК}$ – витрата палива котлом, приблизно 480кг/год.

За паспортними даними котла кількість повітря, яка необхідна для горіння 1 кг пелет складає 12 м³/год. .

Обсяг припливного повітря на годину повинен бути

$$V_{пр} = V_{вит} + V_{гор} = 5904 + 5760 \times 4 = 28944 \text{ м}^3/\text{год.}$$

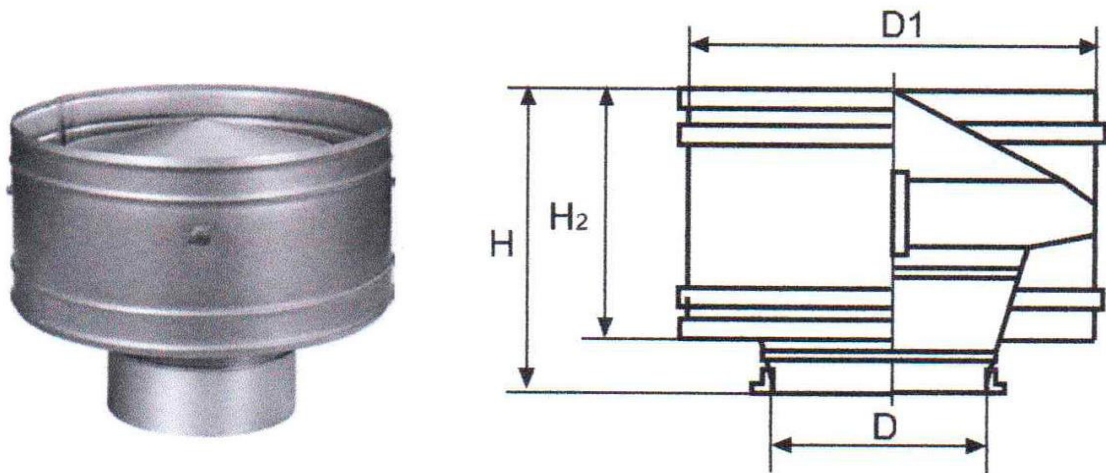
Площа нерухоливих жалюзійних ґрат, через які здійснюється приплив повітря, визначається за формулою

$$F = V_{пр} / (3600 \times 0,68) = 28944 / (3600 \times 0,7) = 11,5 \text{ м}^2$$

0,7-швидкість припливного повітря, м/с.

Проектом передбачаються ґрати перетином $0.8(H) \times 1.0 = 0.8$ мм, що встановлюються у середній частині котельні. Приймаємо до встановлення 14 ґрат рівномірно розташованих вздовж двох сторін котельні по 7 штук.

Вентиляція котельної прийнята природна, існуюча що забезпечує трикратний повітрообмін. Приплив повітря в котельню здійснюється через повітро-припливні ґрати, загальнообмінна витяжка з приміщення - через дефлектор Д 1000.



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

Рис. 3.9 Характеристика дефлектора.

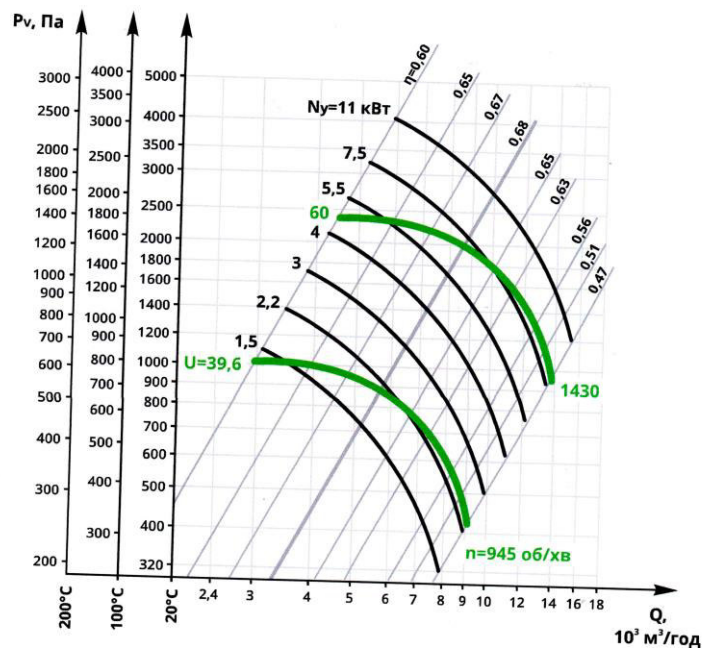
										Арк.
										64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

При витраті на один дефлектор 2520 м³/год приймаємо для котельні 12 дефлекторів.

3.10 Вибір димососів для котлів Хейзомат 2000

Для раціонального використання палива і забезпечення стабільної тяги димової труби необхідно визначити димосос. Витрати димових газів складають для одного котла з тепловим навантаженням 2000 Ккал орієнтовно 560 x12=6500 м³/год. Приймаємо димосос радіальний ДН 8.0 м потужністю 7,5 КВт з блоком автоматичного регулювання тиску для всіх 4 котлів, оскільки димососи мають широкий діапазон за витратами повітря.

Аеродинамічна характеристика димососа ДН 8



Умовні позначення

- Q - продуктивність по повітря, 10³ м³/год;
- Pv - повний тиск, Па;
- η - коефіцієнт корисної дії (ККД);
- N - споживана потужність двигуна, кВт;
- n - частота обертання робочого колеса, об/хв;
- U - окружна швидкість робочого колеса, м/с.

Рис. 3.10 Робоча характеристика димососу ДН 8.0

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

3.11 Теоретичний об'єм димових газів.

Теоретичний об'єм сухого повітря.

Розрахунок проводимо у відповідності до [42]. 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 $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,429 \text{ кг/м}^3$ і на 0,21, так як в повітрі міститься 21% кисню. Розрахунок робимо при умові спалювання твердого палива у вигляді RDF палива .

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

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

3.12 Теоретичний об'єм димових газів [43].

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 згорання поділяють на сухі гази і водяні пари. Обсяг сухих газів приймаємо за 100%. При повному спалюванні палива склад сухих продуктів згорання (у відсотках за об'ємом) наступний:

$$CO_2 + SO_2 + O_2 + N_2 = 100 \text{ \%}.$$

Газоподібні продукти горіння складаються з трьохатомних газів CO₂ і SO₂, суму яких прийнято позначати символом RO₂, і двоатомних газів – кисню O₂ і азоту N₂. При повному згоранні рівність буде мати вигляд:

$$RO_2 + O_2 + N_2 = 100 \text{ \%}.$$

					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Обсяг сухих трьохатомних газів знаходиться розподілом мас газів CO₂ і SO₂ на їх щільність при нормальних умовах. Обсяг газів, що виходить при спалюванні 1 кг палива, визначається реакціями горіння та їх виразами в кіломолях:

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

$\rho_{CO_2} = 1,94$ и $\rho_{SO_2} = 2,86$ кг/м³ – щільності двоокису вуглецю і сірчистого газу при нормальних умовах.

Теоретичний об'єм азоту, м³/кг, що знаходиться в повітрі і паливі:

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

V_B^o – теоретичний об'єм повітря, необхідний для горіння; 0,79 – відсотковий вміст азоту в повітрі за обсягом; 1,25 – щільність азоту, кг/м³.

Теоретичний об'єм водяної пари складається з: обсягу парів, м³/кг, отриманих в результаті спалювання водню і випаровування вологи та обсягу водяної пари, що надходять з повітря:

$$V^o_{H_2O} = 0,111H^P + 0,0124W^P + 0,016V_B^o \text{ м}^3/\text{кг}.$$

При надлишку повітря $\alpha > 1$ обсяг водяної пари, м³/кг, буде:

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

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

Повний обсяг димових газів, м³/кг:

$$V_G = V_{RO_2} + V_{N_2} + V^o_{H_2O} = 0,95 + 3,7548 + 0,7744 = 5,48 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Кількість димових газів, що проходять через димову трубу за годину, визначається за формулою. Але при цьому враховуємо, що кожний котел має свою трубу.

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

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

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

B – розрахункова годинна витрата палива на кожен з котлів, що RDF паливі при теплотворній спроможності 2000 ккал/кг та ккд=0.85

560,0 кг/годину та тепловому навантаженні 2000 МВт;

- RDF паливі при теплотворній спроможності 1000 ккал/кг та ккд=0.85

280,0 кг/годину та тепловому навантаженні 1000 МВт;

α – коефіцієнт надлишку повітря в димовій трубі.

Коефіцієнти надлишку повітря α прийняті на основі паспортних даних обладнання та складає 1,3;

V_{Γ} – теоретична кількість димових газів, отриманих при повному згоранні 1 кг палива, м³/кг;

V_B – теоретична кількість повітря, необхідного для згорання 1 кг палива, м³/кг;

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

b – барометричний тиск, 753 мм рт ст.

$$V = 1 \times 560 \times [5.48 + 4.75 \times (1.3 - 1)] \times (140 + 273) / 273 \times 760 / 753 = 5909 \text{ м}^3/\text{год} = 1,64 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Для подальших розрахунків приймається значення, збільшене на 10%, для урахування не врахованих витрат. Тобто, кількість димових газів від одного котла буде складати 5909 x 1.1 = 6500 м³/год.

Тобто витрата димових газів фактично відповідає прийнятій раніше.

Таким чином , кількість димових газів:

А) при спалюванні RDF палива на котлі потужністю 2000Ккал/год

$$V = 1 \times 560 \times [5.48 + 4.75 \times (1.3 - 1)] \times (160 + 273) / 273 \times 760 / 753 = 5909,0 \text{ м}^3/\text{год} = 1,64 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Б) при спалюванні RDF палива на котлі потужністю 1000Ккал/год

$$V = 1 \times 280 \times [5.48 + 4.75 \times (1.3 - 1)] \times (160 + 273) / 273 \times 760 / 753 = 3074,04 \text{ м}^3/\text{год} = 0,84 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

						201-пНТ 20238	Арк.
							68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для котла при спалюванні RDF палива конструктивно приймаємо газохід із нержавіючої сталі товщиною 1 мм при потужності кола 2000Квт –Ду500 за паспортними даними котла, що наведені в таблиці 3.4.

$$V_{RDF} = 6500 \times 4 / 3600 \times 3.14 \times 0.5^2 = 9,02 \text{ м/с.}$$

Для котла потужності кола 1000Квт конструктивно приймаємо газохід із нержавіючої сталі товщиною 1 мм–Ду500.

$$V_{RDF} = 3381,4 \times 4 / 3600 \times 3.14 \times 0.5^2 = 4,78 \text{ м/с.}$$

При роботі котла потужністю по 2000Квт відвід газів здійснюється в індивідуальну димову трубу Ду-500, Н=20м.

При роботі котла потужністю по 1000Квт відвід газів здійснюється в індивідуальну димову трубу Ду-500, Н=20м.

3.13 Склад палива

Для механізованої подачі палива в котельню передбачений закритий склад типу «силос» об'ємом 150 м³, що складається з двох силосів.

Доставка палива в склад передбачається у біг-бегах автотранспортом із переробного заводу по виготовленню RDF брикетів.. Вивантажування здійснюється за допомогою маніпулятора в приймальний бункер, з якого норія подає паливо в силос.

У відповідності до [40] пункт 13.2.8 повинні бути у кількості 7 добової потреби.

3.14 Паливopодача RDF брикетів в котли.

Паливо з силоса подається на загальний похило-горизонтальний скребковий транспортер, в який подається тепле повітря із пиловловлювачів тепло утилізаторів та який виконано у формі еаролотка.. Транспортером здійснюється подача палива в проміжні бункери в котельні. З бункера паливо за допомогою гнучких шнеків подається в пальники котлів.

											201-пНТ 20238	Арк.
												69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

3.15 . Система очищення димових газів та видалення золи

Зола з котла видаляється вручну через люки в нижній частині. Частки, що відокремилися , в газовому потоці надходять в циклон-утилізатор, де відбувається їх відділення. Циклон являє собою пристрій, що працює за інерційним принципом, призначений для уловлення пилу, розміром не менше 10 мкм. Ефективність уловлення складає 85-98%.

Циклон обладнаний люками для проведення огляду і чистки внутрішніх поверхонь. Під циклоном знаходиться бункер для збирання золи.

Паспортний вихід золи та шлаку 35 кг/год.

Зола з котла видаляється вручну і збирається в контейнери для вивезення. Зола з циклону осипається в бункер і теж збирається в контейнер для вивезення. Відділення продуктів згоряння з кожного котла здійснюється димососом. Відведення газів здійснюється через газоочистку за допомогою циклонів.

Джерелами викидів забруднюючих речовин котельні є:

- Димова труба –дж.викиду №1-5 –Н=20 м, Діаметр= 500мм, 1 шт.

Здійснюється викид димових газів після циклону від одного твердопаливного котла, що працюватимуть на твердому паливі RDF – паливо.

Очікувані забруднюючі речовини – оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту, сірки діоксид, оксид вуглецю, метан та речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом.

3.16 Характеристика циклону –утилізатора типу МЦ та їх підбір

Для очищення димових газів , що утворюються при спалюванні твердого палива в вигляді RDF-палива, у відповідності до нормативних документів бажано встановлювати пиловловлювачі.

В проекті вибрано циклон (утилізатор тепла) - Циклон з вбудованим 2-х ходовим жаротрубним теплообмінником, що застосовується в промисловості для очищення газів при спалюванні твердого палива від зважених часток і

									201-пНТ 20238	Арк.
										70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

механічних домішок, а також для підігріву повітря за рахунок тепла відхідних газів (охолодження газів).

Робота циклону-утилізатора в системах димовідведення та очищення димових газів показала підвищення ефективності системи на 5-7% (підсумковий ККД 92%). Незгорілі частки палива через підвищену тяги спрямовуються в димохід, де надмірне налипання сажі може призвести до займання димоходу і подальшого його руйнування. На рис. 3.11 та 3.12 наведено загальний вид циклону (креслення та фото).

