



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ



**ІНСТИТУТ
МІСЦЕВОГО
РОЗВИТКУ**

Звіт з техніко-економічного передпроектного дослідження щодо вибору оптимального варіанту реконструкції газової котельні по пров. Спартаківський, 8 у м. Миргороді

**Report on a pre-construction research (a feasibility study)
regarding the selection of the best scenario of the bio-fuel boiler
installation on 8, Spartakivsky Provulok in Myrhorod – Task 3.1**

Підготовлено в рамках виконання Угоди про спільні дії AID-121-A-13-00002 від 23 травня 2013 р. між Агентством США з міжнародного розвитку (USAID) та Всеукраїнською благодійною організацією «Інститут місцевого розвитку» для виконання Проекту «Місцеві альтернативні джерела енергії: м. Миргород»

Завдання 3.1

Інститут місцевого розвитку
04070 м. Київ, вул. Ігорівська 14 А
Тел: +38 044 428 7610/11, факс: +38 044 428 7612
office@mdi.org.ua, www.mdi.org.ua

**Лютий 2014 р.
Київ, Україна**

Погляди авторів, викладені у цьому документі, не обов'язково відображають думку Агентства США з міжнародного розвитку або уряду Сполучених Штатів Америки

ЗМІСТ

Executive Summary.....	3
Резюме	6
Вступ.....	9
1. Обґрунтування вибору майданчика для реалізації пілотного проекту з реконструкції існуючої газової котельні із встановленням біоенергетичного обладнання, яке використовуватиме солом у якості палива для виробництва теплової енергії	12
1.1. Основні нормативні вимоги, яких необхідно дотримуватись при виборі місця розташування пілотної біокотельні	12
1.2 Результат проведеного аналізу існуючих котельних централізованої системи теплопостачання м. Миргород.....	14
2. Обґрунтування вибору технічних рішень для виробництва енергії з твердого біопалива	19
2.1 Результат аналізу існуючого котельного устаткування для промислового спалювання твердого біопалива	19
2.2 Аналіз існуючих біоенергетичних проектів в Україні	21
2.3 Обґрунтування вибору оптимального виду палива із соломи для енергетичного використання на пілотній біокотельні	23
3. Обґрунтування вибору котельної установки для пілотної біокотельні	25
3.1 Критерії для оцінки споживчих якостей.....	25
3.2 Інформація по котельному обладнанню, яка надана виробниками, і характеристика споживчих якостей обладнання	27
3.3 Висновки	40
4. Вибір конкурентоздатних планувальних рішень на пілотній котельні	42
4.1 Концептуальне бачення принципів схем облаштування котелень	42
4.2 Опис принципів схем облаштування котельних за прийнятими варіантами.....	43
5. Висновки	49
Додаток 1. Схема генерального плану за варіантами реконструкції 1 і 2	50
Додаток 2. Схема генплану за варіантами реконструкції 3 і 4.....	51
Додаток 3. План котельні з існуючими котлами НІСТУ.....	52
Додаток 4. План котельні з робочими котлами НІСТУ і новими газовими котлами КСВа у процесі їх інсталяції за варіантами реконструкції 1 і 2	53
Додаток 4а. План котельні після інсталяції нових газових котлів і біокотла з оперативним прибудованим складом палива за варіантами реконструкції 1 і 2....	54
Додаток 5. Кошторисні розрахунки за варіантами реконструкції.....	55
Додаток 6. Чинні нормативні документи, вимоги які повинні бути враховані при проектуванні біокотельні.....	63
Додаток 7. Загальні характеристики котлів, призначених для спалювання соломи	64
Додаток 8. Технічні характеристики котлів, призначених для спалювання соломи.....	65

Executive Summary

This Report on a pre-construction research (a feasibility study) regarding the selection of the best scenario of the bio-fuel boiler installation on 8, Spartakivsky Provulok in Myrhorod was prepared in the framework of the fulfillment of the Task 3 of the Work Plan 2014 of the USAID Project “Local Alternative Energy Solutions in Myrhorod” (LAESM). This report was prepared by the Private Enterprise “Energobud” that was subcontracted by the Municipal Development Institute, the implementer of the LAESM Project, for this specific task.

This Report is based on the already existing and prepared in the framework of the LAESM Project reports and documents relative reconstruction of the existing gas boiler house on 8, Spartakivsky Provulok in Myrhorod and installation of a bio-fuel boiler that would use straw as a bio-fuel.

This Report consists of five sections and 8 annexes.

Section 1 of this Report consists of the results of the justified selection of a location for the bio-fuel boiler and reconstruction of the existing gas boiler house in Myrhorod. Based on the analysis of the current laws and regulations, there were formulated the criteria based on which a pilot project location was selected. Out of all existing locations examined, the location of 8, Spartakivsky Provulok was found as the most suitable for the pilot bio-boiler project.

Section 2 of this Report describes the selected justified engineering solutions for production of bio-energy from the solid bio-fuel. First of all, a list of straw-burning boilers which could be used for the automatic production of heat energy was prepared. Secondly, there was produced a list of bio-energy projects which are implemented/were implemented in Ukraine and the data on the use of biomass for heat energy production in Ukraine.

For the purpose of selection of the best form of straw that would be used for energy purposes at the pilot bio-boiler, corresponding surveys and analysis were conducted and straw granules and straw packs were compared. As a result, it was concluded that the rectangular straw packs is the best form of straw for the pilot bio-fuel boiler.

Section 2 of this Report also presents the analysis of the technologies and equipment that are used for heat energy production from straw packs and that could be used by the pilot bio-boiler. Section 2 also presents a list of companies – potential suppliers of the bio-boiler and the complementary equipment. It is recommended to install an industrial automated bio-boiler that would use the packed straw of grain crops. The main distinctive features about the bio-boilers proposed by the producers of bio-boilers are a bio-fuel feeding technology that the bio-boiler design depends on and the need in the complementary equipment.

Section 3 of this Report presents the results of the justified selection of a bio-fuel boiler. The bio-boiler was selected based on the special selection criteria which were the following:

1. A bio-fuel that will be used by the bio-boiler;
2. A bio-fuel feeding technology;
3. Thermal stress of a furnace of the bio-boiler;
4. A design factor of the coefficient of efficiency of the bio-boiler;
5. Ashes removal from the furnace;
6. Placement of the bio-boiler and complementary equipment in the existing gas boiler house;
7. Kitting;
8. A system that allows for the automatic cleaning of heating surfaces;
9. Support service;
10. Automation and control;

11. Assessment of the quality of smoke treatment;
12. Assessment of reliability and overall quality of the equipment package.

Based on these criteria and on the specific equipment cost, the equipment of the following producers were assessed from the perspective of the consumption-related qualities of bio-boilers and the equipment that will be used for the industrial burning of straw packs: Hurst (US); KWN (Poland); Lin-Ka (Denmark); VERNR (Czech Republic); BGP (The Netherlands); Kriger (Ukraine); Unicomfort (Italy); Комкоут (Belarus). The results of the assessment are presented in the comparative Table 7. It was concluded that the bio-boilers of Комкоут (Belarus) and Lin-Ka (Denmark), and the Ukrainian producer Kriger are recommended for the pilot bio-boiler project. The final selection will be made in the course of preparation of project documentation and concurred with USAID.

Section 4 of this Report presents the results of selection of the competitive planning solutions at the pilot bio-boiler location. The proposed design and engineering solutions regarding equipment placement fully comply with the pre-defined standard requirements to the placement of the bio-fuel boiler on the selected location. Four scenarios were proposed, with a preliminary feasibility study prepared for each of the four scenarios, and main operating costs and capital expenditures defined.

Scenario 1 provides for the reconstruction of the existing gas boiler house and replacement of the obsolete gas boilers, thus leaving much free space for a bio-fuel boiler and the complementary equipment. Under this scenario the Ukrainian “Kriger” bio-boiler is recommended for placement in the existing gas boiler house, with a combustion products removal system and smoke pipes being separate for the gas boilers and for the bio-fuel boiler. The operating storage facility will be attached to the front wall of the boiler house and will provide for a 3-day straw stock. *The rough cost of this scenario is UAH 2 769 327.*

Scenario 2 has the only difference from the scenario 1 that is the type of a bio-fuel boiler. It is proposed to install the Dutch Lin-Ka bio-fuel boiler. *The rough cost of this scenario is UAH 4 398 898.*

Scenario 3 provides for the installation of the Ukrainian “Kriger” bio-fuel boiler in the new building attached to the existing gas boiler-house and to the operating storage facility. The replacement of the obsolete gas boiler is not envisaged. *The rough cost of this scenario is UAH 2 597 185.*

Scenario 4 has the only difference from the scenario 3 that is the type of the bio-fuel boiler. It is proposed to install the Dutch Lin-Ka bio-fuel boiler. *The rough cost of this scenario is UAH 4 226 760.*

The above four scenarios are compared in the Table 8.

For the pilot bio-fuel boiler project, **scenario 1 is recommended**. This scenario provides for the following engineering solutions regarding reconstruction of the existing gas boiler house:

1. Full reconstruction of the existing gas boiler house. More specifically, it includes the replacement of the obsolete gas boilers and leaving much space for the installation of a bio-fuel boiler and the complementary equipment.
2. Installation of the bio-fuel boiler that would use straw as a bio-fuel. Installation of the complementary equipment in the existing gas boiler house.
3. Construction of the operating storage facility and installation of a packed straw feeding line.
4. Arranging a service road to the operating storage facility and a place where ashes will be collected.

5. Arranging fire-extinguisher reservoirs and other equipment.

Thus, the recommended scenario of reconstruction of the existing gas boiler house will allow for the significant reduction of the consumption of natural gas and increasing the efficiency coefficient of heat energy production by the bio-fuel boiler, with minimum capital expenditures and operating costs. It is envisaged that the basic heat load – about 75% - will be covered by the bio-fuel boiler that would use the packed straw as a bio-fuel; the peak heat load – about 25% - will be covered by gas boilers. The pilot bio-fuel boiler is expected to produce about 5% of the heat energy in the overall energy balance of Myrhorod.

Section 5 of this Report presents the conclusions which can be summarized as follows:

- The best economically feasible scenario is the installation of a 1 megawatt bio-fuel boiler (made in Ukraine) in the existing gas boiler house and the replacement of the obsolete gas boilers. This approach provides for removing five low-efficient natural gas boilers and installation of the modern flue boilers which have the highly efficient blowing burners and have the total efficiency of 2 megawatt. This leaves much space for the installation of the bio-fuel boiler in the boiler house and ensures the automated operating regime of the boiler house and does not provide for suspending its operations.
- Installation of the new gas boilers will result in the reduction of service personnel, automation of operations of the boiler house, increased effectiveness of the boiler house in general, efficient consumption of natural gas, and shift to an unmanned operation of gas boilers.
- This scenario provides for reengineering of the mechanocaloric equipment of the boiler house (network and make-up pumps, pipelines for the heat carrier), installation of a separate smoke pipe for the bio-fuel boiler, renovation of the existing gas boiler house building (floor, ceiling, walls, windows) and construction of the operating biomass storage facility that will be attached to the wall of the existing gas boiler house.

Резюме

Цей Звіт з техніко-економічного передпроектного дослідження щодо вибору оптимального варіанту реконструкції газової котельні по пров. Спартаківський, 8 у м. Миргороді підготовлений в рамках виконання Завдання 3 Робочого плану Проекту USAID «Місцеві альтернативні джерела енергії: м. Миргород» (МАДЕМ). Виконавець техніко-економічного передпроектного дослідження – ПП «Енергобуд» (м. Полтава) в рамках договору з виконавцем Проекту МАДЕМ - ВБО «Інститут місцевого розвитку».

Звіт ґрунтується на попередніх розробках і є узагальненням основних напрацювань та досліджень Проекту МАДЕМ на передпроектному етапі в рамках реалізації пілотного проекту з реконструкції газової котельні по пров. Спартаківський, 8 у м. Миргороді із встановленням біоенергетичного генеруючого обладнання.

Звіт складається з 5 розділів і 8 додатків.

Розділ 1 Звіту містить результати обґрунтування вибору майданчика для реалізації пілотного проекту з реконструкції газової котельні у м. Миргороді. На основі проаналізованої існуючої законодавчої і нормативної документації сформовані критерії, відповідно до яких відбувався відбір майданчика. З усіх промислових майданчиків існуючих котельень системи централізованого теплопостачання м. Миргорода найбільш прийнятним для розміщення біокотлів і використання біомаси як палива у пілотному проекті впровадження альтернативних джерел енергії в системі теплопостачання м. Миргород є промисловий майданчик котельні по **пров. Спартаківський, 8**.

Розділ 2 Звіту містить результати обґрунтування вибору технічних рішень для виробництва енергії з твердого біопалива. В першу чергу був сформований перелік виробників соломоспалюючого котельного устаткування, призначеного для автоматизованого виробництва теплової енергії, а також перелік існуючих біоенергетичних проектів в Україні та дані щодо використання біомаси для виробництва теплової енергії в Україні.

Для визначення оптимальної форми соломи, придатної до енергетичного використання на пілотній біокотельні, проведені відповідні дослідження, які ґрунтуються на порівнянні використання гранульованої соломи власного виробництва та тюкованої соломи. В результаті визначено, що для виробництва теплової енергії в якості біопалива на пілотній біокотельні більш економічно доцільно використовувати прямокутні промислові тюки соломи.

Також у Розділі 2 виконаний аналіз технологій та обладнання для отримання теплової енергії із тюкованої соломи, які можливо застосувати на пілотній біокотельні, та сформований перелік компаній – потенційних учасників пілотного проекту.

Рекомендується використання автоматизованого промислового біокотла, який в якості палива може використовувати тюковану солому злакових культур. Головною відмінністю котельного устаткування, яке пропонують різні виробники, можна назвати: технологію подачі біопалива в котел, від якої залежить конструкція самого біокотла, та необхідність у додатковому устаткуванні.

Розділ 3 Звіту містить результати обґрунтування вибору котельної установки для пілотної біокотельні. Для відбору сформовані спеціальні критерії оцінювання, згідно з якими проводився аналіз споживчих якостей котлів, які розглядаються як потенційні для встановлення на котельні по провулку Спартаківський, 8 у м. Миргород. Це такі критерії:

1. За видом палива, що використовується.
2. За принципом завантаження палива в котел.

3. За рівнем теплового напруження топки котла.
4. За розрахунковим коефіцієнтом корисної дії котла.
5. За способом видалення золи з топки котла.
6. За можливістю розміщення котельного обладнання в існуючому приміщенні.
7. За рівнем комплектації.
8. За наявністю системи автоматичної очистки поверхонь нагріву.
9. За сервісним обслуговуванням.
10. За рівнем автоматизації і диспетчеризації.
11. За оцінкою якості очистки димових газів.
12. За оцінкою надійності і загальної якості комплекту обладнання.

На основі цих критеріїв та приведеної питомої вартості обладнання проведена оцінка споживчих якостей котельного устаткування, призначеного для автоматизованого спалювання тюкованої соломи, таких виробників: Hurst (США); KWN (Польща); Lin-Ka (Данія); VERNR (Чехія); BGP (Голландія); Kriger (Україна); Unicomfort (Італія); Комконт (Білорусь). В результаті аналізу сформована порівняльна таблиця 3.3.1. споживчих якостей котельного устаткування. Для забезпечення процесу автоматизованого вироблення теплової енергії з тюкованої соломи на пілотній біокотельні рекомендується використання обладнання компаній Комконт (Білорусь), компанії Lin-Ka (Данія) та устаткування вітчизняного котлозаводу Крігер. Остаточний вибір постачальника буде зроблено на етапі підготовки проектної документації та погоджено з USAID.

Розділ 4 Звіту містить результати вибору конкурентоздатних планувальних рішень на пілотній біокотельні. Запропоновані конструктивні та технічні рішення стосовно розміщення обладнання повністю відповідають раніше визначеним нормативним вимогам до розміщення пілотної біокотельні на відібраному майданчику. До розгляду пропонується чотири варіанти можливого розташування елементів твердопаливної котельні. По кожному з варіантів проведено попереднє техніко-економічне дослідження та визначені основні експлуатаційні та капітальні затрати.

- 1) Згідно з першим варіантом, передбачається реконструкція існуючої газової котельні із заміною всього тепломеханічного обладнання, зокрема: заміна газових котлів НІСТУ на сучасні КСВ. Таким чином, значно звільняється вільне місце в існуючій споруді котельні, яке можливо використати для розміщення біопаливного обладнання. Зокрема, в даному варіанті пропонується використовувати котельне обладнання компанії Kriger, яке можливо розмістити в будівлі існуючої котельні. При цьому, система видалення продуктів спалювання та димові труби будуть окремими для газових котлів та біокотла. Передбачається, що оперативний склад буде прибудований до фронтальної стіни котельні та вміщуватиме триденний запас соломи. ***Орієнтовна вартість такого варіанту реконструкції котельні становить близько 2 769 327 грн.***
- 2) Другий варіант відрізняється від першого тільки типом котельного устаткування, яке пропонується для використання: Lin-Ka. ***Орієнтовна вартість такого варіанту реконструкції котельні становить близько 4 398 898 грн.***
- 3) Третій варіант передбачає розміщення котельного обладнання компанії Kriger у новій споруді, прибудованій до існуючої газової котельні та до оперативного складу біопалива, який розміщуватиметься на вільній території майданчика котельні. Заміна існуючого устаткування та котлів у існуючій газовій котельні не передбачається. ***Орієнтовна вартість такого варіанту реконструкції котельні становить близько 2 597 185 грн.***
- 4) Четвертий варіант реконструкції відрізняється від третього типом котельного устаткування, яке передбачається використовувати для пілотної біокотельні: Lin-

Ка. *Орієнтовна вартість такого варіанту реконструкції котельні становить близько 4226 760 грн.*

В результаті сформована порівняльна таблиця 4.1.2, де приведені основні експлуатаційні та капітальні затрати для запропонованих варіантів реконструкції котельні. Для пілотного проекту пропонується застосовувати **перший варіант** схеми облаштування біокотельні, який концептуально пропонує наступні технічні рішення з реконструкції котельні:

1. Повна реконструкція існуючої газової котельні. Зокрема, заміна газових котлів та звільнення місця для встановлення біокотла та допоміжного устаткування.
2. Встановлення котла на соломі та допоміжного устаткування в будівлі існуючої газової котельні.
3. Будівництво оперативного складу біопалива та встановлення на ньому лінії подачі тюкованої соломи.
4. Організація під'їзду до оперативного складу та місця збору золи.
5. Влаштування протипожежних резервуарів та іншого устаткування.

Таким чином, рекомендований варіант реконструкції біокотельні дозволить суттєво скоротити споживання природного газу та підвищити ККД вироблення теплової енергії на біокотельні при мінімальних капітальних та експлуатаційних затратах. Передбачається, що після реалізації пілотного проекту на біокотельні базове теплове навантаження покриватиме біокотел, який використовуватиме тюковану солому в якості біопалива – близько 75%; пікове теплове навантаження забезпечуватимуть нові газові котли – близько 25%. В загальному енергобалансі міста вироблення теплової енергії біокотлом становитиме близько 5%.

