

Міністерство освіти і науки України  
Запорізька державна інженерна академія  
Кафедра теплоенергетики

Наукова робота на тему:  
«Розробка локальної системи ГВС на місцевих відходах»

Виконала:

студент гр. ТЕ-17-1мд

Москальчук В.Є.

Прийняв:

Назаренко О.М.

Запоріжжя, 2017

## РЕФЕРАТ

27 сторінок, 8 таблиць, 3 рисунків, 17 джерел.

Об'єкт роботи – пелетна котельня та корпуси школи №81, Запорізька Центральна районна лікарня.

Мета роботи – з'ясувати дійсне теплове навантаження котельні для ГВП, вибір котельного обладнання, розрахунок економії при використанні пелетних котлів, можливість відпуску теплоти до лікарні та розрахунок прибутку.

Місцевими відходами у м. Запоріжжі вважатимемо лузгу та шрот від масляних заводів, тирсу, соломі та непотрібний очерет, із яких багато фірм виготовляють пелети.

Заходом зменшення споживання енергоносіїв було впровадження нової, повністю автоматизованої котельні з пелетними котлами підвищеного ККД та екологічно безпечними, враховуючи безпосередню близькість до корпусів шкіл.

КОТЕЛ, ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ,  
ПЕЛЕТИ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ,  
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ТЕПЛОЄМНІСТЬ,  
ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНІ ДАНІ ПРО ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	5
1.1 Школа №81	5
1.2 Запорізька центральна районна лікарня	7
2 РОЗРАХУНОК ВИТРАТИ ТЕПЛОТИ ТА ОБ'ЄМ НЕОБХІДНОЇ ВОДИ НА ГВС	8
3 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЛЕТ ТА ПЕЛЕТНИХ КОТЛІВ	10
3.1 Види пелетних котлів	11
3.2 Особливості пелетних котлів.	11
3.3 Переваги і недоліки пелетного опалення та ГВП	12
3.4 Соняшникові пелети	13
4 ВИБІР ПЕЛЕТНИХ КОТЛІВ	15
4.1 Можливості контролера котлів	16
4.2 Переваги KLIMOSZ MULTICOMBI ЕКО	16
4.3 Габаритні розміри котлів Klimosz Multicombi ЕКО	17
5 РОЗРАХУНОК ТА СПІВВІДНОШЕННЯ ВАРТОСТІ ГВП ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ ПІДІГРІВУ ВОДИ	19
5.1 Розрахунок вартості ГВП при підігріву води електроенергією	19
5.2 Розрахунок вартості ГВП при умові закупівлі в Концерні «Міські теплові мережі»	20
5.3 Розрахунок капіталовкладень	20
5.4 Розрахунок вартості ГВП при умові використання пелетного котельного обладнання	22
6 РОЗРАХУНОК РІЧНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ	24
6.1 Економічний ефект для лікарні	24
6.2 Розрахунок прибутку від продажу ГВ	24
6.3 Річний економічний ефект та термін окупності додаткових капітальних вкладень, грн/год	25
ВИСНОВОК	26
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ДЖЕРЕЛ	27

## ВСТУП

Теплопостачання є великою галуззю народного господарства. На потреби теплопостачання щорічно витрачається 25% усього виробленого палива. В умовах обмежених паливних ресурсів раціональне і економне їх витрачання є завданням державної важливості. Альтернативним джерелам енергії в наші дні багато приділяють уваги як фахівці, так і звичайні люди, для яких сьогоднішні ціни на енергоносії нестримно зростають.

Ще буквально кілька років тому ставлення до пелетних котлів було вельми прохолодним. Але нині ситуація змінилася. Це пов'язано з підвищенням цін на електроенергію, дизельне паливо і одночасно зі зниженням цін на пелетні опалювачі і розширенням їх асортименту.

У бюджетних установах, серед яких будинки культури, школи, дитсадки, побудовані в минулому столітті, взимку люди лишені гарячої води (бо із-за протяжності теплових мереж виникають втрати теплоти й до споживача приходиться ледь тепла вода) або витрачаються більш значні кошти на підігрів та транспортування.

Об'єктом наукової роботи є котельня, працююча на пелетах, необхідна для постачання гарячою водою споруди школи №81 за адресою вул. Істоміна 16, м. Запоріжжя та Запорізької Центральної районної лікарні за адресою Лікарняна вулиця, 18 .

Котел - теплообмінний пристрій, в якому тепло від гарячих продуктів горіння палива передається воді. В результаті цього в водогрійних котлах теплоносії нагрівається до необхідної температури.

Водогрійні котельні установки призначені для отримання гарячої води, використовуваної для опалення, гарячого водопостачання та інших цілей.

Опалення на пелетах стало доступніше і попит на нього помітно виріс. Особливість пелет полягає в тому, що при їх згоранні виділяється тепла більше, ніж від ряду інших видів палива.

