

*О.М. Олефіренко*

## **Використання біо-палива у житлово-комунальному господарстві як засіб підвищення еколого-енергетичної безпеки регіону**

*У даній статті досліджено проблеми використання біо-палива для опалення об'єктів житлово-комунального майна міста та області як альтернативного засобу підвищення екологічної та енергетичної безпеки регіону. Наведено техніко-економічне обґрунтування переведення системи опалення школи на тверде біо-паливо. Розраховано прогнозний економічний ефект від впровадження альтернативної системи опалення.*

*Ключові слова: еколого-енергетична безпека, біо-паливо, енергозбереження.*

### **ВСТУП**

Світові тенденції значного збільшення споживання енергії технологіями й способом життя людства, поряд з підвищенням вартості енергоносіїв, спонукають вчених усього світу шукати альтернативні способи одержання енергії й розробляти менш енергоємні енергозберігаючі технології споживання.

Традиційні види палива, такі як: нафта, газ, вугілля – відносяться до невідновлюваних джерел енергії, а значить рано чи пізно їм доведеться шукати заміну.

Багато вчених сходяться на тому, що енергетичних ресурсів планети вистачить людству ще як мінімум на 500 років. У порівнянні з віком існування людської цивілізації на землі, особливо з огляду на швидкість підвищення темпів споживання ресурсів за останні 100-150 років, даний строк не виглядає таким вже колосальним.

Альтернативні джерела енергії вже зараз активно застосовуються в розвинених країнах. Серед найбільш популярних видів нетрадиційної енергії – вітрової, сонячної, приливної, геотермальної – біопаливо займає значне місце: його частка в балансі альтернативних джерел перевищує 30%.

В свою чергу, з огляду на проблеми екологічної безпеки людства, Кіотський протокол закріпив зобов'язання розвинених країн і країн з перехідною економікою обмежити та знижувати надходжень парникових газів в атмосферу. Цілком очевидно, що підсумком здійснення заходів передбачених Протоколом, для більшості країн, у тому числі й для України, буде створення енергетики, що працює на альтернативних видах палива.

Дані тенденції підтверджують актуальність і надзвичайну значимість теми дослідження не тільки з погляду еколого-економічного розвитку країни і її окремих територій, але й з погляду проблем, що загострилися останнім часом, а саме – енергобезпеки.

### **МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ**

Метою даної роботи є вивчення проблем енергозбереження в житлово-комунальному господарстві на прикладі житлово-комунального фонду м. Суми та

---

*Олефіренко Олег Михайлович, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри маркетингу Сумського державного університету.*

області; розробка пропозицій по вдосконаленню системи опалення об'єктів комунальної власності шляхом застосування систем автономного опалення та гарячого водопостачання на твердому біо-паливі, а також дослідження впливу впровадження даних технологій на екологічну та енергетичну безпеку регіона.

#### МЕТОДОЛОГІЯ

Методологічною основою дослідження є системний підхід, системно-структурний аналіз, методи графічного та економіко-математичного моделювання.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасна Україна тільки починає свій шлях впровадження альтернативних біотехнологій у систему житлово-комунального господарства. Ринок біопалива перебуває в стадії формування, а ті окремі виробники, що вже освоїли технології гранулювання деревини, одержання біопалива з лушпиння соняшника або соломи (виробництво пеллет), в основному працюють на експорт.

Значне зростання цін на класичні енергоносії (нафта, газ, мазут, вугілля), а також небезпечний склад хімічних елементів у викидах після спалювання більшості з них, роблять деревину найбільш перспективним і відносно дешевим видом палива. Тим більше, що мова йде не про «діловий ліс», а про його технологічні відходи.

Деревообробка та деревопереробка, як відомо, сполучені з величезними втратами деревини. На етапі заготівлі лісу відходи – пні, суки, хвоя – можуть сягати кількох десятків відсотків від первісного обсягу. Типова лісопилка перетворює близько 60% деревини на дошки, 12% при цьому йде у обпил, 6% – у кінцеві обрізки та 22% – у горбиль та обрізки кромки. Обсяг обпила й стружки на етапі деревообробки сягає 12% від вихідної сировини [1].

