

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) _____ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого _____
Кафедра _____ Електропостачання і енергоменеджменту _____

«До захисту в ЕК»

Директор інституту (декан факультету)

_____ Блаженко С.І. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 2020 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Балюта С.М. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 2020 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
освітньо-професійної програми « Електротехніка та електротехнології»
на тему: Використання альтернативних джерел енергії для енергозабезпечення
промислових, комунальних і сільськогосподарських споживачів

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ЕЛ-4-4

_____ Абрамов Федір Михайлович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Серьогін Олександр Олександрович _____

(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти

_____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Рецензент

_____ Теличкун В.І. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

Національний університет харчових технологій

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім акад І.С. Гулого

Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Електротехніка та електротехнології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕПЕМ

/Балюта С.М./

« 08 » квітня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧА

Абрамова Федора Михайловича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Автономне енергозабезпечення об'єктів місцевого комунального господарства з використанням енергії біомаси

керівник проекту (роботи) Серьогін О.О.

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 08 » 04. 2020 р. № 260- кс

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 03 червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) показники, що характеризують об'єкти місцевого комунального господарства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Теоретична та технологічна характеристика поняття біомаса;

Тенденції та перспективи використання біомаси;

Недоліки та ризики використання біомаси;

Виробнича характеристика використання біомаси

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація на стор.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 8 квітня 2020 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування	08.04.2020 р.	
2	Теоретична та технологічна характеристика поняття біомаса	15.04.2020 р.	
3	Тенденції та перспективи використання біомаси	30.04.2020 р.	
4	Недоліки та ризики використання біомаси	08.05.2020 р.	
5	Виробнича характеристика використання біомаси	20.05.2020 р.	
6	Оформлення пояснювальної записки	26.05.2020 р.	
7	Оформлення графічної частини проекту (роботи)	30.05.2020 р.	
8	Подання готової роботи для перевірки на плагіат	03.06.2020 р.	
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Здобувач _____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Метою роботи було зрозуміти які ж переваги і недоліки є в використанні енергії біомаси для енергетичної галузі України. Розвиток та використання альтернативних та відновлювальних джерел енергії (вітрової і сонячної енергії, біопалива, тощо) має надзвичайно велике значення для забезпечення всіх аспектів життя людей стабільною, економічною та екологічною енергією. Існує багато даних стосовно перспектив розвитку даної галузі, адже вона відіграє вирішальну роль у зменшенні парникових викидів, зниженні негативного впливу на довкілля, підвищує безпеку енергопостачання, допомагає зменшити залежність від імпорту енергетичних ресурсів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БІОМАСА, АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

АННОТАЦИЯ

Целью работы было понять какие же преимущества и недостатки есть в использовании энергии биомассы для энергетической отрасли Украины. Развитие и использование альтернативных и возобновляемых источников энергии (ветровой и солнечной энергии, биотоплива и т.д.) имеет чрезвычайно большое значение для обеспечения всех аспектов жизни людей стабильной, экономической и экологической энергией. Существует много данных о перспективах развития данной отрасли, ведь она играет решающую роль в уменьшении парниковых выбросов, снижении негативного воздействия на окружающую среду, повышает безопасность энергоснабжения, помогает уменьшить зависимость от импорта энергетических ресурсов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БИОМАССА, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

ANNOTATION

The aim of the work was to understand the advantages and disadvantages of using biomass energy for the energy sector of Ukraine. Development and use of alternative and renewable energy sources (wind and solar energy, biofuels, etc.) has extremely important for providing all aspects of people's lives with stable, economic and environmental energy. There is a lot of data on the prospects for the development of this industry, after all, it plays a crucial role in reducing greenhouse gas emissions negative impact on the environment, increases security of energy supply, helps reduce dependence on energy imports.

KEY WORDS: BIOMASS, ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY

Зміст

Вступ.....	7
1. ТЕОРЕТИЧНА ТА ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОНЯТТЯ БІОМАСА.....	10
1.1 Біомаса. Джерела та види біомаси.....	10
1.2 Основні процеси переробки біомаси: аеробний та анаеробний процеси, ферментація.....	13
1.3 Рідке і газоподібне біопалива.....	16
Висновок до розділу 1.....	21
2. ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ.....	23
2.1 Ринок біомаси в ЄС.....	23
2.2 Загальна характеристика використання біомаси в Україні.....	25
2.3 Ситуація на ринку біопалив в Україні.....	29
2.4 Використання деревини у сфері біоенергетики.....	33
2.5 Виробництво біогазу в Україні.....	35
2.6 Можливі напрями розвитку біогазових технологій в Україні.....	37
Висновок до розділу 2.....	40
3. НЕДОЛІКИ ТА РИЗИКИ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ.....	41
Висновок до розділу 3.....	46
4. ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ.....	48
4.1 Розрахунок біогазової установки.....	48
4.2 Перспективи міського комунального господарства....	52
4.3 Охорона праці на підприємствах з використанням біомаси.....	55
Висновок до розділу 4.....	59
Список використаної літератури.....	61

ВСТУП

Сучасна енергетика переживає складний період бурхливого розвитку і одночасно очікування неминучих якісних змін. Швидке зростання енергоспоживання відбувається в умовах прискореного виснаження і стрімкого подорожчання основного світового ресурсу, що забезпечує майже 40% світового енергоспоживання – нафти, і складності пошуку адекватної їй заміни. Вже зараз на частку країн і окремих регіонів, розвиток яких не забезпечений власними енергоресурсами, припадає 90% світового ВВП. При цьому навіть до 2030 року 1,4 млрд осіб на Землі все ще не матимуть можливості користуватися електрикою. Енергетичне питання загрожує перерости в головну світову проблему, набагато більш складну і життєво важливу, ніж всі інші «світові» проблеми, включаючи економічні, політичні, соціальні, екологічні, продовольчі та інші, так як в основі реальних шляхів їх вирішення знаходиться питання володіння достатніми ресурсами енергії.

Споживання енергії є обов'язковою передумовою існування людства. Наявність доступної для споживання енергії завжди було необхідною умовою для задоволення потреб людини, збільшення тривалості і поліпшення умов його життя. Історія цивілізації – історія винаходу все нових і нових методів перетворення енергії, освоєння її нових джерел та, в кінцевому підсумку, збільшення енергоспоживання.

У сучасному світі енергетика є основою розвитку базових галузей промисловості, що визначає прогрес суспільного виробництва. В усіх промислово розвинених країнах темпи розвитку енергетики випереджали темпи розвитку інших галузей. У той же час енергетика – одне з джерел негативного впливу на навколишнє середовище і людину. Вона впливає на атмосферу (споживання кисню, викиди газів, вологи і твердих частинок), гідросферу (споживання води, створення штучних водосховищ, скиди забруднених і нагрітих вод, рідких відходів) і на літосферу (споживання викопних палив, зміна ландшафту, викиди токсичних речовин).

Зростаюче техногенне навантаження на навколишнє середовище та загострення проблеми екологічної безпеки вимагає кардинальної зміни політики у цій сфері та забезпечення збалансованого розвитку економіки, енергетики і екології. Вирішення вказаного питання можливе за рахунок оптимізації структури енергетичного балансу держави та її регіонів, у якому якомога більшу частку мають становити енергоносії, отримані з відновлюваних джерел енергії та альтернативні види палива.

Тому останнім часом все більш пильну увагу світової спільноти привертають питання, пов'язані з перспективами використання альтернативних джерел енергії. Відомі десятки джерел альтернативної енергетики, проте масового переходу на їх використання не відбувається. За даними Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР), найбільшу частку у виробництві енергії серед енергоносіїв займає органічне паливо.

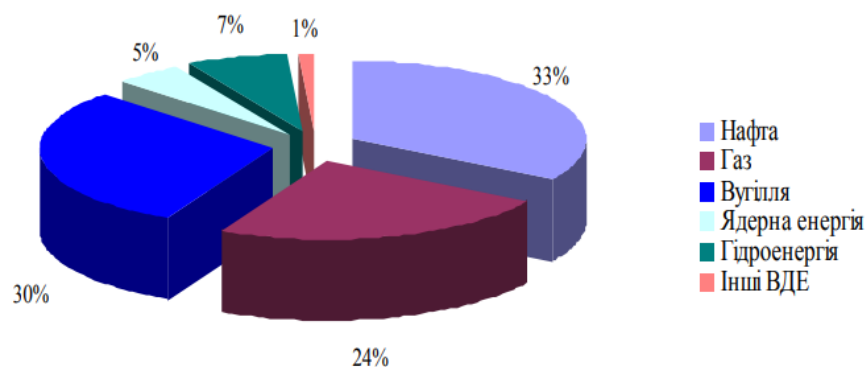


Рис. 1. Структура споживання енергії в світі у 2011 році, %

Серед відновлюваних джерел палива і енергії істотне місце займає вітрова енергія і продукція глибокої переробки рослинної сировини (біоетанол, біодизель) – 41,9 і 44,3%, відповідно. При цьому відходи сільськогосподарського та лісового виробництва (традиційна неперероблена рослинна біомаса) займала у 2011 році у світовому споживанні первинної енергії лише 14,4% сукупного енергоспоживання.

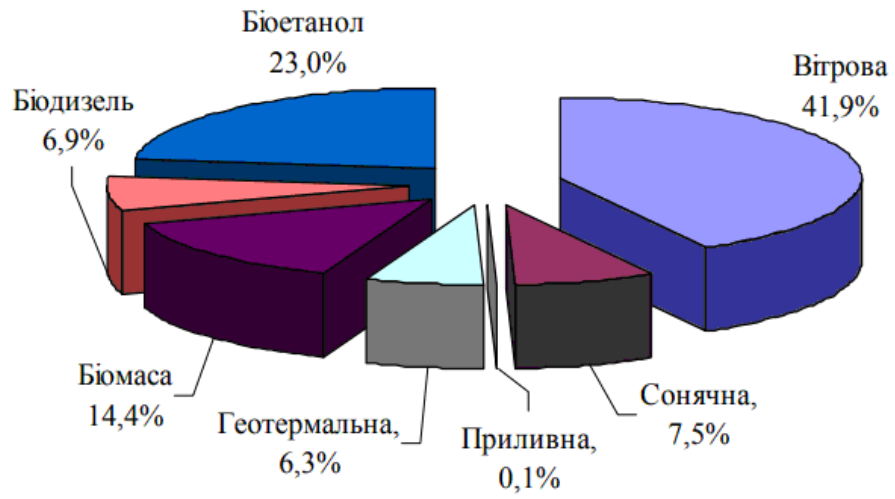


Рис. 2. Структура відновлювальних джерел енергії в світі у 2011 році, %

1. ТЕОРЕТИЧНА ТА ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОНЯТТЯ БІОМАСА

1.1 Біомаса. Джерела та види біомаси.

Відповідно до Директиви Європейського Парламенту та Ради під біомасою розуміють такі речовини, відходи та залишки біологічного походження, що отримуються з сільського господарства (рослинного та тваринного походження), лісового господарства, рибальства, промислових та міських відходів та суміжних галузей. Іншими словами, **біомаса** – це відновлюване паливо, що спалюється у прямому вигляді або після переробки. Саме тому таку біомасу часто називають біопаливом. Біомаса може бути спеціально вирощена для енергетичних потреб, а може бути відходами іншого виробництва.

По суті, вона являє собою найдавніше джерело енергії, однак її використання донедавна зводилося до прямого спалювання у відкритих вогнищах, в печах і топках, що давало досить низький ККД. Останнім часом увага до використання біомаси істотно підвищилася, на користь цього з'явилися нові аргументи:

- використання рослинної біомаси за умови її безперервного відновлення (наприклад, нові лісові посадки після вирубки лісу) не приводить до збільшення концентрації CO₂ в атмосфері;
- у промислово розвинених країнах в останні роки з'явилися надлишки оброблюваної землі, що доцільно використовувати під енергетичні плантації;
- енергетичне використання відходів (сільськогосподарських, промислових і побутових) вирішує також екологічні проблеми;
- новітні технології дозволяють використовувати біомасу значно більш ефективно.

Біомаса по своєму складу може бути вуглецемісткою (рослинний матеріал, деревна тріска, тирса, морські водорості, зерно, папір, пакувальна тара) або цукромісткою (цукровий буряк, цукровий очерет, сорго). Ферментацією 1 т органічної речовини можна одержати 150-500 м³ паливного газу з теплою згоряння 4300-6000 ккал/м³, що еквівалентно 0,6- 0,8 кг у.п.

Джерелами біомаси можуть бути:

- *Використання відстою*

Енергетичний вміст неопрацьованого відстою дорівнює приблизно 16 284 кДж/кг сухої речовини. Це означає, що при сучасних темпах нагромадження відстою міських стічних вод з них можна одержати приблизно $1.41 \cdot 10^{14}$ кДж/год. Однак практичне використання відстою як палива викликає істотні труднощі. Головні труднощі полягають у тому, що високий вологовміст не дозволяє використовувати відстій без сушіння, на яке витрачається фактично вся виділювана в процесі його горіння енергія, не говорячи вже про витрати, пов'язаних з дотриманням установлених норм по запобіганню забруднення навколишнього середовища.

