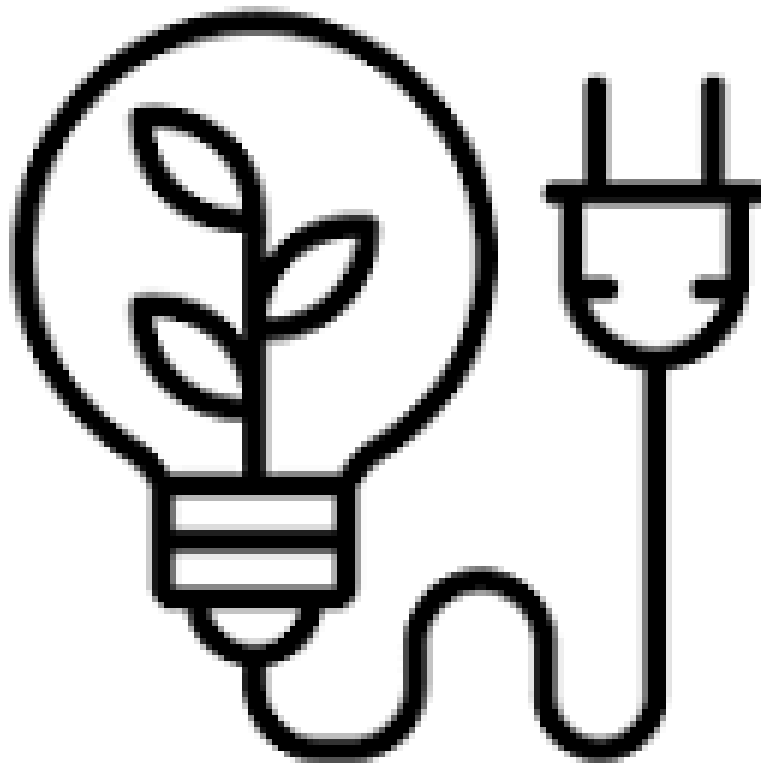


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

БІОЕНЕРГЕТИКА



Біла Церква
2026

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

БІОЕНЕРГЕТИКА

**Навчально-методичний посібник
для аудиторних занять та самостійної роботи
здобувачів вищої освіти.**

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ

**G «Інженерія, виробництво та будів-
ництво».**

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ

G21 «Біотехнології та біоінженерія»

РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Перший (бакалаврський)

Біла Церква
2026

УДК 620.925(075.8)

Затверджено
методичною комісією БНАУ
Протокол № 10 від 28.05.2026 р.

Укладач: **Сенчук М. М.**, кандидат технічних наук, доцент;
Чуба В.В., кандидат технічних наук, доцент.

Сенчук М. М., Чуба В.В. Навчально-методичний посібник з дисципліни «Біоенергетика» для виконання аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія» / БНАУ – Біла Церква, 2026. – 81 с.

Навчально-методичний посібник призначений для виконання аудиторних занять, самостійної роботи та оцінки рівня знань здобувачів (першого балаврського рівня) вищої освіти біолого-технологічного факультету за спеціальністю G21 «Біотехнології та біоінженерія» з дисципліни «Біоенергетика». У посібнику розглянуто питання, пов'язані з технологіями біоенергетики, а також відповідними розрахунками. Також подано основні правила з охорони праці.

Рецензенти:

Краснолуцький П.П., кандидат технічних наук, доцент;

Бабенко С.П., кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

@ БНАУ, 2026

ВСТУП

Сучасний розвиток енергетичного сектору характеризується зростанням потреби у відновлюваних джерелах енергії, здатних забезпечити енергетичну безпеку держави, зменшити залежність від викопних палив та мінімізувати негативний вплив на навколишнє природне середовище. У цьому контексті біоенергетика посідає особливе місце як один із найбільш перспективних напрямів відновлюваної енергетики, що базується на використанні біомаси та продуктів її переробки для виробництва теплової, електричної енергії та біопалив.

Україна має значний потенціал біомаси, сформований завдяки розвиненому аграрному сектору, наявності великих площ сільськогосподарських угідь, значним обсягам рослинницької продукції та органічних відходів. Використання побічної продукції рослинництва, відходів тваринництва, енергетичних культур та інших видів біомаси створює можливості для підвищення енергоефективності аграрного виробництва, диверсифікації джерел енергії та розвитку сільських територій.

Важливою умовою ефективного впровадження біоенергетичних технологій є підготовка висококваліфікованих фахівців, здатних оцінювати ресурсний потенціал біомаси, обирати оптимальні технології її переробки та забезпечувати раціональне використання біоенергетичних ресурсів. Тому вивчення основ біоенергетики є невід'ємною складовою професійної підготовки здобувачів вищої освіти аграрного профілю.

У посібнику розглянуто класифікацію та характеристики біомаси, потенціал біоенергетичних ресурсів, технології виробництва біогазу, біоетанолу, біодизеля, твердих біопалив, а також екологічні, економічні та соціальні аспекти розвитку біоенергетики. Наведений матеріал сприятиме формуванню компетентностей, необхідних для впровадження сучасних біоенергетичних рішень у сільськогосподарському виробництві та суміжних галузях.

Навчальний посібник призначений для здобувачів вищої освіти аграрних закладів освіти, аспірантів, науково-педагогічних працівників, а також фахівців, діяльність яких пов'язана з виробництвом, переробкою та енергетичним використанням біомаси.

«Біоенергетика» є дисципліна професійної та практичної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальністю G21 «Біотехнології та біоінженерія» (у вищих навчальних закладах Міністерства освіти і науки України IV рівня акредитації).

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Метою вивчення дисципліни «Біоенергетика» є формування у студентів здатностей:

– до опанування технологій отримання та використання енергії з біомаси, а саме твердого біопалива для тепlopостачання, різновидів рідкого біопалива для використання в якості моторних палив, газоподібного біопалива для одержання теплової, електричної енергії, а також промислової сировини;

– аналізувати та проектувати виробництва природоохоронного характеру на основі процесів мікробного синтезу.

Навчальна дисципліна повинна забезпечити майбутніх фахівців знаннями:

- тенденцій і перспектив розвитку використання традиційних та альтернативних джерел енергії;
- технології одержання біоетанолу, біодизелю, біогазу;
- інтенсивних технологій отримання спиртів мікроорганізмами-продуцентами на основі біоконверсії різних субстратів;
- процесів одержання біоводню та вмінями;
- розв’язувати практичні задачі біоенергетичних процесів;
- користуватись довідковою літературою.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. «Біоенергетика. Сучасний стан та перспективи».

Тема 1.1. Предмет і задачі біоенергетики. Стан та перспективи розвитку біоенергетики у світі та в Україні.

1.1.1. Предмет і задачі біоенергетики.

1.1.2. Напрямки розвитку технічної біоенергетики на основі біоконверсії органічних речовин у рідке та газоподібне паливо.

1.1.3. Стан та перспективи розвитку біоенергетики у світі та в Україні.

Тема 1.2. Сучасні тенденції та поточне використання біомаси для потреб енергетики.

1.2.1. Сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики.

1.2.2. Потенціал та поточне використання біомаси в Україні.

Тема 1.3. Ефективність використання альтернативних джерел енергії.

1.3.1. Ефективність використання альтернативних джерел енергії.

1.3.2. Економічні аспекти заготівлі та переробки сільськогосподарської біомаси.

Змістовий модуль 2. Традиційні біопалива.

Тема 2.1. Тверде біопаливо.

2.1.1. Тверда біомаса, що використовується як котельно-пічне паливо, у тому числі дрова, торф, тирса, тріска, солома, інші сільськогосподарські відходи, гранули та брикети, вироблені з біомаси, деревне вугілля та вуглиста речовина.

2.1.2. Виробництво твердого біопалива в Україні та в світі.

Тема 2.2. Рідке біопаливо.

2.2.1. Біотехнологія одержання спиртів.

2.2.2. Технологія виробництва біодизельного палива.

2.3.3. Виробництво рідкого біопалива в Україні та в світі.

Тема 2.3. Газоподібне біопаливо.

2.3.1. Технологічні аспекти виробництва біогазу.

2.3.2. Виробництво газоподібного біопалива в Україні та в світі.

Тема 2.4. Біоводнева енергетика.

2.4.1. Отримання водню способом Фішера-Тропша.

2.4.2. Продукування молекулярного водню мікробактеріями.

2.4.3. Отримання водню шляхом анаеробної ферментації (темного бро-
діння).

2.4.4. Отримання водню за використання зелених водоростей і ціанобак-
терій.

2.4.5. Отримання водню за використання пурпурних бактерій.

2.4.6. Отримання водню в фотокаталітичних системах.

2.4.7. Отримання водню з використанням біоелектрохімічноактивних мі-
кроорганізмів (мікроорганізмів-екзоелектрогенів).

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

*Змістовий модуль 1. «Біоенергетика. Сучасний стан та перспекти-
ви».*

Тема 1.1. ПРЕДМЕТ І ЗАДАЧІ БІОЕНЕРГЕТИКИ. СТАН ТА ПЕР- СПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ.

**Тепловий баланс тваринницького приміщення з урахування теплоти,
яку виділяють сільськогосподарські тварини.**

Мета роботи: Провести розрахунки теплового балансу тваринницького
приміщення з урахування теплоти, яку виділяють сільськогосподарські твари-
ни.

Завдання для виконання практичної роботи та для написання звіту

1. Визначити потужність додаткового джерела тепла.

**2. Визначити температуру в приміщенні, як що температура навко-
лишнього середовища – 15 °С, що забезпечується теплотою яку виділяють
сільськогосподарські тварини.**

**3. Визначити температуру в приміщенні при проведенні заходів по
втраті тепла, як що температура навколишнього середовища – 15 °С, що
забезпечується теплотою яку виділяють сільськогосподарські тварини**

Вихідні дані для проведення розрахунків.

Таблиця 1 - Вихідні дані для проведення розрахунків.

№ вар.	Тип приміщення	Кількість голів , N	Розміри приміщення , м		
			Довжина , м	Ширина , м	Висота , м
1	Корівник	200	90,0	18,0	3,5
2	Телятник	400	72,0	18,0	2,5
3	Свинарник	1000	90,0	12,0	3,0
4	Корівник	330	114,0	18,0	3,5

5	Телятник	500	80,0	18,0	2,5
6	Свинарник	2000	90,0	21,0	3,0
7	Корівник	400	120,0	21,0	4,0
8	Телятник	450	80,0	18,0	2,5
9	Свинарник	1500	80,0	18,0	3,0
10	Корівник	400	114,0	27,0	3,3
11	Телятник	650	90,0	18,0	2,5
12	Свинарник	3600	234,0	18,0	3,0
13	Корівник	104	66,0	21,0	3,0
14	Свинарник	1250	80,0	18,0	3,0
15	Свинарник маточник	200	80,0	18,0	3,5
16	Свинарник рем. поголів'я	660	80,0	12,0	2,5
17	Свинарник	5500	282,0	18,0	3,0
18	Корівник	230	90,0	18,0	3,0
19	Телятник	750	120,0	27,0	3,0
20	Корівник	410	282,0	18,0	3,5
21	Корівник	250	90,0	18,0	3,5
22	Телятник	350	72,0	18,0	2,5
23	Свинарник	1100	90,0	12,0	3,0
24	Корівник	430	114,0	18,0	3,5
25	Телятник	550	80,0	18,0	2,5
26	Свинарник	2100	90,0	21,0	3,0
27	Корівник	450	120,0	21,0	4,0
28	Телятник	380	80,0	18,0	2,5
29	Свинарник	1200	80,0	18,0	3,0
30	Свинарник	1350	80,0	18,0	3,0

У звіті описати: тему роботи, мету роботи, виконати завдання практичної роботи.

Теоретичні відомості.

Методика розрахунків.

Показник	Метод розрахунку
Об'єм приміщення.	$V = l \cdot B \cdot h$, м ³ , де l - довжина приміщення, B та h - його ширина та висота в м.
Теплові втрати через огорожі будівлі (стіни, стелю, підлогу, вікна, двері).	$Q_{\text{буд}} = q_v V (t_{\text{вн}} - t_{\text{зн}}) / 1000$, кВт, де q_v – питома теплова характеристика будівлі, залежить від типу будівлі (див. додаток), Вт/м ³ ·°С; $t_{\text{вн}}$ – температура у приміщенні, залежить від виду тварин, які знаходяться у приміщенні (див. табл. 2).
Необхідний обмін повітря у примі-	$L = aN$, м ³ /год., де a – норма обміну повітря, м ³ /гол.год (не менше 17

щенні (для зниження концентрацій шкідливостей, які виділяють тварини: CO ₂ , NH ₃ , H ₂ S та ін.	м ³ /год. на 100 кг живої маси тварини – для корів; 20 м ³ /год на 100 кг живої маси – для телят та свиней).
Кратність обміну повітря в приміщенні	$n = L/V, 1/\text{год}$, для корівників $n = 3-4$; для телятників, свинарників $n = 5-6$.
Теплові втрати з видаленням вентиляцією повітрям.	$Q_{\text{ВЕНТ}} = Lc(t_{\text{ВН}} - t_{\text{НП}})/3600$, кВт де C' – питома об'ємна ізобарна теплоємність повітря, середня в розглянутому інтервалі температур, приймати $C' = 1 \text{ кДж/м}^3 \cdot ^\circ\text{С}$.
Теплові витрати, пов'язані з випаровуванням вологи з мокрих поверхонь.	$Q_{\text{ВИП}} = rW_{\text{ВИП}}/3600 \cdot 1000$, кВт де $W_{\text{ВИП}}$ – кількість вологи, яка випаровується, г/год; Визначається, як $W_{\text{ВИП}} = W_{\text{ВИД}}(1 + \xi)$, г/год де $W_{\text{ВИД}}$ – кількість водяних парів, які виділяються всіма тваринами в приміщенні; Визначається, як: $W_{\text{ВИД}} = wN$, г/год де w – кількість водяних парів, які виділяє одна тварина за годину, г/год-гол (див. табл. 2); ξ – коефіцієнт випаровування з мокрих поверхонь, приймати рівним 0,1-0,15 – для корівників; та 0,15-0,3 – для телятників та свинарників; r - 2560 кДж/кг – прихована теплота теплоутворення води.
Теплота, яка виділяється тваринами в процесі життєдіяльності.	$Q_T = q_n N$, кВт де q_n – вільне тепло, яке виділяє одна тварина, кВт/гол (див табл. 2).
Теплова потужність джерел теплоти.	$Q_{\text{ДЖ}} = (Q_{\text{БУД}} + Q_{\text{ВЕНТ}} + Q_{\text{ВИП}})K_{\text{ИНФ}} - Q_T$, кВт де $K_{\text{ИНФ}}$ – коефіцієнт, який враховує витрати теплоти на підігрів повітря, яке потрапляє в приміщення через нещільності в огорожі (відчинені кватирки, фрамуги, неприкриті двері). Приймати $K_{\text{ИНФ}} = 1,1-1,5$.