Вступ

На сьогодні в рамках виконання Проекту «Місцеві альтернативні джерела енергії: м. Миргород» (МАДЕМ) виконано низку досліджень, які створюють умови для реалізації пілотного проекту з реконструкції існуючої газової котельні у м. Миргород і улаштування в ній біокотла, який працюватиме на місцевому альтернативному виді палива – соломі:

1. Проаналізовано поточне законодавство, політику оподаткування та нормативні документи, що регулюють використання альтернативних джерел енергії (біомаси), визначено рекомендації стосовно сприяння ефективному виконанню проекту. Результатом аналізу стала підготовка Звіту «Виробництво теплової енергії із біомаси: аналіз законодавства, регуляторних аспектів і податкової політики та рекомендації щодо необхідних змін у чинному законодавстві та для сприяння впровадженню пілотного проекту в м. Миргород». Звіт презентовано зацікавленим сторонам 17-18 грудня 2013 р. у м. Полтаві.
2. Досліджено енергетичний потенціал біомаси Миргородського району, на основі якого визначено соломі зернових культур як найбільш доцільну для використання в якості біопалива для потреб комунальної теплоенергетики.
3. Проведено маркетингове дослідження ринку соломи та її постачальників для потреб пілотного проекту котельні з використанням біомаси. Створено Ресурсно-логістичний центр з розвитку біоенергетики у Миргороді для роботи з фермерами, сільськогосподарськими та іншими підприємствами, для яких біомаса є відходами сільськогосподарської діяльності. Триває процес укладання меморандумів про співпрацю з агровиробниками в рамках реалізації пілотного проекту.
4. Проаналізовано наявні технічні рішення для виробництва енергії з біомаси (соломи): виконано аналіз існуючого котельного устаткування для промислового спалювання твердого біопалива, обґрунтовано вибір оптимального виду палива з соломи для потреб пілотної біокотельні, зібрано необхідну інформацію для розробки ТЕО пілотного проекту біокотельні.
5. Проведено дослідження щодо вибору місця розташування пілотної біокотельні з урахуванням вимог містобудівних умов і обмежень; чинних нормативних документів; вимог до об'єктів щодо забезпечення стійкості та надійності; забезпечення безпеки життя і здоров'я людини та захисту навколишнього природного середовища; вимог протипожежного захисту; раціонального використання енергії; забезпечення охорони праці та експлуатаційної надійності.

В рамках подальшої реалізації пілотного проекту із спорудження біокотельні на базі існуючої газової котельні в м. Миргороді на сьогодні актуальними є питання отримання містобудівних умов і розробка проекту котельні з використання біомаси.

Аналіз містобудівельних, екологічних, санітарних і протипожежних вимог, нормативної і законодавчої документації показує, що за існуючого стану будівництво котельні з використанням біомаси у м. Миргороді можливе лише на промисловій ділянці діючої котельні по пров. Спартаківський, 8, за умови реконструкції цієї котельні та коригування розмірів санітарно-захисної зони.

Аналіз нормативної документації щодо надійності відпуску теплоти споживачам різних категорій, що є приєднані до централізованих систем теплопостачання, дали

можливість сформувати у ході виконання проекту наступну концепцію розвитку біотеплоенергетики як у регіоні, так і в цілому в Україні:

Використання біомаси в якості палива в системах централізованого теплопостачання може бути успішним лише на основі створення «гібридних» комбінованих котельних, які мають працювати як на біопаливі, так і на природному газі. При цьому базове основне теплове навантаження буде компенсуватись роботою біокотлів, а «пікове» збільшення навантаження у періоди суттєвого зменшення температури зовнішнього повітря буде компенсуватись за рахунок роботи котлів на традиційному викопному паливі – природному газі.

Так, наприклад, для котельні по пров. Спартаківський, 8 встановлення біокотла тепловою потужністю 1-1,5 МВт забезпечить генерацію близько 75% загальної річної кількості теплоти, що виробляється котельнею. Таким чином, за умови встановлення біокотла близько 4042 Гкал теплоти за рік буде вироблено за рахунок енергії біомаси, що становить близько 5% річної кількості теплоти, яка виробляється в системі централізованого теплопостачання м. Миргорода.

За результатами виконаного аналізу діючих вимог та законів визначено, що у Законі України «Про альтернативні джерела енергії» для соломи можна охарактеризувати особливості використання біомаси, як альтернативного джерела енергії яке залежить від:

- атмосферних та інших умов довкілля;
- обсягів щорічних урожаїв;
- періодичності природних циклів, внаслідок чого виникає незбалансованість виробництва енергії (з її споживанням).

Забезпечити надійність централізованих муніципальних систем теплопостачання, особливо для комунально-побутових споживачів, у таких умовах можна лише за рахунок дублювання біомаси традиційними викопними видами палива (природним газом) або за рахунок створення дублюючих теплогенеруючих потужностей на викопних видах палива.

У цьому Звіті розглянуто оптимальний варіант технічних рішень з реконструкції котельні по провулку Спартаківський, 8 у м. Миргород, на якій передбачено, згідно із задачами проекту, встановлення твердопаливного котла на соломі.

Крім вибору типу твердопаливного котла розглянуто питання підключення обладнання котельні до існуючих теплових мереж, водогону і систем водовідведення, а також влаштування системи хімічного очищення води, електромереж, вирішення питань розміщення елементів системи очистки димових газів, пожежогасіння та ін.

Для вибору оптимального варіанту технічних рішень щодо реконструкції котельні використані матеріали, які були розроблені у рамках проекту:

1. «Звіт по технічних та екологічних аспектах пілотного проекту з використання біомаси (соломи) для пілотної біокотельні з обґрунтуванням вибору місця її розташування»;
2. «Звіт про аналіз наявних технічних рішень для виробництва енергії з твердого біопалива».

Вирішення вказаних питань вимагає проведення обстеження інженерного обладнання існуючої котельні щодо можливості його використання в умовах спільної роботи котлів на природному газі і на соломі.

В подальшому, при проектуванні, необхідно розробити план заходів, які дозволять виконувати роботи з інсталяції твердопаливного котла без припинення роботи котельні в

цілому і скорочення відпуску теплоти до системи тепlopостачання, або потужності котельні у період будівництва.

Прийняття рішення щодо оптимального варіанту облаштування котельні з використанням біомаси здійснювалось на основі передпроектних розробок, у ході яких було виконано вибір типу котлів, які рекомендуються в даному проекті для роботи на соломі, а також дослідження і вибір конкурентоздатних варіантів можливих технічних рішень з реконструкції котельні без її зупинки.

В цьому звіті приведена найважливіша інформація, яка була напрацьована під час розробки вказаних вище звітів. Звіт складено для зручності вивчення поточного стану виконання робіт в рамках реалізації проекту.

1. Обґрунтування вибору майданчика для реалізації пілотного проекту з реконструкції існуючої газової котельні із встановленням біоенергетичного обладнання, яке використовуватиме солому в якості палива для виробництва теплової енергії

1.1. Основні нормативні вимоги, яких необхідно дотримуватись при виборі місця розташування пілотної біокотельні

Будівельним законодавством України при будівництві об'єктів передбачається необхідність виконання наступних блоків нормативних вимог:

1. Відповідність вимогам містобудівних умов і обмежень.
2. Відповідність вимогам чинних нормативних документів.
3. Відповідність вимогам до об'єктів щодо забезпечення стійкості та надійності.
4. Забезпечення безпеки життя і здоров'я людини та захисту навколишнього природного середовища.
5. Відповідність вимогам протипожежного захисту.
6. Раціональне використання енергії.
7. Забезпечення охорони праці та експлуатаційної надійності.

Шляхи досягнення вказаних нормативних вимог при виборі майданчика під проектування і будівництво пілотної біокотельні у м. Миргороді викладені у відповідних розділах цього Звіту.

Важливим показником для визначення послідовності дій по проектуванню, отриманню дозволу на будівництво і будівництву котелень на твердому біопаливі є визначення категорії складності об'єкта проектування.

У відповідності до п.1. Постанови КМУ від 28 серпня 2013р. №808 устаткування для виробництва гарячої води тепловою потужністю більше 200 кВт віднесено до видів діяльності, що становлять підвищену екологічну небезпеку. В зв'язку з цим на підставі положення п.А2 ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 котельні, що проектуються, віднесені до V категорії складності і в подальшому дії з підготовки до проектування біокотелень, збору вихідних даних, проектуванню, розробці ОВНС, експертизи проекту, отримання дозволів на будівництво, будівництво, пуску котелень з виходом на проектні показники повинні здійснюватись як для об'єктів цієї категорії складності.

Відповідність вимогам містобудівних умов і обмежень

Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності», прийнятий 17 лютого 2011р., в якості основного документа у складі вихідних даних на проектування визначив Містобудівні умови і обмеження. Порядок надання містобудівних умов і обмежень встановлений Наказом Мінрегіону від 7.07.2011р. №109.

Містобудівні умови і обмеження – документ, що містить комплекс планувальних та архітектурних вимог до проектування і будівництва. Містобудівні умови і обмеження є підставою для розробки завдання на проектування і дозволом на звернення до відповідних служб про надання технічних умов.

Відповідність вимогам чинних нормативних документів

Перелік чинних в Україні нормативних документів, вимоги яких повинні бути враховані при проектуванні біокотельні, наведений у Додатку 6.

Відповідність вимогам до об'єктів щодо забезпечення стійкості та надійності

При виборі майданчиків для будівництва біокотельні і витратних складів палива необхідно виконати вимоги нормативних документів щодо забезпечення стійкості і надійності в частині фізичних характеристик (несучої здатності) шару ґрунту, на якому розташовуватиметься котельня та ін. Вимоги до стійкості і надійності об'єкту повинні бути забезпечені відповідно до вимог ДБН В.1.1-2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ» на всіх етапах життєвого циклу об'єкту.

Забезпечення безпеки життя і здоров'я людини та захисту навколишнього природного середовища

При виборі майданчика для будівництва важливо врахувати чинники, які забезпечують безпеку життя і здоров'я людей (як працівників, зайнятих на експлуатації котельні, так і людей, які проживають у зоні, наближеній до котельні). При виборі місць розташування котельні слід попередньо врахувати ступінь впливу від роботи котельні на клімат, на повітря, на геологічну і водну середу, на ґрунти, рослинний та тваринний світ. Крім того, необхідно оцінити вплив на соціальне і техногенне середовище. На підставі вивчення перелічених впливів виконується оцінка ризиків впливу будівництва котельні на здоров'я населення.

Відповідність вимогам протипожежного захисту

Категорія приміщення котельні, які працюють на твердому біопаливі, по вибухопожежній і пожежній небезпеці, визначена розрахунком на підставі вимог п. 6.1. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будівель і зовнішніх установок по вибухопожежній і пожежній небезпеці». Відповідно до вказаного розрахунку споруди, які входять до комплексу котельні, віднесені до таких категорій:

- приміщення котельні – «Г»;
- приміщення витратного складу соломи – «В»;
- насосна станція автоматичного пожежогасіння – «Д»;
- пожежні резервуари – «Д».

При виборі майданчиків для будівництва котельні на твердому біопаливі, крім категорії виробництва, слід визначитись із ступенем вогнестійкості будівель для котельні і для витратного складу палива. Найбільш оптимальним варіантом будівель для вказаних об'єктів були б будівлі з металевим несучим каркасом і огорожувальними конструкціями з сендвіч панелей. Такі будівлі без протипожежної обробки несучих елементів відносяться до будівель IIIa ступеня вогнестійкості. Такі будівлі з протипожежною обробкою можуть бути віднесені до II ступеня вогнестійкості. Вогнестійкість існуючих будівель котельні визначена на підставі п. 2.16 ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». По більшості майданчиків, які розглядаються для вибору місця під пілотну біокотельню, існуючі будівлі котельні віднесені до II ступеня вогнестійкості, а значить до них можливо блокувати будівлі витратних складів.

Екологічні вимоги, яким повинна відповідати пілотна біокотельня

Екологічні вимоги до котельних включають заходи, які повинні забезпечувати не перевищення вимог до шуму, вібрації, концентрацій шкідливих речовин у атмосферному

повітрі, електромагнітного та електростатичного полів від обладнання та трубопроводів котелень у виробничій зоні і на прилеглий території.

Обов'язковою складовою ТЕО є оцінка впливів планованої діяльності на стан навколишнього середовища (ОВНС) відповідно до вимог ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд», про яку йшлося вище.

Основним підґрунтям для оптимізації санітарно-захисної зони (СЗЗ) для біокотелень може бути розрахунок розсіювання шкідливих інгредієнтів атмосфері. Для міст курортів концентрація забруднюючих речовин на межі СЗЗ у приземному шарі атмосфері при цьому не повинна перевищувати 0,8 від ГДК (граничнодопустимої концентрації).

Екологічні вимоги щодо утилізації золи, отриманої при спалюванні біопалива

При проектуванні золовидалення на пілотній біокотельні необхідно керуватись СНиП II-35-76 «Котельні установки». Відповідно, на пілотній біокотельні необхідно передбачити надійне і безперебійне золошлаковидалення та захист обслуговуючого персоналу і навколишнього середовища від запилення і забруднення.

Проектувати системи золошлаковидалення на пілотній біокотельні необхідно на підставі фізико-хімічних властивостей золи і шлаку та їх кількості. Вимоги щодо поводження з промисловими відходами приймають з урахуванням ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення». Зола, що отримується при спалюванні біопалива, може використовуватись в якості мінерального добрива, за умови, що вона відповідає екологічним вимогам і вноситься в ґрунт у дозволених об'ємах.

Вимоги до розміщення витратного складу біопалива та його конструктивного виконання

Згідно із СНиП II-35-76* «Котельные установки» проектування закритих складів палива і приймально-розвантажувальних пристроїв допускається для районів житлової забудови при обмежених умовах майданчика котельні. Дозволяється також прибудовувати витратний склад із паливом до котельні при дотриманні протипожежних вимог. Технологічний процес, в складі твердого біопалива, передбачає розвантаження тюків соломи з транспортних причепів і подачу його на витратний склад з укладкою в штабелі. Розвантаження і складування передбачається за допомогою вилкового автотранспорту, вантажопідйомністю до 500 кг і висотою підйому – до 5 м.

1.2 Результат проведеного аналізу існуючих котельних централізованої системи теплопостачання м. Миргород

В рамках реалізації пілотної частини Проекту МАДЕМ проведений аналіз котелень централізованої системи теплопостачання міста Миргород на предмет визначення можливості переведення частини підключеного теплового навантаження на твердопаливні біокотли. Загалом на балансі ОКВПТГ «Миргородтеплоенерго» знаходяться 18 опалювальних водогрійних котелень, з яких 10 районних котелень, які складають 97% встановленої потужності по ОКВПТГ «Миргородтеплоенерго».

Аналіз існуючої законодавчої і нормативної документації показує, що із усіх виробничих майданчиків існуючих котелень системи централізованого теплопостачання м. Миргорода найбільш прийнятним для розміщення біокотлів і використання соломи, як палива у пілотному проекті впровадження альтернативних джерел енергії в системі теплопостачання м. Миргород, є промисловий майданчик котельні К9 по **пр.в. Спартаківський, 8**. Це обґрунтовується наступним:

1. На майданчику без порушень санітарних і протипожежних вимог можливе розміщення витратного складу на 28 т соломи, що забезпечує 7-ми добовий запас біопалива, а також розміщення протипожежних резервуарів згідно з вимогами нормативної документації.
2. В котельному залі існуючої котельні після переносу частини обладнання і реконструкції котельні можливе розміщення котла тепловою потужністю 1-1,5 МВт, якій працюватиме на твердому біопаливі у вигляді тюків або блоків із соломи.
3. Розташування котельні дозволяє організувати доставку палива без заїзду в центральну частину міста, де розташована курортна зона, що зменшує забруднення доріг і скорочує викиди шкідливих інгредієнтів у атмосферу від транспорту.
4. При розміщенні котельні на майданчику пров. Спартаківський, 8 необхідно вжити додаткових заходів з очищення продуктів згоряння димових газів від біокотла і зниження шуму від працюючого обладнання, що дасть можливість зменшити санітарно-захисну зону (СЗЗ).
5. Зменшення розмірів СЗЗ необхідно здійснити на основі отримання дозволу від Інституту гігієни і медичної екології імені О. М. Марзєєва Національної Академії медичних наук України і розроблення попереднього проекту ОВНС (проекту оцінки впливу на навколишнє середовище).

Котельня К9 (пров. Спартаківський, 8), реконструкція якої передбачається, призначена для теплопостачання житлових та громадських будівель на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Підключене розрахункове теплове навантаження 2,23 Гкал/год, з яких на опалення та вентиляцію необхідно 1,34 Гкал/год, на гаряче водопостачання - 0,9 Гкал/год.

Основними споживачами теплової енергії, яка виробляється на котельні К9, є населення, яке проживає у житлових багатоквартирних будинках, і складає 89,8% від всіх груп споживачів, 9,7% споживачів - це бюджетні будинки і 0,4% – інші споживачі. В середньому, тариф на відпуск теплової енергії по котельні К9, враховуючи співвідношення по групах споживачів, становить близько 404,59 грн./Гкал.

Середньорічний обсяг вироблення теплової енергії на котельні К9 за останні 2 роки становив близько 5 375 Гкал/рік, при цьому споживання природного газу орієнтовно склало 740,4 тис. nm^3 /рік.

Аналіз дійсних середньомісячних теплових навантажень (таблиця 1) свідчить про суттєве переважання теплових навантажень опалення порівняно з навантаженнями ГВП. Середній рівень навантажень ГВП (з урахуванням втрат теплоти в тепломережах) в період з травня по вересень становить близько 0,16 Гкал/год. В опалювальний період середнє навантаження ГВП становить близько 0,2 Гкал/год.

Таблиця 1

Аналіз роботи біокотельні на потреби теплового навантаження котельні К9 (пров. Спартаківський, 8)

№ п/п	Місяць	Середній показник по факту роботи котельні за останні 3 роки		Середнє вироблення ТЕ біокотельнею при оптимальній потужності біокотла, Гкал/міс.	Середнє споживання умовного палива біокотлом, т.у.п./міс.	Середнє вироблення ТЕ газовою котельнею, Гкал/міс.	Середнє споживання ПГ котлом, м³/міс.	Середнє теплове навантаження, Гкал/год
		Споживання ПГ, м³/міс.	Вироблення ТЕ, Гкал/міс.					
1	Січень	116088	840	669,6	113	170,4	23549	1,129
2	Лютий	124240	901	604,8	102	296	40843	1,341
3	Березень	102617	744	669,6	113	74	10262	1,000
4	Квітень	46376	338	338	57	0	0	0,469
5	Травень	21846	159	0	0	159	21846	0,214
6	Червень	1324	10	0	0	10	1324	0,014
7	Липень	16259	121	0	0	121	16259	0,163
8	Серпень	18685	137	0	0	137	18685	0,184
9	Вересень	21039	155	0	0	155	21039	0,215
10	Жовтень	60804	442	442	74	0	0	0,594
11	Листопад	98849	715	648	109	67	9263	0,993
12	Грудень	112251	813	669,6	113	143	19799	1,093
	Всього	740378	5375	4042	679	1333	182869	0,614

Розрахунки кількості теплової енергії, виробленої за рік, проведені на основі середньомісячних навантажень споживачів. Розрахунок проведено для можливих значень встановленої потужності котла на біомасі в діапазоні 0,2-2 Гкал/год. Результати розрахунків показано рис. 1.

