

ЕНЕРГЕТИКА

УДК 631.17.171

<https://doi.org/10.31713/vt1201818>

Хітров І. О., к.т.н., доцент, Косяк О. В., к.т.н., ст. викладач

(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Стаття присвячена аналізу застосування перспективних паливно-енергетичних ресурсів. Основну увагу приділено альтернативним джерелам енергії агропромислового комплексу. Виділено основні напрямки застосування енергетичних ресурсів на базових підприємствах галузі та наведено приклади їх використання. Розкрито технологічний процес виготовлення енергетичних ресурсів. Намічено напрямки подальших наукових досліджень щодо можливості їх застосування в подальшій практичній діяльності.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, паливно-енергетичні ресурси, біопаливо, біогаз, відходи органічні.

В останній час особлива увага приділяється використанню альтернативних джерел енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогаз та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів та ін. Правові, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії та сприяння розширенню їх використання у паливно-енергетичному комплексі визначає Закон України «Про альтернативні джерела енергії», Закон України «Про альтернативні види палива», Програма розвитку виробництва дизельного біопалива.

Значний внесок у вирішенні питань ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів внесли такі вчені як А.А. Андріжівський, Д.Т. Бойлс, В. Варес, В.А. Войтов, В.І. Володін, Ю.Ф. Гутаревич, А.А. Ефанов, В.А. Звонов, Д.В. Зеркалов, Ю. Каськ, М.О. Корчемний, В.Г. Лабейш, І.В. Парсаданов, А.С. Теренченко, В.М. Фокін та інші.

Раціональне використання альтернативних паливно-енергетичних ресурсів передбачає досягнення максимальної ефективності їх використання при існуючому рівні розвитку техніки та технології і одночасному зниженні техногенного впливу на навколишнє природне середовище. Економія ресурсів в поєднанні з ефективним використанням альтернативних ресурсів забезпечує створення (модернізацію) ефективного обладнання, технологічних процесів, установок і машин у поєднанні з високим технічним рівнем виробництва продукції.

Дослідження питання використання альтернативних джерел енергії в народному господарстві дозволить сформувати необхідні знання щодо подальшого правильного підходу до постановки і вирішення проблеми ефективного застосування наявних енергетичних ресурсів базових підприємств галузі.

Постійне невідновне зменшення природних паливно-енергетичних ресурсів вимагає пошуку альтернативних джерел енергії (АДЕ) до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, енергія хвиль і припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів та ін. Практично у всіх країнах світу збільшується частка використання поновлюваних АДЕ (табл. 1, [13]).

Таблиця 1

Використання поновлюваних джерел енергії у Європі (МВт-год.)

Країна	Виробництво – обсяг споживання					
	Геотермальна енергія	Гідроенергія	Енергія вітру	Енергія біомаси	Сонячна енергія	Інші види
Бельгія	11,6	336,8	11,6	2830,0	0	3758,0
Данія	11,6	23,2	904,8	13990,0	34,8	0
Франція	1798,0	69268,0	0	102451,0	174	2239,0
Німеччина	81,2	17272,0	34,8	38083,0	69,6	14164,0
Греція	34,8	2192,6	11,6	6229,0	870,0	0
Ірландія	0	812,0	0	1241,0	0	0
Італія	25160,0	42096,0	0	34486,8	81,2	4582,0
Люксембург	0	69,6	0	69,6	0	301,6
Нідерланди	0	116,0	150,8	6252,4	23,2	2598,4
Португалія	11,6	4628,4	11,6	29823,6	290,0	1751,6
Іспанія	23,2	1887,2	0	42398,0	255,2	1148,4
Великобританія	11,6	5498,4	34,8	3561,2	58,0	4930,0
Європейський союз	27143,6	144200,2	1160,0	281415,6	1856,0	35473,0

Використання АДЕ на визначеній території має особливості, зокрема зумовлені природними умовами, а саме: залежністю від атмосферних та інших умов довкілля; наявністю водних ресурсів малих річок, необхідних для роботи гідроенергетичного обладнання; наявністю біомаси, кількість якої залежить від обсягів щорічних урожаїв; наявністю геотермальних джерел та свердловин, придатних для виробництва та використання геотермальної енергії; наявністю теплових викидів, обсяги яких залежать від функціонування підприємств промисловості; періодичністю природних циклів, внаслідок чого виникає незбалансованість виробництва енергії та ін.