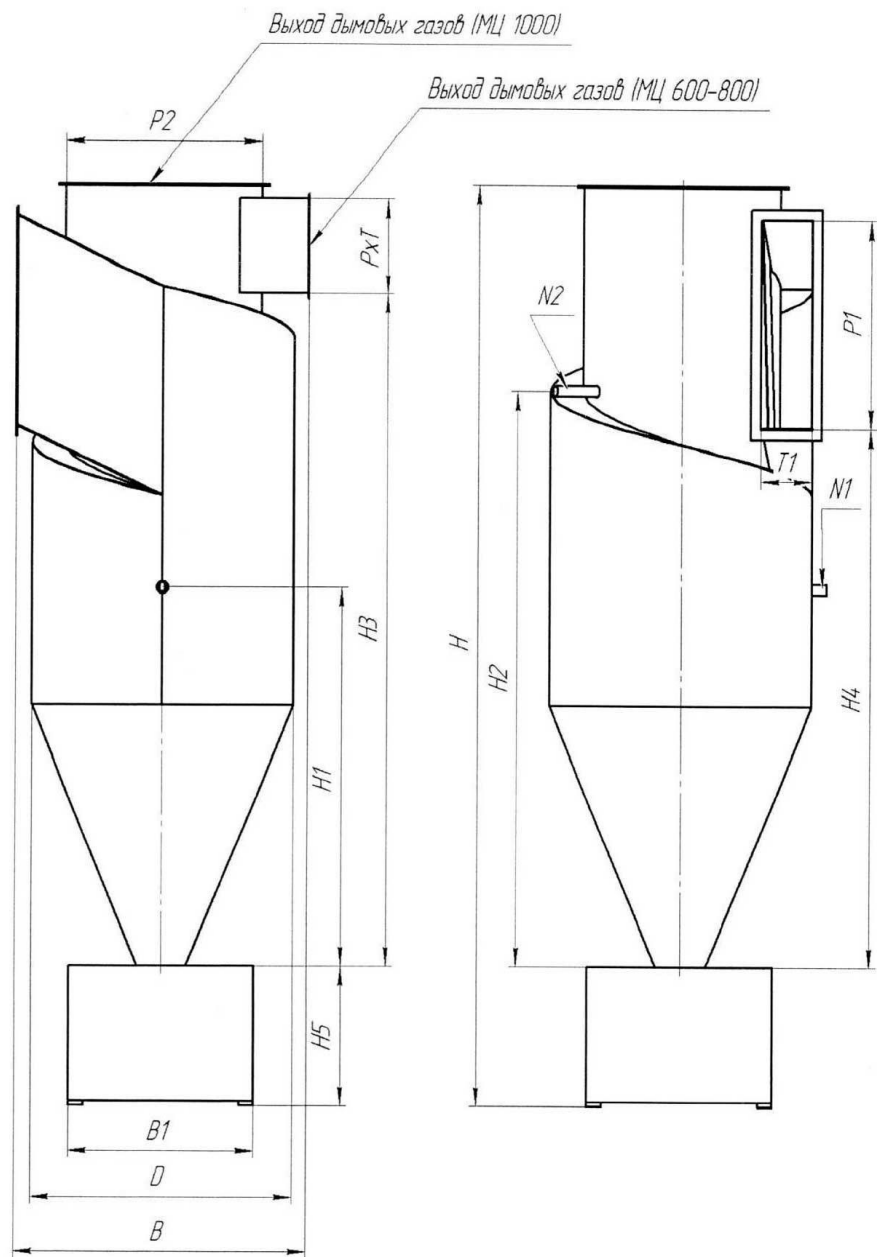


Рис. 3.11 Креслення циклону.

					201-пНТ 20238		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			71

Технічні розміри

Таблиця 3.13.

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

Технічні характеристики Циклон-утилізатор МЦ-У-600 (100-200 кВт)

Таблиця 3.14.

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

Слід повторити, що циклон МЦУ крім фільтрації використовується так само для утилізації зайвого тепла, що знаходиться в димових газах твердопаливних котлів. Такі установки відносяться частково до теплообмінних апаратів. Важливо пам'ятати, що при установці циклону типу МЦУ з твердопаливним котлом загальний ККД роботи енергетичної установки підвищується в середньому на 5-8%.

Циклон підбирається за витратами газів та втратами тиску.

										Арк.
										72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					



Рис. 3.12 Загальний вигляд котла утилізатора

В проекті вибрано циклон типу МЦ-600 с діаметром циліндричної частини 400 мм від котла потужністю 1000 Квт та МЦ -800 для котлів потужністю 2000КВт.

У відповідності до паспорту циклону він підбирається у згідно з витратами повітря та димових газів, що потребують очищення.

5.17 Підбір лічильника води

Діаметр умовного проходу лічильника води слід вибрати виходячи з середньогодинної витрати води за період споживання (добу, зміну), який не повинен перевищувати експлуатаційний, що приймається, і перевіряти 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.

					201-пНТ 20238	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$h = Sq^2$$

де: S — гідравлічний опір лічильника;

q – секундна витрата води, л/с.

Розрахунок лічильника води зведений в таблицю .3.15

Таблиця 3.15

Розрахунок лічильника води

№п/п	Q, м ³ /год	Позначення	h, м	Примітка
1	98,7	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

3.18 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:

										Арк.
										74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

$$V_{\text{бака}} = \frac{V_c K_{\text{розши}}}{1 - \frac{P_{\text{min}}}{P_{\text{max}}}}$$

де: V – об'єм системи, м^3 , приймається для системи опалення

$$V_{\text{сист}} = 12000 \text{ м}^3,$$

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

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

Для системи опалення:

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

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

3.19 Розрахунок втрат тиску вузла обліку теплової енергії

Задані параметри теплоносія: $Q = 8,8$ (МВт) – встановлена потужність котлів;

Розрахункова теплова потужність котлів:

$$Q_{\text{оп}} = Q \times \text{ККД (котлів)} = 8,8 \times 0,86 = 7,5 \text{ (МВт)}.$$

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

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

Витрати теплоносія на опалення:

$$G_{\text{оп}} = 7500000 \times 0,86 / (95 - 70) = 258000 \text{ (кг/год)} = 260 \text{ м}^3/\text{год};$$

Приймаємо тепловий лічильник

Типу QALCOMET HEAT 1 з ультра звуковими перетворювачами витрат QALCASONIC FLOW2 Ду150 з концен тратором даних ENCO Data Logger, з інтерфейсом передачі даних по прото колу M-Bus, фільтр DN 150 мм.

Технічні дані обраного водоміру:

$$Q_{\text{ном}} = 260,0 \text{ м}^3/\text{год}; Q_{\text{min}} = 0,6 \text{ м}^3/\text{год}; Q_{\text{max}} = 260 \text{ м}^3/\text{год}.$$

										Арк.
										75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

Втрати тиску при витраті теплоносія $G_{оп} = 260,00 \text{ м}^3/\text{год}$ 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).

3.20 Коментар до теплової схеми котельні.

Тепловою схемою котельні передбачається виробництво мережної води за розрахунковим температурним графіком $95 - 70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Котельня може працювати на споживача через бак-акумулятор. Циркуляція в контурі «котел - бак» здійснюється насосами котлів. Циркуляція в контурі «бак-споживач» здійснюється мережними насосами, встановленими на подаючому трубопроводі.

З котельні виходить тепломережа до споживачів. Вона має погодозалежне регулювання температури теплоносія в котельні. Для іншої погодозалежне регулювання здійснюється в теплопунктах.

На котлах передбачений вузол змішування для підігріву зворотньої води на вході в котел.

Підживлення тепломереж здійснюється від установки хімоводопідготовки з баком запасу пом'якшеної води ємністю 2 м^3 . З бака запасу хімоочищена вода підживлюючим насосом (2 шт.) подається в зворотню магістраль системи споживачів та котлового контуру. Режим роботи підживлюючої установки - автоматичний у положенні готовності з включенням у разі зниження тиску у зворотньому трубопроводі мережної води. Тепловою схемою передбачається облік витрати вхідної води з питного водопроводу та води на підживлення тепломереж в аварійному випадку. Дане обладнання використовується також і при заповненні системи тепlopостачання перед пуском.

Компенсація теплових розширень води здійснюється за допомогою розширювальних баків в котельні. Передбачено запобіжні скидні клапани на

									Арк.
									76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

кожному котлі. Згідно паспортних даних котли розраховані на максимальний тиск води в системі не вище **0,3 МПа**.

4. Оцінка впливів планованої діяльності на атмосферне повітря

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

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

Повторюваність напрямків вітру за рік Таблица 4.1

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

- Середня швидкість вітру за рік становить 5,0 м/с.
- Швидкість вітру за середніми багатолітніми даними, повторення перевищення якої складає 5%, 18м/с.
- Середньомісячні швидкості вітру наведені в таблиці 4.2.

Середня місячна та річна швидкість вітру, м/с

Таблица 4.2

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	РІК
Швидкості вітру	5,7	6,1	5,9	5,3	4,8	4,1	4,1	4,0	4,0	4,6	5,0	5,7	5,0

- Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш спекотного місяця +26,5 °С;

- Середня мінімальна температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця -9,8 °С;

- Абсолютний мінімум температури повітря за багатолітній період спостереження досягав -37 °С.

- Рекордне значення абсолютних максимумів за багатолітній період спостережень становить 39 °С.

Температура повітря, °С

Таблиця 4.3

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середньомісячна	-6,6	-5,3	-0,1	8,8	15,4	18,7	20,1	19,4	14,3	7,6	1,5	-3,1	7,6

- Середня відносна вологість: за січень – 87%; за липень – 63%; рік – 74%.

За кількості опадів м. Полтава відноситься до зони недостатнього зволоження. В середньому за рік випадає 578 мм опадів з урахуванням поправок на змочування приладу. І цієї кількості 384 мм випадає в теплий період року (квітень-жовтень), що складає 66 %, в холодну частину року (листопад-березень) випадає 194 мм або 34 % річної кількості.

Виробнича діяльність проєктованого об'єкту не викличе змін мікроклімату. Особливості кліматичних умов, які сприяють зростанню інтенсивності впливів планованої діяльності на атмосферне повітря відсутні. Виходячи з вищевикладеного, заходи щодо попередження негативних впливів на клімат і мікроклімат не передбачаються.

4.1 Перелік забруднюючих речовин, що відводяться в атмосферне повітря

Забруднюючими речовинами, що надходять до атмосферного повітря від котельні з чотирма водогрійними твердопаливними котлами типу Хейзомат «Heizomat» 2000 та одним котлом 1000, що працюють на RDF-паливі є викиди діоксиду азоту, оксиду вуглецю, сірчистого ангід-риду і речовини суспендовані недиференційовані за складом у вигляді частинок золи, а також у відповідності до матеріалів звіту сміттєпереробного заводу додатково викиди [27]: кадмій азотнокислий (в перерахунку на кадмій), ртуть металева, свинець та його з'єднання, окрім тетраетилсвинцю (перер. на свинець), формальдегід, водень

													Арк.
													78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238								

хлористий (соляна кислота) по молекулі HCl, фториди, газоподібні з'єднання(фтористий водень,4-фтор.кремній), поліхлоровані дибензо-пара-діоксини (ПХДД) та поліхлоровані дібензофурані (ПХДФ) кількісний склад яких не визначено.

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря визначені:

- димова труба від котла в котельній (дж. №1-5) діаметром 0,5 м і Н=20,0 м;
- вентиляційні викиди від лотка підсушування брикетів RDF- палива.

Після опрацювання проектного рішення кількісний та якісний перелік викидів котельні, які потрапляють у атмосферне повітря, наведені в таблиці 4.4

Перелік забруднюючих речовин, що відводяться в атмосферне повітря відтвердопаливними пелетними котлами типу Хейзомат «Heizomat»2000

Таблиця 4.4

Найменування речовини	ГДК м.р мг/м ³	ГДК с.д мг/м ³	ОБРВ мг/м ³	Клас небезпеки	Викид речовини тонн/рік
Азоту діоксид 301	0,2	-	-	3	7.365
Ангідрид сірчистий 330	0,5	0,05	-	3	0,992
Вуглецю оксид 337	5	3	-	4	10,280
Фториди 342	0.02	0.005	-	2	0.039
Формальдегід 1325	0.035	0.003	-	2	0.197
Водень хлористий 316	0,2	0.2	-	2	0.021
Речовини суспендовані недиференційовані за складом (у вигляді частинок золи) 2902	0,5	0,15	-	3	1,949
Разом:					17,993

Перелік забруднюючих речовин, що відводяться в атмосферне повітря відтвердопаливними пелетними котлами типу Хейзомат «Heizomat»1000

Таблиця 4.5

Найменування речовини	ГДК м.р мг/м ³	ГДК с.д мг/м ³	ОБРВ мг/м ³	Клас небезпеки	Викид речовини тонн/рік
Азоту діоксид 301	0,2	-	-	3	4,992
Ангідрид сірчистий 330	0,5	0,05	-	3	0,594
Вуглецю оксид 337	5	3	-	4	6,810
Фториди 342	0.02	0.005	-	2	0.019
Формальдегід 1325	0.035	0.003	-	2	0.074
Водень хлористий 316	0,2	0.2	-	2	0.084
Речовини суспендовані недиференційовані за складом (у вигляді частинок золи) 2902	0,5	0,15	-	3	0,903

Так звані 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 процесі регулювання забруднення атмосферного повітря" – не нормуються. До забруднюючих речовин, для яких при сумісній присутності в атмосферному повітрі встановлено ефект сумації біологічної дії, відносяться оксиди азоту (301) та сірчаний ангідрид (330), що входять до групи сумації №31.

4.3. Нормування викидів котельні

Після введення котельні в експлуатацію очікується викид продуктів спалювання RDF-палив (азоту діоксид, вуглецю оксид, сірчистий ангідрид та речовини суспендовані, недиференційовані за складом, у вигляді часток золи) в атмосферне повітря.

Відповідно до наказу Міністерства охорони навколишнього природного середовища України за № 309 від 27.06.2006 «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел» дотримання нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин є обов'язковим для діючих і тих, що проектуються, будуються або модернізуються, стаціонарних джерел.

Нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин та їх сукупності належать до типу нормативів, що обмежують масову концентрацію забруднюючих речовин в організованих викидах стаціонарних джерел (мг/м³).

Масові концентрації суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом, не повинні перевищувати встановлених значень нормативів граничнодопустимих викидів, які при величині

										Арк.
										80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

масової витрати понад 500 г/годину, складають 50 мг/м³ та при величині масової витрати, що менше або дорівнює 500 г/годину, – 150 мг/м³.

Величина масової витрати на джерелах викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єкту реконструкції не повинна перевищувати ГДК_{мр}, відповідно, масова концентрація суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом, не повинна перевищувати 150 мг/м³.

У зв'язку з цим виникла необхідність встановлення для кожного котла 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-утилізатор типу МЦ-600 із ступенем очищення 86%.

Характеристика пилогазоочисного устаткування

Таблиця 4.6

№ джерела викиду	№ вентсистеми	Код ПГОУ	№ ПГОУ на карті-схемі	Найменування ПГОУ	Міжремонтний період експлуатації	Дата останнього ремонту	Параметри газоповітряної суміші	
							На вході в ПГОУ	
							Об'єм, м ³ /с	Температура °С
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	H03	-	МЦН-800	-	-	1,64	160
2	1	H03	-	МЦН-800	-	-	1,64	160
3	1	H03	-	МЦН-800	-	-	1,64	160
4	1	H03	-	МЦН-800	-	-	1,64	160
5	1	H03	-	МЦН-800	-	-	0.84	160

Продовження таблиці 4.6

Параметри газоповітряної суміші		Забруднююча речовина		№ ступені очищення	Концентрація речовини на вході в ПГОУ, мг/м ³	Ефективність роботи ПГОУ, %	Концентрація речовини на виході з ПГОУ, мг/м ³	Прилади контролю
На виході з ПГОУ		Код	Найменування					
Об'єм, м ³ /с	Температура, °С							
10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.64	160	301	Азоту діоксид	-	-	-	-	-
		330	Ангідрид сірчистий	-	-	-	-	-
		337	Вуглецю оксид	-	-	-	-	-
		2902	Речовини суспендовані, недиференційовані за	1	257.2	86	36*	-

									Арк.
									81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

			складом					
0,84	160	301	Азоту діоксид	-	-	-	-	-
		330	Ангідрид сірчистий	-	-	-	-	-
		337	Вуглецю оксид	-	-	-	-	-
		2902	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	1	250,00*	86	35*	-

*Примітка: Концентрація речовини отримана розрахунковим шляхом

4.4 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 4.7, котра складена з урахуванням вимог Наказу №108, від 09.03.2006, «Про затвердження інструкції про загальні вимоги до оформлення документів у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян підприємців».

4.5 Розрахунок викидів забруднюючих речовин, що надходять до атмосферного повітря

Розрахунок кількості викидів забруднюючих речовин проводиться згідно методики «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от энергетических установок», ГКД 34.02.305-2002.

Об'єм димових газів, які відходять з топки котлоагрегату, з достатньою точністю можна отримати, використовуючи розрахункову методика для визначення теоретичного обсягу димових газів.