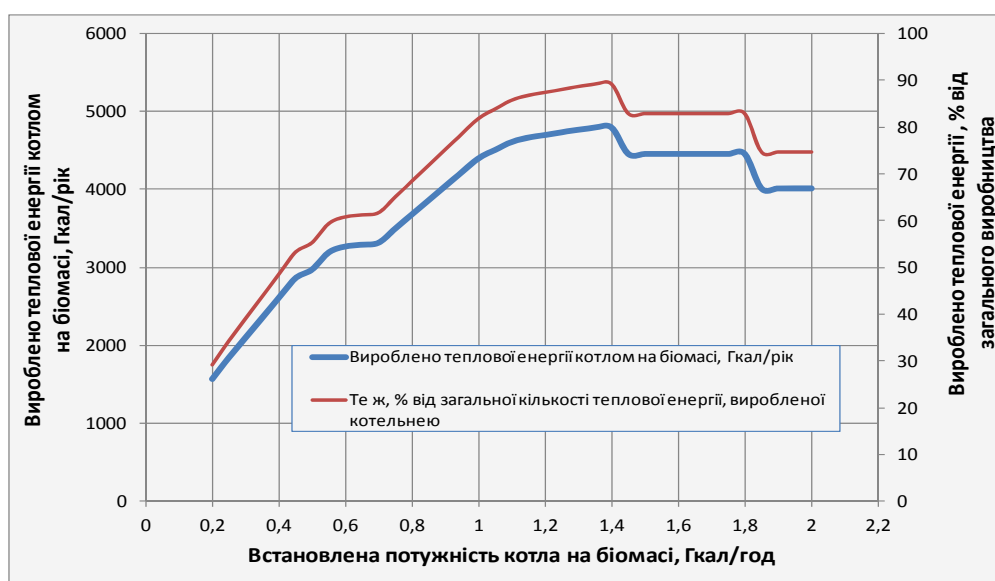


Рис. 1. Вибір діапазону потужності біокотла для забезпечення максимального заміщення природного газу біомасою на котельні по пров. Спартаківський, 8

Наведені дані свідчать, що діапазон встановленої потужності, що забезпечує найбільшу частку виробництва теплової енергії котлом на біомасі, становить від 0,9 до 1,4 Гкал/год.

Вироблення тепла та споживання палива біокотельнею, наведене у таблиці 1, відповідає встановленій потужності біокотла 0,9 Гкал/год. У цьому випадку пілотна біокотельня теоретично може забезпечити скорочення використання природного газу на 75%.

Котельня К9 знаходиться за адресою: пров. Спартаківський, 8. Введена в експлуатацію 1979 року, має металеву димову трубу висотою 32 м і діаметром 0,63 м. Котельня знаходиться в одноповерховій житловій забудові. Під'їзд організований по провулку Спартаківський.



Рис. 2. Котельня К9 (пров. Спартаківський, 8)

Прилегла до котельні забудова представлена переважно житловими малоповерховими будинками, найближча будівля розташована на відстані 6 м до території котельні.

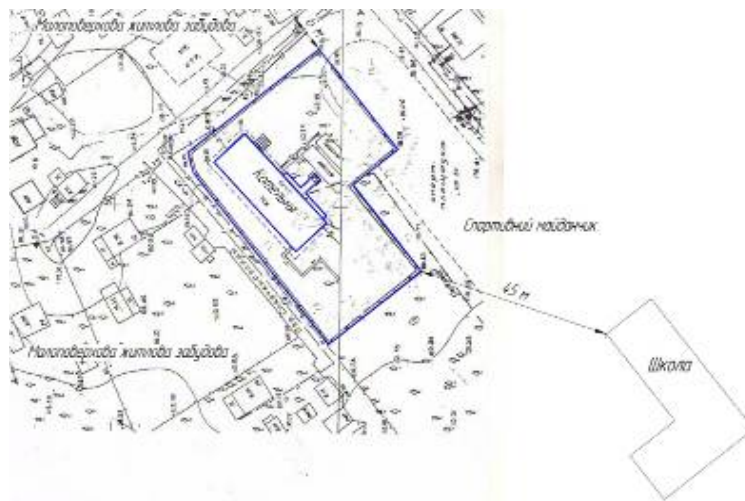


Рис. 3. План забудови прилеглої території до котельні К9 (пров. Спартаківський, 8)

Котельня має власну територію, огорожену бетонним парканом, загальна площа якої становить близько 0,13 га. На території котельні значну частину вільної площі займає наземна прокладка теплових мереж, які можуть бути винесені.



Рис. 4. Прилегла забудова до котельні К9 (пров. Спартаківський, 8)

В ході аналізу складений схематичний план території котельні К9 з орієнтовними розмірами території та основних приміщень.

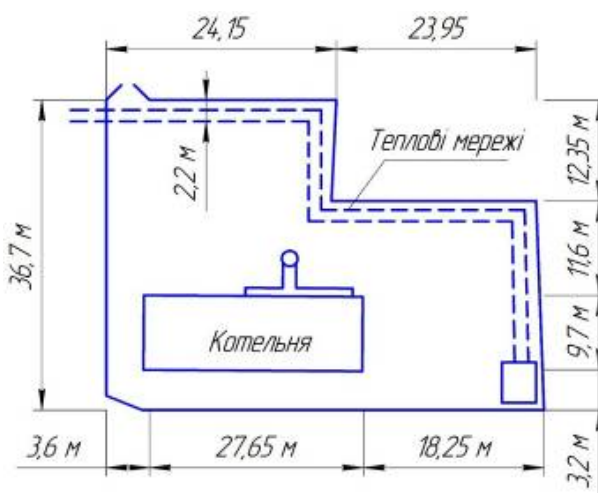


Рис. 5. Схема території котельні К9 (пров. Спартаківський, 8)

Висновок: на території котельні по провулку Спартаківський, 8 може розташовуватись твердопаливна котельня за умови виконання реконструкції існуючої котельні із заміною існуючих котлів НІСТУ на котли КСВа-1 і виконанням заходів щодо зменшення розмірів санітарно-захисної зони.

Для обґрунтованого зменшення розмірів санітарно-захисної зони необхідно виконання проекту ОВНС (проекту оцінки впливу на навколишнє середовище) і подача відповідного клопотання до Інституту гігієни і медичної екології імені О.М. Марзеєва Національної академії медичних наук України.

2. Обґрунтування вибору технічних рішень для виробництва енергії з твердого біопалива

2.1 Результат аналізу існуючого котельного устаткування для промислового спалювання твердого біопалива

Виробників котельного устаткування, яке працює на твердому біопаливі, умовно можливо поділити за видом та формою біопалива, яке використовується в котлах. У таблиці 2.1. наведені основні види та форми палива, які використовують для промислового виробництва теплової енергії.

Біокотли з ручною або механізованою подачею твердого біопалива зазвичай «всеїдні», тобто в них можна спалювати практично всі види біопалива різної форми. Як правило, паливом для таких біокотлів слугують найдешевші форми твердого біопалива, які потребують мінімум затрат: тюки соломи; дрова; тверді органічні відходи. Пелети і гранули в якості палива на таких малоефективних котлах зазвичай не використовують через їхню високу вартість.

Таблиця 2

Види та форма твердого біопалива придатного для промислового виробництва теплової енергії на біокотельні

	Фракція до 15мм; щільність до 50кг/м ³	Фракція до 15 мм; щільність до 1200кг/м ³	Розміри близько 90х350мм; щільність до 1000 кг/м ³	Розміри близько 1х1х2,5м; щільність до 220 кг/м ³
	Щепа/січка	Пелети	Брикети	Тюки
Солома/ сіно/ очерет				
Лушпиння				-
Деревина				-
Торф	-			-

Сипуче тверде біопаливо¹ використовують переважно на автоматизованих біокотельнях, оскільки його зручно зберігати і транспортувати в автоматичному режимі. Більшість біокотлів призначені для спалювання сипучого твердого біопалива, але така конструкція не дозволяє використовувати тюки² соломи в якості палива без попередньої підготовки. Тому деякі виробники пропонують додаткове устаткування для подрібнення пресованого біопалива до необхідної фракції, яке відбувається безпосередньо перед подачею в біокотел. Такий підхід дозволяє з найвищою ефективністю використовувати найдешевший вид твердого біопалива.

На ринку котельного устаткування також представлені біокотли, які дозволяють в автоматичному режимі без попередньої підготовки спалювати цілі промислові тюки соломи. Це значно скорочує затрати на попередню підготовку тюкованої соломи перед спалюванням, але не дозволяє спалювати її з максимальною ефективністю. У таблиці 3 наведені популярні вітчизняні та імпорتنі виробники котельного устаткування, яке працює на твердому біопаливі.

Таблиця 3

Популярні виробники котельного устаткування на твердому біопаливі

Виробник	Потужність, МВт	Вид біопалива			Форма біопалива перед подачею в біокотел	Устаткування для подрібнення пресованого	Сайт виробника
		Відходи с/г вид-ва	Відходи деревини	Торф			
LIN-KA	0,6 – 5	+	+	-	Сипуче паливо	+	www.linka.dk
TTS	2 – 5	+	-	-	Тюки	-	www.tts.cz
Tenza	0,4 – 5	+	-	-	Тюки	-	www.tenza.cz
Verner	0,1 – 2,5	+	+	+	Сипуче паливо	+	www.verner.com.ua
Reka	0,06 – 4	+	+	-	Сипуче паливо	+	www.rekauk.com
Комконт	0,25 – 8	+	+	+	Сипуче паливо	-	www.komkont.com
BGP	0,2 – 2	+	+	-	Сипуче паливо	+	www.bgpengineers.nl
Polytechnic	1 – 10	+	+	+	Сипуче паливо	+	www.polytechnic.com
Integra	0,4 – 5	+	+	-	Сипуче паливо	+	www.eurobiomass.info
Step	0,1 – 5	+	+	-	Тюки/Сип. паливо	-	www.steptrutnov.cz
Kalvis	0,1 – 1	+	+	-	Сипуче паливо	-	www.kalvis.org.ua
Стожари	0,1 – 2	-	+	-	Сипуче паливо	-	www.rojek-lviv.com
Пожинка	0,1 – 2,5	+	+	+	Сипуче паливо	-	www.kotel.inka.ua
Кригер	0,3 – 3	+	+	+	Сипуче паливо	-	www.kriger.com.ua
Мотор-Січ	0,05 – 0,3	+	+	+	Сипуче паливо	-	www.kotly.org.ua
Ютем	0,15-0,8	+	+	+	Тюки/Сип. паливо	-	www.utem.com.ua

¹ Сипуче тверде біопаливо – це пелетовані, гранульовані або подрібнені тверді органічні відходи сільського або лісового господарства. Фракція такого біопалива становить до 15 мм, при цьому щільність може складати до 1 200 кг/м³.

² Тюки, брикети – це пресовані в брикети або тюки тверді органічні відходи сільського, лісового господарства. Розміри та щільність коливаються залежно від пресувальної установки.

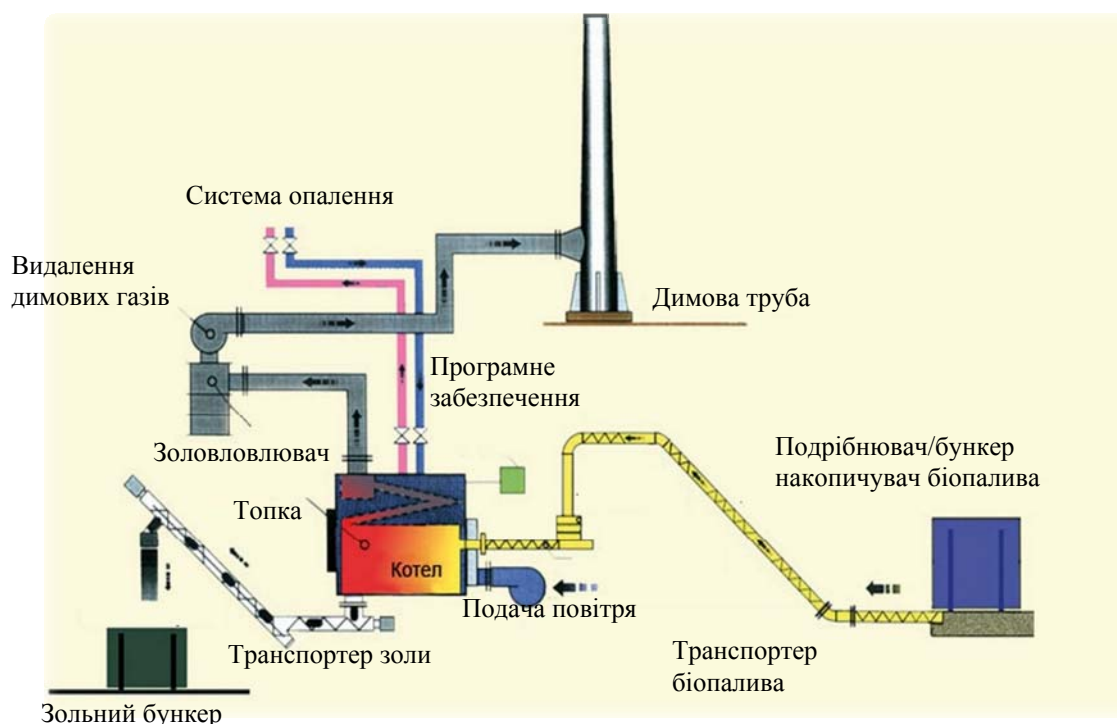


Рис. 6. Схема автоматизованої твердопаливної біокотельні

Зазвичай виробники котельного устаткування зазначають види та форму палива, яке можливо спалювати в їхньому котельному обладнанні, оскільки від виду твердого біопалива, яке використовуватиметься у біокотлі, залежить його конструктивне виконання. Різні види твердого біопалива мають різний хімічний склад, а, як наслідок, різні фізичні властивості, теплоту згоряння, зольність, температуру деформації золи та ін.

Конструкції біокотлів можуть помітно відрізнятися одна від одної залежно від виду біопалива, яке можливо використовувати. Проте, більшість виробників пропонують універсальні біокотли для спалення різних видів твердого біопалива. Принципова схема автоматизованої твердопаливної біокотельні подана на рис. 6.

Устаткування для спалювання біопалива складається з ряду компонентів, які можна згрупувати таким чином:

- Устаткування для складування і подачі палива;
- Теплогенеруюча установка;
- Система очищення димових газів;
- Система золовидалення;
- Система регулювання і контролю.

2.2 Аналіз існуючих біоенергетичних проектів в Україні

В Україні сектор біоенергетики розвивається значно повільніше. Згідно з енергетичним балансом у 2011 році у порівнянні з 2009 роком виробництво первинної енергії з біопалива та відновлюваних відходів зросло лише на 130 тис. т н.е. У 2011 році виробництво первинної енергії з біомаси/відходів склало 1,58 млн. т н.е., що становить лише 1,85% від загальної поставки первинної енергії в Україні. Розвиток проектів біоенергетики в Україні наведений у Розділі 2.

В даний час біомаса в основному використовується для виробництва теплової енергії. Можна відзначити такі основні напрями її використання (Рис. 7)³:

- Населення у сільській місцевості використовує дрова в традиційних печах (близько 74% від загального обсягу використаних дров). Решта утилізується підприємствами;
- Близько 2000 сучасних котлів працюють на деревній біомасі (тріска, гранули). У м. Сміла (Черкаська обл.) збудована ТЕЦ на твердому біопаливі;
- За даними Державного агентства лісових ресурсів України на підприємствах галузі працюють 1387 котлів на біопаливі загальною встановленою потужністю 246 МВт. Серед вітчизняних виробників деревоспалюючих котлів можна відзначити завод «Крігер» (Житомир), ТОВ «Волинь-Кальвіс» (Ковель, Волинська обл.), «Ройек-Львів» (м. Львів) та ін.;
- Близько 40 котлів та 40 теплогенераторів працюють на тюкової соломі. Майже всі котли – виробництва компанії «Южтепло-енергомонтаж» (м. Київ), яка випускає це обладнання за ліцензією датської компанії Пассат Energy A/S. Котли експлуатуються у сільських школах, на аграрних підприємствах та інших об'єктах. Теплогенератори виробництва ВАТ «Бриг» (м. Первомайськ, Миколаївська обл.) працюють у складі зерносушильних комплексів у 20 областях України;
- Більше 70 котлів, розташованих на маслоекстракційних заводах і олійно-жирових комбінатах, використовують у якості палива лушпиння соняшника (Таблиця 6). Частина котлів спроектована СПКТБ «Енергомашпроект» (м. Київ), інші – іноземного виробництва, зокрема компанії Vyncke (Бельгія), Rafako (Польща), Babcock. Дві установки працюють в режимі ТЕЦ – на ВАТ «Кіровоградолія» (м. Кіровоград) та ТОВ «Комбінат Каргілл» (м. Донецьк).

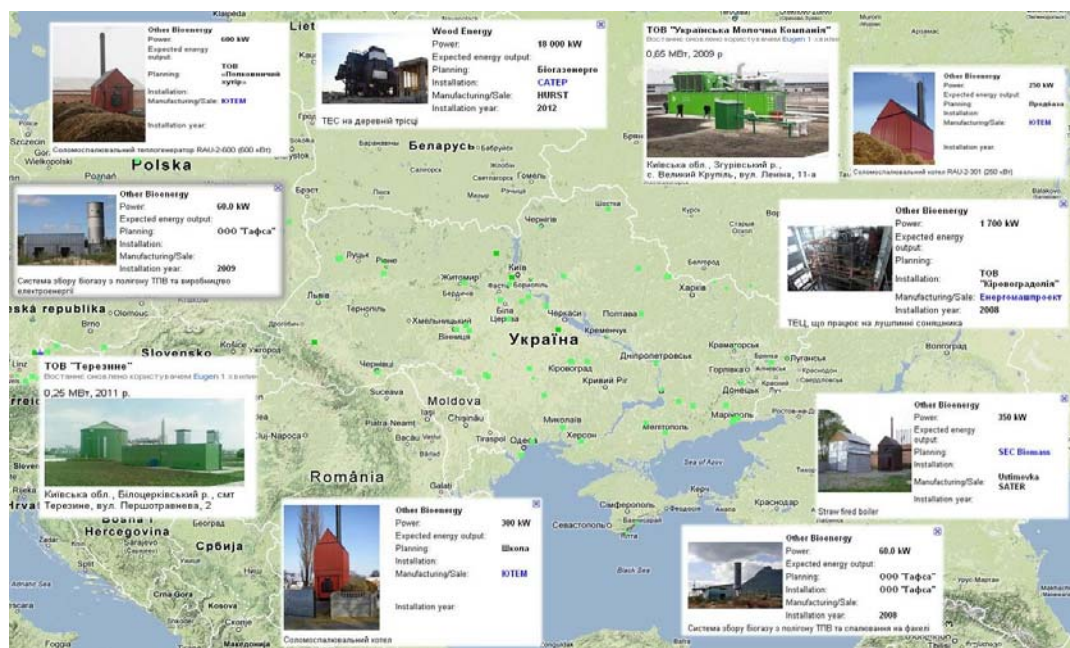


Рис. 7. Карта біоенергетичних об'єктів України

³ Режим доступу: <http://www.uabio.org/img/files/news/pdf/heat-from-biomass-ukraine-2013.pdf>.