Розрізняють три категорії потенціалу АДЕ:

1. Валовий (теоретичний) потенціал (сумарна енергія, яка міститься в даному виді ресурсу);

2. Технічний потенціал (кількість енергії, яка може бути отримана з даного виду ресурсу при існуючому рівні науково-технічного розвитку);

3. Економічний потенціал (величина енергії, отримання якої з даного виду ресурсу економічно виправдана при існуючому співвідношенні цін на ПЕР, обладнання, робочу силу тощо).

Потенціал використання АДЕ Україною постійно зростає і характеризує розвиток виробництва, удосконалення технологій та участі держави в міжнародному співробітництві.

Оціночне значення технічного потенціалу України за окремими видами поновлювальних джерел енергії складає $1745 \cdot 10^6$ т у.п. за рік, що практично в 6 разів перевищує рівень енергоспоживання державою (табл. 2) [1]. З аналізу таблиці 2 можна зробити висновок, що одним з головних напрямків активного застосування альтернативних джерел енергії є використання біомаси.

Кількість відходів рослинництва (солота, полова, стебла соняшника, кукурудза, деревина, виноградна лоза, лушпиння насіння) в Україні складає – 40 млн т/рік, що еквівалентно 25-30 млрд м³ газу/рік. У США частка енергії з біомаси в загальному енергетичному балансі складає 3,1% і прогресивно росте, в Швеції 14% всієї енергії отримують з біомаси [13].

Кількість відходів тваринництва і птахівництва за сухою масою в Україні складає біля 32 млн т/рік, з яких можна отримати 10,3 млрд м³ газу в рік [1].

Успішний розвиток технологічних систем переробки біомаси базується на таких принципах:

- кожний вид біомаси може дати широкий спектр різнотипних продуктів;
- енергетичні затрати певних технологічних процесів виробництва біопалива можуть бути значно вищими ніж отриманого продукту;
- доцільність виробництва біопалива виправдане у випадку постійного поновлення сировини;
- біопаливо можна використати як стратегічну сировину певного призначення (композиційні матеріали, фармакологічні препарати, добрива тощо);
- використання біопалива дозволить збільшити загальний економічний ефект держави, перш за все для агропромислових галузей.

Таблиця 2

Ресурси нетрадиційних джерел енергії України

Потенціал	Джерело енергії				
	Геліоресурси	Вітроенергетика	Геотермальна енергетика	Біомаса сільськогосподарських відходів	Гідроенергетика
Теоретичний потенціал, МВт·год/рік	$720 \cdot 10^9$	$965 \cdot 10^9$	$5128 \cdot 10^9$	$12,5 \cdot 10^6$	$42,4 \cdot 10^6$
Технічний потенціал: - МВт·год/рік	$0,13 \cdot 10^9$	$0,36 \cdot 10^9$	$14 \cdot 10^9$	$6,1 \cdot 10^6$	$21,5 \cdot 10^6$
- т. у.п.	$0,16 \cdot 10^8$	$0,43 \cdot 10^8$	$1,68 \cdot 10^9$	$0,73 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^6$
Економічний потенціал: - МВт·год/рік	$30-40 \cdot 10^6$	$4,8-8,4 \cdot 10^6$	$2800 \cdot 10^6$	$6,1 \cdot 10^6$	$21,5 \cdot 10^6$
- т. у.п.	$3,6-4,8 \cdot 10^6$	$0,56-1 \cdot 10^6$	$336 \cdot 10^6$	$0,73 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^6$