У цей час активно впроваджується технологія спалювання тирси, тріски, старої деревини. Однак цей процес прямого використання відходів лісопиляння й деревообробки має ряд недоліків. По-перше, для підвищення ефективності згоряння тирси та тріски повинні бути сухими, що вимагає додаткових технологічних процесів. По-друге, потрібні більші площі для складування цих відходів. Причому поводитися з ними треба украй обережно, адже свіжа тирса й тріски легко самозаймаються. По-третє, дрібнофракційні відходи деревини економічно не вигідно перевозити на відстані більше 20-40 км.

Виготовлення брикетів і паливних гранул – добра альтернатива прямому використанню деревних відходів у вигляді палива. Брикети й гранули виділяють більше тепла, ніж тирса й тріски, збільшуючи коефіцієнт корисної дії котелень, не вимагають великих складських площ і при зберіганні не самозаймаються. Але з іншого боку, автоматизувати процес завантаження брикетів у топковий пристрій досить складно. Із цього погляду набагато зручнішими є паливні гранули – пеллети (рис. 1).

Це циліндричні пресовані вироби з висушеної деревини, тирси, стружки, тріски й інших відходів деревообробки (сьогодні так само існують технології виробництва пеллет з лузги насіння соняшника й соломи). Розміри пеллет звичайно 6-8 мм у діаметрі й 5-70 мм у довжину, залежно від використовуваної сировини і якості виробництва. Гранули виробляються без хімічних закріплювачів під високим тиском.

#### СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ БІО-ПАЛИВА У ЖКГ

Котельні на біопаливі користуються в Європі підвищеною популярністю, а споживання деревних гранул як виду палива постійно зростає. В одній тільки Німеччині

ще протягом 2002 року було встановлено більше 5000 котлів, що працюють на пеллетах. У Північній Рейн-Вестфалії (Німеччина) до 2006 року уряд цієї землі замінив 500 тис. застарілих котлів на біопаливні. Роста кількість виробників автоматичних котлів, що працюють на пеллетах. Зараз їх налічується близько 50-ти у всій Німеччині, у 1998 році їх було всього три. Кожен третій встановлюваний у цій країні котел – деревний. За даними Інституту енергетики й охорони навколишнього середовища ФРН, на 2007 рік у Німеччині вже працювало більше 1 млн. котлів і печей на паливних гранулах. Щорічна витрата пеллет склала близько 4 млн. тон [3].



*Рисунок 1 – Зовнішній вигляд гранульованого біопалива (пеллет) [2]*

У Швеції споживання паливних гранул щорічно росте приблизно на 30%. Урядовою програмою Швеції передбачено збільшити споживання пеллет до 7 млн. тон на рік вже до 2010 року [3].

Поступове переведення котелень європейських країн на пеллети ставить перед ними проблему гарантованої й безперервної поставки біопалива. А це неможливо без імпорту деревної сировини.

В Україні ж запаси сировини для виробництва біопалива досить великі. Зараз на кожному гектарі рубання залишається 40-60 м<sup>3</sup> відходів лісопиляння. Внутрішній ринок паливних гранул в Україні вже активно формується й незабаром почне розширюватися. Використовуючи біо-топливо, одержуване з відходів лісової промисловості для теплопостачання міст і селищ, Україна могла б заощаджувати на рік 15-20% традиційного палива [1].

#### **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БІО-ПАЛИВА ДЛЯ ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕНЬ КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА**

Ґрунтуючись на інформації органів статистики, власних дослідженнях і досвіді ми можемо зробити висновок, що сьогодні в комунальному господарстві Сумського регіону в основному задіяні традиційні технології обігріву приміщень. Об'єкти комунального фонду або підключені до центральної мережі опалення міста, або опалюються печами, що працюють на газі або твердому паливі – вугіллі. За рідкісним винятком у якості опалювального устаткування можуть використатися електричні котли.