Таблиця 2.-Деякі додаткові дані для виконання завдання.

Тип приміщення	$q_v, \frac{\text{кВт}}{\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{С}}$	$t_{\text{ВН}}, ^\circ\text{С}$	$L, \frac{\text{м}^3}{\text{гол} \cdot \text{год}}$	$Z_{\text{CO}_2}, \frac{\text{л}}{\text{гол} \cdot \text{год}}$	$W, \frac{\text{г(водопар)}}{\text{гол} \cdot \text{год}}$	ξ	$q_T, \frac{\text{кВт}}{\text{гол}}$
Корівник	0,17...0,25	8...10	80...90	130...160	400...450	0,1...0,15	1,0...1,5
Телятник	0,23...0,28	12...14	40...50	80...110	175...250	0,15...0,3	0,6...0,8
Свинарник	0,25...0,40	16...18	20...25	30...50	100...130	0,15...0,3	0,45...0,5

Тема практичної роботи № 1. _____

Мета роботи: _____

Варіант № _____

1. Визначення потужності додаткового джерела тепла.

2. Визначення температури в приміщенні, як що температура навколишнього середовища – 15 °С, що забезпечується теплотою яку виділяють сільськогосподарські тварини.

3. Визначення температури в приміщенні при проведенні заходів по втраті тепла, як що температура навколишнього середовища – 15 °С, що забезпечується теплотою яку виділяють сільськогосподарські тварини

Тема 1.2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПОТОЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ БІО-МАСИ ДЛЯ ПОТРЕБ ЕНЕРГЕТИКИ.

Оцінка енергетичного потенціалу біомаси на прикладі місцевих відходів сільськогосподарського виробництва.

Мета: опрацювати методику оцінювання енергетичного потенціалу біомаси на прикладі місцевих відходів сільськогосподарського виробництва.

Завдання для виконання практичної роботи та для написання звіту

1. Використовуючи дані з таблиці 1., надати оцінку економічного потенціалу (у млн. т у.п.) відходів виробництва певної сільськогосподарської культури.

1. Визначити теоретичний потенціал, млн. т

2. Визначити технічний потенціал біопалива, млн т .

3. Визначити економічний потенціал біопалива, млн т.

2. Використовуючи дані з таблиці 2., надати оцінку економічного потенціалу (у млн. т у.п., млн. т н.е.) відходів виробництва певної сільськогосподарської культури.

3. Визначити економічний потенціал біопалива, млн т у.п, млн н.е.

Таблиця 1 - Вихідні дані для проведення розрахунків.

С/г культура	Валовий збір, млн. т
Пшениця	25,89+№
Ячмінь	12,61+№
Інші зернові	3,35+№

Ріпак	2,87+№
Кукурудза на зерно	11,45+№
Соняшник	6,53+№
Всього	

Таблиця 2 - Вихідні дані для проведення розрахунків.

ВИД БІОМАСИ	Теоретичний потенціал, МЛН Т	
	2025	2050
Солома зернових культур	35,14+№	52,7+№
Солома ріпаку	3,1+№	4,7+№
ПП виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	30,3+№	45,5+№
ПП виробництва соняшнику (стебла, корзинки)	21,2+№	21,2+№
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшнику)	1,90+№	1,90+№
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	6,0+№	9,0+№
Деревна біомаса (сухостій, деревина з лісосмуг, обрізки)	8,8+№	8,8+№
Біодизель (з ріпаку)	0,1+№	19,0+№
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)	1,73+№	20,8+№
Біогаз із відходів та побічної продукції АПК	1,6*+№	11,2*+№
Біогаз із органічної частини твердих побутових відходів (ТПВ)	0,6*+№	5,8*+№
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	1,0*+№	9,0*+№

Примітка: *- млрд м³ СН₄

Результати розрахунків занести в таблицю 3 та 4 згідно з варіантом № _____

Таблиця 3 – Результати розрахунків.

С/г культура	Валовий збір, млн. т	К _в	Теоретичний потенціал, млн. т	К _{гд}	Технічний потенціал, млн. т	К _{ЕВ}	Економічний потенціал		
							млн. т	млн т у.п.	млн. т н.е.
Пшениця	25,89+№	1,0		0,5		*			
Ячмінь	12,61+№	0,8		0,5		0,33			
Інші зернові	3,35+№	0,8		0,5		0,33*			
Ріпак	2,87+№	2,0		0,7		1,0			
Кукурудза на зерно	11,45+№	1,5		0,7		0,7			

Соняшник	6,53+№	2,0		0,67		1,0			
Всього									

Таблиця 4 - Енергетичний потенціал біомаси в Україні (2025 та 2050 рр.)

ВИД БІОМАСИ	Теоретичний потенціал, млн т		Технічний потенціал млн т		Економічний потенціал					
					млн. т		млн. т у.п.		млн. т н.е	
	2025	2050	2025	2050	2025	2050	2025	2050	2025	2050
Солома зернових культур	35,14+№	52,7+№								
Солома ріпаку	3,1+№	4,7+№								
ПП виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	30,3+№	45,5+№								
ПП виробництва соняшнику (стебла, корзинки)	21,2+№	21,2+№								
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшнику)	1,90+№	1,90+№								
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	6,0+№	9,0+№								
Деревна біомаса (сухостій, деревина з лісосмуг, обрізки)	8,8+№	8,8+№								
Біодизель (з ріпаку)	0,1+№	19,0+№								
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)	1,73+№	20,8+№								
Біогаз із відходів та побічної продукції АПК	1,6*+№	11,2*+№								
Біогаз із органічної частини твердих побутових відходів (ТПВ)	0,6*+№	5,8*+№								
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	1,0*+№	9,0*+№								
ВСЬОГО										

Примітка: *- млрд м³ СН₄

Варіант визначається як номер в списку студента. В таблиці до значення теоретичного потенціалу додає цифру № варіанту і заносить в таблицю 1.

**Теоретичні відомості.
Методика розрахунків.**

Показник	Метод розрахунку
Теоретичний потенціал.	<p>Теоретичний потенціал - загальний максимальний обсяг наземної біомаси, теоретично доступної для виробництва енергії у фундаментальних біофізичних межах. У випадку відходів та залишків різного виду теоретичний потенціал дорівнює максимально утвореному обсягу цих відходів та залишків.</p> $M_6 = B \cdot k_B,$ <p>Де B – валовий збір, млн. т, k_B – коефіцієнт доступної наземної біомаси, теоретично доступної для виробництва енергії.</p>
Технічний потенціал.	<p>Технічний потенціал - частка теоретичного потенціалу, доступна за певних технічно-структурних умов та поточних технологічних можливостях. Технічний потенціал розраховується з теоретичного через коефіцієнт технічної доступності (досяжності).</p> $ТП = M_6 \cdot k_{тд},$ <p>Де B – валовий збір, млн. т, $k_{тд}$ – коефіцієнт технічної доступності. Коефіцієнт технічної доступності показує частку загального обсягу рослинних залишків і відходів та інших видів біомаси, що може бути фактично зібрана, тобто є доступною для подальшої обробки/застосування.</p>
Коефіцієнт переведення в умовне паливо.	<p>Для визначення коефіцієнта перерахунку натурального палива в умовне користуються такою формулою:</p> $k_y = \frac{Q_H^P}{29300},$ <p>де Q_H^P - нижча теплота згоряння робочого складу даного натурального палива, кДж/кг.</p>
Коефіцієнт переведення в нафтовий еквівалент	<p>Для визначення коефіцієнта перерахунку натурального палива в нафтовий еквівалент:</p> $k_{н.е.} = \frac{Q_H^P}{41870},$ <p>де Q_H^P - нижча теплота згоряння робочого складу даного натурального палива, кДж/кг.</p>
Економічний потенціал.	<p>Економічний потенціал - частка технічного потенціалу, що задовольняє критеріям економічної доцільності за даних умов. Економічний потенціал розраховуються з технічного за</p>

	<p>допомогою коефіцієнту енергетичного використання. Коефіцієнт енергетичного використання відображає частку фактично зібраного обсягу рослинних залишків і відходів та інших видів біомаси, що може бути використана для виробництва енергії.</p> $EP = TP \cdot K_{EB},$ <p>де K_{EB} - коефіцієнту енергетичного використання.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Довідкові дані.

Таблиця 5 – Коефіцієнти.

С/г культура	Коефіцієнт переведення в нафтовий еквівалент, $K_{не}$	Коефіцієнт переведення в умовне паливо, K_y	Коефіцієнт доступної наземної біомаси, теоретично доступної для виробництва енергії, K_b	Коефіцієнт технічної доступності, $K_{тд}$	Коефіцієнт енергетичного використання, K_{EB}
Пшениця	0,22	0,45	1,0	0,5	0,22
Ячмінь	0,22	0,45	0,8	0,5	0,33
Інші зернові	0,22	0,45	0,8	0,5	0,33*
ріпак	0,34	0,48	2,0	0,7	1,0
Кукурудза на зерно	0,36	0,51	1,5	0,7	0,7
Соняшник	0,36	0,51	2,0	0,67	1,0

Таблиця 6 – Довідкові дані для праведення розрахунків.

ВИД БІОМАСИ	Нижча теплота згорання робочого складу даного натурального палива, кДж/кг	Коефіцієнт енергетичного використання, K_{EB}	Коефіцієнт переведення в умовне паливо, K_y	Коефіцієнт переведення в нафтовий еквівалент, $K_{не}$
Солома зернових культур	13000	0,30	0,44	0,31
Солома ріпаку	14000	0,40	0,48	0,33
ПП виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	14000	0,40	0,48	0,33
ПП виробництва соняшнику (стебла, корзинки)	14000	0,40	0,48	0,33
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшнику)	15450	0,74	0,53	0,37
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)	15000	0,94	0,51	0,36
Деревна біомаса (сухостій, деревина з лісосмуг, обрізки)	14000	0,41	0,48	0,33
Біодизель (з ріпаку)	41700	1	1,42	0,99

Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)	23000	1	0,78	0,55
Біогаз із відходів та побічної продукції АПК	25000	0,50	0,85	0,60
Біогаз із органічної частини твердих побутових відходів (ТПВ)	25000	0,34	0,85	0,60
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	25000	0,23	0,85	0,60

У звіті описати: тему роботи, мету роботи, виконати завдання практичної роботи.

Форма виконання звіту

Тема практичної роботи № 1.2. _____

Мета роботи: _____

Варіант № _____

Завдання для виконання практичної роботи та для написання звіту

1. Використовуючи дані з таблиці 1., надати оцінку економічного потенціалу (у млн. т у.п.) відходів виробництва певної сільськогосподарської культури.

1. Визначити теоретичний потенціал, млн. т
2. Визначити технічний потенціал біопалива, млн т .
3. Визначити економічний потенціал біопалива, млн т.

Результати розрахунків занести в таблицю 1 згідно з варіантом.

Таблиця 1 – Результати розрахунків.

С/г культура	Валовий збір, млн. т	к _в	Теоретичний потенціал, млн. т	к _{тд}	Технічний потенціал, млн. т	К _{ЕВ}	Економічний потенціал		
							млн. т	млн т у.п.	млн. т н.е.
Пшениця		1,0		0,5		*			
Ячмінь		0,8		0,5		0,33			
Інші зернові		0,8		0,5		0,33*			
Ріпак		2,0		0,7		1,0			
Кукурудза на зерно		1,5		0,7		0,7			
Соняшник		2,0		0,67		1,0			
Всього									

2. Використовуючи дані з таблиці 2., надати оцінку економічного потен-

ціалу (у млн. т у.п., млн. т н.е.) відходів виробництва певної сільськогосподарської культури.

Результати розрахунків занести в таблицю 2 згідно з варіантом.

Таблиця 4 - Енергетичний потенціал біомаси в Україні (2025 та 2050 рр.)

ВИД БІОМАСИ	Теоретичний потенціал, млн т		Технічний потенціал, млн т		Економічний потенціал						
					млн. т		млн. т у.п.		млн. т н.е		
	2025	2050	2025	2050	2025	2050	2025	2050	2025	2050	
Солома зернових культур											
Солома ріпаку											
ПП виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)											
ПП виробництва соняшнику (стебла, корзинки)											
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшнику)											
Деревна біомаса (дрова, порубкові залишки, відходи деревообробки)											
Деревна біомаса (сухостій, деревина з лісосмуг, обрізки)											
Біодизель (з ріпаку)											
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)											
Біогаз із відходів та побічної продукції АПК											
Біогаз із органічної частини твердих побутових відходів (ТПВ)											
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)											
ВСЬОГО											

Примітка: *- млрд м³ СН₄

Тема 1.3. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.

Проведення розрахунку потужності та розташування пунктів з переробки насіння олійних культур в сировину для біопалива з урахуванням зайнятості полів олійними культурами в сівозміні, а також заводу для отримання біопалива.

Мета роботи: визначення потужності та розташування пунктів з переробки насіння олійних культур в сировину для біопалива з урахуванням зайнятості полів олійними культурами в сівозміні, а також заводу для отримання біопалива.

Завдання для виконання практичної роботи та для написання звіту

1. Провести розрахунок потужності пункту переробки насіння олійних культур з отриманням олії – сировини для виробництва біодизельного палива, та оптимальну відстань перевезень насіння.

Визначити оптимальну відстань перевезень та продуктивність пункту для переробки насіння ріпаку в олію, якщо загальні накладні витрати $Z_в = 360000$ грн/рік; питомі витрати на перевезення сировини $z_n = 2,6 + №$ грн/(т·км); урожайність олійної культури (ріпак) $\rho = 1$ т/га (100 т/км²); щільність розміщення полів $\alpha = 0,4$.

№ - номер в списку студентів в групі.

2. Визначити потужність заводу по виробництву біодизельного палива з олії, та оптимальну відстань перевезень сировини.