Успішний розвиток технологічних систем переробки біомаси базується на таких принципах:

- кожний вид біомаси може дати широкий спектр різнотипних продуктів;
- енергетичні затрати певних технологічних процесів виробництва біопалива можуть бути значно вищими ніж отриманого продукту;
- доцільність виробництва біопалива виправдане у випадку постійного поновлення сировини;
- біопаливо можна використати як стратегічну сировину певного призначення (композиційні матеріали, фармакологічні препарати, добрива тощо);

- використання біопалива дозволить збільшити загальний економічний ефект держави, перш за все для агропромислових галузей.

Стратегічним джерелом енергії є використання твердого біопалива з відходів агропромислового комплексу, а також деревини та інших відходів виробництв. Тверде біопаливо – хороша альтернатива газу і вугіллю. Наприклад, при спалюванні 1 т гранул деревини виділяється стільки ж енергії як при спалюванні 480 м³ газу, 500 л дизельного палива або 700 л мазуту [2].

Тверде біопаливо широко застосовують в котельному житлово-комунальному господарстві, в системах комбінованого виробництва тепла та електричної енергії, для опалювання складських і виробничих приміщень, приватних будинків, як сировину для локалізації і видалення рідких продуктів та ін.

Основними постачальниками на ринок України повного комплексу обладнання для виготовлення паливних брикетів і гранул є ТОВ «Біообладсервіс» (<http://biofuel.in.ua>), компанія під торговою маркою ТМ «Фора-Захід» (<http://fora-zakhid.com.ua>), ТОВ Торговий дім «Ніко» (<http://www.tdniko.com>), ТОВ «УкрБіо Транс-Сервіс» (<http://mail-anwa.com>) та багато інших.

Важливою характеристикою твердого біопалива є його теплотворна здатність, яка зменшується пропорційно із збільшенням вмісту в матеріалі вологи. Діапазон значення вологості для більшості видів готового до використання твердого біопалива повинен складати 10-18%.

Для виготовлення брикетів з попередньо подрібненого і підсушеного матеріалу (тирси, стружки) застосовують, як правило, поршневі (рис. 1, а) або шнекові (рис. 1, б) преси. Продукція у поршневому пресі виходить циклічно – при кожному ході поршня видавлюється визначена кількість матеріалу, а при шнековому – безперервно (в подальшому потребує розрізування до необхідного розміру).

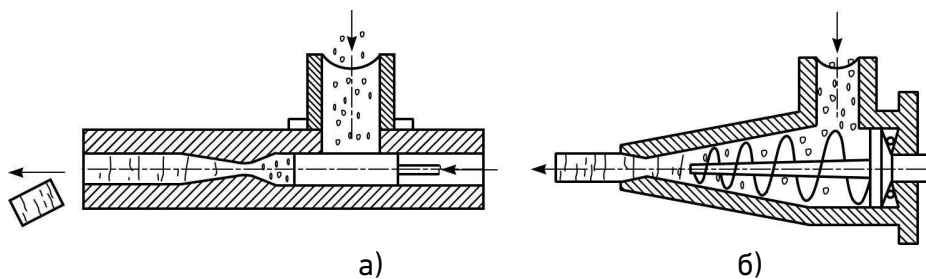


Рис. 1. Схема поршневого (а) і шнекового (б) преса

Технологічний процес отримання твердого палива з деревини у вигляді гранул включає такі етапи:

1. Збір і заготівля сировини;
2. Подрібнення сировини на дрібну фракцію;
3. Сушіння сировини;
4. Пресування сировини з виготовленням гранул;
5. Охолодження гранул;
6. Пакування готової продукції;
7. Реалізація готової продукції споживачеві.

Вихідна сировина для виготовлення твердого палива неоднорідна за розмірами. Подрібнення сировини для отримання однорідної фракції визначає подальшу якість виконання технологічного процесу. Для подрібнення сировини застосовують дискові, барабанні і шнекові подрібнювачі, валкові і шнекові дробарки, молоткові млини та інше обладнання.

