

УДК 504.61:621.311.22

© З.С. Сірко, к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування  
України

І.Ю. Вишняков, О.С. Протасов, Н.В. Бірківська

Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.209>

## **РЕКОНСТРУКЦІЯ ІСНУЮЧИХ ПАРОВИХ КОТЕЛЕНЬ В БІОТЕЦ**

*Стаття присвячена висвітленню сутності та змісту такої проблеми як реконструкції існуючих парових котелень, які працюють на біомасі в БіоТЕЦ.*

**БІОМАСА, ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ, ПАРОПОРШНЕВА  
КОГЕНЕРАЦІЙНА УСТАНОВКА, АГРОВІДХОДИ,  
ДЕРЕВИННІ ВІДХОДИ**

**Постановка проблеми.** Даною статтею передбачено розглянути проект реконструкції парової котельні в паропоршневу теплоелектростанцію (БіоТЕЦ), що працює на біомасі (агровідходах, деревинних відходах), з метою генерації та продажу електроенергії за «зеленим» тарифом [1, 2, 3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Україна має величезний потенціал у вигляді такого альтернативного джерела енергії, як біомаса. Це продукти, відходи та залишки лісового та сільського господарств (пелети, тріска, тирса, лузга соняшника, солома та ін.), рибного господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також складова частина промислових або побутових відходів, здатна до біологічного розкладу.

БіоТЕЦ є запасним, постійно діючим джерелом енергії, що підвищує енергетичну безпеку і незалежність від постачань електроенергії.

Додатково БіоТЕЦ буде місцевим регіональним джерелом електроенергії для населення і підприємств.

Використання біомаси засноване на вискоєфективному спалюванні, яке дозволяє екологічно безпечно переробити рослинну сировину в електричну енергію, яку продають за пільговим «зеленим» тарифом, і тепло для потреб підприємства (підсушування біомаси, сушки зерна, обігріву виробничих і адміністративних приміщень, забезпечення гарячою водою для санітарно-побутових потреб, опалення теплиці) [4-10].

**Мета дослідження.** Метою дослідження є реконструкція існуючих парових котельень в БіоТЕЦ.

**Результати дослідження.** В результаті реконструкції парової котельні з'явиться паропоршнева теплоелектростанція «БіоТЕЦ-600» на деревній сировині, електричною потужністю 600 кВт, з урахуванням споживання ТЕЦ на власні потреби до 100 кВт/год.

БіоТЕЦ має спеціальний топковий пристрій, який дозволяє використовувати практично будь-яке деревне паливо – від пелет і брикетів до тирси, тріски, глиці і листя, кори та ін., з високою зольністю до 12% і вологість до 60%.

БіоТЕЦ складається з:

1. Парової котельні з 2 паровими котлами, на базі ДКВР 2,5/13, з бункером палива та пристроєм санітарної очистки димових газів. Пропозиція розроблена, як для розміщення на існуючих котельнях, без переобладнання останніх, так і в окремому комплексі, для роботи на твердому паливі будь-якої фракції, зольності і вологістю до 60%.

2. Паропоршневої електростанції, електричною потужністю 600 кВт, на базі 3-х адаптованих під пар дизельних електростанцій АД-200;

3. Системи управління БіоТЕЦ.

Паропоршнева когенераційна установка – це комплекс в складі паропоршневого двигуна з синхронним електрогенератором і блоком утилізації теплоти мастила та теплоти відпрацьованої пари.

Паропоршневий двигун виготовляється шляхом переобладнання поршневого двигуна внутрішнього згоряння.

Паропоршневий двигун працює по 2-х тактному циклі. Питома витрата пара 5 ... 10 кг / кВт \* год. Частота обертання валу двигуна – 1500 об / хв., що дуже зручно при стикуванні його з будь-яким синхронним електрогенератором. При тиску пари вище 5 бар двигун зберігає потужність по відношенню до вихідного аналогу.

Застосовуючи сучасні електронні пристрої в системі регулювання двигуна виходять якість вироблюваної електроенергії не нижче ніж в мережі.

Вартість 1 кВт встановленої електричної потужності паропоршневої електростанції нижче ніж у виробників парових турбін.

Синхронний електрогенератор – покупний виріб з ККД 92 ... 94%, що дозволяє перетворювати механічну енергію на валу паро поршневого двигуна в електричну.