2.3 Обґрунтування вибору оптимального виду палива із соломи для енергетичного використання на пілотній біокотельні

Оскільки на пілотній біокотельні передбачається використовувати солом'яні злакових культур в якості біопалива, то розглянута доцільність використання пелет або гранул із соломи.

Пелети із соломи – це паливні гранули, які є твердим енергетичним носієм, що виробляється шляхом механізованого пресування соломи. Пелети виробляються без хімічних закріплювачів під високим тиском (близько 300 атмосфер). Ціни на пелети залежать від їх якості (щільність, розміри, ступінь забруднення брикетним пилом, вміст хлоридів та золи), які в Україні становлять на солом'яні пелети - 60-125 євро/т.

Переваги пелетованої соломи:

- Низький вміст води – близько 5-10%;
- Висока щільність;
- Можливість використання на більшості універсальних біокотлів, призначених для спалювання сипучого палива.

Основним недоліком пелет із соломи є:

- Висока вартість.

Використання паливних гранул із соломи на пілотній біокотельні в якості біопалива дозволить вирішити ряд принципових проблем:

- Високий ККД вироблення теплової енергії;
- Повна автоматизація процесу вироблення теплової енергії;
- Зручне транспортування та складування біопалива на біокотельні;
- Можливість використовувати універсальні біокотли.

Тому в рамках реалізації пілотної частини проекту розглянута доцільність виробництва гранульованої соломи для використання в якості біопалива на пілотній біокотельні в порівнянні із ринковими цінами на пелети соломи.

Проведені розрахунки показали, що виробництво солом'яних пелет та їх використання для потреб комунальної теплоенергетики у Миргородському районі є економічно недоцільним. Розрахункова собівартість вироблених пелет складатиме (без урахування вартості тюкованої соломи) – 39 євро/т.

Основною перевагою використання пелет власного виробництва є можливість отримання додаткових доходів від реалізації вироблених пелет «на сторону», оскільки ринкова ціна пелет складає 70 євро/т. Але, для того, аби розрахувати повну собівартість тону пелет, необхідно врахувати вартість тюкованої соломи.

Експертні оцінки виробників солом'яних пелет свідчать про те, що з урахуванням витрат на збирання, тюкування, складування і доставку соломи, такі невеликі лінії з виробництва солом'яних пелет можуть бути економічно нерентабельними. До того ж, продаж солом'яних пелет в рамках Проекту МАДЕМ може розглядатись лише в якості додаткової, а не основної, діяльності.

Крім того, пелетне виробництво є досить непрогнозованим і має певні ризики:

- Підвищена вогнебезпечність;
- Можливість отримання меншої продуктивності, ніж заплановано;

- Кліматичні обмеження роботи виробництва при низькій температурі (до -20°C).

Також, згідно з основною концепцією Проекту МАДЕМ, створена система виробництва пелет повинна перейти на баланс місцевих комунальних служб, що також вносить певні ризики стосовно сталості процесу пелетування.

Варіант реконструкції існуючої газової котельні з переобладнанням її біокотлами на пелетах має деякі переваги у порівнянні з варіантом реконструкції з переобладнанням біокотлами, які використовують в якості палива тюковану або подрібнену соломку. По-перше, зменшуються інвестиційні витрати на основне і допоміжне котельне обладнання. По-друге, зменшуються інвестиційні витрати на обладнання оперативного складу (в цьому варіанті його можна замінити на бункер для зберігання пелет). Однак, ця економія інвестиційних витрат нівелюється витратами, що необхідні для організації пелетного виробництва, і, якщо рахувати витрати інвестицій в цілому, то перший варіант все одно виходить дорожчим.

Крім того, незважаючи на можливе незначне зменшення експлуатаційних витрат на самій біокотельні за рахунок більшого ступеня автоматизації при використанні обладнання на пелетах, вартість однієї тони біопалива для біокотельні (за першим варіантом) зростає на 39 євро (собівартість виробництва пелет).

Таким чином, для промислового виробництва теплової енергії на пілотній біокотельні рекомендується використовувати промислові тюки соломи, як найдешевшу форму найстійкішого місцевого джерела енергії.

3. Обґрунтування вибору котельної установки для пілотної біокотельні

3.1 Критерії для оцінки споживчих якостей.

Вибір типу біокотла для установки в котельні по провулку Спартаківський, 8 виконаний на підставі матеріалів «Звіту про аналіз наявних технічних рішень для виробництва енергії з твердого біопалива».

При виборі рекомендованого типу котельного обладнання розглянуто варіанти, які наведені у таблиці 3.

Аналіз споживчих якостей котлів, які пропонуються виробниками котлів для установки в котельні по провулку Спартаківський, 8 в м. Миргород виконувався по наступних критеріях:

1. За видом палива, що використовується.

Пояснення критерію. У котельні, на якій передбачається встановлення твердопаливного котла, що працюватиме на соломі, можуть бути встановлені тільки такі котли, які використовують в якості палива посічену соломку і обладнані камерними топками. Ця обставина пояснюється необхідністю забезпечення роботи котла в режимі з приблизно постійною потужністю, що неможливо забезпечити при спалюванні у котлі тюків соломи, оскільки це процес періодичної дії. Котельне обладнання, яке не забезпечує виконання цього критерію з подальшої оцінки споживчих якостей, виключається.

2. За принципом завантаження палива в котел.

Пояснення критерію. Паливо в котел повинно завантажуватись через бункер, розташований безпосередньо біля топки котла. Ця обставина пояснюється тим, що з досвіду експлуатації котлів, що працюють на подрібненій соломі, в разі її підвищеної вологості, важко втримати стабільність горіння. В цьому випадку в бункер в ручному режимі до соломи додається високоякісне пальне, наприклад щепи або пелети. Таким чином, критерій 2 дає оцінку можливості оперативного підвищення якості згоряння соломи в котлі за рахунок додавання, в разі необхідності, частини високоякісного пального для стабілізації горіння. В залежності від зручності виконання цієї операції її оцінка передбачається за двобальною системою. Відсутність можливості додавання палива – 0, можливість додавання, але це робити незручно – 1, зручна можливість додавання 2.

3. По рівнем теплового напруження топки котла.

Пояснення критерію. Теплове напруження топки котла не повинно приводити до плавлення золи соломи для попередження залипання конвективних поверхонь котла і димоходів. Це також важливо для зменшення утворення діоксиду азоту. Оцінка критерію передбачається за трибальною системою. При напруженні топкового простору більше 1000 кВт/м^3 – 1, при напруженні від 500 до 1000 кВт/м^3 – 2, при напруженні до 500 кВт/м^3 – 3.

Цей параметр визначений шляхом розрахунку за наявності розмірів котла і при їх відсутності шляхом масштабних замірів по даних, представлених у проспектах на виробі.

4. За розрахунковим коефіцієнтом корисної дії котла.

Пояснення критерію. Коефіцієнт корисної дії котла бажано мати як можна більший. Критерій оцінюється за трибальною системою. До 0.7 оцінка 1, від 0.7 до 0.8 – оцінка 2, вище 0.8 – оцінка 3.

Цей параметр визначався по даних, наведених в характеристиках котла, а у разі їх відсутності - по суб'єктивних оцінках фахівців теплотехніків.

5. За способом видалення золи з топки котла.

Пояснення критерію. Видалення золи з топки котла повинно бути механізованим і здійснюватись без зупинки котла. Важливо також, щоб зола вивантажувалась в герметичну тару для виключення попадання золи в приміщення котельні у вигляді пилу. Оцінка цього критерію передбачається за трибальною системою. Відсутність механічного видалення золи – 0, видалення золи механічне у відкриту тару – 1, автоматичне видалення золи без зупинки котла у відкриту тару – 2, автоматичне видалення золи у герметичну тару – 3.

6. За можливістю розміщення котельного обладнання в існуючому приміщенні.

Пояснення критерію. Котельня, в якій передбачається установка котла, працюючого на соломі, має обмежений простір як всередині так і зовні. Тому наборка і розміри елементів котла і додаткового обладнання повинні зручно компонуватись в існуючих просторах. Оцінка цього критерію передбачається за трибальною системою. Неможливість установки обладнання в існуючих габаритах котельні – 0, можливість установки котельного обладнання з значними його доробками – 1, можливість установки обладнання з незначними доробками – 2, можливість установки котельного обладнання без доробок – 3.

7. За рівнем комплектації.

Пояснення критерію. Котел, який використовує в якості палива соломі, повинен повністю бути укомплектований системами подачі палива, його подрібнення, подачі в бункер і топку котла. Система димовидалення повинна мати очисні споруди і золовидалення. В комплект поставки котла повинна входити система автоматичного керування і контролю (можливо дистанційного).

Оцінка цього критерію передбачається за трибальною системою. При комплектуванні котельного обладнання лише котлом і системою подачі палива в котел – 1, при комплектуванні котла додатковою системою транспортування блоків соломи і обладнанням для його порізки – 2, за наявності додаткової системи пневмоподачі палива в бункер котла – 3.

8. Наявність системи автоматичної очистки поверхонь нагріву.

Пояснення критерію. В процесі експлуатації котла поверхні нагріву заростають сажою та іншими відкладеннями. Для очищення вказаних поверхонь від нальотів без зупинки котла використовується очистка котла. Очистка може бути механічна із зупинкою котла, механічна без зупинки котла і пневматична, що здійснюється без зупинки котла. Оцінка критерію передбачається по трибальній шкалі оцінки. Відповідно, оцінка при механічній очистці із зупинкою котла – 1, без зупинки котла – 2, при пневматичній очистці – 3.

Вид очистки встановлюється при аналізі наданих матеріалів фахівцями теплотехніками.

9. За сервісним обслуговуванням.

Пояснення критерію. Підприємство, яке поставляє обладнання, повинно мати сервісні центри на території України. Оцінка даного критерію – 0 за відсутності сервісного центру, 1 – за наявності тільки представництва фірми-виробника, 2 – за наявності сервісного центру.

10. Рівень автоматизації і диспетчеризації.

Пояснення критерію. Ступінь автоматизації технологічних процесів є однією з важливих характеристик котельного обладнання. Оцінка даного критерію передбачається за трибальною системою: за автоматизації лише котла і паливоподачі в котел по температурі теплоносія – 1, за автоматизації котла і системи підготовки палива – 2, за повної автоматизації з можливістю диспетчеризації – 3.

11. Оцінка якості очистки димових газів.

Пояснення критерію. Котел, який працює на соломі, встановлюється в котельні, розташованій в місті Миргород – місті курортного значення, тому до якості очистки димових газів і наявності пристроїв, що зменшують викиди шкідливих газів, пред'являються високі вимоги. Цей критерій оцінюється за трибальною системою: 1 – за відсутності в комплекті котла очисних споруд або наявності звичайного циклона, а також відсутності системи рециркуляції, 2 – за наявності мікроциклонної установки для очистки димових газів і 3 – за наявності очисної установки мікроциклонного або тканевого типу на системі димовидалення і наявності рециркуляції димових газів.

12. Оцінка надійності і загальної якості комплекту обладнання.

Пояснення критерію. Загальна якість котельного обладнання оцінюється за трибальною системою. Критерієм оцінки обладнання за даним показником прийнята кількість встановлених і працюючих в даний час котлів цієї марки. Оцінка виконується за трибальною системою по інформаційних даних, наведених у засобах масової інформації. Оцінка виконується за суб'єктивними показниками фахівцями в галузі проектування котельного обладнання.

3.2 Інформація по котельному обладнанню, яка надана виробниками, і характеристика споживчих якостей обладнання

Обладнання компанії «LIN-KA Energy a.s.» (Данія)

Система подачі палива

Котельня на соломі обов'язково обладнується конвеєром для подачі тюкованої соломи, що забезпечує роботу котельні в автоматичному режимі деякий час. Довжина конвеєрної лінії для автоматичної подачі соломи може сягати кількох десятків метрів і вміщувати добовий або більший запас палива для автоматичної роботи котельні.



Рис. 8. Конвеєрна лінія для подачі тюкованої соломи

Для приміщень з обмеженою площею або іншими конструктивними вимогами існують спеціальні конвеєрні лінії із регулюванням по висоті або двохярусним розміщенням тюкованої соломи, що забезпечує ефективне використання вільного місця.



Рис. 9. Конвеєрна лінія з регульованою висотою



Рис. 10. Двох'ярусна конвеєрна лінія

Подрібнювач соломи складається із ріжучих барабанів, які тягнуть солому вгору, запобігаючи потраплянню каміння та інших сторонніх предметів до системи подачі палива. Вони потрапляють у спеціальний відсік, з якого вони можуть бути видалені. Розмір соломоподрібнювача залежить від потужності котла. Регулюється продуктивність роботи різки залежно від необхідної кількості вироблення теплової енергії. Це забезпечує оптимально необхідний обсяг соломи, яка подається до котла, що не веде до перенавантаження редуктора і двигуна.

За рахунок пневматичного транспортування подрібнена солома з різки по системі закритих трубопроводів подається до циклону збору соломи, який знаходиться біля котла. Потім, за допомогою черв'ячної передачі подається безпосередньо в камеру згоряння, де проходить через стільниковий шлюз перед подачею в осередок горіння. Різка може знаходитись на певній відстані від котла (до 100 м).



Рис. 11. Різка соломи (шредер)



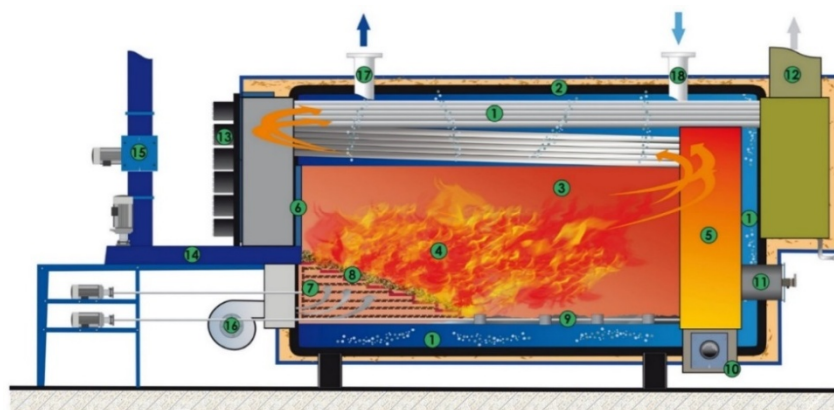
Рис. 12. Шредер і конвеєрна лінія подачі тюкованої соломи

Теплогенеруюча установка

Теплогенеруюча установка являє собою циліндричний котел, призначений для спалювання соломи. Котел обладнано рухливою колосниковою решіткою, що забезпечує більш ефективне горіння соломи та унеможливорює процес її шлакування золою. Під час роботи котельної установки утворюється зольний залишок після спалювання соломи, який збирається в подовому відділенні котла і спеціальною шнековою установкою видаляється з нього.

Котельна установка обладнана також автоматичною системою запалювання та захисною арматурою і обладнанням. Ретельна ізоляція котла з 100 мм мінеральної вати мінімізує теплові втрати. Котел суцільнозварний і являє собою герметичний блок, що обладнаний всіма необхідними фланцями для приєднання його до мережі та подачі палива.

Котел обладнано надійною системою зв'язку з установкою подачі палива. Функція «на вимогу» котла активує процедуру подачі, тобто подрібнювач соломи почне виробництво і подачу необхідної кількості соломи в котел. Обсяг соломи регулюється кисневим датчиком, який постійно відстежує процентний вміст кисню в димовому газі.



- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Жаротрубний котел | 10. Розвантажувач золи |
| 2. Обшивка котла | 11. Отвір для очистки |
| 3. Жарова труба | 12. Вихід відпрацьованих газів |
| 4. Зона горіння | 13. Очистка стиснутого повітря |
| 5. Вогнева камера з охолодженням | 14. Шнек для подачі палива |
| 6. Передня панель з охолодженням | 15. Паливний дозуючий шлюз |
| 7. Автоматичний змішувачий прилад | 16. Подача повітря для горіння |
| 8. Ступінчата колосникова решітка | 17. Вихід гарячої води |
| 9. Зольний шибер | 18. Вхід зворотної води |

Рис. 13. Схема котла LIN-КА

Компанія LIN-КА гарантує наступні технічні показники, які має вся лінійка котельного водогрійного обладнання, призначеного для спалювання соломи.

Таблиця 4

Основні технічні характеристики котла LIN- КА

Показник	Розмірність	Величина
Розрахункова температура теплоносія	°C	110
Розрахунковий тиск	атм	4
ККД котла	%	90
Максимальна температура вихідної води	°C	110
Мінімальна температура зворотної води	°C	$t \geq 30$
Температура відхідних газів	°C	150-170
Паливо для котла		відходи с/г виробництва; деревна тріска
Форма палива		залежно від виду подачі палива (тюки, пелети, щепи)

В котлах компанії LIN-КА можливо спалювати як відходи сільськогосподарського виробництва, так і деревну тріску.



Рис. 14. Котел та система подачі біопалива

Компанія LIN- KA має ряд котлів для спалювання соломи різної потужності.

Таблиця 5

Лінійка котлів «LIN- KA» для спалювання соломи різної потужності

Потужність котла, кВт/ч	Кількість нагрітої води, л	Довжина котла, мм	Ширина котла, мм	Висота котла, мм	Вага котла, кг
100	910	2000	1380	1640	1200
200	1600	2675	1510	1730	2600
400	2700	2925	1760	2020	3400
600	3000	2975	1910	2175	4200
800	4100	3115	2150	2440	4900
1000	4800	3125	2250	2530	5000
1500	5700	3425	2440	2710	5300
2000	7300	3625	2710	2980	6600
3000	8700	3825	2950	3150	7500

Видалення золи та очищення продуктів спалювання

Видалення золи на котельні відбувається в автоматичному режимі за допомогою шнеку до герметичного контейнеру, який, як правило, знаходиться поруч з котельнею. Зола багата на вміст поживних речовин, тому, зазвичай, її використовують в сільському господарстві в якості мінерального добрива.



