



УДК 621.181.7

**ANALYSIS AND RESEARCH WORLD ENERGY AND ENVIRONMENTAL
USE BIOENERGY MASS****АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТОВОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ТА
ЕКОЛОГІЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ МАСИ****Kuris Yu. V. / Куріс Ю. В.**

*Doctor of Technical Sciences, Professor / Доктор технічних наук, професор
Academician of the Academy of Engineering Sciences of Ukraine
Employee of the Institute of Technical Thermophysics of NAS of Ukraine ., Kiev
Академік Академії інженерних наук України
Снієробітник Інституту технічної теплофізики НАН України, м. Київ*

Borshosh E. I. / Боршош Є. І.

*Graduate student of the department of TSE
Zaporizhzhya National University ., Zaporozhye
Магістрантка кафедри ТГЕ
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя*

Анотація. Проаналізовано та досліджено потенціальні обсяги біомаси з метою отримання палива із органічних відходів, ми матимемо економіко-екологічну ефективність, для того щоб запобігти глобальні зміни клімату, та отримати більш менш низькі ціни на енергоносії завдяки пошуку альтернативних джерел енергії. У даній статті запропоновано технологію органічного перероблення відходів біомаси, що здійснюється в біоенергетичному реакторі та технологічні параметри для створення пілотної установки органічної переробки відходів біомаси.

Ключові слова: біомаса, екологія, органічне паливо, конверсія, енергетика, економіка, клімат, парникові гази.

Споживання різних видів енергії лежить в основі існування і розвитку сучасного суспільства. Безперервне зростання виробництва в сучасному суспільстві призводить до збільшення витрати енергії, а, отже, і до зростання споживання паливно-енергетичних ресурсів, які надалі перетворюються в теплову та електричну енергію.

Енергія може бути отримана як з невідновлюваних джерел (вугілля, нафта, природний газ, торф, ядерна енергія), так і з поновлюваних (біомаса, енергія сонця, вітру, хвиль, геотермальна енергія).

Використання методів біологічної конверсії органічних відходів з метою отримання газоподібного або рідкого палива в даний час являється вельми перспективним. Це дозволяє вирішити не тільки енергетичну проблему, але також економічну і екологічну, тому привертає увагу фахівців-екологів, енергетиків, економістів, біотехнологів. Вона дуже суттєва для сільського господарства, де є велика кількість органічних відходів. Перспективною сировиною в біоенергетиці є також відходи харчової, мікробіологічної, лісопереробної промисловості та стічні води комунального господарства.

Сучасне енергоспоживання зводиться, в основному, до використання природних (первинних) паливно-енергетичних ресурсів, таких, як викопне паливо і продукти його обробки (моторне паливо, мазут), а також ядерне паливо. Це пов'язано головним чином, з відносно нескладним процесом отримання цих видів палива при їх високих енергетичних потенціалах.



Найважливішим фактором, що впливає на ситуацію в енергетиці та економіці як у світі в цілому, так і для України зокрема, є істотне збільшення цін на енергоносії, зокрема, на природний газ. У зв'язку з чим, ще більш актуальною стає завдання пошуку альтернативних джерел енергії.

Одним з найбільш важливих моментів в сфері охорони навколишнього середовища в даний час є зміна клімату. Це пов'язано з наслідками, які дане явище надає на життя людей в даний час і в доступному для огляду майбутньому. Так, тільки в Україні не кажучи про світ в цілому, кількість негативних природних явищ, пов'язаних зі зміною клімату, в період з 1997 по 1999 рік перевищило 20 [1]. Підвищення середньої температури в атмосфері за останні 120 років склало $1 \div 2$ °С [1, 3], а в ХХІ столітті прогнозується подальше потепління на 3 – 5 °С. Основною причиною цього явища, на думку більшості експертів, є парниковий ефект, викликаний підвищенням концентрації парникових газів (CO_2 , CH_4 , N_2O та інших) в атмосфері землі.

З метою запобігання та уповільнення процесу глобального потепління в 1992 році в Ріо-де-Жанейро була вироблена «Рамкова конвенція по зміні клімату», що містить пропозиції про інвентаризацію викидів парникових газів і про розробку національних планів щодо їх зниження. У грудні 1997 році в Кіото (Японія) був прийнятий Протокол Конференції Сторін Конвенції зі зміни клімату, який запропонував конкретні механізми зниження викиду парникових газів. Україна ратифікувала Кіотський протокол 4 лютого 2004 року. В силу він вступив 16 лютого 2005 [1, 3 - 6].