## 1 ЗАГАЛЬНІ ДАНІ ПРО ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Школа №81

Школа №81 - справжня перлина архітектури розташувалася на розі вулиць Комінтерну і Істоміна. Це «Медхеншуле» або «Школа для дівчаток». Будівля в стилі модерн з елементів голландського ренесансу і пізнього бароко, побудована як і головний корпус ВНК (школа для хлопчиків) в 1904 році німцями-колоністами - одна з візитних карток Запоріжжя. Будівля має й історичну цінність: в 1910 році тут була заснована перша в Російській імперії природоохоронна організація - Хортицьке товариство охоронців природи. Кінець жіночої школи настав в 1920 році, незадовго до запланованого 25-річчя школи. Радянський уряд не схвалило жіночу школу, і дівчатка повинні були перейти в центральну школу. У 1963 році школа отримала статус загальноосвітньої середньої школи №81.

Головний фасад дуже нагадує будівлі Північної Європи, які стоять на берегах каналів. У 1972 році було добудовано нове приміщення; поєднане переходом зі старим будинком. З того часу школи неодноразово реконструювались, у 1984 році було здано в експлуатацію ще два корпуси середньо освітньої школи.

За 110 років існування в школі було більше 100 випусків. Завдяки ентузіазму і копіткій роботі вчителів школи в травні 2007 року був відкритий шкільний музей - «Вічна молодість».

Таблиця 1.1 – Загальна характеристика школи

Параметр	Кількість, шт
Учнів	301
Персонал	45
Класів	13



## 1.2 Запорізька центральна районна лікарня

Запорізька центральна районна лікарня розташовується в місті Запорозжя по вул. Лікарняна, 18, у безпосередньо близькому розташуванні до школи №81.

Отже, у зв'язку із вигідним розташуванням, для котельні у школі №81 є можливість реалізувати більшу частину гарячої води для лікарні.

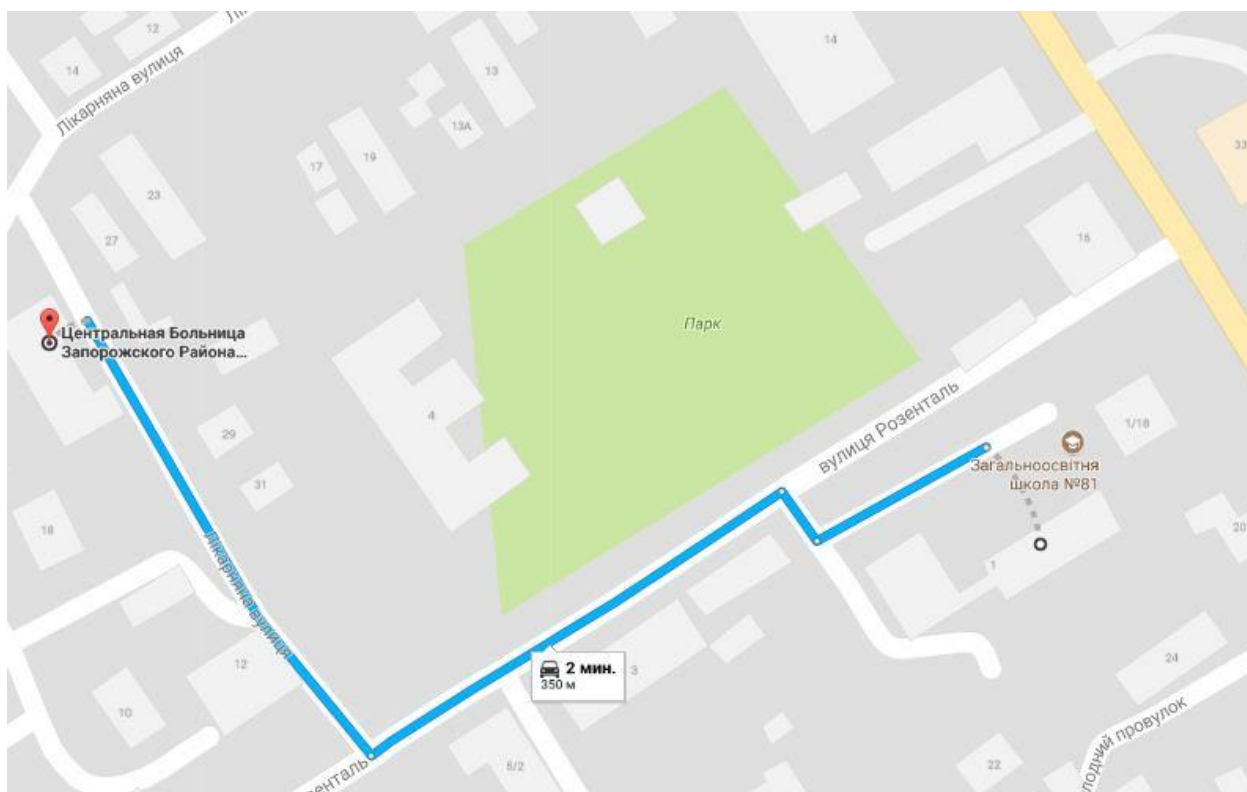


Рисунок 1.2 – Карта із розташуванням лікарні та школи

## 2 РОЗРАХУНОК ВИТРАТИ ТЕПЛОТИ ТА ОБ'ЄМ НЕОБХІДНОЇ ВОДИ НА ГВС

Середня витрата теплоти впродовж доби на гаряче водопостачання школи дорівнює, кВт

$$Q_{\text{Г.В.}}^{\text{ср}} = \frac{c \cdot a_m^h \cdot m \cdot (60 - t_x)}{3600 \cdot T},$$

