

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. академіка Гулого І.С.
Кафедра електропостачання та енергоменеджменту

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
Блаженко С.У.
(ім'я та прізвище)

(підпис)

« ___ » _____ 2023 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Балюта С.М.
(ім'я та прізвище)

(підпис)

« ___ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Електротехнічні системи електроенергетики

на тему: Енергозабезпечення об'єктів агропромислового комплексу з використанням місцевих енергоресурсів

Виконав: здобувач _____ курсу, групи _____

Селехман Олександр Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Серьогін Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННУТХ ім. академіка Гупого, І.С.
Кафедра електроенергетики та енергоменеджменту
Освітній ступінь _____
Спеціальність 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка“
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Електротехнічні системи електроенергетики
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ЕПЕМ

“ ” _____ 20 _____ року

/Головач С.М./

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Селехман Олександр Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Енергозбереження об'єктів агропромислового комплексу з використанням місцевих енергоресурсів

керівник роботи Сергій Олександрович Д.Т.Н. професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 11 ” 11 2022 року № 809 кс.

2. Строк подання здобувачем роботи січень 2023 року

3. Вихідні дані до роботи про сумарне енергозбереження об'єктів агропромислового комплексу з використанням місцевих енергоресурсів.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Основи вирішення проблеми термодинамічної конверсії з аналітичним оглядом стану питання, з доведенням розробки технологічної схеми.

5. Перелік графічного матеріалу

Презентація у вигляді слайдів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Отримання завдання на виконання проектування	15.11.22.	
2.	Вступ	25.11.22.	
3.	Аналіз	30.11.22.	
4.	Розділ 1. Основи вирішення проблеми термодинамічної конверсії	1.12.22.	
5.	Розділ 2. Аналітичний огляд стану питань	10.12.22.	
6.	Розділ 3. Доведення розробки технологічної схеми	20.12.22.	
7.	Висновки	30.12.22.	
8.	Оформлення повномасштабної записки	15.01.23.	
9.	Оформлення презентації	25.01.23.	
10.	Подання роботи до перевірки	30.01.23.	

Здобувач _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Анотація

Селехман О.С. «Дипломна робота «Енергозабезпечення об'єктів
Агропрому з використанням місцевих енергоресурсів»

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Національний Університет Харчових Технологій. Київ 2023

В даній дипломній роботі буде досліджено вплив сухих речовин на теплотворність і здатність палива.

В основу дослідження покладено сучасні теоретичні і експериментальні дослідження процесу горіння та термохімічного синтезу, піролізу.

Задача досліджень — отримання кількісних характеристик роботи установки при різних вмістах вологи в паливі та при незмінних геометричних параметрах її роботи.

Об'єктом досліджень була установка, яка складалася з газогенератора, та резервуара з водою 2 куба.

Для проведення дослідів склали план з відповідними матрицями планування експерименту, з вказанням числа дослідів та межі зміни факторів. В зазначених планах вихідна величина Y , яка характеризує вихідний час проведення експерименту, приймається за критерій оптимальності. Вхідні змінні фактори (X_i) є регульованими параметрами технологічного процесу.

Для отримання вихідних даних використовують метод найменших квадратів, що дозволяє отримати незміщені та вірогідні оцінки всіх параметрів експерименту. Аналіз адекватності отриманих рівнянь проводять згідно основних положень дисперсійного аналізу за критерієм Фішера.

На підставі отриманих залежностей була здійснена графічна інтерпретація математичних моделей для вибраних вихідних параметрів.

Annotation

Selekhman _Oleksandr. " Energy supply of Agroprom facilities
using local energy resources "

National University of Food Technologies, Kiev -2023

141. "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics"

In this thesis, the effect of solids on the calorific value and ability of the fuel will be investigated. The research is based on modern theoretical and experimental studies of the combustion process and thermochemical synthesis, pyrolysis.

The task of research is to obtain quantitative characteristics of the plant at different moisture in the fuel in the cities and with unchanged geometric parameters of its operation. The object of research was the installation, which consisted of a gas generator, and a tank with water of 2 cubic meters.

To conduct the experiments, a plan was drawn up with the appropriate matrices for planning the experiment, indicating the number of experiments and the limits of change of factors. In these plans, the initial value of U , which characterizes the initial time of the experiment, is taken as a criterion of optimality. Input variable factors (H_{ee}) are adjustable parameters of the process.

To obtain the initial data, the least squares method is used, which allows to obtain unaltered and reliable estimates of all parameters of the experiment. Analysis of the adequacy of the obtained equations is carried out according to the main provisions of the dispersion analysis according to the Fisher criterion. Based on the obtained dependencies, a graphical interpretation of mathematical models for the selected output parameters was carried out.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ОСНОВИ ВИРШЕННЯ ПРОБЛЕМ ТЕРМОХІМІЧНОЇ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ	9
1.1 Потенціал і характеристика рослинної біомаси в Україні	9
1.1.1 Потенціал енергетичної біомаси в АПК України	
Характеристика відходів с.г. культур	10
1.2 Технології енергоконверсії рослинної біомаси	13
1.3 Теоретичні основи процесу газифікації біомаси	16
2. ОРГАНІЗАЦІЯ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.	23
2.1 Організація і методологія досліджень.	
2.2. Методи експериментальних досліджень.	
3. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ	42
3.1 Біомаса- це джерело енергії	42
3.2 Хімічна характеристика органічних речовин.	46
3.3 Склад біомаси	51
3.4 Основні поняття процесу газифікації	54
4. ПОБУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ	57
Принцип роботи обладнання та побудова	
4.1 Двовальний лопатевий змішувач безперервної дії	57
4.2. Газогенераційний енергетичний міні-завод	58
4.3 Технології та обладнання для переробки біосеровини в енергоресурси.	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	68

ВСТУП

Харчова промисловість одна з найважливіших і найбільш складних галузей народного господарства. Основним завданням сучасного інженера в наш час при ринкових відносинах є потреба слідкувати за науково-технічним прогресом, розробляти і впроваджувати в життя нове, прогресивне і насамперед конкурентоздатне обладнання і технології.

Запропонована робота присвячена розробці технічних рішень стосовно організації та створення фізико-технічних процесів підготовки, попередньої обробки, газифікації та високоефективного спалювання з високими екологічними показниками різномірних відходів переробки сільгоспсировини в суміші з торфом і низькокалорійним вугіллям з метою виробництва теплової енергії на місцевому паливі.

Україна має значні запаси біоресурсів, у тому числі у вигляді біовідходів переробки сільського господарства та харчової промисловості, які можуть бути використані як альтернативні або додаткові види палива. Як показують дослідження, за рахунок диверсифікації джерел первісних палив енергетика країни може очікувати заміщення близько 10 млн.т. умовного палива на рік, що, безперечно, є позитивним фактором у забезпеченні енергетичної незалежності країни. Беззаперечним є також той факт, що залучення біоресурсів у паливний баланс країни сприятиме поліпшенню навколишнього середовища, оскільки, за результатами досліджень із спалювання біомаси, як безпосередньо, так і у різноманітних модифікаціях із вугільно-біомасових сумішей, екологічні показники процесів спалювання палива за наявності у ньому біомаси суттєво переважають такі за умов спалювання одного вугілля.

Виконано комплекс експериментальних та теоретичних досліджень з визначення калоричних характеристик різних видів біомаси, інформація щодо яких на даний час відсутня.

Виконано комплекс експериментальних та теоретичних досліджень процесів попередньої підготовки біопалива для спалювання, включаючи процеси сушіння,

випарювання відходів продуктів переробки харчової промисловості, які є суттєвими у визначенні оптимальної технологічної схеми процесу утилізації відходів сільського господарства і створення біопалива для агропромислового комплексу.

В паливно-енергетичному комплексі будь-якої країни передбачається поступове зростання ролі нетрадиційних джерел та видів сировини для виробництва альтернативних видів палива. Останнім часом відбувається швидкий перехід до використання біомаси як палива. [34].

Переваги рослинної біомаси, як джерела енергії обумовлюються екологічною чистотою у порівнянні з традиційними викопними паливами (згорання рослинної біомаси зумовлює низький рівень викидів в атмосферу вуглекислого газу), а також здатністю даного виду палива поновлюватись. У порівнянні з вугіллям спалювання рослинної біомаси характеризується зменшенням викидів оксидів сірки (20÷30 разів) і золи (3÷5 разів).

Вироблення енергії з біомаси в країнах ЄС. Вироблення енергії з відновлюваних джерел динамічно розвивається в більшості Європейських країн. У 2009 р. у країнах ЄС на частку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) припадало 74,3 млн. т нафтового еквівалента (т н.е., $Q_p^h = 41,9$ МДж/кг), що становило близько 6% загального споживання первинних енергоносіїв (ЗСПЕ). З них на частку біомаси припадало більше 60%, що становило близько 3% ЗСПЕ. В окремих країнах частка біомаси в ЗСПЕ значно перевищує середньоєвропейську, у США вона складає 3,2%, у Данії - 6%, в Австрії -12%, у Швеції - 18%, у Фінляндії - 23%. Відповідно до програми розвитку ВДЕ, у країнах ЄС біомаса буде покривати близько 74% загального внеску ВДЕ в 2010 р., що буде становити близько 9% ЗСПЕ. З цього слідує, що біомаса складає найбільш розвинутий сектор ВДЕ в ЄС.

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ТЕРМОХІМІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ

1.1. Потенціал і характеристика рослинної біомаси в Україні.

Вироблення енергії з біомаси в країнах ЄС. Вироблення енергії з відновлюваних джерел динамічно розвивається в більшості Європейських країн. У 2009 р. у країнах ЄС на частку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) припадало 74,3 млн. т нафтового еквівалента (т н.е., $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 41,9$ МДж/кг), що становило близько 6% загального споживання первинних енергоносіїв (ЗСПЕ). З них на частку біомаси припадало більше 60%, що становило близько 3% ЗСПЕ. В окремих країнах частка біомаси в ЗСПЕ значно перевищує середньоєвропейську, у США вона складає 3,2%, у Данії - 6%, в Австрії -12%, у Швеції - 18%, у Фінляндії - 23%. Відповідно до програми розвитку ВДЕ, у країнах ЄС біомаса буде покривати близько 74% загального внеску ВДЕ в 2010 р., що буде становити близько 9% ЗСПЕ. З цього слідує, що біомаса складає найбільш розвинутий сектор ВДЕ в ЄС.

Біопаливо (рідке, тверде) – це паливо з поновлювальних джерел сировини (відходів деревини, відходів сільського господарства і різних рослин). На підприємствах лісового комплексу удосконалюється процес перероблення деревних відходів без застосування сторонніх в'язучих речовин на тверде біопаливо (брикети, гранули).

Сировиною для виробництва твердого біопалива можуть бути різні деревні відходи як кускові (рейки, обаполи, сучки та ін.), так і м'які (тирса, стружка, деревний пил), а також низькоякісна деревина. При цьому, усі деревні відходи повинні бути однакової консистенції, як за величиною, так і за вологістю. Тому кускові відходи, геометричні розміри яких перебувають у межах: довжина до 6000 мм, ширина до 400 мм, товщина до 100 мм, необхідно подрібнювати і сушити до заданої вологості.

Процес їх подрібнення є складним. Відходи розрізняють за величиною і видом (рейки, обаполи, сучки, відрізки частини стовбура, пило продукції, шпону та ін.), що вимагає різного устаткування. При цьому відходи необхідно переробляти в одну

сипучу фракцію, частинки якої повинні мати вигляд і розміри тирси (основної маси). Для цього процесу використовують спеціальні технології підготовки деревної сировини. Крупномірну деревину кряжують, розколюють, подрібнюють і до подрібнюють за допомогою спеціального устаткування. Щільність твердого біопалива досягається за рахунок високого тиску за певної температури пресованої маси, а склеювання – за рахунок лігніну, що знаходиться у клітинах деревини.

Лігнін – це аморфний полімер ароматичної природи (поліфенол), складної будови, від світло-жовтого до темно-коричневого кольору (залежить від способу виділення його з деревини). Вміст лігніну у хвойних породах деревини становить 28-34 %, у листяних породах – 17-27 %, у деревній корі – 17-44 %. Для виготовлення твердого біопалива можна використовувати відходи всіх деревних порід та сільського господарства (качани кукурудзи, солома, лушпиння соняшнику, гречки, рису та ін.).

Аналіз сировинної бази із біомаси України для виготовлення твердих видів палива у вигляді пелет або брикетів указує, що потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії становить близько 27,7 млн. т у.п. / рік. На основі аналізу встановлено, що відходи сільськогосподарського виробництва (солома зернових культур, солома ріпаку, відходи кукурудзи та соняшнику) за своїми енергетичними характеристиками дорівнюють характеристикам деревини. Проведеним аналізом встановлено, що використання біомаси агропромислового комплексу України для виробництва твердих видів палива у вигляді пелет або брикетів дозволить скоротити витрати газу.

Аналіз зарубіжної літератури та вітчизняних джерел дозволяє стверджувати, що найенергоємнішим етапом технологічного процесу є сушка, яка займає 34,2% загальних енерговитрат. Крім того, сушка подрібненої біомаси є пожежонебезпечною ділянкою технологічного процесу. Оновлений технологічний процес виключає з етапу подрібнення молоткову дробарку, замість якої застосовується дезінтегратор. Дезінтегратор забезпечує наноподрібнення до рівня 5...10 мкм. Крім того, дезінтегратор виконує подрібнення сировини з рівнем вологості до 40%.



Рис. 1.1. Основні види відходів рослинної біомаси

Останнім часом відбувається швидкий перехід до використання біомаси як палива. ЄС декларує заміщення четвертої частини потреб у паливі для дорожнього транспорту за рахунок рідких біопалив до 2030 року. Це істотно знизить рівень залежності країн ЄС від імпорту викопних видів палива. США також проголошує високі цілі щодо використання біоенергії, плануючи до 2020 року заповнити біопаливом 7% ринку і 20% ринку – до 2030 року. Виробництво та споживання біопалив зростає у всьому світі.

Ефективність переробки біомаси в енергетичну продукцію досягається лише за раціональних параметрів технологічних процесів і машин для АПК, що здійснюють конверсію біосировини. Кожний вид біомаси здатний дати широкий спектр різноманітних продуктів.

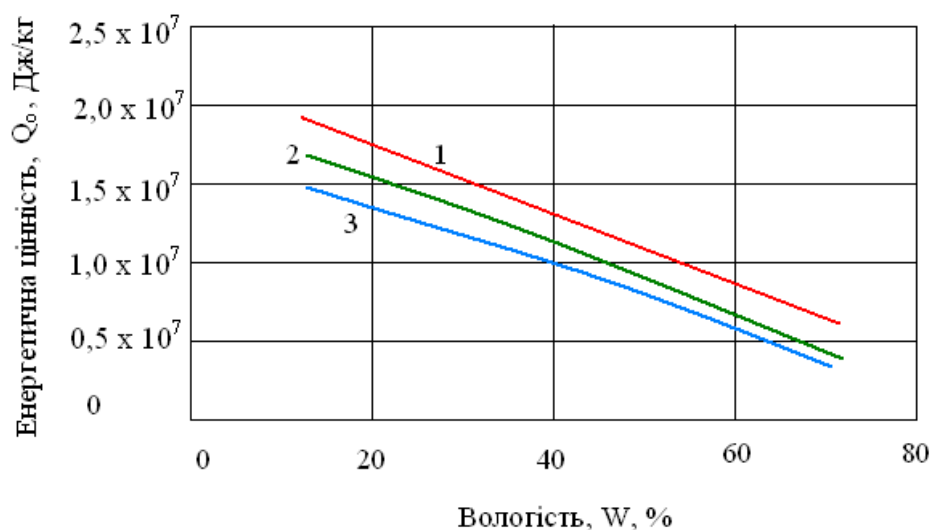
Новітні технології для отримання біопалив базуються на проведених в останні 10-15 років фундаментальних й прикладних дослідженнях процесів трансформації органічних речовин.