Аналіз антропогенних джерел парникових газів в Україні (рис. 1), [1, 2] не кажучи вже про світ в цілому показує, що спалювання викопного палива для отримання енергії становить значну частку в сумарних викидах і визначає загальний рівень емісії парникових газів.

Таким чином, основним напрямком боротьби з викидами є енергозбереження і заміна викопного палива на нетрадиційні та відновлювані джерела енергії (вітрова та сонячна енергія, енергія біомаси).

Відмінність біомаси від інших видів поновлюваних джерел енергії при заміні викопного палива полягає в наступному. При спалюванні біомаси виділяється відповідна кількість парникових газів, проте, при її зростанні, аналогічну кількість CO_2 поглинається і, таким чином, зростання концентрації парникових газів в атмосфері не відбувається.

Крім цього, використання деревини в якості палива призводить до зниження емісії оксидів вуглецю і сірки в атмосферу до 10% від загальної кількості оксидів, що утворюються при спалюванні широко споживаної в світі нафти з високим вмістом сірки [1, 2].

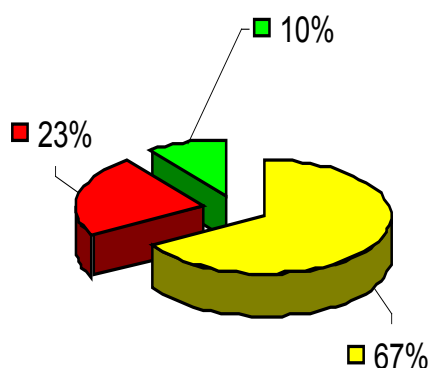
Проте, одним з основних вимог до технологій енергетичного використання біомаси є виконання всіх екологічних норм і, в першу чергу, максимальне скорочення кількості викидів канцерогенних речовин, що утворюються при спалюванні біомаси [7 - 12].

Під терміном біомаса зазвичай розуміють вуглецевмісні органічні речовини рослинного і тваринного походження (деревина, солома, гній і т.д.). Часто до цього поняття відносять і органічну частину твердих міських відходів.

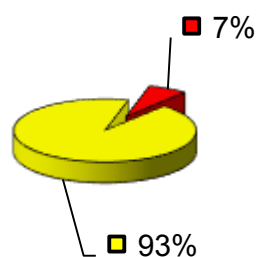


Як сировину для виробництва енергії, біомаса займає перше місце серед всіх видів поновлюваних джерел енергії (ВДЕ), які використовуються в даний час [1, 2, 13, 14], якою еквівалентно 1250 млн. т. у. п. і становить близько 15% первинних енергоносіїв у світі (в країнах, що розвиваються - до 38%) [1, 2]. Вона робить значний внесок і в промислово розвинених країнах - в середньому 23% загального енергоспоживання (ОЕП): в США її частка становить 3,2% [1, 2], в Данії 6% [2], в Канаді - 7% [1, 2], в Австрії - 13% [2], в Швеції - 16% [1], в Фінляндії - 20% (максимальна частка для розвинених країн) [1, 2].

CH₄



CO₂



Енергетика	- 67 %	Спалювання натурального палива	- 93%
Сільське господарство	- 23 %	Промислові процеси	- 7 %
Відходи	- 10 %		

Рис. 1. Аналіз антропогенних джерел парникових газів в Україні

Переваги палива: повна відсутність або незначна кількість викидів з'єднання сірки і збереження рівноваги вуглекислого газу CO₂ в атмосфері.