- *Тверді побутові міські відходи (Рис. 3)*

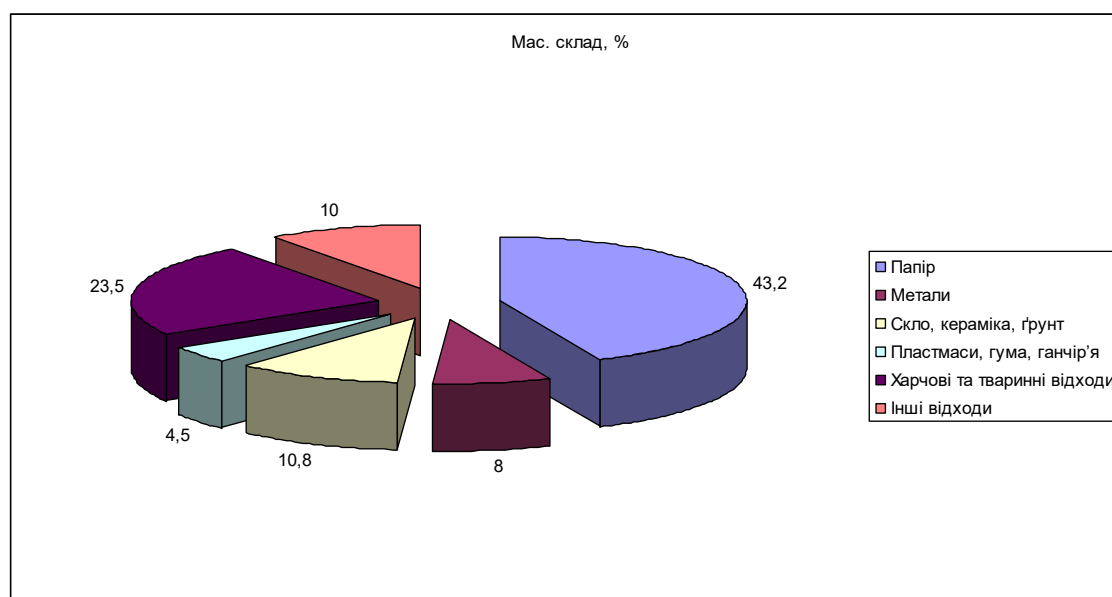


Рис. 3.

- *Відходи тваринництва*

Відходи тваринництва при безстійловому утриманні худоби не являють інтересу з погляду їхнього використання для одержання енергії: кількість тварин на одиницю площі настільки мало, а розсіювання відходів тваринництва настільки велике, що доставка останніх на підприємство з виробництва енергії виявляється економічно й енергетично невиправданою. Зовсім інша ситуація складається при утриманні тварин у закритих приміщеннях, таких, як скотівідкормні господарства промислового типу. У цьому випадку кількість відходів, що збираються з одиниці

площі, істотно зростає, а витрати на їхній збір і доставку значно скорочуються. Кількості гною від кожного виду тварин і його склад залежать від раціону живлення й тривалості утримання тварин у закритих приміщеннях. Вміст вологи в гної коливається в межах 60-85%. Відносно високий вміст вологи обмежує технологічні можливості одержання енергії із гною. Теплота згоряння гною в середньому дорівнює 17450 кДж/кг сухої маси.

- *Рослинні залишки*

Залишки даного виду складаються в основному із целюлози (вуглецемісткої) і можуть бути відносно легко підготовлені для використання. Залишки зернових культур, за винятком, можливо, рису, належать до відносно сухих культур: вміст вологи в них становить приблизно 15%. Теплота згоряння рослинних залишків більшості цих культур коливається в межах 11 500-18 600 кДж/кг. Середнє значення теплоти згоряння рослинних залишків 16300 кДж/кг. Велика увага приділяється енергетичному потенціалу відходів цукрового очерету, що утворюються при добуванні цукру, які становлять приблизно 30% маси самого цукрового очерету. Теплота згоряння відходів цукрового очерету становить 18 930 кДж/кг.

- *Продукти лісу*

Відходи, що накопичуються в процесі лісозаготівель і лісопереробки можна розділити на дві великі групи: відходи лісу й виробничі відходи. Перші утворюються безпосередньо в лісі й включають опалі гілки, дерева, що загинули, залишки від згорілих дерев і відходи, що виникають у процесі відбраковування, заготівлі й транспортування. Оцінка загальної кількості відходів лісу відсутня. Найбільша кількість відходів припадає на відбраковування (у тому числі загиблих і дерев, що перестояли), а також на заготівлю й транспортування. З погляду енергоресурсів саме ці відходи становлять найбільший інтерес. Відходи при лісозаготівлях переважно складаються з деревини й целюлози, і їх основними складовими елементами є вуглець, кисень і водень. На частку вуглецю припадає близько 50 мас. % кисню – 40 мас. % і водню – 5 мас. %. Теплота згоряння відходів лісозаготівель дорівнює приблизно 18 610 кДж/кг сухої маси. Кількість золи відходів залежить від методу їхнього збору. При виконанні деяких операцій у

відходи попадають мінеральні забруднення у вигляді каменів, бруду й піску, що приводить до різкого збільшення вмісту золи. Звичайно в деревині міститься 1,0 % золи, а в корі - від 2 до 10%.

- *Водорості й водні макрофіти*

Близько 50-70% маси водоростей може ферментуватися. При дослідженні 11 видів судинних водяних рослин було встановлено, що їхня теплота згоряння становить 16 353 - 19058 кДж/кг сухої маси.

Усі види палива з біомаси розділяють на **тверді, рідкі та газоподібні**.

Досить перспективним вважається рідке біопаливо. Його основне призначення – це спалювання у двигунах. Отримати таке паливо можна після перероблення рослинної сировини: цукрового очерету, цукрового буряку, ріпаку та кукурудзи. До рідкого відносять такі види біопалива: біоетанол, біометанол і біодизель. Біоетанол може застосовуватися для різних видів автотранспорту.

До газоподібного біопалива належать біоводень та біогаз. Ці речовини отримують унаслідок бродіння біомаси або шляхом інших біохімічних або термічних процесів. Біогаз зазвичай виробляють із органічних відходів життєдіяльності тварин, мулових осадів очисних споруд або придатної до бродіння рослинної сировини. Після обробки цей горючий газ може застосовуватися як паливо замість природного газу.

Найперспективнішою для України є тверда біомаса, придатна до спалювання у котлах. Її використання вимагає найменших витрат на обладнання, що генерує енергію, а процес перетворення біомаси на енергію має високі показники ефективності.

1.2 Основні процеси переробки біомаси: аеробний та анаеробний процеси, ферментація.

Термін **енергетична ферма** використовується в дуже широкому змісті, позначаючи виробництво енергії в якості основного або додаткового продукту сільськогосподарського виробництва, лісівництва, аквакультури, а крім того, ті види промислової й побутової діяльності, у результаті яких утворюються органічні відходи. Основною метою переробки сировини могло б бути винятково виробництво енергії,

але більш вигідно знайти найкраще співвідношення між одержанням з різних видів біомаси енергії й біопалива.

Розвиток енергетики за рахунок використання сільськогосподарських культур має як переваги, так і недоліки. Один з найбільш істотних недоліків те, що виробництво енергії стане конкурувати з виробництвом їжі. Великомасштабне збільшення обсягу виробництва біопалива (наприклад, етилового спирту) із цієї причини може зробити істотний негативний вплив на світовий ринок харчових продуктів. Другий серйозний недолік - можливість збідніння й ерозії ґрунтів у результаті інтенсифікації вирощування «енергетичних» культур. Очевидна стратегія порятунку від цих явищ - вирощування культур, придатних і для забезпечення людини (зерно), і для енергетичних потреб при одночасному скороченні частини врожаю, що скормлюється тваринам.

Для вирощування й переробки врожаю необхідна енергія у формі сонячного випромінювання й у формі, придатної для одержання палива для роботи сільгоспмашин, створення самих цих машин, одержання добрива й т.п. Для оцінки ефективності одержання енергії з того або іншого виду біомаси необхідне проведення енергетичного аналізу.

Піроліз (суха перегонка)

Під **піролізом** маються на увазі будь-які процеси, при яких органічну сировину піддають нагріванню або частковому спалюванню для одержання похідних палив або хімічних сполук. Споконвічною сировиною можуть служити деревина, відходи біомаси, міське сміття й звичайно вугілля. Продуктами піролізу є гази, рідкий конденсат у вигляді смол і масел, тверді залишки у вигляді деревного вугілля й золи.

Газифікація – це піроліз, пристосований для максимального одержання похідного газоподібного палива. Пристрої для часткового спалювання біомаси, проєктовані з розрахунку на одержання максимального виходу газів, називаються **газогенераторами**.

Щоб процес піролізу йшов успішно, повинні дотримуватися певні умови. Подаваний матеріал попередньо сортують для зниження негорючих домішок,

підсушують і подрібнюють. Критичним параметром, що впливає на температуру й на співвідношення видів одержуваних продуктів, є співвідношення повітря - пального.

При цьому можна виділити чотири стадії перегонки:

1. 100-120 °С – подаваний у газогенератор матеріал, опускаючись донизу, звільняється від вологи;
2. 275 °С – гази, що відходять, складаються в основному з N_2 , CO і CO_2 ; виділяються оцтова кислота й метанол;
3. 280-350 °С – починаються екзотермічні реакції, у процесі яких виділяється складна суміш летучих хімічних речовин (кетони, альдегіди, феноли, ефіри);
4. понад 350 °С – виділяються всі типи летучих сполук; одночасно з утворенням CO відбувається збільшення утворення H_2 , частина вуглецю зберігається у формі деревного вугілля, змішаного із зольними залишками.

Різновиди палива, одержувані в результаті піролізу, мають меншу в порівнянні з вихідною біомасою сумарну енергію згоряння, але відрізняються більшою універсальністю застосування.

Твердий залишок (максимальна масова частка 25-35%). Сучасні установки для одержання деревного вугілля, що працюють при температурі 600 °С, перетворюють у необхідний продукт від 25 до 35% сухої біомаси. Деревне вугілля на 75-85% складається з вуглецю, має теплоту згоряння близько 30 МДж/кг.

Рідини (конденсовані випари, максимальна масова частка близько 30%). Діляться на в'язкі фенольні смоли й текучі рідини, піролігенні кислоти, в основному оцтову кислоту, метанол (максимум 2%) і ацетон. Рідини можуть бути відсепаровані або можуть використовуватися разом як неопрацьоване паливо з теплотою згоряння близько 22 МДж/кг.

Гази (максимальна масова частка, одержувана в газогенераторах, становить приблизно 80%). Суміш, що виділяється при піролізі газів з азотом відома як деревний газ, синтетичний газ, генераторний газ або водяний газ. Теплота згоряння на повітрі становить 5–10 МДж/кг (від 4 до 8 МДж/м³ при нормальних умовах). Ці гази можуть бути використані безпосередньо в дизелях або в карбюраторних

двигунах з іскровим запалюванням, при цьому основні труднощі – уникнути влучення в циліндри золи й продуктів піролізу, що конденсуються. Гази в основному складаються з N_2 , H_2 і CO з малими добавками CH_4 і CO_2 . Їх можна накопичувати в газгольдерах при тиску, близькому до атмосферного.

Термохімічні процеси обробки біомаси

Біомаса може спалюватися або піддаватися піролізу безпосередньо після попереднього сортування й здрібнення. Однак, вона може бути ще й оброблена хімічно для того, щоб одержати вихідний матеріал для спиртової ферментації або вторинне паливо. Розглянемо декілька найбільш важливих прикладів з великого числа можливих.

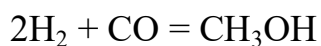
Гідрогенізація. Здрібнену, що розклалася або переварену біомасу, наприклад гній, нагрівають в атмосфері водню до температури близько $600\text{ }^\circ\text{C}$ при тиску близько 5 МПа . Одержувані при цьому горючі гази, переважно метан і етан, при спалюванні дають близько 6 МДж на 1 кг сухої сировини.

Гідрогенізація із застосуванням CO і пари. Ведеться аналогічно попередньому процесу, але нагрівання провадиться в атмосфері CO і водяної пари при температурі $400\text{ }^\circ\text{C}$ и тиску 5 МПа . Із продуктів реакції отримують синтетичну нафту, яку можна використовувати як паливо.

Гідроліз під впливом кислот і ферментів. Целюлоза, що складає основну масу сухого залишку рослин (від 30 до 50%), важко піддається гідролізу й зброджуванню за допомогою мікроорганізмів. Перетворення целюлози в цукри, які можуть сброджуватися, можливо шляхом нагрівання в сірчаній кислоті або під впливом ферменту целюлози деяких мікроорганізмів. Отримані продукти можна використовувати як їжу для великої рогатої худоби.

1.3 Рідке і газоподібне біопаливо.

Метиловий спирт (метанол) – отрутна рідина, одержувана в процесі каталітичної реакції між H_2 і CO при температурі $330\text{ }^\circ\text{C}$ и тиску 15 МПа :



Ці гази - компоненти синтетичного газу, вони можуть виходити при газифікації біомаси. Метанол можна використовувати як замітник бензину з теплотою згоряння 23 МДж/кг.

Етиловий спирт (етанол) C_2H_5OH у природних умовах утворюється з сахарів відповідними мікроорганізмами в кислому середовищі, *pH* – від 4 до 5. Подібний процес спиртової ферментації в усьому світі використовують для одержання питного спирту. Найбільш часто використовуються мікроорганізми - дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae*, які гинуть при концентрації спирту вище 10%, тому для підвищення концентрації використовують перегонку або фракціонування. Після перегонки (дистиляції) виходить кипляча при постійній температурі суміш: 95% етанолу й 5% води. Збезводнений етанол у промислових умовах виробляється шляхом спільної перегонки з розчинником типу бензолу. При шумуванні губиться лише 0,5% енергетичного потенціалу сахарів, інші втрати енергії пов'язані з перегонкою. Необхідну теплову енергію можна одержати, спалюючи відходи біомаси, що залишаються.

Таб. 1 Вихід етанолу з деяких технічних культур

Культура	Вихід етанолу з 1 т
Цукровий очерет	70
Маніок	180
Солодке сорго	86
Солодка картопля	125
Зернові (кукурудза)	370
Плодові	160

Використання етанолу як палива

Рідкі палива надзвичайно важливі через зручність використання й гарного керування згорянням у двигунах. Можна вводити в трохи перероблені бензинові двигуни безпосередньо 95%-вий етанол, а можна подавати у звичайний двигун суміш із 100%-вого етанолу (збезводнений) з бензином у співвідношенні 1:10.

Збезводнений етанол – рідина в інтервалі температур від -117 до $+78$ °C з температурою запалення 423 °C. Застосування його у двигуні внутрішнього згоряння вимагає спеціального карбюратора. Тому й змішують бензин зі збезводненим етанолом (20 % за об'ємом) і використовують цю суміш (газохол) у звичайних бензинових двигунах. **Газохол** у цей час – звичайне паливо в Бразилії (етанол там одержують із цукрового очерету й маніоку), використовують його й у США (етанол з кукурудзи). Важлива особливість етанолу – здатність витримувати ударні навантаження без вибуху, через це він набагато краще доповнює з тетраетилсвинцю, що викликає серйозні забруднення атмосфери. Чудові властивості етанолу як пального забезпечують двигунам 20%-ве збільшення потужності у порівнянні із чистим бензином. Масова густина і теплотворна здатність етанолу нижчі, ніж бензину, відповідно теплота згоряння (24 МДж/м³) на 40% нижче ніж у бензину (39 МДж/м³). Однак краще горіння етанолу компенсує це зменшення теплотворної здатності. Досвід підтверджує, що двигуни споживають приблизно однакову кількість газохолу й бензину.