Щорічний потенціал енергетичної біомаси АПК України

Вид біомаси	Енергетичний потенціал, млн. т у.п.		
	теоретичний	технічний	економічний
Солома зернових культур	10,39	5,21	1,34
Солома ріпаку	1,65	1,15	1,15
Відходи кукурудзи і соняшнику (стебла, листя, стрижні качанів, кошики, лушпиння)	9,97	6,85	5,65
Енергетичні культури (тополя, вільха, верба й інші)	14,58	32,45	23,77

Основними складовими потенціалу енергетичної біомаси є енергетичні культури та сільськогосподарські відходи.

Енергетичні культури мають такий самий економічний потенціал, що й сільськогосподарські відходи. Безумовно, слід враховувати особливості характеристики тієї чи іншої сільськогосподарської культури під час її енергетичного використання (табл. 2.).



Процес спалювання потребує забезпечення доступу кисню (повітря), кількість якого залежить від маси та властивостей сировини, що спалюється.

Підтримання безперервності процесу спалювання відбувається за рахунок поглинання частини виробленої теплової енергії біомасою, зокрема, на її підсушування. Подрібнення біомаси дозволяє покращити контакт кисню з паливними компонентами, що сприяє кращому спалюванню. Вологомісткість спалюваної сировини знижує теплоту згорання, впливаючи на теплоефективність процесу спалювання.

Спалювання біомаси вологомісткістю 55÷60 %, робить практично неможливим не лише отримання теплової енергії, але й утримання неперервності процесу спалювання. Правильний перебіг спалювання потребує відповідної температури, надлишку кисню та відповідного за тривалістю проміжку часу.

Тому у масштабах України доцільно використовувати рослинну біомасу як паливо:

1.2. Технології енергоконверсії рослинної біомаси.

Впровадження процесів газифікації рослинної біомаси в Україні доцільно для заміщення імпортного палива в регіонах позбавлених місцевих ресурсів викопного палива, за такими напрямками:

Солома містить велику кількість хлору та азоту, тобто елементів, які в процесі спалювання спричинюють підвищену емісію оксидів азоту NOx. Кремній та калій, що містяться в соломі, посилюють запікання нагару на колосниках топків котлів, що ускладнює експлуатацію установок.

Вологість соломи, призначеної для енергетичних цілей, має бути в межах 10-20 %. Її енергетична цінність становить 14-15 ГДж/т.

Альтернативою відходам деревини для пресування паливних гранул (пеллет) є сільськогосподарські відходи (солома і лушпиння зернових культур, рису, кукурудзи, соняшнику). Сільськогосподарські відходи можуть бути значним джерелом палива для більшості сільських регіонів, особливо в регіонах з невеликими лісовими масивами. Цьому сприяє ряд передумов:

1) Солома є одним з найдешевших поновлюваних джерел енергії.

При переробці сільськогосподарської продукції питома вага відходів значна. У таблиці 3 приведена доля відходів на тонну виробленої сільськогосподарської продукції.

Таблиця 3.

Доля відходів на тонну виробленої сільськогосподарської продукції

Вид с/г культур	Вид відходів	Залишки виробництва на 1 т готової продукції
Рис	Солома, лушпиння	1,5 т відходів
Пшениця	Солома, лушпиння	1,7 т відходів
Кукурудза	Солома, листя	2,0 т відходів
Ячмінь	Солома, висівки	1,2 т відходів

2) Високі енергетичні характеристики сільськогосподарських відходів.

Теплотворна здатність соломи при спалюванні пшеничної соломи складає 17-18 МДж/кг (4060,38 – 4299,23 ккал), рапсової соломи – 16-17 МДж/кг (3821,53 – 4060,38 ккал), кукурудзи – 18 МДж/кг (4299,23 ккал). Для порівняння: теплотворна здатність деревини в середньому складає 17,5-19 МДж/кг (4179,80 – 4538,07 ккал).

Найбільш важливою паливно-технологічною характеристикою біомаси, що використовують як тверде біопаливо, є її теплотворна здатність, яка залежить від багатьох чинників: генетичних особливостей енергетичних рослин, впливу навколишнього середовища, умов зберігання, вологості тощо. У таблиці 1.4 наведено середню теплотворну здатність сільськогосподарської енергетичної сировини (що

раніше відносили до відходів агропромислового виробництва) при абсолютній її вологості на рівні 20%.

Торф – це своєрідне, відносно молоде геологічне утворення, що відноситься до горючих корисних копалин і створюється в результаті природного відмирання та неповного розпаду болотної рослинності в умовах надлишкової вологості і недостатньому доступі повітря. Торф є найменш сформованою формою вугілля, що досить сильно зберегла риси рослинного походження і складається з води (90%), вуглецю (5%) та летючих матеріалів (5%).. Залягає він переважно на болотах. У помірному кліматі середньорічна швидкість росту торфу на болотах 0,55-2 мм.

Поклади торфу в Україні поширені, головним чином, у західних, північно-західних та північних областях. На сьогоднішній час в нас виявлено понад 2500 родовищ торфу із запасами понад 2260 млн. т. Можливе його використання на ТЕС.

На існуючих в Україні торфопереробних заводах, є достатні потужності для суттєвого збільшення видобутку кускового торфу для безпосереднього використання як палива, фрезерного торфу як сировини для газифікації та брикетування торфу для забезпечення населення місцевим паливом. Але останній вважається низько ефективним завдяки великому вмісту води.

1.3 Теоретичні основи процесу газифікації рослинної біомаси

Газифікація являє собою процес інтенсивного екзотермічного окислення,

Торф – це своєрідне, відносно молоде геологічне утворення, що відноситься до горючих корисних копалин і створюється в результаті природного відмирання та неповного розпаду болотної рослинності в умовах надлишкової вологості і недостатньому доступі повітря. Торф є найменш сформованою формою вугілля, що досить сильно зберегла риси рослинного походження і складається з води (90%), вуглецю (5%) та летючих матеріалів (5%).. Залягає він переважно на болотах. У помірному кліматі середньорічна швидкість росту торфу на болотах 0,55-2 мм.

Поклади торфу в Україні поширені, головним чином, у західних, північно-західних та північних областях. На сьогоднішній час в нас виявлено понад 2500 родовищ торфу із запасами понад 2260 млн. т. Можливе його використання на ТЕС.

На існуючих в Україні торфопереробних заводах, є достатні потужності для суттєвого збільшення видобутку кускового торфу для безпосереднього використання як палива, фрезерного торфу як сировини для газифікації та брикетування торфу для забезпечення населення місцевим паливом. Але останній вважається низько ефективним завдяки великому вмісту води.

За основу геолого-економічної оцінки ресурсів торфу в Україні покладений Державний облік запасів торфу, геологічна вивченість родовищ торфу і потреба в торфі народного господарства.

За даними Держкомгеології на території України виявлено і розвідано 3118 торфових родовищ з геологічними запасами біля 2,2 млрд. т.

Загальна площа родовищ становить біля 3 млн. га, в промислових межах – біля 600 тис. га, балансові запаси торфу становлять біля 735 млн. т. Запаси торфу на відведених під промислову розробку родовищах становлять 22,6 млн. т., а підготовлені промислові потужності по його видобуванню – 2100 тис. т (по виробництву торфобрикетів – 700 тис. т).

Ресурси торфу – це значний енергетичний та агрохімічний потенціал нашої країни; торф на даний час успішно використовується як комунально-побутове місцеве паливо і є джерелом сировини для інших галузей народного господарства. Комплексне використання торфу, тобто використання торфу одного родовища одночасно для потреб сільського господарства та промисловості, обумовлюється наявністю великої різноманітності його видів навіть в межах одного родовища.

Загальний енергетичний потенціал промислових запасів торфу в Україні, що являє собою енергетичний потенціал всіх його геологічних запасів, в перерахунку на умовне паливо становить 836,5 млн. т у.п.; доцільно-економічний потенціал або енергетичний потенціал балансових родовищ - біля 362 млн. т у.п.

Енергетичний потенціал торфу в областях України.

Геологічні запаси торфу в Україні становлять близько 2,2 млрд. тонн, загальна площа торф'яних родовищ біля 1 млн. га, в тому числі в межах промислової глибини – 0,6 млн. га.

У північній частині України розташовано понад 2500 родовищ торфу. Його загальні запаси перевищують 2,2 млрд. т. Найбільш значні поклади торфу мають Волинська (0,46 млрд. т), Рівненська (0,36), Чернігівська (0,28), Київська (0,27) та Львівська (0,22) області. Є торф у Тернопільській, Сумській та Полтавській областях. Серед найбільш торфових родовищ України – Ірдинське (розробляється), Бутанське, Замглайське, Наданчигівське, Шосткінське, Брюховицьке та інші. Нині тут щороку видобувають 25 тис. т торфу. Торф залягає головним чином у Поліській зоні – це, території Волинської, Рівненської, Житомирської та Чернігівської областей. Є торф і в інших областях, на території Львівської, Тернопільської, Полтавської та інших областей. В Україні щорічно добувають 5млн.т торфу.

Ресурси торфу поновлюються в обсягах 1,5-1,7 млн. тонн на рік завдяки приросту біомаси болотної рослинності. На сьогодні в Україні є технічне оснащення для видобутку торфу (2,1 млн. тонн на рік) та виробництва брикетного торфу (700 тис. тонн на рік). Обсяг використання торфу на енергетичні цілі (торф використовується також як органічне добриво в сільському господарстві та декоративному рослинництві) може становити до 2030 року до 10 млн. тонн на рік.

Таблиця 4.

№ п/п	Області	Загальний енергетичний потенціал торфу в рік , млн. МВт	Доцільно- економічний потенціал в рік, млн. МВт
1	Вінницька	136,4	34,6
2	Волинська	1378,1	761,8
3	Дніпропетр овська	0,25	-

4	Донецька	2,4	-
5	Житомирська	290,5	159,2
6	Закарпатська	0,2	-
7	Запорізька	1,08	-
8	Івано- Франківська	45,2	17,19
9	Київська	716,5	146,5
10	Кіровоградська	8,7	-
11	Луганська	0,24	-
12	Львівська	690,6	244,1
13	Миколаївська	1,26	-
14	Одеська	-	-
15	Полтавська	364,3	143
16	Рівненська	1176,2	575,3
17	Сумська	331,0	575,3
18	Тернопільська	384,3	114,8
19	Харківська	15,7	-
20	Херсонська	11,3	7,96
21	Хмельниць ка	236,6	99,04
22	Черкаська	191,6	79,7
23	Чернівецька	-	-
24	Чернігівська	818,5	356
25	АР Крим	-	-
ВС БОГО	6801,0		2941

Розподіл запасів торфу по областях України.

Торф`яна галузь – це розробка (видобування) і механічна переробка торфу.

Розробка торфу починається з підготовки торфового родовища, яке забезпечує рух і роботу машин, а також добування торфу з мінімальними втратами, можливість доведення його до необхідної залишкової вологості, зберігання і транспортування споживачам.

Підготовка торфового родовища складається з осушення родовища, планування (вирівнювання) поверхні, будівництво мостів та транспортних комунікацій, вилучення деревної та кущової рослинності, корчування та виведення корчів ,знищення живого трав`яного і мохового покривів.

Добування торфу в Україні ведеться переважно відкритим (фрезерним) способом.

Технологія добування фрезерного торфу складається з таких основних операцій:

- 1.Фрезерування(зрізання) верхнього торф`яного шару на глибині 5-20 мм. з метою отримання торф`яної крихти.
- 2.Одно-трьох разове ворущіння торф`яної крихти з метою її осушення.
- 3.Валкування висушеної торф`яної крихти (готова продукція)
- 4.Збирання.

Продукція на основі торфі та її практичне застосування.

Торф використовують як паливо для ТЕС, як комунально-побутове паливо (у вигляді брикетів, кускового торфу), як органічне добриво для с/г, на його основі виготовляють ґрунти для розсади овочів, пресують плити та блоки для тепло та звукоізоляції в будівництві.

Виготовлення торф`яних брикетів:

- 1.Подрібнення торфу.
- 2.Сепарація(відбір часток необхідної величини).
- 3.Штучне висушування до залишкової вологості 12- 14 %.
- 4.Пресування висушеного торфу в брикет.
- 5.Складування і зберігання брикету.

В хімічній промисловості торф використовують для отримання горючих газів, дьогтю, коксу, етилового спирту, штучного воску.

Продукти хімічної переробки торфу (термічна і суха переробка, екстрагування, гідроліз):

1. Горючий газ (газифікація торфу).
2. Активне вугілля(сорбент).
3. Із 1т сухого торфу отримують: етилового спирту – 10л, щавлевої к-ти до 30кг, рідкої вуглекислоти – до 35кг.
4. Бітуми, віск, штучні волокна.
5. Кормові дріжджі (гідролізом)
6. Торфолужні реагенти.

Сировинна база України.

В області обліковується 252 родовища і 8 об'єктів обліку (всього 260) з 16 видів різноманітних корисних копалин, з яких 82 родовища і 4 об'єкти обліку розробляються.

Мінерально-сировинна база області на 18,2% складається з паливно-енергетичних корисних копалин (вугілля, торф), на 62,7% - із сировини для виробництва будівельних матеріалів, решта 1,6% – гірничорудні корисні копалини, 0,4% - нерудні корисні копалини для металургії, 18,2% - прісні та мінеральні підземні води.

В області розвідано 8 родовищ бурого вугілля, загальні запаси якого складають 82,26 млн. т промислових категорій А+В+С1.

Під будівництво вуглевидобувних підприємств підготовлено 4 резервні ділянки загальною проектною потужністю 1,8 млн. т вугілля на рік.

Торф представлений 37 родовищами з загальними запасами 22,3 млн. т промислових категорій А+В+С1, із яких у промисловій розробці періодично перебуває 12 родовищ з сумарними запасами 14,89 млн. т промислових категорій А+В+С1. Видобуток торфу за 2006 рік склав 26 тис. т, або 4,35% від загального видобутку в Україні. Торф використовується як добриво і паливо.

На межі Черкаської та Кіровоградської областей розташоване Бовтиське родовище горючих сланців з запасами 3790 млн. т. Прогнозні ресурси сланців складають 15849 млн. т при бортовому вмісті смоли 6% та 5989 млн. т при бортовому вмісті смоли 10%.

Ресурси смоли, відповідно, складають 1664 млн. т та 826 млн. т. Вихід моторного палива зі смоли – 57%, у т. ч. бензинової фракції – 19%, дизельної фракції – 38%. Родовище Державним балансом не враховане.

Слід зазначити, що в Китаї розробляються сланці (25 млн. т/рік) з максимальним вмістом смоли 6,9% і практично повністю переробляються для отримання моторного палива. Це свідчить про те, що існують цілком реальні перспективи освоєння Бовтиського родовища. Із видобутої смоли з урахуванням втрат можливо виробництво до 800 млн. т сирової нафти, що повністю забезпечить потреби України у моторному паливі упродовж досить тривалого часу.

За результатами пошуково-оцінювальних і розвідувальних робіт на території області виявлене Носачівське родовище апатит-ільменітових руд. Родовище приурочене до Смілянського масиву габро і габроноритів Корсунь-Новомиргородського плутону. Середній вміст P₂O₅ у руді – 1,24%. ДКЗ апробувала попередньо оцінені запаси апатит-ільменітових руд і корисних компонентів Носачівського родовища (протокол № 1107 від 13.04.2006 р.)

В області виявлене Смілянське родовище бокситів, на якому серед нижньокрейдових піщано-каолінових відкладів виявлено шість бокситових покладів. Середній вміст Al₂O₃ – 37,1%, SiO₂ – 31,06%, P₂O₅ – 3,5-10%, TiO₂ – 2-3,5%. В межах родовища зустрічаються також поклади глини вогнетривкої і ільменітових пісків.