Електрогенератори застосовуються для дизельних, бензинових і газових електростанцій можуть бути використані без доопрацювань на паропоршневих електростанціях.

Блок утилізації теплоти – при роботі паропоршневого двигуна частина теплоти пару передається мастильному маслу. Сучасні мастила можуть працювати при температурі до 130 ° С. При більш високих температурах масло втрачає мастильні властивості, його необхідно охолоджувати, тобто відбирати частину теплоти і направляти її для виконання корисної роботи. До того ж масло виконує функції охолодження двигуна.

Пар, який виконав корисну роботу в двигуні, повинен бути конденсований і відправлений в паровий котел. При конденсації пари виділяється теплота, яка також може бути утилізована і відправлена для виконання корисної роботи.

Паропоршнева електростанція 200 кВт виробляється компанією «Єврогаз» при інституті газу Національної академії наук, шляхом адаптації під пар дизельної електростанції ЕСД 200-Т / 400 стаціонарного виконання на базі швидкохідного чотиритактного 12-циліндрового двигуна 1Д12, з водяним охолодженням.

Станції можуть бути обладнані щитом автоматичного керування з контролером АВР, капотом.

Дизельний мотор переробляється в паропоршневий двигун.

Дизель-генератори можуть працювати як автономно, так і в паралель між собою, з іншими однотипними дизель-генераторами або із загальною промисловою мережею.

Деревинні – та агровідходи привозять на територію БіоТЕЦ і складають на відкритому майданчику з твердим покриттям. У дощовий і сніговий сезони відходи накривають тентами.

Тюкована рослинна сировина, наприклад солома, подається в подрібнювач, а потім подається в бункер накопичувач палива і далі в топку.

Лушпиння подається відразу конвеєром подачі палива засипається в топку. Парогенератор нагріває підготовлену воду, і передає під тиском до 13 МПа паропоршневій машині. Топка парогенератора обладнується ґратами з шуруючою рамкою, що охолоджуються водою (ТУ У 28.2-32831406 - 003: 201). Робота топки механізована із застосуванням електроприводів і автоматизована в обсязі необхідному для нормальної експлуатації установки, що працює на спалюванні твердого палива.

Для ефективного горіння палива під ґрати в зону первинного дуття подається гаряче повітря температурою 200-

400°C. Для повного спалювання палива і зменшення виносу в камеру топки подається повітря в зону вторинного дуття. Переміщення і розрівнювання шару палива по ґратах відбувається за допомогою шуруючої рамки відбувається шурування шару, що інтенсифікує процес згоряння палива.

В установці прийнята схема сухого золовидалення. З топки парогенератора зола скидається на гвинтовий конвеєр, який транспортує продукти спалювання в зольник.

Вихідні димові гази з конвективної частини парогенератора потрапляють в пристрій санітарної очистки газу (ПСОГ ТУ У 29.7-32831406 - 004: 201), де очищуються до вимог екологічних норм і далі димососом викидаються в атмосферу через димову трубу.

ПСОГ забезпечує ефективність очищення димових газів до 98%.

Рослинне паливо в теплогенераторі перетворюється в золу – натуральне мінеральне калійне добриво.

Зола видаляється шнеком в бункер золи, звідки вивозяться на майданчик зберігання, для відвантаження покупцям.

В якості палива в можна використовувати:

1. Пелети і брикети всіх видів та з різної рослинної сировини (деревина, солома, лушпиння соняшника, кукурудза, сіно, трава, листя і глиця, кора);

2. Дерев'яну тріску і тирсу любих порід дерев і чагарників вологістю до 50%;

3. Кускові деревинні відходи (обрізки, пеньки, кора та інше);

4. Солома, сіно, трава, листя і глиця, кора;

5. Лушпиння соняшника та зерна;

6. Торф (у вигляді пелет і брикетів) – при необхідності.

У разі використання тюкованих агровідходів необхідно додатково придбати і встановити січкарню.

Подрібнена сировина механічно подається з подрібнювача в сушарку, де воно підсушується до 12% вологості.

У сушарку подається енергоносієй – димові гази з парового котла.

Подрібнена і підсушена сировина витягується димососом в циклон, де відділяється підготовлена сировина від димових газів.