Біогаз

Перший великомасштабний завод з виробництва біогазу був побудований в 1911 році в англійському місті Бірмінгем й використовувався для знезараження осаду стічних вод цього міста. Вироблюваний біогаз використовувався для виробництва електроенергії. Таким чином, англійські вчені є піонерами практичного застосування нової технології. Уже до 1920 року вони розробили кілька типів установок для переробки стічних вод.

Перша біогазова установка для переробки твердих відходів об'ємом 10 м³ була розроблена Ісманом і Дюсельє й побудована в Алжирі в 1938 році

Біогазова установка, як правило, являє собою герметично закриту ємність, у якій при певній температурі відбувається зброджування органічної маси відходів, стічних вод і т.п. з утворенням біогазу.

Принцип роботи всіх біогазових установок однаковий: після збору й підготовки сировини, що полягає в доведенні його до потрібної вологості в спеціальній ємності,

воно подається в реактор, де створюються умови для оптимізації процесу переробки сировини.

Сам процес одержання біогазу й біодобрив із сировини називають ферментацією, або зброджуванням. Зброджування сировини виробляється за рахунок життєдіяльності особливих бактерій. Під час зброджування на поверхні сировини з'являється корка, яку потрібно руйнувати, перемішуючи сировину. Перемішування здійснюється вручну або за допомогою спеціальних пристроїв усередині реактора й сприяє вивільненню біогазу, що утворився, із сировини.

Отриманий біогаз після очищення збирається й зберігається до часу використання в газгольдері. Від газгольдера до місця використання в побутових або інших приладах біогаз проводять по газових трубах. Перероблене в реакторі біогазової установки сировина, що перетворилася в біодобрива, вивантажується через вивантажувальний отвір і вноситься в ґрунт або використовується як кормова добавка для тварин.

Існує багато різних конструкцій біогазових установок. Їх розрізняють за методом завантаження сировини, зовнішньому вигляду, за складовими частинами конструкції й матеріалам, з яких вони споруджуються.

За методом завантаження сировини виділяють установки порціонного й безперервного завантаження, які відрізняються часом зброджування й регулярністю завантаження сировини. Найбільш ефективними з погляду вироблення біогазу й одержання біодобрив є установки безперервного завантаження .

По зовнішньому вигляду установки різняться залежно від способу акумулювання й зберігання біогазу. Газ може збиратися у верхній твердій частині реактора, під гнучким куполом або в спеціальному газгольдері, що плаває або стоїть окремо від реактора.

Біогаз утвориться за допомогою бактерій у процесі розкладання органічного матеріалу при анаеробних (без доступу повітря) умовах і являє собою суміш метану й інших газів у наступних пропорціях:

Газ	Хімічна формула	Об'ємна частка
Метан	CH ₄	40 -70%
Вуглекислий газ	CO ₂	30 -60%
Інші гази:		1 -5%
Водень	H ₂	0-1%
Сірководень	H ₂ S	0 -3%

Теплотворна здатність одного кубометра біогазу становить залежно від вмісту метану 20-25 МДж/ м³, що еквівалентно згорянню 0,6 – 0,8 літра бензину; 1,3 - 1,7 кг дров або використанню 5 - 7 кВт електроенергії.

Підтримка оптимальної температури є одним з найважливіших факторів процесу зброджування.

У природних умовах утворення біогазу відбувається при температурах від 0°C до 97°C [19], але з урахуванням оптимізації процесу переробки органічних відходів для одержання біогазу й біодобрих виділяють три температурних режими:

- психофільний температурний режим визначається температурами до 20 - 25°C,
- мезофільний температурний режим визначається температурами від 25°C до 40°C і
- термофільний температурний режим визначається температурами понад 40°C.

Оптимальною температурою для мезофільного температурного режиму є 34 - 37°C, а для термофільного 52 - 54°C.

Якщо відомо вагу добового свіжого гною, то добовий вихід боготворіння буде приблизно наступним:

- 1 тонна гною КРХ - 40-50 м³ біогазу; • 1 тонна свинячого гною - 70 - 80 м³ біогазу;
- 1 тонна пташиного калу - 60 -70 м³ біогазу.

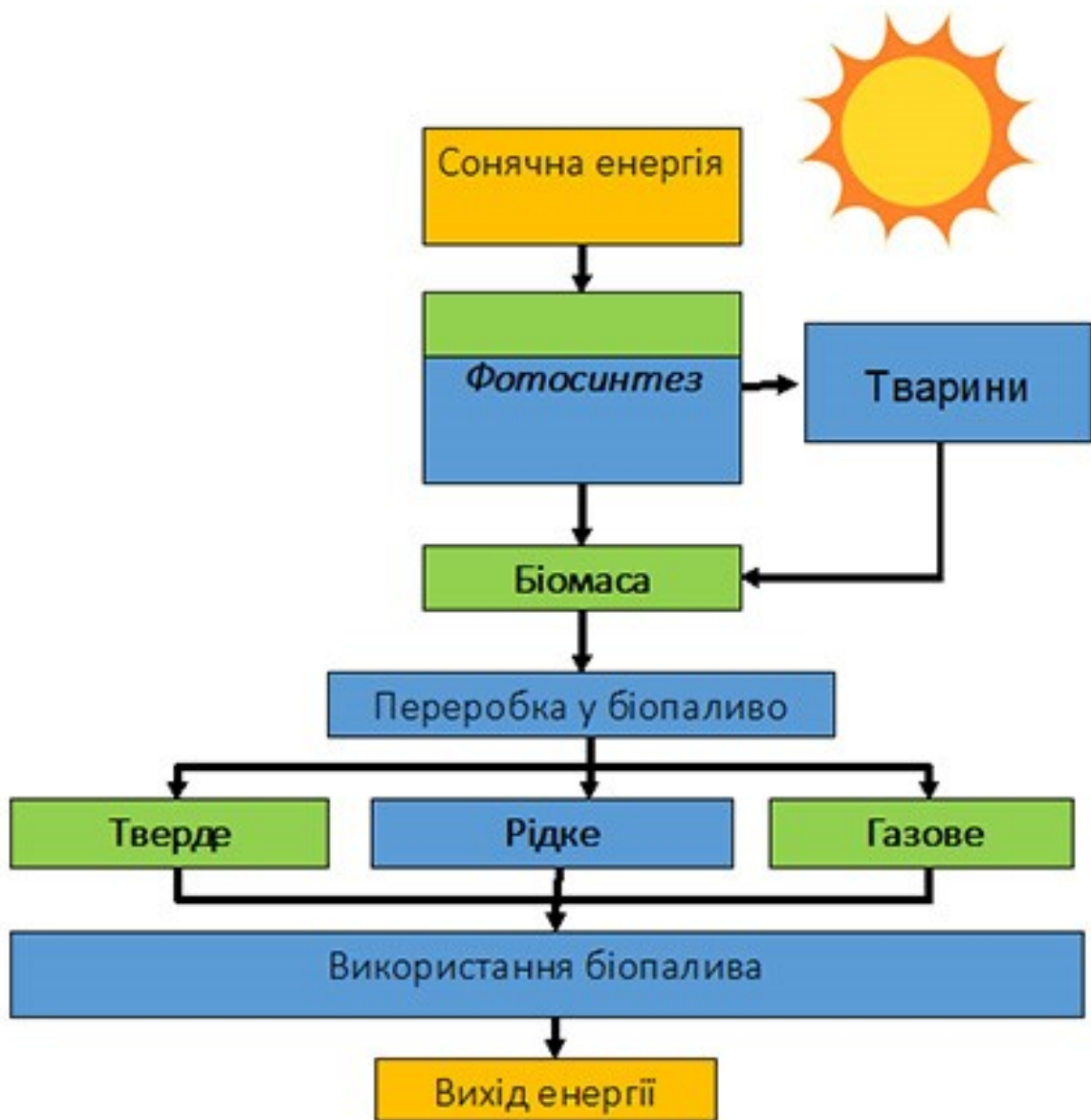


Рис. 4

Висновок до розділу 1

В загальному сенсі, біомаса являє собою органічну матерію, що утворюється популяцією в певних просторових та часових межах (Мал. 1.2), та є мірою біологічної продуктивності. Ця маса матерії, що міститься в живих організмах або рослинах в момент вимірювання, оцінюється в одиницях маси (натуральна маса організмів), сухої маси (маса, що не містить води), або в енергетичних одиницях (наприклад в перерахунку на умовне паливо або калорії, Дж, кВт год).

Походження біомаси може бути досить різноманітним, починаючи з відходів та залишків сільського господарства, харчової промисловості, домашнього

господарства і закінчуючи відходами комунального господарства. Джерелом біомаси є також відходи деревини в лісовому господарстві, деревообробній та целюлозно-паперовій промисловості. Для виробництва біомаси використовуються також спеціальні енергетичні культури, що дають швидкий приріст маси (верба, тополя, платан), або певних сортів трав'янистих рослин (міскантус, просо, сорго та ін.). До енергетичних культур також можна віднести ріпак, соняшник для виробництва рідких моторних палив. З метою енергетичного використання може вирощуватись і кукурудза та сорго як для виробництва твердого біопалива так і біогазу. Важливим джерелом біомаси є відходи тваринництва (гноївка, гній, інші відходи), а також відходи комунального господарства (стічні осади, відходи домашнього господарства, органічна фракція твердих побутових відходів, тощо), що можуть бути використанні для виробництва твердого біопалива та біогазу.

Біомасу можна використовувати в енергетичних цілях шляхом безпосереднього спалювання (деревини, соломи, стічних відкладень), а також у переробленому вигляді рідких (ефіри ріпакової олії, спирти, рідкі продукти піролізу) або газоподібних біопалив (біогаз з відходів сільського господарства та рослинництва, осаду стічних вод, твердих побутових відходів, продукти газифікації твердих палив). Конверсія біомаси в інші види енергоносіїв або кінцеву енергію (теплову або електричну) може відбуватись фізичними, хімічними і біохімічними методами.

2. ТЕНДЕНЦІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ

2.1 Ринок біомаси в ЄС.

У 2009 році ЄС почав розробляти політику для забезпечення «стійкого енергетичного союзу та довгострокової політики щодо кліматичних змін». У рамках цього проекту була створена Директива про відновлювану енергію (RED), яка спочатку встановила обов'язкову мету 20% кінцевого споживання енергії з відновлюваних джерел до 2020 року.

З моменту свого створення RED неодноразово переглядалась та оцінювалась і стала частиною Пакету чистого енергоспоживання Європейського Союзу (ЄС) (2016). Переглянута нещодавно Директива ЄС про поновлювані джерела енергії (відома як RED II) підвищила свою ціль на споживання відновлюваної енергії до 32 відсотків до 2030 року.

Один із сценаріїв найбільш інтенсивного розвитку ВДЕ – збільшення її частки до 75% кінцевого споживання енергії до 2050 року.

Серед основних механізмів стимулювання розвитку біоенергетики в країнах ЄС - ринкові ціни та додаткові податки на викопні палива, стимулюючі «зелені» тарифи та «зелені» сертифікати на електроенергію з ВДЕ, державна підтримка, субсидії на обладнання, високі державні цілі та діюча державна політика з розвитку ВДЕ.

Вже зараз в Європі на долю відновлюваних джерел енергії припадає понад 30% виробництва електроенергії, що значно збільшилося за останні майже 20 років (12% у 2000 році). Тепер енергії з поновлюваних джерел енергії (сонячна, вітрова та біомаса) виробляється більше, ніж з вугілля та природного газу – 20,9% і 20,6% відповідно у 2017 році.

Частка біомаси в електроенергетиці Європейського союзу сьогодні складає 6%, в опаленні – 16%

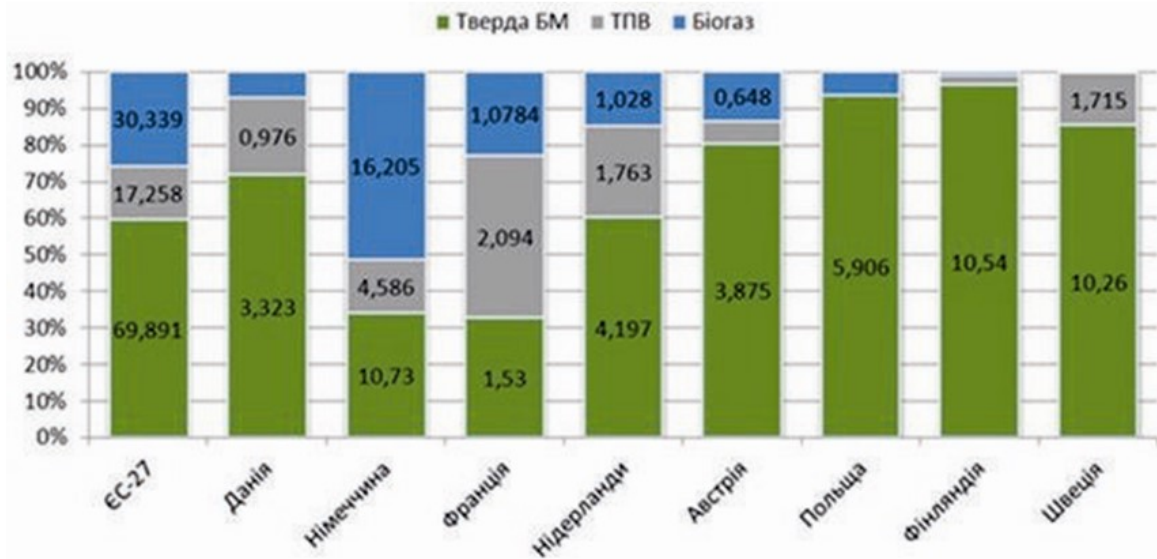
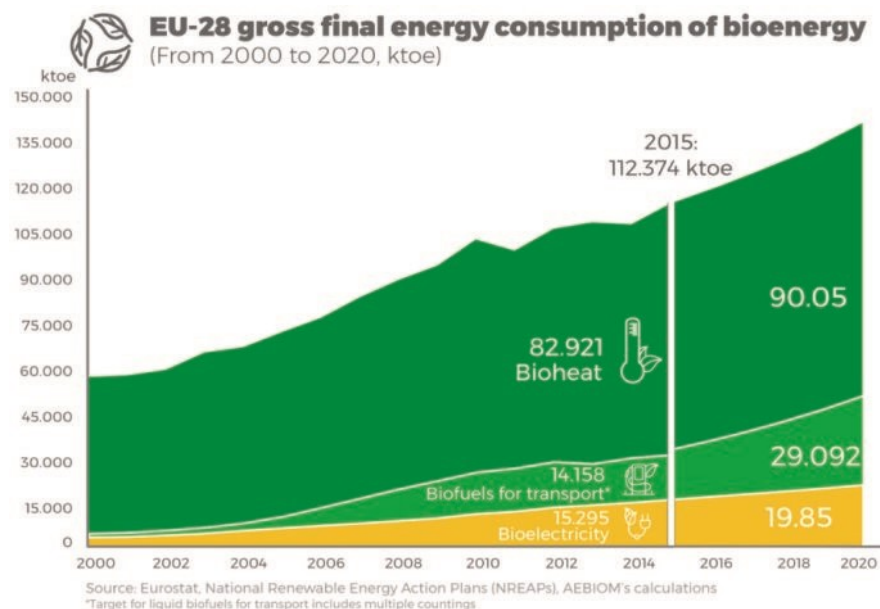