Як паливо для котлів передбачається RDF-паливо із теплотворною спроможністю спалювання 4200 ккал/кг. Витрати RDF-паливо на годину для пальників котлів складають 560,0 та 280.0 кг/годину

Характеристика палива

Таблиця 4.7

Марка палива	Робоча маса палива	Нижча теплота згоряння,	Вихід летких речовин на
	Склад, %		

									Арк.
									82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

	W ^p	A ^p	S ^p	C ^p	H ^p	N ^p	O ^p	МДж/кг, Q _н ^p	горючу масу, %, V ^r
RDF-паливо	<20	3-8	<0.01	40-55	5-10	0.3	-	8,38	70-80

4.6. 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 2.01.01-2013" в таблиці 6.11.

Валові викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Таблиця 4.8

Цех, виробництво	Продукція, потужність	Забруднююча речовина	Розмір викиду		
			Валові викиди		Концентрація Мг/ м ³
			г/с	тонн/рік	
1	2	3	4	5	6
Котел Хейзомат	енергія 2000 Гкал/год	Азоту діоксид	0,408	6.425	180
		Ангідрид сірчистий	0,057	0892	25
		Вуглецю оксид	0,590	9.280	260
		Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	0,079	1,249	35
		Формальдегід	0.0068	0.107	3.0
		НСІ	0.0007	0.011	0.3
		фториди	0.0018	0.029	0.8

Кількісні та якісні характеристики забруднюючих речовин, що виділяються в ході роботи, переліченого вище технологічного обладнання, прийняті на основі характеристик, наведених у таблиці 4.8 та згідно балансових розрахунків.

4.7. Розрахунок кількості забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря

За рахунок роботи котлів, який працює наRDF-паливі (дж. №1,2,3,4,5)

Розрахунок кількості викидів забруднюючих речовин проводиться згідно методики «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от энергетических установок», ГКД 34.02.305-2002.

									Арк.
									83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

Наприклад для котла Хейзомат валові викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря становлять:

азоту діоксид – 0,748 г/с;

ангідрид сірчистий – 0,102 г/с;

вуглецю оксид – 1,020 г/с;

речовини суспендовані, недиференційовані за складом – 0,122 г/с (до очищення).

Котел працює 4368 годин на рік. Ці дані наведено в табл.. 4.9.

4.8. Обґрунтування визначеного розміру санітарно-захисної зони

В залежності від характеру і потужності виробництва *санітарно-захисна зона* (СЗЗ) визначена у відповідності 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*.

4.9. 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 №5185/18-10 від 22.05.2003 року (свідоцтво про ліцензоване користування програмою ТОВ «СОФТ-ФОНД» №128311556).

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

					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

4.10. Результати розрахунку розсіювання в атмосфері викидів забруднюючих речовин

Результати розсіювання забруднюючих речовин від нововведених джерел підприємства з урахуванням та без урахування фонових концентрацій.

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 викиду зводиться до розрахунку значення концентрації C і перевірки 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

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

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, 3, 4, 5 рекомендовано застосовувати в якості гранично допустимих викидів. Ці дані надані в таблиці 4.10.

Таблиця пропозицій граничнодопустимих викидів

Таблиця 4.10

№ 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	-	0,748	2022
2		Ангідрид сірчистий	330/5000	-	0,102	2022
3		Вуглецю оксид	337/6000	-	1,020	2022
4		Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	2902/3000	50	-	2022
1	2	Азоту діоксид	301/4001	-	0,748	2022
2		Ангідрид сірчистий	330/5000	-	0,102	2022
3		Вуглецю оксид	337/6000	-	1,020	2022
4		Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	2902/3000	50	-	2022
1	3	Азоту діоксид	301/4001	-	0,748	2022
2		Ангідрид сірчистий	330/5000	-	0,102	2022
3		Вуглецю оксид	337/6000	-	1,020	2022
4		Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	2902/3000	50	-	2022
1	4	Азоту діоксид	301/4001	-	0,748	2022
2		Ангідрид сірчистий	330/5000	-	0,102	2022
3		Вуглецю оксид	337/6000	-	1,020	2022
4		Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	2902/3000	50	-	2022
1	5	Азоту діоксид	301/4001	-	0,408	2022
2		Ангідрид сірчистий	330/5000	-	0,057	2022
3		Вуглецю оксид	337/6000	-	0,590	2022
4		Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	2902/3000	50	-	2022

*Примітка: Концентрації отримані розрахунковим шляхом.

									Арк.
									86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238				

4.11. Моніторинг

Контроль за величинами викидів від джерел №1, 2, 3, 4, 5 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.

					201-пНТ 20238	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Метою нашої роботи була оцінка та аналіз ефективності та екологічного впливу викидів котлоагрегатів, що працюють на альтернативних видах палива RDF-паливі, що отримано з твердих побутових відходів.

У ході виконання роботи було:

1. Проведено огляд та аналіз наукових праць з питання використання альтернативних видів палива.
2. Проведено розрахунки концентрацій забруднюючих речовин у викидах, на джерелах викидів забруднюючих речовин.
3. Виконано розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі за програмою ЕОЛ.
4. Дослідження впливу котельні на забруднення атмосферного повітря в окремому районі міста.
5. Застосоване технологічне обладнання відповідає сучасному рівню і задовольняє вимоги щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.
6. Перевищення встановлених нормативів екологічної безпеки в районі житлової забудови не спостерігається.

					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

ЛІТЕРАТУРА

1. Старостіна, А. Суперечливі шляхи економічної глобалізації / А. Старостіна, О. Канищенко // Економіка України. - 2018. - №5. - С. 58-65.
2. Енергетична стратегія України на період до 2035 року – К.: Міністерство палива та енергетики, Національна академія наук України, 2017.
3. Рожко, А. О. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні / А. О. Рожко // Энергосбережение. - 2017. - №2. - С. 25-28.
4. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование. МЭН.1989г-280с
5. Роддатис К.Ф. Котельные установки. М.: Энергия, 1977г- 408с.
6. Киселёв Н.А. Котельные установки. М. Энергия, 1979г.-312с..
7. Вступ до спеціальності. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: Курс лекцій/ С.О. Кудря, В.І. Будько. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 387 с.
8. Дослідження ринку котлів, що працюють на біомасі в Україні. Георгій Гелетуша, Євген Олійник, В'ячеслав Антоненко, Сергій Чаплигін, Віталій Зубенко, Світлана Радченко. К. Енергія, 2016., 21-26с.
9. Закон України "Про альтернативні види палива", Ст.1 <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>.
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. Гелетуша Г.Г. Науково-технічні засади виробництва енергії з біологічних видів палива. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.14.08 – перетворювання відновлюваних видів енергії. – Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, 2022.
12. Голік Ю.С., Ілляш О.Е. Горб О.О. та інш. Інформаційно-аналітичне видання . Агро-екологічний атлас Полтавщини. Видавництво ПП. Торяник, Полтава, 2009р. 214 с.

										201-пНТ 20238	Арк.
											89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

13. Пояснювальна записка до проєкту Закону України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо енергетичної утилізації відходів"

http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/GI05347A.html

14. Утилізація сміття з отриманням енергії.

<https://www.sae.gov.ua/uk/news/2957>.

15. Національної стратегії управління відходами до 2030 р. Постанова КМУ. від 8 листопада 2017 р. № 820-р Київ. Із змінами, внесеними згідно з Розпорядженням КМ № 117-р від 20.02.2019

16. Державний стандарт України EN 15359:2018 «Тверде відновлювальне паливо (SRF)»,

17. Державний стандарт України EN15359:201 «Технічні характеристики та класи» (IDT).

18. Утилізація сміття з отриманням енергії.

<https://www.sae.gov.ua/uk/news/2957>

19. Розпорядження КМУ від 4 серпня 2022 р. № 907-р

Київ. Про схвалення Стратегії енергетичної безпеки України.

20. Альтернативне паливо для енергетики.(Досвід прибалтійських країн)

[http://pyriatyn.org.ua/data/files/new/RDF-](http://pyriatyn.org.ua/data/files/new/RDF-%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE%20%D0%B4%D0%B%D1%8F%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8.pdf)

[%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE%20%D0%B4%D0%B%D1%8F%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8.pdf](http://pyriatyn.org.ua/data/files/new/RDF-%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE%20%D0%B4%D0%B%D1%8F%20%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8.pdf).

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

22. Т.В.Гребенюк, О.Я.Тверда,М.В.Репін, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».Журнал Енергетика: економіка, технології, екологія. 2019, №4 стр.134-141.

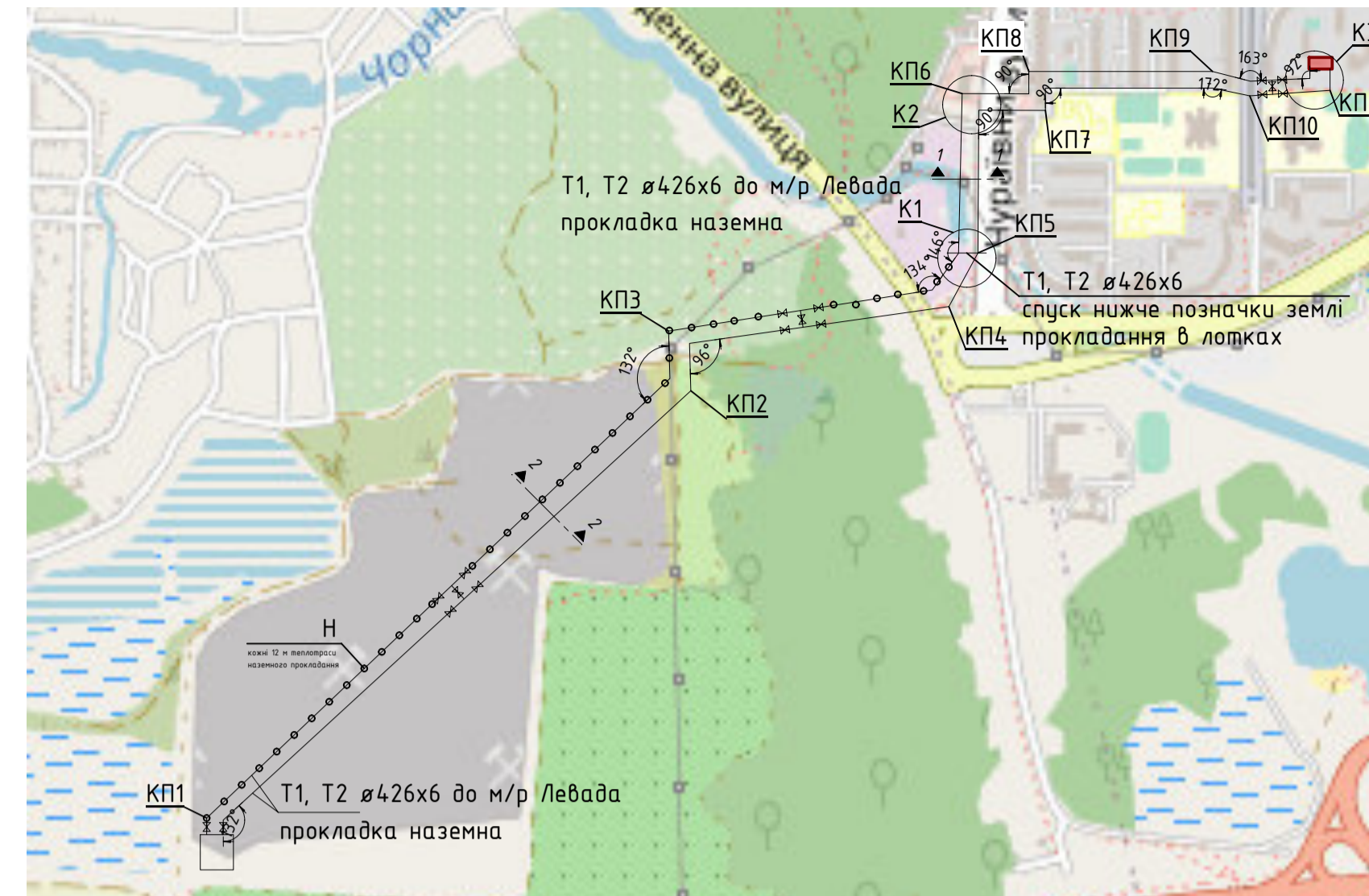
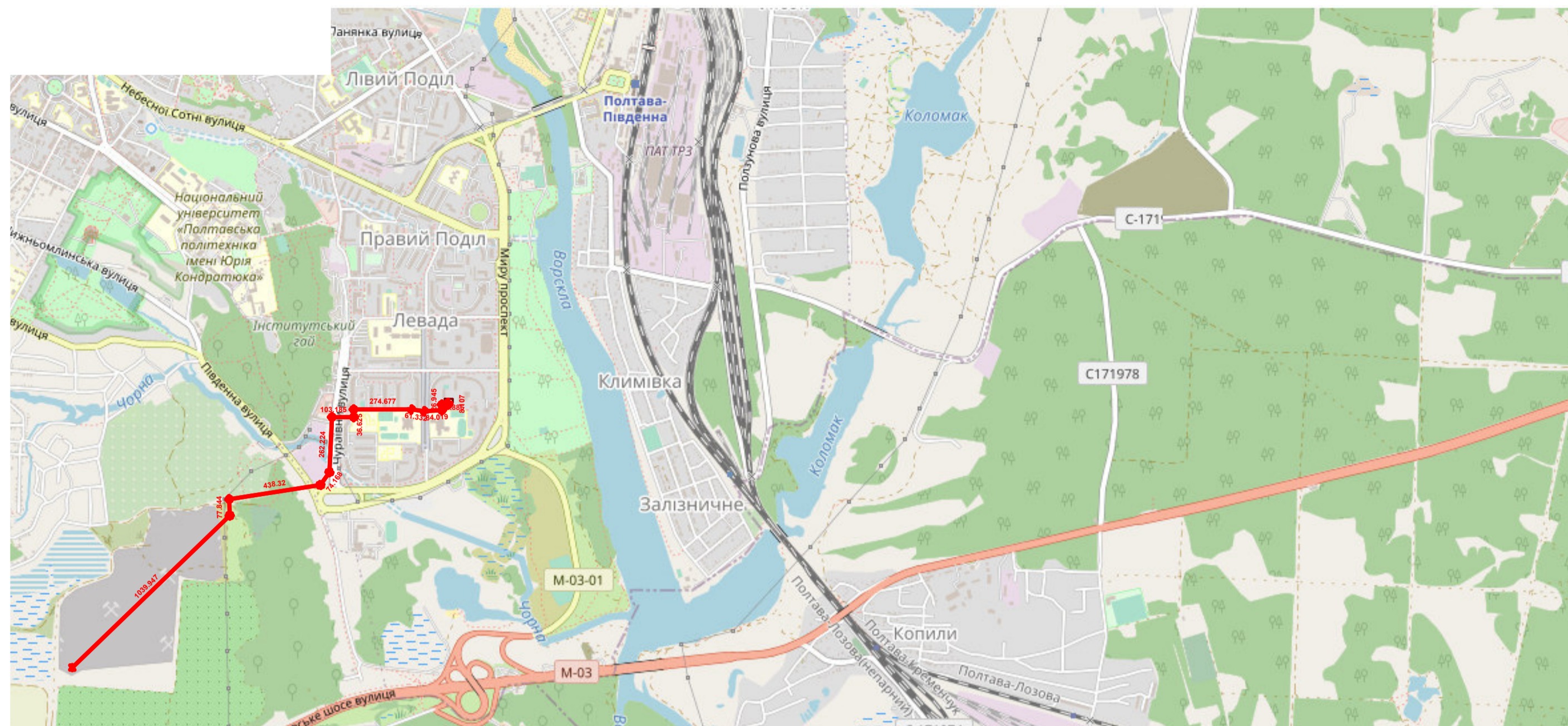
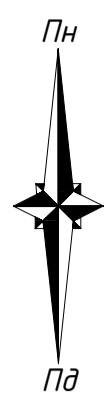
										201-пНТ 20238	Арк.
											90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

23. Субрегіональна стратегія поводження з твердими побутовими відходами для Полтавської області, проект «Реформа управління на сході України» «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Gmbn», представлено для Полтавської обласної державної адміністрації, GFA Consulting Group, січень 2016. – 83с.).
24. Ілляш О.Е., Голік Ю.С., Максюта Н.С. Планування системи управління побутовими відходами у Полтавській області. Журнал. Екологічні проблеми. №6(4), 2022р. стор.258-262.
25. «Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року», Полтавська політехніка, 2022р.
26. Сайт комунального підприємства Полтавтеплокомуненерго. <http://te.pl.ua/>
27. Лященко В., Антоненко В., Зубенко В., Олійник Є., Радченко С. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України (для представників державних та комунальних установ) Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні. Громадська організація "Агентство з відновлюваної енергетики". Київ.-2017р.-34с.
28. Характеристики котлів, які працювати на альтернативному паливі https://pidru4niki.com/73013/ekologiya/kotli_alternativnih_paliv.
29. 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.
30. . Екологічні аспекти використання деревних паливних ресурсів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/3589/>.
31. Opracowanie eksperckie w zakresie wprowadzenia ograniczen w stosowaniu paliw stalych na obszarze Krakowa / Inteligentne rozwiazania aby chronic srodowisko. – s. 134.
32. ДСТУ Будівельна кліматологія, ДСТУ-Н Б В .1.1-27: 2010, Київ, 2011.-123с.
33. ДБН 360 - 92 (Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень, Київ – 1992р.