З огляду на досить низький ККД центральної системи опалення (для порівняння ККД біопаливних котлів становить близько 90-96%) і досить високу вартість традиційного твердого (вугілля) і рідкого (газ, мазут, дизель) палива, альтернативою

можуть стати саме біопаливні котли, що працюють на твердому біо-паливі пеллетах чи брикетах [4].

Теплотворна здатність деревних гранул порівнянна з вугіллям і становить 4,5-4,8 кВт/кг. При спалюванні 1 тони деревних гранул виділяється стільки ж енергії, скільки при спалюванні 1,6 тон деревини, 590 м<sup>3</sup> газу, 500 літрів дизельного палива або 700 літрів мазуту [4].

Вартість пеллет українського виробництва, що відповідають за якістю вимогам ЄС, становить у середньому 750-800 грн. за тону, що робить даний вид палива порівнянним за вартістю з вугіллям або мазутом [4].

Для порівняння наведемо розрахунок економічного ефекту від переведення системи опалення із природного газу на деревні гранули (пеллети).

Калорійність природного газу (1 м<sup>3</sup>) – 8125 ккал.

Калорійність деревних гранул (1 кг) – 4800 ккал.

Коефіцієнт перерахунку становить  $8125:4800=1,693$  (або 1,7), тобто за калорійністю 1,7 т. гранул відповідає 1000 м<sup>3</sup> природного газу (вартість природного газу використовуваного в енергетиці у 2009 році склала близько 2500-2600 грн. за 1000 м<sup>3</sup>).

Розрахункова вартість гранул – 800 грн. за тону, таким чином у перерахуванні вартість одержання аналогічної кількості енергії складе  $800 \times 1,7 = 1360$  грн. замість 2600 грн. Чиста економія у 1,9 рази або 1240 грн. на кожних спалених 1000 м<sup>3</sup> газу.

За матеріалами аналітичних ЗМІ ціна на енергетичне вугілля наприкінці 2008 року зросла на 15%, що для енергетичної галузі України склало – 550-600 грн. за тону. З огляду на скорочення темпів видобутку вугілля на початку 2009 року на 6% і готовність металургів закуповувати вугілля подвійного призначення у 2-3 рази дорожче, можна припустити подальше зростання цін на даний енергоносіє протягом усього року. На світових ринках ціни на енергетичне вугілля за 2008 рік зросли на 27% і досягли рекордної цифри у 90\$ за тону. Таким чином, аналізуючи тенденції 2008 року, можна припустити вирівнювання у 2009 році ціни між вугіллям і деревними гранулами.

З огляду на теплотворну порівнянність гранул з вугіллям і збалансованість ціни, на перший план виходить явна перевага гранул за вмістом шкідливих речовин, що викидають в атмосферу в процесі згоряння, (див. п. 3).

Деревні гранули набагато екологічніше традиційного палива: у 10-50 разів нижче емісія вуглекислого газу у повітряний простір, у 15-20 разів менше утворення золи, ніж при спалюванні вугілля. Витрати енергії на виробництво деревних гранул становлять приблизно 3% від вартості енергії, що набагато нижче витрат на видобування природного газу або мазуту.

Звертаючи увагу на розмір і форму вугільної крихти, використовуваної як паливо, подачу вугілля в топковий котел практично дуже складно автоматизувати (як і подачу деревного брикету або тріски). ККД вугільних котлів так само не зрівняний із сучасними пеллетними (КПД пеллетних котлів становить 90-96%), що значно відбивається на кількості споживаного палива для одержання аналогічної кількості енергії.

Таким чином, єдиною економічно обґрунтованою альтернативою залишаються пеллети.