У найближчі роки в межах центральної та західної частин Українського щита, в т.ч. на території Черкаської області, плануються пошуково-ревізійні і спеціалізовані пошукові роботи з метою оцінки окремих проявів напівдорогоцінного каміння (моріону, димчатого і рожевого кварцу).

Корисні копалини для гірничорудної промисловості представлені одним родовищем бентонітових глин і трьома родовищами каолінів.

Черкаське родовище бентонітових глин найбільше в Україні. Його запаси складають 49,7 млн. т промислових категорій А+В+С1. Видобуток глини за 2006р. склав 255,9 тис. т, що становить 56,14% від загального видобутку в Україні. Глини

використовуються в якості формувальної сировини. Бентонітові глини для металургійних підприємств завозяться з Даш-Сахалінського родовища (Азербайджан).

2. ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організація і методологія досліджень.

Дослідження згідно поставлених завдань проводились за загальною схемою, що наведена на рисунку 2.1.

На першому етапі, у лабораторних умовах, досліджували придатність різних видів рослинної біомаси з метою подальшої термохімічної конверсії для отримання альтернативного виду палива.

Враховуючи технічні характеристики рослинної біомаси для подальшої роботи було обрано лушпиння соняшнику, відходи деревини (стружка).

Заключним етапом роботи було розроблення комплексу конструкторської документації у складі: робочих креслень ГЕКА-3.00.00.00.000; керівництва з експлуатації ГЕКА-3 ІЕ; проекту ТУ ГЕКА-3 ТУ; паспорта ГЕКА-3 ПС; пояснювальної записки ГЕКА-3; розрахунків ГЕКА-3 ПЗ; програм та методик випробувань ГЕКА-3 ПМ.

Робота проводилась у науково-дослідних лабораторіях НУХТ; Інституту газу НАНУ; виробничо-дослідній лабораторії АК «САТЕР» м. Київ, УФ "ЦУКОРЕНЕРГОСЕРВІС" АК "Сатер", с. Устимівка, Васильківського р-н., Київської області.

2.2. Методи експериментальних досліджень.

Дослідження характеристик рослинної біомаси.

Склад рослинної біомаси, а отже, і її фізико-технічні характеристики залежать від походження. Істотний вплив на процес газифікації надають такі характеристики біомаси як вологість і зольність .

При узагальненні фізико-технічних характеристик різних видів біомаси нами використані нові результати власних досліджень рослинної біомаси, а також результати досліджень зарубіжних авторів .

Враховуючи, що паливо являє собою неоднорідну масу, визначалися середньозважені значення технічних характеристик.

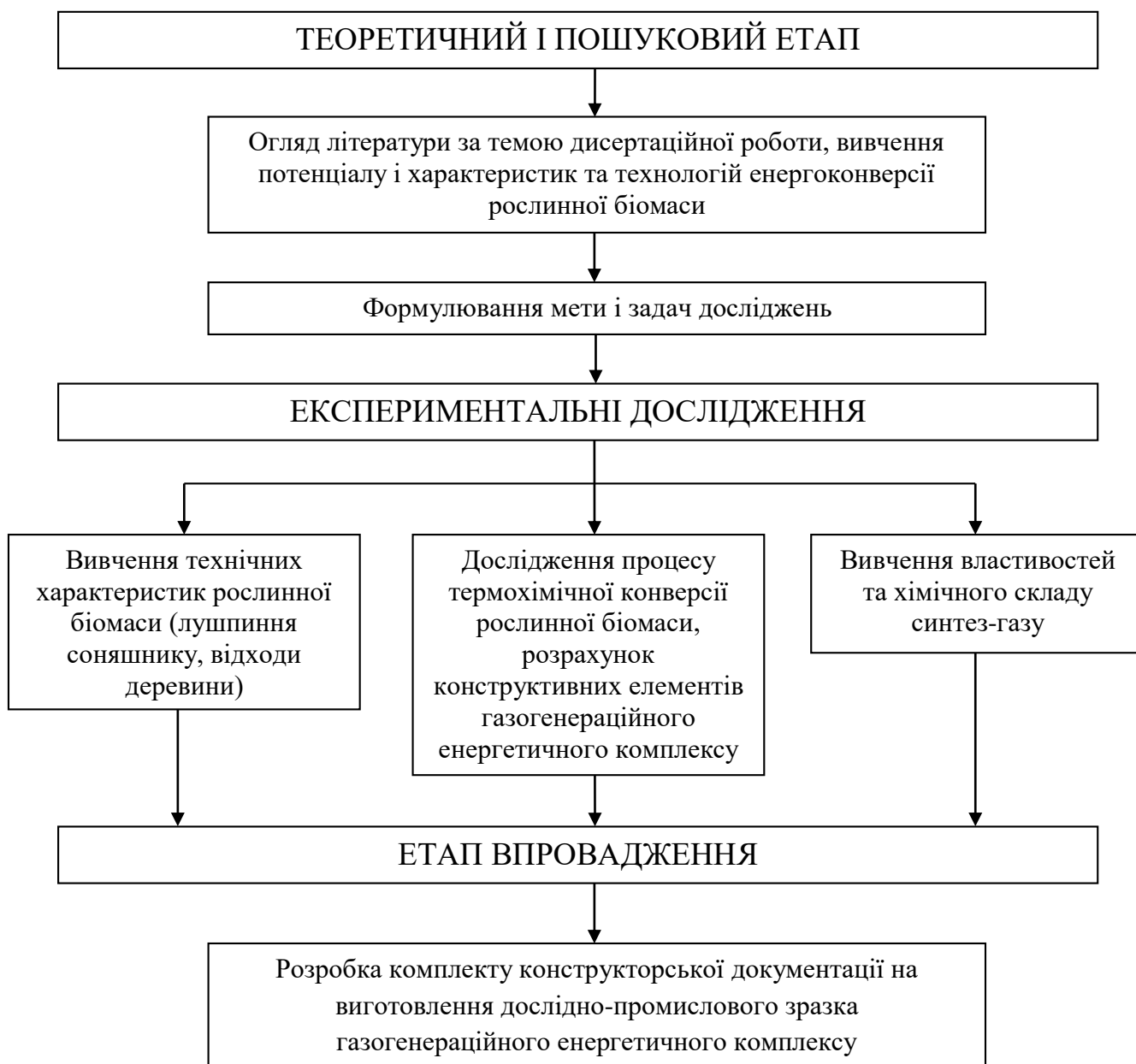


Рис. 2.1. Схема проведення експерименту

Зольність палива визначалася за ГОСТ 1.1.022-90, вологість за ГОСТ 27314-91, вихід летючих за ГОСТ 6382-91, вуглець і водень за ГОСТ 24081-88, сірка за ГОСТ 8606-93, а кисень за різницею 100 % - сума компонентів. Теплота згоряння визначалася за ГОСТ 147-95 (ДСТУ 3581-97 Енергозбереження. Методи визначення теплоти згорання палива).

Дослідження характеристик деревини. Відходи деревопереробних комбінатів, як правило, являють собою сухі тирсу, стружку і кускові відходи. Цей тип відходів характерний для деревопереробних комбінатів. Виняток становить дрібнодисперсний пил від шліфування ДСП, що містить абразивні матеріали і смоли. Вологість відібраної проби відходів з пункту збору на відкритому повітрі склала близько 27 %, а робоча теплота згоряння близько 17,2 МДж/кг. Враховуючи можливе збільшення вологості в осінньо-зимовий період, для орієнтовних розрахунків прийнята калорійність палива 16,75 МДж/кг при вологості 10 %.

Питома вага відібраної проби складає всього 150 кг/м³. Близько половини відходів є «м'якими» з розмірами частинок біля 0,2÷1 мм, решта – стружка і щепи з максимальним розміром до 50 мм.

Елементарний склад золи визначався за РД 34.44.301-96.

Дослідження проводилися з групою основних видів рослинної біомаси, а саме: деревні відходи (стружка), біомаса рослинного походження ([лушпиння соняшнику](#)). В ході експерименту для названої вище сировини варіювалися дисперсність і фракційний склад, вологість, мінеральні складові.

Вологість досліджуваних матеріалів визначалася шляхом висушування зразка в сушильній шафі до отримання постійної ваги.

Теплота згоряння визначалася шляхом спалювання наважки палива в калориметричній бомбі, заповненій киснем. Досліди проводилися на лабораторній установці теплотехнічної лабораторії АК «САТЕР» м. Київ.

Газова проникність засипок з рослинних матеріалів визначалася виходячи із закону Дарсі:

$$K = \frac{\mu \cdot q}{S} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta p} \quad (2.1)$$

де K – газова проникність, м^2 ; μ – динамічна в'язкість газу, що фільтрується, $\text{Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$, q – об'ємна витрата газу, $\text{м}^3/\text{с}$, S – площа поперечного перерізу шару, м^2 ; Δp – перепад тиску по довжині, Па .

Для визначення газової проникності, на експериментальній установці (рис. 2.2) вимірювався перепад тисків в шарі засипки палива.

Установка включала в себе бункер 7 круглого перетину діаметром 0,1 м, оснащений шістьма U-подібними манометрами (1÷6), повітряну камеру 8 з пористою засипкою, газовий лічильник 9, повітродувку 10 і ґрати для вантажів 11. Повітря надходило в повітряну камеру, проходячи спочатку через шар пористої засипки, і далі через шар рослинних часток, пористість якої регулювалася шляхом установки вантажів на ґрати 11, розташовується на верхній межі шару.

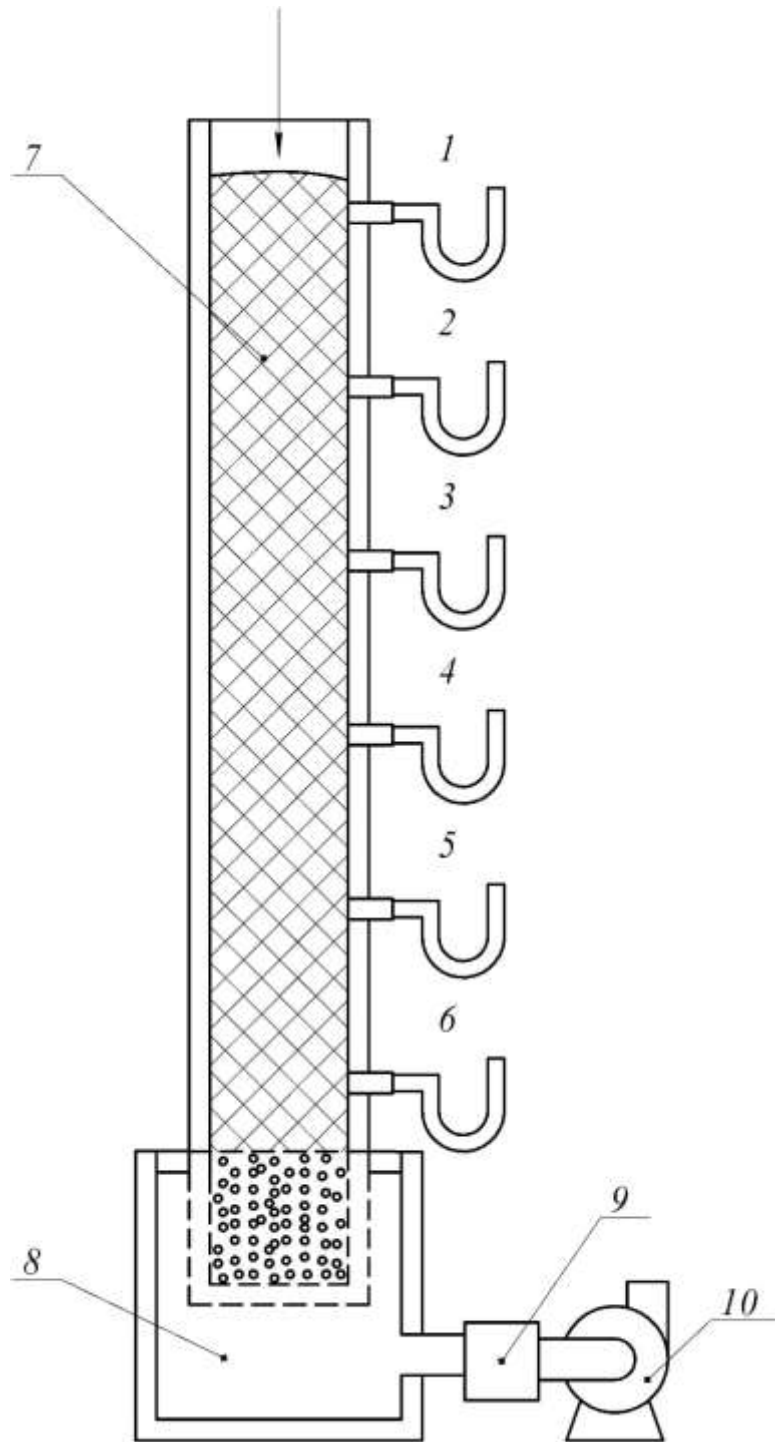


Рис. 2.2. Схема установки для визначення газової проникності

Перепад тиску Δp вимірювався в шести точках по висоті шару при різних значеннях витрати газу. Далі будувалася залежність $\Delta p = f(q)$. Тангенс кута нахилу одержуваних прямих щодо осі абсцис становив:

$$a = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta p}{q} \quad (2.2)$$

Тоді, відповідно до закону Дарсі, газова проникність засипки дорівнює:

$$K = \frac{1}{a} \cdot \mu \cdot \Delta L \cdot \frac{1}{S} \quad (2.3)$$

Теплопровідність рослинної біомаси визначалася на базі використання моделі зернистої системи на основі усередненого елемента. Прийнята модель з усередненими параметрами ілюструвала наявність безперервних контактів частинок в будь-якому напрямку і ізотропності зернистої системи з хаотичною структурою засипки.

Для розрахунку ефективної теплопровідності засипки теплопровідність частинок λ_1 визначалася з залежностей:

$$\lambda_1 = 0,215 - 0,06 \cdot \frac{T}{298}, \text{ при } T \leq 600\text{K} \quad (2.4)$$

$$\lambda_1 = (0,59 + 0,456 \cdot \frac{T}{298}) \cdot 0,064, \text{ при } T > 600\text{K} \quad (2.5)$$

Для визначення теплопровідності засипок був виготовлений зонд (рис. 2.3), що складається з корпусу 1 з вбудованим нагрівачем і термопарами, оснащений ручкою 2. Також в комплект зонда входить подовжувальний кабель 3 з термопарними електродами і механічним арматурним сталевим дротом і розділовою коробкою 4 з роз'ємами термопарних компенсаційних проводів і струмопроводів блоку живлення нагрівача.

Корпус зонда являє собою подвійний циліндр. Зовнішній був зроблений з неіржавіючої сталі марки 1X18H9T, з наконечником конічної форми 5, що полегшує введення зонда в досліджуваний матеріал і виготовленим з алюмінієвого сплаву Д16Т. Внутрішній циліндр 6 був оправою нагрівача 7, що являє собою жильний провід з електричною ізоляцією зовнішньої поверхні з термостійких волокон кварцу. Нагрівач був рівномірно намотаний на зовнішню поверхню внутрішнього тонкостінного циліндра у вигляді спіралі постійного кроку.