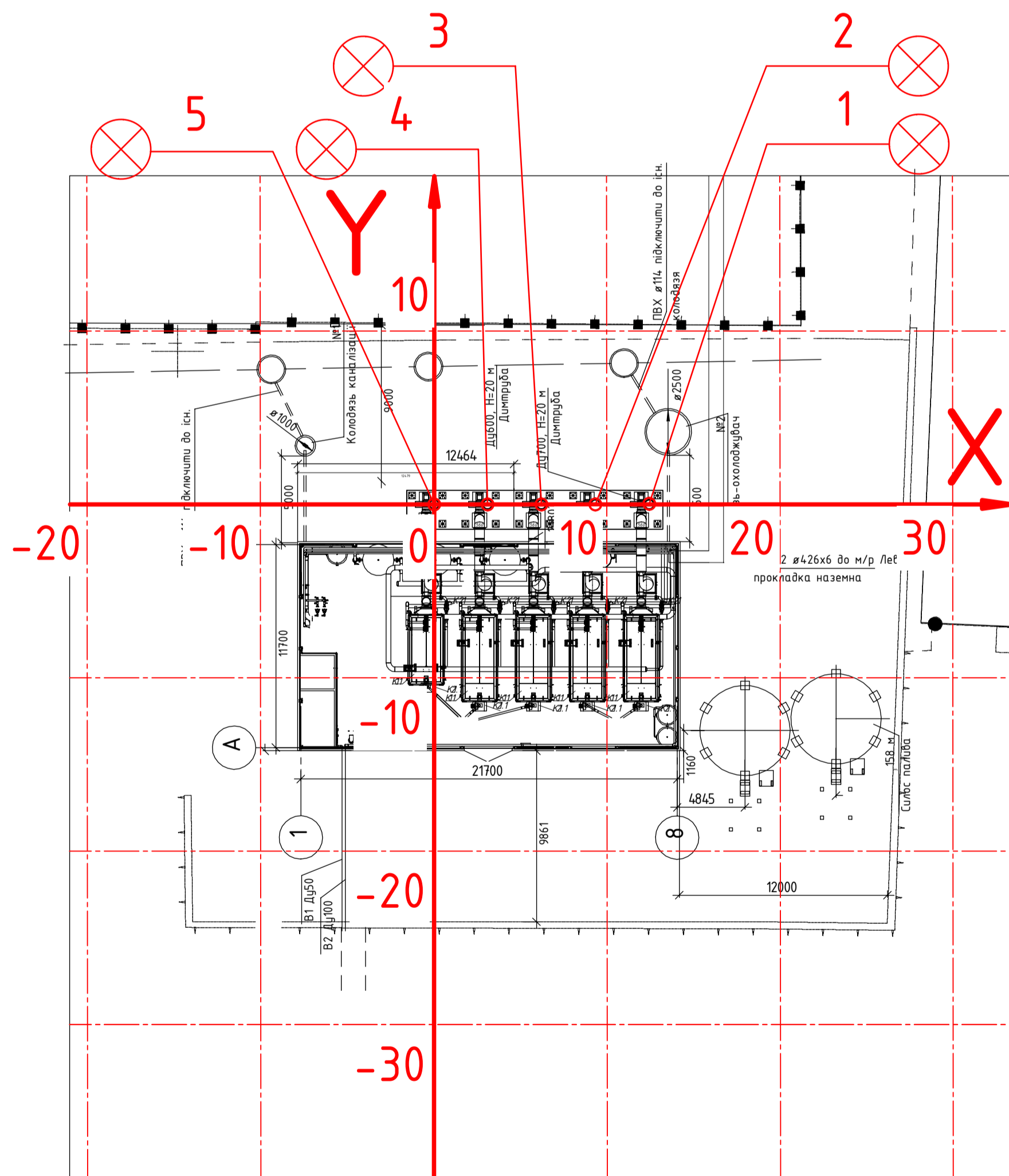
										Арк.
										91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	201-пНТ 20238					

34. Бережний Магістерська робота.
35. Технічний паспорт котла Хейзомат.
36. Керуючі клапани FLECK . <https://prom.ua/Upravlyayuschie-klapany-fleck.html>
- [37.](#) Каталог насосів IMP Pumps (Словенія) GHN. 2016.
38. Методика підбору циркуляційних насосів.
<https://volar.com.ua/ua/news/metodika-podbora-tsirkuliatsionnyh-nacocov.html>
- [39.](#) ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012 Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації. Київ, 2013р. 44с.
40. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні».Київ.2017р.
- 41.Довідник проектувальника. Теплові мережі. 1976р.
- [42.](#) Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загр. веществ различными производствами. Л: Гидрометеиздат, 1986.
43. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том1-3. Донецьк. 2002р-565с

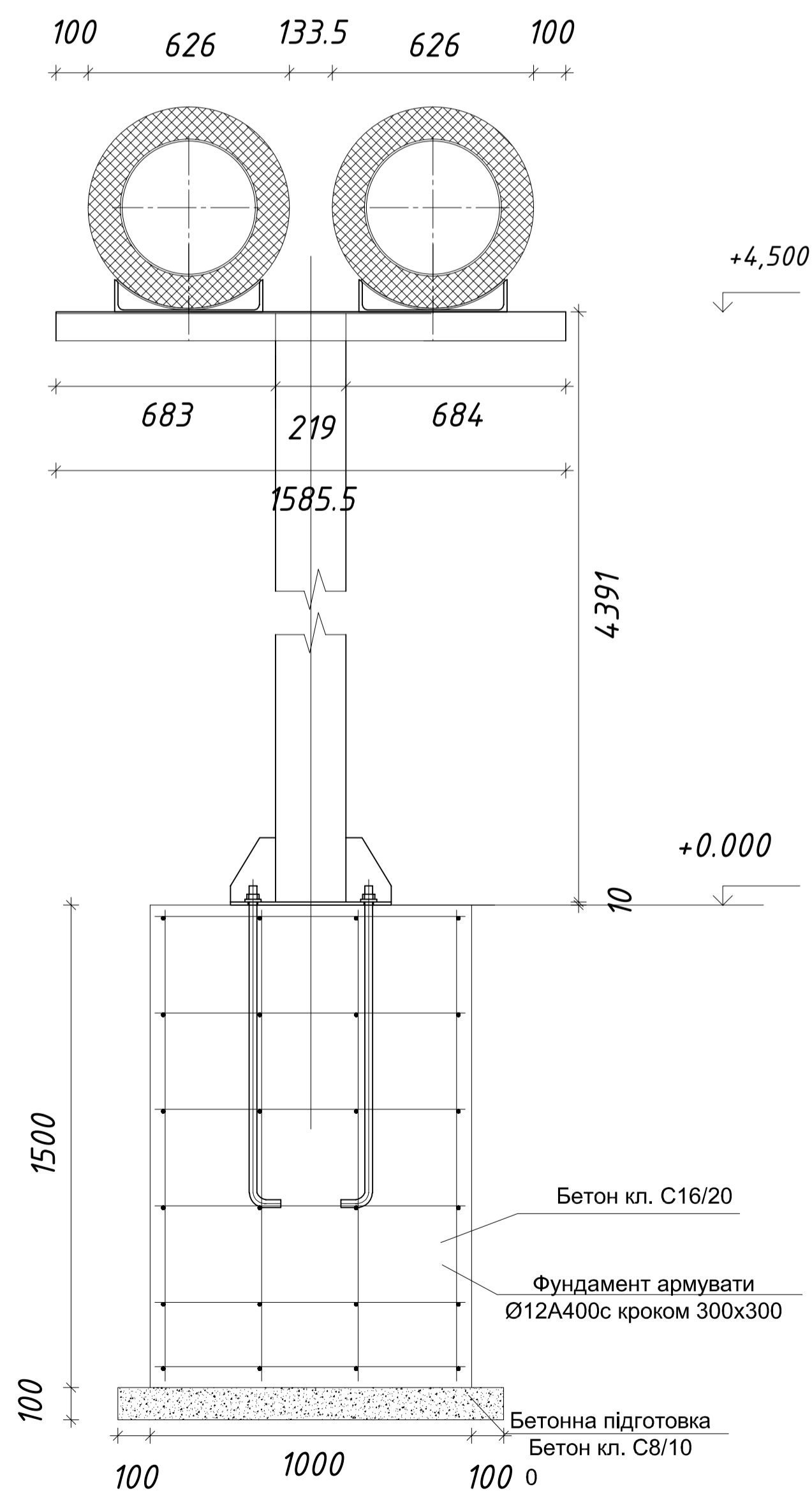
					201-пНТ 20238	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92



ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН
ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ, М 1:250



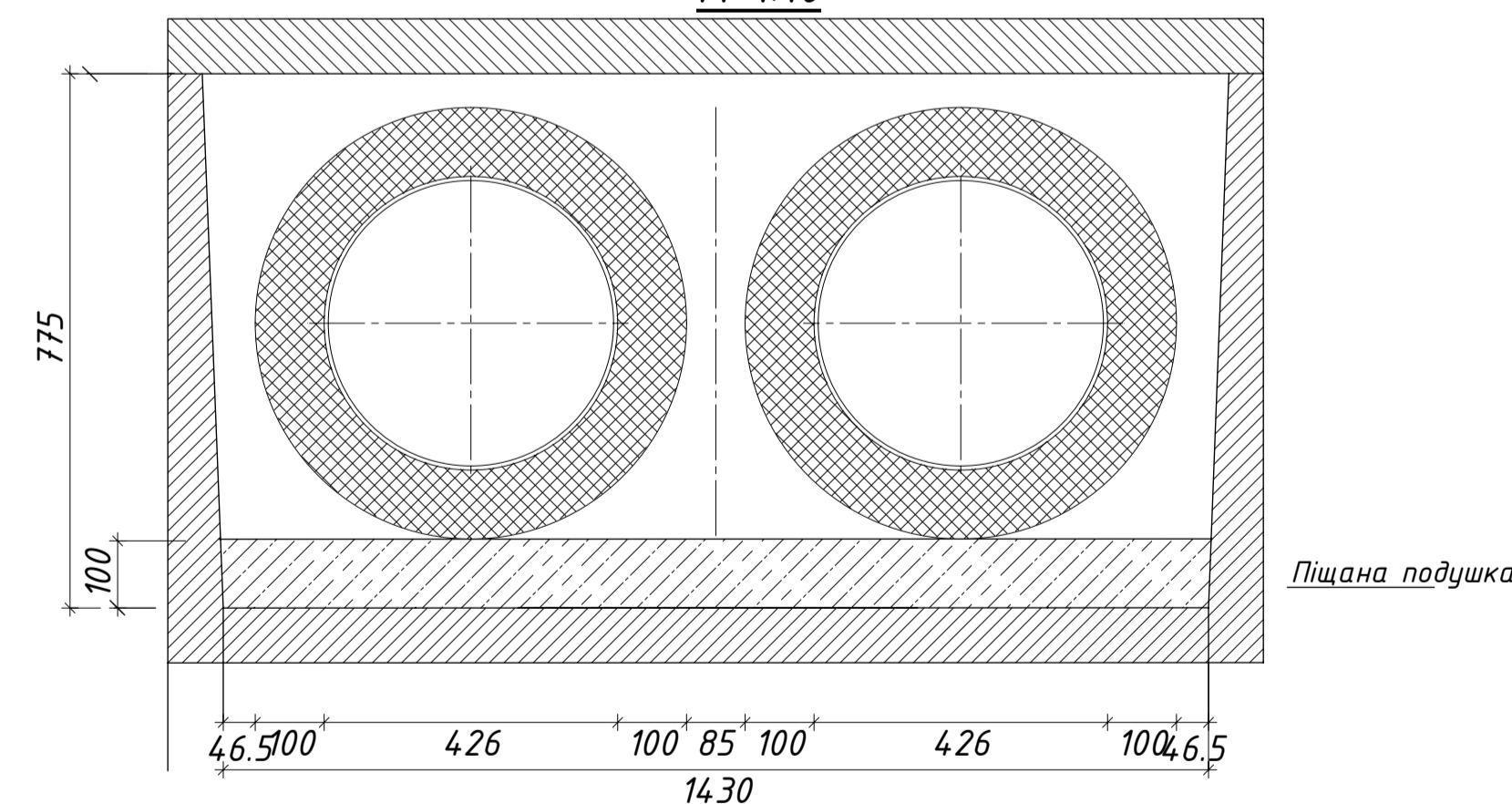
РОЗРІЗ 2-2
НАЗЕМНА ОПОРА
М 1:15



ВІДОМІСТЬ КРЕСЛЕНЬ

Лист	Найменування	Примітки
1	Загальні дані (початок)	
2	План на відм.+0,000. Розташування обладнання та трубопроводів М1:50 План на відм.+0,000. Розташування обладнання М1:50 План на відм.+0,000. Улаштування димоходів М1:50	
3	План покрівлі М1:50 Розріз 1-1. М1:50 Розріз 2-2, 3-3. М1:50 Розріз 4-4. М1:50	
4	Тепломеханічна схема котельні.	
5	Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі	