Сушарка аеродинамічного типу компанії «Фора-Захід» дозволяє просувати подрібнені відходи з вологістю до 50% (рис. 2).

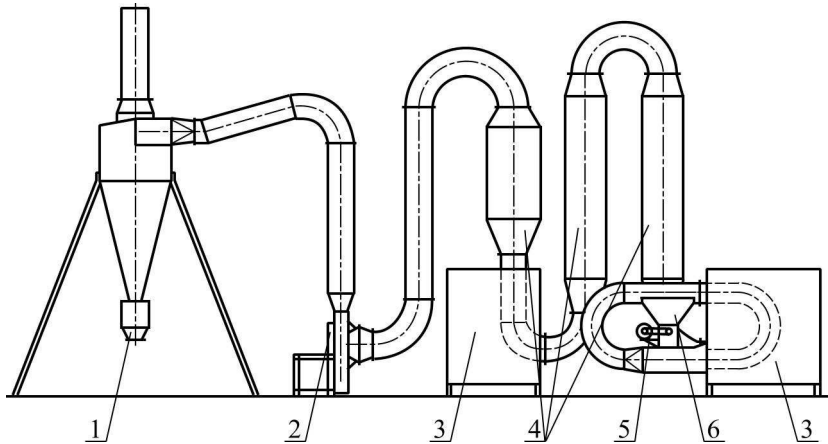


Рис. 2. Схема сушарки аеродинамічного типу компанії «Фора-Захід»:

- 1 – бункер висиханої сировини; 2 – вентилятор високого тиску;
- 3 – футерований котел; 4 – аеродинамічний тунель;
- 5 – привід подачі матеріалу; 6 – завантажувальний бункер

Процес сушіння відбувається наступним чином. Подрібнену сировину завантажують у бункер, який має механічний привід подачі матеріалу. В подальшому транспортування сировини відбувається в аеродинамічному тунелі в потоці гарячого повітря, який створюється вентилятором високого тиску. Задана температура повітря досягається шляхом спалювання твердого палива у футерованих котлах,

кількість яких залежить від типу сировини і отримання її вихідної вологості.

Пресування сировини у вигляді гранул здійснюють на спеціальних пресах, принцип яких базується на методі екструдуння із застосуванням пресувального вала (валика) і матриці (рис. 3).

Супутнім продуктом аграрного виробництва при збиранні зернових культур є солома, яку можна в подальшому використати в якості палива. Спосіб заготівлі соломи полягає у її підбиранні, подрібненні і завантаженні в транспорт (для перевезень на короткі відстані) або валкуванні з наступним пресування в тюки. Зберігають солому у спеціальних складах з системою вентиляції. Складування соломи рекомендують проводити при вологості до 25% (для запобігання гниття і можливості загоряння).

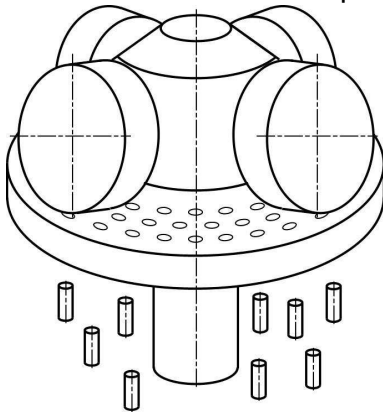


Рис. 3. Схема матричного преса

Спаляють солому у спеціальних котлах (топках). Спочатку тюк соломи за допомогою фронтального підймача завантажують у топку через дверцята (рис. 4). Після закривання дверцят підпалюють солому і підтримують процес горіння подачею повітря. Весь технологічний процес характеризується циклічністю.

У випадку подачі попередньо подрібненої соломи в топку можна налагодити автоматизовану систему її подачі і самого процесу горіння (рис. 5).