Рис. 5. Розподіл джерел біомаси при виробництві електроенергії в країнах ЄС, ТВт/год,%(2014-2015)

Лідерами енергетичного використання біомаси в Європі є Литва (33,6%), Фінляндія (33,5%), Швеція (31,9%), Естонія (26%), Латвія (22,9%). Найбільша частка біомаси у загальному внеску всіх відновлюваних джерел енергії має місце в Естонії (93,1%), Латвії (87,6%), Польщі (87,3%), Фінляндії (86,3%), Угорщині (85,7%). За прогнозами країн-членів ЄС, загальне споживання біомаси для виробництва енергії має зрости до 140 млн. т н.е. у 2020 році.



Біоенергетика ЄС - це провідне джерело відновлюваної енергії для опалення та охолодження (88% всіх ВДЕ), що становить 16% загального європейського кінцевого споживання енергії в цьому секторі.

Промисловість (26%) та «централізоване опалення» (15%) складають разом близько 40% споживання біомаси в секторі опалення. Ці сектори, разом із середніми установками в таких службах, як школи, лікарні та готелі, все ще мають великий потенціал для розвитку. В промисловості багато компаній вже перейшли з викопного палива на біомасу, але в найближчі роки буде зроблено більше. Тепло, яке передається через мережу централізованого теплопостачання окремим особам і підприємцям, також є важливою складовою споживання біоенергії ЄС і має важливе значення, особливо в північних і прибалтійських країнах. Цей сегмент має високий потенціал для подальшого розвитку.

У структурі споживання біопалив в ЄС-28 найбільша частка (69% або 89,5 млн. т н.е./рік) припадає на тверду біомасу (окрім деревного вугілля), на другому місці знаходиться біогаз (12%).

2.2 Загальна характеристика використання біомаси в Україні.

На жаль в Україні частка біоенергетики у загальній структурі споживання енергії дуже низька порівняно із ЄС. Якщо у ЄС біоенергетика займає 18-20% ринку, то у нас цей показник на рівні 5%. Проте потенційно "зелена" електроенергія може задовольнити всі потреби населення.

Згідно зі звітом агентства IRENA (2015 р.), Україна має потенціал для десятикратного збільшення використання відновних джерел енергії. З них 73% припадає на теплову енергію, 20% – на виробництво електроенергії і 7% – на транспорт. Майже 80% обсягу енергії забезпечуватиме біомаса, включаючи обігрів будівель і промислових підприємств (зокрема, централізоване теплопостачання), виробництво електроенергії та палива.

З огляду на унікальний клімат і природні ресурси України біомаса має потужні ринкові перспективи для країни з точки зору енергетичної безпеки, виробництва енергії, а також досягнення екологічних цілей. Згідно експертних оцінок офіційних статистичних даних за 2007 р. теоретичний потенціал біопалива в Україні ще тоді

становив 50 млн. тон умовного палива в рік, технічний – 30,23 млн. т.у.п., а економічно доцільний – 27,27 млн. т.у.п. Тобто, виходячи з теперішнього рівня загального споживання первинних енергоносіїв в Україні, економічний потенціал біомаси може задовольнити близько 11% загальної потреби України в енергії вже до 2035 року.

В Україні енергетичний потенціал біомаси тільки з АПК становить еквівалент 17-20 млрд. кубометрів природного газу. Як аграрна країна, Україна повинна зосередити свою увагу саме на використанні відходів і побічних продуктів сільського господарства, адже тут є величезний ресурс. Передбачається, що до 2035 року максимум 30% всього сектору покриє дерев'яна біомаса, а інші 70% потрібно шукати саме в агросекторі.

Найменування джерел	2015 (факт)	2020 (прогноз)	2025 (прогноз)	2030 (прогноз)	2035 (прогноз)
Вугілля	27,3	18	14	13	12
Природний газ	26,1	24,3	27	28	29
Нафтопродукти	10,5	9,5	8	7,5	7
Атомна енергія	23	24	28	27	24
Біомаса, біопаливо та відходи	2,1	4	6	8	11
Сонячна та вітрова енергія	0,1	1	2	5	10
ГЕС	0,5	1	1	1	1
Термальна енергія	0,5	0,5	1	1,5	2
ВСЬОГО, млн. т н.е.	90,1	82,3	87	91	96

Рис. 6. Структура загального постачання первинної енергії згідно Енергетичної стратегії України до 2035 року

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн. т	Потенціал, доступний для енергетики	
		Частка теоретичного потенціалу, %	млн. т н.е.
Солома зернових культур	36,1	30	3,75
Солома ріпаку	2,1	40	0,29
Побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	36,5	40	2,79
Побічні продукти вир-ва соняшника (стебла, корзинки)	25,9	40	1,48
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшника)	2,0	86	0,71
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	6,6	94	1,55
Деревна біомаса (сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи ОВБСН)	8,8	44	1,03
Біодизель (з ріпаку)	-	-	0,16
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)	-	-	0,66
Біогаз з відходів та побічної продукції агропромислового комплексу	1,6 млрд. м ³ CH ₄	50	0,68
Біогаз з полігонів твердих побутових відходів	0,6 млрд. м ³ CH ₄	34	0,18
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	1,0 млрд. м ³ CH ₄	23	0,19
Енергетичні культури:			
- верба, тополя, міскантус (1 млн. га*)	11,5	100	4,88
- кукурудза на біогаз (1 млн. га*)	3,0 млрд. м ³ CH ₄	100	2,57
Всього	-	-	21,0

* За умови вирощування на 1 млн. га незадіяних сільськогосподарських земель.

Рис. 7. Енергетичний потенціал біомаси в Україні (2016 р.)

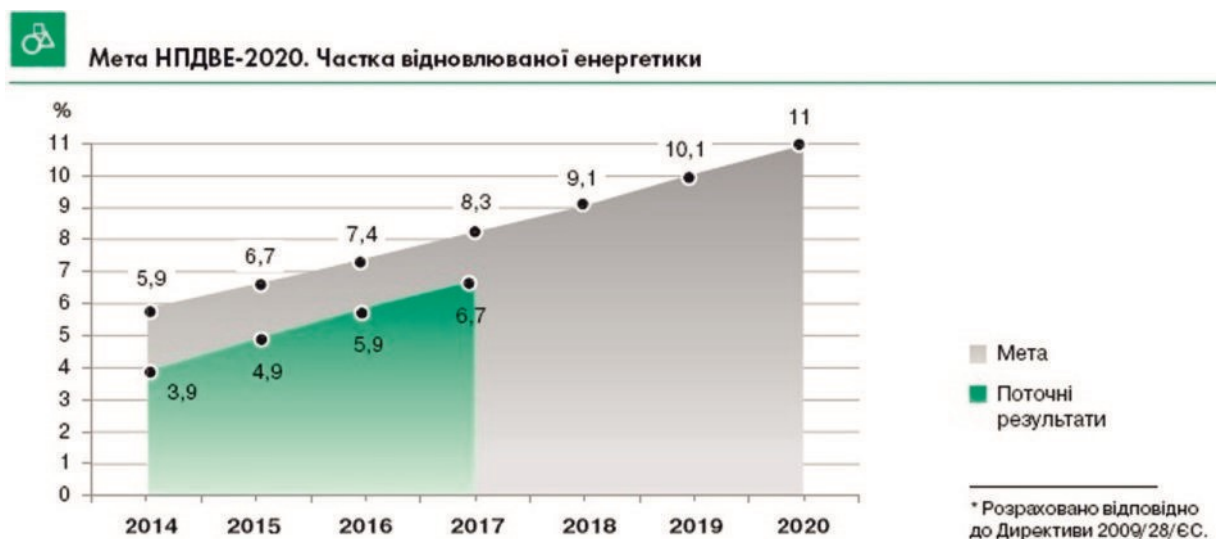
Наразі основними джерелами біомаси в Україні (якщо не брати до уваги деревину) є відходи і залишки сільського господарства (солома, стебла та стрижні кукурудзи, стебла та лушпиння соняшника), а також – у перспективі – енергетичні культури (верба, тополя, міскантус), що вирощуються спеціально з цією метою. Використання біомаси як палива при виробництві теплової енергії для забезпечення потреб в опаленні та гарячому водопостачанні дає значні економічні переваги, адже це дозволить зменшити бюджетні витрати на опалення, а також скоротити викиди парникових газів на понад 8,0 млн т CO₂ до 2020 року.

Ріст сектору біоенергетики України протягом 2010-2016 рр. (Мал 2.4) оцінюється, в середньому, у 45%/рік по показнику виробництва біопалив і 35% в рік по загальному постачанню первинної енергії з них.

Біомаса в 2035 році буде займати приблизно половину всіх відновлюваних джерел, а решта – це буде енергія, вироблена за допомогою сонця і вітру. Заплановано зниження споживання вугілля з 27 млн т до 12 млн т нафтового еквіваленту. У 2035 році біомаса фактично зрівняється із вугіллям. Законодавство України в сфері біомаси.

В законодавстві України визначення біомаси як сировини для енергетичного використання міститься в Законі України «Про альтернативні види палива». Ним же регулюється стимулювання виробництва електричної енергії з альтернативних джерел щодо встановлення «зелених» тарифів на електричну енергію з відновлюваних джерел.

Розвиток сектора виробництва теплової енергії з біомаси передбачений також «Енергетичною стратегією України до 2035 року» (Мал. 2.3), що схвалена Урядом. Згідно стратегії, планується оптимізація структури енергетичного балансу держави, виходячи з вимог енергетичної безпеки та забезпечення частки відновлюваної енергетики на рівні 25%. Водночас, взяті Україною міжнародні зобов'язання та цілі забезпечення сталого розвитку накладають на національну економіку та енергетичний сектор низку обмежень щодо необхідності інноваційного оновлення енергетичного сектора, розширення використання відновлюваних джерел енергії, зниження енергоємності національної економіки, впливу енергетики на навколишнє середовище тощо.



*взято із презентації Держенергоефективності

Рис.8.

Завдяки дієвим законодавчим механізмам останні чотири роки стали проривом у сфері розвитку «зеленої» енергетики (Рис.8.).

Загалом за цей час у галузь інвестовано майже 1,7 млрд євро, з яких:

•1,2 млрд євро – у введення 1271 МВт нових потужностей електроенергетики.

•490 млн євро – у введення 2060 МВт нових потужностей теплоенергетики.

Станом на 1 січня 2019 року загальна потужність об'єктів відновлюваної електроенергетики досягла 2239 МВт, з яких:

- 1389 МВт сонячної енергетики;
- 533 МВт вітроенергетики;
- 121 МВт сонячних станцій домогосподарств (станом на 01.10.2018);
- 99 МВт малої гідроенергетики;
- 51 МВт енергії з біомаси;
- 46 МВт енергії з біогазу.

2.3 Ситуація на ринку біопалив в Україні.

Найбільший сегмент тут займає **тверде біопаливо** у вигляді дров, деревної тріски, пелет (гранул) та брикетів з біомаси, тюкованої соломи.

Паливні брикети в Україні виробляються у менших обсягах, ніж гранули, при цьому в якості сировини, в основному, використовують деревину, лушпиння, соломку та очерет (Мал. 2.6).

Основними особливостями виробництва твердого біопалива в Україні є регіональна нерівномірність та відносна розпорошеність виробництва, а також велика кількість невеликих за масштабом підприємств, що працюють з трейдерами. Характерним є розміщення виробництва якомога ближче до сировинної бази. Наприклад, виробники деревних та торф'яних гранул, переважно, представлені на заході України та у невеликій кількості – в індустріальних районах центру та сходу (до 70% виробництва деревних гранул забезпечують 7 областей – Закарпатська,

Волинська, Чернігівська, Київська, Житомирська, Львівська, Сумська). Виробники гранул з лушпиння тяжіють до центральних та східних регіонів, де наявна сировинна база вторинних відходів переробки соняшника завдяки великій концентрації олійно-екстракційних заводів (наприклад, тільки 4 області – Дніпропетровська, Запорізька, Одеська, Миколаївська, забезпечують виробництво до 413 тис. т, тобто більше половини всіх гранул з лушпиння в Україні).

Вид біомаси	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2025	2030	2035
Деревна біомаса	1,90	1,95	2,12	2,35	2,40	2,45	2,55	2,60	2,70	2,80	2,85
Солома, стебла	0,05	0,07	0,08	0,10	0,40	0,70	1,10	1,45	1,89	3,12	5,26
Лушпиння соняшника	0,25	0,26	0,30	0,34	0,38	0,40	0,43	0,49	0,54	0,58	0,59
Енергетичні культури	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,05	0,10	0,13	0,27	0,70	1,20
Всього, млн. т н.е.	2,20	2,28	2,50	2,80	3,22	3,60	4,18	4,67	5,40	7,20	9,90

Рис. 9. Прогноз структури споживання твердих біопалив в Україні (2015 - 2035 рр.)