РОЗРІЗ 1-1
ПІДЗЕМНИЙ ЛОТОК
М 1:10



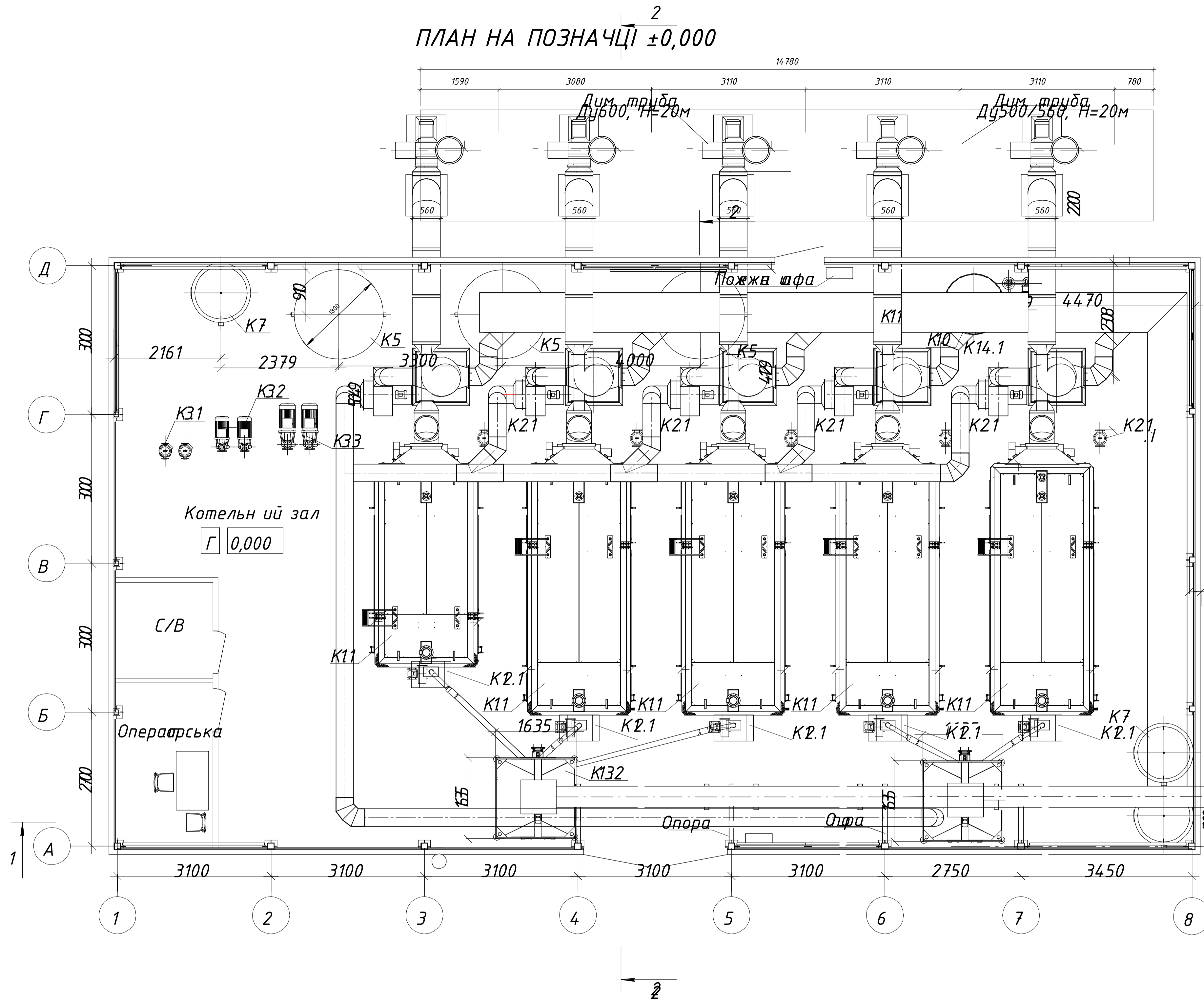
УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- територія майданчику
- організоване джерело викиду
- межа санітарно-захисної зони

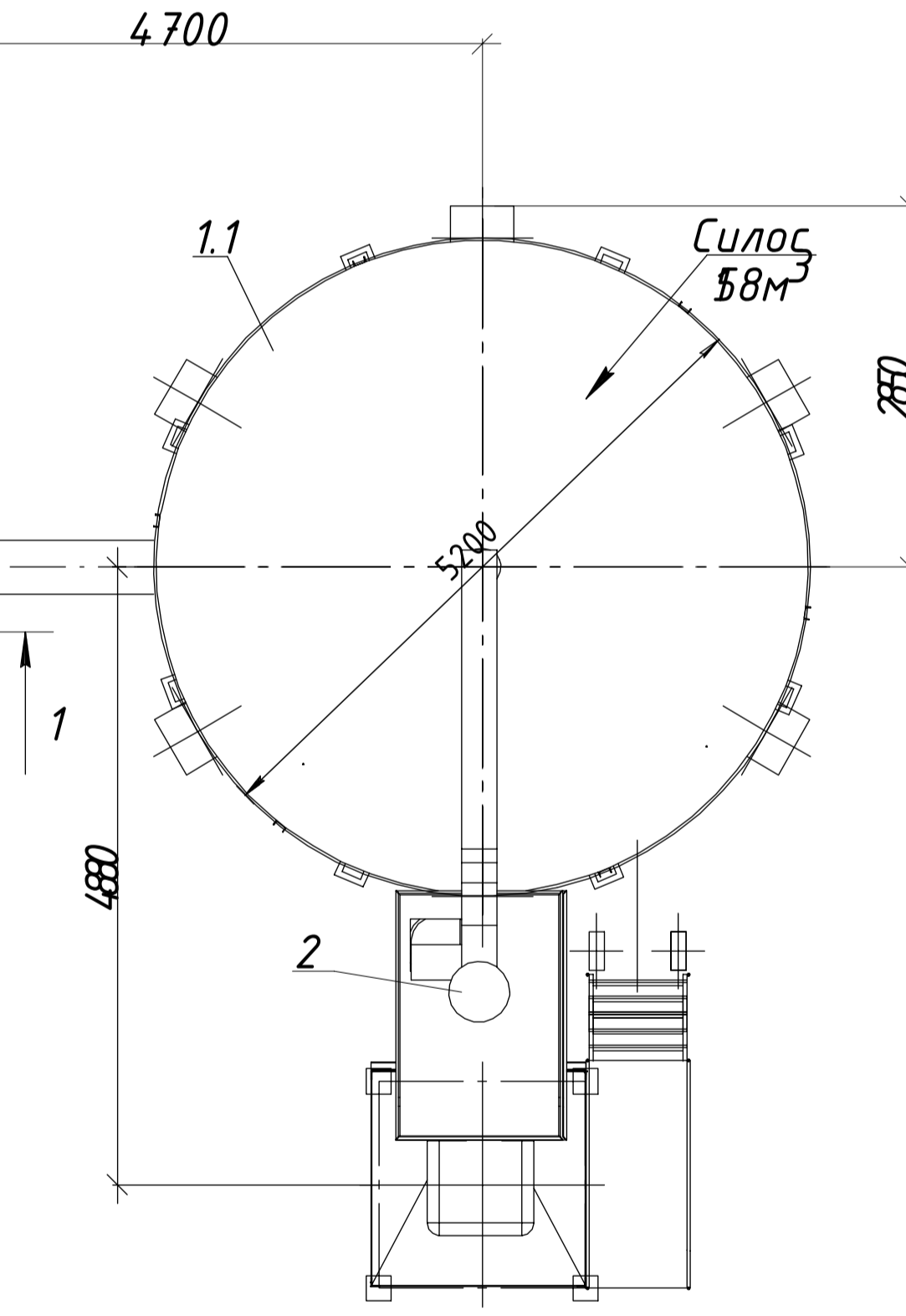
				ДР 201-пНТ 20238		
				Проектування котельні на RDF паливі в Полтавській області		
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	
Розробив	Кожушко Р.В.					
Керівник	Голік Ю.С.					
Перевірив	Лестріков С.Ю.					
				Загальні дані		
				Стадія	Аркуш	Аркушів
				ДР	1	5
				Ситуаційна карта-схема району розташування об'єкту проектування, М1:20000. Схема теплової мережі М 1:10000. Генеральний план об'єкту проектування, М 1:250. Розріз 1-1. М 1:10. Розріз 2-2. М 1:15. Відомість креслень. Умовні позначення.		
				Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Кафедра тепло-енергетичної вентиляції та теплотехніки		
				Зав. кафедри Голік Ю.С.		
				В/Ш = 594 / 841 (0.50x2)		
				Allplan 2011		

ПЛАН НА ПОЗНАЧЦІ ±0,000

ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.
	"Kilomat" RHK-AK 2000, 1900 кВт	Водогрійний твердопаливний	4
	"Kilomat" RHK-AK 1000, 980 кВт	Водогрійний твердопаливний	1
	Бункер V=158 м ³ для зберігання RDF-палива		1
	Норія стрічкова (цепна) ковшова продуктивність 25 т/годину		1
	3 Скрейповий конвейєр продуктивністю 20 т/годину		1
	3 Засувка електрична		1
	Бункер прийому RDF-палива V=2 м ³		1
	5 Гнучкий шнек		5
	6 KVIТ OPTIMA M, 2000 кВт	Пелетний паливник	4
	6 KVIТ OPTIMA M, 1000 кВт	Пелетний паливник	1
	K12.1 БПЛ-4000, V=4 м ³	Бункер RDF-палива	1
	K12.2 БПЛ-3000, V=3 м ³	Бункер RDF-палива	1
	K13.1 МЦН-800	Циклон	4
	K13.2 МЦН-600	Циклон	1

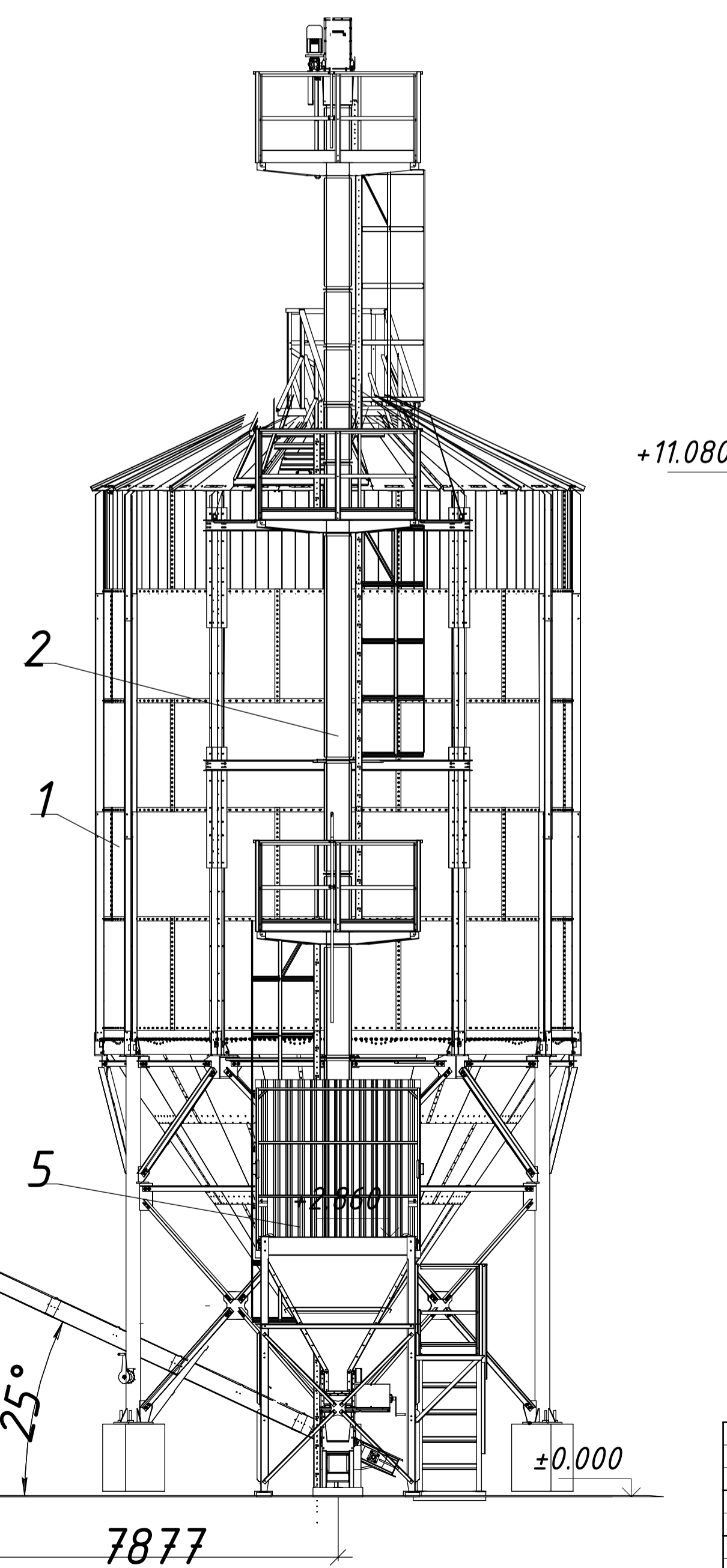
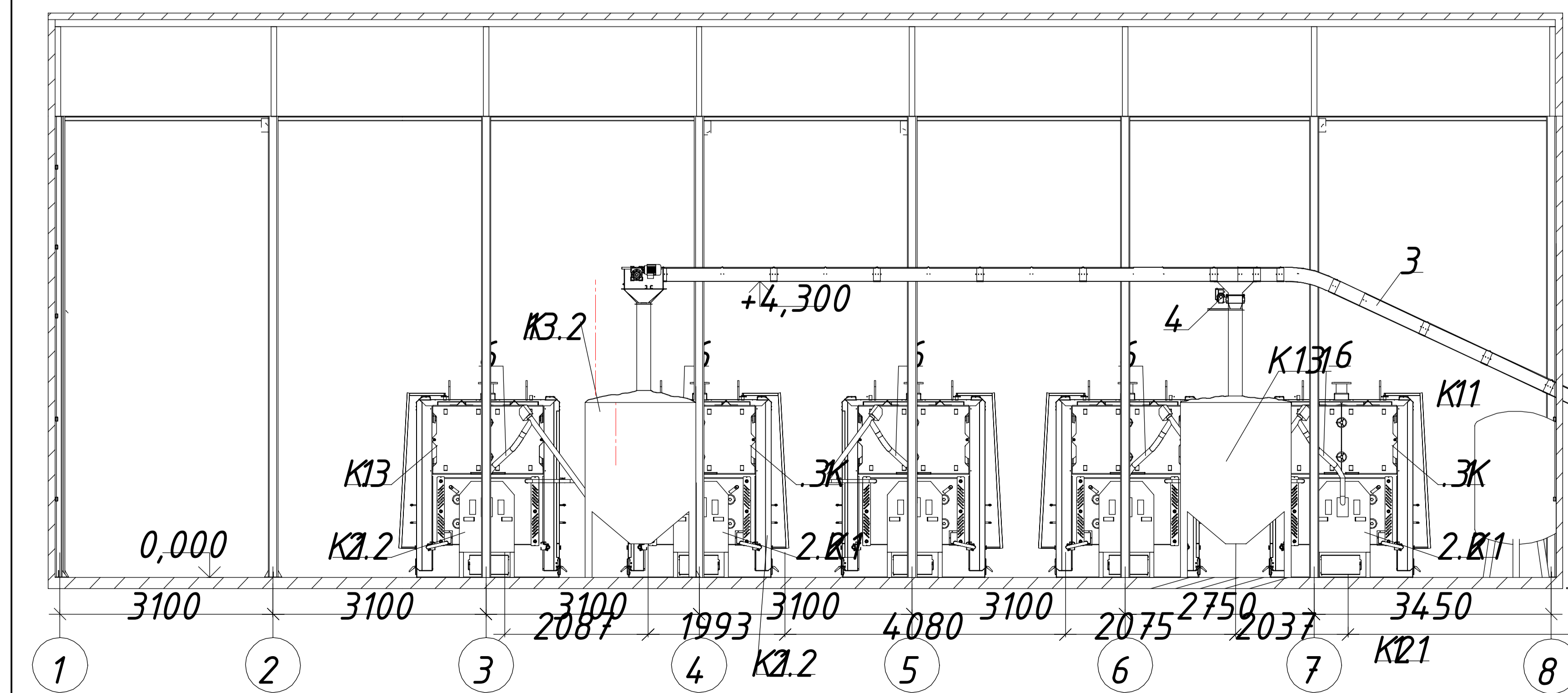
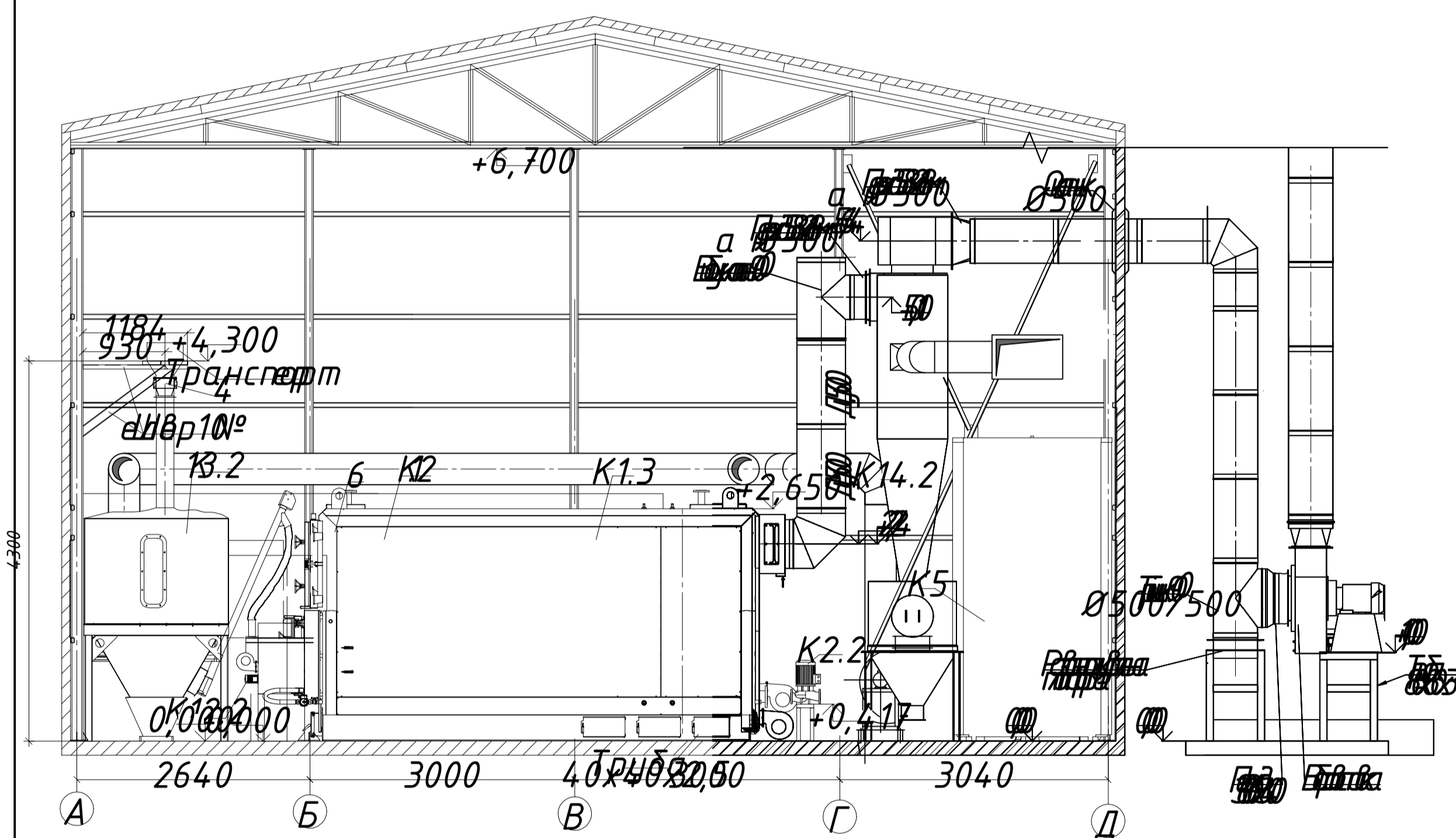