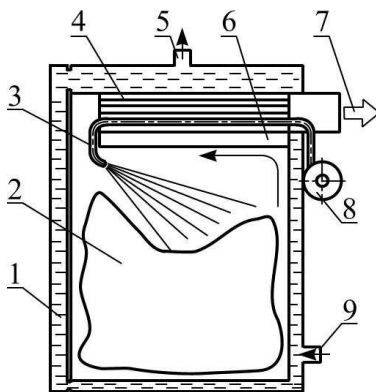


Рис. 4. Принципова схема топки для спалювання тюків соломи:
1 – сорочка охолодження топки;
2 – тюк соломи; 3 – трубопровід подачі повітря для горіння; 4 – димогарна труба; 5 – подача гарячої води;
6 – керамічна панель; 7 – димовідвідна труба; 8 – вентилятор подачі повітря для горіння; 9 – надходження води із зворотного водопостачання

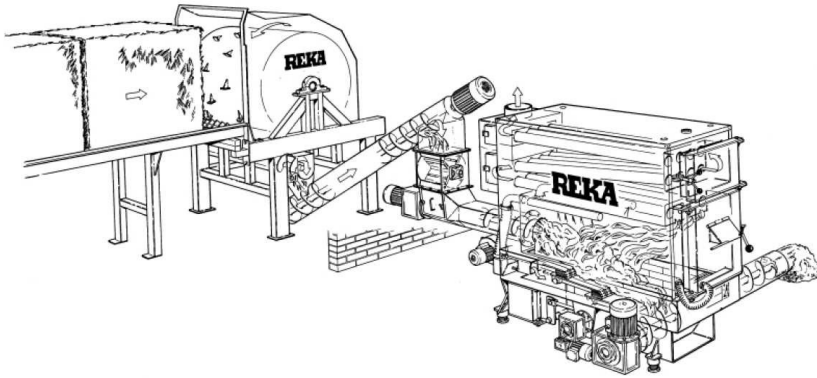


Рис. 5. Автоматизована система спалювання соломи з попереднім подрібненням тюків [2]

Ефективність котлів, які спалюють тюки соломи, залежить, крім застосованої технології, також від завантаження і номінальної потужності установки. Наприклад, к.к.д. котла, що спалює солому в циклічному режимі горіння, приблизно, на 10% нижчий к.к.д. котла, який має автоматизовану подачу подрібненої соломи [2].

Ефективним способом переробки органічних відходів рослинного і тваринного походження є застосування біогазових технологій, які дозволяють вирішити екологічну (утилізація відходів виробництва), енергетичну (отримання паливно-енергетичних ресурсів) і агрохімічну (отримання добрив і продуктів) проблему.

Біогаз складається з метану (55-85%) і вуглекислого газу (15-45%). Теплотворна здатність – 21-27,2 Мдж/м³. З 1 т органічної речовини при вологості 5-10% можна отримати 250-260 м³ біогазу. Переробка 1 т свіжого коров'ячого гною з вологістю 85% може дати від 45 до 60 м³ біогазу, а 1 т пташиного посліду при вологості 75% – до 100 м³ біогазу. 1 м³ біогазу еквівалентний за теплою згорання 0,7 кг мазуту, 0,4 кг бензину, 0,6 кг керосину, 3,5 м³ дров. Крім цього, метан генерація органічних відходів дає за 5-10 діб екологічно чисті добрива, 1-5 т яких заміщує 80 т необробленого гною. Спалювання 1 м³ біогазу в газоелектрогенераторах дає 2 кВт-год електроенергії і до 10,5-12 МДж теплової енергії [1].

Розглянемо технологічну схему отримання біогазу з органічних відходів (гною) тваринницьких ферм (рис. 6). Органічні відходи з ферми надходять у збірник 2, з якого помпою 3 подаються до відокремлювача грубих включень 4, а потім помпою-дозатором 5 у спеціальну установку біогазогенератор 6 (метантенк) для виділення з субстрату метану.