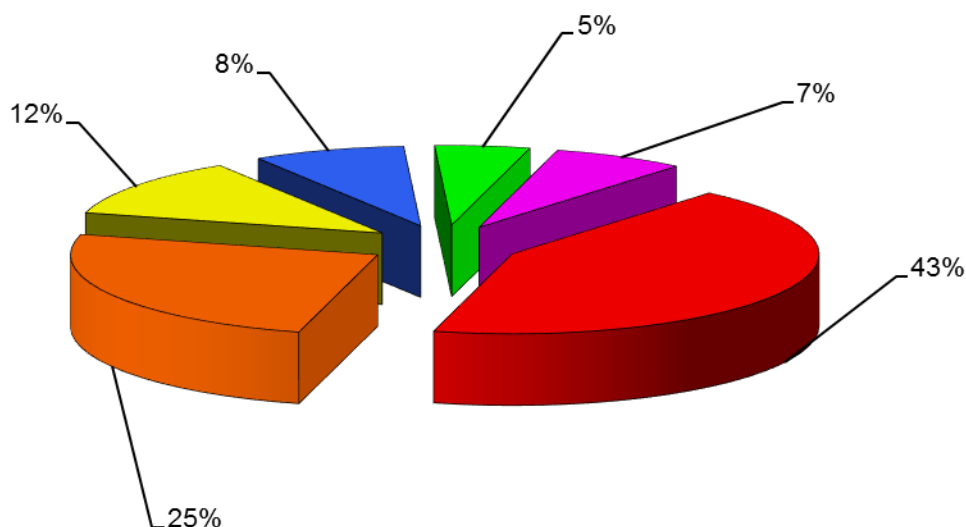
Найбільш широко використовується в даний час є рослинна біомаса.

Прогноз світової енергетичної ради щодо внесення біомаси у біоенергетику майбутнього поряд з іншими поновлюваними джерелами енергії (ВІЗ) наведено на малюнку 2 [17]. Термін «сучасна біомаса» має на увазі використання сучасних промислових технологій; ця енергія (виключається побутове використання для отримання теплоти та приготування їжі). Відповідно до прогнозу частка складе 42 ... 46% від загальної частки ВІЗ у 2020 році, істотно перевищує внесок сонячної, вітрової, геотермальної та інших видів ВІЗ.

На теперішній час в багатьох країнах існують плантації для вирощування швидкорослих дерев і високоврожайних культур для енергетичних потреб



(вирощування ріпаку для отримання моторного палива в Німеччині, плантації швидкорослих порід деревини у Швеції, вирощування цукрового очерету для отримання етанолу в Бразилії і т.п.) [1,2].



Біомаса	-	43%	Геотермальная энергия	-	8%
Солнечная энергия	-	25%	Океаническая энергия	-	5%
Ветровая энергия	-	12%	Энергия Микро ГЭС	-	7%

Рис. 2. Частки нетрадиційних ВДЕ в світі (прогноз ВЕР)

Головним недоліком у використанні біомаси в енергетичних цілях є те, що енергія, яка одержана за допомогою розглянутих технологій, вона має велику вартість на ринку та не може конкурувати з викопними видами палива. За кордоном ці питання вирішуються шляхом виділення субсидій на будівництво енергетичних об'єктів, що використовують біомасу, а також введення «зелених» податків, тобто, розвиток цього сектора енергетики засноване в західних країнах на державну підтримку.

Науковою новизною даної роботи є запропонована авторами і обґрунтована математична модель ефективного застосування енергії різних видів біомаси в світовому енергетичному господарстві.

Для дослідження можливості розширення використання енергії біомаси була розроблена математична модель, основними елементами якої є інформаційноенергетична мережа паливнобіоенергетичного балансу (рис. 3) і база даних біоенергетичного обладнання.

Сформована інформаційно-енергетична мережа паливно-біоенергетичного балансу представляє енергетичне господарство у вигляді сукупності об'єктів різного типу, які обмінюються потоками енергії. У запропонованій схемі об'єкти 3, 4, 5, 6, 7, 8 є постачальниками товарної біомаси у світове енергетичне господарство, а об'єкти 23, 24 є споживачами теплової та електричної енергії, а також мікроорганічних добрив. Вихідною інформацією для дослідження є дані, що характеризують енергетичний баланс за стадіями енергетичного потоку



(видобуток, перетворення, трансформація, транспортний засіб, зберігання і кінцеве використання).