Визначити оптимальну відстань перевезення олії та продуктивність заводу для отримання біодизельного палива, якщо вартість перевезення – 2,6 грн./т·км, накладні витрати 13000 тис. грн., прямі витрати на виготовлення 1 т біодизельного палива складають 25 тис. грн., $\beta = 1,1$. Залежність наявності сировини від відстані $(491,77 + №) \cdot l + 3897,7 + №$.

№ - номер в списку студентів в групі.

Теоретичні відомості.

Ефективна робота переробного пункту з отримання олії з олійних культур визначається мінімальними питомими витратами на одержання продукції, які залежать від кількості сільськогосподарських угідь, біомаси для переробки, площі з якої її необхідно зібрати та відстані доставки на переробний пункт.

Питомі витрати можна представити такою функціональною залежністю:

$$C = \frac{Z_в}{M} + z_n r + z_в \quad (1)$$

де C – питома собівартість виробництва, грн/т;

$Z_в$ – загальні накладні витрати на переробку органічної сировини, грн./рік;

z_n – питомі витрати на перевезення сировини, грн/(т·км);

$z_в$ – приведені прямі витрати на переробку органічної сировини, грн/т;

r – відстань від пункту переробки до місцезнаходження сировини, км;

M – маса органічної сировини для переробки, яку необхідно зібрати і доставити з полів, т/рік.

До загальних накладних витрат на переробку органічної сировини відносяться амортизація обладнання, будівель і споруд пункту, витрати на утримання будівель і споруд, витрати на утримання адміністративного персоналу та інші витрати, не пов'язані з технологічним процесом виробництва біодизельного палива. До приведених прямих витрат відносять: вартість органічної сировини та витрати, які пов'язані з виконанням технологічного процесу переробки в розрахунку на одиницю органічної сировини (енергетичні витрати, витрати на оплату праці робітників тощо).

У формулі (1) маємо дві змінні величини. Перший доданок характеризує зменшення питомих витрат залежно від збільшення маси, що переробляється. Другий – витрати, які зростають внаслідок збільшення площі збору і відстані доставки сировини. Для приведення до однієї змінної встановимо їх взаємозв'язок.

Розглянемо елементарний приріст маси Δm (т) органічної сировини, яку необхідно зібрати з площі ΔS (га) (рис. 1), припустивши, що розподіл сировини на площі характеризується врожайністю (для олійних культур) або щільністю ρ (т/км²) (для вторинної органічної сировини)

$$\Delta m = \rho \Delta S. \quad (2)$$

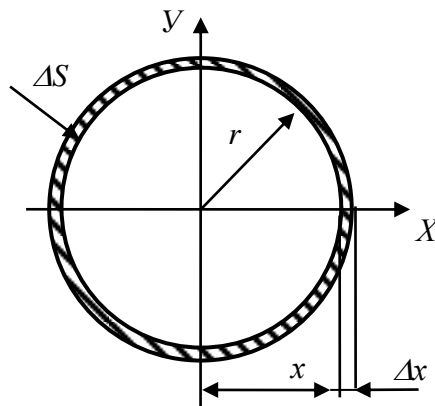


Рис. 1. Схема площі елементарної ділянки

Площа елементарної ділянки залежить від відстані $\Delta S = f(x)$.

За умовою $\Delta x^2 \rightarrow 0$, як величина другого порядку меншості, маємо

$$\Delta m = \pi r \alpha [(x + \Delta x)^2 - x^2] \approx 2\pi r \alpha x \Delta x, \quad (3)$$

де α – щільність розміщення полів з сировиною для біопалива, а саме – насіння ріпаку:

$$\alpha = \frac{S_6}{S}, \quad (4)$$

S_6 – площа ділянок на якій розміщена сировина для отримання біопалива, га;

S – загальна площа земельних угідь, га;

Інтегруючи формулу (3), отримаємо значення маси органічної сирови-

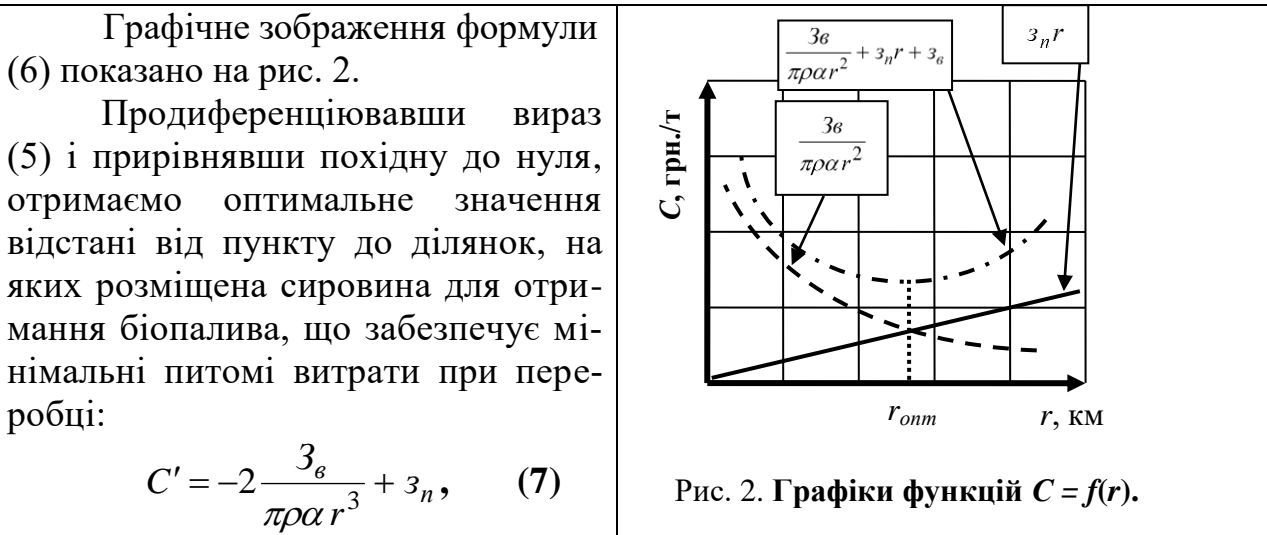
ни, яку необхідно переробити для отримання біодизельного палива:

$$M = 2\pi r \alpha \int_0^r x dx = \pi r \alpha r^2 \quad (5)$$

де $\pi = 3,14$.

Підставляючи значення маси в формулу (1), отримаємо вираз для питомих витрат залежно від однієї змінної

$$C = \frac{3v}{\pi r \alpha r^2} + z_n r + z_e \quad (6)$$



$$r_{opt} = 3 \sqrt{\frac{23v}{\pi r \alpha z_n}} \quad (8)$$

Підставивши r_{opt} замість r в формулу (5), отримаємо вираз для визначення потужності пункту для переробки органічної сировини – насіння ріпаку з отриманням олії:

$$M_{opt} = \pi r \alpha \left(\frac{23v}{\pi r \alpha z_n} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (9)$$

$$M_{opt} = 3 \sqrt{\pi r \alpha \left(\frac{23v}{z_n} \right)^2} \quad (10)$$

Дану методику також можна використовувати для розрахунків пунктів з виготовлення брикетів, чи пелетів.

Напрямом підвищення ефективності виробництва біодизельного палива на заводах на етапі їх створення є визначенні оптимальної річної продуктивності заводу з урахуванням транспортних витрат на перевезення сировини – олії. За наявності олії для одержання біопалива на пунктах з переробки олійних культур в олію, з урахуванням відстані перевезення її до заводу, складається таблиця (табл. 1).

Таблиця 1. – Залежність обсягу сировини від відстані її перевезення на завод для виготовлення біодизельного палива

Маса олії, т	M_{o1}	$M_{o1} + M_{o2}$	$M_{o1} + M_{o2} + \dots M_{on}$
Відстань до заводу, км	l_1	l_2	l_n

За даними таблиці 1 будується графічна залежність (рис. 3) і визначається її функція. Тоді собівартість отримання біодизельного палива в розрахунку на одиницю вихідної продукції визначається за формулою:

$$C_{\bar{o}} = \frac{z_{\bar{o}}}{M_o(l) \cdot \beta} + z_{\bar{en}} + \frac{z_n \cdot l}{\beta}, \quad (11)$$

де $C_{\bar{o}}$ – собівартість виробництва однієї тонни біопалива, грн/т;

$z_{\bar{o}}$ – накладні витрати на виробництво, грн.;

$z_{\bar{en}}$ – прямі витрати на виробництво біопалива, грн./т;

z_n – питомі транспортні витрати, грн./т-км;

β – коефіцієнт перетворення олії на біодизельне паливо.

$$M_{\bar{o}} = M_o(l) \cdot \beta \quad (12)$$

$$\beta = \frac{M_{\bar{o}}}{M_o}, \quad (13)$$

$M_{\bar{o}}$ – маса біопалива, т

За формулою (11) будується функція $C_{\bar{o}} = f(l)$ (рис. 4), а також, дослідивши її на екстремум $\frac{dC_{\bar{o}}}{dl} = 0$, визначається відстань до господарства $l_{кр}$, при якій собівартість виробництва мінімальна.

Продуктивність заводу, з урахуванням річної переробки олії в біопаливо, визначається за графіком рис. 1 при $l_{кр}$.

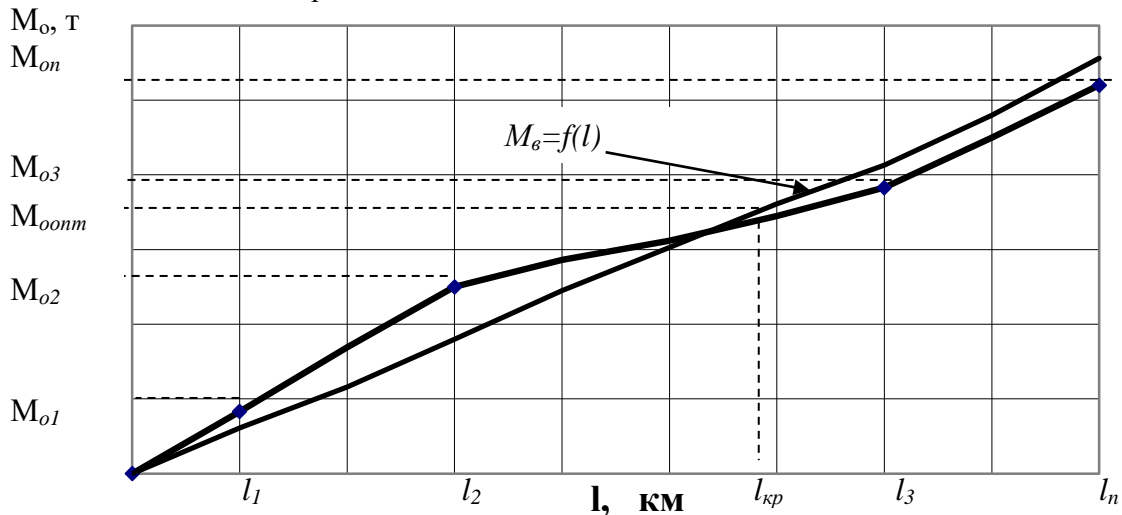


Рис.3. Залежність обсягу сировини від відстані її перевезення на завод для виготовлення біодизельного палива.

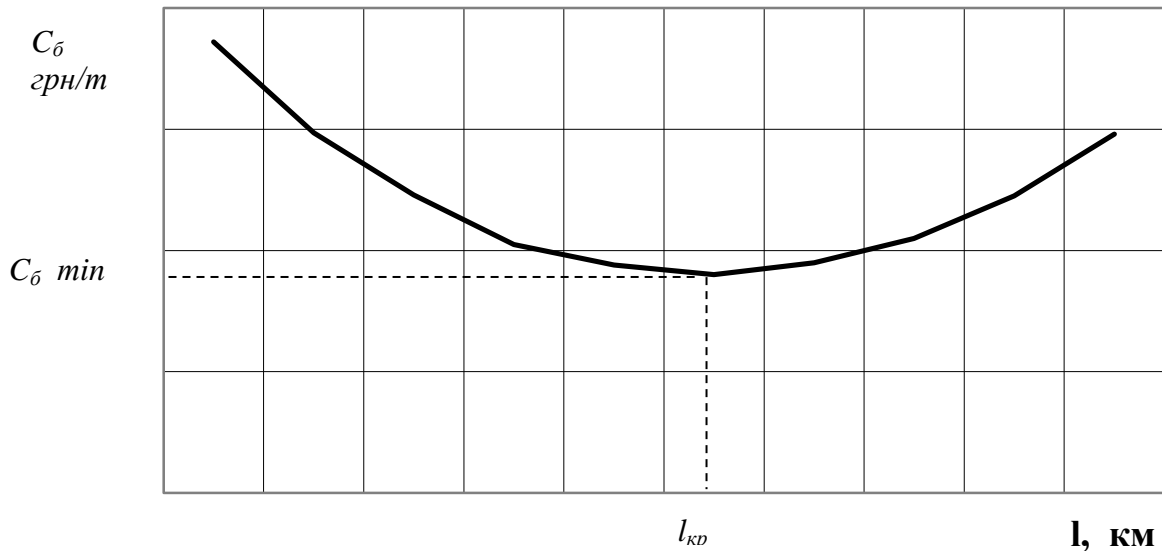


Рис. 4. Графічне зображення функції $C_b = f(l)$.

Приклад проведення розрахунків.

1. Визначимо оптимальну відстань перевезень та продуктивність пункту для переробки насіння ріпаку в олію, якщо загальні накладні витрати $Z_v = 360000$ грн/рік; питомі витрати на перевезення сировини $z_n = 2,6$ грн/(т·км); урожайність олійної культури (ріпак) $\rho = 1$ т/га (100 т/км²); щільність розміщення полів $\alpha = 0,4$.

Підставивши вихідні дані в формули (8) і (10) визначимо, що оптимальна відстань перевезень насіння ріпаку становить $14,4$ км, а продуктивність пункту з переробки насіння ріпаку в олію – 21280 т/рік і при 25% виході олії можна отримати 5320 т сировини для виробництва біодизельного палива.

2. Визначимо оптимальну відстань перевезення олії та продуктивність заводу для отримання біодизельного палива, якщо вартість перевезення – $2,6$ грн./ т·км, накладні витрати 13000 тис. грн., прямі витрати на виготовлення 1 т біодизельного палива складають 25 тис. грн., $\beta = 1,1$. Залежність наявності сировини від відстані її перевезення подано в табл. 2. Якщо задано залежність наявності сировини від відстані її перевезення формулою то табл. 2 не будують.