Рис. 15. Збір золи



Рис. 16. Очистка димових газів

Очистка димових газів відбувається у спеціальних фільтрах за рахунок запатентованої технології очистки Blueline.

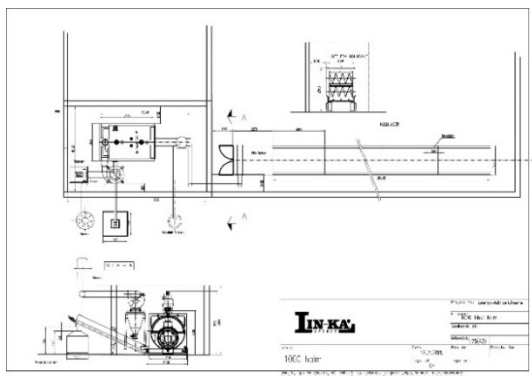


Рис. 17. План можливого розміщення котельного обладнання



Рис. 18. Схема котельного устаткування LIN-КА

Висновок

Компанія LIN-КА пропонує комплексну технологію та широкий спектр необхідного обладнання для організації технологічного процесу вироблення теплової енергії з тюкованої соломи. Виробництво обладнання виконується в Данії за високими європейськими стандартами, що гарантує якість і довговічність роботи обладнання. Багаторічний досвід Данії у використанні тюкованої соломи в якості палива як найкраще відображений в продукції та технології, яку пропонує компанія LIN-КА.

У котельній установці можливо спалювати різні види твердого біопалива, тобто вона є універсальною. Для використання іншого виду твердого біопалива необхідно змінити систему подачі та попередньої обробки біопалива.

Споживчі характеристики:

Повнокомплектний високоавтоматизований жаротрубний котел, що включає обладнання для подачі блоків соломи, подрібнення соломи, подачу подрібненої соломи в топку котла з можливістю роботи на іншому подрібненому біопаливі. Автоматизоване герметичне видалення золи. Повна автоматизація подачі і подрібнення палива, процесу спалювання палива і золовидалення. Автоматична очистка поверхонь теплообміну за допомогою повітряного компресора. Очистка димових газів на запатентованих фільтрах. Питома вартість комплексу обладнання – 215 €/кВт.

За розмірами обладнання може бути встановлене в існуючому приміщенні котельні. Котел обладнаний системою рециркуляції продуктів згоряння, що забезпечує зниження утворення діоксиду азоту.

Висновок:

Котельне обладнання повністю відповідає критеріям, які пред'являються до обладнання котельні, що проектується, і рекомендується для участі в процедурі закупівлі.

Обладнання СООО «КОМКОНТ» (Білорусь)

Система подачі палива

Система подачі палива на котельні виконана у вигляді шнекової подачі в герметичній трубі, яка приєднується до котельної установки та різки соломи. Варто зазначити, що компанія «Комконт» не виготовляє різок та конвеєрних ліній для

автоматичної подачі тюкованої соломи. Різку та конвеєрну лінію можливо використовувати практично будь-якого виробника за рахунок універсальної системи управління процесом, яка поставляється в комплекті з котельною установкою. Подрібнена солома подається до камери спалювання за допомогою герметичної шнекової подачі.



Рис. 19. Шнекова подача соломи від різки соломи до котельної установки

Теплогенеруюча установка

Котли СН СОМРАСТ призначені для автоматичного спалювання відходів сільського господарства, зокрема соломи злакових культур в цілях виробництва теплової енергії з автоматичною подачею палива в топку. Котел обладнано рухливою колосниковою решіткою. Котел марки СН складається з предтопкового простору і горизонтально розташованої над ним конвективної частини з димогарними трубами. Теплоносієм в котельній установці є вода.

Котельні установки СН СОМРАСТ, призначенні для спалювання соломи, доступні в широкому діапазоні теплової потужності: 250 – 8000 кВт.



Рис. 20. Котел СН СОМРАСТ

У біокотлі СН СОМРАСТ можливо спалювати різні види твердого біопалива: соломку, зерновідходи, торфу, тирсу і щепу. При цьому вологість біопалива може сягати 60%. Компанія «Комконт» гарантує наступні технічні показники, які має вся лінійка котельного обладнання

Таблиця 6

Основні технічні характеристики котла «Комконт»

Показник	Розмірність	Величина
Розрахункова температура теплоносія	°C	115
Розрахунковий тиск	атм	3,5
ККД котла	%	86
Максимальна температура вихідної води	°C	115
Мінімальна температура зворотної води	°C	$t \geq 35$
Температура відхідних газів	°C	150-170
Паливо для котла	відходи с/г виробництва; деревна тріска, торф	
Форма палива	залежно від виду подачі палива (тюки, пелети, щепи)	

Видалення золи

Золовидалення транспортером, вологе. Процес виведення золи із котла і сажі із димофільтру автоматизований: скребковий транспортер, розташований під котлом і під фільтром, збирає незгорілі залишки продуктів горіння і транспортує до ємності - зольника. У транспортері знаходиться вода, рівень якої підтримується автоматично. Наявність води в транспортері дозволяє не тільки гасити золу, а й термоударом розбивати на пил великі незгорілі вуглисті залишки і на виході з транспортера мати однорідну кашоподібну масу.



Рис. 21. Видалення золи за допомогою транспортера (вологе)

Золовидалення шнеком, сухе. Зола збирається в крайній частині топки під димофільтром і виводиться за допомогою шнека. Складування здійснюється за допомогою контейнерів.



Рис. 22. Видалення золи за допомогою шнека (сухе)

Очищення продуктів спалювання

Мультициклонний теплоізолюваний фільтр, призначений для фільтрації димових газів, обладнаний іскрогасником, забезпечує уловлювання частинок з ККД 99%. Рівень викидів відповідає європейським нормам. Дані про вміст викидів в димових газах приймаються для сухих нерозбавлених продуктів згоряння, приведених до нормальних умов і коефіцієнту надлишку повітря $= 1,4$.



Рис. 23. Мультициклонний фільтр для очистки димових газів

Споживчі характеристики

Компанія «Комконт» пропонує перевірену французьку технологію отримання теплової енергії з соломи злакових культур. Котельне обладнання виробляється за ліцензією фірми COMTE-R – на території Білорусії. За 17 років роботи компанії на території Білорусії було випущено більше 1000 котельних установок на біомасі.

У місті Черкаси на балансі «Черкаситеплокомуненерго» встановлено котел СН СОМРАСТ тепловою потужністю 2,5 МВт, який в якості палива використовує деревну тріску. За два роки експлуатації проблем з котельним обладнанням не виявлено.

Важливою перевагою котельних установок виробництва компанії «Комконт» є можливість спалювання у котлі багатьох видів твердого біопалива вологістю до 60%.

Котел жаротрубного типу. Потужність 900 кВт. Комплект поставки включає: комплект котла, транспортер, накопичувач палива, пневмоподача до операційного бункеру, пристрій для подачі палива в котел (повний комплект обладнання для подачі палива в котел).

Котел обладнаний багатоканальною подачею повітря, рухомими колосниками, системою механічного видалення золи та системою рециркуляції димових газів і системою їх очистки від золи в мікроциклонному блоці очистки. Теплова напруга топкового об'єму біля 500 кВт/м³.

Блок котла можливо розмістити в приміщенні існуючої котельні, при умові часткової реконструкції.

Питома вартість комплекту кота – 145 €/кВт. Вартість додаткового обладнання (транспортер тюків соломи, подрібнювач соломи) складає близько 25 €/кВт. Всього 170 €/кВт.

Висновки:

Недоліки відсутні. При доукомплектуванні обладнанням подачі і подрібнення соломи рекомендується для участі в процедурі закупівлі.

Котельне обладнання Ster TRUTNOV (Kotel Ster KS 1000N, Чехія)**Споживча характеристика:**

Паливо – різані блоки з соломи. Котел повнокомплектний, повністю автоматизований, видалення золи і попелу автоматичне. Котел призначений для використання в якості палива блоків або тюків соломи в повному обсязі. Потрібна прибудова складу палива. Виконані критерії: 5, 6, 7. Не виконані критерії 1 та 2. Пітома вартість комплексу обладнання – 161 €/кВт. Вартість обладнання потребує уточнення.

Висновок:

В зв'язку з невиконанням основних критеріїв 1 та 2 даний тип котельного обладнання для використання в даному проекті не конкурентоздатний.



Рис. 24. Котельне обладнання Ster TRUTNOV

Котельне обладнання Hurst Boiler&Welding (США)**Споживча характеристика:**

Котел 3-ходовий жаротрубний. Передбачається установка котла потужністю 1200 кВт. Дані про конструктивні рішення котлів і його розміри відсутні. Паливо – подрібнена біомаса, в тому числі солома. Золовидалення автоматичне в герметичну тару. Комплект поставки: блок котла з механічним пристроєм шнекової подачі палива в топку котла, система очистки димових газів в мікроциклонному блоці з димососом. Система паливоподачі і підготовки для використання соломи в комплекті котла не передбачена.

Пітома вартість обладнання 152 €/кВт.

Висновок:

Даний тип котельного обладнання може бути використаний в пілотній котельні за умови доукомплектування його системою підготовки соломи, її подрібнення і подачі в бункер котла.



Рис. 25. Котельне обладнання Hurst Boiler

Котельне обладнання ЮТМ (Котли RAU, Україна).**Споживча характеристика:**

Потужність одного котла – до 860 кВт. Конструктивною особливістю котлів є те, що вони виконані як водотрубні теплогенератори. Котли періодичної дії. Паливо – тюки з соломи. Встановлюються котли на відкритому повітрі. Подача тюків в топку котлів – за допомогою автопогрузчика. Процес спалювання тюків автоматизований.

Висновок:

Зважаючи на невиконання критеріїв 1, 2, 6 та 7, даний тип котельного обладнання для використання в даному проекті не конкурентоздатний.

Hamtch (котли KWN, Польща)**Споживча характеристика:**

Котли жаротрубні з виносною топкою. Паливо – подрібнена солома або інше подрібнене біопаливо. Спалювання палива і його подача безпосередньо в теплогенератор котла автоматизовані. Очистка димових газів – в мікроциклонному блоці. Комплект поставки: котел, виносна топка (теплогенератор), бункер для палива, шнек для подачі палива в топку. Комплект котла не включає обладнання для транспортування і подрібнення соломи. Не виконана умова 7. Загальна довжина установки 9.7 м, що затрудняє установку котельного блоку в 9-метровому прольоті існуючої будівлі котельні. Теплова напруга топкового об'єму – 0.4 МВт/м³. Рециркуляція димових газів відсутня. Питома вартість комплекту – 58 €/кВт (без вартості додаткового обладнання, яке орієнтовно може скласти біля 80 €/кВт). Загальна питома вартість 138 €/кВт. Система підготовки і подрібнення палива відсутня.

Висновки:

У зв'язку з невиконанням критеріїв 6 та 7 даний вид котельного обладнання для встановлення у котельні, що проектується, може бути конкурентоздатним за умови його додаткового комплектування лінією підготовки і подрібнення соломи.



Рис. 26. Котельне обладнання Namech

Котельне обладнання Heiztechnik (котли PLUS, Польща)**Споживчі характеристики:**

Котли мають малу потужність (300 кВт) і ручне обслуговування.

Висновок

Для використання у котельні, що проектується, ці котли не придатні, оскільки не відповідають жодному із визначених вище критеріїв.

Котельне обладнання Verner a.s. (котли Golem 1800, Чехія)**Споживчі характеристики:**

Котел жаротрубний з виносною топкою, з низькою напругою топкового простору. Теплова потужність котла 900 кВт. Паливо – перероблена деревина (тирса, щепа, мілкі відходи переробки деревини та ін., включаючи подрібнену солому). До комплекту поставки не входить транспортер блоків соломи і подрібнювач. Котел повністю автоматизований. Експлуатація без постійної присутності персоналу. Поставка котла повнокомплектна. Конструкція котла дозволяє використати його тільки в якості виносної топки з використанням в якості котла вітчизняного виробу, наприклад, котла, аналогічного тим, які передбачаються для встановлення в існуючій котельні, і які працюють на природному газі (КСВа – 1.0). Видалення золи – механізоване. Розміри котла дозволяють його розміщення у котельні, що проектується. Котел має високі експлуатаційні показники. Питома вартість обладнання – 157 €/кВт. Вартість додаткового обладнання (транспортер блоків соломи, подрібнювач соломи і транспортер подачі соломи в бункер) складає близько 25 €/кВт. Всього 182 €/кВт. Котел обладнаний системою очистки продуктів згоряння на фільтрах.

Висновки:

Недоліки відсутні. При доукомплектуванні обладнанням подачі і подрібнення соломи рекомендується для участі в процедурі закупівлі.



Рис. 27. Котельне обладнання Verner a.s.

Котельне обладнання Армез (котли ТГС, Росія)**Споживчі характеристики:**

Котли мають потужність 1200 кВт (розрахункова потужність 1000 кВт). В якості палива котли використовують тюковану солому. Рівень механізації - мінімальний. Комплект поставки не передбачає обладнання для переробки і завантаження тюків в котел.

Висновок

За споживчими характеристиками котел не придатний для встановлення у котельні, що проектується, оскільки не задовольняє критеріям 1 та 2.

Котельне обладнання BGP Engineers (Голландія)**Споживчі характеристики:**

Котельне обладнання в повному комплекті. Потужність 1000 кВт. В комплект поставки входить транспортер подачі соломи в блоках, подрібнювач соломи, система подачі палива в топку механічним способом з можливістю використання іншого подрібненого біологічного палива. Система золовидалення механізована. Очистка димових газів від золи в циклонах

Висновок

Для вирішення питання про конкурентоздатність даного типу обладнання інформації, що її було надано виробником і розміщено в Інтернеті, недостатньо.

Котельне обладнання Крігер (котел марки КВм-1.0 GP, Україна)**Споживчі характеристики:**

Котел має теплову потужність – 1000 кВт. Котел жаротрубний. В якості палива можуть використовуватись дрібні відходи деревини, в тому числі подрібнена солома. В комплект поставки входить лише котельне обладнання котел, бункер і шнекова система подачі палива в котел, вентилятори і димососи, комплект автоматики і золоочистки). Система підготовки і подрібнення палива та його транспортування в комплект поставки не входить і вирішується при проектуванні. Котел має достатньо високий ступінь автоматизації і при вирішенні автоматизації подачі подрібненої соломи в бункер може експлуатуватись без постійної присутності персоналу. Розміри котла дозволяють йому бути вмонтованими в існуюче приміщення котельні. Вартість комплекту – основне котельне обладнання 88 €/кВт, додаткове обладнання – 50 €/кВт.

Висновки:

Не виконані умови поставки повнокомплектного обладнання.

Зважаючи на те, що котли вітчизняні, в разі доповнення комплекту системою паливоподачі і подрібнення соломи, цей варіант може бути конкурентоздатним.



Рис. 28. Котельне обладнання Крігер

Котельне обладнання Metal Trg (Польща)

За конструктивними особливостями, за потужністю котлів (до 300 кВт) і за видом пального котли вказаного типу не можуть бути використані у котельні, що проектується. Не виконані критерії 1, 2.

TTS boiler (Чехія)

Теплова потужність котлів 1000 кВт. Котел жаротрубний. В якості палива може використовуватись дрібне біопаливо, в тому числі подрібнена солома. В комплект поставки обладнання входить безпосередньо котел, завантажувальний прес, допоміжне обладнання і комплект автоматичного регулювання. Система підготовки і подрібнення палива в комплект не входить. Питома вартість котла – 250 €/кВт. Котел має достатньо високі експлуатаційні показники.

Недоліки котла:

1. Встановлення котла вимагає встановлення обладнання системи золовидалення в значному об'ємі нижче відмітки 0.000, що зробити в умовах існуючої будівлі неможливо. Невідповідність критерію 6.
2. Відсутність в комплекті поставки обладнання для підготовки і подрібнення палива. Невідповідність критерію 7.

Висновок:

За споживчими характеристиками котел не є конкурентоздатним для встановлення у котельні, що проектується.

Котельне обладнання Uniconfort (Італія)

Котли жаротрубного типу. Топка значного об'єму, обладнана колекторами для підведення вторинного повітря. В якості палива може використовуватись різне подрібнене біопаливо, в тому числі і солома, яка може транспортуватись пневмотранспортом. Котел укомплектований всіма основними елементами для виконання критеріїв споживчої якості. Особливість комплектації: обладнання складу соломи, різки соломи і подачі його в бункер котла необхідно реконструювати за завданням, яке надає замовник. Питома вартість основного комплекту 73 €/кВт, додаткового комплекту 65 €/кВт. Всього 138 €/кВт.

Висновок:

За споживчими характеристиками котел є конкурентоздатним з урахуванням зауваження по комплектації.



Рис. 29. Котельне обладнання Uniconfort

3.3 Висновки

На підставі виявлення споживчих характеристик котельного обладнання по вказаних вище критеріях оцінки фахівцями-теплотехніками складена узагальнююча таблиця з визначенням коефіцієнту споживчої якості.

Коефіцієнт споживчої якості (К) визначений за формулою:

$$K = \sum N \times 100 / B,$$

де: $\sum N$ - сума оцінок по кожному з критеріїв оцінки,
 B – вартість комплекту обладнання в євро.

Таблиця 7

Визначення коефіцієнту споживчої якості котельного обладнання

№	Марка обладнання	Оцінка критеріїв												Загальна оцінка	Питома вартість €/кВт	Коефіцієнт споживчої якості, К	Пр им.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
2	Hurst (США)	2	2	2	2	3	2	1	1	1	2	2	2	22	152	14,47	
4	KWN (Польща)	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	19	138	13,77	
5	Lin-Ka (Данія)	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	32	215	14,88	
7	VERNR (Чехія)	2	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	26	182	14,29	
9	BGP (Голландія)	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	20	140	14,29	*
10	Kriger (Україна)	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	20	138	14,49	
13	Unicomfort (Італія)	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	19	138	13,77	
14	Комокнт (Білорусія)	2	2	2	3	3	1	1	1	2	3	3	3	26	170	15,29	

На підставі вивчення конструктивних особливостей котельного обладнання, комерційних пропозицій фірм, постачальників обладнання, а також згідно з максимальним коефіцієнтом споживчої якості пропонується прийняти для інсталяції в котельні комплект обладнання для спалювання соломи фірми «Комконт» (Білорусь) – 15,29 балів або фірми Lin-Ka (Данія) – 14,88 балів. Також можливо передбачити використання твердопаливного котла вітчизняного виробництва компанії «Крігер», який в результаті аналізу споживчих якостей отримав третє місце з усього переліку проаналізованих котлів із загальною кількістю балів 14,49, проте має найнижчу вартість.