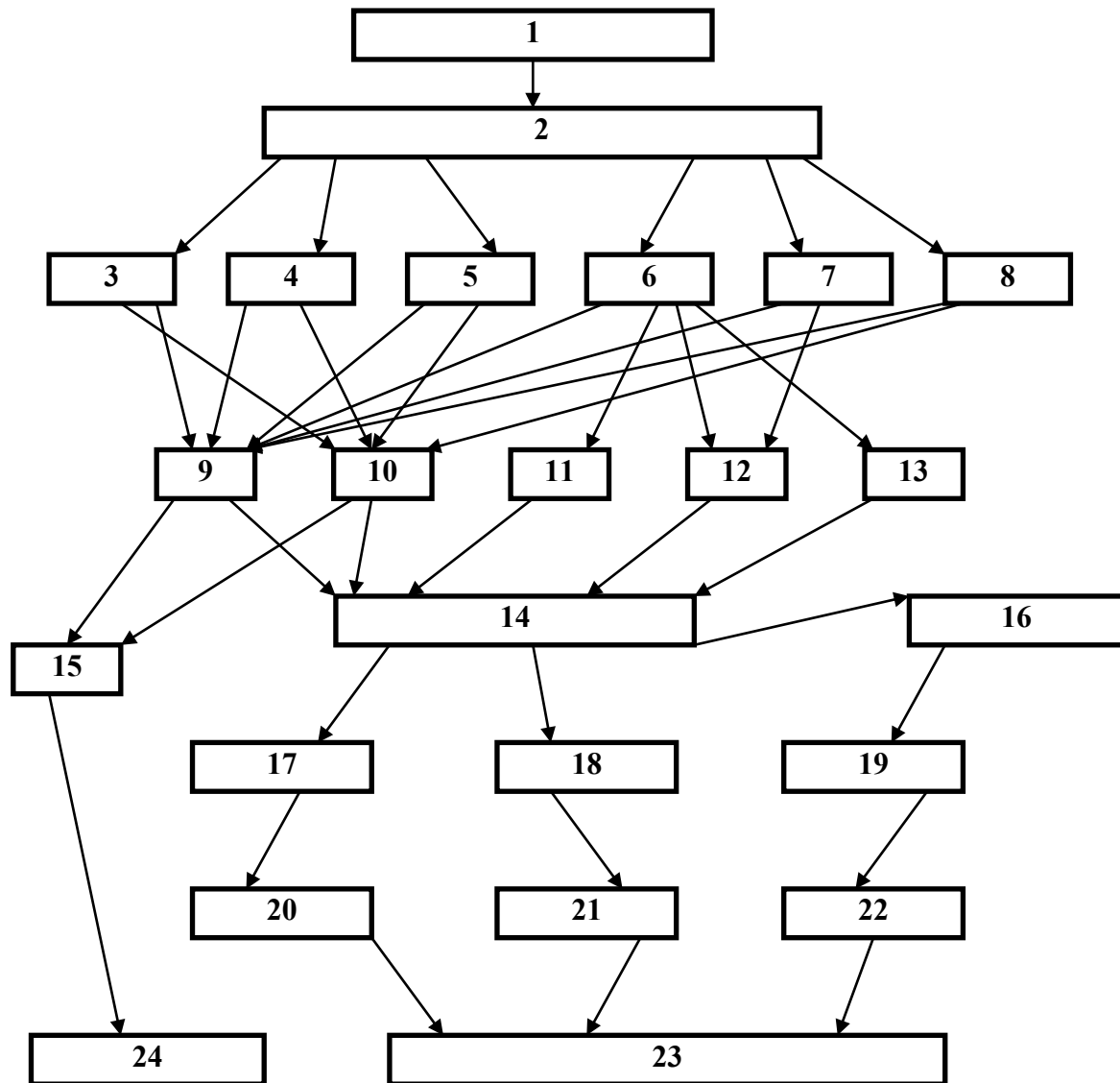


Рис. 3. Інформаційна мережа біоенергетичного балансу

Позначення: 1 - біомаса; 2 - транспортування і підготовка; 3 - біомаса птахівницьких комплексів; 4 - біомаса свинарських комплексів; 5 - біомаса комплексів великої рогатої худоби; 6 - біомаса рослинного походження; 7 - органічна частина твердих побутових відходів; 8 - комунальні стоки; 9 - біореакторметантенк; 10 - біофільтр; 11 - піроліз; 12 - пряме спалювання; 13 - газифікація біомаси; 14 - біогаз, 15 - мікроорганічних добрива; 16 - газгольдер; 17 - біогазовий тепловий генератор; 18 - електрогенератор; 19 - автономна котельня на біогазі; 20 - теплова енергія; 21 - електроенергія; 22 - теплова енергія; 23-споживачів теплової та електричної енергії; 24 - рослинництво.