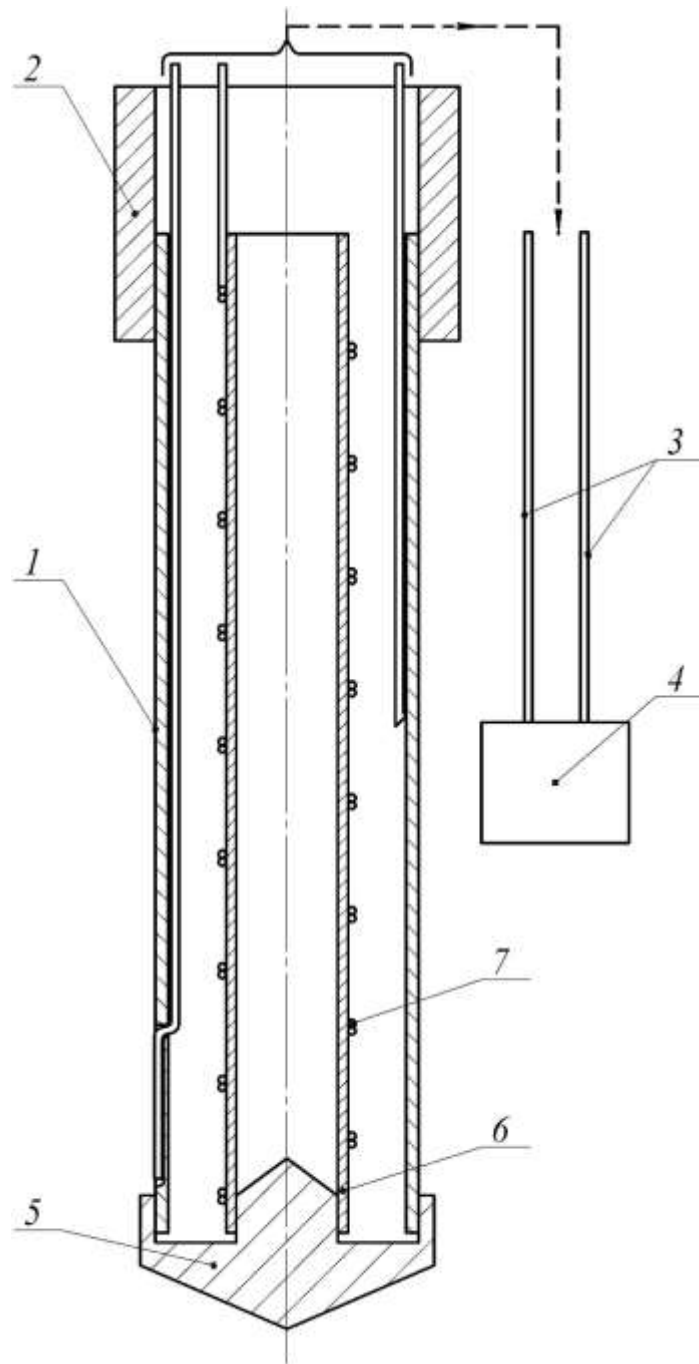


Рис. 2.3 Зонд для визначення теплопровідності

Теплопровідність в режимі рівномірного розігріву зонда визначалася за формулою:

$$\lambda_1 = \frac{Q_{\text{лін}}}{4 \cdot \pi \cdot [T_2(t_2) - T_1(t_1)]} \cdot \ln \frac{t_2 - t_1}{t_1 - t_0}, \quad (2.6)$$

де, $Q_{\text{лін}}$ – лінійна потужність (теповиділення на одиницю довжини зонда), t_i – значення поточного часу (рис. 2.11), $t_0 = t_{\text{поч.}} > 0$ - «постійна зонда» - час, після якого реєструються відповідні значення температури $T_1(t_1)$, $T_2(t_2)$.

Значення t_0 оцінювалося із співвідношення:

$$t_0 = t_{ноч} \cong 0,2 \cdot \frac{d_3^2}{a}, \quad (2.7)$$

де d_3 – діаметр зонда, м; $a = \lambda / (c \cdot \gamma)$ – температуропровідність засипки, $\text{м}^2/\text{с}$, λ – орієнтовне (очікуване) значення теплопровідності засипки, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, γ – щільність засипки, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Вимірвальна комірка представлена на рис. 2.4. Зразок поміщали в кювету 1, утворену двома пластинами 2 і 3. У латунній пластині 4 кювети був встановлений металевий тепломір. Тепловий потік, що проходив через зразок, вимірювався по перепаду температур між ядром тепломіра 5 і пластиною 6, які були відокремлені один від одного шаром теплоізоляційного матеріалу 7. Для створення теплового режиму використовувалися два нагрівальних блоки 8, 9 за допомогою яких проводилося **термостатування** пластин 2 і 3 кювети на заданому температурному рівні. Холодні спаї термостовбців були вмонтовані в пластину, а гарячі спаї – в ядро тепломіра 5.

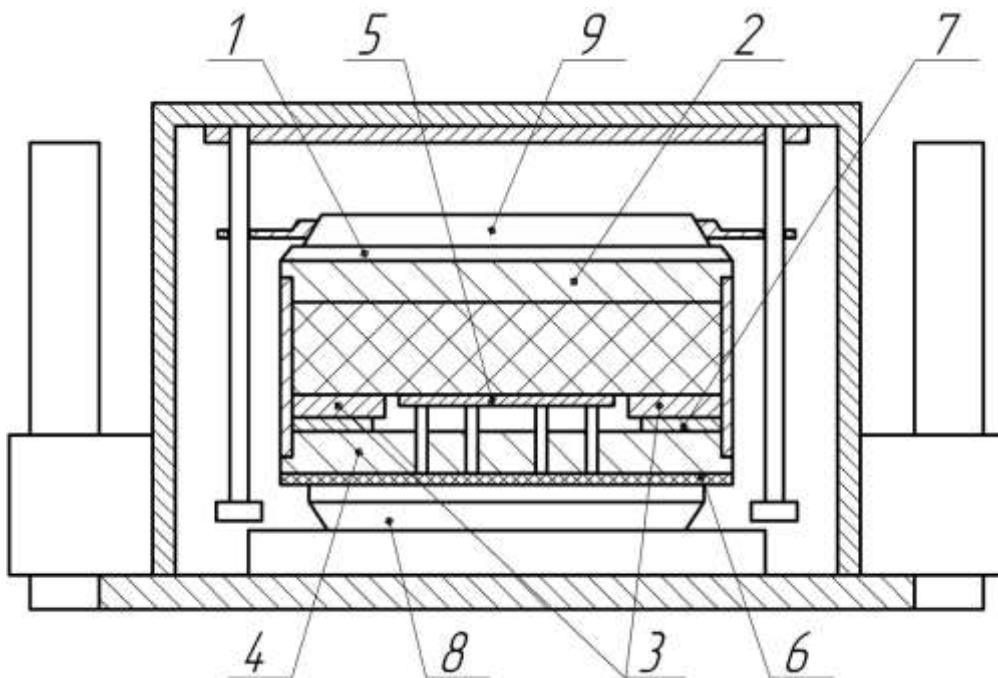


Рис. 2.4. Вимірвальна комірка для визначення теплопровідності

Висновок розрахункових співвідношень для визначення ефективного коефіцієнта теплопровідності $\lambda_{\text{еф}}$ зразка на основі експериментальних даних був заснований на аналізі теплових потоків.

У стаціонарному режимі тепловий потік проходить через зразок від більш нагрітої пластини кювети до менш нагрітої, дорівнює потоку $Q_{\text{вим}}$, виміряного тепломіром, за вирахуванням потоку через бічну поверхню зразка:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{вим}} - Q_{\text{пот}} \quad (2.10)$$

Враховуючи, що для більшості теплоізоляційних матеріалів у вузькому діапазоні температур (до 50 К) величина коефіцієнта теплопровідності з достатнім рівнем точності описується лінійною залежністю, і, роблячи припущення про нескінченну протяжність пластини зразка, потік, що проходить через нього, може виражатися співвідношенням:

$$Q_n = \frac{\lambda_{\text{эф}}}{h} \cdot (t_1 - t_2) \cdot S_T \quad (2.11)$$

де $\lambda_{\text{эф}}$ – ефективний коефіцієнт теплопровідності матеріалу зразка, віднесений до середньої температури $t_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (t_1 + t_2)$; t_1, t_2 – температури зовнішньої поверхні тепломіра і стінки кювети; h – товщина зразка; ΔT_T – площа поверхні ядра тепломіра.

Вимірний тепломіром потік визначався за формулою:

$$Q_{\text{вим}} = \sigma_T \cdot \Delta T_T \cdot S_1 \quad (2.12)$$

де σ_T – питома тепла провідність тепломіра; ΔT_T – перепад температури між гарячим і холодним спаями тепломіра.

З вище вказаних співвідношень визначалося значення ефективного коефіцієнта теплопровідності досліджуваного зразка:

$$\lambda_{\text{эф}} = \frac{\sigma_T \cdot h \cdot \Delta T_T}{t_1 - t_2} - \frac{Q_{\text{ном}} \cdot h}{S_T \cdot (t_1 - t_2)} \quad (2.13)$$

Оскільки величина $Q_{\text{пот}}$ залежить від перепаду температур між ядром тепломіра t_1 і пластиною t_3 , то

$$\frac{Q_{\text{ном}}}{S_T} = A \cdot (t_1 - t_2) = A \cdot \Delta T_B \quad (2.14).$$

В результаті градувальних дослідів встановлено, що тепловий потік втрат досить малий і ним можна нехтувати. Тому, в принципі, можна прийняти $A = 0$. Тоді остаточно маємо:

$$\lambda_{ef} = \frac{(\sigma_T \cdot \Delta T_T - A \cdot \Delta T_6) \cdot h}{t_1 - t_2} \quad (2.15)$$

Величини σ_T і A визначалися з градуювальних дослідів з матеріалами, що мають відомі значення коефіцієнтів теплопровідності.

Таким чином, для визначення величини ефективного коефіцієнта теплопровідності матеріалу необхідно задатися товщиною зразка, а після отримання стаціонарного теплового режиму на експериментальній установці виміряти:

- температури ядра тепломіра і стінок кювети (t_1, t_2, t_3);
- перепад температури на робочому шарі тепломіра ΔT_T .

Для проведення експериментальних випробувань був використаний дослідно-промисловий зразок газогенераторної установки ГЕКА-3, спеціально створеної для вивчення локальних процесів. Для роботи даної установки та безпосередньо на ній проводилися дослідження проникності шару, температурного режиму по перетину і висоті газогенератора, вологості, динаміки зміни температури, витратних характеристик палива і генераторного газу його склад. При цьому використовувалися як стандартні методики, так і спеціально розроблені вимірювальні засоби: пробовідбірники, термометричні зонди.

Перевірка умов проведення випробувань здійснювалася з використанням наступних приладів:

- температури – технічним термометром ТТП з межами вимірювання від - 60 до + 50 °С, з похибкою ± 3 °С;
- вологості – психрометром аспіраційним з межами вимірювання при температурах від - 30 до + 50 °С і вологості від 10 % до 100 %, з похибкою $\pm 1,5 \div 2$ %;
- тиску – барометром М-9В з межами вимірювання 300÷810 мм. рт. ст., з похибкою ± 1 мм. рт. ст.

Перевірка масової продуктивності по сирому матеріалу проводилася розрахунковим способом, за формулою:

$$G = 60 \cdot \frac{G_M - G_T}{\tau} \quad (2.16)$$

де G_M – маса тари з паливом, кг; G_T – маса тари, кг; τ – час наповнення тари, хв.

Відносна похибка вимірювання масової продуктивності визначалася за формулою:

$$\delta_c = \pm \sqrt{\delta_\tau^2 + \frac{G_M^2}{(G_M - G_T)^2} \cdot \delta_{G_M}^2 + \frac{G_T^2}{(G_M - G_T)^2} \cdot \delta_{G_T}^2} \quad (2.17)$$

де δ_{G_M} – відносна похибка вимірювання маси тари з паливом, %; δ_{G_T} – відносна похибка вимірювання маси тари, %; δ_τ – відносна похибка вимірювання часу, %.

Вимірювання G_M і G_T виконувалося вагами з діапазоном вимірювання від 30 до 600 кг з межею похибки 0,3 %.

Аналіз проб з визначення горючих компонентів CO, CH₄ проводився на хроматографі «Газохром-3101». Якість та рівномірність проби контролювалася порівнянням її з середнім значенням складу газу, отриманим по пробам, відібраним з різних точок перетину.

Для відбору проб газу був розроблений спеціальний пробовідбірник, що забезпечує якість проби запиленого потоку (рис. 2.5): вирівнююча склянка 1 наповнювалася насиченим водним розчином кухонної солі. Газ, за допомогою газовідбірної трубки подавався до фільтру 4, який був заповнений аскарітом. Далі, відкриваючи кран 3 та послаблюючи затискач на гумовій трубці 5 заповнювали систему відібраним газом. Потім затискач 6 замикався і проба прокачувалася через робочий дозатор (шприц) не менше 3 разів. Після цього шприцом проба вводилася в хроматограф.

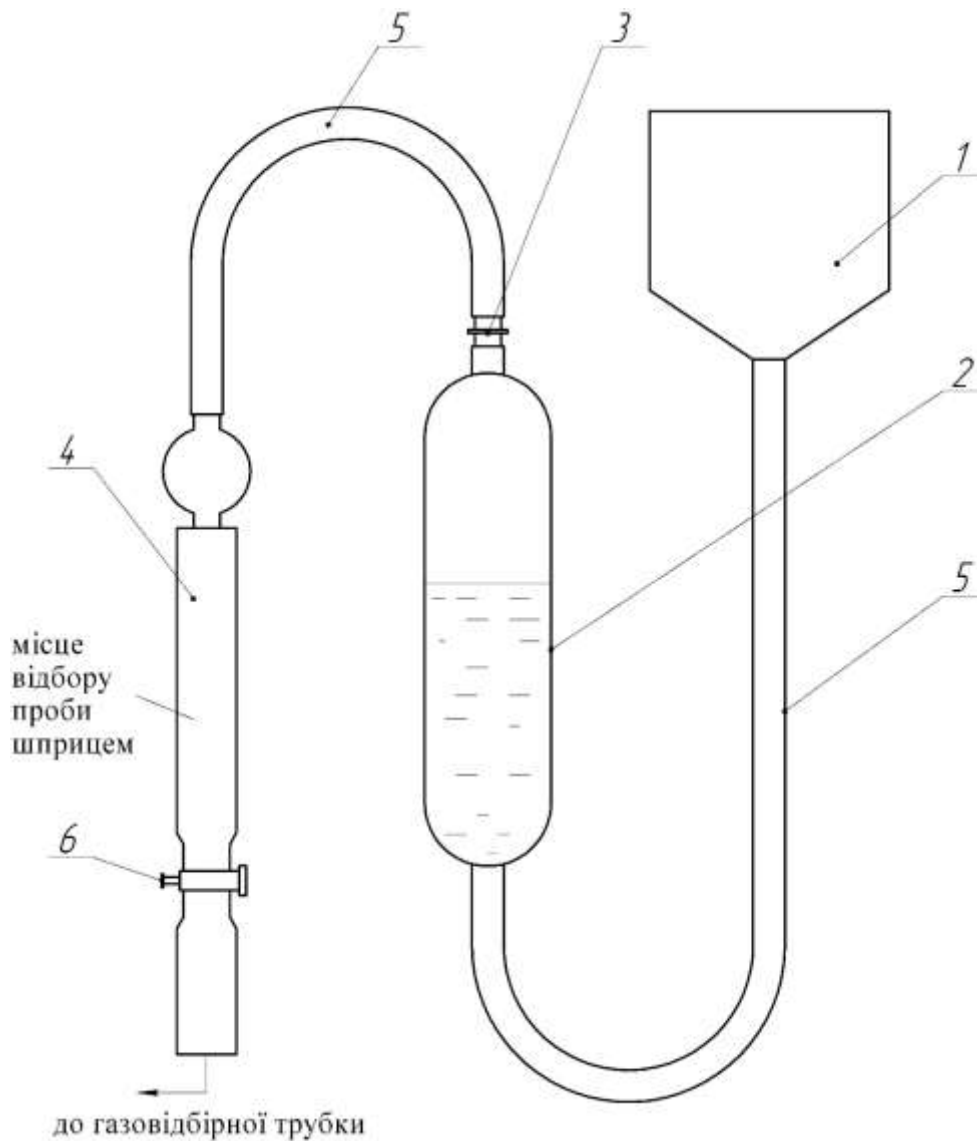


Рис. 2.5. Схема відбору проб для проведення аналізу складу генераторного газу

Перед кожним дослідом проводилося калібрування хроматографа еталонним газом.