Додатковим джерелом біомаси є вирощування енергетичних культур (верби, тополі та міскантуса) на малородючих землях, яких в Україні близько 4 млн га.

На переконання Біоенергетичної асоціації України, у разі вирощування на 1 млн га енергетичних культур та середньої їх врожайності 11,5 млн т/рік можна замінити в еквіваленті до 5,5 млрд м³ газу на рік. Якщо ж використати весь потенціал, то навіть – до 20 млрд м³ газу на рік.

Енергетичні культури – це окремі види дерев та рослин, що спеціально вирощуються для виробництва твердого біопалива. Вони поділяються на три окремі групи:

- швидкоростучі дерева;
- багаторічні трави (міскантус, шавнат);
- однорічні трави (сорго, тритикале).

До енергетичних рослин також належать традиційні сільськогосподарські культури, що вирощуються з метою виробництва біодизельного пального (ріпак, соняшник), біоетанолу (кукурудза, пшениця) та біогазу (кукурудза). Одним із

напрямків використання біомаси є її переробка у рідке біопаливо: біодизель та біоетанол.

Біодизель – метилові та/або етилові етери вищих органічних кислот, отриманих із рослинних олій або тваринних жирів, що використовуються як біопаливо чи біокомпонент.

Біоетанол – спирт етиловий зневоджений, виготовлений з біомаси або спирту етилового-сирцю для використання як біопалива.

Україна має необхідні умови для виробництва рідких біопалив, як за земельними ресурсами і рослинним потенціалом, так і за наявністю власних виробничих потужностей. Вже на сьогодні потенціал біомаси в Україні, придатний для рентабельного виробництва рідких біопалив (біоетанолу і біодизелю) дає підстави стверджувати про перспективність цього напрямку.

Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал рідкого біопалива в Україні є еквівалентним 1 млн. т н.е. Його використання дає змогу щорічно заощаджувати кілька млрд. м. куб. природного газу. Найбільший потенціал рідкого біопалива зосереджений у Вінницькій та Полтавській областях.

Економічний аналіз свідчить про загальну світову тенденцію до підвищення цін на енергоресурси. Тому розширення площ для вирощування ріпаку та організація виробництва біодизельного пального із застосуванням новітніх світових технологій та обладнання є одним із пріоритетних стратегічних завдань держави в галузі енергетики. Використання рідкого біопалива дасть змогу зменшити викиди в атмосферу парникових газів і буде мати позитивний вплив на скорочення імпорту нафтопродуктів.

Рослинні залишки (Рис. 10) складаються в основному із целюлози (вуглецемісткої) і можуть бути відносно легко підготовлені для використання. Залишки зернових культур, за винятком, рису, належать до відносно сухих культур: вміст вологи в них становить приблизно 15%. Теплота згоряння рослинних залишків більшості цих культур коливається в межах 11 500-18 600 кДж/кг.

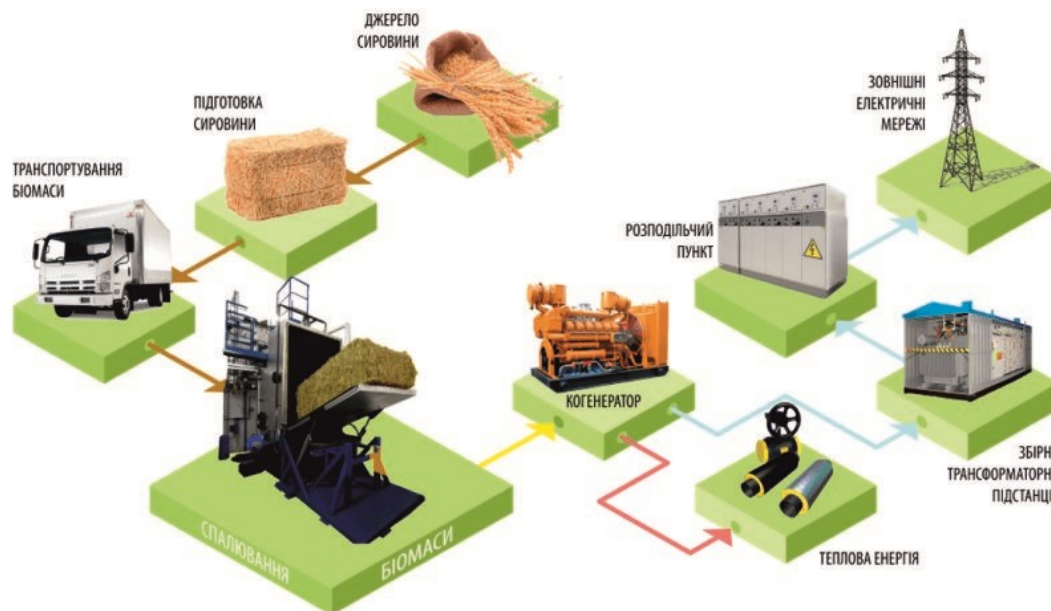


Рис. 10. Візуалізація процесу використання рослинних залишків

В Україні щорічно збирається понад 50 млн. т зернових культур. У значних обсягах солома і рослинні відходи, як побічні продукти сільськогосподарського рослинництва. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал твердої біомаси в Україні є еквівалентним 18 млн. т н.е., а його використання дає змогу щорічно заощаджувати близько 22 млрд. м. куб. природного газу.

Для визначення виходу соломи і рослинних залишків використовують коефіцієнт відходів - відношення урожаю соломи або стебел рослин до урожаю зерна. За фаховими оцінками, на кожен тону зерна можна отримати 1,5-2,0 т соломи або рослинних залишків. 50-60% соломи пшениці, ячменю, жита використовується для утримання худоби та удобрення ґрунтів, а стебла кукурудзи та соняшнику залишаються на полях після збирання врожаю. Таким чином, в Україні є достатній енергетичний потенціал соломи і рослинних відходів.

Значна частина соломи після збирання пресується у тюки, брикети та пелети і використовується для опалення.

Які переваги в цифрах? Газ, що виділяється в результаті хімреакції, перетворюється на теплову і електроенергію, яка подаватиметься в загальнодержавну мережу за «зеленим тарифом».

У Біоенергетичній асоціації України (БАУ) підраховали: пелети із аграрної біомаси в Україні щороку можуть замінити 27 млн т умовного палива за загальної потреби країни у 180 млн т. Поки що Україна виробляє 1,5 млн пелет на рік, з яких півмільйона експортує в ЄС.

2.4 Використання деревини у сфері біоенергетики

Зараз 90% сировини у виробництві теплової енергії – це деревні види біомаси: дрова, тріски і деревні пелети, а 10% – це аграрна біомаса, тобто солома, стебла кукурудзи та лушпиння соняшнику. У перспективі деревну біомасу неможливо наростити суттєво, максимум 2,8 млн т. Відтак, відновлювальну енергію потрібно брати із різних видів решток з агровиробництва.

Запас деревини в лісах України оцінюється в межах 2102 млн. м³. Середні запаси деревини на гектар по лісах Держлісагентства також зростають і за даними державного обліку лісів (щоправда 2011 року) складають в цілому 241 м³/га що відповідає 7-му місцю в Європі (для порівняння: в Польщі – 219 м³/га в Білорусі – 183 м³/га, в Швеції – 119 м³/га). Середня щорічна зміна запасу (ріст) на 1 га у лісах Держлісагентства дорівнює 4 м³/га і коливається від 5 м³/га в Карпатах до 2,5 м³/га у Степовій зоні.

Частка рубки щорічного приросту деревини в Україні складає 50,5% (оцінка БАУ за статистичними даними 2016 р). Показник набагато нижчий рівня використання щорічного приросту деревини у багатьох країнах Європи. Зокрема, він становить в Австрії – 94%, Швеції, Литві – 80%, Словаччині – 79%, Чехії – 78%, Бельгії – 73%, Нідерландах – 69%, Франції, Португалії – 68% без завдання шкоди довкіллю, оскільки питанням сталого розвитку взагалі і сталого ведення лісового господарства, зокрема, в країнах ЄС приділяється виключно велика увага.

Згідно ключових показників Енергетичної стратегії України на період до 2035 року, частка деревного палива у загальній структурі твердого біопалива може бути оцінена у 1,76 млн. т н.е. (або 8,16 млн. м³) у 2018 році із збільшенням до 2,54 млн. т н.е. (або 12,80 млн. м³) у 2035 році (без урахування самозаготівлі дров населенням).

За статистичними даними 2016 року, заготівля ліквідної деревини в Україні складала 19,60 млн. м³, у тому числі дров для опалення – 6,92 млн. м³. З 2000 р. спостерігається тенденція поступового збільшення обсягів заготівлі ліквідної деревини загалом і дров для опалення.

Викликає занепокоєння тенденція росту обсягів самозаготівлі дров домогосподарствами в Україні. З 2014 року, за даними Держстату України, обсяг самозаготівлі перевищує об'єм офіційної заготівлі дров для опалення постійними лісокористувачами. Експерти в Україні вважають, що це питання потребує упорядкування і вирішення на рівні керівництва лісовим господарством України.

Ключові проблеми:

- ускладнений доступ приватних компаній до порубкових решток, які є важливим потенційним джерелом сировини для виробництва деревного палива (тріски);
- відсутність обліку порубкових решток;
- відсутність у постійних лісокористувачів планів по заготівлі твердого деревного палива, узгоджених з Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року та Енергетичною стратегією України на період до 2035 року.

Для забезпечення споживання зазначених обсягів твердого деревного палива об'єм його заготівлі постійними лісокористувачами має складати принаймні 13,0 млн. м³ у 2035 році (у тому числі дрова – не менше 9,5 млн. м³, тріска – 3,5 млн. м³). За даними Біоенергетичної асоціації України, зобов'язання по заготівлі деревного палива постійними лісокористувачами у необхідних обсягах у період з 2018 р. до 2035 р. пропонується закріпити законодавчим чином у вигляді Постанови КМУ. Обсяг заготівлі деревного палива, що забезпечує потреби України у відповідності до ключових показників Енергетичної стратегії України на період до 2035 року, може бути досягнутий за рахунок збільшення площі рубок, як головного користування, так і рубок формування/оздоровлення лісів. Відтак, експерти пропонують збільшити площу рубок формування/оздоровлення лісів до 405,0 тис.

га у 2035 р. (що суттєво нижче рівня 1995 р.) і площу рубок головного користування – до 45,0 тис. га у 2035 р. (що продовжує сталу тенденцію, існуючу з 1995 р.). Тоді загальна площа, на якій здійснюється заготівля деревини, становитиме 453,0 тис. га у 2035 р., що також значно нижче показника 1995 р.

При цьому обсяг порубкових решток, доступних для потреб енергетики, оцінюється у 3,11 млн. м³ у 2035 р. У відповідності до даного сценарію, частка рубки щорічного приросту деревини в Україні у 2035 р. складе 71,6%, а частка рубки запасу деревини в лісах – 1,3%, що відповідає кращим європейським практикам.

Таким чином, запропонований українськими фахівцями сценарій збільшення обсягів заготівлі ліквідної деревини в Україні до 2035 року повністю забезпечує необхідний об'єм заготівлі деревного палива (дров, тріски), визначений у відповідності до ключових показників Енергетичної стратегії України на період до 2035 року.

2.5 Виробництво біогазу в Україні.

Біогаз – горючий газ, що утворюється при анаеробному метановому зброджуванні біомаси та складається переважно з метану (55...75%), двоокису вуглецю (25...45%) і домішок сірководню, аміаку, оксидів азоту та інших (менше 1%).

В якості сировини для виробництва біогазу можуть використовуватися як органічні агропромислові чи побутові відходи, так і рослинна сировина - силос кукурудзи, трав'яний силос, зерно і силос злакових культур.

Виробництво енергії з біогазу не шкідливе для оточуючого середовища, оскільки не спричиняє додаткову емісію парникового газу CO₂ і зменшує кількість органічних відходів. На відміну від енергії вітру і сонячного випромінювання, біогаз можна отримувати незалежно від кліматичних і погодних умов, а на відміну від викопних джерел енергії біогаз в Україні має дуже великий відновлюваний потенціал. Річний теоретичний потенціал біогазу в Україні становить 3,2 млрд. м³. Найбільший потенціал біогазу зосереджений у Дніпропетровській та Київській областях.

Україна має великий потенціал у виробництві біогазу, проте поки що використовує його не більше ніж на 5%. У той час, коли Європейський ринок біогазових установок оцінюється в \$3 млрд, і, за прогнозами, він повинен вирости до \$25 млрд уже до 2021 р.

Біогазовий сектор України залишається нерозвинутим через низку факторів. У квітні 2018 року загальна потужність вітчизняних БГУ (біогазових установок), за інформацією Біоенергетичної асоціації України, сягала лише 40,6 МВт. При цьому, приблизно половина біогазових потужностей припадає на станції, встановлені на полігонах твердих побутових відходів, тобто міських звалищах. На агросектор і харчову промисловість припадає близько 20 МВт потужностей.

І це при тому, що вже зараз за рахунок біогазових технологій агропідприємці можуть замінити близько 4,6 млрд куб. м природного газу на рік, що повністю покриває потребу українського сільського господарства.

За інформацією Держенергоефективності, 2018 рік Україна «закінчила» із 46 МВт біогазових потужностей (33 установки). Для порівняння: в Німеччині вже понад 10 000 біогазових установок.

Однією з причин слабого розвитку виробництва і використання біогазу в Україні можна вважати необізнаність аграріїв щодо переваг біогазових технологій. Також загальні економічні умови в Україні, і державна політика підтримки біогазового напрямку (на відміну від європейських країн) не надто сприяють масовому встановленню БГУ. Хоча позитиви є: «зелений» тариф для біогазу зафіксований без зменшення до 2030-го року, впроваджені аукціони для продажу «чистої» електроенергії. Все це може поліпшити економічні показники біоенергетичних проектів.

Виробництво та енергетичне використання біогазу має цілий ряд обґрунтованих і підтверджених світовою практикою переваг, а саме:

❖ Відновлюване джерело енергії. Для виробництва біогазу використовується відновлювана біомаса.