Стадії енергетичного потоку представлені в вузлах мережі. Лінії, що з'єднують вузли, відповідали потокам енергії між відповідними вузлами. Кожному типу вузла інформаційної мережі енергетичного балансу відповідає свій обчислювальний блок у вигляді системи нелінійних рівнянь. В інформаційній енергетичній мережі використовуються вузли декількох типів,



представлені на (рис. 3): вузли енергетичних ресурсів, перетворення, резерву, прийняття рішення, попиту, вузли з багатьма виходами і з багатьма входами.

Якщо говорити про Україну, то з метою державної підтримки заходів і технологій, заснованих на енергетичному використанні біомаси, був прийнятий ряд законів і програм (Закон України N555-IV від 20.03.03 р. "Про альтернативні джерела енергії", Указ N1094 / 2003 Президента України "Про заходи відносно розвитку виробництва палива з біологічної сировини", Національна енергетична програма України до 2010 року, програма державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідроенергетики, а також теплоенергетики та ін.). Однак, наявність правової бази загальної проблеми не вирішує в зв'язку з відсутністю джерел фінансування, тобто для України актуальним є пошук процесів і технологій, що відрізняються низькими капітальними та експлуатаційними витратами, а також низькою собівартістю одержуваної енергетичної продукції.

Основні труднощі при використанні відходів біомаси, як палива, в існуючих енергоагрегатах виникають через відмінності гранулометричного та хімічного складу біомаси. Низька насипна щільність робить не вигідною транспортування відходів біомаси від місця виробництва до споживача, а також високий вихід летучих ускладнює спалювання біомаси в топках.

Таким чином, в Україні енергетичне використання біомаси найбільш перспективно на промислових підприємствах (олійноекстракційних заводах, меблевих фабриках і т.д.), Що мають в результаті випуску основної продукції значні обсяги відходів біомаси. При цьому економічний ефект від енергетичного використання визначається, в основному, капітальними витратами на обладнання. В цьому випадку реконструкція існуючого енергетичного і енерготехнологічного обладнання, що дозволяє використовувати біомасу, як паливо, є, без сумніву, більш ефективним напрямком, в порівнянні з установкою нового агрегату. Особливо це актуально, якщо залишається можливість використання вичерпаного палива у вигляді резервного [1, 2].

Додаткову економічну вигоду від енергетичного використання біомаси можна отримати при розробці комплексних технологій, що дають можливість поряд з виробництвом енергетичної продукції отримувати продукт, ліквідний на ринку, наприклад, вуглецевий матеріал, органічні добрива тощо.

Аналіз енергетичного потенціалу біомаси в Україні (рис. 4) [1, 14-16], проведене Інститутом технічної теплофізики НАН України та науково-технічним центром «Біомаса», показав, що частка промислових відходів біомаси складає близько 30% від сумарного потенціалу біомаси.

В даний час за рахунок біомаси Україна покриває близько 0,5% потреби в первинних енергоносіях (~ 1 млн. Т у.п.) [3].

Наявність паливного потенціалу біомаси в Україні вимагає проведення аналізу існуючих технологій її енергетичного використання, в першу чергу, - з екологічної точки зору, в тому числі, визначення питомих викидів парникових газів. Останнє особливо актуально при реалізації проектів в рамках Кіотського протоколу.