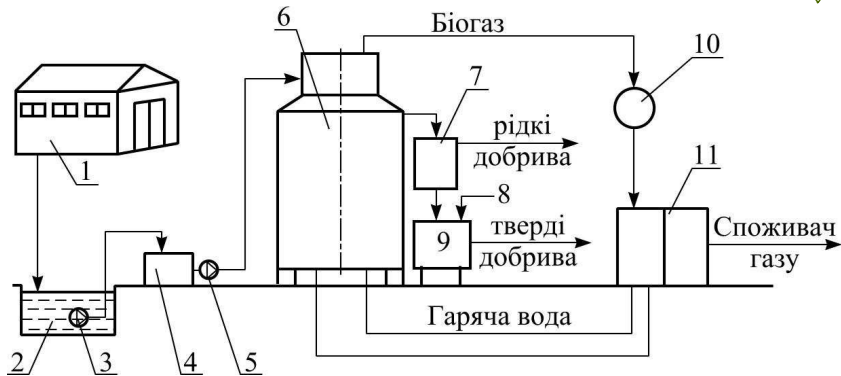


Рис. 6. Технологічна схема біогазової установки:

- 1 – ферма; 2 – накопичувач органічних відходів; 3 – помпа забору і подачі відходів; 4 – відокремлювач грубих включень; 5 – помпа-дозатор;
6 – біогазогенератор (метантенк); 7 – гідрозамок;
8 – подача сорбенту (торф, тирса тощо); 9 – концентратор-змішувач;
10 – газгольдер низького тиску; 11 – блок-контейнер очищення газу

Розкладання органічних відходів відбувається під дією бактерій. Біохімічні процеси характеризуються трьома стадіями, кожна з яких забезпечується власною групою бактерій:

1. Нерозчинні, розкладаючі біологічні матеріали розщеплюються на вуглеводи і жирні кислоти.

2. Дія кислотопродукуючих бактерій.

3. Бактерії, що утворюють метан, повністю зброджують вихідні продукти, виробляючи 70% метану і 30% вуглекислого газу.

Приблизний час повного циклу зброджування становить 16 діб при температурі 25° С.

Метантенк обладнаний системою термостатування, перемішування, примусового відведення газу і вивантаження.

Виділений з метантенка 6 газ направляється у газгольдер 10 низького тиску і в подальшому може використовуватися за призначенням (частина газу витрачається на підтримання температурного режиму в метантенку). Зброджена маса з метантенка 6 використовується в якості добрива.

Можливий енергетичний вихід установки для отримання біогазу W_6 (МДж) визначається за формулою [1]

$$W_6 = \eta \cdot H_6 \cdot V_6,$$

де η – к.к.д. пального пристрою, котла тощо (складає приблизно 60-70%);

H_6 – теплота згоряння на одиницю об'єму біогазу (питома об'ємна

теплота згоряння біогазу), складає приблизно 20 МДж/м³ при парціальному тиску біля 10³ Па;

V_6 – об'єм отриманого газу, м³.

Альтернативою мінерального дизельного палива з нафти для дизельних двигунів є біопаливо, яке отримують з рослинних олій шляхом етерифікації (ефіризації). Для виробництва біодизелю (метилових ефірів жирних кислот олій та жирів) у більшості випадків застосовують ріпакову, соняшникову і соєву олію, а також споживані олії (відходи харчової промисловості).

Більшість держав Євросоюзу, США, Канада, Бразилія, Австралія зараз активно розвивають програми одержання та використання біопалива з рослинної сировини. Згідно з директивою ЄС до 2010 р. вміст біопалива в загальному обсязі вмісту нафтопродуктів складав не менше 5%. До 2030 року Європейський союз планує забезпечити 25% своїх потреб у пальному для дорожнього транспорту за рахунок чистих і ефективних видів біологічного пального [3].