Хімічний недопал за результатами аналізу визначався за формулою:

$$q_s = \frac{(30,2 \cdot CO + 25,8 \cdot H_2 + 85,5 \cdot CH_4) \cdot h}{Q_i^r} \cdot 100\% , \quad (2.18)$$

$$h = \frac{RO_2^{\max}}{RO_2^{\max} + CO + CH_4} , \quad (2.19)$$

Відносна похибка вимірювання на хроматографі $\pm 5\%$. Поріг чутливості, % об.: $H_2 - 5 \cdot 10^{-4}$; $CO - 1 \cdot 10^{-3}$; $CH_4 - 1 \cdot 10^{-3}$.

Аналіз проб генераторного газу на вміст O_2 і CO_2 проводився на газоаналізаторі ЦПХ (ГОСТ 5329-74).

Коефіцієнт надлишку повітря визначався за формулою:

- при наявності хімічного недопалу:

$$\alpha = \frac{21}{211 - (O_2 - (0,5 \cdot CO + 0,5 \cdot H_2 + 2 \cdot CH_4))}, \quad (2.20)$$

- при відсутності хімічного недопалу:

$$\alpha = \frac{21}{21 - O_2}, \quad (2.21)$$

Вміст окислів азоту в газі визначався лінійно-калориметричним методом за допомогою приладу УГ-2 і реактивів. Відбір проб проводився одночасно з відбором проб для загального аналізу генераторного газу. Розведення проби проводилося на апараті з кількома каліброваними колбами і бюретками. Вимірювання пофарбованої ділянки реактиву в індикаторній трубці проводилося в міліметрах. Концентрація NO_x в розведеній пробі визначалася за графіком, побудованим за даними шкали приладу, в залежності від висоти пофарбованої ділянки. Дійсна концентрація NO_x розраховувалася за формулою:

$$NO_x = NO_{x'} \cdot \tau \cdot d \cdot t \cdot n, \quad (2.22)$$

де NO_x – дійсна концентрація окислів азоту в газі, mg/m^3 ; $NO_{x'}$ – заміряна концентрація окислів азоту в газі, mg/m^3 ; τ – поправка на час проходження проби через індикаторну трубку; d – поправка на діаметр індикаторної трубки; t – поправка на температуру навколишнього повітря, при якій проводилися аналізи; n – коефіцієнт розбавлення газу повітрям.

$$n = \frac{V_B + V_G}{V_G}, \quad (2.23)$$

де V_B – об'єм повітря, яким розбавляється проба; V_G – об'єм проби газів, що розбавляється.

Вимірювання статичних тисків і швидкісних напорів по газоповітряному тракту газогенераторної установки в залежності від їх рівня і цілей. Вимірювання здійснювалися U-подібними манометрами, тягонапороміром Креля і

мікроманометрами. Абсолютна похибка відліку по шкалі U-подібного манометра не перевищувала + 2 мм (при вимірюванні постійного тиску) і ± 5 мм (при вимірі пульсуючого тиску).

На виході з газогенератора, крім складу газу, визначалися його температура і запиленість. Також відбиралися проби для визначення вмісту в генераторному газі низько конденсованих середовищ.

Вимірювання витрат тепло- і енергоносія здійснювалося дросельними приладами, що встановлюються відповідно до вимог стандарту. У тих випадках, коли при вимірюванні витрати не представлялося можливим забезпечити вимоги ГОСТу, витрата визначався за показаннями трубки Прандтля, встановленої по осі потоку з поправкою на коефіцієнт поля, яка визначається в свою чергу, шляхом спеціального тарування з траверсуванням каналу по двох взаємно перпендикулярних діаметрах.

Дослідно-промислові випробування проводилися на газогенераційній установці ГЕКА-3 (теплова потужність до 100 кВт). Для газогенераційної установки була складена індивідуальна програма дослідження, що враховувала особливості сировини і потужність установки. За основу бралася методика-ЦКТІ, спеціально розроблена для наших досліджень.

Загальним для газогенератора було визначення витратних характеристик (паливо, дуття, генераторний газ) при різній якості сировини з врахуванням характеристик палива.

Склад газу і його температура визначалися перед пальником. Склад продуктів згорання визначався на вміст CO_2 , NO_x , смоли, димності. В якості важливих характеристик якості процесу газифікації розглядалися вміст кисню та органічної частки в золі. Газовий аналіз, в методичному плані, аналогічний описаному в **розділі 2.2.2**. Органічну частину визначали шляхом прожарювання золи в муфельній печі до постійної ваги.

При цьому визначалися режимні параметри на номінальному навантаженні і навантаженні 50 % від номіналу, відповідність розрахункових і фактичних

характеристик, надійність і експлуатаційні характеристики окремих вузлів і систем. Випробування проводилися на різних видах біомаси з вологістю W^p від 25 до 60 %.

Визначення технічних характеристик вихідного палива.

Визначення маси. Маса проби вихідного палива визначалася за допомогою мірного циліндра – 2000 мл з похибкою $0,002 \pm 0,0002 \text{ м}^3$ ГОСТ 1770-74Е і ваг лабораторних ВЛР-1 з ц.д. 10 мг ГОСТ 19491-77.

Визначення вологості. Відносна вологість рослинної біомаси визначалася шляхом висушування проби палива в сушильній шафі 2В-151 при температурі $102 \div 105 \text{ }^\circ\text{C}$ до постійної маси. Необхідні зважування проводилися на вагах ВЛВ-100. Вологість палива визначалася за формулами:

$$W^p = \frac{g_1 + g_2}{g_1} \cdot 100\% , \quad (2.24)$$

де g_1 – маса палива до сушіння; g_2 – маса палива після сушки.

Визначення виходу летючих горючих речовин. Вміст летючих речовин у початковому паливі визначався ваговим методом. Проба палива прожарювалась в муфельній печі при температурі $820 \div 850 \text{ }^\circ\text{C}$, зважування проводилося на лабораторних вагах ВЛР-1. Вміст летючих визначався за формулою:

$$W^p = \frac{g_{c.m.} + g_k}{g_1} \cdot 100\% , \quad (2.25)$$

де g_1 – маса вихідного палива; g_k – маса коксу (визначалася шляхом зважування залишку після прожарювання проби); $g_{c.m.}$ – маса сухого палива.

Визначення зольності. Зольність вихідного палива визначалася ваговим методом після повного спалювання палива в муфельній печі при температурі $820 \div 850 \text{ }^\circ\text{C}$. Вміст золи визначався за формулою:

$$A^p = \frac{g_z}{g_1} \cdot 100\% , \quad (2.26)$$

де g_z – маса золи; g_1 – маса вихідного палива.

Крім того, визначалася частка органічних речовин в зольному залишку після газифікації. Методика аналогічна описаній вище.

Визначення температури. Для спостереження за ходом процесу газифікації і подальшого аналізу температурного режиму в установках використовувалися термопари ТХА-ХШ ГОСТ 6616-53 в комплекті з потенціометром КВП1-512 і межею вимірювань до 1100 °С. Безпосередньо в зоні газифікації використовувалися платино-платино-родієві термопари з межею вимірювань до 1300 °С.

Дійсне значення термоЕРС, вимірюване потенціометром, визначалося за формулою:

$$E = E_T \pm \Delta E_{II} \pm \Delta E_{с.к.}, \quad (2.27)$$

де E_T – значення термоЕРС по приладу, мВ; E_{II} – основна поправка потенціометра за атестатом, мВ; $E_{с.к.}$ – поправка на температуру вільних кінців перетворювача, мВ.

Далі, за допомогою [градуированих](#) таблиць визначалася температура вимірюваного середовища.

Визначення тиску. Динамічний тиск P_g вимірювався за допомогою мікроманометра ММН-2400 (5) -1,0.

Покази, що знімаються за шкалою мікроманометра під час вимірювань виражалися в міліметрах. Для отримання вимірюваного тиску (що виражається в Н/м) ці покази оброблялися за наступною формулою:

$$P_g = (l - l_0) \cdot K \cdot \Delta K_T \cdot K_{TP}, \quad (2.28)$$

де l_0 – початковий відлік за шкалою мікроманометра до початку вимірювань, мм; l – робочий відлік за шкалою мікроманометра, мм; K – коефіцієнт, зазначений на приладі; K_T – поправочний коефіцієнт ММН-2400; K_{TP} – коефіцієнт пневматичної трубки.

Значення K_T , K_{TP} визначалися таруванням приладу.

Для зіставлення результатів вимірів, проведених у різний час при різних атмосферних умовах, в формулу було введено коефіцієнт Δ , за допомогою якого результат вимірів наводився до нормальних умов:

$$\Delta = \frac{760 \cdot (273 + t)}{293 \cdot B}, \quad (2.29)$$

де t – температура повітря в умовах вимірювання, °С; B – барометричний тиск в умовах досвіду, мм. рт. ст.

При русі газу в трубопроводі швидкості газу в різних точках одного й того ж діаметру труб різні, тому для однієї труби вироблялося кілька вимірів в різних точках перетину. В результаті виходило середнє значення динамічного тиску.

Відстань від стінки труби до кожної точки (величина занурення **пневмометричної** трубки в трубопроводі) визначалася за формулою:

$$r_i = R \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2i-1}{n}}\right), \quad (2.30)$$

де R – радіус трубопроводу, мм; i – порядковий номер точки; n – вибране кількість точок.

Зробивши вимірювання динамічних тисків в кожній точці, включаючи і нульову центральну точку, і обробивши розрахунки за формулою для розрахунків вимірюваного тиску, визначали середньоквадратичне значення динамічного тиску в даному перерізі труби:

$$P_{g\text{ cp}} = \frac{\left(\sqrt{P_{g_1}} + \sqrt{P_{g_2}} + \dots + \sqrt{P_{g_n}}\right)}{n}, \quad (2.31)$$

де n – кількість точок вимірів по обох діаметром, за винятком центральної нульової точки.

Визначення витрат повітря і газу. Визначення витрат повітря і генераторного газу проводилося за допомогою дросельних шайб, які були виконані і відтаровані за **правилами 28-64**. Перепад тиску в даному випадку визначався диференціальними водяними манометрами. Відмінною особливістю виміру витрат одержуваного газу є те, що генераторний газ містить певну кількість парів смол, які, конденсуючись на кромках дросельних шайб, знижують точність вимірювань. Тому дросельні пристрої монтувалися не на основному газопроводі, а на обвідному і під час проведення замірів генераторний газ пускався по обвідному трубопроводу, а основний трубопровід перекривався.

Визначення продуктивності установки по паливу. Визначалася в наступній послідовності:

- визначався обсяг бункера, шляхом вимірювання рулеткою ЗПК 3-10 АУТ/1 7502-80 основних геометричних розмірів бункера і надалі геометричним розрахунком. Виходячи з попередніх вимірів об'єму бункера, визначалася маса палива в повністю наповненому бункері за формулою:

$$M_g = V_{\delta} \cdot m_g , \quad (2.32)$$

де m_g – маса 1 м³ палива; V_{δ} – об'єм бункера, м³.

- розрахунок продуктивності установки по паливу при наявності отриманих вихідних даних проводили за формулою:

$$Q_y = \frac{n \cdot m_g}{\tau} \cdot 3600 , \quad (2.33)$$

де n – число завантажень бункеру лущинням соняшнику за час τ ; τ – час роботи газогенератора за результатами хронометра.

Визначення витрати вологого газу. Середня швидкість газу в перерізі визначалася за формулою:

$$V_{cp} = \sqrt{\frac{2 \cdot P_{gsc}}{\rho}} , \quad (2.34)$$

де ρ – щільність генераторного газу в трубопроводі.

Щільність генераторного газу в трубопроводі визначалася за формулою:

$$\rho = \rho_n \cdot \frac{P \cdot T_n}{P_n \cdot T \cdot k} + \rho_{en} , \quad (2.35)$$

де ρ_n – щільність генераторного газу при нормальних умовах (визначалася після проведення аналізу хімічного складу газу), кг/м³:

$$\rho_n = \sum_{i=1}^n \rho_i \cdot \alpha_i , \quad (2.36)$$

де α_i – об'ємні частки i -ої компоненти в генераторному газі; ρ_i – щільність i -ої компоненти при нормальних умовах; P, P_n – абсолютний і нормальний (по ГОСТ 2939-63) тиск в трубопроводі, Н/м²; T, T_n – абсолютна і нормальна (по ГОСТ 2939-63) температури в трубопроводі, К; k – коефіцієнт стисливості генераторного газу; $\rho_{вп}$ – щільність водяної пари (визначалася за таблицями водяної пари при її парціальному

тиску і температурі T ; температура газу в трубопроводі вимірювалася лабораторним ртутним термометром), кг/м^3 .

Витрата газу в даному перетині визначався за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot V_{c\delta}, \quad (2.37)$$

де d – діаметр труби, м.

Зі зміною витрати газу характер швидкісного поля в перерізі майже не змінюється. Тому для подальших дослідів використовувався коефіцієнт швидкісного поля K_n , який являє собою відношення середньої швидкості по перетину V_{cp} до швидкості в центрі труби V_0 :

$$K_n = \frac{V_{cp}}{V_0}, \quad (2.38)$$

Швидкість газу в центрі труби визначалася через динамічний тиск, виміряний в центральній нульовій точці:

$$V_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot P_g}{\rho}}, \quad (2.39)$$

Знаючи коефіцієнт поля, при подальших дослідях, заміри проводилися в центрі труби і з формули визначалася середня швидкість газу:

$$V_{cp} = K_n \cdot V_0, \quad (2.40)$$

Висновки. Проведені аналіз і дослідження властивостей рослинної біомаси, як палива для газогенераторної установки, які включали в себе систематизацію даних, отриманих вітчизняними та зарубіжними авторами, а також результати власних досліджень по визначенню проникності шару палива, його теплопровідності, складу одержуваного газу та накопичений науково-технічний досвід при конструюванні дослідно-промислового зразка газогенератора шарового типу надалі використовуються нами для розробки установок шарової газифікації рослинної біомаси та їх тестування на підставі створеної методики випробування.

2. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ

2.1 Біомаса - це джерело енергії

Торф`яна галузь – це розробка (видобування) і механічна переробка торфу.

Розробка торфу починається з підготовки торфового родовища, яке забезпечує рух і роботу машин, а також добування торфу з мінімальними втратами, можливість доведення його до необхідної залишкової вологості, зберігання і транспортування споживачам.

Підготовка торфового родовища складається з осушення родовища, планування (вирівнювання) поверхні, будівництво мостів та транспортних комунікацій, вилучення деревної та кущової рослинності, корчування та виведення корчів ,знищення живого трав`яного і мохового покривів.

Добування торфу в Україні ведеться переважно відкритим (фрезерним) способом.

Технологія добування фрезерного торфу складається з таких основних операцій:

- 1.Фрезерування(зрізання) верхнього торф`яного шару на глибині 5-20 мм. з метою отримання торф`яної крихти.
- 2.Одно-трьох разове ворущіння торф`яної крихти з метою її осушення.
- 3.Валкування висушеної торф`яної крихти (готова продукція)
- 4.Збирання.

Продукція на основі торфі та її практичне застосування.

Торф використовують як паливо для ТЕС, як комунально-побутове паливо (у вигляді брикетів, кускового торфу), як органічне добриво для с/г, на його основі виготовляють ґрунти для розсади овочів, пресують плити та блоки для тепло та звукоізоляції в будівництві.