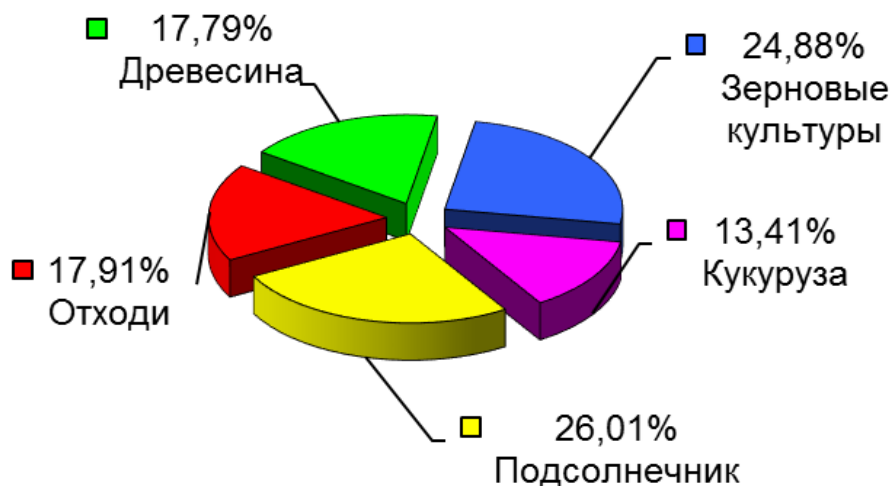


Рис. 4. Енергетичний потенціал біомаси в Україні

Вибір технології визначається властивостями різних видів біомаси, як енергетичного палива. Теплота згоряння більшості видів відходів біомаси знаходиться в межах 13 - 19 МДж / кг [1, 14 - 16, 20]. Основний вплив на теплоту згоряння надає вологість палива [18, 19].

Наявність в біопаливі таких домішок, як хлор (в деревині - 0,1%, в соломі - до 0,75%) [1, 18, 19] знижує його якість, що компенсується низьким вмістом сірки (0,2 - 0,77 %) [1], в порівнянні з вітчизняним вугіллем ($S_p = 2 - 3\%$).

Зміст золи в біомасі залежить від пори року, ґрунту, клімату і т.д. Реальна зольність деревного палива з урахуванням зберігання і транспортування досягає 1,5 - 2% за рахунок забруднення деревини. Зольність біомаси у вигляді соломи різних культур, соняшникового лушпиння, очерету, хвої тощо, перевершує зольність деревини і знаходиться, в основному, в діапазоні 3 - 7% [1, 2], а зольність рисового лушпиння може досягати 20% від робочої маси палива.

Форма і розміри частинок, з яких складаються відходи біомаси, дуже впливають на способи їх використання. Значення має також дисперсний склад частинок. У разі органічних відходів, як правило, ми маємо справу з матеріалами, що складаються з дрібнодисперсних частинок різної форми і мають низьку насипну щільність (120 - 260 кг / м³) [1, 3, 20]. Хімічний склад відходів біомаси обумовлює великий вихід летючих речовин при нагріванні (70 - 75%). Ці особливості відходів біомаси необхідно враховувати при виборі і вдосконаленні технологій і обладнання для їх використання в енергетичних цілях.

Теоретично в залежності від вологості біомаса переробляється термохімічними або біологічними способами. Біомаса з низькою вологістю (сільськогосподарські та міські тверді відходи) переробляються з використанням термохімічних процесів: пряме спалювання, газифікація, піроліз, зрідження, гідроліз. Біомаса з високою вологістю (стічні води, побутові відходи) переробляється із застосуванням біологічних процесів.



На практиці використовуються наступні методи переробки біомаси з метою отримання енергії:

- пряме спалювання для безпосереднього отримання теплоти;
- газифікація біомаси;
- піроліз (суха перегонка), спрямований на отримання максимального газоподібного палива (переважно водню і СО). Генераторний газ має теплоту згоряння в межах 4 ... 8 МДж/м³;
- спиртова ферментація з метою отримання з біомаси етилового спирту (етанол);
- анаеробне зброджування, що є найбільш перспективним засобом отримання палива з органічної маси.

Оціночні розрахунки зроблені на (рис. 4) показують, що в Україні з гною при повній переробці біоконверсії можна отримувати щорічно велику кількість біогазу.

При оцінці економічної ефективності слід враховувати, що біогазова установка забезпечує одночасно знезараження навоза і виробництво добрив. Вона відноситься також до системи заходів щодо захисту навколишнього середовища. В такому випадку біогазові установки завжди матимуть позитивний економічний ефект.

Біогаз отримують також з комунальних (міських і селищ міського типу) стічних вод. Його вихід становить 0,001 м³ на 1 м³ стічних вод.

Відомі такі режими анаеробного метанового зброджування: психофільний (температура процесу зброджування $t = 15...17\text{ }^{\circ}\text{C}$), мезофільні ($t = 33...35\text{ }^{\circ}\text{C}$) і термофільний ($t = 53...55\text{ }^{\circ}\text{C}$).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Багато країн світу, в тому числі Україна, мають у своєму розпорядженні значними потенційними можливостями виробництва біогазу з гною сільськогосподарських тварин [1].