❖ Широкий спектр використовуваної сировини для виробництва біогазу дозволяє будувати біогазові установки фактично всюди в районах концентрації

сільськогосподарського виробництва та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості.

❖ Універсальність способів енергетичного використання біогазу як для виробництва електричної та/або теплової енергії за місцем його утворення, так і на будь-якому об'єкті, підключеному до мережі ПГ (у разі подачі очищеного біогазу в мережу ПГ), так і в якості моторного палива для автомобілів.

❖ Стабільність виробництва електроенергії з біогазу протягом року дозволяє покривати пікові навантаження в мережі, особливо з урахуванням роботи нестабільних джерел, наприклад, сонячних і вітрових електростанцій.

❖ Конкурентоспроможне енергетичне використання орних земель у порівнянні з виробництвом рідких моторних палив (біоетанолу та біодизелю). Доведено, що у разі виробництва біогазу з енергетичних гібридів кукурудзи, виробництво енергії нетто на 1 га орних земель вище приблизно від 2 (у разі ТЕС на біогазі) до 4 (у разі ТЕЦ на біогазі) раз, ніж при виробництві біоетанолу або біодизелю.

2.6 Можливі напрями розвитку біогазових технологій в Україні.

1) Класичний підхід-БГУ (біогазова установка) для переробки власних відходів підприємств (фермерські господарства, підприємства харчової та переробної промисловості, станції очистки стічних вод).

2) Будівництво великих централізованих біогазових комплексів для спільної переробки відходів тваринницьких підприємств та підприємств харчової промисловості, спільне виробництво електричної та теплової енергії (датська модель).

3) Спільне зброджування відходів тваринництва і енергетичних культур для виробництва електричної енергії (німецька модель).

4) Будівництво великих біогазових комплексів із подальшим отриманням біометану та використанням як заміника природного газу.

5) Створення підприємств для механіко-біологічної переробки органічної фракції ТПВ.

✓ **Тепла скидна вода** (системи охолодження компресорів і технологічного обладнання, ставки-охолоджувачі ТЕС) – безпосереднє використання теплої скидної води як теплоносія (при температурі понад 50С) або використання за допомогою теплових насосів (при температурі 15 – 49С)

✓ **Тверді відходи** (горючі відходи, відпрацьовані автомобільні шини) – спалювання горючих відходів в топках котлів. Переробка автомобільних шин з використанням технології газифікації або піролізу. Використання отриманого газу або рідкого палива в котлах

✓ **Рідкі відходи** (відпрацьовані харчові та моторні масла, інші рідкі горючі відходи) – використання в котлах для спалювання рідкого палива

✓ **Газоподібні відходи** (супутні гази технологічних процесів) – будівництво нових або використання існуючих котелень (когенераційних установок) для спалювання супутніх газів технологічних процесів

✓ **Скидна теплова енергія вентиляційних викидів** (торгівельно-розважальні, офісні, комп'ютерні, холодильні центри) – виробництво теплоносія опалювальних параметрів з використанням теплових насосів

При відповідних інвестиціях і скоординованій роботі, вже за 15 років ВДЕ в секторі теплопостачання складуть не менше 30% (Мал. 2.8). Отже, середньостатистичний обласний центр з 300 тис. населення вже зараз може частково покривати свої потреби в теплопостачанні за рахунок використання біомаси, а згодом – за умови підвищення енергоефективності житлового фонду – і взагалі перейти на самозабезпечення.

Рік	МВт тепла	МВт елект.	Мт п.е.	Заміщення ПГ, млрд. м ³	Частка ВДЕ	Скорочення CO ₂ , Мт CO ₂ /рік	Інвестиції, млн. Євро	Робочі місяці
2017	5000	45	3,0	3,6	7,6%	6,8	1 000	13 000
2020 *	7 000	250	3,6	4,4	12,3%	8,6	1 800	22 000
2025	11 250	800	5,3	6,6	22%	12,9	3 800	42 000
2030	16 200	1260	7,2	8,9	30%	17,5	5 700	64 000
2035 **	24 000	1780	9,9	12,2	40%	24,0	8 000	97 000

* Згідно НПДВЕ до 2020.

** Згідно Енергетичної стратегії України до 2035.

Мал 2.8 Прогноз розвитку ВДЕ у секторі тепlopостачання України
(2016 - 2035 pp.)

Висновок до розділу 2

Згідно визначення, наведеного в директиві Європарламенту та Ради Європи 2009/28/ЕС, біомасою є речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу – продукти, відходи та залишки сільського господарства (включаючи речовини рослинного та тваринного походження), лісового господарства та пов'язаних з ними галузей, враховуючи рибальство та рибництво, а також частина промислових та побутових відходів, що зазнає біологічного розкладу.

Стосовно виробництва електроенергії з біомаси, в Україні діє схоже визначення, наведене в ЗУ «Про електроенергетику»: біомасою є невикопна біологічно відновлювана речовина органічного походження у вигляді відходів лісового та сільського господарства (рослинництва і тваринництва), рибного господарства та технологічно пов'язаних з ними галузей промисловості, що зазнає біологічного розкладу, а також складова промислових або побутових відходів, що здатна до біологічного розкладу.

Досить часто від пересічних громадян, власників підприємств, держслужбовців та деяких науковців можна почути різке несприйняття технологій виробництва енергії з біомаси. Ці технології вважаються складними,

незрозумілими, уявно «застарілими», а біомаса сприймається як «складне» паливо, використання якого потребує великих зусиль у порівнянні з традиційними енергоносіями. Таке помилкове суспільне бачення цього виду палива раніше існувало також в ЄС і в інших країнах. Тому перед тим, як розпочинати реалізацію проєктів, важливо розуміти реальні переваги біомаси над традиційними джерелами енергії. Правильне, позитивне бачення енергетичного використання біомаси є запорукою сталості та успішності реалізації майбутнього проєкту.

Отже, виходячи з вище наведеного, Україна має значний потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії, основними складовими якого є сільськогосподарські відходи, різні види деревної біомаси та спеціально вирощувані енергетичні культури. Але для кінцевого використання цього потенціалу необхідно розробити надійну систему постачання біомаси, починаючи з вирощування, збору і закінчуючи постачанням на об'єкти теплоенергетики

3. НЕДОЛІКИ ТА РИЗИКИ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ

Вирощування біомаси може вплинути на біорізноманіття, запаси вуглецю, ґрунт і якість повітря. Вирощування також може мати соціальний вплив на такі сфери, як питання прав на землю, умови праці та потенційну конкуренцію з використанням біомаси місцевими громадами країн, що розвиваються.

Використання рослин, харчових відходів та промислових відходів для отримання енергії є досить екологічним рішенням. Біомаса є поновлюваним джерелом енергії на основі вуглецю, що утворюється при спалюванні рослинного матеріалу. Проте і тут є свої «але». Методи, що використовуються в цьому процесі, можуть спричинити значні екологічні збитки, як і інші енергетичні сектори. У світі очікується з'ява до 2020 року ще 3500 біомасових заводів, сектор постійно розвивається, отже, потрібне і розуміння його реального впливу на екологію.

Ймовірно, найбільш спірним аспектом RED (Директива ЄС про відновлювальну енергію) є спрощене визначення біомаси як поновлюваного, сталого джерела енергії.

Біомаса вимагає вирощування енергетичних культур у великих масштабах. Найпоширеніші трави та інші неїстівні, високоцелюлозні культури. Вони мають такі ж впливи на навколишнє середовище, як харчові культури з точки зору потреби боротьби з шкідниками, поливу та ерозії.

Литовські експерти (Асоціація інженерної екології Литви) переконані: потрібно забути про біопаливо першого покоління. Його отримують, використовуючи традиційні технології з рослинних і тваринних жирів, а також крохмалю і цукру. Здебільшого джерела сировини відносяться до продуктової групи, що викликає хвилю критики, так як виробництво біопалива скорочує кількість продуктів і викликає зростання їх вартості. Інший недолік – такий вид біопалива достатньо дорогий, для його виробництва потрібна додаткова підтримка (субсидування) держави. До прикладу, вирощувати ріпак – означає орати землю, сіяти, збирати, сушити, робити ефір, додавати його в дизельне паливо. При цьому витрати мінерального дизеля виходять більші, ніж власне біопалива. Необхідно використовувати «друге покоління» – біомасу, що складається з нехарчових або

залишкових частин рослин: лущиння, листя, стебла, а також деревна стружка, м'якоть овочів і фруктів, що залишається після віджимання соку і т.д. Сучасні технології дозволяють отримати корисну сировину з волокнистої або деревної біомаси, в яких міститься лігнін або цукор, з яких надалі отримують біопаливо.

Окрім того, у світі все частіше звертають увагу на перспективність «третього покоління» біопалива, що отримується після переробки водоростей. Водорості – високопродуктивна і одночасно – дешева сировина. З одного гектара водоростей можна отримати в 30 разів більше енергії, ніж з гектара сої. Проблемним є питання відведення площ, на яких буде проводитися вирощування водоростей у промислових масштабах.

Загалом, міжнародні підходи до оцінки екологічності біоенергетики наступні:

➤ Виробництво електроенергії з використанням дерева, соломи, рослинних олій та інших сільськогосподарських культур або відходів, як правило, більш ефективне, ніж перетворення біомаси в рідке паливо.

➤ Землі, в тому числі занедбані, можуть бути використані для вирощування енергетичних культур, але в рівній мірі вони можуть бути використані і для повторної висадки лісів або для отримання сонячної енергії, що, згідно з доповіддю, є більш ефективним.

➤ Між тим, що стосується транспорту, то технологічні зрушення, підвищені стандарти ефективності використання палива і розвиток альтернативних технологій можуть значно скоротити негативний вплив цього сектору в плані шкідливих викидів.

* доповідь Міжнародної групи з управління ресурсами (ООН)

Натомість, у екологів та екологічних організацій США та ЄС є питання до так званої вуглецевої нейтральності використання деревини в біоенергетиці. Мається на увазі, що будь-який вуглець, що виділяється під час спалювання деревини або іншої лісової біомаси, буде компенсований поглинанням вуглецю з атмосфери рослинами, які його замінюють.

Тим не менш, це може зайняти десятиліття і в деяких випадках сотні років для того, щоб вуглець поглинався рослинністю. Враховуючи нагальну потребу в декарбонізації, це не є сталим джерелом енергії.

Протягом минулого року Європейська наукова консультативна рада вчених (EASAC) провела кампанію з переоцінки біомаси з лісів.

«Існують значні небезпеки, якщо ми не будемо ефективно розрізняти кліматично-позитивне і кліматично-негативно використання лісової біомаси», - сказав директор програми EASAC з навколишнього середовища Майкл Нортон.

Вирубка лісів для виробництва енергетичних культур може також збільшити викиди парникових газів; 25-30% викидів парникових газів, що виділяються щороку, є результатом вирубки лісів. Звичайно, такі речі компенсуються постійною висадкою лісів. Проте наскільки нові насадження можуть швидко компенсувати карбонізацію?

Які можуть виникнути проблеми?

- Лісові плантації не поглинають стільки вуглецю, скільки природні ліси. Для «керованого» лісу знадобиться 40-100 років для того, щоб зберігати вуглець так, як природний. Деревя, вирощені для виробництва деревних гранул, часто зрубують впродовж 20 років, що не дає достатньо часу для того, щоб поглинути вуглець, який виділяється під час збору та спалювання попередньої «генерації» природних лісів.

- Монокультура погіршує біорізноманіття. Лісові плантації, які, як правило, переважають поодинокі види дерев, не можуть підтримувати різноманіття життя в природних лісах. Також зростаючий попит на деревні гранули підвищує ціну на сире дерево, стимулюючи врожай біологічно різноманітних лісових масивів.

- Очищені ліси є вразливими до розвитку лісового господарства. Нові дерева не завжди посаджені там, де ліси були вирубані для палива. У таких випадках потенціал поглинання вуглецю існуючого лісу повністю усувається.

Нагадаємо, в директивах ЄС, багатьох інформаційних матеріалах, відтак і в Україні, біомаса вважається CO₂-нейтральним паливом.

Втім, що в Європі, що в Україні взяли курс на скорочення використання деревини та зосередження на біомасі із агропромислового комплексу, причому мова йде про так зване «друге покоління» - стебла та залишки рослин тощо. Так, в нашій державі планують до 2035 року вийти на наступні показники використання біомаси: до 30% максимум деревини (тріска, пелети) та 70% відходів і побічних продуктів АПК.

В Україні є непогані лісові запаси, про які писалося вище. Проте, цей ресурс має свої ліміти, кажуть в Біоенергетичній асоціації України.

Щодо ЄС, то ліси тут неухильно зростали протягом останніх десятиліть. У 2015 році ліси ЄС-28 досягли показника у 26 млрд. м³, що означає, що лісовий запас збільшився на 32% за останню чверть століття.

Той факт, що лісовий запас постійно зростає, а також його потенціал поглинання вуглецю, можна вважати позитивними новинами для Європи. З іншого боку, це створює майбутні виклики для урбанізованої Європи для підтримки та мобілізації повного потенціалу своїх лісів.

Згідно з останнім Звітом про стан лісів Європи, 3% від загальної площі лісів в Європі пошкоджено, що найчастіше викликане біотичними агентами, такими як комахи та хвороби. З іншого боку, кількість сухостійної деревини, особливо поганого лісу, коливається в межах 8 м³/га в Північній Європі і 20 м³/га в Центральній та Західній Європі.

Використання води як чинник впливу на клімат

Подібно до вугілля та атомних електростанцій, заводи з біомаси можуть порушити баланс місцевих джерел води. Використання води на заводі з біомаси коливається від 90 000 до 200 000 літрів за мегават-годину. Ця вода вивільняється назад у ґрунти і підземні джерела при більш високій температурі, порушуючи місцеву екосистему. Скіс поживних речовин з енергетичних культур також може завдати шкоди місцевим водним ресурсам. А вирощування енергетичних культур в районах з низькими сезонними опадами і взагалі не найкраще рішення.

Викиди в повітря

Незважаючи на те, що біомаса є відносно чистою альтернативою більш шкідливим викопним видам палива, біомаса все ще виробляє шкідливі токсини, які можуть бути викинуті в атмосферу при спалюванні. Викиди сильно відрізняються залежно від сировини рослини, але загальні забруднювачі, такі як оксид азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю та тверді частинки, є звичайними. Фільтри, більш чисті джерела біомаси, системи газифікації можуть допомогти в цьому.

