

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАНИХ І НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Логвиненко Кирил

здобувач вищої освіти спеціальності 144 Теплоенергетика Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна

Анотація: *розглянуто сучасні енергоефективні технології сушіння деревини із застосуванням відновлюваних джерел енергії — сонячних колекторів, теплових насосів, гібридних систем.*

Ключові слова: *сушіння деревини, відновлювані джерела енергії, сонячні сушарки, теплові насоси, енергоефективність, гібридні системи, декарбонізація.*

Сушіння деревини — один із найенергоємніших етапів лісопильно-деревобробного циклу: за різними оцінками, на нього припадає істотна частка енергоспоживання галузі, тоді як втрати теплоти на випаровування вологи та через огороджувальні конструкції сушильних камер є ключовими статтями витрат. Зменшення питомої енергоємності можливе завдяки попередньому повітряному підсушуванню, кращій теплоізоляції камер і впровадженню відновлюваних та низьковуглецевих технологій подачі теплоти (сонячні установки, теплові насоси/осушувальні сушарки, біомаса, гібридні системи). Частка прихованої теплоти випаровування у загальному балансі сушильної камери може сягати 20–60 %, тому пріоритетними є схеми з рекуперацією та мінімізацією втрат через огороження [1].

Польові та промислові дослідження показують, що сонячні камери здатні істотно скоротити тривалість попереднього сушіння у порівнянні з атмосферним: з 6–8 місяців до ~2 місяців для пиломатеріалів товщиною 25 мм; за іншими роботами — зниження часу на 33–57 % відносно навісного зберігання. Ефективність сонячного колектора у типовій конструкції досягає близько 38 % [2].

Переведення сушіння на відходи лісопиляння здатне зменшити витрати і підвищити енергетичну незалежність підприємства; можливе паралельне теплопостачання прилеглих будівель (цехів/офісів/соціальних об'єктів) [1].

Заміну викопних палив на сонце/біомасу/ТН супроводжує істотне скорочення викидів CO₂ за рахунок вищого системного коефіцієнта перетворення теплоти і часткового/повного заміщення газу/мазуту. Окремі галузеві дослідження для Швеції оцінюють потенціал економії електро- та теплоспоживання сушіння пиломатеріалів на рівні ТВт·год/рік у масштабі країни за рахунок модернізації сушарок і впровадження найкращих доступних технологій [2].

Сонячні сушарки мають низькі експлуатаційні витрати, але залежать від клімату; теплові насоси мають вищі капітальні вкладення, зате прогнозовану продуктивність упродовж року. Економічна оптимізація часто приводить до гібридних рішень (сонце + ТН або сонце + біомаса), що балансують інвестиції й операційні витрати [3].

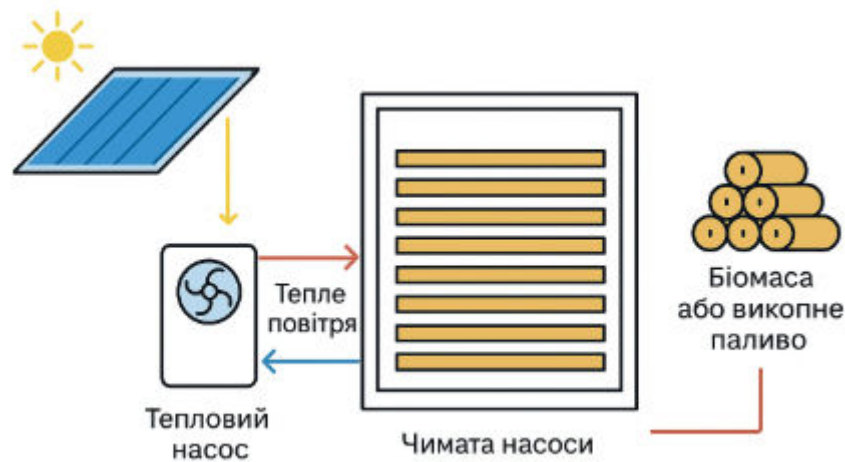


Рис. 1 – Сушіння деревини на основі відновлюваних і низьковуглецевих джерел енергії

Сонячні деревосушарки технічно та економічно доцільні як стадія передсушіння; вони скорочують час процесу у 1,5–3 рази порівняно з атмосферним сушінням, зменшуючи подальші енерговитрати [3].

Теплові насоси та гібридні сушарки забезпечують найнижчі питомі витрати серед керованих камерних рішень (порядку 100–200 кВт·год/м³) завдяки рекуперації теплоти конденсації та гнучким графікам, а нові двокамерні схеми обіцяють додатковий приріст ефективності [4].

Загалом, перехід до використання відновлюваних і низьковуглецевих технологій у сушінні деревини є стратегічно важливим напрямом модернізації деревообробної галузі, що відповідає принципам сталого розвитку, декарбонізації та енергоефективності виробництва.

Дослідження підтверджують, що сонячні сушарки здатні скоротити час попереднього сушіння пило високотемпературних у 1,5–3 рази порівняно з атмосферним сушінням, тоді як теплові насоси та гібридні системи забезпечують найнижчі питомі витрати енергії завдяки рекуперації теплоти та оптимізації графіків роботи. Використання відходів лісопиляння як джерела тепла дозволяє підвищити енергетичну незалежність підприємств та забезпечити додаткове теплопостачання прилеглих об'єктів.

Перехід на відновлювані та низьковуглецеві технології сушіння деревини сприяє значному скороченню викидів CO₂, підвищує загальну енергоефективність виробництва та відповідає принципам сталого розвитку й декарбонізації деревообробної галузі. Таким чином, впровадження сучасних енергоефективних сушильних систем є стратегічно важливим кроком модернізації деревообробних підприємств.

Список використаних джерел

1. USDA FPL. Energy in Kiln Drying. Chapter 11. – Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fpl.fs.usda.gov>
2. Anderson, Jan-Olof & Westerlund, Lars, 2011. "Surplus biomass through energy efficient kilns," Applied Energy, Elsevier, vol. 88(12), pages 4848-4853. Режим доступу :<https://ideas.repec.org/a/eee/appene/v88y2011i12p4848-4853>
3. Haque N., Langrish T. Performance of an industrial solar kiln for drying timber // *Proceedings of the Sustainability Society of New Zealand*. – 2004. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thesustainabilitysociety.org.nz>
4. Sattar M. A. Solar drying of timber — a review // *Wood Science and Technology*. – 1993. – Vol. 27. – P. 259–269. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://link.springer.com>

Abstract: *The article examines modern energy-efficient wood-drying technologies using renewable energy sources such as solar collectors, heat pumps, and hybrid systems.*

Keywords: *wood drying, renewable energy sources, solar dryers, heat pumps, energy efficiency, hybrid systems, decarbonization.*

Науковий керівник:

Єгорова О. Ю.

канд., техн. наук, доцент

кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»