Пеллети, як й інші опалювальні матеріали, можуть поставлятися спеціальними машинами-розвізниками або у мішках. 650 кг пеллет при складуванні займають приблизно 1 м<sup>3</sup> вільного простору. Для зберігання й використання устаткування на біопаливі (пеллетах) у будинку необхідне технічне приміщення площею близько 6,25 м<sup>2</sup>

## Розділ 5 Міжнародні маркетингові стратегії інноваційного розвитку регіону

(2,5м x 2,5м) – з розрахунку місця під розміщення опалювального котла зі спеціальною системою автоматичної подачі палива.

Вартість комплексу устаткування вітчизняного виробництва для опалення, приміром, середніх розмірів школи (площею близько 2 000 м<sup>2</sup>) на сьогодні становить 225-230 тис. грн. (у комплект входять: котел, обладнаний камерою згоряння для спалювання гранул; система автоматичної подачі палива; циклон – система допалювання залишків палива; і молоткова дробарка для роздрібнення палива з метою його більше повного згоряння)<sup>2</sup>.

Витрата гранул опалювальною системою при температурі повітря – 15°C зовні й + 22°C усередині становить близько 15 кг на годину, таким чином для розрахункового приміщення одержимо 15 кг/год.\* 24 год.\* 30 днів=10,8 т/міс., що в грошовому еквіваленті становить: 10,8т \* 800 грн. = 8640 грн. на місяць.

З огляду на те, що опалювальний сезон триває з 15 жовтня по 15 квітня, тобто 6 місяців, для опалення на весь сезон знадобиться 10,8 т \* 6 міс.=64,8 т. гранул або близько 50 тис. грн.

Забезпечення роботи пеллетної системи також технологічно пов'язане зі споживанням електроенергії. Кількість споживаної електроенергії всіма вузлами системи опалення приблизно становить 600-650 кВт на місяць, що в грошовому еквіваленті дорівнює 9200кВт \* 0,8 грн./кВт = 7360 грн./міс., або близько 44 000 грн. за весь опалювальний сезон.

Більше детальний розрахунок витрат на реалізацію проекту наведений у табл. 1.

Заміна традиційних систем опалення на біопаливні системи дозволить значно (за нашими розрахунками у 2-2,5 рази) знизити видаткову частину бюджетів регіону, що виділяються на опалення комунального майна, поліпшити екологічну обстановку в регіоні (обґрунтування в п. 1.3), знизити споживання дорогого традиційного палива (яке на відміну від пеллет є не відновлюваним природним ресурсом) і тим самим значно підвищити рівень енергобезпеки й енергонезалежності регіону.

З огляду на технічний стан комунального фонду в області збереження тепла й значне потепління опалювальних сезонів у рамках впровадження системи енергозбереження будинку, паралельно із заміною опалювальних приладів, ми рекомендуємо в комплексі встановлювати й сучасні системи ультразвукового обліку тепла з автоматичним регулюванням теплових режимів у робочий й не робочий час здатних реагувати на зміну температури повітря за межами будинку.

Вартість таких систем сьогодні становить близько 40-50 тис. грн., але при цьому дозволяє значно знизити споживання пеллет за рахунок зміни потужності біопаливного котла відповідно до режиму опалення.

Фінальним етапом впровадження енергозберігаючої програми обігріву комунального фонду повинна стати модернізація самих будинків (утеплення стін, усунення джерел втрат тепла, заміна вікон і т.п.). Вартість таких робіт буде залежати від стану будинку.

Застосування зазначених заходів щодо енергозбереження в комплексі дозволить значно скоротити витратну частину регіональних бюджетів на опалення муніципальних і комунальних об'єктів, а зекономлені гроші реінвестувати.

<sup>2</sup> За даними українського виробника котельного обладнання ТОВ «Екоенергія»

***О.М. Олефіренко. Використання біо-палива у житлово-комунальному господарстві як засіб підвищення еколого-енергетичної безпеки регіону***

---

### ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ БІО-ПАЛИВА

Проблеми екологічного забруднення планети останнім часом всі частіше стали проявлятися в природі (повені, урагани, зміна клімату й т.п.), чим викликали підвищення стурбованості людства своїм подальшим існуванням на планеті, інтерес до екології й енергозбереження.