У Додатку 5 наведена кошторисна вартість котлів Lin-Ka (Данія) та «Крігер» (Україна), які є найдорожчим та найдешевшим варіантом технічного оснащення біокотельні відповідно.

4. Вибір конкурентоздатних планувальних рішень на пілотній котельні

4.1 Концептуальне бачення принципових схем облаштування котелень

На підставі аналізу існуючих планувальних рішень майданчика котельні по провулку Спартаківський, 8 і вимог до проектних рішень щодо дотримання нормованих розмірів санітарно-захисної зони і протипожежних вимог, пропонується для розгляду декілька можливих варіантів розташування елементів твердопаливної котельні:

Перший варіант.

Влаштування котельні на базі промислового майданчика по пров. Спартаківський, 8 за умови встановлення біокотла вітчизняного виробництва фірми «Крігер» тепловою потужністю 1 МВт в існуючій будівлі котельні із заміною діючих малоефективних і зношених 5-и газових котлів НІСТУ на два вискоефективні газові котли КСВа і реконструкцією тепломеханічного обладнання котельні (мережних і підживлювальних насосів, трубопроводів для теплоносія), а також заміною димової труби.

Такий варіант передбачає автоматичний безоператорний режим роботи газових котлів, автоматичний режим перерозподілу вироблення теплоти між газовими котлами і біокотлом, а також будівництво прибудованого витратного складу для біомаси. Загальна кількість обслуговуючого персоналу в котельні на біомасі – 4 людини і додатково 4 працівника, які обслуговуватимуть обладнання паливоподачі.

Схема генерального плану згідно із першим варіантом реконструкції наведена в Додатку 1. План котельні після інсталяції нових газових котлів і біокотла з оперативним прибудованим складом палива наведений у Додатку 4 та 4а.

Другий варіант.

Влаштування котельні на базі промислового майданчика існуючої котельні за умови встановлення біокотла імпортного виробництва («Lin-ka») тепловою потужністю 1 МВт в існуючій будівлі котельні із заміною існуючих малоефективних і зношених 5-и котлів НІСТУ на вискоефективні котли КСВа і реконструкцією тепломеханічного обладнання котельні (мережних і підживлювальних насосів, трубопроводів для теплоносія), а також заміною димової труби.

Такий варіант також передбачає автоматичний безоператорний режим роботи газових котлів, автоматичний режим перерозподілу вироблення теплоти між газовими котлами і біокотлом, будівництво прибудованого витратного складу для біомаси. Загальна кількість обслуговуючого персоналу в котельні на біомасі – 8 людей.

Схема генерального плану згідно з першим варіантом реконструкції наведена у Додатку 1. План котельні після інсталяції нових газових котлів і біокотла з оперативним прибудованим складом палива наведений у Додатку 4 та 4а.

Третій варіант.

Влаштування біокотла вітчизняного виробництва фірми «Крігер» у спеціально спорудженій будівлі, прибудованій до існуючої котельні по пров. Спартаківський, 8 з реконструкцією тепломеханічного обладнання котельні (мережних і підживлювальних насосів, трубопроводів для теплоносія), встановленням окремої димової труби для біокотла і будівництвом прибудованого витратного складу для біомаси.

Заміна існуючих газових котлів не передбачається. Загальна кількість обслуговуючого персоналу – 12 людей. Такий варіант передбачає ручний режим роботи газових котлів і перерозподілу вироблення теплоти між газовими котлами і біокотлом.

Схема генерального плану згідно з першим варіантом реконструкції наведена у Додатку 2. План котельні з існуючими котлами НІСТУ наведений у Додатку 3.

Четвертий варіант.

Влаштування біокотла імпортного виробництва («Lin-Ka») тепловою потужністю 1 МВт по пров. Спартаківський, 8 у спеціально спорудженій будівлі, прибудованій до існуючої котельні по пров. Спартаківський, 8 з реконструкцією тепломеханічного обладнання котельні (мережних і підживлювальних насосів, трубопроводів для теплоносія), встановлення окремої димової труби для біокотла і будівництвом прибудованого витратного складу для біомаси.

Заміна існуючих газових котлів не передбачається. Загальна кількість обслуговуючого персоналу – 12 людей. Такий варіант також передбачає ручний режим роботи газових котлів і перерозподілу вироблення теплоти між газовими котлами і біокотлом.

Схема генерального плану згідно з першим варіантом реконструкції наведена в Додатку 2. План котельні з існуючими котлами НІСТУ наведено у Додатку 3.

У додатках 1...4 наведені креслення, які ілюструють наведені вище варіанти планувальних рішень котелень. Техніко-економічне порівняння варіантів здійснювалось на основі складання кошторису з урахуванням як капітальних витрат на будівництво і реконструкцію котелень, так і експлуатаційних витрат. Кошторисні розрахунки наведені у Додатку 5.

4.2 Опис принципових схем облаштування котельних за прийнятими варіантами

Перший варіант

Особливістю котельні по провулку Спартаківський, 8 – єдиної, існуючої у межах міської забудови і приєднаної до централізованих систем теплопостачання котельні у м. Миргороді, на якій можливе встановлення біокотла, є те, що існуючі в котельні газові котли НІСТУ-5 не задовольняють вимогам чинних нормативів ні за ефективністю використання природного газу, ні за рівнем автоматизації процесів горіння.

Коефіцієнт корисної дії котельні наразі не перевищує 75% (у 2012 році на котельні було спалено близько 740 400 м³ природного газу із теплою згоряння близько 8550 ккал/м³). Термін дії котлів НІСТУ перевищує нормативний на 20 років.

Котельня обладнана енерговитратним насосним обладнанням, яке працює біля 30 років без ремонту, що спричиняє значні витрати електричної енергії на вироблення теплоти – до 33кВт год на 1 Гкал. Існуюче на котельні тепломеханічне обладнання унеможливує автоматизовану безоператорну роботу котельні і влаштування на ній сучасних ефективних систем автоматизації регулювання процесів згоряння і відпуску теплоносія.

Річні експлуатаційні витрати на заробітну плату операторів котельні (4 оператори) становлять близько 195 тис. грн.

Але основною проблемою для такої котельні є те, що розташування в ній діючих котлів НІСТУ-5 є таким, що унеможливує встановлення додаткових котлів на біомасі, або будь-якого іншого обладнання (відсутність місця, необхідного для встановлення біокотлів, і обладнання для них). Конструкція діючих котлів і існуюче тепломеханічне

обладнання не дає також можливості забезпечити впровадження автоматизованих систем управління горінням і перерозподілу теплового навантаження між котлами на біомасі і на природному газі при зміні температури зовнішнього повітря і зміні навантаження на гаряче водопостачання (план котельні з розташуванням котлів НІСТУ-5 наведений у Додатку 3).

Існуюча димова труба котельні призначена для умов експлуатації котлів НІСТУ-5 без примусового видалення продуктів згоряння (без димососів і дуттьових вентиляторів) і не може бути використана для котла на біомасі, який працюватиме за примусової подачі повітря від вентилятора.

У зв'язку з вищезазначеним для котла на біомасі необхідно спорудження окремої димової труби, яка б забезпечила оптимальні умови видалення продуктів згоряння у безконденсаційному режимі.

Таким чином, для можливості розміщення в існуючій будівлі котельні котлів на біомасі виникає необхідність у демонтажі діючих газових котлів НІСТУ-5 (на першому етапі можливий частковий демонтаж котлів).

Реконструкція котельні для монтажу в ній біокотла має включати такі заходи:

1. Демонтаж 5 (на першому етапі 2) існуючих котлів НІСТУ-5 на природному газі і встановлення сучасних жаротрубних котлів КСВа загальною теплопродуктивністю 2 МВт із високоефективними дуттьовими пальниками.

Це дасть можливість вивільнити місце для розташування в існуючій будівлі біокотлів і повної автоматизації роботи котельні. Заміна котлів також уможливить підвищення ефективності роботи котельні на 10...15.%, що означає економію палива.

Газові котли будуть обладнані індивідуальною димовою трубою (план котельні із розміщенням газових котлів і котла на біомасі після реконструкції додається, додаток 4).

2. Реконструкція тепломеханічного обладнання котельні (мережних і підживлювальних насосів, трубопроводів для теплоносія), заміна димової труби, ремонт існуючої будівлі котельні (підлоги, перекриття, стін, світлопрозорих огорожень) і будівництво прибудованого оперативного складу для біомаси (вимога п.11.8 СНиП «Котельные установки»). Генплан промислового майданчика з облаштуванням прибудованого оперативного складу для біомаси наведений у Додатку 1.

Остаточний кошторис по п.1 і 2 буде розроблено у ході виконання проектної документації.

3. Монтаж котла на біомасі вітчизняного виробника (Крігер) з улаштуванням системи паливопідготовки, подачі палива, очистки і видалення продуктів згоряння від біокотла через окрему димову трубу.

Монтаж тепломеханічних систем котельні, а також систем подачі і підготовки палива, автоматизації процесу вироблення і відпуску теплоти, у тому числі перерозподілу вироблення теплоти між котлами на природному газі і на біомасі.

Кошторисна вартість робіт по п.1,2,3 наведена в об'єктному кошторисі - Додаток 5.

4. Проектні, пусканалагоджувальні роботи, здача в експлуатацію.

Усі будівельно-монтажні роботи будуть виконуватись на основі проектно-кошторисної документації, розробленої і затвердженої в установленому законодавством порядку.

Орієнтовна вартість такого варіанту реконструкції котельні становить близько 2 769 327 грн.

Експлуатаційні витрати на заробітну плату, вартість природного газу і електричну енергію при роботі котельні становитимуть:

- видатки на заробітну плату із розрахунку 8 людей обслуговуючого персоналу для роботи біокотлів (з урахуванням заробітної плати робітників, задіяних для роботи системи паливоподачі) – 384 тис. грн.;
- видатки на природний газ із розрахунку, що витрати природного газу котельнею після встановлення і роботи біокотла становитимуть 357 143 м³;
- за рік – 1250 тис. грн. (тариф за природний газ, прийнятий 3500 грн за 1000 м³);
- видатки на електричну енергію (прийняті із розрахунку, що вироблення теплоти котельнею становитиме близько 5400 Гкал за рік, а питомий показник витрат електричної енергії не перевищуватиме після реконструкції 22 кВт на 1 Гкал – 142,6 тис. грн.).

Величина приведених витрат за першим варіантом становить 2,123 тис. грн.

Схема генерального плану згідно із першим варіантом реконструкції наведена у Додатку 1.

Другий варіант

Другий варіант реконструкції котельні відрізняється від першого лише типом котла на біопаливі, якій передбачається для встановлення. В цьому варіанті передбачається встановлення котла типу «Lin-Ka» виробництва Данії.

Цей варіант облаштування котельні, як і перший, передбачає заміну існуючих амортизованих котлів НІСТУ-5 на сучасні вискоєфективні газові котли КСВа для можливості інсталяції в існуючій будівлі котлів закордонного виробництва на біомасі. Два нових котли КСВа і котел на біомасі повністю забезпечують потребу у теплоті, яку повинна виробляти котельня. Загальна потужність встановлених котлів становитиме 3 МВт, а приєднане теплове навантаження становить близько 2,3 МВт.

Передбачається заміна тепломеханічного обладнання котельні (мережних і підживлювальних насосів, трубопроводів для теплоносія), заміна димової труби, ремонт існуючої будівлі котельні (підлоги, перекриття, стін, світлопрозорих огорожень) і будівництво прибудованого оперативного складу для біомаси.

Основною відмінністю другого варіанту від першого є використання закордонного котла для спалювання біомаси.

Реконструкція дає можливість зекономити на будівництві додаткової будівлі для розміщення біокотла і розмістити його в існуючій будівлі котельні.

Перехід на спалювання газу у нових газових котлах забезпечить економію палива за рахунок збільшення ефективності вироблення теплоти, а також перехід на безоператорний режим роботи газової котельні. Склад робіт за другим варіантом аналогічний першому варіанту.

Орієнтовна вартість такого варіанту реконструкції котельні становить близько 4 398 898 грн.

Експлуатаційні витрати на заробітну плату, вартість природного газу та електричну енергію при роботі котельні становитимуть:

- видатки на заробітну плату із розрахунку 8 людей обслуговуючого персоналу для роботи біокотлів (з урахуванням заробітної плати робітників, задіяних для роботи системи паливоподачі) – 384 тис. грн.;

- видатки на природний газ із розрахунку, що витрати природного газу котельнею після встановлення і роботи біокотла становитимуть 357 143 м³;
- за рік – 1250 тис. грн. (тариф за природний газ, прийнятий 3500 грн за 1000 м³);
- видатки на електричну енергію (прийняті із розрахунку, що вироблення теплоти котельнею становитиме близько 5400 Гкал за рік, а питомий показник витрат електричної енергії не перевищуватиме після реконструкції 22 кВт на 1 Гкал – 142,6 тис. грн.

Величина приведених витрат за другим варіантом становить 2,326 тис. грн.

Схема генерального плану згідно із першим варіантом реконструкції наведена у Додатку 1.

Третій варіант

За цим варіантом реконструкція газової частини котельні не передбачається. Газові котли НІСТУ залишаються в експлуатації. Але для розміщення котла вітчизняного виробництва на біомасі передбачено будівництво прибудованої будівлі котельні і оперативного складу палива.

Слід зазначити, що у зв'язку з тим, що передбачається будівництво окремої котельні, значно знижуються розмір і місткість складу біопалива і по даному варіанту запасу палива вистачить тільки на 2 доби.

Влаштування біокотла вітчизняного виробництва фірми «Крігер» на промисловому майданчику існуючої котельні по пров. Спартаківський, 8 в окремо спорудженій будівлі, прибудованій до будівлі існуючої котельні, повинно супроводжуватись реконструкцією тепломеханічного обладнання котельні (мережних і підживлювальних насосів, трубопроводів для теплоносія), встановленням окремої димової труби для біокотла, ремонтом існуючої будівлі котельні (підлоги, перекриття, стін, світлопрозорих огорожень) і будівництвом прибудованого оперативного складу для біомаси.

Такий варіант передбачає ручний режим роботи газових котлів і перерозподіл вироблення теплоти між газовими котлами і біокотлом.

Загальна кількість обслуговуючого персоналу в котельні – 12 людей. Генеральний план облаштування промислового майданчика котельні показано на кресленнях у Додатку 2.

Орієнтовна вартість такого варіанту реконструкції котельні становить близько 2 597 185 грн.

Експлуатаційні витрати на заробітну плату, вартість природного газу і електричну енергію при роботі котельні становитимуть:

- видатки на заробітну плату із розрахунку 12 людей обслуговуючого персоналу для роботи біокотлів (з урахуванням заробітної плати робітників, задіяних для роботи системи паливоподачі, і операторів газової котельні) – 576 тис. грн.;
- видатки на природний газ із розрахунку, що витрати природного газу котельнею після встановлення і роботи біокотла становитимуть 438 095 м³;
- за рік – 1533 тис. грн. (тариф за природний газ, прийнятий 3500 грн за 1000 м³);
- видатки на електричну енергію (прийняті із розрахунку, що вироблення теплоти котельнею становитиме близько 5400 Гкал за рік, а питомий показник витрат електричної енергії не перевищуватиме після реконструкції 22 кВт на 1 Гкал – 142,6 тис. грн.

Величина приведених витрат за третім варіантом становить 2576,4 тис. грн.

Схема генерального плану згідно із першим варіантом реконструкції наведена у Додатку 2.

Четвертий варіант

Четвертий варіант реконструкції котельні відрізняється від третього лише тим, що передбачена установка імпортного котла на біопаливі типу «Lin-Ka».

За цим варіантом облаштування котельні, як і за третім, заміна існуючих застарілих газових котлів типу НІСТУ-5 не передбачається.

Для розміщення котла закордонного виробництва на біомасі передбачено будівництво прибудованої будівлі котельні і ще однієї будівлі – для оперативного складу палива.

Як і у третьому варіанті, у зв'язку будівництвом окремої котельні значно знижуються розмір і місткість оперативного складу біопалива, що забезпечить безперебійну роботу котлів на біомасі без поповнення запасів складу лише протягом 2 діб.

Влаштування біокотла на промисловому майданчику існуючої котельні в окремо спорудженій будівлі, прибудованій до будівлі існуючої котельні повинно супроводжуватись реконструкцією тепломеханічного обладнання котельні (мережних і підживлювальних насосів, трубопроводів для теплоносія) і встановленням окремої димової труби для біокотла, ремонтом будівлі котельні.

Такий варіант передбачає ручний режим роботи газових котлів і перерозподілу вироблення теплоти між газовими котлами і біокотлом.

Загальна кількість обслуговуючого персоналу в котельні – 12 людей. Генеральний план облаштування промислового майданчика котельні показано на кресленнях у Додатку 2.

Орієнтовна вартість такого варіанту реконструкції котельні становить близько 4226 760 грн.

Експлуатаційні витрати на заробітну плату, вартість природного газу і електричну енергію при роботі котельні становитимуть:

- видатки на заробітну плату із розрахунку 12 людей обслуговуючого персоналу для роботи біокотлів (з урахуванням заробітної плати робітників, задіяних для роботи системи паливоподачі, і операторів газової котельні) – 576 тис. грн.;
- видатки на природний газ із розрахунку, що витрати природного газу котельнею після встановлення і роботи біокотла становитимуть 438 095 м³;
- за рік – 1533 тис. грн. (тариф за природний газ, прийнятий 3500 грн за 1000 м³);
- видатки на електричну енергію (прийняті із розрахунку, що вироблення теплоти котельнею становитимуть близько 5400 Гкал за рік, а питомий показник витрат електричної енергії не перевищуватиме після реконструкції 22 кВт на 1 Гкал – 142,6 тис. грн.

Величина приведених витрат за четвертим варіантом становить 2779,9 тис. грн.

Схема генерального плану згідно із першим варіантом реконструкції наведена у Додатку 2.

В таблиці 8 наведені результати техніко-економічного порівняння різних варіантів облаштування котельні з біокотлами по пров. Спартаківський, 8 у м. Миргороді.

Таблиця 8

**Результати техніко-економічного порівняння облаштування котельні з біокотлами
по пров. Спартаківський, 8**

№ вар	Основні ознаки варіанту облаштування котельні	Видатки на облаштування котельні, тис. грн				
		Капіталь ні витрати	На природний газ за рік	На заробітну плату за рік	На електроенергію за рік	Приведе ні річні витрати
1	Влаштування біокотла вітчизняного виробництва в існуючій будівлі котельні	2769,327	1250	384	142,6	2123,1
2	Влаштування біокотла закордонного виробництва в існуючій будівлі котельні	4398,898	1250	384	142,6	2326,4
3	Спорудження нової будівлі для біокотла Вітчизняного виробництва	2597,185	1533	576	142,6	2576,4
4	Спорудження нової будівлі для біокотла закордонного виробництва	4226,760	1533	576	142,6	2779,9

5. Висновки

Аналіз величини приведених витрат показує, що оптимальним, найбільш економічно вигідним є варіант облаштування котельні біокотлом вітчизняного виробництва тепловою потужністю 1 МВт в існуючій будівлі котельні із заміною діючих газових котлів.