де  $c$  - теплоємність води, Дж/(кг·°С);

$a_m^h$  - норма витрат води на одного споживача за добу, л/добу [3];

$m$  - кількість споживачів;

$T$  - період, протягом якого споживається вода,  $T=10$  годин для школи.

$t_x$  – температура холодної води, °С. Для літнього періоду  $t_x = 15$  °С, для зимнього періоду  $t_x = 5$  °С.

Для школи, для зимнього періоду середня витрата теплоти впродовж доби на гаряче водопостачання, кВт

$$Q_{\text{Г.В.}}^{\text{ср}} = \frac{4,187 \cdot 6 \cdot 346 \cdot (60 - 5)}{3600 \cdot 10} = 13,28.$$

Для школи, для літнього періоду середня витрата теплоти впродовж доби на гаряче водопостачання, кВт

$$Q_{\text{Г.В.}}^{\text{ср}} = \frac{4,187 \cdot 6 \cdot 346 \cdot (60 - 15)}{3600 \cdot 10} = 10,87.$$

Витрату теплоти в години з максимальним споживанням води можна розрахувати за допомогою формули, кВт

$$Q_{\text{Г.В.}}^{\text{max}} = k_{\text{Г}} \cdot Q_{\text{Г.В.}}^{\text{ср}},$$



де  $k_{\Gamma}$  - коефіцієнт годинної нерівномірності,  $k_{\Gamma} = \frac{a_{hr.u}^h}{a_m^h} \cdot 24$ ;

де  $a_{hr.u}^h$  - норма витрат води на гаряче водопостачання в годину найбільшого споживання, л/год [3].

Для житлового будинку, для зимнього періоду, витрата теплоти в години з максимальним споживанням води, кВт

$$k_{\Gamma} = \frac{1.2}{6} \cdot 24 = 4,8 ;$$

$$Q_{\Gamma.B.}^{\max} = 4,8 \cdot 13,28 = 63,74.$$

Середня витрата гарячої води школою, л/добу

$$V_{\Gamma BC}^{cp} = a_m^h \cdot m = 6 \cdot 346 = 2076.$$

Максимальна витрата гарячої води школою, л/добу

$$V_{\Gamma BC}^{\max} = k_{\Gamma} \cdot V_{\Gamma BC}^{cp} = 4,8 \cdot 2076 = 9965.$$

### 3 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЛЕТ ТА ПЕЛЕТНИХ КОТЛІВ

Ще буквально кілька років тому ставлення до пелетних котлів було вельми прохолодним. Але нині ситуація змінилася. Це пов'язано з підвищенням цін на електроенергію, дизельне паливо і одночасно зі зниженням цін на пелетні опалювачі і розширенням їх асортименту. Опалення на пелетах стало доступніше і попит на нього помітно виріс.

Давайте розберемося в тому, що представляє собою цей вид опалення, які його особливості, переваги і недоліки використання. Почнемо з терміну.

Пелетами називають паливні гранули. По суті, це просто відходи деревообробної, масляної промисловості, які спресовані у формі гранул. Виготовляють їх без використання хімічних добавок, що робить цю продукцію екологічно чистою. Пелетне опалення відноситься до сучасних систем опалення.

Особливість пелет полягає в тому, що при їх згоранні виділяється тепла більше, ніж від ряду інших видів палива. Зокрема, при спалюванні 1 тонни цих матеріалів виділяється така ж кількість енергії, як при повному згорянні 1,6 тонн дерева, 480 куб. метрів газу або 500 л дизпалива. Завдяки цьому опалення та ГВП пелетами може скласти конкуренцію іншим видам енергоносіїв. І при цьому їх вартість не схильна до таких підвищень, як наприклад, вартість газу або дизельного палива. Все це призводить до збільшення числа приватних і громадських будівель, що використовують для свого обігріву гранули. Пелетні котли мають потужність від 15 до 100кВт. Їх розташовують у підвалі будинку, в спеціальному приміщенні на першому поверсі або в окремій споруді (контейнерного або модульного типу). Використовуються для опалення або гарячого водопостачання всього будинку.

### 3.1 Види пелетних котлів

Виділяють такі види пелетних котлів:

- котли, що працюють тільки на пелетах;
- опалювачі, що мають можливість в екстрених випадках (несправність автоматики або пальника) тимчасово використовувати в якості палива дрова або брикети. Для цього в них встановлена спеціальна решітка;
- комбіновані пристрої (в них можна спалювати не тільки пелети, але ще дрова та брикети).