				ДР 201-пНТ 20238		
Проектування котельні на RDF паливі в Полтавській області						
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив	Кожушко Р.В.					План. Розрізи
Керівник	Голік Ю.С.					Стадія
Перевірив	Лестріков С.Ю.					Аркуш
						ДР 2 5
План на позначці +0,000. Розрізи 1-1, 2-2 М 1:75. Експлікація обладнання. Вигляд димової труди						Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" кафедра тепло-енергетичної вентиляції та теплотехніки
Зав. кафедри Голік Ю.С.						

ПЛАН НА ПОЗНАЧЦІ ±0,000

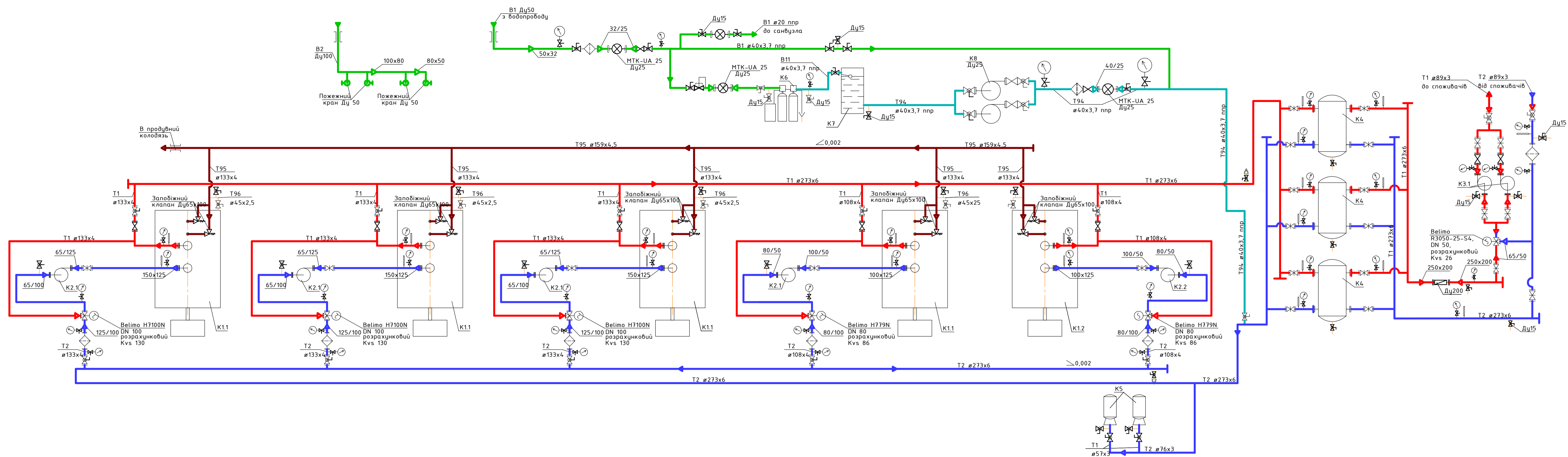
ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.
4	"Kizmat" RHK-AK 2000, 1900 кВт	Водогрійний твердопаливний	4
5	"Kizmat" RHK-AK 1000, 900 кВт	Водогрійний твердопаливний	1
	Бункер V=158 м ³ для зберігання RDF-палива		1
	Норія стрічкова (цепна) ковшова продуктивність 25 т/годину		1
	3 Скребокний конвеєр продуктивністю 20 т/годину		1
	3 Засувка електрична		1
	Бункер прийому RDF-палива V=2 м ³		1
5	Гнучкий шнек		5
6	6 кВт ОПТИМА М, 2000 кВт	Пелетний пальник	4
6	6 кВт ОПТИМА М, 1000 кВт	Пелетний пальник	1
K12.1	БПЛ-4000, V=4 м ³	Бункер RDF-палива	1
K12.2	БПЛ-3000, V=3 м ³	Бункер RDF-палива	1
K13.1	МЦН-800	Циклон	4
K13.2	МЦН-600	Циклон	1

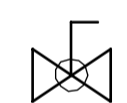

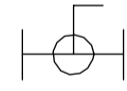
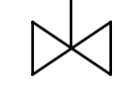





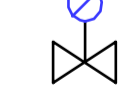




ДР 201-пНТ 20238				
Проектування котельні на RDF паливі в Полтавській області				
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис
Розробив	Кожушко Р.В.			
Керівник	Голік Ю.С.			
Перевірив	Лестріков С.В.			
План. Розрізи				Стадія
План на позначці +0,000. Розрізи 1-1, 2-2 М 1:75. Експлікація обладнання. Вигляд димової труди				Аркуш
				Аркушів
				ДР 2 5
Зав. кафедри				Голік Ю.С.
<small>В/Ш = 594 / 841 (0.50*2) Allplan 2011</small>				

ТЕПЛОМЕХАНІЧНА СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

-  - Кран кульовий прохідний муфтовий
-  - Засувка
-  - Кран кульовий прохідний вварний
-  - Кран кульовий для спуску води і повітря
-  - Автоматичний повітровідвідник
-  - Лічильник води крильчатий
-  - Термометр, манометр
-  - Витратомір тепла тахометричний
-  - Витратомір тепла ультразвуковий
-  - Антивібраційна вставка
-  - Кран автоматичний двоходовий двопозиційний
-  - Клапан електромагнітний відсічний

ПОЗНАЧЕННЯ ТРУБОПРОВОДІВ

- T1 - трубопровід прямої мережної води;
- T2 - трубопровід зворотної мережної води;
- T94 - трубопровід підживлючої води;
- T95 - трубопровід дренажний напірний;
- T96 - трубопровід дренажний безнапірний;
- B1 - трубопровід сирієї води;
- B11 - трубопровід пом'якшеної води.