2. Розроблено і обґрунтовано математичну модель ефективного використання енергії біомаси у світовому енергетичному господарстві, що дозволяє вибирати раціональне компонування енергетичного обладнання, визначати оптимальну структуру споживаних енергоресурсів і собівартість енергії, що генерується.

3. Відсутність узагальнюючих даних про енергетичний баланс біогазових установок і методів економічної оцінки не дозволяє об'єктивно судити про їх ефективності, що стримує залучення в народне господарство країни величезного енергетичного потенціалу (рис. 2) мільйонів тонн гною сільськогосподарських тварин.

4. Причиною глобального потепління є парникові гази, що викидаються в атмосферу внаслідок спалювання викопних видів палива. Реальні шляхи зниження цих викидів - енергозбереження та заміна викопного палива на альтернативні джерела енергії, найбільш потужним з яких в даний час є біомаса. Головними критеріями при виборі технології енергетичного використання цього палива є економічні показники та величина зниження емісії парникових газів при незмінній величині викидів що забруднюють, таких як



оксиди сірки, азоту, канцерогенні речовини. Якщо економічні критерії відомі і досить ефективно використовуються на практиці, то екологічні критерії не дозволяють об'єктивно порівнювати різні технології і обладнання, що використовують різні види біопалива, а також повністю врахувати вплив виду та якості замінного палива.

5. Найважливішою причиною, яка уповільнює використання біомаси в енергетичних цілях на Україні, є те, що отримана енергія має відносно високу вартість, тобто актуальним є пошук процесів і технологій, що відрізняються низькими капітальними та експлуатаційними витратами, а також низькою собівартістю одержуваної енергетичної продукції за рахунок виробництва супутніх продуктів. До подібних технологій відноситься процес окисного піролізу, що дозволяє отримувати паливний газ з відносно високою теплою згоряння, а також коксовий залишок, шляхом реалізації якого можна отримати додатковий прибуток.

6. Одним з ефективних напрямків енергетичного використання біомаси, є вивчення в рамках цієї роботи технологію органічного перероблення відходів біомаси, що здійснюється в біоенергетичному реакторі. Попередні дослідження дозволили визначити необхідні технологічні параметри для створення пілотної установки органічної переробки відходів біомаси. Для подальшого розвитку даного процесу необхідно створення експериментальної установки, проведення експериментальних досліджень, визначення взаємозв'язку різних технологічних параметрів, в тому числі на основі математичного моделювання.

Список використаних літературних джерел

1. Куріс Ю. В. Підвищення теплотехнічних та технологічних показників спалювання біогазу в теплогенеруючому обладнанні: Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук, НУХТ, Київ, 2007.
2. Энергетические установки и окружающая среда. Под ред. проф. Маляренко В. А. Учебное пособие. – Харьков: ХГАГХ, 2002. – 398 с.
3. Куріс Ю.В. Підвищення теплотехнічних та технологічних показників спалювання біогазу в теплогенеруючому обладнанні: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.14.06/ Ю.В.Куріс.- К., 2007.- 19 с.
4. Куріс Ю. В., Степанов Д. В., Ткаченко С. И., Хажмурадов М.А., Карнацевич Л. В. Увеличение эффективности дальнейшего использования и сжигания биогаза: «Достижения и перспективы». // Фаховий журнал «Енергетика и электрификация». г. Киев, - №12. – 2006. –67-79 с.
5. Запатрина И. В. Перспективы развития в Украине возобновляемых источников энергии "Теория и практика управления", №11, 2004 г.
6. Киотский протокол: надежды и разочарования // <http://www.globalaffairs.ru/articles//2234.html>.
7. Куріс Ю. В., Крючков Е. Н. Анализ энергетического баланса производственно - животноводческого комплекса ЗАО «Запорожсталь» с использованием биоэнергетической установки // Сборник конференции «Биотехнология: Образование, наука», - НТУ КПИ. – 2003. 141-143 с.
8. Баадер В., Доне Е., Брайндерфер М. Биогаз: теория и практика.



(Пер. с нем. и предисловие М. И. Серебрякого). М. Колос, 1982. - 148 с.