Така концепція облаштування біокотельні включає демонтаж 5 існуючих малоефективних котлів НІСТУ-5 на природному газі і встановлення сучасних жаротрубних котлів КСВа загальною теплопродуктивністю 2 МВт із високоефективними дуттьовими пальниками, що дає можливість вивільнити місце для розташування в існуючій будівлі котельні біокотла і забезпечує можливість автоматизації роботи котельні без її зупинки.

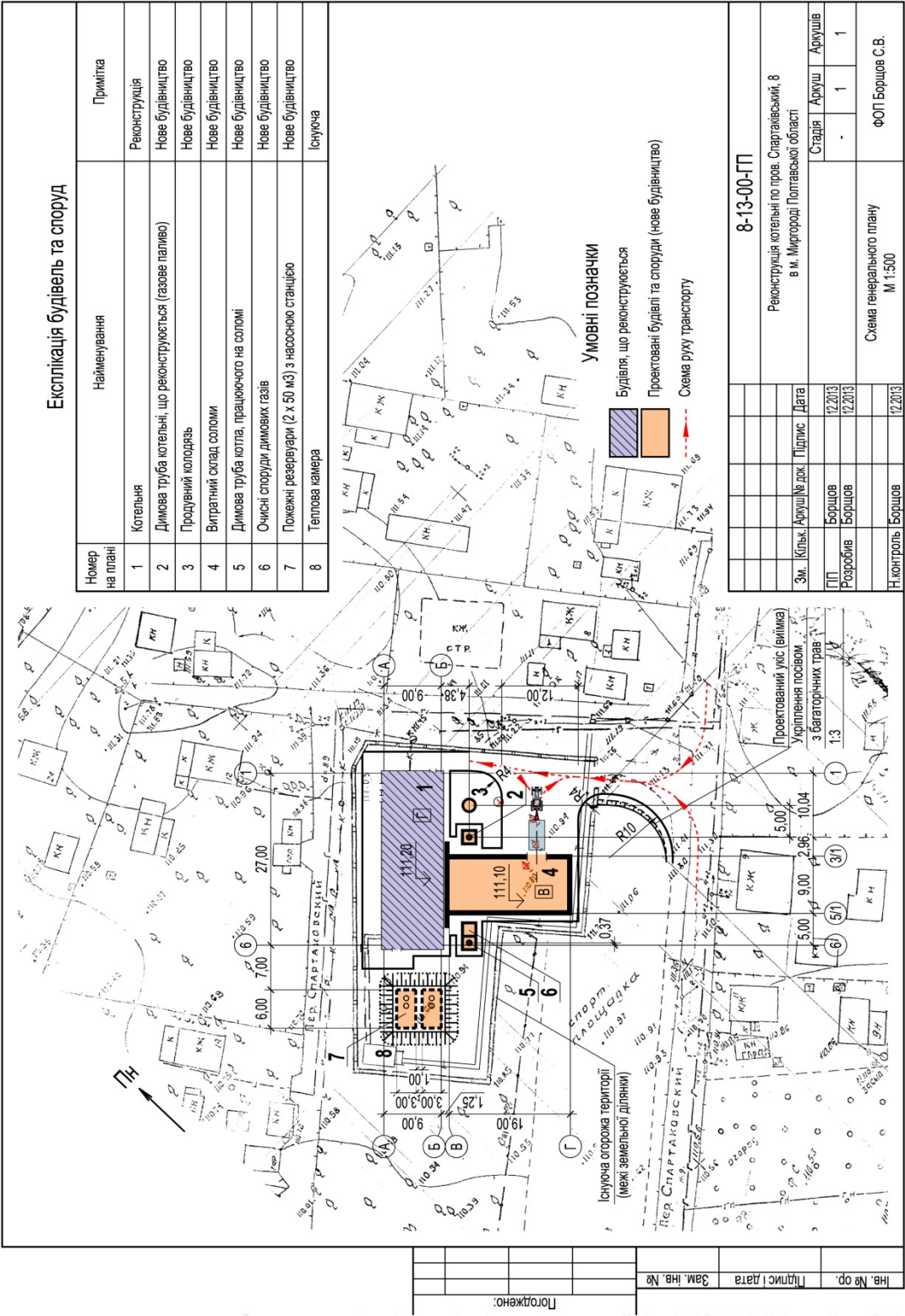
Заміна котлів дає можливість скоротити кількість обслуговуючого персоналу, автоматизувати процес роботи котельні, підвищити ефективність роботи котельні в цілому, отримати суттєву економію природного газу і перейти на безоператорний режим роботи газових котлів.

Проектом облаштування котельні за таким варіантом передбачається реконструкція тепломеханічного обладнання котельні (мережних і підживлювальних насосів, трубопроводів для теплоносія), встановлення окремої димової труби для біокотла, ремонт існуючої будівлі котельні (підлоги, перекриття, стін, світлопрозорих огорожень) і будівництво прибудованого оперативного складу для біомаси.

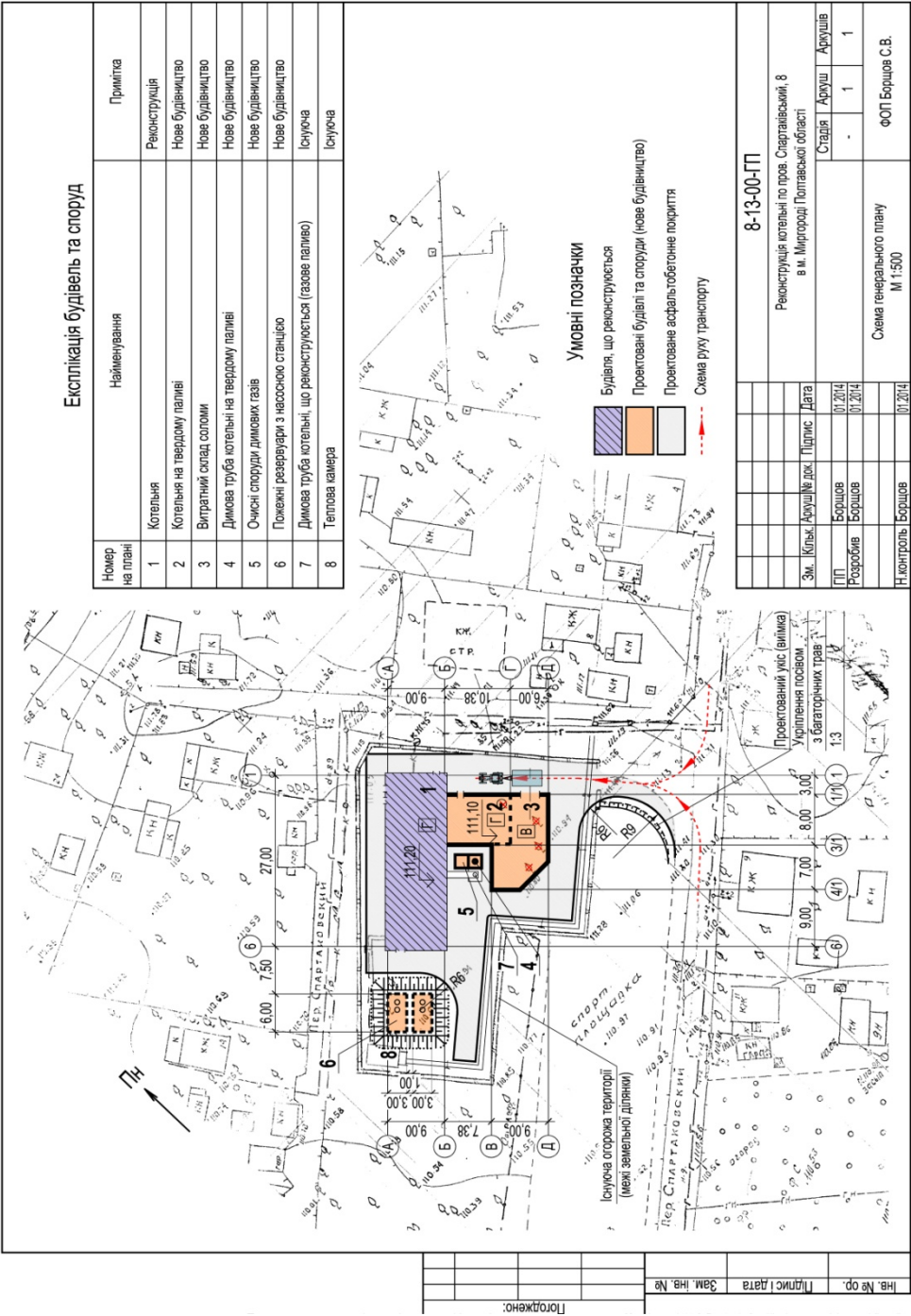
Річний економічний ефект впровадження такого варіанту облаштування котельні у порівнянні з варіантом будівництва нової будівлі котельні і біокотлом імпортного виробництва становить 656,8 тис. грн.

Крім вказаних основних робіт з будівництва котельні на біомасі пілотним проектом передбачено також створення інфраструктури для стійкого постачання об'єктів теплоенергетики м. Миргород біомасою (збір біомаси, її перероблення, зберігання, транспортування, безперебійне постачання на котельню). Цей етап передбачає організаційне і матеріальне забезпечення кожного із етапів постачання біомаси, включаючи фінансування витрат по закупівлі спеціального обладнання для збору біомаси, будівництва складів тривалого зберігання біомаси і підготовки біопалива). Вартість даних робіт та устаткування визначатиметься ТЕО, яке буде розроблене до квітня 2014 р.

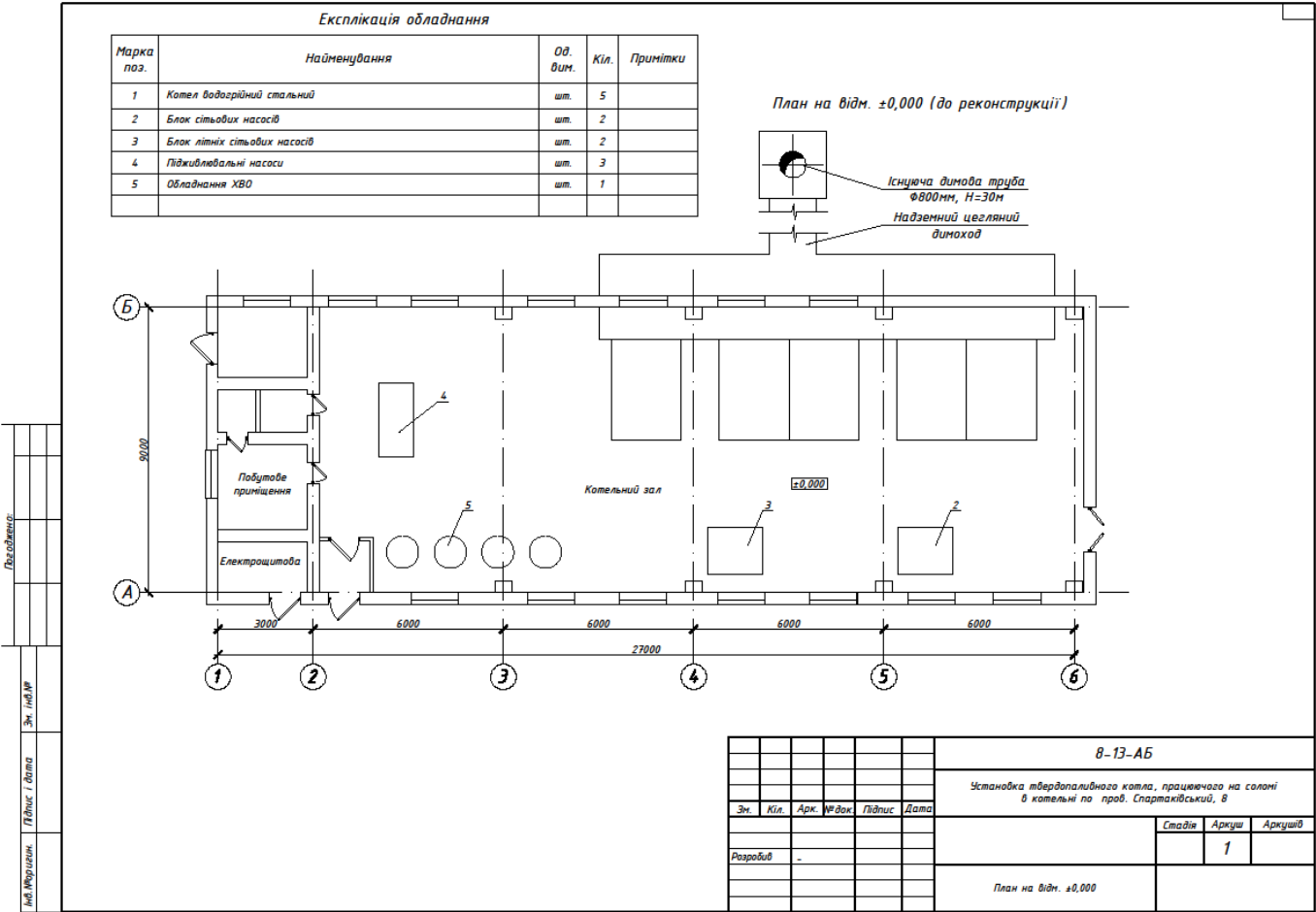
Додаток 1. Схема генерального плану за варіантами реконструкції 1 і 2



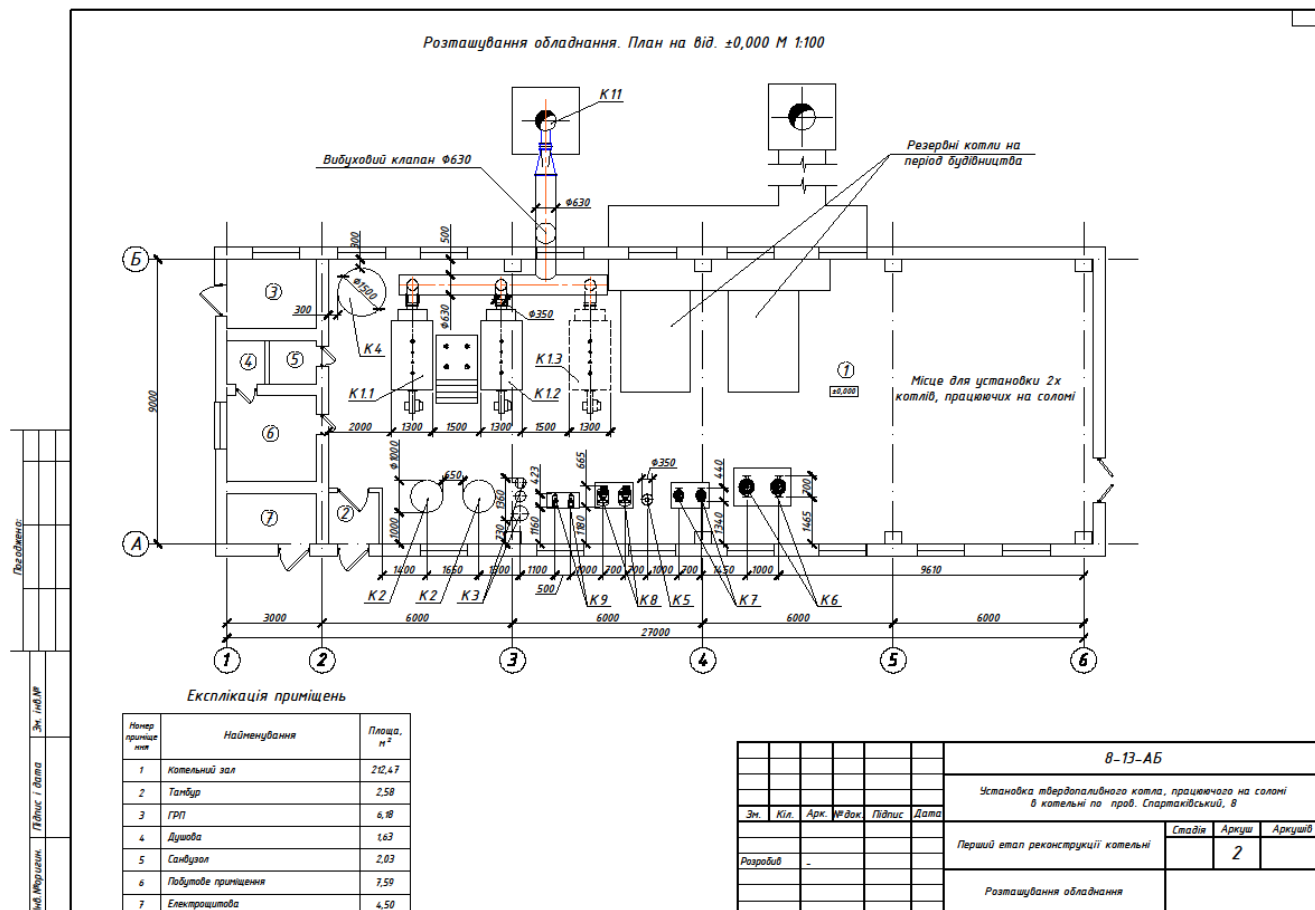
Додаток 2. Схема генплану за варіантами реконструкції 3 і 4