Багато вчених пов'язують зміни клімату із проблемою так званого «парникового ефекту», тобто накопиченням надлишкової концентрації парникових газів (вуглекислого газу) в атмосфері, як результату життєдіяльності людства.



Рисунок 2 – Вміст вуглекислого газу у викидах при спалюванні різних видів палива, % [4]



Рисунок 3 – Вміст сірки у викидах при спалюванні різних видів палива, % [4]

Основними джерелами викидів вуглекислого газу, при цьому, є технології, що використовують спалювання традиційних видів палива (мазуту, вугілля), а також автомобільний, морський, авіа й залізничний транспорт, які працюють на бензині, гасі або дизелі. На рисунках нижче наведені дані по вміст вуглекислого газу й інших шкідливих речовин у викидах при спалюванні різних видів палива.

У даному контексті, пеллети, безсумнівно, мають ряд переваг у порівнянні з іншими видами палива в екологічному відношенні. Треба відзначити, що при використанні пеллет вирішуються як глобальні, так і локальні екологічні проблеми.

Уже зараз ціни на нафту й природний газ почали рости, і нам доводиться

приспосовуватися до нової реальності. Дану проблему вирішують пеллети, які є продуктом відновлювального ресурсу – деревини й можуть споживатися (при грамотному використанні лісових ресурсів) без небезпеки його вичерпання.

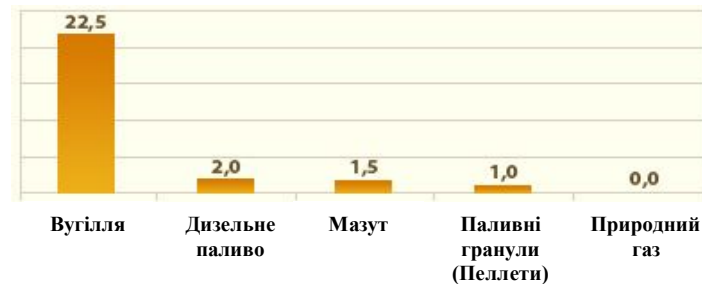


Рисунок 4 – Вміст золи у викидах при спалюванні різних видів палива, % [4]

Таким чином, використання деревних гранул вирішує наступні глобальні екологічні проблеми:

1. *Зменшення парникового ефекту.* Вуглекислота, що звільняє,  $CO_2$  у деревних гранулах позначається як "нейтральна". Деревина звільняє стільки  $CO_2$ , скільки прийняла під час росту (закритий вуглецевий обмін). При згорянні викопного палива, навпаки, звільняється вуглекислота, зібрана за мільйони років. А це веде до підвищення вмісту  $CO_2$  в атмосфері й, отже, до антропогенного парникового ефекту.

Відповідно до Кіотського протоколу, гранули вважаються екологічно чистим паливом. Підприємствам, що використовують гранули, не потрібні квоти на викиди парникових газів, передбачених даним документом.

2. *Зменшення кислотних дощів.* Поряд зі зменшенням викидів вуглекислоти при використанні як палива деревних гранул відбувається зменшення викиду діоксида сірки. А це у свою чергу приводить до зменшення кислотних дощів і до зниження загибелі лісу. Використовуючи деревину як сировину, деревні гранули як паливо, в остаточному підсумку бережемо наші ліси!

3. *Зменшення ризику транспортування.* Забруднення навколишнього середовища при таких надзвичайних ситуаціях, як пробоїни в нафтоналивних танкерах, аварії на газопроводах, електростанціях, у тому числі АЕС, повністю зникають при використанні деревних гранул. А небезпека вибухів, аварій, витоку пального, шкідливих викидів просто мізерна в порівнянні з викопними видами палива.

