

## ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТВЕРДОПАЛИВНОЇ КОТЕЛЬНОЇ ТОВ «БАРЛІНЕК-ІНВЕСТ»

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Проаналізована теплова схема котельні ТОВ «Барлінек-Інвест». Відзначено, що значні витрати електроенергії на власні потреби не дозволяють досягти високої ефективності виробництва теплоти. Проаналізовані варіанти підвищення ефективності котельні. Виявлено, що найбільш доцільним варіантом є встановлення парогенератора на відходах деревини та парової протитискової мікротурбіни. Наведено розрахункові результати економічної ефективності модернізації котельні.

**Ключові слова:** відходи деревини, парогенератор, парова турбіна, виробництво електроенергії

### Abstract

Analyzed heat flow scheme of a boiler-room of TOV "Barlinek-invest". Noted that much of the cost of electricity for own needs does not allow to achieve high efficiency production of heat. Analyzed options to improve the efficiency of the boiler. It is revealed that the most appropriate variant is to install the steam generator on waste wood and steam pressure microturbines. The calculated results of economic efficiency of modernization of a boiler room.

**Key words:** waste wood, steam generator, steam turbine, power generation

В минулому енергетика України була орієнтована на використання первинних енергоносіїв (природного газу, нафти, вугілля), запаси яких обмежені і ціни на які стрімко ростуть. За таких умов особливої актуальності набуло винайдення шляхів вироблення енергії з поновлюваних джерел. Кожна тисяча кіловат-годин електроенергії, яка вироблена з відновлювальних джерел, в середньому запобігає викидам в атмосферу 4,2 кг твердих частинок, 5,65 кг оксидів сірки, 1,76 кг оксидів азоту, а кожна вироблена гікалорія теплоти - 0,2 кг твердих частинок, більше 3 кг оксидів сірки і близько 1 кг оксидів азоту.

Державна політика України по енергоспоживанню передбачає суттєве розширення об'ємів використання нетрадиційних і поновлювальних джерел енергій. В Україні забезпечена економія традиційних паливно-енергетичних ресурсів на рівні 8...10 % від їх загального споживання. У відповідності зі стратегією розвитку нетрадиційної енергетики в країнах ЄС "White Paper" . біомаса покриває близько 74 % загального числа поновлювальних джерел енергії, що буде складати близько 9 % загального споживання первинних енергоносіїв.

Деревина є одним із найвагоміших й економічних відновлюваних джерел енергії, що має гарантовані з високою ймовірністю властивості з виробництва енергії у відповідності з потребами, і процесами утворення якого, на відміну від традиційних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу), можна управляти. Технологічні процеси енергетичного використання деревини, поряд із економічними та екологічними аспектами, позитивно впливають на соціальну сферу шляхом створення нових робочих місць, надходження коштів у місцевий бюджет, а також зниження витрат на імпорт енергоносіїв.

Котельня ТОВ «Барлінек-Інвест» якраз працює на відходах деревини, які спалюються в чотирьох водогрійних котлоагрегатах Ferrolі Bi Comb Sgm [1]. Але значні витрати енергоносіїв на власні потреби не дозволяють отримати високу ефективність генерації теплоти.

Тому метою даної роботи є: підвищення ефективності котельні ТОВ «Barlinek invest».

На початку досліджень проаналізовано існуючу теплову схему котельні. В результаті розрахунку теплової схеми було виявлено, що три котлоагрегати працюють на 100% своєї потужності та один на 93%, що призводить до зношення котлоагрегатів та частого їх ремонту. Витрата робочого палива становить 2,657 кг/с та 58521,3 тон/рік [2]. Теплова потужність котельні 25,205 МВт. ККД котельні 0,8. Річне споживання електроенергії складає біля 750 000 кВт·год. Собівартість вироблення теплоти складає 63,72 грн./ГДж [3]. Таким чином, за наявності майже безкоштовного палива – деревинних відходів виробництва – отримано високу собівартість теплоти.

Розглянуті такі варіанти модернізації котельні:

- 1) газифікація деревини в спеціальному газифікаторі та подальше спалювання утвореного газу в котлі, що дозволить дещо покращити ефективність спалювання палива і ККД котельні, а також покращити екологічні показники котельні;
- 2) газифікація деревини в спеціальному газифікаторі, очищення генераторного газу та спалювання його в тепловому двигуні (двигуні внутрішнього згорання або газовій турбіні), що дозволить виробляти власну електроенергію, але вимагає значних капіталовкладень в систему очищення та охолодження генераторного газу та в теплові двигуни;
- 3) встановлення парового котла на відходах деревини та гвинтової протитискової парової турбіни, що дозволить розвантажити водогрійні котли і виробляти власну електричну енергію.

Після проведення оцінки варіантів та економічного аналізу [4] виявлено, що найбільш доцільним варіантом є створення міні ТЕЦ на базі котельні із встановленням парогенератора та парової мікротурбіни.

Для встановлення обрано парогенератор Гейзер-BIOSTEAM 7-13-190 з показниками: паровидатність 7 т/год; теплоносій – пара з температурою 190°C; абсолютний тиск пари 13 бар; середнє споживання палива (відходи деревини) 2625 кг/год.