Виготовлення торф`яних брикетів:

1. Подрібнення торфу.
2. Сепарація (відбір часток необхідної величини).
3. Штучне висушування до залишкової вологості 12- 14 %.
4. Пресування висушеного торфу в брикет.
5. Складування і зберігання брикету.

В хімічній промисловості торф використовують для отримання горючих газів, дьогтю, коксу, етилового спирту, штучного воску.

Продуценти хімічної переробки торфу (термічна і суха переробка, екстрагування, гідроліз):

1. Горючий газ (газифікація торфу).
2. Активне вугілля (сорбент).
3. Із 1т сухого торфу отримують: етилового спирту – 10л, щавлевої к-ти до 30кг, рідкої вуглекислоти – до 35кг.
4. Бітуми, віск, штучні волокна.
5. Кормові дріжджі (гідролізом)
6. Торфолужні реагенти.

Сировинна база України.

В області обліковується 252 родовища і 8 об'єктів обліку (всього 260) з 16 видів різноманітних корисних копалин, з яких 82 родовища і 4 об'єкти обліку розробляються.

Мінерально-сировинна база області на 18,2% складається з паливно-енергетичних корисних копалин (вугілля, торф), на 62,7% - із сировини для виробництва будівельних матеріалів, решта 1,6% – гірничорудні корисні копалини, 0,4% - нерудні корисні копалини для металургії, 18,2% - прісні та мінеральні підземні води.

В області розвідано 8 родовищ бурого вугілля, загальні запаси якого складають 82,26 млн. т промислових категорій А+В+С1.

Під будівництво вуглевидобувних підприємств підготовлено 4 резервні ділянки загальною проектною потужністю 1,8 млн. т вугілля на рік.

Торф представлений 37 родовищами з загальними запасами 22,3 млн. т промислових категорій А+В+С1, із яких у промисловій розробці періодично перебуває 12 родовищ з сумарними запасами 14,89 млн. т промислових категорій А+В+С1. Видобуток торфу за 2006 рік склав 26 тис. т, або 4,35% від загального видобутку в Україні. Торф використовується як добриво і паливо.

На межі Черкаської та Кіровоградської областей розташоване Бовтиське родовище горючих сланців з запасами 3790 млн. т. Прогнозні ресурси сланців складають 15849 млн. т при бортовому вмісті смоли 6% та 5989 млн. т при бортовому вмісті смоли 10%. Ресурси смоли, відповідно, складають 1664 млн. т та 826 млн. т. Вихід моторного палива зі смоли – 57%, у т. ч. бензинової фракції – 19%, дизельної фракції – 38%. Родовище Державним балансом не враховане.

Слід зазначити, що в Китаї розробляються сланці (25 млн. т/рік) з максимальним вмістом смоли 6,9% і практично повністю переробляються для отримання моторного палива. Це свідчить про те, що існують цілком реальні перспективи освоєння Бовтиського родовища. Із видобутої смоли з урахуванням втрат можливо виробництво до 800 млн. т сирої нафти, що повністю забезпечить потреби України у моторному паливі упродовж досить тривалого часу.

На Черкаському родовищі існують ділянки глин, які можуть замінити лужні бентоніти, що завозяться в Україну з інших країн. Для їх оцінки плануються геологорозвідувальні роботи.

В якості сировини для виробництва вогнетривких матеріалів використовуються вторинні каоліни. Розробка їх здійснюється на двох родовищах – Новоселицькому і Мурзинському. Західнорижанівське родовище вторинних каолінів не розробляється. Загальні запаси каолінів вторинних 44,08 млн. т за категоріями А+В+С1. Видобуток каоліну у 2006р. склав 282 тис. т, що становить 12,4% від загального видобутку в Україні.

Перспективною сировинною базою для металургійної промисловості є ділянка Південна Мурзинського родовища, запаси якої складають 8,57 млн. т промислових категорій В+С1.

Держбалансом враховано також велике родовище вогнетривкої глини донецького (часів-ярьського) типу – Озерянське з запасами 45,5 млн. т за кат. С1, 11,5 млн. т за кат. С2 і 9,8 млн. т – позабалансові запаси. Ці глини користуються великим попитом у найрізноманітніших галузях виробництва (хімія, нафтохімія, кераміка, шкіряне і текстильне виробництва, лаки, фарби тощо) і не тільки в Україні, але і в Росії та інших країнах СНД.

На даний час Озерянське родовище не розробляється, рекомендується до промислового освоєння.

Україна займає третє місце серед країн СНД за запасами торфуги. Балансові запаси повітряно-сухого торфуги складають 2,7 млрд. т. Головним чином торфуги родовища зосереджені в Поліссі, а також у Черкаській та Львівській областях. Середня теплотворна здатність торфуги - 2300 ккал/кг. Родовища горючих сланців є у Кіровоградській, Львівській, Черкаській, Закарпатській та інших областях. їх загальні запаси складають 3,7 млрд. т. У лісистих районах України (Карпати, Полісся, частково лісостеп) використовують як паливо дрова. Обсяг споживання дров складає понад 1 млн. т (у перерахунку на умовне паливо).

Черкаська область володіє добре розвиненою сировинною базою будівельних матеріалів. На її території налічується 157 родовищ і 7 об'єктів обліку з 6 видів корисних копалин, що застосовуються у будівництві, з яких 51 родовище і 4 об'єкти обліку розробляються.

Сировинна база з виробництва буту і щебеню базується на 34 родовищах будівельного каменю із загальними запасами 173,88 млн. м³ за категоріями А+В+С1, з яких у промисловій розробці перебуває 15. У 2006 р. видобуток сировини склав 976 тис. м³ (4,03% від загального видобутку в Україні). Бутом і щебенем забезпечуються потреби не тільки Черкаської, але і сусідніх областей України. Готова продукція також вивозиться в Росію.

2.2 Хімічна характеристика органічних речовин

Рівень забруднення навколишнього середовища при спалюванні відповідного палива залежить від вмісту в ньому азоту і сірки.

Найбільші поклади торфу у північній частині Карпатського району, серед них Великомоствівське, Стоянівське, Радехівське і Львівське. Проте видобуток торфу в якості палива скорочується, що цілком закономірно, оскільки він є цінним добривом і сировиною для хімічної промисловості. Як ресурси палива низької якості або сировина для виробництва нафтопродуктів можуть використовуватись менілітові сланці Карпат. Площа їх залягання більш як 30 тис. км². Вони містять 8-25% органічної речовини. Але на сьогодні запаси їх не використовуються.

Торф видобувають із боліт, після чого сушать і брикетують. Ця копалина характеризується середнім рівнем вологості (30-55%), який залежить від способу видобутку і сушки. Зольність торфу коливається від 7 до 15%. Теплота згоряння торфу складає 8,38-10,72 МДж/кг (3511-4492 ккал/кг).

Основними споживачами торфу як палива в Україні є:

- сільське господарство;
- скляна промисловість;
- фарфоро-фаянсова промисловість;
- харчова та місцева промисловість.

Що виробляють з торфу?

- ацетон;
- оцтову кислоту;
- кормові дріжджі;
- феноли;
- парафін і т. д.

Видобування торфу ведеться в 11 областях.

Найбільші запаси зосереджені:

Рівненська обл. (18%);

Волинська (18%);

Чернігівська (13%).

Довідка:

На 1.01.93 р. балансові запаси торфу в Україні склали 734,8 млн. т і були знайдені в 1709 родовищах загальною площею 512,7 га.

Головною продукцією торфових заводів є:

- торфові брикети;
- кусковий торф для опалення;
- торф для добрив.

Видобуток паливного торфу нестабільний.

Властивості торфу:

Давня назва торфу — займиста земля. Згадки про торф як «займисту землю», що нею західноєвропейці користувалися для нагрівання їжі, трапляються в природничій історії (46 р. до н.е.)

Ознаки торфу за ступенем розкладу. Ступінь розкладу.

Головні ознаки стану торфу

Таблиця 6

Ступінь розкладу		Головні ознаки стану торфу
, %	Назва ступеня	
менше 15	Нерозкладений	Торф'яна маса не проходить крізь пальці. Поверхня торфу шорстка від залишків рослин, які добре розрізняються. Вода витискається струменем, як з губки, прозора, світла
15-20	Дуже слабо розкладений	Вода витискається частими краплями, струменем, слабо жовтувата
0-25	Слабо розкладений	Вода витискається у великій кількості, жовтого кольору, рослинні залишки майже

		відсутні
5-35	2 Середньорозк ладений	Маса торфу майже не проходить крізь пальці. У структурі торфу розрізняються залишки рослинності. Вода витискається частими світло-коричнюватими краплями, торф починає забруднювати руку
5-45	3 Добре розкладений	Маса торфу слабо продавлюється. Вода виділяється рідкими краплями, коричнюватого кольору
5-55	4 Сильно розкладений	Маса торфу проходить крізь пальці, забруднює пальці. У торфі помітні лише деякі рослинні залишки. Вода витискається у малій кількості, темно-коричневого кольору
5 і більше	5 Дуже сильно розкладений	Торф проходить крізь пальці у вигляді грязеподібної чорної маси. Вода не витискається. Рослинні залишки зовсім не розрізняються

Способи утворення:

За способами утворення торф поділяють на «верховий», «перехідний» та «низовий».

Верховий торф утворюється на верхових болотах і складається з залишків сфагнових мохів, пухівки, багульників. Верховий торф визначається низькою попільністю, високою теплотворністю, високою вологоємністю (від 600 до 1200 %), підвищеною кислотністю та низьким ступенем розкладання.

Низинні й перехідні торфи утворюються, відповідно, на низинних і перехідних болотах і складаються з перепрілих залишків деревної та трав'яної рослинності. Низинні й перехідні торфи відзначаються високою попільністю, малою

теплотворністю, середньою та слабкою кислотністю, високим умістом поживних речовин та багатим набором мікроелементів.

Торф з давніх часів привертав увагу людини. У країнах Західної Європи видобуток і використання торфу широко розвивалися в XII—XVIII сторіччях. У Росії на торф'яне паливо вперше неабияк зважив Петро I, який 1696 року віддав наказ видобувати торф у Воронежі та шукати його в околицях Азова, «як у місцях бездровних».

Поступово торф стали використовувати як торф'яний кокс у гамарстві, на здобування освітлювального газу. Початок промислового виробництва торф'яного напівкоксу та смоли прийшовся на кінець XIX — початок XX сторіччя.

На сьогодні торф використовують у сільському господарстві та тваринництві, лікуванні, біохімії та енергетиці. Розвиток сучасних виробничих технологій дозволяє створювати родючі ґрунти, де вирощують харчові рослини, видобувати добрива, стимулятори росту рослин, ізоляційні та пакувальні матеріали, вуглецевий відновлювач металу, активоване вугілля, графіт тощо.

Горіння торфу.

Торф - займиста корисна копалина, тобто непогане паливо.

Перші електростанції, побудовані в Радянському Союзі на початку 1920-х років навколо Москви, працювали саме на місцевому торфі. Останніми роками в Фінляндії, наприклад, близько 5-7 % відсотків всієї енергії, яка споживаються в країні, отримується з торфу.

На виробництво енергії придатний тільки торф середнього й високого ступенів розкладання, який видобувають із серединних та донних частин боліт.

Важливою перевагою торфу є його своєрідне горіння. Адже торфові волокна містять кисень, тому торф здатен горіти без додаткової подачі кисню.

Відмінності між торфом і бурим вугіллям

Таблиця 8

Показник	Торф	Буре вугілля
----------	------	--------------

Вміст вологи,%	> 75	< 75
Вміст вуглецю (Cdaf)%	в основному < 60	в основному > 60
Наявність вільної целюлози	є	відсутня
Здатність розрізатися	розрізається	не розрізається

Видобуток торфу

Просушування торфу після видобутку.

Протипожежний рів при видобутку торфу

Докладніше: Торфова промисловість

Розробляють торф відкритим способом, бо всі торф'яні родовища розташовані на земній поверхні.

Існує дві основні схеми видобутку торфу: порівняно тонкими шарами з поверхні землі та глибокими кар'єрами на всю глибину торф'яного пласту.

За першою з цих схем торф виробляють витиранням, а за другою – екскаваторним (або кусковим) способом. Відповідно й торф способом видобутку поділяють на витятий і кусковий.

Для транспортування торфу до місця сушки використовують аблегери.

Екологія. Торф'яники вкривають близько 3 % поверхні земної суші або від 3,850,000 до 4,100,000 км². З цих трьох відсотків близько 7 % знаходяться в промисловій розробці.

В залежності від глибини торф'яних покладів, промислова розробка болота триває 20-30 років. Так болота, промислова експлуатація котрих була розпочата в 1970 роках, вже частково вироблені і найближчим часом на більшості з них роботи будуть припинені. Існує декілька варіантів подальшого використання території: її можна знову заболотити, висадити ліс, віддати під сільськогосподарські землі або перетворити в озеро.

Компанії, які ведуть розробку торф'яних покладів, відповідальні за зниження шуму під час видобутку, контроль за рівнем пилу та вплив на водне середовище. Але екологічні організації Британії та Ірландії наголошують на тому, що широкомасштабний видобуток торфу з боліт призводить до руйнування дорогоцінного природного середовища різних видів дикої природи. По причині особливих екологічних умов заболочені території є домівкою для багатьох рідкісних організмів, які в природі більше ніде не зустрічаються. До того ж, з точки зору екологів видобуток торфу зі швидкістю, яка перевищує його утворення, є невиправданим, оскільки для відновлення торф'яних боліт потрібні роки.

Існують різні думки щодо екологічності торфу як палива. Одні вважають його екологічно чистим, інші дотримуються думки, що горіння торфу призводить до збільшення рівня вуглекислого газу в атмосфері, оскільки той містить CO₂.

При налагодженні технологічного циклу (збагачення) використання енергетичного потенціалу торфу може бути конкурентоздатним джерелом енергії.

2.3 Склад біомаси

Біомаса рослинного походження звичайно містить поглинену і сконденсовану вологу, різні типи органічних і деякі неорганічні з'єднання. Склад біомаси залежить від її походження.

При вивченні даного питання ми стикаємося з безліччю інших питань, які необхідно вирішувати в першу чергу. Постараємося їх систематизувати і дати поради та технічні рішення. При розгляді питань про вибір технології і обладнання необхідно відповісти на наступні чотири питання.

1. Тип сировини, яке буде перероблятися.
2. Технологія й устаткування для переробки.
3. Зберігання готової продукції.
4. Шляхи реалізації готової продукції.

З усіх цих питань необхідно мати чітке уявлення, що необхідно робити і які проблеми можуть виникнути на шляху реалізації проекту. Тільки послідовно вирішуючи поставлені питання, можна досягти позитивних результатів.

а. Найголовніше питання – це вибір сировини, яку необхідно переробляти. Існують три основних джерела органіки, з яких можливе отримання твердого палива:

- деревина;
- відходи сільського господарства;
- торфовища.

Усі перелічені джерела сировини відносяться до поновлюваних природних ресурсів. Переробка кожного виду має свої технологічні особливості.

а.1 Деревина. Переробка відходів деревообробної промисловості чи утилізація деревних матеріалів при санітарних та інших видах робіт можлива за наявності природних ресурсів у регіоні. Основними проблемами при переробці такої сировини будуть:

- подрібнення матеріалу;
- сушіння;
- пресування.

Важливим моментом є якість сировини. Фактор вологості сировини і присутність смол буде впливати на процес горіння палива. При використанні деревини в якості сировини дуже багато енергії у виробництві твердого палива буде забирати попереднє сушіння матеріалу, що знижує рентабельність виробництва.

а.2 Відходи сільського господарства. Переробка даного виду сировини вважається найбільш економічно перспективним. Сама природа дарує сухий матеріал. Питання в тому, як його правильно переробляти і ефективно використовувати. Розроблена нами технологія переробки із застосуванням нанотехнологій дозволяє збільшити прибутковість сільського господарства в 1,5-2 рази, при цьому необхідно дотримуватися рекомендацій агрономів і вчених, щоб не виснажувати землю в гонитві за економією.