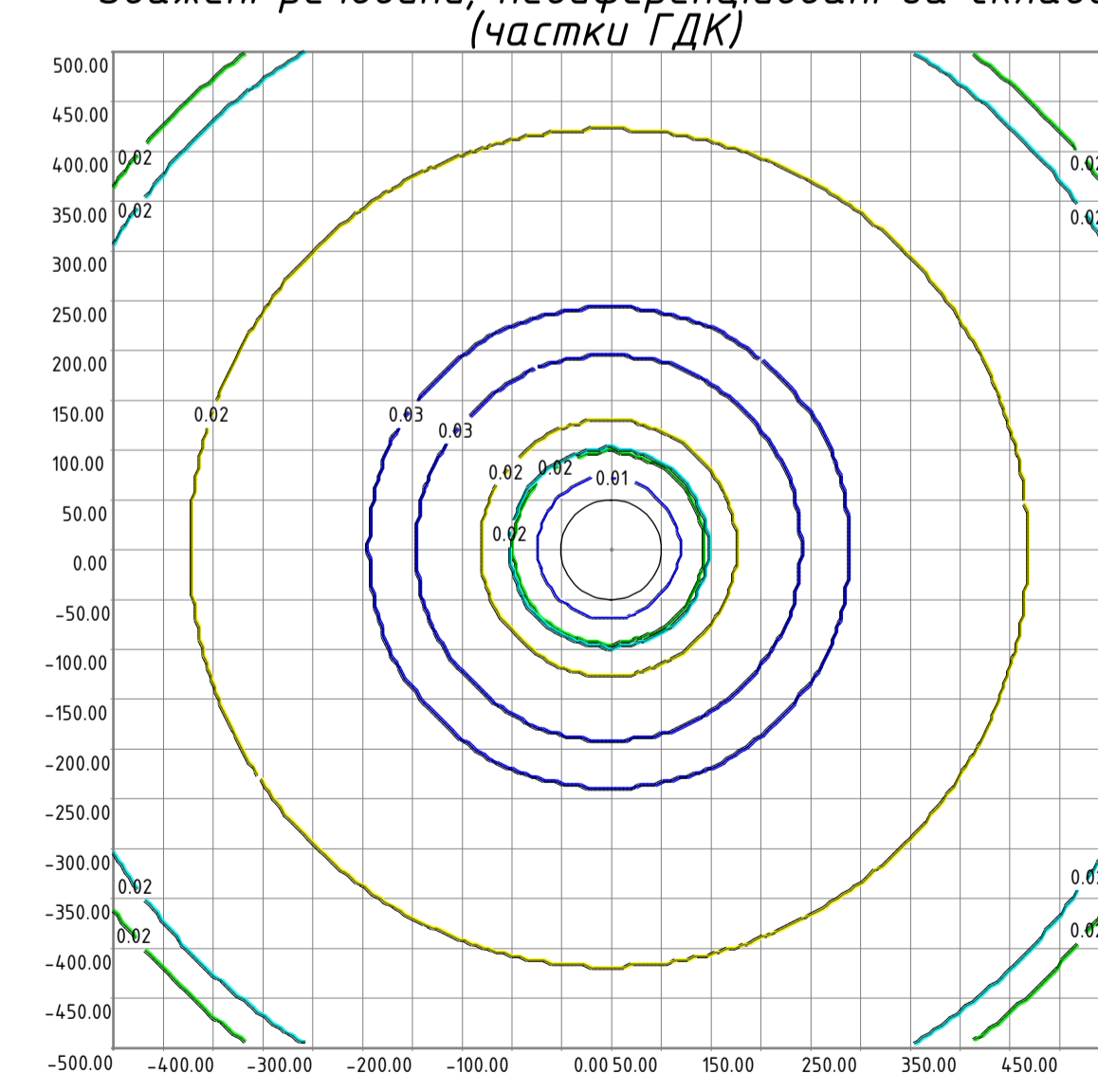
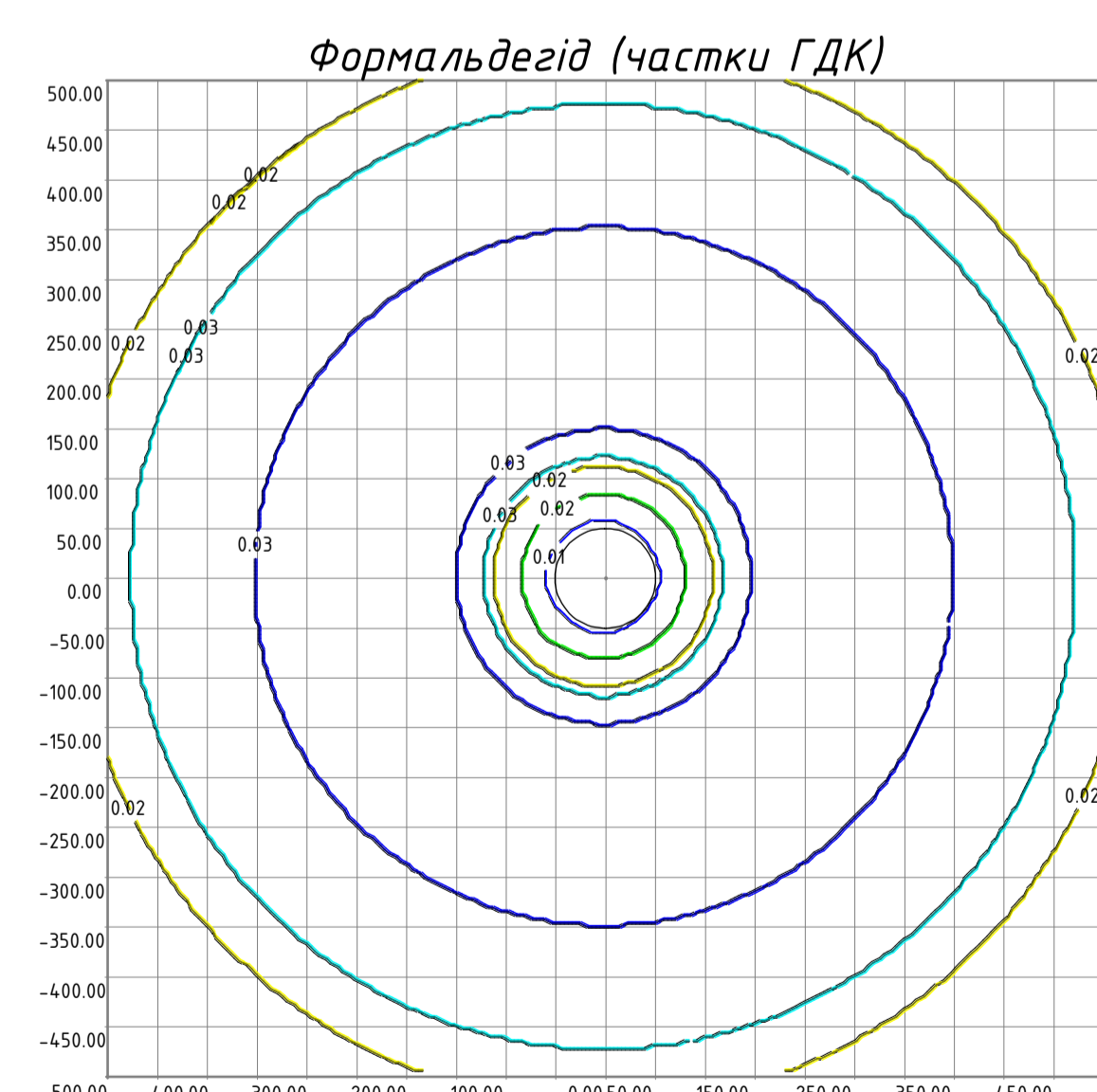
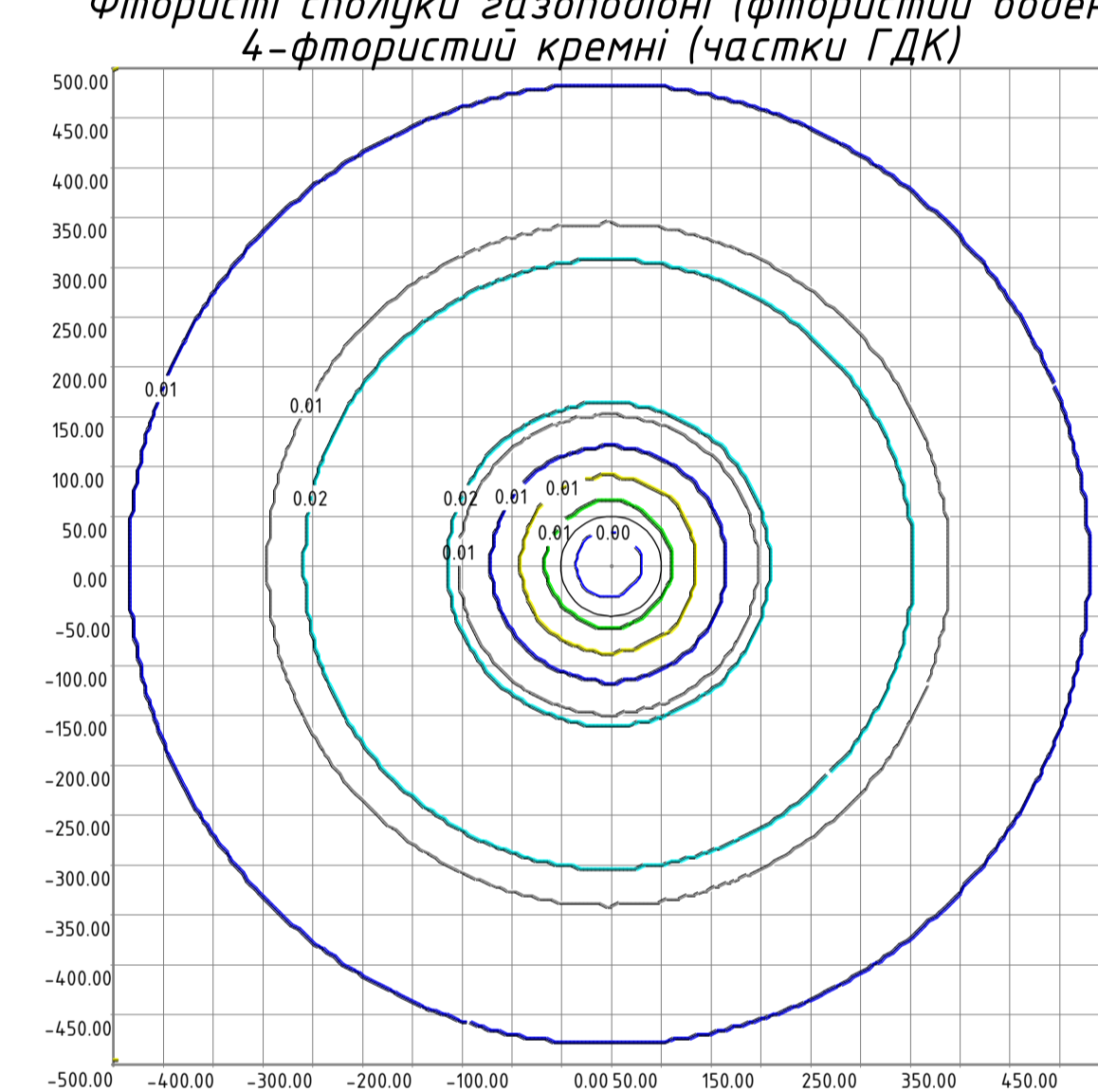
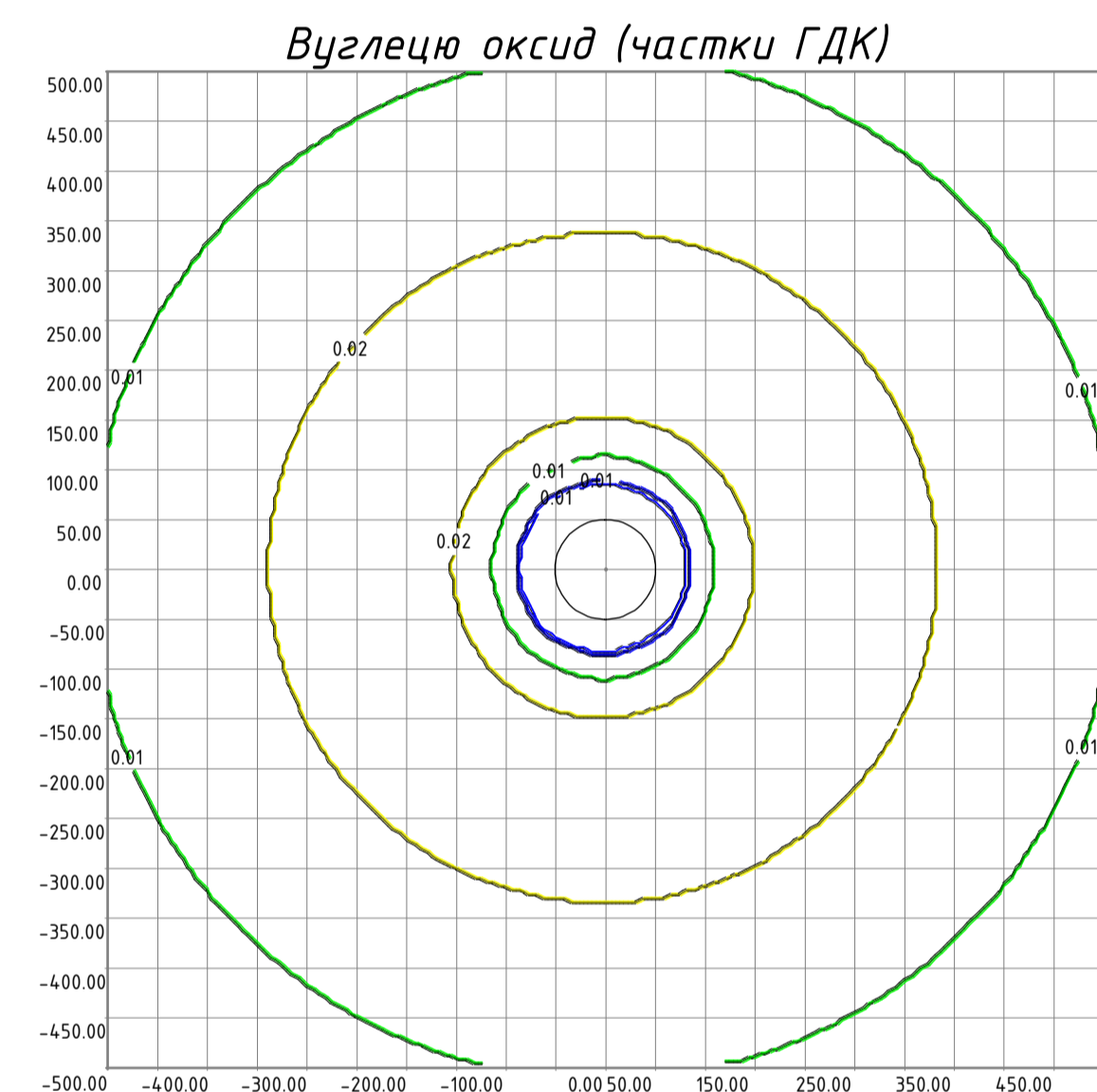
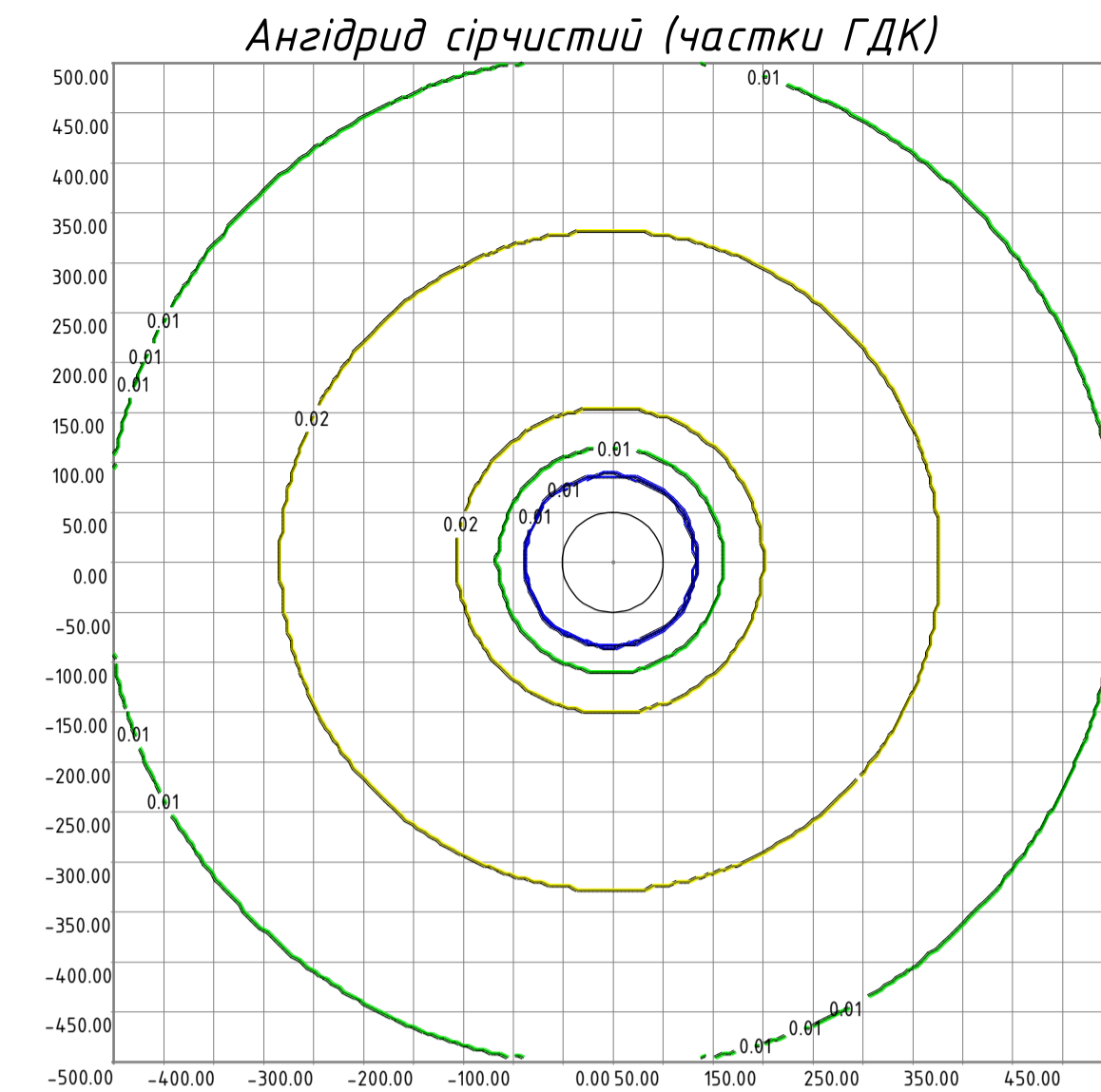
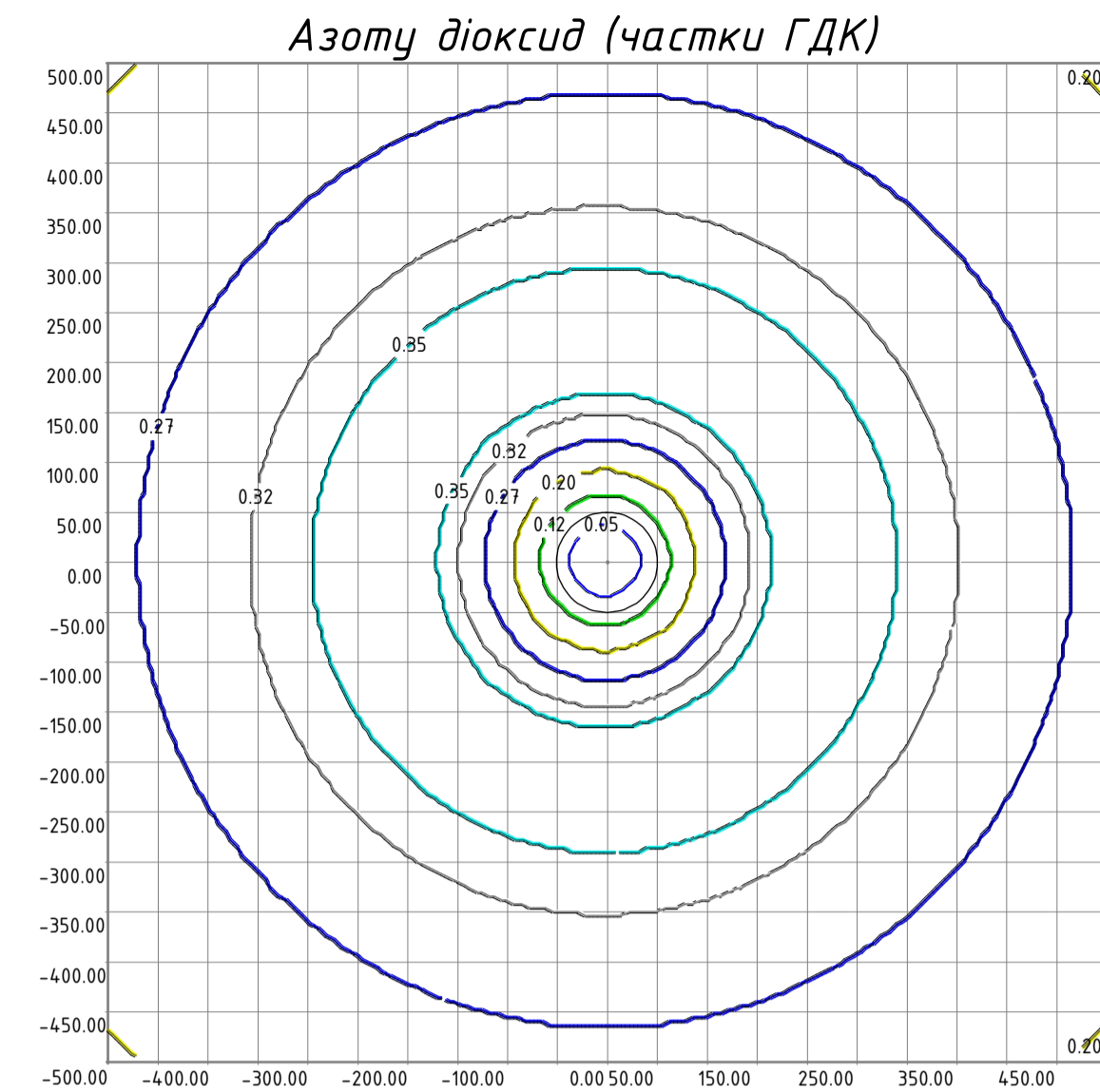
ЕКСПЛІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНОЇ

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.
K1.1	"Heizomat" RHK-АК 2000, 1990 кВт	Котел водогрійний твердопаливний	4
K1.2	"Heizomat" RHK-АК 1000, 990 кВт	Котел водогрійний твердопаливний	1
K2.1	IMP GHN 65-70F (69 м³/год.)	Насос котла	4
K2.2	IMP GHN 40-120F (35 м³/год.)	Насос котла	1
K3.1	IMP GHN basic 65-70F (93 м³/год., 3,5 м)	Мережний насос (1 роб., 1 резерв)	2
K5	6000 л	Бак-акумулятор	3
K7	2000 л	Розширювальний бак	3
K9	"Fleck" TS 95-21M	Установка пом'якшення води	1
K10	V=2 м³	Бак запасу підживної води верт.	1
K11	Wilo MHI 203 EPDM 3~ (G=2.8 м/год., H=20 м.в.ст.)	Насоси підживлення	2

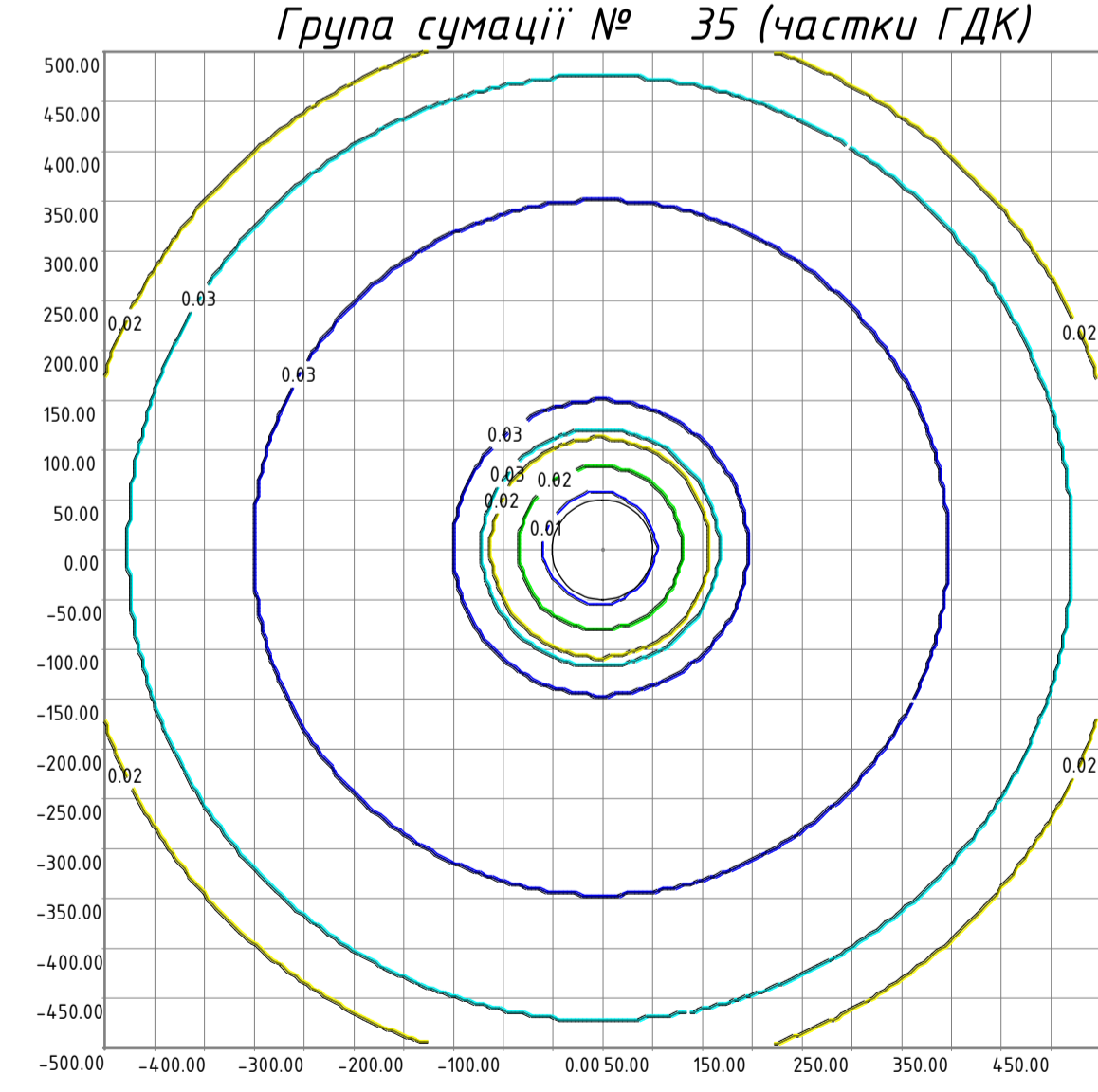
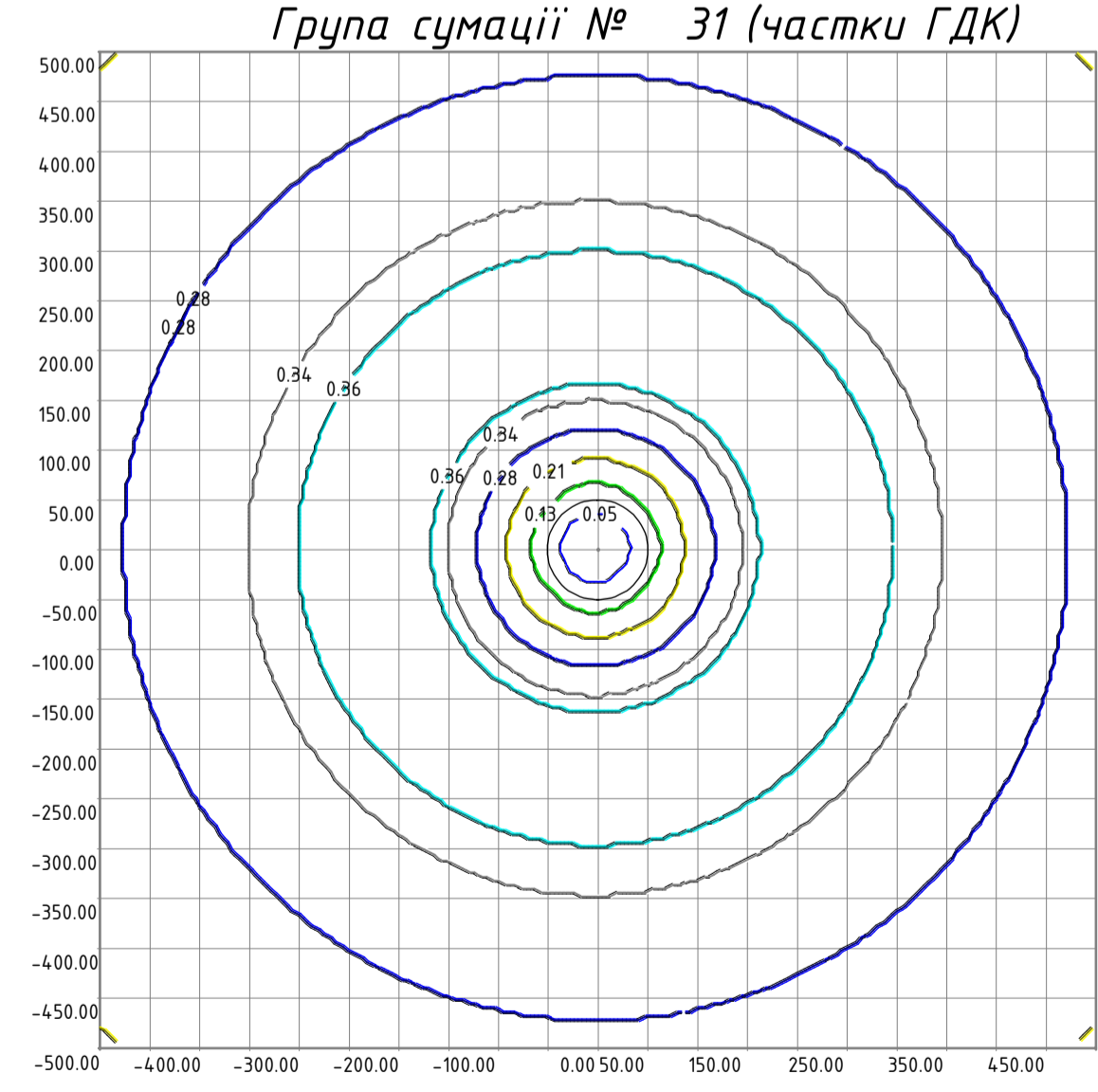
ДР 201-пНТ 20238			
Проектування котельні на RDF паливі в Полтавській області			
Зм. Кільк.	Арх. № док.	Підпис	Дата
Розробив	Кожушко Р.В.		
Керівник	Голік Ю.С.		
Перевірив	Лестріков С.Ю.		
Тепломеханічна схема котельні		Стадія	Аркуш
котельні		ДР	4 5
Тепломеханічна схема котельні. Експлікація обладнання котельні. Умовні позначення. Позначення трубопроводів.		Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка", кафедра тепло-енергетична, вентиляції та теплотехніки	
Зав. кафедрою	Голік Ю.С.		

КАРТИ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ М 1:6541

ТАБЛИЦЯ ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ ВИКІДІВ КОТЕЛЬНОЇ



Виробництво	Цех	Джерела утворення		Найменування джерела викиду	К-ть, шт	№ дж. викиду	Висота дж. викиду	Діаметр дж. викиду	Параметри газоповітряної суміші на виході з джерела викиду			Координати на карті-схемі, м	Газоочисне обладнання	Забруднюючі речовини	Викиди забруднюючої речовини										
		Найменування	К-ть годин в рік						Швидкість, м/с	Об'єм, м³/с	Температура, °С				ХУ	ХУ	ХУ	Без урахування заходів	З урахуванням заходів						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Підприємство конюшнякої теплоенергетики Котельня на RDF-паливо	"Heizomat" RHK-AK 2000 кВт №1	436В	Димова труба	1	1	20,00	0,5	8,36	1,64	160	3,1	0,0	МЦН-600	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	86	-	-	301	Азоту діоксид	0,7480	456,10	11,763	5,3429	456,10	11,763
		316	Водень хлористий	0,0017	1,04	0,027	0,0017	1,04	0,027																
		330	Ангідрид сірчистий	0,1020	62,20	1,604	0,0100	62,20	1,604																
		337	Вуглецю оксид	1,0200	621,95	16,040	0,0390	621,95	16,040																
		342	Фтористі газоподібні сполуки	0,0034	2,07	0,053	0,0034	2,07	0,053																
1325	Формальдегід	0,0136	8,29	0,214	0,0136	8,29	0,214																		
2902	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	0,4215	257,00	6,628	0,1224	36,00	1,925																		
"Heizomat" RHK-AK 2000 кВт №2	436В	Димова труба	12		20,00	0,5	8,36	1,64	160	6,2	0,0	МЦН-600	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	86	6	-	301	Азоту діоксид	0,7480	456,10	11,763	5,3429	456,10	11,763	
	316	Водень хлористий	0,0017	1,04	0,027	0,0017	1,04	0,027																	
	330	Ангідрид сірчистий	0,1020	62,20	1,604	0,0100	62,20	1,604																	
	337	Вуглецю оксид	1,0200	621,95	16,040	0,0390	621,95	16,040																	
	342	Фтористі газоподібні сполуки	0,0034	2,07	0,053	0,0034	2,07	0,053																	
1325	Формальдегід	0,0136	8,29	0,214	0,0136	8,29	0,214																		
2902	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	0,4215	257,00	6,628	0,1224	36,00	1,925																		
"Heizomat" RHK-AK 2000 кВт №3	436В	Димова труба	13		20,00	0,5	8,36	1,64	160	9,3	0,0	МЦН-600	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	86	6	-	301	Азоту діоксид	0,7480	456,10	11,763	5,3429	456,10	11,763	
	316	Водень хлористий	0,0017	1,04	0,027	0,0017	1,04	0,027																	
	330	Ангідрид сірчистий	0,1020	62,20	1,604	0,0100	62,20	1,604																	
	337	Вуглецю оксид	1,0200	621,95	16,040	0,0390	621,95	16,040																	
	342	Фтористі газоподібні сполуки	0,0034	2,07	0,053	0,0034	2,07	0,053																	
1325	Формальдегід	0,0136	8,29	0,214	0,0136	8,29	0,214																		
2902	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	0,4215	257,00	6,628	0,1224	36,00	1,925																		
"Heizomat" RHK-AK 2000 кВт №4	436В	Димова труба	14		20,00	0,5	8,36	1,64	160	9,3	0,0	МЦН-600	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	86	6	-	301	Азоту діоксид	0,7480	456,10	11,763	5,3429	456,10	11,763	
	316	Водень хлористий	0,0017	1,04	0,027	0,0017	1,04	0,027																	
	330	Ангідрид сірчистий	0,1020	62,20	1,604	0,0100	62,20	1,604																	
	337	Вуглецю оксид	1,0200	621,95	16,040	0,0390	621,95	16,040																	
	342	Фтористі газоподібні сполуки	0,0034	2,07	0,053	0,0034	2,07	0,053																	
1325	Формальдегід	0,0136	8,29	0,214	0,0136	8,29	0,214																		
2902	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	0,4215	257,00	6,628	0,1224	36,00	1,925																		
"Heizomat" RHK-AK 1000 кВт	436В	Димова труба	15		20,00	0,5	4,28	0,84	160	0	0,0	МЦН-600	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	86	6	-	301	Азоту діоксид	0,4080	485,71	6,425	0,4080	485,71	6,425	
	316	Водень хлористий	0,0017	0,83	0,011	0,0017	0,83	0,011																	
	330	Ангідрид сірчистий	0,0570	67,86	0,892	0,0570	67,86	0,892																	
	337	Вуглецю оксид	0,5900	702,38	9,280	0,5900	702,38	9,280																	
	342	Фтористі газоподібні сполуки	0,0018	2,14	0,029	0,0018	2,14	0,029																	
1325	Формальдегід	0,0068	8,10	0,107	0,0068	8,10	0,107																		
2902	Речовини суспендовані, недиференційовані за складом	0,2100	250,00	3,302	0,0790	35,00	1,249																		



— Нормативна санітарно-захисна зона

ДР 201-пНТ 2023В		Проектування котельні на RDF паливі в Полтавській області			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
Розробив	Кожушко Р.В.	Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі		Стадія	Аркуші
Керівник	Голік Ю.С.			ДР	5 / 5
Перевірив	Лестріков С.Ю.				
Таблиця параметрів джерел викидів. Карти розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі М 1:6541					Національний університет "Полтавська Політехніка" кафедра тепло-газоенергетики, вентиляції та теплоенергетики
Зав. кафедрою	Голік Ю.С.				