

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ В ТЕПЛОВУ І ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГІЮ

Гончар М. І., Шушляпіна К. Ю.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Розроблена блок-схема технологічного процесу переробки відходів деревини для виробництва теплової і електричної енергії з використанням міні-ТЕЦ. На основі енергетичних балансів створені математичні рівняння окремих технологічних операцій підготовки і перетворення відходів деревини в інші види енергії.*

**Постановка задачі.** В Україні є достатня кількість відходів деревини (ВД): сухостої в лісах та лісополосах, ялинки після Нового року, відходи деревообробних підприємств, яку можна використати для виробництва теплової і інших видів енергії. Енергетичний потенціал біомаси з деревини в Україні складає 0,89 млн. т. у. п. [1]. Відходи деревини в основному потрапляють на смітники, та звалища, що приводить до забруднення навколишнього середовища. Головним напрямком утилізації відходів деревини є її використання для виробництва теплової та електричної енергії. Для того, щоб використати відходи деревини її потрібно підготувати і обробити за певним технологічним процесом.

Основними напрямками підготовки і переробки є хімічний, який проходить шляхом піролізу і газифікації: збродження та отримання біогазу або рідкого палива; механічний, який включає дроблення деревини і послідовне виробництво гранул, брикетів.

Таким чином, для переробки відходів деревини і виробництва різних видів енергії потрібне обладнання для створення відповідних технологічних процесів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Рішенню інженерних, наукових і практичних задач переробки ВД присвячена значна кількість робіт [1,2,4], як в Україні так і за кордоном. Так, в Данії, [1] експлуатується 25 станцій централізованого теплопостачання, які працюють з використанням деревної щепи, 25 – з використанням деревних гранул на міні-ТЕЦ.

Смність ринку в Україні для переробки деревини на малих промислових теплових енергетичних станціях (МПТЕЦ) складає: наприклад, тільки по виробництву основного елемента МПТЕЦ парових котлів потужністю 10...50 кВт необхідних для виробництва теплової енергії – 12300 шт. Використання відходів деревини на МПТЕЦ дасть змогу замінити приблизно 0,2 млн. т. у. п. вкопного палива [1]. Для створення технологічного процесу потрібні значні капітальні вкладення, для України в межах 36,4 млн. доларів. Незважаючи на значну величину капітальних вкладень строк окупності для МПТЕЦ в країнах, де вони вже експлуатуються (Росії, Швеції, Данії та інші) [1] складає 1,5-2 роки.

Передбачається будова підприємства по переробці ВД і в Харківській області [2].

Для того, щоб обґрунтувати енергетичну і економічну доцільність використання відходів деревини для виробництва теплової і електричної енергії на МПТЕЦ, потрібно визначити витрати та втрати різних видів енергії технологічного процесу.

**Мета досліджень.** Розробка та дослідження енергетичного балансу технологічних процесів перетворення деревини для виробництва теплової і електричної енергії з використанням МПТЕЦ.

**Основні матеріали досліджень.** Технологічний процес переробки ВД передбачає використання різних видів енергії. Блок-схема роботи МПТЕЦ наведена на рис.1. Розробку та дослідження щодо використання ВД виконаємо для деревообробного підприємства (ДП). Річний термін роботи МПТЕЦ пов'язаний з сезонами року (зима-осінь, весна-літо), кількості робочих змін на підприємстві, обсягів споживання теплової і електричної енергії. Від раціональної організації роботи МПТЕЦ залежать економічні показники роботи системи енергопостачання та деревообробного підприємства. Деревообробне підприємство може купувати теплову і електричну енергію від централізованої системи (ЦС) або виробляти на власній МПТЕЦ, яка працює на ВД. Маємо три варіанти енергопостачання: від ЦС, від МПТЕЦ, або від ЦС і МПТЕЦ, який варіант вигідніший. Для аналізу та визначення ефективності використання власної МПТЕЦ скористаємось методом [3,5], в якому передбачається на першому етапі досліджень створити енергетичний баланс.

Оскільки МПТЕЦ може працювати 8760 годин, то передбачається, що технологічні процеси будуть максимально автоматизовані. Для роботи парового котла, а потім роботи парової турбіни потрібно підготувати ВД до практичного використання. Найбільш придатним паливом, з точки зору автоматизації подачі палива в топку є гранули.

Для підготовки гранул до спалювання ВД потрібно виконати операції дроблення і сушки до вологості в межах (6...16%) [4]. При вологості вище 10% або нижче якість брикетів (гранул) зменшується і пресування стає технологічно неможливе.