### 3.2 Особливості пелетних котлів.

Першою їх особливістю є невеликий обсяг камери згоряння. Це пояснюється тим, що основна частина робочих процесів протікає в конвективній частині пристрою.

Друга особливість – це наявність спеціального пальника, яка має більш високий ККД у порівнянні з її аналогами в твердопаливних котлах інших типів.

Термін експлуатації, який вказаний в інструкції, може досягати двадцяти і більше років (стосовно обладнання преміум-класу). Це третя їхня особливість.

Четверта особливість – високий рівень автоматизації. Автоматичне опалення на пелетах передбачає не тільки заданий рівень температури, але і автономну подачу палива. Завдяки цьому, пристрій може працювати і без участі людини. Наявність палива в оперативному бункері забезпечить функціонування протягом семи діб (іноді і більше). При наявності паливного складу (колодязя з гідроізоляцією, контейнера біля будинку або спеціального призначеного ізольованого приміщення в самій будівлі) котел зможе самостійно працювати весь опалювальний сезон.

### 3.3 Переваги і недоліки пелетного опалення та ГВП

Опалення та ГВП будинку пелетами має багато переваг. Вони полягають в наступному:

- котли не потребують спеціального обслуговування. Збирання золи можна здійснювати 1-2 рази на місяць. На великій кількості сучасних моделей реалізована функція автоматичного очищення;
- високий ККД, рівний 70-95%;
- багато моделей мають додатковий контур гарячого водопостачання; можливість установки своїми руками;
- вибухо- і пожежна безпека;
- зручність при зберіганні і транспортуванні палива. Єдина вимога до приміщення, де здійснюється зберігання – це сухість;
- відсутність неприємних запахів при експлуатації;
- опалення замиського будинку пелетами не потребує узгодження на підключення.
- високий показник енергоконцентрації: теплотворна здатність пелет - 4,3-4,5 кВт / кг. Цей показник можна порівняти з вугіллям і в 1,6 разів вище, ніж у деревини. Під час згоряння 1000 кг пелет з лушпиння виділяється стільки ж теплової енергії, як при спалюванні 685 л. топкового мазуту, 500 л. дизельного палива, 479 м<sup>3</sup> природного газу або 1600 кг. деревини;
- паливна пелета - безпечний і екологічно чистий вид палива. при його спалюванні виділяється така ж кількість CO<sup>2</sup>, як і при природному розкладанні біомаси, яка використовувалася для його виробництва. Виготовлення пелет полягає тільки в пресуванні лушпиння соняшника під високим тиском, без додавання хімічних домішок;
- конструктивні особливості дозволяють автоматизувати процес згоряння;

– незаперечною перевагою є умови зберігання. Гранули мають низьку займистість, завдяки чому цей матеріал можна зберігати в безпосередній близькості до об'єктів. Так як вони не поглинають вологу, їх здатність віддавати тепло не зменшується з часом, що не вимагає спеціальних умов для зберігання. Крім цього даний вид палива займає небагато місця, володіє малою вагою, зручний при транспортуванні і зберіганні.

Тепер перерахуємо недоліки даного способу опалення. Їх не так багато:

- досить висока ціна самих котлів. Незважаючи на те, що в останні роки вона значно знизилася, все одно її сума значно перевищує вартість багатьох інших видів котлів (газових, електричних і деяких інших);
- вартість опалення пелетами в даний час вище, ніж обігрів на основі газового палива;
- закупівля і доставка пелет, а також сервісне обслуговування пристрою може викликати певні труднощі (особливо у віддалених селищах);
- багато імпортованих опалювачів не розраховані на вітчизняні умови експлуатації. Суворі зими, перебої з постачанням електроенергії, пелети для опалення недостатньо високої якості можуть привести до передчасного виходу техніки з ладу;
- застарілі моделі вимагають частого очищення (1-2 рази на тиждень).

### 3.4 Соняшникові пелети

Пеллета соняшникова - це біологічне паливо, що отримується з лущиння соняшника. Являє собою спресовані циліндричні гранули, довжина яких, в середньому, від 10 до 20 мм, діаметр 6 мм. Енергетична цінність пелет досить велика, так як вони мають високу щільність, і в їх складі відсутня волога. Згоряння двох кілограмів таких гранул подібно згорянню одного літра рідкого палива.

Таблиця 3.1 - Основні характеристики пелет з лушпиння соняшнику.

Критерій	Од. виміру	Показник
Діаметр	мм	6,0
Довжина	мм	11-18
Масова частка вологи і легких речовин	%	8,5
Зольність	%	3,79
Вища теплота згоряння	МДж/кг	20,357
Густина	кг/м <sup>3</sup>	580-650
Масова частка жиру	%	4,5

#### 4 ВИБІР ПЕЛЕТНИХ КОТЛІВ

У результаті розрахунку обираємо 2 пелетних котла KLIMOSZ MULTICOMBI EKO 32.