Транспортування відходів від лісового господарства та промисловості до заводу з біомаси також має значний вуглецевий слід від нафти, що використовується при транспортуванні. Цей викид парникових газів може бути вторинним впливом на навколишнє середовище від виробництва енергії біомаси, але це важливо.

Висновок до розділу 3

Для того, щоб оцінити вплив на екологію та економічний ефект, варто звернути увагу на низку факторів, і першочергово – на сировину, з якої виробляється біопаливо.

До прикладу, якщо облишити питання CO₂ і деревини, а зосередитися на біомасі з АПК, важливо, чи це є сировина на основі сільськогосподарських культур або на основі органічних відходів виробництва та споживання. Використання останніх, як правило, сприятливе для навколишнього середовища, не вимагає додаткових земельних площ, а також несе економічну вигоду.

Виробництво біоетанолу з кукурудзи може бути менш сприятливим для клімату, якщо в процесі переробки сільськогосподарських культур в біопаливо використовуються викопні види палива, такі як вугілля чи нафта. Залежно від ефективності технологічних процесів, використання біоетанолу з кукурудзи може призвести до 60% падіння викидів вуглекислого газу в атмосферу з одного боку, але з іншого, за рахунок спалювання викопних видів палива і переробки, до 5% зростання загального числа викидів парникових газів (у порівнянні з бензином).

При використанні земель, де раніше росли торф'яні ліси, кількість шкідливих викидів у порівнянні з використанням викопних видів палива може збільшитися на 2000%.

Прикладами корисного біопалива виступають біометан з гною, використання якого скорочує викиди на 170%, а також біоетанол другого покоління, який виготовляється з сільськогосподарських відходів і відходів деревообробної промисловості, використання якого дає скорочення шкідливих викидів на 8090% в порівнянні з бензином.

Отож, всі ці питання ще належить більш ретельно вивчити – для того, щоб відновлювальні джерела енергії (у даному випадку біомаса) були справді на всі 100% чистими та корисними для навколишнього середовища.

4. ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ

4.1 Розрахунок біогазової установки.

Як приклад розглянемо розрахунок конструктивно – технологічних параметрів певної теоретичної біогазової установки в умовах сільськогосподарського підприємства.

Визначасмо добове надходження біомаси $m_{БМ}$ за формулою

$$m_{БМ} = \sum N_{жj} m_{удj}, \text{ кг/добу}$$

Де $N_{жj}$ – кількість тварин j -го виду, гол;

$m_{удj}$ – добовий вихід екскрементів від j -ї тварини, кг/гол.

$$m_{БМ} = 1000 \cdot 5 = 5000 \text{ кг / сут}$$

Визначаємо частку сухої органічної речовини $m_{СВ}$:

$$m_{СВ} = m_{БМ} \cdot \left[1 - \frac{\phi_{БМ}}{100} \right],$$

де $\phi_{БМ}$ – вологість біомаси, %.

$$m_{СВ} = 5000 \cdot \left[1 - \frac{90}{100} \right] = 500 \text{ кг / сут.}$$

Визначаємо частку сухої органічної речовини $m_{СОВ}$ за формулою

$$m_{СОВ} = m_{СВ} \cdot \rho_{СОВ},$$

де $\rho_{СОВ}$ – частка органічної речовини в сухій речовині, в.о.

$$m_{СОВ} = 500 \cdot 0,8 = 400 \text{ кг/добу.}$$

Визначаємо обсяг метантанка $V_{МТ}$ за формулою

$$V_{МТ} = \frac{(0,7 \dots 0,9) m_{БМ} t_{Б}}{\rho_{БМ}},$$

де $t_{Б}$ – тривалість бродіння, доб;

$\rho_{БМ}$ – щільність збродженої біомаси, кг/м^3 .

$$V_{МТ} = \frac{0,8 \cdot 5000 \cdot 20}{1020} = 78,4 \text{ м}^3$$

Визначаємо вихід біогазу $V_{ПОЛ}$, м^3 , при повному розкладанні сухої органічної речовини

$$V_{ПОЛ} = m_{СОВ} \cdot n_{ЭК},$$

де $n_{ЭК}$ – вихід біогазу з 1 кг СОР, для свинарників $n_{ЭК} = 0,415 \text{ м}^3/\text{кг}$

$$V_{ПОЛ} = 400 \cdot 0,415 = 166 \text{ м}^3.$$

Визначаємо обсяг отриманого біогазу V_6 , м^3 , при обраній тривалості метанового бродіння

$$V_6 = V_{ПОЛ} \frac{n_t}{100},$$

де n_t – частка виходу біогазу при даній тривалості бродіння,
 $n_t = 50\%$.

$$V_6 = 166 \cdot \frac{50}{100} = 83 \text{ м}^3.$$

Вироблення біогазу за місяць дорівнює

$$V_{БГ}^M = 30 \cdot V_6 = 30 \cdot 83 = 2490 \text{ м}^3.$$

Річне виробництво біогазу дорівнює

$$V_{БГ}^{ГОД} = 365 \cdot V_6 = 365 \cdot 83 = 30295 \text{ м}^3.$$

Визначимо розміри метантанка

Як правило, метантанк мають циліндричну форму, відношення висоти до його зовнішнього діаметра приймається рівним $h/d = 0,9 \dots 1,3$. Приймаємо $h/d = 1$.

Так як
$$V_{MT} = \frac{\pi d_s^2}{4} \cdot h = \frac{\pi d_s^2}{4} \cdot d_s, \text{ то}$$

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{4V_{MT}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 78,4}{3,14}} = 4,64 \text{ м.}$$

Визначення середньомісячної кількості вироблюваного біогазу.

Кількість теплоти, $Q_{ПОД}$, МДж необхідна для підігріву завантаженої маси до температури процесу бродіння:

$$Q_{ПОД} = m_{БМ} \cdot c_{БМ} (t_{ПР} - t_{ЗАГР}) 10^{-3}$$

де $c_{БМ}$ – середня теплоємність біомаси, $c_{БМ} = 4,18 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

$t_{ПР}$ – температура процесу бродіння, $^\circ\text{C}$;

$t_{ЗАГР}$ – температура завантаженої біомаси, $^\circ\text{C}$ Приймається рівною середньомісячній температурі навколишнього повітря, якщо менше $5 \text{ }^\circ\text{C}$, то приймається $5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Середньомісячна кількість теплоти визначиться з виразу

$$Q_{\text{ПОД}}^{\text{М}} = Q_{\text{ПОД}} t_{\text{ДН.М}},$$

де $t_{\text{ДН.М}}$ – кількість днів в місяці, $t_{\text{ДН.М}} = 30$ днів.

Кількість теплоти $Q_{\text{ПОТ}}$, Вт , що втрачається в процесі тепловіддачі через стінку метантанка в навколишнє середовище

$$Q_{\text{ПОТ}} = kF(t_{\text{ПР}} - t_{\text{СР}}),$$

де k – коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

F – площа поверхні метантанка, м^2 ;

$t_{\text{СР}}$ – середня місячна температура повітря, $^\circ\text{C}$.

Коефіцієнт тепловіддачі k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, визначається за формулою

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

де $1/\alpha_1$ – опір теплосприймання, $1/\alpha_1 = 0,05 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

$1/\alpha_2$ – опір тепловіддачі, $1/\alpha_2 = 0,05 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

δ_i – товщина i -го шару елемента огорожі, м ;

λ_i – коефіцієнт теплопровідності i -го шару елемента огорожі, $\text{м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Площа поверхні метантенка визначиться з виразу

$$F = S_{\text{БІЧ}} + 2 \cdot S_{\text{ОСН}}, \text{ м}^2$$

де $S_{\text{БОК}}$ – площа бічної поверхні метантанка, м^2 ;

$S_{\text{ОСН}}$ – площа основи метантанка, м^2 .

$$S_{\text{ОСН}} = \frac{\pi d_B^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4,64^2}{4} = 16,9 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{БІЧ}} = \pi \cdot d_B \cdot h = \pi \cdot d_B^2 = 3,14 \cdot 4,64^2 = 67,6 \text{ м}^2.$$

$$F = 67,6 + 2 \cdot 16,9 = 101,4 \text{ м}^2.$$

Приймаємо бетонний метантанк товщиною 0,3 м, теплоізоляція виконана у вигляді шлакобетону (0,1 м) і земляного валу (1 м).

Тоді коефіцієнт тепловіддачі буде дорівнює

$$k = \frac{1}{0,05 + \frac{0,3}{1,83} + \frac{0,1}{0,06} + \frac{1}{1,75} + 0,05} = 0,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Переведемо кількість теплоти, що втрачається в навколишнє середовище в МДж/міс:

$$Q_{\text{ПОТ}}^M = 3,6 \cdot 10^{-3} Q_{\text{ПОТ}} \cdot t_{\text{ЧМ}}$$

де $t_{\text{ЧМ}}$ –кількість годин на місяць, $t_{\text{ЧМ}} = 720$ год.

Загальну витрату енергії на механічне перемішування субстрату в метантанці $Q_{\text{МЕХ}}$ визначимо за формулою

$$Q_{\text{мех}} = q_{\text{норм}} \cdot V_{\text{МТ}} \cdot z, \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де $q_{\text{норм}}$ – питома навантаження на змішувач, $q_{\text{норм}} = 50 \frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}$;

$V_{\text{МТ}}$ –об'єм метатанку, м^3 ;

z – тривалість роботи змішувача, $z = 8$ годин на добу.

$$Q_{\text{мех}} = q_{\text{норм}} \cdot V_{\text{МТ}} \cdot z, = 50 \cdot 78,4 \cdot 8 = 31,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Переводимо отримані значення в МДж/міс:

$$Q_{\text{МЕХ}}^M = 3,6 \cdot Q_{\text{МЕХ}} \cdot t_{\text{ДОБМ}} = 3,6 \cdot 31,4 \cdot 30 = 3388 \text{ МДж/міс}.$$

Загальні витрати енергії на підтримку процесу за місяць:

$$Q_{\text{ЗАГ}} = Q_{\text{ПОД}}^M + Q_{\text{ПОТ}}^M + Q_{\text{МЕХ}}^M, \text{ МДж/міс},$$

Кількість біогазу, необхідного для підтримки процесу:

$$V_{\text{БГЗ}}^M = Q_{\text{ЗАГ}} / q_{\text{бг}}, \text{ м}^3/\text{міс},$$

Товарна кількість біогазу $V_{\text{БГТОВ}}^M$, $\text{м}^3/\text{міс}$ дорівнює

$$V_{\text{БГТОВ}}^M = V_{\text{БГ}}^M - V_{\text{БГЗ}}^M,$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 4.1

Таблиця 4.1 - Вироблене кількість біогазу по місяцях року

місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	загалом
$t_{\text{ЗАГР}}^{\circ\text{C}}$	5	5	5	9.4	16.2	20.2	23	22.1	16.3	9.2	5	5	
$Q_{\text{ПОД}}$, МДж/міс	17556	17556	17556	14797	10534	8026	6270	6834	10471	14923	17556	17556	
$Q_{\text{ПОТ}}^M$, МДж/міс	4066	3971	3404	2479	1765	1345	1051	1145	1755	2500	3204	3740	

Q _{Общ} , МДж/міс	2501 0	2491 6	24348	2066 5	15687	1275 9	1070 9	1136 8	1561 4	2081 1	2414 9	2468 4	
V _{БГЗ} ^М , м ³ /міс	1000	997	974	827	627	510	428	455	625	832	966	987	
V _{БГТОВ} ^М , м ³ /міс	1490	1493	1516	1663	1863	1980	2062	2035	1865	1658	1524	1503	206 51

Розрахунок показників енергетичної ефективності біогазової установки

Потенційна енергія біогазу Q_{ВИР}, що виробляється за рік визначається за формулою

$$Q_{ВИР} = V_{БГ}^{ГОД} \cdot q_{бг} = 30295 \cdot 25 = 757375 \text{ МДж.}$$

Енергетичний ефект біогазової установки Е_Б за рік дорівнює

$$E_{Б} = V_{БГТОВ}^{ГОД} \cdot q_{бг} = 20651 \cdot 25 = 516281 \text{ МДж}$$

Коефіцієнт товарності біогазової установки

$$K_{ТОВ} = \frac{E_{Б}}{Q_{ВИР}} \cdot 100\% = \frac{516281}{757375} \cdot 100\% = 68,2\%$$

Річна економія умовного палива складає

$$V_{ум} = \frac{E_{Б}}{29300} = \frac{516281}{29300} = 17,6 \text{ тунт}$$

4.2 Перспективи міського комунального господарства.

Для об'єктів міського комунального господарства джерелом біогазу можуть бути, наприклад, стічні води. Утилізація відстоїв міських і промислових стічних вод забезпечує вирішення важливих екологічних, енергетичних і соціальних проблем міст, особливо мегаполісів. Відстої міських і промислових стічних вод мають у своєму складі велику кількість органічних речовин (Мал 4.1).

Кожне місто є не тільки споживачем енергії, але і є і власником великого потенціалу, який може бути використаний для енергетичного самозабезпечення.

Головним елементом цієї системи є будівлі, які «споживають» електроенергію, природний газ, воду, і водночас генерують певні ресурси - тепло каналізаційних стоків, мулові осади, тверді побутові відходи тощо.

Їх використання може дати у майбутньому енергетичну самодостатність міст та селищ України. В середньостатистичному місті України в системах

централізованого теплопостачання цими ресурсами можна закрити до 40% всієї потреби в енергії. Якщо будівлі будуть теплоізольовані, то можливо буде досягти повного самозабезпечення міста в сфері теплоенергетики.

Окрім того, використання цих відходів як біомаси для виробництва тепла і енергії потрібні і з точки зору екології.

Так, мули міських стоків - це 22 млн. тонн на рік та 400 кв. кілометрів, зайнятих під зберігання цих мулових залишків. А ще це 730 тис. тонн сухого палива в рік, яке еквівалентно 267 млн кубів газу.