Таблиця 2. – **Наявність сировини від відстані її перевезення на завод для виготовлення біодизельного палива**

Маса олії, $M_o, \text{ т}$	5000	15000	35000	70000	100000	150000
Відстань до заводу $l, \text{ км}$	10	25	60	120	200	300



Рис.5. Залежність наявності олії від відстані до заводу для виготовлення біодизельного палива.

$$C_{\bar{o}} = \frac{z_{\bar{e}}}{(491,77 \cdot l + 3897,7) \cdot \beta} + z_{\bar{en}} + \frac{z_n \cdot l}{\beta}; \quad (14)$$

$$\frac{dC_{\bar{o}}}{dl} = -\frac{491,77 \cdot z_{\bar{e}} \cdot \beta}{(491,77 \cdot \beta \cdot l + 3897,7 \cdot \beta)^2} + \frac{z_n}{\beta} = 0; \quad (15)$$

$$M_{\bar{o}} = (491,77 \cdot l + 3897,7) \cdot \beta \quad (16)$$

$$C_{\bar{o}} = \frac{13000000}{(491,77 \cdot l + 3897,7) \cdot 1,1} + 25000 + \frac{2,6 \cdot l}{1,1} \quad (17)$$

Підставивши вихідні дані в формули (15),(16) визначимо, що оптимальна відстань перевезень ріпакової олії становить 101 км, а продуктивність заводу по виготовленню біодизельного палива – 58923 т/рік.

Використовуючи формулу (17), отримаємо залежність собівартості виробництва біодизельного палива від відстані перевезення олії на завод (табл. 3).

Таблиця 3. – Залежність собівартості виробництва біодизельного палива від відстані перевезення олії на завод.

Відстань до заводу l , км	40	60	80	100	120	140
Собівартість виробництва $C_{\bar{o}}$, грн./т	25596	25496	25462	25459	25471	25493

У звіті описати: тему роботи, мету роботи, виконати завдання практичної роботи.

Змістовий модуль 2. Традиційні біопалива.

Тема 2.1. ТВЕРДЕ БІОПАЛИВО.

Розрахунок теплоти згоряння місцевого біопалива залежно від його зольності і вологості.

Мета роботи: Розрахувати теплоту згоряння місцевого біопалива залежно від його зольності і вологості.

Завдання для виконання практичної роботи та для написання звіту

1. Використовуючи формулу (10) визначити нижчу теплоту згоряння біопалива в залежності від його вологості і результати розрахунків занести в таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків нижчої теплоти згоряння біопалива в залежності від його вологості.

Назва біопалива	Зольність, %	Вологість, %				
		5+№	10+№	15+№	20+№	25+№
Міскантус	3					
Верба	2					
Тополя	1,5					
Солома	8					
Деревна тріска	1					

2. Побудувати графіки нижчої теплоти згоряння біопалива (табл.1) в залежності від його вологості.

3. Визначити коефіцієнти переводу в умовне паливо, та коефіцієнт переводу нафтовий еквівалент.

Таблиця 2 - Результати розрахунків коефіцієнти переводу в умовне паливо в залежності від його вологості.

Назва біопалива	Вологість, %				
	5+№	10+№	15+№	20+№	25+№
Міскантус					
Верба					
Тополя					
Солома					
Деревна тріска					

Таблиця 3 - Результати розрахунків нафтового еквіваленту в залежності від його вологості біопалива.

Назва біопалива	Вологість, %				
	5+№	10+№	15+№	20+№	25+№
Міскантус					
Верба					
Тополя					
Солома					
Деревна тріска					

Теоретичні відомості.

Місцеві палива. У сільському господарстві як паливо часто використовують солому, стрижні кукурудзяних качанів, соняшникове лушпиння, льняну кострицю тощо.

Характеристика місцевих палив наведена в табл. 4.

Торф як паливо буває двох видів: кусковий і фрезерний.

Теплота згоряння робочої маси торфу за вологості 40% і зольності 6% становить 10,4 МДж/кг.

Загальним недоліком місцевих палив є їх велика об'ємність. Крім того, недоліком деяких місцевих палив (лушпиння, костриці) є їх здатність самозайматися при тривалому зберіганні. Щоб зробити місцеві палива зручнішими для використання, зберігання і перевезення, а також для підвищення якості цих палив, їх брикетують. Процес брикетування палива з умістом смолистих речовин відбувається в такій послідовності.

У спеціальних дробарках паливо подрібнюють, подрібнену масу підігривають до температури 70 – 80 °С і висушують до вологості 10 – 15%. Висушену масу подають у прес і під тиском 3,0 – 5,0 МПа стискають у брикети потрібної форми.

Таблиця 4 – Вміст органічної маси і дані про робочий склад місцевого палива

Назва палива	Органічна маса				Робочий склад		
	C ^o	H ^o	O ^o +N ^o	Q _n ^o МДж/кг	C ^p	H ^p	Q _n ^p МДж/кг
	в %				в %		
Кора вербова	49,2	5,5	45,3	18,8	40,3	5,3	9,34
Здубиця	49,4	5,7	44,9	18,9	69,4	2,3	3,5
Лушпиння соняшникове	51,7	6,3	42,0	19,1	15,0	2,0	15,45
Костриця льняна	47,6	5,8	46,6	17,0	8,0	4,0	14,75
Солома	44,9	5,4	49,7	15,3	8,0	5,0	13,1
Кізяк	48,4	6,0	45,6	17,6	25,0	2,0	10,8

Склад палива, в якому його застосовують безпосередньо для спалювання, називається *робочим складом*, а елементи, що входять до палива, позначаються надрядковим індексом „p”. До робочого складу палива входять такі елементи, як вуглець - C^p, водень - H^p, сірка - S^p, кисень - O^p, азот - N^p, мінеральна частка (зола) - A^p і волога - W^p. Якщо вміст цих речовин визначити в % за масою, то

$$C^p + H^p + S^p + O^p + N^p + A^p + W^p = 100 \% . \quad (1)$$

Після видалення вологи W^p висушуванням проби палива при температурі 105°С протягом двох-трьох годин дістанемо абсолютно суху масу палива, складові речовини якої в % за масою позначаються надрядковими індексами „c”, тобто суха маса палива буде:

$$C^c + H^c + S^c + O^c + N^c + A^c = 100 \% . \quad (2)$$

Якщо з робочого складу палива видалити ще й золу, дістанемо горючу масу палива, в якій речовини позначимо відповідними надрядковими індексами „r”:

$$C^r + H^r + S^r + O^r + N^r = 100 \% . \quad (3)$$

Горюча сірка складається з органічної сірки S^o , зв'язаної з іншими елементами горючої маси, і з колчеданної S^k , що входить у паливо у вигляді колчедану FeS_2 . Якщо із складу горючої маси видалити колчеданну сірку, залишиться склад органічної маси палива, який позначають надрядковим Індексом „о”

$$C^o + H^o + S^o + O^o + N^o = 100 \% . \quad (4)$$

Горючими елементами в паливі є вуглець, водень і горюча сірка. При згорянні 1 кг вуглецю з утворенням вуглекислого газу (тобто при повному згорянні) виділяється 33,6 тис. кДж тепла, а при згорянні 1 кг водню виділяється 141,5 тис. кДж тепла - майже в чотири рази більше, ніж при згорянні вуглецю. Ці елементи (вуглець і водень) є найважливішими горючими елементами палива. При згорянні 1 кг сірки виділяється 9 тис. кДж тепла. Проте сірка дуже небажаний елемент у паливі, бо сірчистий газ, який утворюється при згорянні сірки, шкідливо впливає на здоров'я обслуговуючого персоналу і, крім того, цей газ, розчиняючись у воді, утворює кислоту, яка роз'їдає металеві частини котельної установки.

Інші елементи, - що входять до складу палива (кисень і азот), а також зола й волога, становлять баласт палива.

Кисень у баласті палива є активним елементом, бо він окислює горючі елементи палива і цим зменшує потребу в кисні повітря для згорання палива.

Азот палива не бере участі в горінні й переходить у вільному стані в продукти згорання. Кількість азоту в паливі не перевищує 1 %, а тому вплив азоту, що є в паливі, на об'єм і температуру продуктів згорання теж незначний у порівнянні з впливом азоту повітря, що бере участь у спалюванні палива.

Вологість - це фактор у паливі, який знижує його теплову цінність, бо наявність вологи (води) зменшує вміст у складі палива горючих речовин і, крім того, частина тепла, що виділяється під час згорання палива, затрачається на випаровування вологи.

Зола палива - це баласт, що призводить до різкого погіршення якості палива, Якщо вміст золи в паливі перевищує 25%, паливо вважають низькосортним, бо підвищений вміст золи призводить до зниження вмісту горючих речовин і, отже, до зниження теплової ефективності палива. Кількість і якість золи впливають і на роботу топкового пристрою котла. Так, легкоплавка зола зашлаковує колосникову решітку й екранні поверхні нагріву топки, чим погіршуються умови горіння і теплообміну, а видалення золи і шлаків з топки пов'язане із збільшенням втрат з недогорілим паливом, що видаляється разом із золою і шлаками. При спалюванні багатозольних палив у димових газах міститься багато летючої золи, яка забруднює атмосферне повітря. Для запобігання цьому доводиться збільшувати висоту димарів і встановлювати золоуловлювачі, що призводить до збільшення вартості устаткування.

Летка частина палива - це гази й пари (за винятком водяної пари), що виділяються з палива при його нагріванні без доступу повітря до температури 850° С (суха перегонка). Вихід летких речовин відносять до горючої маси палива. Вихід летких речовин є найважливішою характеристикою палива, яка зумовлює будову топкового пристрою для забезпечення повного згорання і впливає

на температуру займання палива. Зв'язок вмісту летких речовин у паливі з температурою займання його можна простежити, користуючись даними, наведеними в табл.3.2.

Кокс - це твердий залишок після сухої перегонки палива. У коксі міститься також і зола палива. Складається кокс переважно з вуглецю. Стан коксу характеризує спікливість палива, що дуже важливо для пошарового спалювання його в топках. Палива, що дають спікливий сплавлений щільний кокс, називаються *спікливими* (коксівними), а палива, що дають порошкоподібний кокс, - *неспікливими*.

Теплота згоряння палива. Основною узагальнюючою характеристикою палива є *теплота згоряння*, що показує, яка кількість тепла (в кДж) виділяється при спалюванні за нормальних умов 1 кг твердого чи рідкого палива або 1 м³ газоподібного палива.

Якщо паливо спалюють за таких умов, що продукти згоряння охолоджуються до 0° С і наявна в них водяна пара (від згоряння водню і випаровування вологи палива) конденсується, теплота згоряння включає також теплоту пароутворення (близько 2500 кДж/кг води) і тому називається *вищою теплотою згоряння* Q_v .

Якщо продукти згоряння не охолоджуються і наявна в них водяна пара не конденсується, теплота згоряння не включає теплоти пароутворення і називається *нижчою теплотою згоряння* Q_n . Ця величина є основною характеристикою палива.

Теплоту згоряння палива визначають за допомогою калориметричної бомби - сталльної посудини, яка щільно закривається і здатна витримати тиск до 10,0 МПа. У бомбу закладають наважку спресованого палива масою 1 г і спалюють його в атмосфері кисню при тиску 3 МПа. Кількість виділеного при цьому тепла визначають за підвищенням температури води в, калориметрі, в який занурена бомба. Оскільки водяна пара продуктів згоряння при цьому конденсується, в калориметричній бомбі визначають

визначають вищу теплоту згоряння.

Нижчу теплоту згоряння для робочого складу палива визначають з вищої за формулою:

$$Q_n^P = Q_v^P - 224H^P - 25W^P \text{ (кДж/кг)}. \quad (5)$$

Теплоту згоряння можна обчислити й за формулами. Найправильніші результати як для твердого, так і для рідкого палива дає формула І. Д. Менделєєва, яка для нижчої теплоти згоряння робочого складу палива має такий вигляд:

$$Q_n^P = 339C^P + 1030H^P - 108,9(O^P - S^P) - 25W^P \text{ (кДж/кг)}. \quad (6)$$

З формули (9.5) визначимо Q_v^P :

$$Q_v^P = Q_n^P + 224H^P + 25W^P. \quad (7)$$

Підставивши значення Q_n^P з формули (9.6), дістанемо:

$$Q_v^P = 339C^P + 1254H^P - 108,9(O^P - S^P). \quad (8)$$

Для газоподібного палива нижчу теплоту згоряння сухої маси палива визначають за такою емпіричною формулою:

$$Q_n^c = 358C_{H_4} + 590C_2H_4 + 126CO + 108H_2 + 234H_2S \text{ (кДж/кг)}. \quad (9)$$

У цій формулі складові газового палива дані в % за об'ємом. Зазначимо, що коефіцієнти при речовинах майже точно виражають теплоту згоряння кожного елемента, поділену на 100.

Як видно з характеристик твердих, рідких і газоподібних палив, різні види, марки й сорти їх мають теплоту згоряння, що за величиною коливається в дуже широких межах: для твердих і рідких палив від 6,3 до 43,7 МДж/кг, а для газоподібних від 4,0 до 63,5 МДж/м³.

Нижчу теплотворну здатність деревного палива можна оцінити розрахунковим методом з урахуванням робочої вологості та зольності.

$$Q_n^p = 18,9 - 0,214W^p - 0,189A^p, \text{ МДж/кг} \quad (10)$$

де W^p – вологість на робочу масу, % ; A^p – зольність на робочу масу.

Зольність, % міскантус - 2,3-3,7, верба - 1,5-2, тополя - 0,5-1,9, солома - 2-8, деревна тріска - 0,5-1,5.

Абсолютна (вища) теплотворна здатність деревини практично не залежить від породи.

Вища теплотворна здатність (ВТЗ) деревини визначається як сума теплотворних здатностей її елементів і вираховується за формулою Менделєєва:

$$Q(\text{ВТЗ}) = 81C + 300H - 26O \quad (11)$$

де C , H і O – процентний склад в деревині вуглецю, водню та кисню.