9. К. Л. Ефимов, О. В. Кашенко, Т. А. Косарикова Меры по сокращению выбросов парниковых газов: опыт, возможности и проблемы на региональном уровне/Нижегородское агентство развития окружающей среды // [http:// www-koi.ic.sci-nnov.ru/nice/Jornal/efim.html](http://www.koi.ic.sci-nnov.ru/nice/Jornal/efim.html).

10. Margaret K. Mann, Pamela L. Spath The net CO₂ emissions and energy balans of biomass and coal-fired power systems/ Proceedings of the Fouth Biomass Conference of Americas,- Oakland, California, August 29-September 2 1999,- Elsevier Science,- pp.379-385.

11. G. Jungmeier, L. Canella, J. Spitzer Grinhouse gas evission of bioenergy systems compared to fossil energy systems// Proceedings of the Fouth Biomass Conference of Americas,- Oakland, California, August 29-September 2 1999,- Elsevier Science,- pp.437-444.

12. Jeppe Vjerg, Energy planning, biomass implementation, feasibility studies, enveromenal impact assessmentw and LCA/dk-TEKNIK ENERGY& ENVIROMENT/Representation at 11th European Conference on Biomass for Energy and Indastry.

13. Концепція розвитку біоенергетики в Україні/ Гелетуха Г. Г., Железна Т.А., Тишаев С.В., Кобзар С.Г., Копейкін К.О./ Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, 2001, 14 с.

14. Гелетуха Г. Г., Железная Т. А., Марценюк З. А. Концепция развития биоэнергетики в Украине / Промышленная теплотехника, 1999, т. 21, № 6, 94-102 с.

15. Гелетуха Г. Г., Железная Т. А., Борисов И. И., Халатов А. А. Перспективы использования в Украине современных технологий термохимической газификации и пиролиза биомассы // Пром. теплотехника. – 1997. – Т.19, № 4-5. – 115-120 с.

16. Гелетуха Г. Г., Железная Т. А. Обзор технологий сжигания соломы с целью выработки тепла и электроэнергии // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1998. – № 6. – 3-11 с.

17. Гулько Т. В., Драганов Б. Х., Шишко Г. Г. Газификация и газоснабжение сельского хозяйства: Учеб. пособие. - М.: ИРИЦ "Фермер", 1994., – 319с.

18. Карелин А.И. Состав и качество топлив СССР.– Л.-М.: ГЭИ, 1940. – 104 с.

19. Сильницкий А. К. Местные топлива в мелких промышленных топках. Л.: Ленинградское газетно-журнальное книжное издательство, 1946. – 171 с.

20. Губинский М. В., Шишко Ю.В., Усенко А.Ю. Определение технологических возможностей получения газового топлива путем пиролиза биомассы // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2001. – № 2. – 120-125 с.

Abstract. The potential volumes of biomass were analyzed and studied in order to obtain fuel from organic waste, we will obtain economic and environmental efficiency in order to prevent global climate change, and get lower energy prices due to the search for alternative energy



sources. The most important factor affecting the situation in the energy sector and economy in the world as a whole, and for Ukraine in particular, is a significant increase in energy prices, in particular, for natural gas. In this connection, the task of searching for alternative energy sources becomes even more urgent.

The difference between biomass and other types of renewable energy when replacing fossil fuels is as follows. When biomass is burned, the corresponding greenhouse gases are seen, however, when it grows, an analogous amount of CO₂ is absorbed and, therefore, the concentration of greenhouse gases in the atmosphere does not increase. The term biomass is usually understood to mean carbon-containing organic rivers of plant and animal origin (wood, straw, manure, etc.).

In this work, a mathematical model is developed and substantiated for the efficient use of biomass energy in the global energy economy, which allows you to vibrate the rational layout of energy equipment, determine the optimal structure of energy consumption and the cost of energy, generated. One of the effective directions of the energy use of biomass is the study in this work of the technology of organic processing of biomass waste, carried out in a bioenergy reactor. Previous studies allowed us to determine the necessary technological parameters for creating a pilot plant for the organic processing of biomass waste. For the further development of this process, it is necessary to create an experimental setup, conduct experimental research, determine the relationship of various technological parameters, including on the basis of mathematical modeling.

Keywords: *biomass, ecology, organically burning, conversion, energy, economy, climate, greenhouse gases.*

Науковий керівник: д. т. н., професор Куріс Ю. В.
Стаття відправлена: 08. 04.2020 р.