Даний напрямок активно розвивається в Європі. Щоб працювати з мулом як з паливом, його потрібно висушити. Технологія, яка використовується в таких країнах, як Іспанія, Люксембург, Німеччина, Польща – встановлення теплиці для просушування мулу.

Це вирішує відразу дві проблеми: замученість земель навколо великих міст та більш зелене, чисте виробництво електричної і теплової енергії.

Таблиця 1. Комплексна оцінка потенціалу міського енергетичного самозабезпечення (RDF + КОС (теплота) + КОС (мул))

<u>Показник</u>	<u>Величина</u>
<i>Потреба в тепловій енергії</i>	
Кількість мешканців, тис. чол.	350,00
Питома житлова площа, м ² /чол.	25,00
Питоме теплоспоживання будівель, кВт·год/м ² ·рік	150,00

<i>Потенціал мулових осадів</i>	
Об'єм мулових осадів (сухих), кг/доба·чол	0,05
Добова кількість сухих мулових осадів, тонн/доба	17,50
Калорійність сухих мулових осадів, МДж/кг	12,00
Коефіцієнт ефективності утилізації мулових осадів, %	50,00
Річна кількість теплоти при спалюванні мулових осадів, тис. МВт·год	10,50
Сумарна річна кількість теплоти відходів, тис. МВт·год	325,55
Можлива частка теплоти відходів в СЦТ, %	41,34
Частка централізованого теплопостачання	
Річний відпуск теплової енергії в СЦТ, тис. МВт·год	0,60
Потенціал палива з ТПВ	
Річна кількість відходів на одного мешканця, кг/рік	787,50
Частка відходів, які використовуються як палива, %	30,00
Калорійність палива з відходів, МДж/кг	16,00
Коефіцієнт ефективності використання палива з відходів, %	80,00
Річна кількість теплоти з відходів, тис. МВт·год	112,00
<i>Потенціал каналізаційних стоків</i>	
Питоме водовідведення, л/(чол·доба)	200,00
Об'єм каналізаційних стоків, м ³ /доба	70000,00
Величина охолодження каналізаційних стоків, °С	5,00
Річна кількість низькопотенційної теплоти, тис. МВт·год	146,65
Коефіцієнт трансформації теплового насосу	3,60
Річне споживання електроенергії тепловими насосами, тис. кВт·год	56,40
Річна кількість теплоти від теплових насосів, тис. МВт·год	203,05

В Інституті газу НАН України зараз робляться розрахунки для Вінниці, Одеси, Львова та ін. міст по проектам використання тепла каналізаційних стоків.

Орієнтовний термін окупності проекту утилізації каналізаційного мулу в Чернігові, наприклад – в середньому 5 років.

Для прикладу у Польщі утилізація 1 тонни мулових осадів коштує 50 євро, в Україні – 0 євро. Складається ситуація, коли проект в цій сфері може бути дуже вигідним.

4.3 Охорона праці на підприємствах з використанням біомаси.

Охорона праці є важливою складовою будь-якого виробництва, відзначаючи людину, як головну цінність, адже її безпека і хороше здоров'я дозволяють зробити виробничий процес більш чітким, що підвищить рентабельність самого підприємства. Людське життя не повинно бути розмінною монетою заради гарної заробітної плати, або особливо цінного продукту, який виробляє підприємство. Ніщо не повинно бути понад забезпечення захисту людини від загроз його здоров'ю і життю. Правильно організована система охорони праці дисциплінує самого працівника і, як наслідок, веде до підвищення продуктивності виконуваної роботи і збільшення її ефективності.

Охорона праці спрямована не тільки на безпеку трудового процесу, а й на профілактику захворювань, організацію харчування і відпочинку працівників, забезпечення їх спецодягом та засобами гігієни. Охорона праці також в повній мірі несе відповідальність за виконання власником соціальних гарантій і пільг.

Правильно організована охорона праці дозволяє працівникам відчувати себе захищеним, в результаті чого підвищується зацікавленість в роботі і зменшується плинність кадрів. Охорона праці повинна перебувати на такому високому рівні, щоб навіть заклеювач коробів зміг відчувати турботу керівництва про своє здоров'я - це дозволить стимулювати робочий процес і підвищити якість продукції, що випускається. І на підприємствах, що забезпечують енергопостачання об'єктів міського комунального господарства, використовуючи енергію біогазу, вона має особливо велике значення.

Біогаз виділяється при бродінні органічних речовин без доступу повітря і являється легкозаймистою та вибухонебезпечною речовиною. Разом із біогазом також утворюються різноманітні хімічні речовини, що являються відходами в

процесі виробництва. Більшість установок працюють під тиском. Тому для забезпечення безпеки потрібно строго виконувати заданий режим, неперервно слідкувати за роботою апаратури, забороняється залишати її без нагляду.

При проектуванні розробляються заходи, що забезпечують безпеку персоналу виробництва в процесі експлуатації приладів, засобів автоматизації, щитових пристроїв системи автоматики у відповідності до Державних актів, що забезпечують виконання Закону України «Про охорону праці». При автоматизація процесу виробництва біогазу оператор знаходиться в приміщенні, де присутні такі шкідливі фактори: повітря робочої зони; шум та вібрації; електробезпека; пожежна небезпека.

При експлуатації обладнання для отримання біогазу і його використання необхідно враховувати вибухонебезпечність метану. Небезпека вибуху виникає при змішуванні метану з повітрям у співвідношенні від 5 до 15% за об'ємом. У разі витoku, за наявності вентиляції, газ випаровується без яких або наслідків. У зв'язку з цим на установці для отримання метану і в оточуваній її зоні необхідно суворо дотримуватись заходів безпеки, необхідних для попередження пожежі і вибуху.

До складу біогазу також входять сірководень (H_2S), вуглекислий газ (CO_2). Сірководень, якщо і представляє небезпеку для здоров'я людей, то зустрічається в невеликих кількостях і легко виявляється по неприємному запаху. Оскільки сірководень важчий за повітря, необхідно звертати увагу на те, щоб при витоках цей газ не зміг нагромаджуватися в поглибленнях. При високих концентраціях він притупляє сприйняття запаху, що утрудняє його виявлення і може привести до смертельних отруєнь, але ще раз можна відзначити, що частка сірководню в біогазі дуже мала і складає не більше 1 %. Вуглекислий газ входить до складу біогазу, теж може накопичуватись в глибоких виїмках, оскільки він важчий за повітря, за наявності нещільності в установці викликає небезпеку задухи.

Перелік заходів безпеки включає:

1. Ємності для газу необхідно розміщувати на достатній відстані від житлових будинків, складів і громадських доріг. Мінімумально допустимі такі

відстані: від будинків з м'якою покрівлею - 10 м; від будинків з твердою покрівлею - 5 м.

2. Забороняється паління і розпалювання вогню поблизу газових резервуарів (в радіусі 10 м). Встановлюються спеціальні таблички з відповідними надписами.

3. Регулярно перевіряють рівень води в резервуарі газгольдера циліндричного типу. Зимою необхідно попереджувати утворення крижаної кірки. Ремонт резервуарів і трубопроводів повинні проводити тільки спеціалісти (організація виготовлювач обладнання), що особливо важливо для усіх робіт, які виконуються з відкритим полум'ям і зварюванням на газгольдері і трубопроводах.

4. Попередження виходу метану і змішування його з повітрям в обмеженому просторі включає в себе забезпеченість герметичності газопровідних ліній і вентиляцію редуційних клапанів з відводом повітря назовні,

5. Видалення повітря із газопровідних ліній шляхом пропускання по них газу до його використання.

6. Установка вогнегасників на газопровідних лініях, які проходять поблизу газоспалювальних установок.

7. Забезпечення відповідних вентиляцій в зоні газопровідних ліній.

8. Обладнання вентиляційного отвору під стелею приміщення для виходу назовні газу, щільність якого менша щільності повітря.

9. Укладання газопровідних ліній з позитивним або зворотним нахилом, з обладнанням на нижньому кінці лінії водовідокремлювача (біогаз містить водяну пару).

10. Захист газопровідних ліній і особливо водовідокремлювачів і вогнегасників від замерзання, оскільки це може перервати подачу газу, пошкодити газопровідну лінію і привести до значного збільшення тиску в метантенку або газгольдері, розрахованому на низький тиск.

11. Видалення всіх потенційних джерел іскроутворення із зони біогазової установки і газопровідних ліній.

12. Установка вогнегасника у місці збереження газу.

13. Резервуари для зберігання газу, що призначаються для зарядки балонів, повинні бути розраховані натиск 170 кг/см^2 .

Загальні вимоги безпеки:

1. До обслуговування біогазової установки допускаються особи не молодше 18 років, тільки після проходження інструктажа по охороні праці на робочих місцях. Запис про проведення інструктажа проводиться в журнал з обов'язковим підписом проінструктованих робітників і особи, що проводила інструктаж.

2. Інструктаж по охороні праці з обслуговуючим персоналом повинен проводитися щодня перед заступанням зміни на роботу. Обличчя, виконуючі роботи по обслуговуванню біогазової установки, проходять медичний огляд не рідше 1 разу на 6 місяців. Вагітні і годуючі жінки до роботи по обслуговуванню біогазової установки не допускаються.

3. При роботі з біогазової установки необхідно пам'ятати про вибухонебезпеку Метану і строго стежити за герметичністю газгольдера і його комунікації. При виявленні витoku газу роботу потрібно припинити, усувати дефект повинні тільки фахівці, добре знаючі правила поводження з вибухонебезпечними речовинами.

4. Порожні цистерни і резервуари біогазової установки оглядаються не менше ніж двома фахівцями, що знають заходи безпеки і забезпечені шланговими противогазами, гумовими рукавичками і страхуючими вірьовками. Після роботи необхідно провітрити спецодяг в спеціально відведеному для цього приміщенні.

5. При роботі по обслуговуванню біогазової установки можливо виникнення наступних небезпечних і шкідливих виробничих чинників: висока напруга живлення електроустановок, виділення токсичних газів, підвищений рівень шуму, вібрації, підвищений тиск газу, відкрите полум'я.

При експлуатації біогазової установки необхідно звертати увагу на наступне:

Вдих біогазу у великих кількостях на протязі тривалого часу може викликати отруєння, так як сірководень, який міститься в біогазі, дуже отруйний. Неочищений біогаз пахне тухлими яйцями, але після очистки не має ніякого запаху. Тому всі

приміщення, де стоять побутові прилади, які використовують біогаз, треба регулярно провітрювати. Газові труби повинні регулярно перевірятися на герметичність і захищатися від пошкоджень. Витік газу необхідно виявляти за допомогою мильної емульсії або спеціальних приладів. Застосування відкритого вогню для виявлення витіку газу забороняється. Біогаз у суміші з повітрям в пропорції від 5% до 15% при наявності джерела спалаху з температурою 600°C або вище може призвести до вибуху. Відкритий вогонь небезпечний при концентраціях біогазу у повітрі понад 12%. Таким чином, забороняється куріння та розведення вогню біля установки. Під час проведення зварювальних робіт відстань до газового обладнання повинна бути не менше 10 метрів. Після зливу сировини з біогазових установок для проведення ремонту реактор повинен провітрюватися, так як існує небезпека вибуху суміші біогазу і повітря.

▣ Тиск газу, який подається по газопроводу до місця споживання, не повинен перевищувати 0,15 МПа (1,5 кг/см²), а перед газовими приладами має бути не більше 0,13 кг/см². Реактор повинен бути обладнаний засувками, гідрозатворами, які у випадку необхідності могли б відключити його від магістрального скиду надлишкового тиску у газовій системі у випадку перевищення ним норми.

▣ Електрообладнання, яке використовується, повинно бути заземлене. Опір проводу для заземлення має бути не більше 4,0 Ом.

Висновок до розділу 4

В результаті аналізу діяльності вже запусканих біогазових станцій, виявлено ряд головних факторів, що впливають на життєздатність таких проєктів. Перший і основний – власна сировинна база з прогнозованою вартістю і якістю сировини. Друге, що слід планувати до початку реалізації біогазового проєкту – як використовувати тепло, що виробляється. Коли раніше будували біогазові установки, була така ілюзія, що «зелений» тариф на електроенергію забезпечує необхідні показники прибутковості проєкту. У реальності, майже жодна біогазова станція в Україні не вийшла на планові показники по виробленню електроенергії. Тому, якщо бізнес-план розраховувався з урахуванням 100% використання

потужностей, а на практиці виходить лише 30%, то і термін окупності стає довшим в три рази.

Для того, щоб отримати максимальну вигоду від реалізації проекту з використання біомаси в якості енергетичної сировини, необхідно визначитись з філософією підходу до кожного конкретного проекту. А саме, визначити, в порядку зменшення важливості, які вимоги до системи конверсії біомаси висувуються, наприклад, безпека та надійність, низькі операційні витрати на технічне обслуговування універсальність щодо типу сировини, невисокі капітальні витрати.

Саме вищевказані фактори дозволяють окреслити ту технологію чи технології, які найкращим чином виконують поставлені задачі в ході довгострокової і прибуткової роботи. Відмічаємо той факт, що такий фактор як ефективність використання сировини (витрати сировини на одиницю виробленої енергії), не входить в цей перелік. Як доведено багатьма економічними дослідженнями, для відходів біомаси, вартість яких є невисокою або навіть нульовою, ефективність має значення лише у випадку значного її впливу на показники капітальних витрат та технічного обслуговування об'єкту.

Біогазова установка буде економічно ефективною при виробленні електроенергії 8200 годин на рік. Вкрай важливим є наявність споживачів тепла, оскільки фактично на кожен МВт електрики ми маємо МВт тепла, який може або продаватися, або марно викидатися, забруднюючи атмосферу. Тому при проектуванні біогазових станцій необхідно враховувати і включати в схему споживачів тепла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біопалива (технології, машини і обладнання) / [В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторек, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон, В.В. Криворучко] – К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004.
2. Корчемний М.О., Федорейко В.С., Щерюань В.В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники та посібники, 2001.
3. Технология использования биомассы в биогазовых установках // Т. Амон, Б. Амон, В. Дубровин и др. // Зб.наук. праць НАУ. – 2003.
4. Адаменко А.И., Голодный И.М., Сокольников Л.И. Замкнутая система вентиляции и нетрадиционные источники энергии // Сельскохозяйственная теплоэнергетика. - М., 1992.
5. Інтернет - джерела