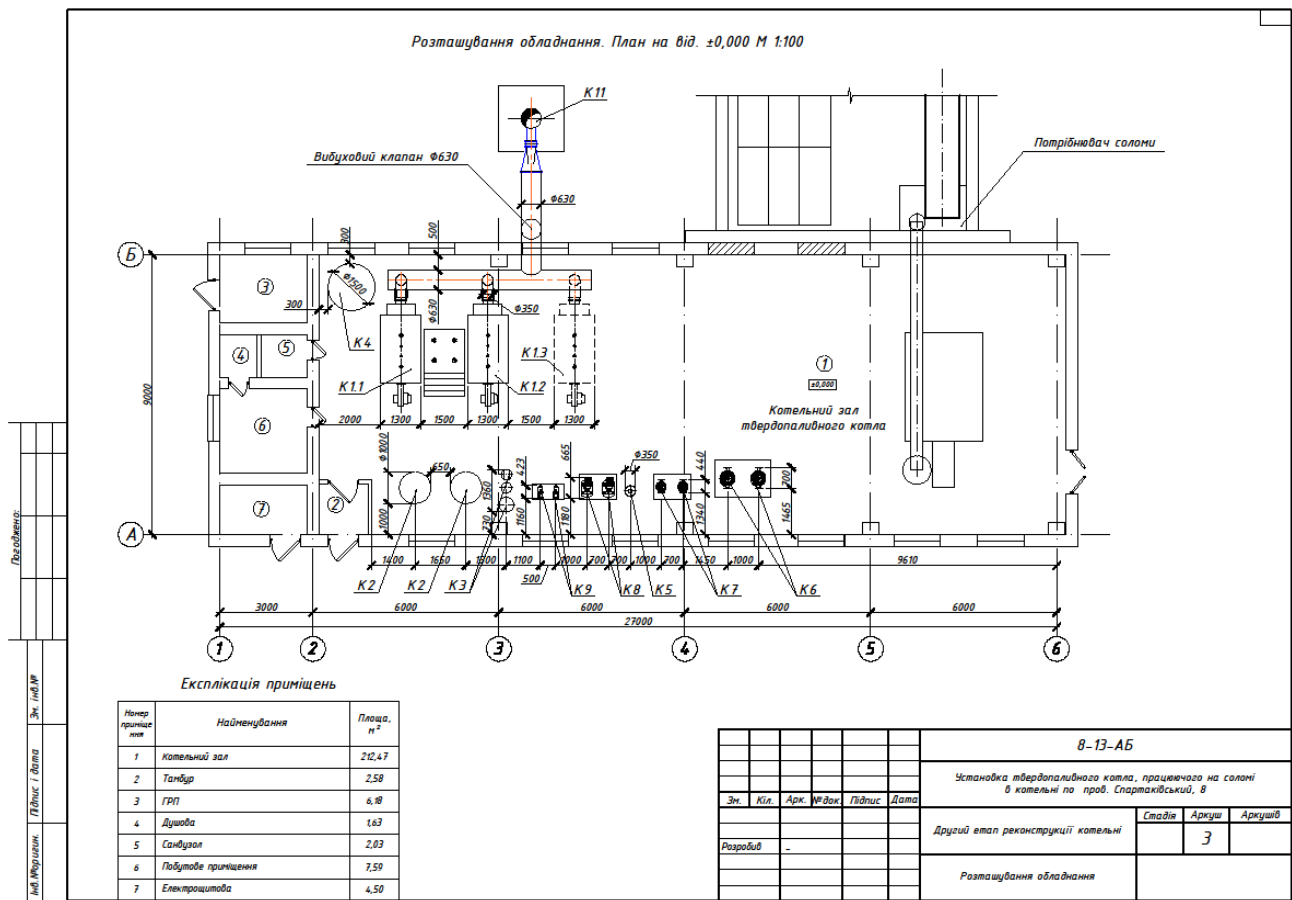
Додаток 3. План котельні з існуючими котлами НІСТУ



Додаток 4. План котельні з робочими котлами НІСТУ і новими газовими котлами КСВа у процесі їх інсталяції за варіантами реконструкції 1 і 2



Додаток 4а. План котельні після інсталяції нових газових котлів і біокотла з оперативним прибудованим складом палива за варіантами реконструкції 1 і 2



Додаток 5. Кошторисні розрахунки за варіантами реконструкції

Варіант 1

11_СД_ОС_2-1
Форма №4

Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)
Реконструкція котельні по провулку Спартаківський, 8 в м Миргород Полтавської області варіант №1

1-
-1-

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 2-1
на будівництво : Котельні

Варіант 1

Кошторисна вартість об'єкта 2769,323 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 5,415 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 115,648 тис.грн.
Вимірник одиничної вартості Будівельні обсяги

Складений в поточних цінах станом на 13 січня 2014 р.

1	2	3	Кошторисна вартість, тис.грн.			7	8	9
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього			
№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	4	5	6	7	8	9
1	Л. кошторис. 2-1-1	на Витратний склад палива з системою автоматичного пожежогасіння (по питомим показникам)	155,250	-	155,250	1,110	27,340	-
2	Л. кошторис. 2-1-2	на загально-будівельні роботи	86,458	-	86,458	0,776	15,814	-
3	Л. кошторис. 2-1-3	на Тепломеханічне устаткування твердотопливного котла, яке установлюється в існуючій котельні	619,676	-	619,676	2,118	43,451	-
4	Л. кошторис. 2-1-4	на придбання тепломеханічного устаткування твердотопливного котла, яке установлюється в існуючій котельні	-	1760,826	1760,826	-	-	-
5	Л. кошторис. 2-1-5	на атоматизацію	12,086	-	12,086	0,186	3,737	-
6	Л. кошторис. 2-1-6	на придбання устаткування для автоматизації	-	15,460	15,460	-	-	-
7	Л. кошторис. 2-1-7	на сигналізацію загозованості	3,629	-	3,629	0,061	1,256	-
								1

Варіант 1 (продовження)

11_ОД_ОС_2-1

Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

- 2 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8 л.	кошторис.	на придбання устаткування для сигналізації загазованності	-	2,197	2,197	-	-	-
9 л.	кошторис.	на загальнобудівельні роботи димової труби	113,741	-	113,741	1,164	24,050	-
		Всього:	990,840	1778,483	2769,323	5,415	115,648	-

Головний інженер проекту
(Головний архітектор проекту)

Начальник відділу

Склад

Перевірив

Борцов В.А.

Борцов С.В.

2

- 2 -

Варіант 2

Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

- 1 -

Реконструкція котельні по провулку Спартаківський, 8 в м. Миргород Полтавської області варіант №1А12_СД_ОС_2-1
форма №4

Варіант 2

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 2-1

на будівництво : Котельні

Кошторисна вартість об'єкта 4398,898 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість 5,415 тис. люд.-год.
 Кошторисна заробітна плата 115,648 тис. грн.
 Вимірник одиничної вартості
 Будівельні обсяги

Складений в поточних цінах станом на 13 січня 2014 р.

Складений в поточних цінах станом на 13 січня 2014 р.									
№ п/п	Номери кошторисів і кошторис- них роз- рахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудо- місткість, тис. люд.-год.	Кошторис- на заробіт- на плата, тис. грн.	Показники одиничної вартості	
			будівельних робіт	устаткуван- ня, меблів та інвен- тарю	всього				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	п. кошторис. 2-1-1	на Витратний склад палива з системою автоматичного пожежогасіння (по питомим показникам)	155,250	-	155,250	1,110	27,340	-	
2	п. кошторис. 2-1-2	на загально-будівельні роботи	86,458	-	86,458	0,776	15,814	-	
3	п. кошторис. 2-1-3	на Водопровід та каналізацію	-	-	-	-	-	-	
4	п. кошторис. 2-1-4	на Тепломеханічне устаткування твердопаливного котла, яке установлюється в існуючій котельні	619,676	-	619,676	2,118	43,451	-	
5	п. кошторис. 2-1-5	на придбання тепломеханічного устаткування твердопаливного котла, яке установлюється в існуючій котельні	-	3390,401	3390,401	-	-	-	
6	п. кошторис. 2-1-6	на атоматизацію	12,086	-	12,086	0,186	3,737	-	
7	п. кошторис. 2-1-7	на придбання устаткування для автоматизації	-	15,460	15,460	-	-	-	

-35-

Варіант 2 (продовження)

- 2 -

Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Л. кошторис. 2-1-8	на сигналізацію загрозованності	3,629	-	3,629	0,061	1,256	-
9	Л. кошторис. 2-1-9	на придбання устаткування для сигналізації загрозованності	-	2,197	2,197	-	-	-
10	Л. кошторис. 2-1-10	на Загальнобудівельні роботи димової труби	113,741	-	113,741	1,164	24,050	-
Всього:			990,840	3408,058	4398,898	5,415	115,648	-

12_СД_ОС_2-1

Головний інженер проекту
(Головний архітектор проекту)

Борщов В.А.

Начальник відділу

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Склад

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Перевірів

Борщов С.В.

[підпис, (ініціали, прізвище)]



- 36 -

Варіант 3

Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

- 1 -

10_СД_ОС_2-1
Форма №4

Реконструкція котельні по провулку Спартаківський, 8 в м. Миргород Потавської області 2варіант №2

Варіант 3

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 2-1

на будівництво : Котельня

Кошторисна вартість об'єкта 2597,185 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість 5,723 тис. люд.-год.
 Кошторисна заробітна плата 115,444 тис. грн.
 Вимірник одиничної вартості
 Будівельні обсяги

Складений в поточних цінах станом на 13 січня 2014 р.

№ п/п	Номери кошторисів	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис. грн.			Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	установка, мебелів та інвентарю	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Л. кошторис. 2-1-1	на Витратний склад палива з системою автоматичного пожежогасіння (по питомим показникам)	155,250	-	155,250	1,110	27,340	-
2	Л. кошторис. 2-1-2	на Блок котельні на соломі (по питомим показникам)	110,280	-	110,280	1,110	16,010	-
3	Л. кошторис. 2-1-3	на Тепломеханічне устаткування фірми Kiger-1.0 (Житомир)	113,313	-	113,313	1,063	21,507	-
4	Л. кошторис. 2-1-4	на придбання тепломеханічного устаткування фірми Kiger-1.0 (Житомир)	-	1745,974	1745,974	-	-	-
5	Л. кошторис. 2-1-5	на Тепломеханічне устаткування твердопаливного котла, яке установлюється в існуючій котельні	309,179	-	309,179	1,026	21,483	-
6	Л. кошторис. 2-1-6	на придбання тепломеханічного устаткування твердопаливного котла, яке установлюється в існуючій котельні	-	14,852	14,852	-	-	-
7	Л. кошторис. 2-1-7	на атоматизацію	12,303	-	12,303	0,189	3,798	-

- 37 -

Варіант 3 (продовження)

- 2 -

2 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

10_СД_ОС_2-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Л. кошторис. 2-1-8	на придбання устаткування для автоматизації	-	16,467	16,467	-	-	-
9	Л. кошторис. 2-1-9	на сигналізацію загазованості	3,629	-	3,629	0,061	1,256	-
10	Л. кошторис. 2-1-10	на придбання устаткування для сигналізації загазованості	-	2,197	2,197	-	-	-
11	Л. кошторис. 2-1-11	на Загальнобудівельні роботи димової труби	113,741	-	113,741	1,164	24,050	-
	Всього:		817,695	1779,490	2597,185	5,723	115,444	-

Борщов С.В.

Головний інженер проекту
(Головний архітектор проекту)

Начальник відділу

[підпис, (ініціали, прізвище)]

[підпис, (ініціали, прізвище)]

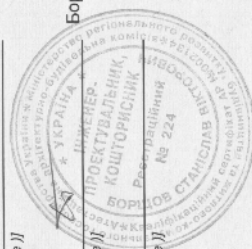
Склав

Борщов С.В.

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[підпис, (ініціали, прізвище)]



- 38 -

Варіант 4

1 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

Реконструкція котельні по провулку Спартаківський, 8 в м Миргород Полтавської області варіант 2А

9_од_ос_2-1
форма №4

Варіант 4

Складений в поточних цінах станом на 13 січня 2014 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис. грн.			Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	Кошторисна вартість об'єкта, тис. грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	устаткування, мебелі та інвентарю	всього			
1	1	на Витратний склад палива з системою автоматичного пожежогасіння (по питомим показникам)	155,250	-	155,250	1,110	4226,760 тис. грн.	-
2	2-1-1	на Блок котельні на соломі (по питомим показникам)	110,280	-	110,280	1,110	5,723 тис. люд.-год.	-
3	2-1-2	на Тепломеханічне устаткування фірми Lin-Ka	113,313	-	113,313	1,063	115,444 тис. грн.	-
4	2-1-3	на придбання тепломеханічного устаткування фірми Lin-Ka	-	3375,549	3375,549	-		-
5	2-1-4	на Тепломеханічне устаткування твердопаливного котла, яке установлюється в існуючій котельні	309,179	-	309,179	1,026	21,483	-
6	2-1-5	на придбання тепломеханічного устаткування твердопаливного котла, яке установлюється в існуючій котельні	-	14,852	14,852	-		-
7	2-1-6	на автоматизацію	12,303	-	12,303	0,189	3,798	-
	2-1-7							

Кошторисна вартість об'єкта
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Вимірник одиничної вартості
Будівельні обсяги

на будівництво : Котельні

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 2-1

-72-

Варіант 4

2/Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0) - 2 - 9_СД_ОС_2-1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Л. кошторис. 2-1-8	на придбання устаткування для автоматизації	-	16,467	16,467	-	-	-
9	Л. кошторис. 2-1-9	на сигналізацію загазованості	3,629	-	3,629	0,061	1,256	-
10	Л. кошторис. 2-1-10	на придбання устаткування для сигналізації загазованості	-	2,197	2,197	-	-	-
11	Л. кошторис. 2-1-11	на Загальнобудівельні роботи димової труби	113,741	-	113,741	1,164	24,050	-
Всього:			817,695	3409,065	4226,760	5,723	115,444	-

Головний інженер проекту
(Головний архітектор проекту)

Борцов С.В.

Начальник відділу

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Склад

Борцов С.В.

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[підпис, (ініціали, прізвище)]



Додаток 6. Чинні нормативні документи, вимоги які повинні бути враховані при проектуванні біокотельні

1. СНиП II-35-76* «Котельные установки».
2. ДБН 360-92** «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень».
3. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
4. ДБН А.2.2-1-2003* «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд».
5. ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення».
6. ДБН А.2.2-3-2012 «Склад та зміст проектної документації на будівництво».
7. ДСП №173-96 «Планування та забудови населених пунктів».
8. ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».
9. ГКД 34.02.305-2002 «Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення».
10. Наказ Мінприроди України №309 від 27.06.2006р. «Про затвердження нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел».
11. ДБН В.1.2-10 «Захист від шуму».
12. ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ».
13. ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі».
14. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».
15. ДБН В.2.5-56:2010 «Системи протипожежного захисту»
16. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».
17. ДБН В.2.5-74:2013 «Зовнішній водопровід»
18. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
19. ДСТУ-Н Ю В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва».
20. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будівель та зовнішніх установок по вибухопожежній і пожежній небезпеці».
21. ДНАОП 0.00-1.26-96 «Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0.07 МПа і водогрійних котлів і водонагрівачів з температурою нагріву до 115 Град. С.

Додаток 7. Загальні характеристики котлів, призначених для спалювання соломи

Виробник	Країна виробництва	Постачальник в Україні	Марка котла	Оптимальна кількість котлів для забезпечення потужності котельні 1 МВт	Запас по потужності, кВт	Вид палива	Максимальна вологість палива, %
Step TRUTNOV	Чехія	«East Engineering Group» (EEG)	Step KS	1 котел 1000 кВт 2 котли по 600 кВт	0 кВт 200 кВт	Солом'яні тюки	20
Hurst Boiler & Welding Co., Inc.	США	«New Energy Industries» (NEI)	1) Hurst xxx HP	1 котел 1226 кВт 2 котли по 640 кВт	226 кВт 280 кВт	Подрібнена солома	40
COOO «КОМКОНТ»	Білорусія	-	CH COMPAC T	1 котел 900 кВт		Подрібнена солома	20
Південьтеплоенергомонтаж (ЮТЕМ)	Україна	БАТ «Південьтеплоенергомонтаж» (ЮТЕМ)	RAU	2 котли по 600 кВт 1 котел 860 кВт + 1 котел 150 кВт 1 котел 860 кВт + 1 котел 250 кВт	200 кВт 10 кВт 110 кВт	Солом'яні тюки	20
Hamech Sp z o.o.	Польща	-	KWH	1 котел 1000 кВт 2 котли по 600 кВт	0 кВт 200 кВт	Подрібнена солома	20
LIN-KA Maskinfabrik A/S	Данія	ГК «Енерджи-Едвайс»	Shredder, Maxi 070	1 Котел 1000 кВт	0 кВт	Подрібнена солома	20
Heiztechnik	Польща	ТОВ «Heiztechnik»	PLUS AGRO B	3 котла по 300 кВт	200 кВт	Солом'яні тюки	20
Verner a.s.	Чехія	ТОВ «КАФ Лтд»	GOLEM 1800	1 котел 1000 кВт	0 кВт	Подрібнена солома	35
Армез	Росія	-	TTC	2 котла по 600 кВт	200 кВт	Солом'яні тюки	20
BGP Engineers	Голландія	BGP Engineers	-	1 котел 750 кВт 2 котли 1500 кВт	-250 кВт 500 кВт	Подрібнена солома	24
Котлозавод «Kpirep»	Україна	ТОВ «Котлозавод «Крігер»	КВМ-1,00	1 котел 1000 кВт	0 кВт	Подрібнена солома	20
MetalErg Sp z o.o. SKA	Польща	ТОВ «Віатера»		2 котла 500 кВт	0	Солом'яні тюки	15
TTS boilers	Чехія	ГК «АТТ»		1 котел 1500 кВт	500 кВт	Подрібнена солома	15
Uniconfort	Італія	ТОВ ВП «Екотерм»		1 котел 1620 кВт	620 кВт	Подрібнена солома	20
AB Umega	Литва	ТОВ «Грандметіз»		1 котел 600 кВт	-400 кВт	Солом'яні тюки	15
Weiss	Німеччина			1 котел 3000 кВт	2000 кВт	Солом'яні тюки	15
Kara	Голландія	NUSECO	CE90DSV	1 котел 940 кВт	0	Подрібнена солома	20

Додаток 8. Технічні характеристики котлів, призначених для спалювання соломи

Виробник	Потужність , кВт	Кількість котлів	КК Д, %	Вартість (загальна) котла(ів), €	Вартість котла, приведена на 1 кВт теплової потужності €/кВт/час	Фракція соломи (габарит тюка)
Step TRUTNOV	1000	1	88	161 200	161	Тюк/подр. сол.
Hurst Boiler & Welding Co., Inc.	1226	1	86	186 600	152	Подр. сол-ма
COOO «КОМКОНТ»	900	1	83	130 000	145	
ЮТЕМ	1110	2	82	89 190	80	Тюк круглий Ø до 2 м. Тюк прямокутний 2,4x1,2x1,3 м
Hamech Sp z o.o.	1000	1	85	28 610	29	Подр. сол-ма
LIN-KA Maskinfabrik A/S	1000	1	85	215 000	215	Тюк/подр. сол.
Heiztechnik	1200	4	82	71 030	59	Тюк круглий Ø 1,2 м, довжина 1,2 м
Verner a.s.	1000	1	84	157 475	157	Подр. солома
Армез	1200	2	83	62 700	52	Тюк круглий Ø 1,8 м 1,6x1,2x1,3 м
BGP Engineers	1500	2	82	210 000	140	Тюк/подр. сол.
Котлозавод «Kpirep»	1000	1	85	88 495	88	Подр. сол-ма
MetalErg Sp z o.o. SKA	1000	2	82	94 000	94	Тюк круглий та прямокутний
TTS boilers	1500	1	87	376 350	250	Подр. сол-ма
Uniconfort	1640	1	86	120 780	73	Подр. сол-ма
AB Umega	600	1	87	436 752	727	Тюк круглий та прямокутний
Weiss	3000	1		780500	260	Тюк прямокутний 2,4x1,2x1,3 м
NUSECO	940	1	91	132 300	140	Подр. сол-ма