Оптимальним типом біодизеля можуть бути сумішеві палива, які не перевищують 70% дизельного палива та 30% метилових ефірів ріпакової, соняшnikової або соєвої олій. З використанням таких сумішей зниження ефективної потужності та збільшення питомої витрати палива буде знаходитися в межах 3-5%, що суттєво не вплине на продуктивність техніки. При цьому знизиться вміст забруднюючих речовин у відпрацьованих газах: димність – на 10%; вмісту CO – до 30% [3].

Основними виробниками технологічного обладнання для виготовлення біопалива є компанія «Біодизель» (<http://biodiesel-ua.com>), ТОВ «УкрБіоЕнергія» (<http://www.ukrbioenergy.com.ua>), група компаній під ТМ «ТЕКМАШ®» (<http://www.tekmash.ua>), ПАТ НВП «Більшовик» (<http://bolshevik.net.ua>), ТОВ «Завод УКРБУДМАШ» (<http://www.biodieselmach.com>) та багато інших, чисельність яких постійно зростає.

Лінія з виробництва біодизельного палива «ТЕКМАШ» працює наступним чином (рис. 7). Перед початком роботи лінії в реакторі 4 для змішування хімічних компонентів попередньо готується 4-5 порцій суміші гідроокису калію (KOH) або натрію (NaOH) і спирту. Спирт надходить з місткості 6, а KOH з місткості 5. Процес готування суміші займає 10 хвилин. За допомогою насоса Н2 готова суміш перекачується в дозатор 3.

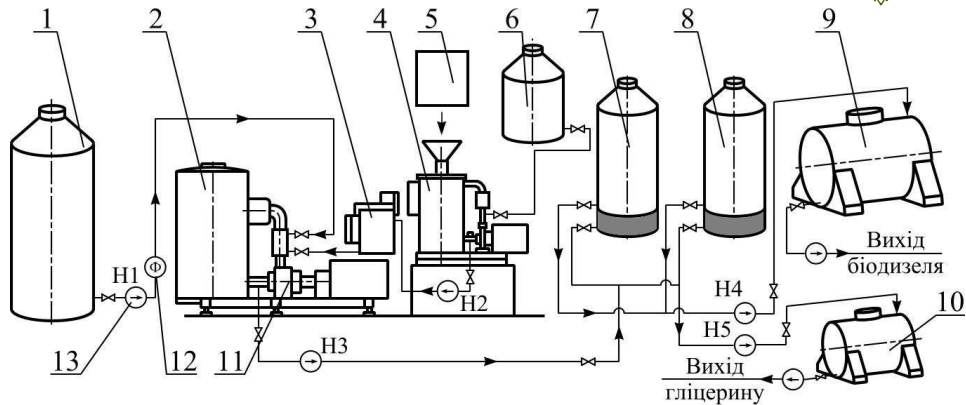


Рис. 7. Схема технологічної лінії з виробництва біодизельного палива «ТЕКМАШ»:

- 1 – місткість для зберігання олії; 2 – реактор-етерифікатор; 3 – дозатор суміші; 4 – реактор для змішування хімічних компонентів; 5 – місткість для зберігання KOH , $NaOH$; 6 – місткість для зберігання спирту; 7, 8 – місткості для відстоювання; 9 – місткість для біопалива; 10 – місткість для гліцерину; 11 – струминно-вихровий нагрівач; 12 – фільтр олії; 13 – насос

Рослинна олія з місткості 1 перекачується насосом Н1 у реактор-етерифікатор 2, до якого з дозатора 3 додається суміш спирту і KOH . Після заповнення реактора 2 включається насос струминно-вихрового нагрівача 11 і відбувається інтенсивне багаторазове перемішування компонентів за схемою «місткість – нагрівач – насос – турбулентна насадка – місткість». Інтенсифікація процесу протікання реакції відбувається за рахунок кавітаційного впливу на компоненти реакції в спеціально спроектованих насадках. При цьому температура в реакторі 2 піднімається на $10-12^{\circ}C$. Після закінчення циркуляції продукти реакції перекачуються насосом Н3 в одну з місткостей 7 або 8 для поділу суміші на біодизель і гліцерин (процес поділу триває $15-20$ хв), які перекачуються насосами Н4 і Н5 у місткості 9 і 10 відповідно. Після заповнення місткостей 9 і 10 готовий продукт надходить на збереження або використання.