Універсальний пелетний котел KLIMOSZ MULTICOMBI EKO - це котел зроблений в максимальній відповідності до вимог, які ставляться перед сучасними опалювальними агрегатами. В першу чергу це проявляється через підхід до вибору палива. Дані твердопаливні котли ніколи не залишать вас без тепла, оскільки вони можуть з однаково високою продуктивністю спалювати в автоматичному режимі пелети, вугілля еко-горошок, штиб і інше гранульоване паливо, а в разі якщо основне паливо закінчилося, можна використовувати дрова, буре вугілля або брикети, але при цьому паливо потрібно буде підкладати в ручну.

Конструкція КЛІМОШ МУЛЬТІКОМБІ гарантує високу продуктивність і надійність, яку також можна порівняти з таким важливим чинником як безпеку. Саме в цих параметрах досягли успіху польські виробники котлів, що забезпечило їм визнання багатьох покупців. Котел складається з двох відсіків. Нижня частина використовується як зольник, над яким встановлюється ретортне пальник. Така пальник має форму чаші з отворами, через які до палива подається повітря, що сприяє більшій ефективності горіння. Паливо до чаші надходить з бункера розміщеному збоку від котла, через спеціальний шнек.

Верхня частина котла являє собою чавунний теплообмінник, який поєднаний з камерою горіння для дров і вугілля. Така конструкція крім тривалої служби гарантує максимальне використання тепла, виробленого котлом. Пальник і колосники для традиційного палива розміщені так, що б димові газу, проходили спочатку по задній стінці теплообмінника, потім по передній і тільки після цього виводилися до димоходу, який підключається на тильній стороні опалювального приладу. Теплообмінник відділений від обшивки шаром теплоізолюючої вати (товщина даного шару 5 см), завдяки

чому сталеві стінки котла не нагріваються в той час коли котел працює і можна не побоюватися доторкнутися до них, а також це зводить до мінімуму втрати тепла від горіння.

Догляд та використання KLIMOSZ MULTICOMBI для користувача істотно полегшує потужний контролер.

#### 4.1 Можливості контролера котлів

До його основних можливостей відносяться:

- повний контроль не тільки роботи котла, а й системи опалення (4 насоса, 2 змішувальних клапана і 2 кімнатних термостата);
- плавну зміну потужності за принципом PID регулювання;
- запобігання блокуванню змішувальних клапанів;
- здатність працювати в погодозалежному режимі (датчик погоди поставляється разом з котлом);
- режим «Літо» (опалення відключається, і котел працює тільки для нагріву води в побутових потребах).

Регулятор має безліч інших функцій, які покращують ефективність котла, а також роблять його управління простим і комфортним для користувача.

#### 4.2 Переваги KLIMOSZ MULTICOMBI ЕКО

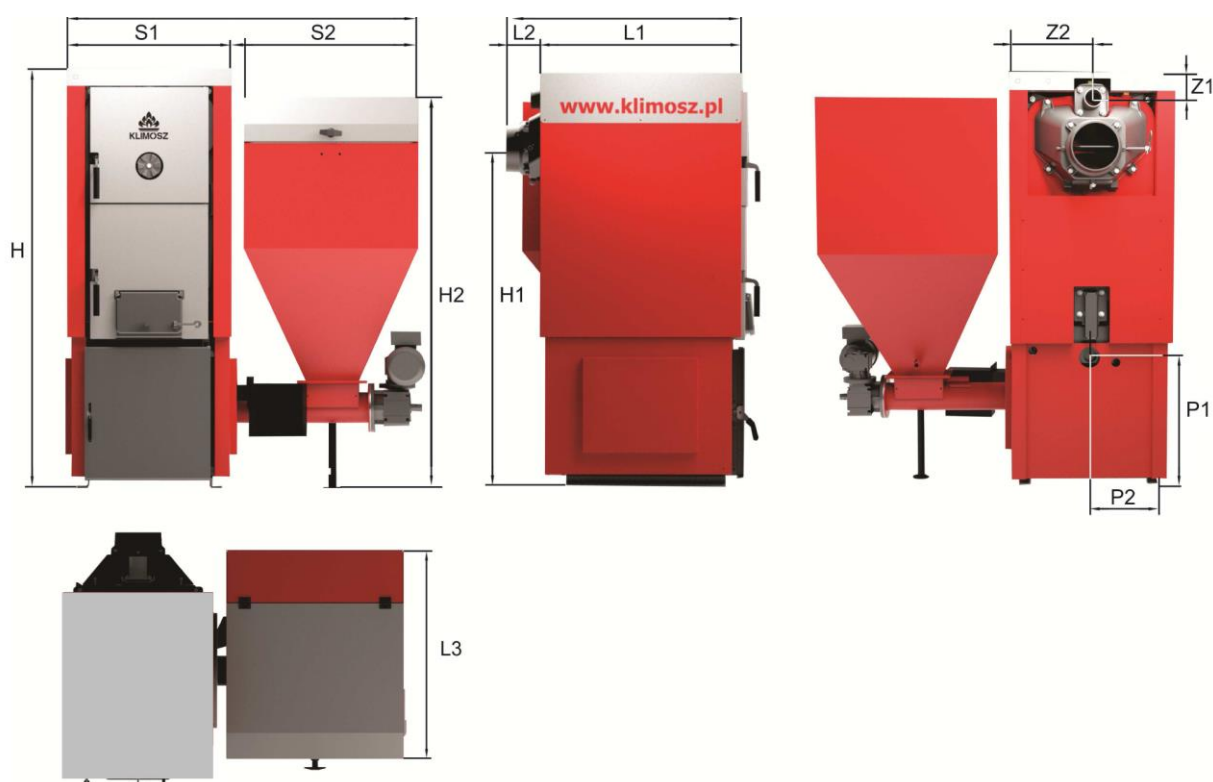
Переваги автоматичних котлів на пеллетах і дровах KLIMOSZ MULTICOMBI ЕКО:

- підходить для спалювання різних видів палива;
- надійний чавунний теплообмінник з терміном служби 20 років (10 років гарантії);
- простий в управлінні, обслуговуванні і чищенні;



- місткий паливний бункер (230 л);
- низькі втрати тепла;
- рівень шкідливих речовин в димових газах набагато нижче ніж в допустимих стандартах EN 303-5.

### 4.3 Габаритні розміри котлів Klimosz Multicombi ЕКО



Rys. Wymiary kotłów KLIMOSZ COMBI B.

TYP	S	L	H	S1	S2	L1	L2	L3	H1	H2	Z1	Z2	P1	P1
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
15	1200	655	1410	550	600	470	185	745	1155	1300	95	272	450	275
20	1200	765	1410	550	600	580	185	745	1155	1300	95	272	450	275
32	1200	860	1410	550	600	728	185	745	1155	1300	95	272	450	275
35	1200	950	1410	550	600	813	185	745	1155	1300	95	272	450	275

Рисунок 4.1 - Габаритні розміри котлів Klimosz Multicombi ЕКО

Таблиця 4.1 - Технічні характеристики KLIMOSZ MULTICOMBI EKO:

Модель	MULTICOMBI B32
Потужність максимальна / номінальна, кВт	30/25
ККД, %	84,7
Макс. робочий тиск, бар	4,0
Витрата палива при номінальній потужності (пелети), кг / год	4,7
Витрата палива при номінальній потужності (вугілля-горошок), кг / год	4,8
Витрата палива при номінальній потужності (буре вугілля), кг / год	5,4
Обсяг паливного бункера, дм <sup>3</sup>	230
Маса, кг	520
Обсяг води, дм <sup>3</sup>	50
Діаметр димоходу, мм	156
Тиск в димовій трубі, Па	15–20
Температура димових газів, ° С	100–220
Електрична потужність, Вт (мотор-редуктор / вентилятор)	180/80
Рекомендована робоча температура, ° С	65 ÷ 80
Максимальна робоча температура, ° С	90
Мінімальна робоча температура, ° С	30

## 5 РОЗРАХУНОК ТА СПІВВІДНОШЕННЯ ВАРТОСТІ ГВП ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ ПІДГРІВУ ВОДИ

### 5.1 Розрахунок вартості ГВП при підігріву води електроенергією

У якості обладнання обираємо промисловий електричний водонагрівач Electrotherm 5000 E у кількості 2 шт із необхідним об'ємом води 5000 л/шт. Ціна бойлерів, із впровадженням їх у систему ГВП, складає  $z_6 = 970\ 000$  грн.

Навантаження на бойлери, кВт·ч

$$Q_6 = 2 \cdot G \cdot c_p \cdot \Delta t = V \rho c_p \cdot (t_r - t_x) = 2 \cdot 5000 \cdot 1 \cdot 4.19 \cdot (60 - 5) = \\ = 2.3 \text{ ГДж} = 590,$$

де  $V$  – кількість води, необхідної для підігріву, л;

$c_p$  - теплоємність води, Дж/(кг·°C);

$t_x$  – температура холодної води, для зимнього періоду  $t_x = 5$  °C;

$t_r$  – температура гарячої води,  $t_r = 60$  °C.

Ціна гарячої води, за умови підігрівом бойлером, грн/добу

$$z_{6,\text{доб}} = z_{\text{нагр}} + z_{x,v} = \frac{Q_6 \cdot z_{\text{ел.ен}}}{\eta} + z_{xv/\text{м}^3} \cdot V = \frac{590 \cdot 1,68}{0,98} + 10,99 \cdot 10 = 1122,$$

де  $Q_6$  – навантаження на бойлер, кВт·ч;

$z_{\text{ел.ен}}$  - вартість 1 кВт·ч на осінь 2017 р, грн;

$\eta$  - ККД електричного нагрівача;

$z_{xv/\text{м}^3}$  – вартість холодної води за 1 м<sup>3</sup>, грн;

$V$  - кількість води, необхідної для нагріву, м<sup>3</sup>.