Пеллети також виграють по всіх позиціях у кам'яного вугілля й рідкого палива в області викиду інших шкідливих речовин. І якщо в промисловості це поки мало кого турбує, то мати навколо своєї частки будинку, дитсадка, школи або лікарні "таблицю Менделєєва" – невелике задоволення.

Ну й нарешті, використання пеллет має ряд переваг для самого споживача: деревні гранули мають малу зольність (менш 1-1,5%). Це незначне сміття або добриво для сільського господарства в окрузі; у їхньому складі практично немає сірки. У цьому випадку різко знижується можливість підвищення концентрацій сірки в повітрі всередині приміщення, а також у приземному шарі повітря й у ґрунті поруч із опалювальним приміщенням; низька корозійна агресивність димових газів, що утворюються при спалюванні гранул, дає можливість конденсувати вологу димових газів і вивільнити приховану теплоту паротворення, а також збільшити термін служби



котельного устаткування; гранули можуть зберігатися в безпосередній близькості від житлових або робочих приміщень (підвальні або підсобні приміщення), оскільки цей матеріал біологічно неактивний, тому що пройшов термічну обробку; гранули не містять спор, які можуть викликати алергічну реакцію у людей.

Таким чином, можна зробити висновок, що деревні гранули – це екологічно чистий біоматеріал, відносно дешевий, а головне поновлюваний, що робить його надзвичайно привабливим й ефективним енергоносієм.

#### ВИСНОВКИ

Застосування пеллет у якості палива для комунальних котелень є сучасною альтернативою газу, що постійно дорожчає та кам'яному вугіллю, яке має значну зольність та спричиняє значні викиди вуглекислого газу.

Основними перевагами використання пеллет є наступні:

- утилізація відходів дерево заготівлі та дерево переробки;
- висока питома теплотворна здатність, зрівняна з вуглеводородним паливом;
- можливість безпечного зберігання і транспортування порівняно з тирсою та трісками;
- можливість налагодження автоматичного завантаження пеллет у котел;
- низька зольність порівняно з кам'яним вугіллем та торфом;
- нульові викиди вуглекислого газу (у атмосферу виділяється лише така кількість, яку поглинула деревина під час росту);
- вартість пеллет нижча за традиційні види палива: газ, мазут, вугілля, дизельне паливо (у розрахунку для підприємств теплоенергетики).

Таким чином, застосування пеллет є одним із шляхів переходу на енергоощадні технології, але впровадження даного виду палива має носити комплексний характер, включаючи організацію збирання та переробки відходів деревозаготівлі та деревообробки, зберігання пеллет, переведення систем опалення на твердопаливні котли, заохочення суб'єктів господарювання до використання альтернативних видів біо-палива.

1. *Мировой рынок и перспективы потребления.* – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.biotechnology.net.ua>
2. *Пеллеты* – топливные гранулы, биомасса, опилочные гранулы, древесные гранулы, wood pellets, holz-pellets, holzpellets, био гранулы – альтернативное промышленное топливо. – [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.eco-pellets.com.ua>
3. *Технологические потери в деревообработке.* – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://c-a-m.narod.ru>
4. *Кому нужны эти пеллеты?* – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://pellets.mk.ua>

Отримано 01.10.2009 р.

*О.М. Олефиренко*

#### **Использование био-топлива в жилищно-коммунальном хозяйстве как средство повышения эколого-энергетической безопасности региона**

*В данной статье исследованы проблемы использования био-топлива для отопления объектов жилищно-коммунального хозяйства города и области как альтернативного способа увеличения экологической и энергетической безопасности региона. Приведена технико-экономическая аргументация перевода системы отопления школы на твердое био-топливо. Рассчитано прогнозируемый экономический эффект от внедрения альтернативной системы отопления.*

*Ключевые слова: эколого-энергетическая безопасность, био-топливо, энергосбережение.*