У димову трубу виводяться CO<sub>2</sub> і CO.

Продукцією БіоТЕЦ буде:

1) «зелена» електроенергія;

2) тепло;

3) відходи – зола.

Отримані:

- 1) електрика буде продаватися державі в енергоринок;
- 2) тепло буде використовуватися на місці для:
  - опалення адміністративних і виробничих приміщень;
  - сушки зерна;
  - отримання гарячої води для санітарно-побутових цілей;
  - опалення теплиці;
- 3) зола може використовуватися в якості натурального мінерального калійного добрива.

Для реалізації проекту буде створено підприємство «Ботанік ТЕЦ 2», яке отримає необхідні ліцензії на генерацію і продаж електроенергії.

Умови передачі території для розміщення БіоТЕЦ підлягають окремому узгодженню і уточненню.

Проекти будівництва об'єктів електроенергетики, що використовують альтернативні (відновлювані) джерела енергії, мають право на реєстрацію в якості проектів спільного впровадження в рамках дії Кіотського протоколу.

Механізм спільного впровадження діє на умовах спільного впровадження, при яких інвестор фінансує заходи з виконання проекту, отримуючи натомість офіційно оформлені величини скорочення викидів (ОСВ). Законодавством України передбачено низку пільг щодо оподаткування діяльності пов'язаної з розробкою і впровадженням енергозберігаючих заходів та енерго ефективних проектів.

Залежність України від імпорту основних енергоносіїв змушує уряд і бізнес розвивати альтернативну енергетику, яка зараз займає 0,2% в загальному енергобалансі країни (в Євросоюзі її частка досягла 10%).

Економічна доцільність створення Проекту виникла завдяки прийняттю Закону України «Про електроенергетику» від 16.10.1997 р, за яким закупляється електрика, вироблена з використанням альтернативних джерел електроенергії. Чинний «зелений» тариф робить будівництво біоелектростанцій, що працюють на біомасі, економічно привабливим проектом.

**Висновки.** Заміщення викопних видів палива деревинними відходами та агробіомасою є дуже перспективним варіантом декарбонізації сектору тепlopостачання. Пошук і використання альтернативних видів палива, альтернативність яких полягає, передусім, в їхній екологічності та відновлюваності, надають додаткові джерела енергетичних ресурсів.

Проект «БіоТЕЦ» розроблений як інструментарій для створення сприятливих умов з метою широкого розповсюдження систем опалення з використанням деревинних відходів та агробіомаси.

### Література

1. M.W.Vis, D.van den Berg. Biomass Energy Europe Harmonization of biomass resource assessments. Volume I. Best Practices and Methods Handbook. – November 2010. – 220 p.

2. Закон України №514-VIII від 04.06.2015 «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії»

3. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник/ За ред. Г. Гелетука. – К.: «Поліграф плюс», 2015. – 72с.

4. Посібник. Технології та обладнання для використання поновлювальних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві/ За ред. Кравчука В.І., Дубровіна В.О. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2010. – 184 с.

5. Справочник потребителя биотоплива/ [ под ред. Виллу Вареса]. Таллин: Таллинский технический университет, 2005. – 183 с.

6. Виробництво теплової енергії із біомаси. Аналіз законодавства, регулярних аспектів і податкової політики та рекомендації щодо неодмінних змін у чинному законодавстві. Звіт, підготовлений ВБО «Інститут місцевого розвитку» у рамках виконання Проекту «Місцеві альтернативні джерела енергії: м. Миргород». – К., 2014. – 100с.

7. Добрива та їх використання: Довідник. – К.: Арістей, 2010. – 254с.

8. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія/ Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетука, І.П. Григорюк, К.В. Дмитрук, В.О. Дубровін, А.І. Ємець, Г.М. Забарний, Г.М. Калетнік, М.Д. Мельничук, В.Г. Мироненко, Д.Б. Рахметов, А.А. Сибірний, С.П. Циганков. – К.: Аграр Медіа Груп, 2010. – 408с.

9. Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание: учебное пособие для студентов высш. учебных заведений/ авт.-сост. В.С. Сюнев [и др.]. – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2014. – 123с.

10. Твайдел Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. Пер. с англ. – М: Энергоатомиздат, 1990. – 392с.