Склад абсолютно сухої деревини, незалежно від породи:

49,5% вуглецю, 6,3% водню, 44,1% кисню

Відповідно, виходить:

$$Q(\text{ВТЗ}) = 81 \times 49,5 + 300 \times 6,3 - 26 \times 44,1 = 4752,9 \text{ ккал/кг} \quad (12)$$

Масова теплотворна робоча здатність деревини практично не залежить від породи

Масова теплотворна робоча здатність деревини (МРТЗ) вираховується за формулою Надеждіна і залежить від вологості деревини:

для кімнатно-сухої деревини, вологістю 7...18%

$$Q(\text{МРТЗ}) = 4600 - 50 \times W = 4600 - 50 \times (7...18) = 4250...3700 \text{ ккал/кг} \quad (13)$$

для повітряно-сухої деревини, вологістю 25...30%

$$Q(\text{МРТЗ}) = 4370 - 50 \times W = 4370 - 50 \times (25...30) = 3120...2870 \text{ ккал/кг} \quad (14)$$

для сплавної деревини, вологістю 50...70%

$$Q(\text{МРТЗ}) = 3870 - 45 \times W = 3870 - 45 \times (50...70) = 1620...720 \text{ ккал/кг} \quad (15)$$

де W – відносна вологість деревини у процентах.

Об'ємна робоча теплотворна здатність деревини повністю залежить від породи

Об'ємна робоча теплотворна здатність деревини (ОРТЗ) розраховується як добуток масової теплотворної здатності деревини на її щільність.

Наприклад, для ясеня:

$$4000 \text{ ккал/кг} \times 0,750 \text{ кг/дм}^3 = 3000 \text{ ккал/дм}^3$$

Об'ємна робоча теплотворна здатність деревини (ОРТЗ) напряму залежить від щільності деревини і тому може бути в дуже широких межах, тому що щільність деревини є нестабільною величиною

Для порівняння різних видів, марок і сортів палива при нормуванні та обліку витрати всі палива перераховують на умовне паливо, за яке прийнято паливо з нижчою теплоотою згоряння робочого складу $Q_y = 29300$ кДж/кг.

Для перерахунку натурального палива в умовне користуються такою формулою:

$$M_y = M_n \frac{Q_n^p}{29300}. \quad (16)$$

де M_y, M_n - маси умовного й натурального палива, кг;

Q_n^p - нижча теплота згоряння робочого складу даного натурального палива, кДж/кг.

$\frac{Q_n^p}{29300}$ - коефіцієнти переводу в умовне паливо.

Н.е. - нафтовий еквівалент, т н.е.- тонна нафтового еквівалента / tonne of oil equivalent) = енергія, що виділяється при спалюванні 1 тонни нафти приблизно 41.87×10^9 Дж або 10 Гкал.

Для перерахунку натурального палива в умовне користуються такою формулою:

$$M_{n.e} = M_n \frac{Q_n^p}{41870}. \quad (17)$$

де $M_{n.e}, M_n$ - маси в нафтовому еквіваленті та натурального палива, кг;

Q_n^p - нижча теплота згоряння робочого складу даного натурального палива, кДж/кг.

$\frac{Q_n^p}{41870}$ - коефіцієнти переводу в нафтовий еквівалент.

Робочий склад основних видів твердого біопалива (деревина, тріска, пелети) характеризується високим вмістом летких речовин (65–85%), вуглецю (45–55%), водню (5–7%) та кисню (35–45%) при низькому вмісті сірки (<0.1%) і золи (0.5–3% для деревини). Робоча вологість складає від 10–15% до 50–60% (свіжі дрова).

Основні види твердого біопалива включають дрова, тріску, тирсу, кору, а також пелети та брикети, вироблені з біомаси.

Елементний склад сухої горючої маси деревини становить: вуглець (C) – ~51%, водень (H) – ~6,1%, кисень (O) – ~42,3%, азот (N) – ~0,6%, а сірка (S) практично відсутня. Вологість дров суттєво варіюється: свіжоспиляна деревина містить близько 50% вологи, тоді як сухі дрова – 13-17%.

Тому дійсна теплота спалювання соломи визначаються коефіцієнтом корисної дії топки, який для існуючих топко котлів і теплогенераторів, що випускаються в Україні становить від 0,75 до 0,84 відн. од.

У звіті описати: тему роботи, мету роботи, виконати завдання практичної роботи.

Таблиця 3 - Результати розрахунків коефіцієнта нафтового еквіваленту в залежності від вологості біопалива.

Назва біопалива	Вологість, %				
Міскантус					
Верба					
Тополя					
Солома					
Деревна тріска					

Тема 2.2. РІДКЕ БІОПАЛИВО

Технологія одержання спиртів.

Розрахунок техніко-економічні показників виробництва біоетанолу та визначення обсягу сировини й необхідну площу для повного заміщення бензину, що споживається в аграрному виробництві.

Мета роботи: Вивчити біотехнологію отримання спиртів.

Завдання для виконання практичної роботи та для написання звіту

1. Опрацювати технологію одержання спиртів.

2. Розрахувати техніко-економічні показники виробництва біоетанолу та визначити обсяги сировини й необхідну площу для повного заміщення бензину, що споживається в аграрному виробництві. Вихідні дані: Сировина для виробництва біоетанолу – кукурудза, урожайність $Y = 7$ т/га; вартість зерна кукурудзи $C_K = 2700 + 300 \cdot N_{\%}$ грн./т, ціна біоетанолу $C_{BE} = 15 + 2 \cdot N_{\%}$ грн./кг; ціна бензину $C_B = 15,35 + 2 \cdot N_{\%}$ грн./л; річні обсяги використання бензину в аграрному виробництві $P_B = 152 + N_{\%}$ тис. т., нижча теплотворна здатність бензину $Q_B = 42$ МДж/кг; нижча теплотворна здатність біоетанолу $Q_{BE} = 27$ МДж/кг; густина біоетанолу $\rho_{BE} = 0,8$ кг/м³. Показники процесу виробництва біоетанолу необхідні для проведення розрахунків наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники процесу виробництва біоетанолу із зерна кукурудзи.

Показник	Позначення	Значення
Витрата води на замішування сировини, л/кг	Q_B	3
Витрата дріжджів по відношенню до обсягу замісу, %	q_D	8
Вміст спирту у бражці, %	q_{BE}	13
Частка виробничих витрат віднесена до ціни сировини, від. од.	k_{BB}	0,5
Витрата бензину на денатурацію спирту, %	q_B	3

У звіті описати: тему роботи, мету роботи, виконати завдання практичної роботи.

**Теоретичні відомості.
Методика розрахунків.**

Показник	Метод розрахунку
Технологічна потреба в воді, л/т.	Розраховується технологічна потреба в воді для замішування подрібненого в муку зерна кукурудзи при виробництві біоетанолу із розрахунку на $m_C = 1$ тону сировини: $V_B = m_C Q_B, \quad (1)$ де Q_B - витрата води на замішування сировини, л/кг
Потреба у виробничих дріжджах для зброджування отриманого суслу, л.	$V_D = V_C \cdot q_D / 100, \quad (2)$ де V_C - об'єм суслу, ($V_C = V_B$) л, q_D - Витрата дріжджів по відношенню до обсягу замісу, %.
Об'ємом зрілої бражки, л.	$V_{BP} = V_C + V_D \quad (3)$
Вихід біоетанолу, л.	$V_{BE} = V_{BP} \cdot q_{BE} / 100, \quad (4)$ де q_{BE} - вміст спирту у бражці, %
Вихід барди після виробництва біоетанолу, л.	$V_{BAP} = V_{BP} (1 - q_{BE} / 100).$
Вартість кукурудзи в ціні біоетанолу, грн/кг.	$B_C = \frac{C_K}{V_{BE} \cdot \rho_{BE}},$ де C_K - вартість зерна кукурудзи, грн/т ρ_{BE} - густина біоетанолу, кг/м ³ .
Собівартість виробництва біоетанолу із зерна кукурудзи, грн/кг.	$C_{BE} = (1 + k_{BB}) B_C,$ де k_{BB} - частка виробничих витрат віднесена до ціни сировини, від. од.
Прибуток від виробництва біоетанолу, грн/кг.	$\Pi = C_{BE} - C_{BE},$ де C_{BE} - ціна біоетанолу, грн/кг.
Рентабельність виробництва біоетанолу, %	$P = \frac{\Pi}{C_{BE}} \cdot 100\%.$
Вихід біоетанолу із одного гектара, л.	$V_{BE}^S = Y \cdot V_{BE},$ де Y – урожайність, т/га.
Потреба в бензині для виконання денатурації біоетанолу отриманого з одного гектара, л.	$V_B = V_{BE}^S \cdot \frac{q_B}{100}.$ де q_B - витрата бензину на денатурацію спирту, %

Вартість бензину для проведення денатурації отриманого етанолу із одного гектара, грн.	$V_B = V_B \cdot C_B,$ де C_B – ціна бензину, грн./л.
Потреба в біоетанолі для заміщення бензину в аграрному виробництві України, тис. т/рік	$P_{BE} = \frac{P_B \cdot Q_B}{Q_{BE}} = \frac{152 \cdot 42}{27} = 236,445 \text{ тис. т/рік.}$ де P_B - річні обсяги використання бензину в аграрному виробництві, тис. т; Q_B - нижча теплотворна здатність бензину, МДж/кг; Q_{BE} - нижча теплотворна здатність біоетанолу, МДж/кг.
Потреба в зерні кукурудзи (т/рік) та площі під її вирощування для повного заміщення біоетанолом бензину в аграрному виробництві, га.	$m_{ЗК} = \frac{P_{BE}}{V_{BE} \cdot \rho_{BE}} \cdot 10^6,$ $S_K = \frac{m_{ЗК}}{y}.$

Приклад розрахунку.

Розрахунки виконуються в наступному порядку. Спочатку розраховується технологічна потреба в воді для замішування подрібненого в муку зерна кукурудзи при виробництві біоетанолу із розрахунку на $m_C = 1$ тону сировини:

$$V_B = m_C Q_B = 3 \cdot 1000 = 3000 \text{ л/т.}$$

Враховуючи, що при приготуванні замісу подрібнене в муку зерно повністю розчиняється у воді, приймаємо, що об'єм замісу дорівнює об'єму води затраченої на його формування. Далі отриманий заміс піддають термоферментативній обробці та процесу оцукрювання, в результаті якого отримують сусло, об'єм якого рівний об'єму замісу, тобто $V_C = V_B$. Потреба у виробничих дріжджах для зброджування отриманого сусла визначається наступним чином:

$$V_D = V_C \cdot q_D / 100 = 3000 \cdot 8 / 100 = 240 \text{ л.}$$

Після змішування замісу із дріжджами утворюється сусло яке піддають зброджуванню упродовж певного часу, в результаті чого утворюється зріла бражка об'ємом:

$$V_{BR} = V_C + V_D = 3000 + 240 = 3240 \text{ л.}$$

Вихід біоетанолу становитиме:

$$V_{BE} = V_{BR} \cdot q_{BE} / 100 = 3240 \cdot 13 / 100 = 421 \text{ л.}$$

Побічним продуктом виробництва біоетанолу є барда, яку можна використовувати на кормові цілі при відгодівлі худоби або направляти на метанове зброджування з метою отримання біогазу. Вихід барди після виробництва біоетанолу становить:

$$V_{BAR} = V_{BR} (1 - q_{BE} / 100) = 3240 (1 - 13 / 100) = 2819 \text{ л.}$$

Вартість кукурудзи в ціні біоетанолу:

$$V_C = \frac{C_K}{V_{BE} \cdot \rho_{BE}} = \frac{2700}{421 \cdot 0,8} = 8,02 \text{ грн/кг.}$$

Орієнтовна собівартість виробництва біоетанолу із зерна кукурудзи:

$$C_{BE} = (1+k_{BB})V_C = (1+0,5) \cdot 8,02 = 12,03 \text{ грн/кг.}$$

Прибуток від виробництва біоетанолу із зерна кукурудзи:

$$\Pi = C - C_{BE} = 15 - 12,03 = 2,97 \text{ грн/кг.}$$

Рентабельність виробництва біоетанолу із зерна кукурудзи:

$$P = \frac{\Pi}{C_{BE}} = \frac{2,97}{12,03} \cdot 100\% = 24,69\%.$$

Вихід біоетанолу із одного гектара площі під кукурудзою:

$$V_{BE}^S = Y \cdot V_{BE} = 7 \cdot 421 = 2947 \text{ л.}$$

Потреба в бензині для виконання денатурації біоетанолу отриманого з одного гектара кукурудзи:

$$V_B = V_{BE}^S \cdot q_B = 2947 \cdot \frac{3}{100} = 88,41 \text{ л.}$$

Вартість бензину для проведення денатурації отриманого етанолу із одного гектара кукурудзи:

$$V_B = V_B \cdot C_B = 88,41 \cdot 15,35 = 1357,1 \text{ грн.}$$

Потреба в біоетанолі для заміщення бензину в аграрному виробництві України:

$$\Pi_{BE} = \frac{\Pi_B \cdot Q_B}{Q_{BE}} = \frac{152 \cdot 42}{27} = 236,445 \text{ тис. т/рік.}$$

Потреба в зерні кукурудзи та площі під її вирощування для повного заміщення біоетанолом бензину в аграрному виробництві:

$$m_{3K} = \frac{\Pi_{BE}}{V_{BE} \cdot \rho_{BE}} \cdot 10^6 = \frac{236,445}{421 \cdot 0,8} \cdot 10^6 = 702034 \text{ т/рік.}$$

$$S_K = \frac{m_{3K}}{Y} = \frac{702034}{7} = 100291 \text{ га.}$$

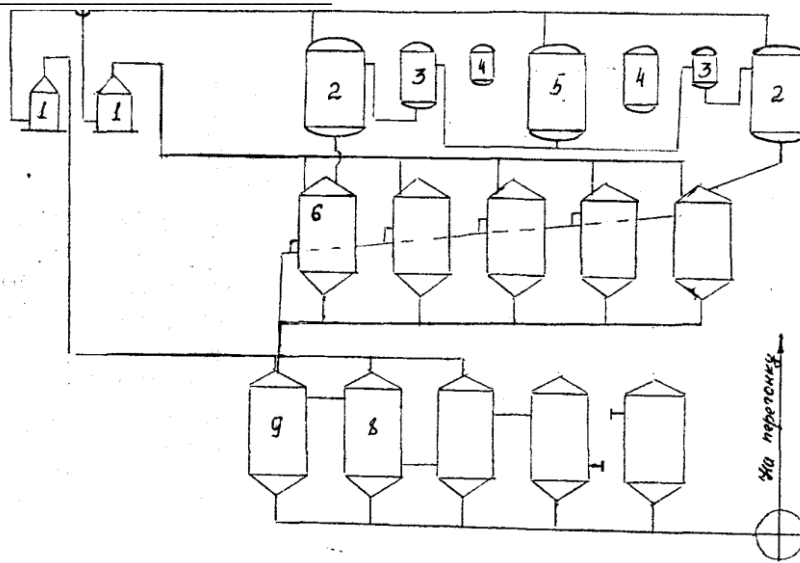
Таким чином, проведені розрахунки показали, що при переробці зерна кукурудзи із однієї тони зерна отримуємо 421 л біоетанолу та 2819 л барди, Рентабельність виробництва біоетанолу із зерна кукурудзи без врахування реалізації барди становить 24,69%. Вихід біоетанолу із одного гектара кукурудзи становить 2947 л., а для повного заміщення бензину в аграрному виробництві необхідно переробити на біоетанол 702,034 тис. т кукурудзи, вирощених на площі 100,291 тис. га.