Отже, за місяць необхідно витратити на ГВП 22 440 грн, та 270 000 грн/рік.

## 5.2 Розрахунок вартості ГВП при умові закупівлі в Концерні «Міські теплові мережі»

Вартість купівлі 10 м<sup>3</sup>/добу, грн/добу

$$z_{\text{МТМ}} = z_{\text{ГВ/м}^3} \cdot V = 84.5 \cdot 10 = 845,$$

де  $z_{\text{ГВ/м}^3}$  – вартість одного куба води у Концерні «МТМ», грн.

За місяць школа витратить 16900 грн, за рік –  $C_1 = 202800$  грн.

## 5.3 Розрахунок капіталовкладень

### 5.3.1 Вартість закупівлі обладнання

Капітальні вкладення визначаються методом прямого розрахунку окремих елементів вкладень, грн.

$$K = K_{\text{об}} + K_{\text{зд}} + K_{\text{т}},$$

де  $K_{\text{об}}$ - капітальні вкладення в устаткування, необхідне за проектом, грн.;

$K_{\text{зд}}$ - капітальні вкладення в будівлі, які відсутні в проекті, оскільки. використовується раніше побудована будівля,  $K_{\text{зд}} = 0$ ;

$K_{\text{т}}$  - капітальні вкладення в запаси палива, в проекті: котельня працює на пелетах,  $K_{\text{т}} = 0$ .

*Капітальні вкладення в енергетичне устаткування, грн.*

$$K_{\text{об}} = \text{Ц} \cdot (1 + k_{\text{т}}) \cdot O_{\text{об}},$$

де  $\text{Ц}$  - ціна устаткування, грн.;

кт - коефіцієнт транспортних витрат, пов'язаний з придбанням устаткування, приймається  $кт = 0,05$  – для устаткування великої маси;  $кт = 0,01$  - для устаткування невеликої маси;

Ооб - кількість одиниць устаткування, шт.

Пелетний котел: KLIMOSZ MULTICOMBI ЕКО коштує 87 000 грн.

$$Кк = 87000 \cdot (1 + 0,05) \cdot 2 = 182\,700.$$

Насоси, грн

$$Кн = 2160 \cdot (1 + 0,05) \cdot 4 = 9\,100.$$

Додатково на котельні встановитимемо теплоаккумулятор (буферну ємкість) Alter TA S180 5000 за ціною, грн

$$Кта = 63200 \cdot (1 + 0,05) = 66\,360.$$

Загальні капіталовкладення для підключення лікарні до школи, грн

$$Клік = n \cdot (Цтр + Цроб) + Кдод = 400 \cdot (35 + 10) + 6000 = 24\,000,$$

де  $n$  – довжина прокладання трубопроводу, м;

Цтр – ціна трубопроводу, грн/м;

Цроб – вартість робіт із прокладання трубопроводу, грн/м;

Кдод – вартість додаткового обладнання, грн.

Капітальні вкладення в устаткування складають, грн.

$$Коб = 182\,700 + 9\,100 + 66\,360 + 24\,000 = 282\,160.$$

*Розрахунок величини амортизаційних відрахувань*

Амортизаційні відрахування від вартості капітальних вкладень складають, грн/рік:

$$Z_a = K_{об} \cdot (N_a / 100) = 282\,160 \cdot (24/100) = 67\,700,$$

де  $N_a$  - норма амортизації на цю групу устаткування,  $N_a = 24\%$ .

Витрати на поточний ремонт і вміст основних фондів складуть 10% від суми амортизаційних відрахувань на устаткування, грн/год.

$$Z_{т.р} = 0,1 \cdot Z_a = 0,1 \cdot 67\,700 = 6\,770.$$

Капіталовкладення з урахуванням амортизаційних відрахувань, грн

$$K = 356\,560.$$

5.4 Розрахунок вартості ГВП при умові використання пелетного котельного обладнання

*Вартість пелет*

Витрата пелет для одного котла за годину становить в середньому 4,7 кг/год за ціною 1500 грн/т.

Таблиця 5.1 - Необхідна кількість та вартість пелет

	Витрата пелет, кг	Вартість, грн
За добу	94	141
За місяць	1880	2820
За рік	22560	33840

*Вартість електроенергії, що вживається котлами*

Таблиця 5.2 - Витрата електроенергії та її вартість, що споживається  
вдома котлами

Ціна, грн	Витрата електроенергії, кВт ч	Вартість, грн
За добу	5,6	9,4
За місяць	112	188
За рік	1344	2256

Таблиця 5.3 – Загальна ціна гарячої води при використанні пелетного  
котла

Ціна, грн	Холодна вода	Ел.енергія	Пелети	Загалом
За добу	109,9	9,4	140	259,3
За місяць	2198	188	2820	5206
За рік	26376	2256	33840	$C_2=62500$

## 6 РОЗРАХУНОК РІЧНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ

### 6.1 Економічний ефект для лікарні

Ціна гарячої води для лікарні, при умові закупівлі у Концерну "Міські теплові мережі" становитиме 84,5 грн/м<sup>3</sup>. Для того, щоб лікарні було вигідно отримувати ГВП від 81 школи, запровадимо ціну в 80 грн/м<sup>3</sup>. Кожного дня котельня постачатиме 8 м<sup>3</sup> до районної лікарні.