Таким чином, на кожен технологічний операцію витрачається певний обсяг енергії, яка при перетворенні в інший вид в механізмах втрачається безповоротно. На основі аналізу технологічного процесу створюється рівняння енергетичного балансу для окремих взаємопов'язаних операцій.

В загальному вигляді енергетичний баланс обсягу вхідної і вихідної енергії можна записати у вигляді математичного рівняння.

Рівняння енергетичного балансу технологічних операцій підготовки деревини до використання включає затрати енергії на операції: спилка, розпилювання,

Витрати видів енергії на власні потреби технологічного процесу

Технологічна операція

Втрати енергії

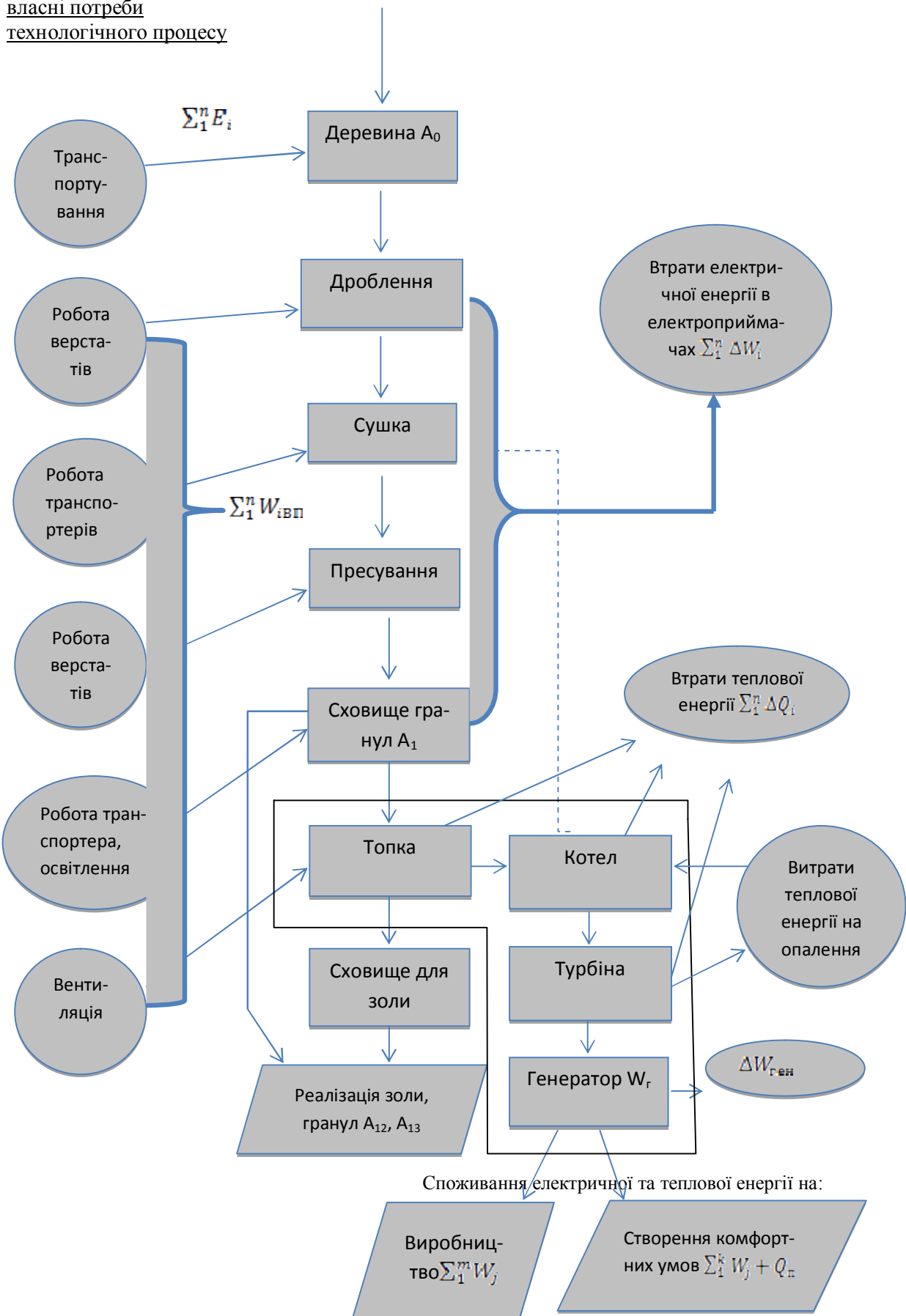


Рисунок 1 - Блок-схема технологічного процесу переробки відходів деревини для виробництва теплової і електричної енергії на міні-ТЕЦ