Тема практичної роботи № 2.2. _____

Мета роботи: _____

Варіант № _____

1. Технологія одержання спиртів.



2. Розрахувати техніко-економічні показники виробництва біоетанолу та визначити обсяги сировини й необхідну площу для повного заміщення бензину, що споживається в аграрному виробництві. Вихідні дані: Сировина для виробництва біоетанолу – кукурудза, урожайність $U = 7$ т/га; вартість зерна кукурудзи $C_K =$ _____ грн./т, ціна біоетанолу $C_{BE} =$ _____ грн./кг; ціна бензину $C_B =$ _____ грн./л; річні обсяги використання бензину в аграрному виробництві $ПБ =$ _____ тис. т., нижча теплотворна здатність бензину $Q_B = 42$ МДж/кг; нижча теплотворна здатність біоетанолу $Q_{BE} = 27$ МДж/кг; густина біоетанолу $\rho_{BE} = 0,8$ кг/м³. Показники процесу виробництва біоетанолу необхідні для проведення розрахунків наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники процесу виробництва біоетанолу із зерна кукурудзи.

Показник	Позначення	Значення
Витрата води на замішування сировини, л/кг	Q_B	3
Витрата дріжджів по відношенню до обсягу замісу, %	q_d	8
Вміст спирту у бражці, %	q_{BE}	13
Частка виробничих витрат віднесена до ціни сировини, від. од.	k_{BB}	0,5
Витрата бензину на денатурацію спирту, %	q_B	3

Розрахунок.

Тема 2.3. ГАЗОПОДІБНЕ БІОПАЛИВО.

Проектування біогазової установки та проведення розрахунків технологічного процесу отримання біогазу.

Мета роботи: Проектування біогазової установки та проведення розрахунків технологічного процесу отримання біогазу.

Завдання для виконання практичної роботи та для написання звіту

1. Провести розрахунки з проектування біогазової установки.

Завдання для проектування біогазової установки

Визначити :

- вихід рідкого гною з тваринницької ферми та загального виходу біогазу;
- конструкційні параметри біореактора;
- теплові витрати на роботу біореактора;
- коефіцієнт виходу товарного біогазу.

Зарисувати технологічну схему біогазової установки та конструкційну схему біореактора.

Таблиця 1 – Завдання на проектування

№ варіанта	Тип ферми і поголів'я	Тип біореактора	Температура процесу, °С
1	Свиноферма 10 гол.	Горизонтальний циліндричний	30
2	Свиноферма 20 гол.	Горизонтальний циліндричний	40
3	Свиноферма 50 гол.	Горизонтальний циліндричний	50
4	Свиноферма 100 гол.	Горизонтальний циліндричний	55
5	Свиноферма 150 гол.	Горизонтальний циліндричний	30
6	Свиноферма 200 гол.	Горизонтальний циліндричний	40
7	Свиноферма 300 гол.	Горизонтальний циліндричний	50
8	Свиноферма 400 гол.	Горизонтальний циліндричний	55
9	Свиноферма 500 гол.	Горизонтальний циліндричний	30
10	Свиноферма 600 гол.	Горизонтальний циліндричний	40
11	Свиноферма 700 гол.	Горизонтальний циліндричний	50

12	Свиноферма 800 гол.	Горизонтальний циліндричний	55
13	Ферма ВРХ 50 гол	Горизонтальний циліндричний	30
14	Ферма ВРХ 100 гол	Горизонтальний циліндричний	40
15	Ферма ВРХ 200 гол	Горизонтальний циліндричний	50
16	Ферма ВРХ 100 гол	Горизонтальний циліндричний	55
17	Ферма ВРХ 300 гол	Горизонтальний циліндричний	30
18	Ферма ВРХ 500 гол	Горизонтальний циліндричний	40
20	Ферма ВРХ 1000 гол	Горизонтальний циліндричний	50
21	Птахофабрика 1000 гол	Вертикальний циліндричний	55
22	Птахофабрика 1000 гол	Вертикальний циліндричний	30
23	Птахофабрика 1500 гол	Вертикальний циліндричний	40
24	Птахофабрика 2000 гол	Вертикальний циліндричний	50
25	Птахофабрика 2500 гол	Вертикальний циліндричний	55
26	Птахофабрика 3000 гол	Вертикальний циліндричний	30
27	Птахофабрика 3500 гол	Вертикальний циліндричний	40
28	Птахофабрика 4000 гол	Вертикальний циліндричний	50
29	Птахофабрика 4500 гол	Вертикальний циліндричний	55
30	Птахофабрика 10000 гол	Вертикальний циліндричний	35

Матеріал для теплоізоляції – скловата товщиною $\delta=0,1$ м., $\lambda=0,037$

Вт/мК,

$$\alpha = \frac{\lambda}{\delta}$$

Середня кількість екскрементів в розрахунку на 1 гол. за добу, кг/добу:

– велика рогата худоба – 50;

– свині – 5;

– кури – 0,15;

Середні витрати води в розрахунку на 1 гол. Кг/добу:

- велика рогата худоба – 100;

- свині – 25.

Вологість екскрементів тварин і птиці подано в табл. 2.

Таблиця 2 - Вологість екскрементів тварин і птиці.

Вид тварин і птиці	Вологість, %		
	кал	сеча	суміші екскрементів
Велика рогата худоба	83-64	94,8-95	86-87
Свині	76-78	94-95	87-68
Вівці	67-69	94-35	74-75
Коні	71-72	95-96	77-79
Кури	-	-	73-76

Матеріал для теплоізоляції - скловата товщиною 0,1 м.

Теоретичні відомості.

Однією з перспективних технологій утилізації сільськогосподарських відходів в енергетичних цілях є виробництво біогазу. Біогаз можливо отримати з будь-якої органічної речовини рослинного чи тваринного походження, однак найбільш вигідним в використанні з цією метою рідкого безпідстилкового гною.

Метанове бродіння відзначається високим ККД перетворення енергії органічних речовин в біогаз, який досягав 30-90 %.

Крім того, метанове бродіння відходів призводить до мінералізації азоту і фосфору - основних складових добрив, що забезпечує їх збереження, тоді як при традиційних способах приготування органічних добрив втрачається до 30-40 % азоту.

При анаеробному розкладі фактично проходить санітарна обробка стоків (особливо тваринницьких і комунально-побутових), знищується патогенна мікрофлора, яйця гельмінтів, насіння бур'янів, відбувається дезодорація.

Біогазові установки призначені для анаеробної переробки рідкого (90-95 %) гною та інших відходів тваринного і рослинного походження на фермах і фермерських господарствах з метою одержання біогазу і високоякісних органічних добрив (рис. 3.2).

Біореактор являє собою нестерильний мікробіологічний ферментер вертикальної чи горизонтальної компоновки модульного типу з пошаровим перемішуванням, рухомим імобілізатором газгольдером.

Імобілізатор утримує легкі включення, не даючи їм піднятися на поверхню і створювати кірку, де вони під дією анаеробної мікрофлори розкладаються.

Параметри біотехнологічного процесу

Експозиція, діб.....10

Температура, °С.....35...55

Швидкість перемішування, м/с..... не більше 0,5

Вологість гною, %.....0,90-0,95

Оптимальна вологість гною, % 92

Тиск в газовій камері, мм водяного стовпа.....500

Максимальний тиск в газгольдері, МПа.....0,6

Тип мікроорганізмів - спільноти анаеробів, що притаманні багатокамерному шлунку та стравоходу

Технологічний процес одержання біогазу і порядок використання біореакторів.

Принципова схема технологічного процесу наведена на рис. .

Рідкий гній і відходи зливаються з будівлі ферми і самосплавом через решітку 2 в приймальну ємкість 3, звідки один раз на добу подаються за допомогою насоса 4 через засувку 5 в завантажувальну горловину 6 і потрапляють в біореактор 7.

В біореакторі за допомогою теплообмінника, де як теплоносієм використовується гаряча вода, підтримується температура технологічного процесу анаеробного бродіння 35 °С. Легкі частинки (солома, тирса тощо), піднімаючись вгору, нагромаджуються під сіткою іммобілізатора, який розміщено всередині збродженої маси. Ці частки, як і сіті іммобілізатора, служать для фіксації метанотворних бактерій.

Обертання іммобілізатора підвищує контакт цих бактерій із свіжою органічною масою, що позитивно впливає на продуктивність установки.

Іммобілізатори наведеної конструкції зменшують кіркоутворення, як негативно впливає на роботу біореактора.

Верхній шар збродженої маси перемішується мішалкою 9.

Зброджувана маса через гідрозатвор виливається в гноєсховище закритого типу 10.

Використання поряд з реакторами закритих гноєсховищ рекомендованих об'ємів дає можливість ефективного внесення високоякісного рідкого органічного добрива на поля господарства.

Промивання біореактора і видалення осаду проводиться за допомогою мобільних засобів через завантажувальний пристрій при закритій засувці 5.

Для запобігання втрат тепла для теплоізоляції рекомендується використовувати солому, тирсу, та інші теплоізоляційні матеріали.

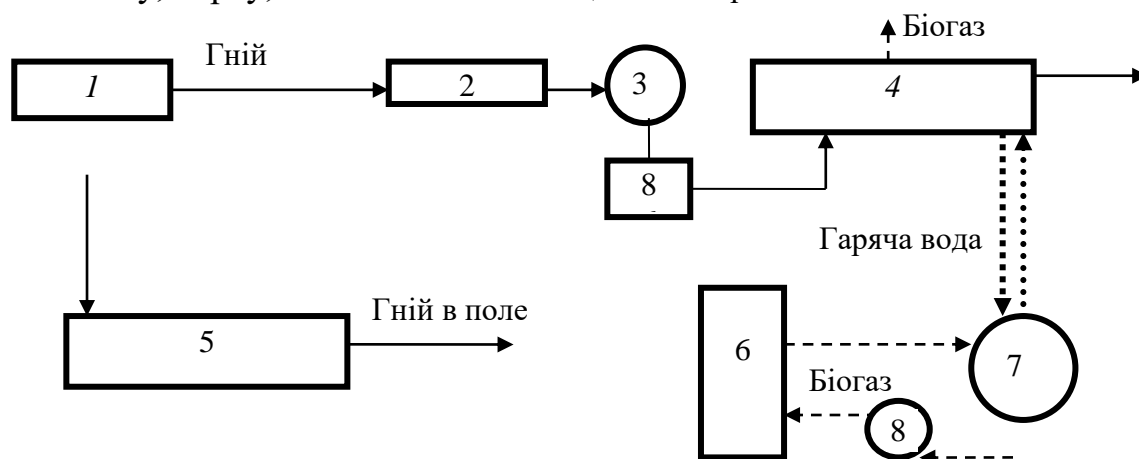


Рис. 1. Схема технологічного процесу одержання біогазу

1. будівля ферми; 2. - приймальна ємність; 3 - насос; засувка; 4 - біореактор; 5 – гноєсховище; 6 – газгольдер; 7- водогрійний котел; теплообмінник попереднього підігріву.

Біогаз (60-70% метан), який виділяється, накопичується у верхній частині акумулятора газу, і при досягненні максимального об'єму вмикається газовий компресор, який перекачує газ в газгольдер до тих пір, поки газова камера не досягне мінімальних розмірів.

Включення і виключення компресора проводиться автоматично, за допомогою ви-микача, встановленого на тязі акумулятора газу. З газгольдера біогаз відбирається для використання.

Конструкційна схема біореактора

Ємкість призначена для нагромадження і ферментації рідких відходів. Вона являє собою металеву конструкцію горизонтальної.

Гідрозатвор призначений для зливу збродженої маси і герметизації ємкості (для запобігання виходу біогазу). Гідрозатвор розрахований на тиск біогазу до 500 мм водного стовпа.

Мішалка призначена для перемішування верхнього шару рідкого гною та руйнування кірки. Привод мішалки електромеханічний або ручний. Він складається з осі обертання, на якій закріплена мішалка, електродвигуна, редуктора.

Завантажувальний пристрій служить для завантаження біореактора рідким гном з попереднім підігрівом його, а також вивантаження осаду за допомогою мобільних засобів типу РЖТ.

Він складається з двох частин - магістральної труби і підігрівача

Акумулятор газу служить для попереднього накопичення і стабілізації тиску газу над зброджуваною рідиною. Він складається з газової камери і регулятора тиску. Регулятор тиску служить для підтримання стабільного тиску в газовій камері. Він складається з противаги і системи тяг.

Теплообмінний пристрій служить для підтримання заданої температур технологічного процесу і виготовляється з металеві труби.

Газгольдер служить для нагромадження і зберігання біогазу для подальшого використання.

Обґрунтування параметрів біореактора

Технологічний розрахунок параметрів біореактора (метантенка) проводять, виходячи із кількості гною, який підлягає переробні

$$G = G_e + G_b =$$

де G_e – кількість екскрементів, м³

G_b – Розхід води на технологічні потреби, м³

Вологість гною ω , який поступає з ферми

$$\omega = \frac{G_e \omega_e + G_b \omega_b}{G_e + G_b} =$$

де ω_e – середня вологість екскрементів, %;

ω_b – вологість технічної води, %.