Застосування технології «ТЕКМАШ» для одержання біодизеля дозволило мінімізувати кількість відходів (не більше 2% від маси рослинної олії) і зменшити витрати на енергоспоживання (не більше $10-20$ кВт·год) на 1 тону виробленого палива.

Таким чином, одним з головних напрямків ефективного застосування альтернативних джерел енергії є використання в якості біопалива відходів агропромислового комплексу і потребує подальших

досліджень створення (освоєння) ефективного обладнання, технологічних процесів, установок і машин у поєднанні з високим технічним рівнем виробництва продукції.

1. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Энергозбереження в агропромисловому комплексі : монографія. Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. 984 с. 2. Справочник потребителя биотоплива / [Виллу Варес, Юло Касък, Пеестер Муйсте и др.] ; под. ред. В. Вареса. Таллинн : Изд. ТТУ. 2005. 184 с. 3. Войтов В., Даценко М., Карнаух М. Техніко-експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів при застосуванні біодизеля. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України* ; зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Леоніда Погорілого. Вип. 13 (27). Кн. 2. Дослідницьке, 2009. С. 379–389.

REFERENCES:

1. Korchemnyi M., Fedoreiko V., Shcherban V. Enerhozberezhennia v ahropromyslovomu kompleksi : monohrafiia. Ternopil : Pidruchnyky i posibnyky, 2001. 984 s. 2. Spravochnyk potrebytelia byotoplyva / [Vyllu Vares, Yulo Kask, Peieter Muiste y dr.] ; pod. red. V. Varesa. Tallynn : Yzd. TTU. 2005. 184 s. 3. Voitov V., Datsenko M., Karnaukh M. Tekhniko-ekspluatatsiini ta eko-lohichni pokaznyky dyzelnykh dvyhuniv pry zastosuvanni biodyzelia. Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniky i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy ; zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. Leonida Pohoriloho. Vyp. 13 (27). Kn. 2. Doslidnytske, 2009. S. 379–389.
Рецензент: к.т.н., доцент Криступчук М.Є. (НУВГП)

Khitrov I. A., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor,
Kosiak O. V., Candidate of Engineering (Ph.D.), Senior Lecturer
(National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

PERSPECTIVES OF APPLICATION OF ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY

The paper is devoted to the analysis of the use of promising fuel and energy resources. The comparative estimation of volumes of use of renewable energy sources of a number of European countries and available resource technical potential of Ukraine is given. The main attention is paid to the strategic energy resources of the agro-industrial complex. Perspective directions of application of alternative energy sources for the basic enterprises of the branch are allocated.

The technological process of obtaining solid fuel from wood in the form of granules, biogas from organic waste of livestock farms, as well as biofuels from vegetable oils is disclosed. Directions of further scientific researches about possibility of their application in the further practical activity are planned.

***Keywords:* alternative energy sources, fuel and energy resources, biofuels, biogas, organic waste.**

Хитров И. А., к.т.н., доцент, Косяк А. В., к.т.н., ст. преподаватель
(Национальный университет водного хозяйства и
природопользования, г. Ровно)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Статья посвящена анализу использования перспективных топливно-энергетических ресурсов. Основное внимание уделено альтернативным источникам энергии агропромышленного комплекса. Выделены главные направления применения энергетических ресурсов на базовых предприятиях области и приведены примеры их использования. Раскрыт технологический процесс изготовления энергетических ресурсов. Намечены направления дальнейших научных исследований относительно возможности их применения в дальнейшей практической деятельности.

***Ключевые слова:* альтернативные источники энергии, топливно-энергетические ресурсы, биотопливо, биогаз, отходы органические.**