вантаження на транспортні засоби, транспортування, дроблення, сушка та інше:

$$\xi A_0 = \beta \sum_1^m E_i + \sum_1^m W_{\text{вп}} + \sum_1^m \Delta W_i + \xi A_2, \text{ кВт.год} \quad (1)$$

де  $\xi, \beta$  – коефіцієнти переведення видів енергії до одиниці виміру, кВт.год;

$A_0$  – енергія, яка зосереджена в деревині;

$E_i$  – енергія рідкого (газоподібного) палива для транспортних засобів;

$W_{\text{вп}}, \Delta W$  – відповідно витрат та втрат електричної енергії для роботи верстатів та втрати електричної енергії в електроприймачах;

$n$ ,  $m$  – загальна кількість транспортних засобів, верстатів, які використовують відповідний вид енергії.

Рівняння енергетичного балансу спалювання підготовленої деревини  $A_1$  в топці міні-ТЕЦ для виробництва теплової енергії  $Q$ :

$$\xi A_1 - \xi A_{12} = \alpha Q_n + \alpha \sum_1^k \Delta Q_i + \alpha Q_{0n} + \psi A_{13} + W_{\text{г}}, \text{ кВт.год} \quad (2)$$

де  $\xi, \alpha, \psi$  – коефіцієнт переведення видів енергії до кВт.год;

$Q_n$  – загальний обсяг виробленої теплової енергії, яка іде на потреби виробництва;

$\Delta Q$  – загальний обсяг втрат теплової енергії в турбіні, трубопроводах, в системі опалення;

$A_{12}$  – енергія заключна в брикетах (гранулах) деревини, яка іде на грошову реалізацію;

$A_{13}$  – енергія заключна в золі після згорання в топці і яка іде на грошову реалізацію;

$W_{\text{г}}$  – електрична енергія, вироблена генератором.

Рівняння енергетичного балансу електричної енергії виробленої генератором:

$$W_{\text{г}} = \sum_1^m W_{\text{вп}} + \sum_1^m \Delta W_i + \sum_1^k W_{\text{в}j} \text{ кВт.год} \quad (3)$$

де  $W_{\text{вп}}$  – витрати електричної енергії для забезпечення власних потреб;

$\Delta W_i$  – загальні втрати електричної енергії;

$W_{\text{в}j}$  – витрати енергії для забезпечення технологічних процесів деревообробного виробництва.

Із аналізу (1, 2, 3) доцільно відмітити, що в подальшому при оцінці економічної ефективності потрібно заготовити більше деревини, щоб обсяг енергії  $A_{12}$  і  $A_{13}$ , в грошовому еквіваленті, забезпечував рівність еквіваленту витрат за енергію транспортних засобів  $E_i$  та електричної енергії.

**Висновки.** Загальний технологічний процес переробки відходів деревини в теплову і електричну енергію з використанням міні-ТЕЦ включає декілька

взаємопов'язаних технологічних операцій: підготовка, переробка деревини, в яких використовуються різні види енергії.

Обсяги використання та втрат різних видів енергії можна описати за допомогою математичних рівнянь, створених на основі енергетичних балансів.

#### Список використаних джерел

1. Пелетуха Г. Биоэнергетический потенциал Ук-раины. / Г. Пелетуха. –Х.: Деньги и технологии, ноябрь 2000, с. 22-26
2. Зеленина Е. Самый теплый "дом", который построит Харьков. / Е. Зеленина. - Время № 187, 14.10.2009, Харьков.
3. Гончар М. І. Оцінка ефективності енерговикористання на основі енергетичних балансів / М. І. Гончар, К. О. Шкуро. - Вісник ХНТУСГ "Проблеми енергозабезпечення в АПК України" т.1. - Харків. - 2008. с. 51-53.
4. Інтернет відомості
5. Гончар М. І. Оценка эффективности использования энергии на основе энергетических балансов / М. И. Гончар, С. Н. Дудников. - Энергетика и электрификация 7'2003, с. 2-7.

#### Аннотация

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ В ТЕПЛОВУЮ И ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ

Гончар М. И., Шушляпина Е. Ю.

*Разработана блок-схема технологического процесса переработки отходов древесины с использованием мини-ТЭЦ. Созданы математические уравнения энергетических балансов отдельных сфер деятельности технологического процесса.*

#### Abstract

### POWER BALANCE OF TECHNOLOGICAL PROCESS FOR PROCESSING WASTE WOOD INTO HEAT AND ELECTRIC ENERGY

M. Gonchar, K. Shushliapina

*The block-scheme of the technological process of the processing of wood waste for the heat and electric energy by the use of mini-HEP was developed. The mathematical equations of the some technological actions of preparation and transformation of wood waste into the different types of energy were elaborated on the base of the energetic balances.*