Вміст абсолютно сухої речовини в гної визначають за формулою

$$P_c = \frac{G(100 - \omega)}{100} =$$

Із умови, що в середньому в гної міститься до 20% неорганічних речовин, кількість органічних речовин в масі гною визначається за формулою

$$P_o = 0,8P_c =$$

Кількість біогазу (м³), який отримують в процесі бродіння гною, визначається за формулою

$$W = P_o k_o k_b =,$$

де κ_o – коефіцієнт розкладання органічної речовини ($\kappa_o=0,3$);
 κ_g – вихід біогазу при розкладанні 1 кг органічної речовини ($\kappa_g=0.7$
 $\text{м}^3/\text{кг}$).

Об'єм біореактора (м^3) визначаємо за формулою

$$V = \frac{GT}{k} = ,$$

де T – тривалість бродіння, діб;

k – коефіцієнт завантаження біореактора ($k=0,9$).

На практиці тривалість бродіння вибирають в залежності від температури в наступних інтервалах: при 10-25 °С - 30 діб. При 25-40 °С – від 10 до 20 діб, при 45-60 °С – від 8 до 4 діб.

Обґрунтування об'єму гноєсховища

З урахуванням агротехнічних строків вирощування культур та можливості внесення органічних добрив в ґрунт будується діаграма наявності органічних добрив та внесення органічних добрив по полях сівозміни в наростаючому порядку. Тоді необхідний об'єм гноєсховища (м^3) визначають за формулою

$$V_2 = \Delta G \varepsilon = ,$$

де ΔG - максимальна різниця між нагромадженнями рідкого гною та витратами на внесення його на поля, м^3 .

ε – коефіцієнт запасу, $\varepsilon = 1,2-1,3$.

Розрахунок біореактора

Розрахунок конструкційних параметрів ємкості біореактора

Ємкість біореактора циліндричної форми (рис. 2), в якій знаходиться мішалка, та теплообмінник для нагрівання гнойової маси

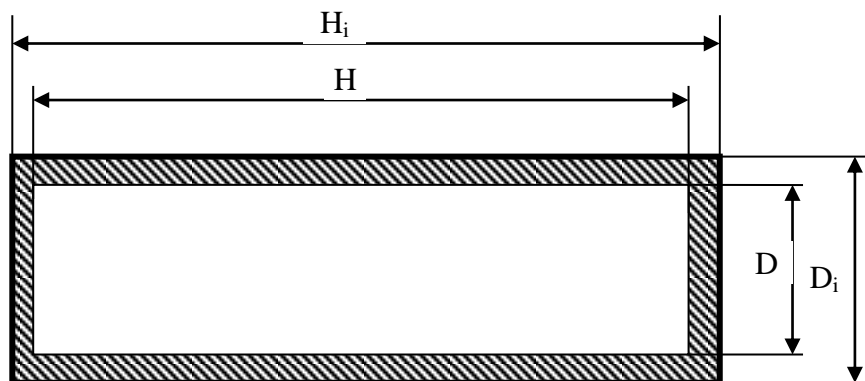


Рис.2. Схема ємкості біореактора

D – внутрішній діаметр ємкості, м (приймається $D = \underline{\hspace{2cm}}$ м)

D_i – зовнішній діаметр ємкості, м ($D_i = D + 2 \cdot \delta = \underline{\hspace{2cm}} + 2 \cdot 0,1 \text{ м} =$

δ - товщина теплоізоляції)

H – довжина біореактора, м;

H_i – довжина біореактора з урахуванням товщини теплоізоляції, м ($H_i = H + 2 \cdot \delta$).

Довжину біореактора визначають з формули:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} H;$$

де V – приймається _____ м³;
звідси

$$H = \frac{4 \cdot V}{\pi D^2} = .$$

Тоді $H_i =$

Площа поверхні біореактора

$$F = 2 \cdot \frac{\pi D_i^2}{4} + \pi D_i \cdot H_i =$$

Тепловий розрахунок біореактора.

Розрахунок теплообмінника проводять, виходячи з теплового балансу (рис. 2.2)

$$Q_1 + Q_2 = Q_b + Q_a,$$

де Q_1 - тепло, яке виділяється теплообмінником попереднього підігріву, кДж;

Q_2 - тепло, яке виділяється теплообмінником, кДж;

Q_b - тепло, яке необхідне для підігріву рідких відходів до температури технологічного процесу, кДж;

Q_a - тепло, яке виділяється в атмосферу через теплоізоляцію, кДж.

$$Q_1 = \pi(d_1 + d_2)l_1\alpha(t_2 - t_1)\tau = ,$$

де d_1 - внутрішній діаметр труби, м, $d_1 = 0,2$ м;

d_2 - зовнішній діаметр труби, м, $d_2 = 0,3$ м;

l_1 - довжина труб, м, $l_1 = 2$ м;

α - коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м² с $\alpha = 10$ Вт/м² с

t_2 - температура теплоносія, °С, $t_2 = 70$ °С;

t_1 - технологічна температура процесу, °С, $t_1 =$ _____ °С;

τ - час нагріву, с, $\tau = 86400$ с = 24 год;

$$Q_1 = \underline{\hspace{10em}}$$

Біореактор, для зменшення втрат тепла утепляють. Розрахункова температура повітря $t_a = -15$ °С. Температура поверхні біореактора $t_b = 35$ °С. Розрахунковий період тепловиділення $\tau = 24$ год. = 86400 с. Витрати теплоти визначаються за формулою:

$$Q_a = \frac{\lambda}{\delta}(t_b - t_a)\tau F =$$

де F - загальна площа поверхні біореактора, м². $F =$ _____ м².

Тоді $Q_a =$.

Необхідна кількість теплоти для підігрівання гною, який потрапив в біореактор, розраховується за формулою:

$$Q_b = Cm(t_2 - t_e) = ,$$

де C - питома теплоємність гною, кДж/кг град, $C = 4,19$ кДж/кг °С;

t_1 - температура технологічного процесу, °C , $t_2 = 35$ °C ;

t_g - температура гною, °C, $t_g = 10$ °C ;

m - маса гною (продуктивність в добу), кг $m = 3000$ кг.

$$Q_b = \frac{m \cdot c \cdot (t_2 - t_g)}{\tau}$$

Теплообмінник виготовляють з труби діаметром 4 см . Довжину труби теплообмінника визначають за формулою:

$$l_1 = \frac{Q_2}{\pi d_2 \alpha (t_2 - t_1) \tau}$$

де d_2 - зовнішній діаметр труби, м , $d_2 = 0,1$ м;

$$Q_2 = Q_b + Q_a - Q_1 =,$$

$$Q_2 = \frac{m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{\tau}$$

Підігрів в біореакторі непотрібний
Втрати тепла в тепломережі визначають за формулою

$$Q_o = k \pi (t_2 - t_a) \tau l_m,$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}}$$

t_2 - температура теплоносія, °C , $t_2 = 70$ °C ;

t_a - температура повітря, °C, $t_a = -15$ °C ;

l_m - довжина трубопроводу, м, $l_m = 10$ м ;

d_1 - внутрішній діаметр теплоізоляції, м , $d_1 = 0,025$ м;

d_2 - зовнішній діаметр теплоізоляції, м, $d_2 = 0,3$ м ;

λ - теплопровідність теплоізоляції, Вт/м °C, $\lambda = 0,08$ Вт/м °C ;

α_1, α_2 - коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м °C , $\alpha_1 = \alpha_2 = 5$ Вт/м² °C ;

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}}, Q_o = \frac{m \cdot c \cdot (t_2 - t_a)}{\tau}$$

Тепломагістраль складається з двох труб, тому загальні втрати теплоти в тепломережі приймаються в два рази більші:

$$Q_o = \frac{m \cdot c \cdot (t_2 - t_a)}{\tau}$$

Загальні втрати тепла становлять:

$$Q = Q_o + Q_b + Q_a =,$$

$$Q =$$

Кількість біогазу (м³), необхідного для підтримання технологічного процесу, розраховується за формулою:

$$n = \frac{Q}{q_b \eta} =$$

де q_b - теплотворна властивість 1 м³ біогазу, кДж/м³, $q_b = 23000$ кДж/м³ ;
 η - коефіцієнт корисної дії котла, $\eta = 0,8$

$$n = \frac{Q}{q_b \eta} \text{ м}^3.$$

Мінімальний коефіцієнт виходу товарного біогазу розраховується за формулою:

$$\eta_b = 1 - \frac{n}{W} =,$$

це W - добовий вихід біогазу, м³/добу $W = \underline{\hspace{2cm}}$ м³/добу.

$\eta_b = 0,9$ або - 90 %. Для підтримання температурного режиму в біореакторі необхідно додатково $\underline{\hspace{2cm}}$ м³ біогазу в добу.

Головним джерелом підвищення коефіцієнта виходу товарного біогазу є зменшення вологості рідкого гною.

У звіті описати: тему роботи, мету роботи, виконати завдання практичної роботи.

Форма виконання звіту

Тема практичної роботи № 2.3. _____

Мета роботи: _____

Провести розрахунки з проектування біогазової установки.

Завдання для проектування біогазової установки

Визначити :

- вихід рідкого гною з тваринницької ферми та загального виходу біогазу;
- конструкційні параметри біореактора;
- теплові витрати на роботу біореактора;
- коефіцієнт виходу товарного біогазу.

Зарисувати технологічну схему біогазової установки та конструкційну схему біореактора.

Таблиця 1 – Завдання на проектування

№ варіанта	Тип ферми і поголів'я	Тип біореактора	Температура процесу, °С

Матеріал для теплоізоляції – скловата товщиною $\delta=0,1$ м., $\lambda=0,037$ Вт/мК,

$$\alpha = \frac{\lambda}{\delta}.$$

Середня кількість екскрементів в розрахунку на 1 гол. за добу, кг/добу:

- велика рогата худоба – 50;
- свині – 5;
- кури – 0,15;

Середні витрати води в розрахунку на 1 гол. Кг/добу:

- велика рогата худоба – 100;
- свині – 25.

Вологість екскрементів тварин і птиці подано в табл. 2.

Таблиця 2 - Вологість екскрементів тварин і птиці.

Вид тварин і птиці	Вологість, %		
	кал	сеча	суміші екскрементів
Велика рогата худоба	83-64	94,8-95	86-87
Свині	76-78	94-95	87-68
Вівці	67-69	94-35	74-75
Коні	71-72	95-96	77-79
Кури	-	-	73-76

Матеріал для теплоізоляції - скловата товщиною 0,1 м.

Розрахунок.

Тема 2.4. БІОВОДНЕВА ЕНЕРГЕТИКА.

Розрахунок технологічних показників виробництва біоводню.

Мета роботи: Вивчити біотехнологію отримання водню.

Завдання для виконання практичної роботи та для написання звіту

1. Вивчити спосіб Фішера-Тропша добування водню.

2. Розрахувати техніко-економічні показники виробництва біоводню визначити обсяги сировини.

Вихідні дані: Сировина для виробництва біоводню – дрова; ціна дров $C_D = 2700 + N_{\text{№}}$ грн./т, ціна водню $C_B = 200 + N_{\text{№}}$ грн./кг; річні обсяги використання водню $P_B = 5500 + 10N_{\text{№}}$ млн. м³; нижча теплотворна здатність дров $Q_D = 15$ МДж/кг; теплотворна здатність водню $Q_B = 142$ МДж/кг; молекулярна маса водню $\mu = 2,016$ кг. Вихід водню при переробці $M_D = 1000$ кг (1 тонни) дров для подальшого синтезу за методом Фішера-Тропша (через стадію газифікації) становить $M_B = 70 + N_{\text{№}}$ кг. Об'єм одного кіломоля всіх газів становить $V_0 = 22,4135$ м³

$N_{\text{№}}$ - номер варіанту, номер у списку групи.

У звіті описати: тему роботи, мету роботи, виконати завдання практичної роботи.

Теоретичні відомості.

За оцінками експертів, водень є перспективним, екологічно чистим паливом майбутнього. Так, водень належить до трьох альтернативних типів палива, що, за висновками Європейської комісії, потенційно можуть слугувати заміною традиційним видам палива в країнах ЄС. Це природний газ, біологічне паливо і водень. Вибір водню як енергоносія визначається не тільки його екологічністю і виключно високою теплою згорання, але і практично невичерпними запасами сировини (вода, нафта, природний газ, біомаса). Промисловим способом зараз водень добувають таким чином: спочатку, за способом Фішера-Тропша (рис. 1), при продуванні водяної пари через шар розжареного вугілля чи біомаси, одержують водяний газ ($H_2 + CO$), який потім у присутності відповідних каталізаторів перетворюють на суміш вуглеводнів (синтин) $CO + H_2O = CO_2 + H_2$, звідки потім відділяють водень.