а.3 Торфовища. При отриманні дешевих енергоносіїв даний вид ресурсів забутий. Зараз при зміні ситуації на ринку енергоносіїв очікується істотний інтерес до переробки даної сировини.

Для рослинної тканини характерна наявність в стінках клітин клітковини, або целюлози, а також великих порожнин (вакуолей). Протоплазма живих клітин, наприклад зеленого листа, містить деякі протеїни і значну кількість води. Деревина, або ксилема, — тканина вищих рослин — складається з провідних елементів (трахеїд, судин механічних (лібриформ) і паренхімних клітин.

Вміст вологи. В механічних клітинах може міститися значна кількість вологи — сконденсованої і абсорбованої, причому кількість останньої залежить від вологості навколишнього середовища. В біомасі відходів деревини і тростини вміст вологи може досягати 50%, а після повітряної сушки —20%.

Деякі відходи сільськогосподарських культур, такі, як солома, містять близько 10-12% води. Волога знижує ефективність і економічність використання, а також транспортабельність палива.

Вміст золи. Вміст мінеральних речовин в рослинній біомасі залежить від типу рослин, його місцезнаходження і забрудненості ґрунту. Деревина містить близько 0,5% золи, яка складається головним чином з лужних і лужноземельних катіонів у вигляді карбонів, солі карбонових кислот і деяку кількість кремнію. Особливо у великих кількостях кремній міститься в соломі злакових рослин, в яких зола може досягати 18% і більш; в корі золи значно більше, ніж в деревині. Забруднення значно збільшують вміст неорганічних речовин в міських і сільськогосподарських відходах. Кремнієві і інші нерозчинні у воді неорганічні з'єднання зменшують тепловміст біомаси, а розчинні іонізовані з'єднання можуть робити каталітичний вплив на газифікацію і горіння біомаси.

Органічні речовини. Оболонку стінок клітин рослин утворюють целюлозні мікрофібрили що містяться в матриці гемицелюлози і лігніну. Окрім цих речовин в рослинній тканині містяться ліпіди і вуглеводні, розчинні в ефірі і різних фенолах, а

також вуглеводи і протеїни, розчинні в бензолі, спирті і воді. Розчинні компоненти біомаси відносяться до речовин, що екстрагуються, причому в листі і корі їх звичайно більше, ніж в деревині. Склад біомаси різного типу приведений в табл. 1.3. Целюлоза у всіх типах біомаси складається з D— глюкопіранози, лінійно пов'язаної з β – (1→4) глікозидними зв'язками, і відрізняється лише ступенем полімеризації.

2.4 Основні поняття процесу газифікації

Перетворення твердого палива на генераторний газ здійснюється при високій температурі, при цьому вуглець палива взаємодіє з киснем повітря і водяною парою. Даний процес називається газифікацією.

Гранулювати можна практично будь-який продукт. Головні показники якості пеллет отриманих шляхом гранулювання на лініях гранулювання. Основними показниками виду дерев'яних гранул є – теплотворна здатність калорійність, теплота згоряння), вологість, зольність (масова частка золи), насипна щільність (об'ємна вага), стиранність (масова частка дрібної фракції пилу і тирси), розміри (діаметр, довжина). Ці характеристики беруться за основу при проведенні перевірки якості ДПГ і фіксуються у відповідних сертифікатах.

Оскільки вміст горючого компонента (С і Н) у деревині різних порід коливається незначно (у хвойних породах деревини міститься вуглецю 50,5%, в листяних – 49,6%, а водню однакова кількість – 6,2%), впливом порід деревини на теплотворну здатність пеллет можна знехтувати.

Вологість – показник який впливає не тільки на теплотворну здатність, але і на стабільність при зберіганні, включаючи самозаймання, мінімізацію втрат. Цей показник знижує ККД. Зольність є необхідним показником, так як її вміст у продукті, який гранулюється призводить до зниження ККД котлів.

Напівбрикети торф'яні паливні.

Брикет по РСТ УССР 1297-82. Робоча вологість не більше 25 % фактична до 22 %. Зольність по РСТ не більше 25 % фактична до 16 %. Масова частка кусків розміром

менше 25 мм, не більше 4 %. Механічна міцність (залишок кусків більше 25 мм) не менше 96,9 %. Форма брикету-правильної форми в вигляді призми з заокругленими кутами. Розмір брикету 68x53x170 мм.

Торф'яні брикети по своїх властивостях вигідно відрізняються від інших видів палива використовуваних на комунально - побутові цілі. В порівнянні з дровами вони мають вищу теплоту згорання, а в порівнянні з кам'яним вугіллям торф'яні брикети містять значно менше сірки і золи, тому не забруднюють навколишнє середовище. При використанні торф'яних брикетів в побутових печах спостерігається хороша займистість, повільне але стійке і повне горіння без виділення шкідливих речовин. Причому процес горіння торф'яних брикетів піддається регулюванню. Теплота згорання торф'яного паливного брикету складає 14 Мдж – майже така ж, як у кам'яного вугілля, притому вартість брикету набагато дешевша.

Основа пелет – дубова тирса, яка забезпечує найвищі показники по енерговіддачі гранул.

Характеристики продукту;

Волога (робочий стан) 8,07%

Зола (робочий стан) 0,34%

Зола (сухий стан) 0,37%

Хлор (робочий стан) 0,004%

Хлор (сухий стан) 0,004%

Нижча теплота згорання 3995 кал/кг

Вища теплота згорання 4689 кал/кг

Вища теплота згорання (сухий стан за відсутності золи) 4706 кал /кг

Деревне вугілля – це мікропористий високовуглецевий продукт, що утворюється в результаті піролізу деревини без доступу повітря. Продукт використовується в побуті для приготування страв (барбекю), в промисловості при виробництві кристалічного кремнію, сірководню, чорних та кольорових металів, активованого вугілля. Теплотворна здатність – 31150-34750 кДж/кг.

4. ПОБУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ

4.1. Двовальний лопатевий змішувач безперервної дії

Технологічна лінія виробництва складається з газогенераторного міні-заводу ГЕКА-3 та двовального лопатевого змішувача безперервної дії. Розглянемо кожен з цих елементів детальніше.

Двовальні лопатеві змішувачі безперервної дії (рис.5.1). Їх застосовують як для приготування сумішей із кількох компонентів, так і для приготування гомогенної маси в сухому вигляді чи зі зволоженням. Зволожувати масу можна водою або паром низького тиску. У разі зволоження паром досягають вищої якості виробів, оскільки пар прогріває масу, а потім, конденсуючись, зволожує її.

Має коритоподібний корпус , закритий кришкою 8. У корпусі розміщені горизонтальні вали з лопатями, закріпленими на валах за допомогою конусних пальців. Вали обертаються назустріч один одному електродвигуном 1 через фрикційну муфту 4, редуктор 3 і зубчасту пару 5. Лопаті встановлені під кутами, за яких досягається оптимальне співвідношення колових і осьових швидкостей переміщення частинок, унаслідок чого забезпечується потрібний час проходження маси від завантажувального 7 до розвантажувального 9 бункерів і, отже, якісне перемішування. Щоб зменшити втрати теплоти, корпус закривають кожухом 11, заповненим мінеральною ватою. Для зволоження маси водою призначена труба 4. У нижній частині корпусу є конденсаційні циліндри 12, з яких конденсат відводиться по трубі 13.

Даний змішувач буде вписаний в вертикальну схему компоновки обладнання заводу для виробництва синтез-газу. Крім змішувача до неї будуть входити бункерні ваги, фасувальний комплекс та силоси для вихідних компонентів. Така схема дозволяє забезпечити гравітаційну подачу, тобто транспортуючих пристроїв між вагами, змішувачем і фасувальною машиною в цьому випадку не потребується.

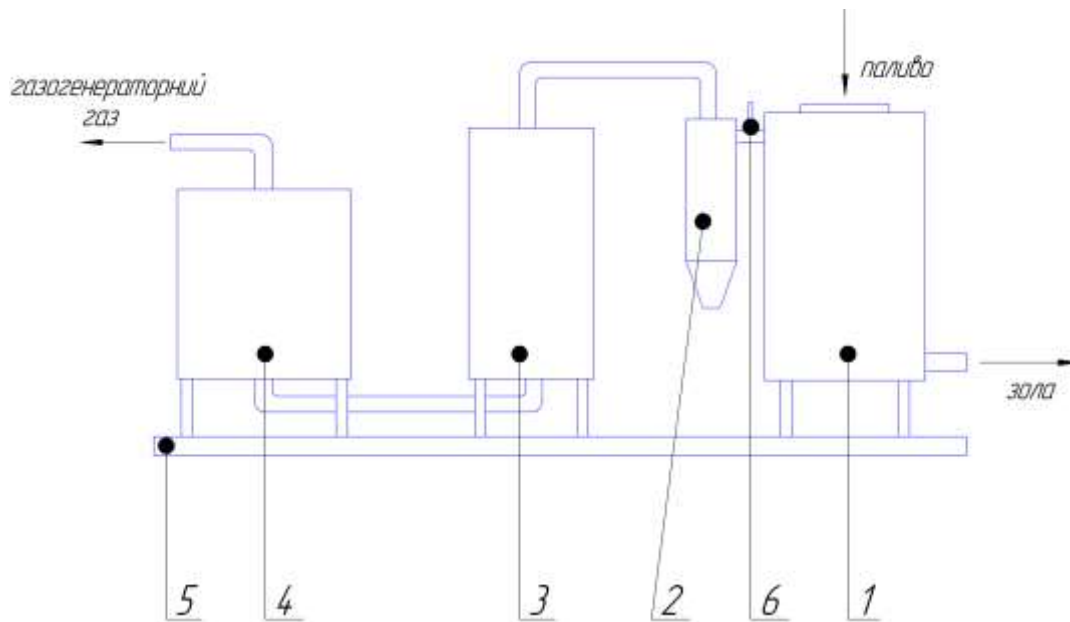


Рис.4.2. Газогенераційний енергетичний міні-завод

Газогенератор (рис.4.3) складається з металевого трубчастого корпусу 2 з вбудованим паливним бункером 4, завантажувальним пристроєм, реакторною камерою 3 і зольником 1 для вивантаження золи і шлаку. Повітря, необхідне для газифікації пари, подається в реакторну зону компресором (вентилятором високого тиску), або всмоктується за рахунок депресії, створюваної двигуном внутрішнього згорання.

Паливо завантажується в бункер зверху, через завантажувальний пристрій, а зола і шлак видаляються через люк в нижній частині зольника.

Можливі незначні відхилення в конструкції газогенераційного енергетичного міні-заводу, які пов'язані з процесом постійного технічного вдосконалення останнього.

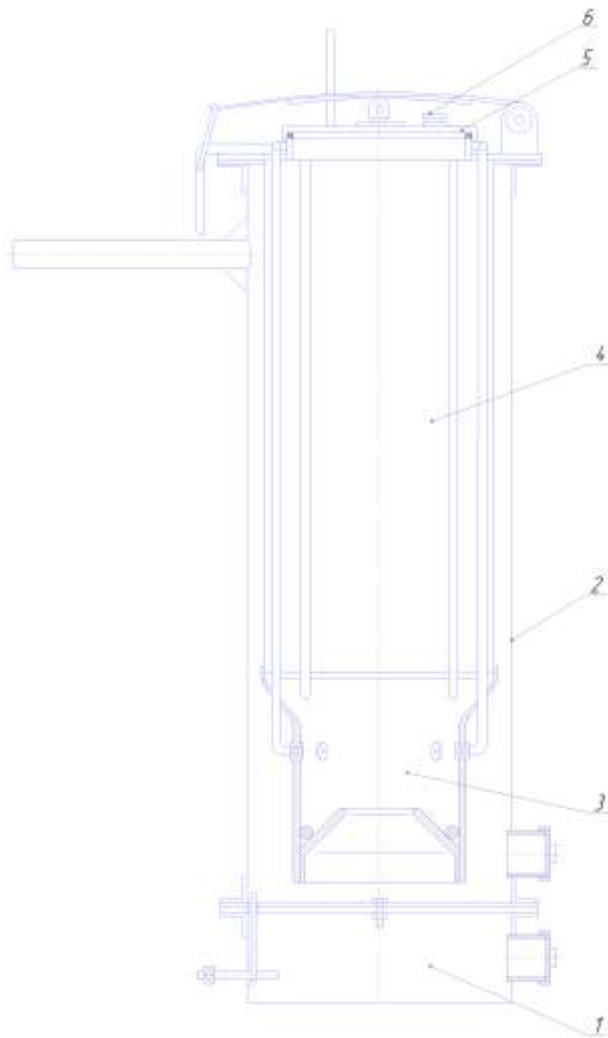


Рис.4.3.Газогенератор

1 – зольник; 2 – корпус газогенератора; 3 – камера газифікації; 4 – бункер; 5 – кришка; 6 – клапан випуску зайвої вологи

3. ПІДБІР СКЛАДОВИХ ПАЛИВА

Деревновугільний брикет – це попередньо подрібнене и спресоване деревне вугілля, отримане з різних порід деревини, що має форму подушечки. При сортуванні деревного вугілля відбирається дрібна фракція, яка теж може бути використана для виробництва брикету. Брикет формується пресуванням за рахунок наявності звязуючої речовини, як правило крохмалу. Вугільні брикети не включають в себе жодних шкідливих речовин. Рослинне походження сировини забезпечує виключну екологічну безпеку при його використанні. Брикети – це більш високотехнологічне паливо по відношенню до звичайного деревного вугілля.

Теплотворна здатність деревновугільного брикету 33500-35600 кДж/кг. Час горіння 1 кг близько 4-5 годин. Сухий залишок після горіння бл. 5% (масовий). Застосування деревновугільного брикету принципово схоже з використанням деревного вугілля, однак має ряд переваг та особливостей. Основною перевагою брикеті, є довший час горіння (4-5 год.) в порівнянні з вугіллям та постійність температури при горінні, що в комплексі забезпечує економне використання. Характеристики:

Деревина: бук, граб

Вміст вуглецю: 85-90%

Вміст летючих речовин: 5-10%

Вміст вологи: 4%

Зольність: 2-5%

Паливні брикети з відходів деревини хвойних порід (виготовляється на пресах екструдерах). Вологість 7-8%, густина 1,1-1,3 кг/дм³.

Теплота згорання: більше 17 Мдж/кг.

Розміри: 50мм*50мм з отвором 20 мм.

Упаковка: в'язка по 10 кг.

На піддонах.

Паливні брикети з відходів деревини твердолистяних порід (виготовляється на пресах екструдерах). Вологість 7-9%, густина 1,1-1,3 кг/дм³. Теплота згорання: більше 17 Мдж/кг. Розміри: 50мм*50мм з отвором 20 мм.

Запаковується по 4, 10 кг (розмір упаковки згідно замовлення). На піддонах.

Паливні брикети з лузги соняшника, гречки. Вологість 7-9%, густина 1,1-1,3 кг/дм³. Теплота згорання: більше 17 Мдж/кг. Розміри: 50мм*50мм з отвором 20 мм.

Запаковується по 4, 10 кг (розмір упаковки згідно замовлення). На піддонах.

Паливні брикети. Паливні брикети з відходів деревини хвойних порід (виготовляються на гідравлічних пресах). Вологість 7-8%, зольність до 0,5%, густина 1,0-1,15 кг/дм³.

Теплота згорання: більше 17 Мдж/кг.

Розміри: d=70мм, l=110 мм.

Запаковується в поліетиленові мішки по 10 кг.

На піддонах.

Паливні брикети з відходів деревини твердолистяних порід (виготовляються на механічних пресах). Вологість 7-8%, густина 1,1-1,3 кг/дм³.