Таблиця 6.1 – Економія лікарні, за умови придбання ГВ у школи №81

	Вартість від «МТМ», грн	Вартість від котельні, грн
За добу	676	640
За місяць	13520	12800
За рік	162240	153600
Економія грн/рік	8640	

### 6.2 Розрахунок прибутку від продажу ГВ



Таблиця 6.2 – Прибутки для школи

Витрати для нагріву 8 м <sup>3</sup> води, що йде на лікарню			
Ціна, грн	День	Місяць	Рік
Холодна вода	87,92	1759	21100
Ел. енергія	3,76	75	902
Пелети	112	2250	27072
Загалом	204	4080	48960
Прибуток, що поступає до школи, без урахувань витрат			
	640	12800	153600
Заробітна плата обслуговуючому персоналу котельні	150	3000	36000
<i>Чистий прибуток</i> <i>C<sub>чп</sub>, грн</i>	286	5720	68640

6.3 Річний економічний ефект та термін окупності додаткових капітальних вкладень, грн/год

Річний економічний ефект, грн/год

$$E_p = C_1 - C_2 + C_{чп} = 202\,800 - 62\,500 + 68\,640 = 208\,940.$$

Розрахунковий коефіцієнт ефективності капітальних вкладень

$$E_p = E_{г}/K = 208\,940 / 356\,560 = 0,59.$$

Термін окупності капітальних вкладень, років

$$T_{ок} = 1/E_p = 1/0,59 = 1,7$$

## ВИСНОВОК

Із кожним роком ціна на ГВ та опалення від районних котелень дорожчає, тому частіше люди впроваджують менш затратні системи для підігріву гарячої води для опалення та/і гарячого водопостачання. У цій роботі додатковий прибуток приносить продаж частини підігрітої води до іншого підприємства. Але при цьому збільшується капіталовкладення на початок впровадження цієї системи.

У результаті розрахунку ми отримали гарні економічні показники щодо використання котельних на пелетах для впровадження системи ГВС школи №81 та районної лікарні.

Термін окупності капітальних вкладень всього 1,7 років, що сягає відмінних показників у енергетичній сфері. Для цього необхідно встановити 2 універсальних пелетних котла KLIMOSZ MULTICOMBI ЕКО, які зроблені в максимальній відповідності до вимог, які ставляться перед сучасними опалювальними агрегатами. Дані твердопаливні котли ніколи не залишать школу та лікарню без гарячої води, оскільки вони можуть з однаково високою продуктивністю спалювати в автоматичному режимі пелети, вугілля, еко-горошок, штиб і інше гранульоване паливо.

Так як у м. Запоріжжя близько п'яти соняшніко-перероблюючих заводів, безліч малих та середніх меблевих фабрик, декілька десятків фермерських господарств, які працюють у згоді з фірмами по виробництву пелет, тому такий котел у регіоні ніколи не залишиться без палива. Також, за необхідністю, у майбутньому можливо встановлення пелетного виробництва на території школи.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ДЖЕРЕЛ

1. <http://zmgk.com.ua/>
2. <https://www.ua-region.info/32687324>
3. <https://graintrade.com.ua/ru>
4. <http://promboilers.ru/vodonagrevatel-promyshlennyy-elektricheskiy-et-5000-e>
5. <https://boilershop.com.ua/bytovye-tverdoplivnyye-kotly/pelletnyye-kotly/klimosz-multicombi-eko.html>
6. <https://prom.ua/p273581497-truba-polipropilenovaya-dlya;all.html>
7. <http://ultraprom.com.ua/price1.php>
8. <https://www.forumhouse.ru/threads/23139/page-63>
9. <https://teplo-mag.com.ua/p204207476-teploakkumulyator-bufernaya-emkost.html>
10. <http://bio.ukrbio.com/ru/catalogue/3607/about/>
11. <http://www.bestreferat.ru/referat-344147.html>
12. <http://geci.cn.ua/work/502802/Osobennosti-primeneniya-pelletnyx-kotlov>
13. Овсянко А.Д., Печников С.А. Котельные и электростанции на биотопливе. Справочник. Порт-Консалтинг, Санкт-Петербург, 2008, — 360 с.
14. <http://fuelalternative.mk.ua/mirovoi-rinok-pellet.html>
15. <http://biotechnology.mk.ua/pelleti-mifi.html>
16. <http://pelleta.com.ua/pellets-businessplan.html>
17. <http://aquagroup.ru/articles/pelletnyy-tverdoplivnyy-kotel.html>