Для отримання електроенергії встановлено турбоагрегат ПВМ-250 (рис. 1), в якому гвинтові ротори турбіни обертаються в протилежні сторони і знаходяться в зачепленні через шестерні зв'язки, що виключають дотик роторів між собою. У котельні ПВМ встановлюється в паралель до редукційної (редукційної охолоджувальної) установки. Свіжа пара від котла (з тиском від 1,4 до 0,9 МПа і температурою не вище 194 °С) надходить у турбіну і, проходячи по гвинтовому каналі між зубами гвинтів, розширюється і перетворює теплову енергію в механічну, плавно обертає ротор. Обертальний момент передається генератору через муфту на валу редуктора (число обертів – 1500/3000 об/хв) [5]. Відпрацьована пара (з тиском від 0,4 до 0,15 МПа) має достатню тепломісткість і подається на підігрівник мережної води. Для вироблення 250 кВт·год електроенергії необхідно пропускати через машину від 6 до 9 т/год пари. Турбоагрегат виробляє електричний струм з напругою 380 В і частою 50 Гц.

Турбіна оснащена вбудованим редуктором, системою змащення (включаючи масляний бак, насос і циліндричний маслоохолоджувач). Термін експлуатації до капремонту 50 000 г. (більше 5 років). Малі габарити і вага 2,5 т забезпечують можливість встановлення парової гвинтової машини в існуючому приміщенні котельні без спорудження додаткового приміщення та масивного фундаменту [5].

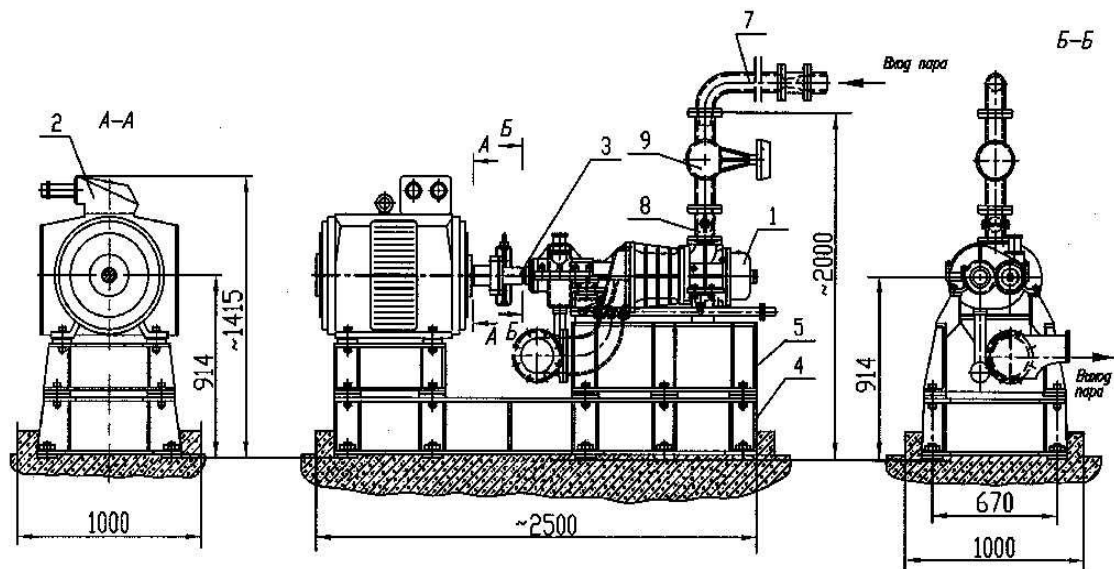


Рисунок 1 – Зовнішній вид і габаритні розміри установки ПБМ-250

1 – розширювач паровий гвинтовий РПВ-0,25 М; 2 – генератор; 3 – муфта пружна; 4 і 6 – рама; 5 – рама - масляний бак; 7 – трубопровід подачі пари; 8 – клапан - відсікач; 9– клапан регулюючий [5]

Витрати на модернізацію котельні складають 5,6 млн грн. Зменшення річних експлуатаційних витрат за рахунок використання власної електроенергії та часткового відпуску електроенергії назовні складає 1,8 млн грн., відповідне зменшення собівартості теплоти складає 5,36 грн/ГДж. Таким чином простий термін окупності капіталовкладень складає біля 3 років.

Оцінка техногенного впливу на навколишнє середовище для даної котельні [6] показала низькі показники емісії парникових газів та окислів азоту та сірки.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Barlinek [Електронний ресурс]. -Режим доступу: <http://www.barlinek.ua>
2. Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств./ Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар – Вінниця: ВНТУ, 2011. 120с.
3. Степанова Н. Д. – Теплові мережі. / Д. В. Степанов, Степанова Н. Д. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009.
4. Ткаченко С. Й. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання: навч. посіб. / Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В. : Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137с.
5. Малая независимая энергетика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.energywell.narod.ru/sales.html>
6. Боднар Л. А. Екологічні аспекти виробництва енергії з низькосортних видів палив/Л. А. Боднар, О. В. Дахновська, М. Г. Робак// Всеукраїнський науково-технічний журнал. Техніка, енергетика, транспорт АПК - 2015. - №2. - С.112-116

**Степанов Дмитро Вікторович**, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: [Stepanovdv@mail.ru](mailto:Stepanovdv@mail.ru)

**Галка Ростислав Андрійович**, студент групи ТЕ-16сп, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет,

**Dmytro V. Stepanov**, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovdv@mail.ru](mailto:Stepanovdv@mail.ru).

**Rostislav A. Galka** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.