Теплота згорання: більше 17 Мдж/кг.

Розміри: d=50мм, l = до 200 мм.

Запаковується по 10 кг. Паливні брикети з відходів деревини твердолистяних порід.

Вологість 7-8%, густина 1,1-1,3 кг/дм³.

Теплота згорання: більше 17 Мдж/кг.

Розміри: d=80 мм, l= до 300 мм.

Запаковується по 10 кг.

4.1 Технології та обладнання для переробки біосеровини в енергоресурси.

Вивчаючи ринок технологій і устаткування, ми стикаємося з великою проблемою відсутності якісного вітчизняного обладнання, а також відсутністю інформації про технології переробки.

Первинним у цьому виборі є вибір технології переробки. Вторинним – вибір устаткування під вибрану технологію.

Мало які фірми випускають обладнання під ключ і гарантують дотримання технологічних режимів. Термін окупності таких проектів 5-10 років. Іноді такий підхід викликає безліч питань і розчарувань. Представники фірм розповідають про свої переваги і ретельно приховують недоліки. Як правило, люди намагаються пристосувати устаткування для конкретних цілей, не розуміючи фізики процесів. В основному реалізація устаткування йде за наступними напрямками:

1. Розробки, які використовуються при виробництві комбікормів.
2. Різні саморобні пристрої, на яких виходить абиякий результат. Основні недоліки, які виникають в процесі роботи:

- неможливість роботи з вологою сировиною,
- підвищений знос устаткування,
- підвищені енерговитрати,
- відсутність повного технологічного ланцюжка,
- роботи на одному типі сировини,
- дорожнеча обладнання.

Проаналізувавши недоліки існуючих технологій та обладнання для отримання твердого палива, нами запропоновано новий підхід, що дозволяє одержати високу якість твердого палива при малих енерговитратах.

На основі наномеханіки ми робимо мікроподрібнення вхідної сировини. У результаті отримуємо різке зниження енерговитрат, можливість роботи з будь-якою сировиною, перехід на використання більш дешевого обладнання, відсутність хімічних наповнювачів-склеювачів, повна переробка в технологічній лінії, отримання твердого палива з підвищеними енергетичними показниками.

Особливістю нашої технології є те, що велику увагу ми приділили питанням мікроподрібнення та збору мікропилу. Виходячи з наукових робіт Акіма Едуарда Львовича про процеси поведінки целюлози та лігніну і впливу на них води, ми прийшли до висновку: пресування необхідно робити при обов'язковій присутності

води, тому що вода виступає в ролі каталізатора і модифікатора хімічних процесів, перетворень целюлози і лігніну. Для якісного процесу склування найбільше підходить шнековий пресгранулятор. Нами, експериментальним шляхом було визначено час перебування сировини під тиском, при якому встигають відбутися процеси склографітування. Не зруйнувавши структуру матеріалу до нанорівні, неможливо досягти якісного пресування матеріалу.

Основні енергетичні витрати необхідно направляти на мікроподрібнення матеріалу, а не на пресування.

Основною проблемою мікроподрібнення є відсутність на ринку якісних подрібнювачів, що враховують особливості подрібнення біомаси, яка має низьку щільність, високу пружність, інерційність і високі показники міжклітинного зв'язку. Виходячи з вищезгаданого, ми застосували принципово новий механізм мікроподрібнення і отримали якісні результати. Зараз проводимо випробування нових дезінтеграторів, розрахованих на подрібнення біомаси. Використовуючи нові методики розрахунків, ми можемо оптимізувати процеси подрібнення для кожного матеріалу окремо.

Дані види досліджень виробляються спільно з Харківським національним технічним університетом сільського господарства ім. Василенка. У складі університету є науково-дослідний технологічний інститут, де на базі дослідного виробництва відпрацьовуються дослідні зразки і технології.

Вивчаючи склад різних біомас, ми прийшли до висновку, що будь-який матеріал можна пресувати і отримувати паливо на нашому обладнанні, використовуючи нашу ж технологію. Необхідно тільки змінювати і оптимізувати робочі органи машин для конкретного матеріалу.

Особливо хотілося б відзначити якість одержуваного матеріалу, що значно відрізняється від матеріалів сухого пресування. Калорійність підвищується на 10-15%, щільність 1100-1200кг / м. куб., твердість 100-110 кг / см.кв. (Дані отримані для лущиння насіння соняшника). Це все отримано на пресі потужністю 15кВт, розвиваючому зусилля 15 тонн. Такі ефективні показники можна отримати тільки

використовуючи мікроподрібнення, яке відкриває нові напрямки використання біомаси.

Сучасні дезінтегратори є високоефективними подрібнюють і пере-мішують, здатні вирішувати комплекс питань диспергування мінеральної і органічної сировини, від наддрібного, до надтонкого помолу матеріалів різного складу, вологості, міцності. Висока помольна потужність, низька собівартість помелу дозволяють використовувати дезінтегратори там, де застосування інших видів подрібнюючого обладнання економічно не доцільно. За рахунок зміни способу подрібнення (вільний удар) для отримання тонкомолотого матеріалу споживання енергії знижується в 2-4 рази (це залежить від матеріалу), а маса обладнання знижується в 15-20 разів. Порівнюючи дезінтегратор з іншим подрібнюючим обладнанням, ми бачимо його перевагу за сукупністю технологічних результатів і прямих витрат на їх отримання. Видатний радянський вчений, родоначальник ударної дезінтеграторної активації, доктор технічних наук Йоханес Олександрович Хинт порівнював робочі органи дезінтегратора з різцями металообробних верстатів. Він стверджував, що механіко-хімічна дія змінює якісні характеристики матеріалів приблизно на 30% і дозволяє отримувати матеріали з новими невідомими характеристиками. Висновки щодо ударного подрібнення та активації матеріалів з більшою механічною енергією, зроблені Й.А. Хинт в 50х-70х роках минулого століття, ґрунтувалися на глибокому розумінні фізичної природи руйнування твердого тіла, його будови. Під впливом зовнішнього навантаження в тілі виникають напруги, переважаючі сили з'єднання і внутрішнього зчеплення, і воно руйнується. При подрібненні біомаси руйнування відбуваються на молекулярному рівні. Величезне значення даного процесу передбачив Д.І. Менделєєв: «Щоб між твердими тілами протікали реакції, необхідно як дрібно подрібнити і перемішати їх між собою. Через це, взаємодія значно прис-корюється ».

3. Зберігання готової продукції. Основна вимога - зберігання в су-хих закритих приміщеннях. Умови зберігання повинні бути такі ж, як і у зернових культур. У залежності від обсягів виробництва продукції необ-хідний запас складських приміщень.

Аналіз сировинної бази із біомаси України для виго-товлення твердих видів палива у вигляді пеллет або брикетів показує, що потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії становить близько 27,7 млн. т у.п. / рік. На основі аналізу встановлено, що відходи сільсько-господарського виробництва, такі як: солома зернових культур, солома ріпаку, відходи кукурудзи та соняшнику за своїми енергетичними харак-теристиками дорівнюють характеристикам деревини. Проведеним аналі-зом встановлено, що використання біомаси агропромислового комплексу України для виробництва твердих видів палива у вигляді пеллет або брикетів дозволить скоротити витрати газу.

Аналіз технологічних процесів виготовлення пеллет або брикетів дозволяє стверджувати, що основними етапами є подрібнення біомаси, сушіння, гранулювання або пресування, охолодження та упаковка. Аналіз зарубіжної літератури та вітчизняних джерел дозволяє стверджувати, що найенергоємнішим етапом технологічного процесу є сушіння, яке займає 34,2% загальних енерговитрат. Крім того, сушка подрібненої біомаси є пожежонебезпечною ділянкою технологічного процесу. Аналіз енерговитрат, вимог до якості кінцевої продукції дозволяє висунути робочу гіпотезу удосконалення технологічного процесу з метою усунення пожежонебезпечності та скорочення енерговитрат на сушіння. Оновлений технологічний процес виключає з етапу подрібнення молоткову дробарку, замість якої застосовується дезінтегратор. Дезінтегратор забезпечує наноподрібнення до рівня 5...10 мкм. Крім того, дезінтегратор виконує подрібнення сировини з рівнем вологості до 40%.

Подрібнення до нанорівня викликає руйнування клітин, що призводить до зниження енерговитрат до 20 разів на пресуванні. Кінцевий продукт пеллет або брикетів має фізико-механічні характеристики на рівні деревного вугілля, що відповідає міжнародним стандартам.

- допустимістю контакту з харчовими продуктами;
- економічною доцільністю застосування;
- вимогами до надійності та довговічності устаткування.

При проектуванні машин і апаратів харчового машинобудування ці завдання вирішуються шляхом застосуванням конструкційних матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами, використання найбільш дешевих матеріалів, які відповідають вимогам конструкції, а також поєднанням пар конструкційних матеріалів, що забезпечують найменше зношування поверхонь тертя.

Довговічність машини визначається головним чином зносостійкістю деталей, тому одним із основних шляхів збільшення строку служби та надійності її роботи є підвищення зносостійкості поверхонь тертя деталей.

Вихід деталей із ладу внаслідок зношування приводить до простою устаткування, що порушує режим виробництва.

Вибір конструкційних матеріалів для виготовлення машини заснований на застосуванні матеріалів, що забезпечують найбільшу довговічність і дешевизну з урахуванням впливу робочого середовища та економічної доцільності їх застосування.

Конструкційними називаються сталі, призначені для виготовлення деталей машин (машинобудівні сталі). До конструкційних сталей відносяться й сталі зі спеціальними властивостями — зносостійкі, пружинні, корозостійкі, жаростійкі, жароміцні й ін.

Конструкційна сталь повинна мати гарні технологічні властивості, добре оброблятися тиском (прокатка, кування, штампування й т.д.) і різанням, не утворювати шліфувальних тріщин, володіти високою прокалюваністю й малою схильністю до обезвуглецювання, деформаціям і тріщиноутворенню при загартуванні й т.д.

Основні вузли газогенератора — це цільнозварні конструкції зі сталі, покриті захисною (жаростійкою) фарбою.

Газогенератор складається з металевого трубчастого корпусу з вбудованим паливним бункером, завантажувальним пристроєм, реакторною камерою і зольником для видалення золи і шлаку. Повітря, необхідне для газифікації палива, подається в реакторну камеру компресором (вентилятором високого тиску), або всмоктується за рахунок депресії, створеної двигуном внутрішнього згорання.

Процес газифікації твердого палива складається з ряду теплохімічних реакцій, які відбуваються в різних зонах стовпа палива, в шахті газогенератора, що утворюється бункером, реактором і колосниковими ґратами.

В якості очищувача в фільтрі застосовують «кільця Рашига» або відрізки металевої спіралі, навиті з проволочки діаметром 1÷2 мм. Пари води від контакту з поверхнею фільтруючого елемента конденсуються і осідають на останніх, забираючи з собою «тонкий» пил.

Хромисті сталі. Хром — порівняно дешевий елемент і широко використовується для легування сталі. У конструкційних сталях він частково розчинений у фериті, частково в цементиті або утворює спеціальні карбіди. Хромисті сталі 40Х призначаються для виготовлення невеликих виробів простої форми, цементуємих на глибину 1,0÷1,5 мм. У хромистих сталях більшою мірою розвивається проміжне перетворення; при загартуванні з охолодженням у маслі, виконуваної після цементації, серцевина виробу має бейнітну будову. Внаслідок цього хромисті сталі в порівнянні з вуглецевими мають більш високі міцнісні властивості при трохи меншій пластичності в серцевині й кращій міцності в цементованому шарі. Хромиста сталь чутлива до перегріву (але менше, ніж вуглецева) і при цементації може мати підвищений зміст вуглецю в поверхневому шарі.

Список використаної літератури

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Курс лекций. Агеев В.А. 2004 г
2. Сайт «NASA» [Газовий ресурс] . – Режим доступу: <https://www.nasa.gov/>.
3. Вплив газу на навколишнє середовище. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://msd.in.ua/vpliv-elektrostanij-na-dovkillya/>
4. Биогаз. Теория и практика. Баадер Б., Доне Е., Бренндерфер М. 1982 г.
5. Виссарионов В.И. и др. Техничко-экономические характеристики малой гидроэнергетики

6. Альтернативная энергетика./А. В. Дорошенко, М. А. Глауберман. – Одесса: ОНУ, 2012. – 446 с.
7. Биогаз на сельском подворье. Шомин А.А. 2002 г.
8. Баадер Б. Биогаз. Теория и практика. М: "Колос", 1982 -148
9. http://mmi-dmm.kpi.ua/images/pdf/Detali_Mash/09.PDF
10. Геотермальная энергия. Берман Э. 1978 г
11. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломної роботи для студентів галузі знань 0507 «Електротехніка та електромеханіка» / Укладачі: Л.В. Тимошенко, І.В. Шереметьєва - Дніпропетровськ: НГУ, 2015. - 15 с.
12. <https://sovet-ingenera.com/gaz/equip/gazogenerator-svoimi-rukami.html>
13. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Курс лекций. Агеев В.А. 2004 г
14. Гидроаккумулирующие электростанции. Бабурин Б.Л., Шейнман Л.Б и др. 1978 г
15. <https://wiki.zr.ru/%D0%93%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80>
16. Попель О.С. Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об- ва им. Д.И. Менделеева). 2008. Т. LII, № 6. С. 95-106.
17. Альтернативные энергоносители. Голицын М.В. и др. 2004 г
18. Энергетическое использование древесных отходов. Головков СИ., Коперин И.Ф., Найденов В.И. 1987 г
19. Геотермальная энергетика. Дворов И.М.-М.: Наука, 1976
20. <https://ukravtonomgaz.ua/ru/scheme/gazogenerator>
21. Тарасенко А.Б., Киселева С.В. О выборе оптимального состава гибридной энергетической установки для изолированного поселка // Альтернативная энергетика и экология. 2012. Вып., 02. С. 177-182.
22. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Сибикин АЛ. Ю., Сибикин Ю. Д.
23. Виссарионов В.И. и др. Водно-энергетические и водохозяйственные расчёты. МЭИ, 2001, 56 стр.
24. Адаменко О. и др. Альтернативные топлива и другие нетрадиционные источники энергии
25. <https://sovet-ingenera.com/gaz/equip/drovyanoj-gazogenerator-svoimi-rukami.html>
26. Украина: энергосбережения в пищевой промышленности / М. Василенко, М.А. Масликов, Н.А.Грядов и др. – К.: Энергетический центр, 1997 – 100 с.
27. <http://carlines.ru/modules/Articles/article.php?storyid=279>

- 28.Фенгел Д., Вегенер Г. Древесина : Перевод с английского А.В. Оболенской и З.П. Ельницкой. Под редакцией доктора технических наук, профессора А.А. Леоновича, МОСКВА "ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ", 1988.-540с.
- 29.Валентас К.Д. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов: Пер. с англ./ К.Д. Валентас, С. Ротштейн, Р.П. Сингх. – С.Пб.: Профессия, 2004.- 848с.:ил.
- 30.Патент на корисну модель № 30058 МПК(2006), В01J2/00 Спосіб визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів преса-гранулятора //Штефан Є.В., Риндюк Д.В., зареєстровано 11.02.2008.
- 31.Mechanical Properties of Wood , David W. Green, Jerrold E. Winandy, and David E. Kretschmann.
- 32.Гременок, В.Ф. Газовые элементы на основе полупроводниковых материалов/В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Механика насыщенных пористых сред/ Николаевский В.Н., Басинев К.С., Горбунов А.Т., Зотов Г.А.- М.:Недра, 1970.-339с.
- 33.Горбунов О. Д. Теплотехніка. Розрахунки теплообмінних апаратів. Дніпродзержинськ. держ. техн. ун-т. - Дніпродзержинськ : [ДДТУ], 2009. - 294 с.