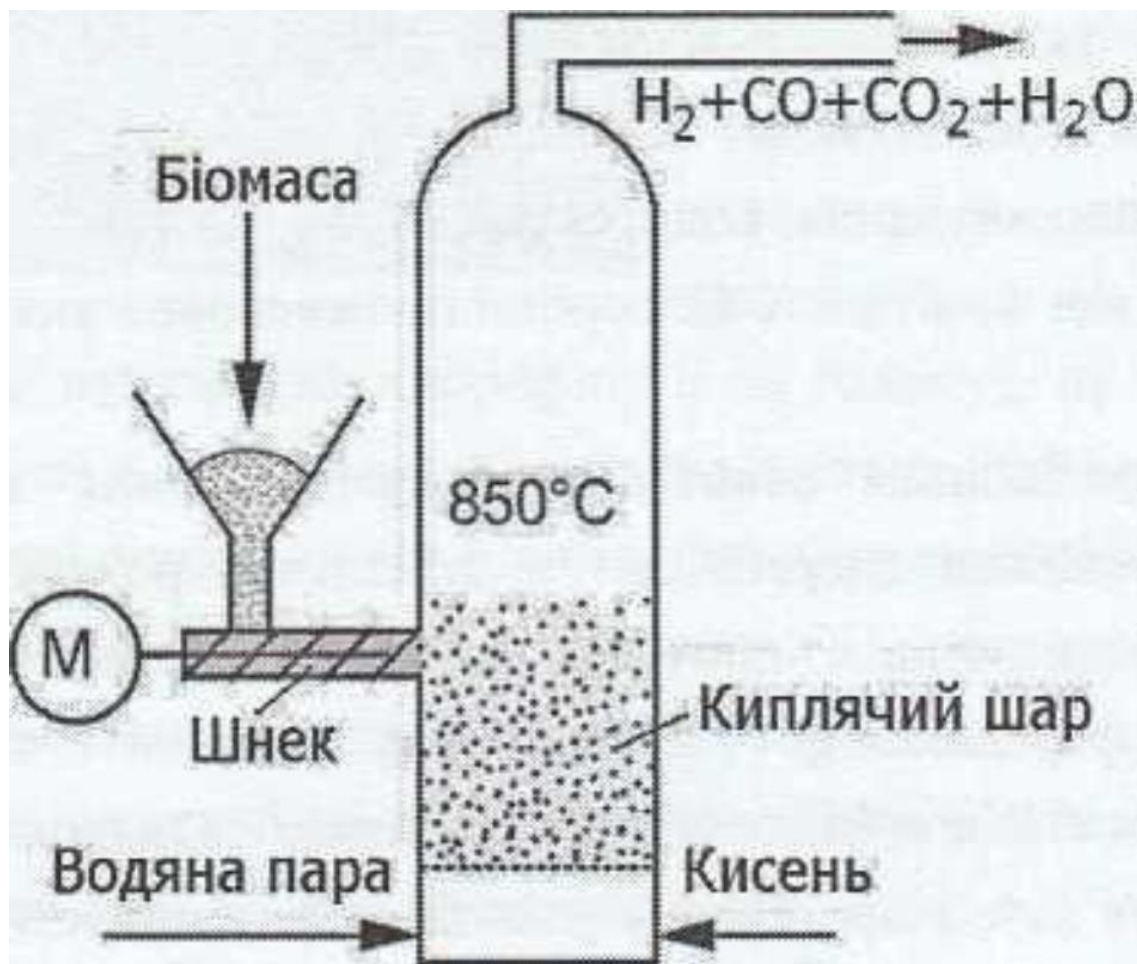


Рис. 1. Схема виробництва синтез-газу за способом Фішера-Тропша для подальшого отримання водню.

Але реалізація водневої енергетики пов'язана, в першу чергу, з пошуком економічних способів отримання водню, адже для отримання водню з тієї ж води необхідно затратити значну кількість енергії, що робить цей спосіб нерентабельним, а спосіб Фішера-Тропша вимагає дорогих каталізаторів.

Каталізатори для синтезу Фішера-Тропша (ФТ), спрямованого на отримання водню та рідких вуглеводнів із синтез-газу, базуються переважно на перехідних металах: кобальті (Co), залізі (Fe) та рутенії (Ru). Найчастіше використовуються кобальтові каталізатори для низькотемпературного синтезу та залізні — для високотемпературного. Активність підвищують, наносячи метал на носії (цеоліти, оксид алюмінію), іноді з додаванням фталоціанінів.

Вихід водню при переробці 1000 кг (1 тонни) дров для подальшого синтезу за методом Фішера-Тропша (через стадію газифікації) зазвичай становить від 65 кг до 110 кг. Стандартна газифікація: $\approx 65\text{--}88$ кг водню на 1 тонну біомаси.

Оптимізована газифікація (з використанням пари або каталізаторів): до 110–128 кг водню на 1 тонну біомаси.

Методика розрахунків.

Показник	Метод розрахунку
Коефіцієнт виходу водню, %	$\kappa_B = \frac{M_B}{M_D} \cdot 100,$ <p>де M_B - вихід водню при переробці $M_D = 1000$ кг дров, кг.</p>
Коефіцієнт корисної дії використання дров для отримання водню, %.	$\kappa_Q = \frac{Q_B \cdot M_B}{Q_D \cdot M_D} \cdot 100,$ <p>де Q_D - нижча теплотворна здатність дров, МДж/кг; Q_B - теплотворна здатність водню, МДж/кг.</p>
Необхідна маса дров для забезпечення потреби у водні, т	$M = \frac{100 \cdot P_B \cdot \mu}{22,4135 \cdot \kappa_B},$ <p>де P_B - річні обсяги використання водню, м³; μ - молекулярна маса водню, кг.</p>
Різниця вартості отриманого водню та дров, грн.	$\Delta B = M_B \cdot C_B - C_D,$ <p>де C_D - ціна дров, грн./т, C_B - ціна водню, грн./кг.</p>

Приклад розрахунку.

Розрахунки виконуються в наступному порядку. Спочатку розраховується коефіцієнт виходу водню, %:

$$\kappa_B = \frac{M_B}{M_D} \cdot 100 = \frac{70}{1000} \cdot 100 = 7\%.$$

Визначаємо коефіцієнт корисної дії використання дров для отримання водню, %:

$$\kappa_Q = \frac{Q_B \cdot M_B}{Q_D \cdot M_D} \cdot 100 = \frac{142 \cdot 70}{15 \cdot 1000} \cdot 100 = 66\%.$$

Визначаємо необхідну масу дров для забезпечення потреби у водні.

$$M = \frac{100 \cdot P_B \cdot \mu}{22,4135 \cdot \kappa_B} = \frac{100 \cdot 5500000000 \cdot 2,016}{22,4135 \cdot 7} = 7067169340 \text{ кг} = 7067169 \text{ т}$$

Визначаєм різницю вартості отриманого водню та дров.

$$\Delta B = M_B \cdot C_B - C_D = 200 \cdot 70 - 2700 = 11300 \text{ грн/ 1 т дров}$$

Таким чином, проведені розрахунки показали, що при переробці дров для отримання водню коефіцієнт виходу водню 7%, коефіцієнт корисної дії використання дров для отримання водню - 66 %. Для забезпечення потреб водню 5500 млн. м³ водню необхідно переробити 7067169 т дров, або іншої біомаси.

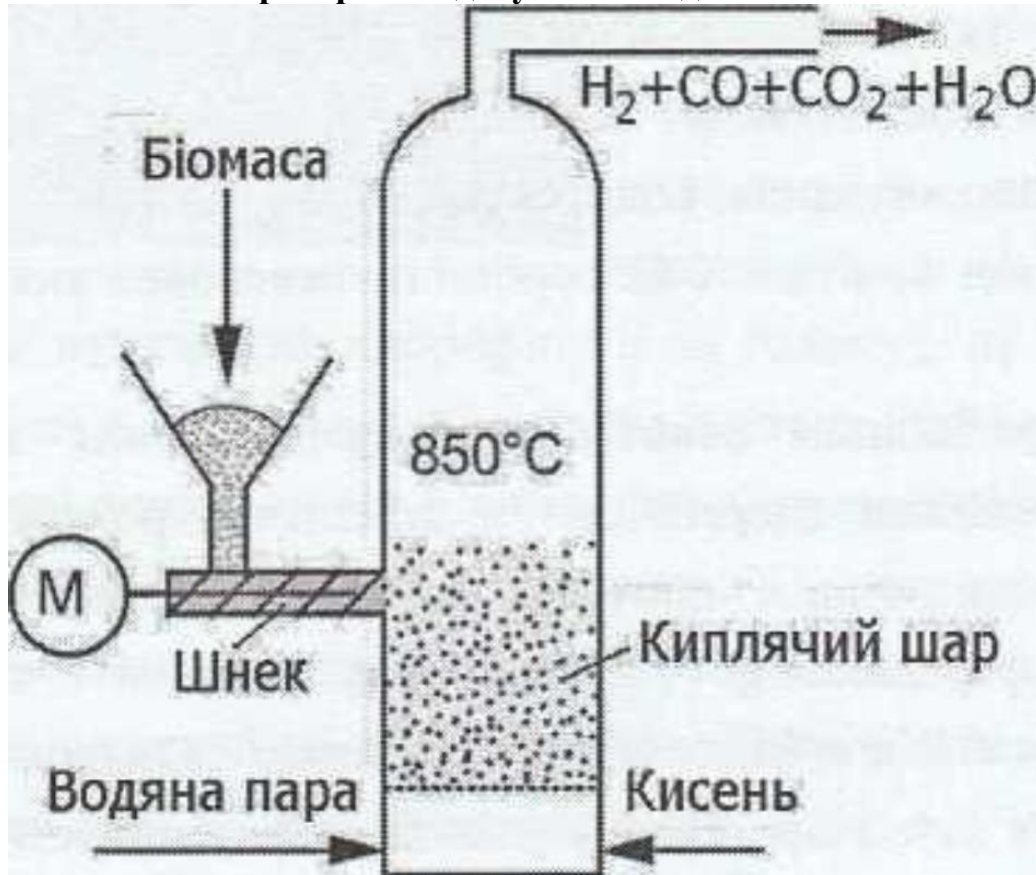
Різницю між вартістю отриманого водню та дров становить 11300 грн в розрахунку на переробку 1 т дров. Це вказує, що таке виробництво водню буде ефективне якщо інші витрати на виробництво водню не будуть перевищувати 11300 грн в розрахунку на переробку 1 тонни дров.

Тема практичної роботи № 2.4. _____

Мета роботи: _____

Варіант № _____

1. Спосіб Фішера-Тропша добування водню.



2. Розрахувати техніко-економічні показники виробництва біоводню визначити обсяги сировини.

Вихідні дані: Сировина для виробництва біоводню – дрова; ціна дров C_d = _____, ціна водню C_v = _____ грн./кг; річні обсяги використання водню P_v = _____ млн. m^3 , нижча теплотворна здатність дров Q_d = 15 МДж/кг; теплотворна здатність водню Q_v = 142 МДж/кг; молекулярна маса водню μ = 2,016 кг. Вихід водню при переробці M_d 1000 кг (1 тонни) дров для подальшого синтезу за методом Фішера-Тропша (через стадію газифікації) становить M_v = _____ кг. Об'єм одного кіломоля всіх газів становить V_0 = 22,4135 m^3

Розренок.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Рекомендації щодо виконання самостійної роботи

Для оцінки самопідготовки студенти виконують самостійну роботу у вигляді есе.

Есе повинно містити думку автора стосовно визначеної теми. При написанні необхідно вказати суть даного питання, відповідь можна супроводжувати малюнками, схемами і т.п. Структура включає в себе титульний лист із зазначенням дисципліни, теми, ПІБ студента і викладача, крім того, в структуру входить вступ, основна частина есе, висновок, список літератури (якщо є посилання на джерела). Загальний обсяг становить 3-5 аркушів формату А4.

Під час виконання ІНДЗ студент повинен продемонструвати вміння у сфері науково-дослідної діяльності. ІНДЗ студенти виконують самостійно протягом вивчення дисципліни з проведенням консультацій викладачем дисципліни відповідно до графіка навчального процесу. Студенти набувають навичок самостійної роботи з літературою, навчаються порівнювати, аналізувати та систематизувати інформацію.

Оформлення ІНДЗ : шрифт Times New Roman 14, міжрядковий інтервал одинарний, абзац – 1,25 см; титульна сторінка встановленого зразку. ІНДЗ має бути написано українською мовою та правильно оформлено. Текст роботи повинен розміщуватися на одній сторінці аркуша паперу, з полями 30 мм – зліва, 15 мм – справа, 20 мм – вгорі, 20 мм – внизу. Обов'язково зазначається список використаної літератури. Кількість сторінок – 3-5.

Індивідуальне завдання до модуля 1. Біоенергетика. Сучасний стан та перспективи.

Розрахунок впливу вартості сировини на вартість виходу біопалива.

1. Здійснити розрахунок собівартості 1 т біодизелю з використанням двох баз оцінок 1 тонни ріпаку як сировини для виробництва: із застосуванням фактичної собівартості виробництва у довільному господарстві та із застосуванням фактичної собівартості виробництва у довільному господарстві та із використанням ринкової вартості на вказану сировину (ріпак) (таблиця 1).

Вихідні дані

1. Вартість основних фондів, $V_{OF} = 1000 + 10N_{\text{о}}$ грн/т;
2. Ціна метанолу, $C_M = 15 + N_{\text{о}}$ грн/кг;
3. Ціна лужного каталізатору, $C_K = 12 + N_{\text{о}}$ грн/кг;
4. Ціна електроенергії, $C_E = 6$ грн/кВт-год;
5. Вартість автопослуг, $V_T = 300 + N_{\text{о}}$ грн/т;
6. Вартість інших матеріальних витрат, $V_{IMB} = 400 + N_{\text{о}}$ грн/т;
7. Плата за користування кредитами, $P_K = 150 + N_{\text{о}}$ грн/т;
8. Витрати на збут, $V_3 = 350 + N_{\text{о}}$ грн/т;
9. Загальногосподарські витрати, $V_{3Г} = 200 + N_{\text{о}}$ грн/т;
10. Інші витрати, $V_{IB} = 100 + N_{\text{о}}$ грн/т;

10. Собівартість шроту, $C_{Ш} = 1200 + 10N_{\text{№}}$ грн/т;

11. Собівартість гліцерину, $C_{Г} = 7000 + 10 N_{\text{№}}$ грн/т.

$N_{\text{№}}$ - номер варіанту (порядковий номер студента в списку групи).

Вихідні дані					
Варіант	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Заробітна плата, ЗП, грн.	10500	11000	12000	13000	14000
Варіант	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
Заробітна плата, ЗП, грн.	15000	16000	17000	18000	19000
Варіант	№ 11	№ 12	№ 13	№ 14	№ 15
Заробітна плата, ЗП, грн.	20000	21000	22000	23000	24000
Варіант	№ 16	№ 17	№ 18	№ 19	№ 20
Заробітна плата, ЗП, грн.	10500	11500	12500	13500	14500
Варіант	№ 21	№ 22	№ 23	№ 24	№ 25
Заробітна плата, грн.	15500	16500	17500	18500	19500
Варіант	№ 26	№ 27	№ 28	№ 29	№ 30
Заробітна плата, ЗП, грн.	25000	21500	22500	23500	24500

2. Врахувати наступні статті витрат:

Собівартість виробництва 1 тонни біодизелю включає в себе такі статті витрат:

- оплата праці,
- матеріальні витрати,
- амортизація,
- плата за користування кредитами,
- інші витрати.

3. Результати обчислень внести до відповідних позицій таблиці 1

4. Зробити висновок про основні витратні статті біодизельного виробництва. Визначити, які з них надають виробнику більше можливостей для економічної варіативності.

Таблиця 1 Приклад розрахунку собівартості виробництва 1 т. біодизелю, грн.

№ п/п	Статті витрат	Ріпак за ціною 23000 грн./т	Ріпак за очікуваною собівартістю 17500 грн./т
1.	Оплата праці з нарахуваннями, грн./т (10 чол.: 1 технік-лаборант, 9 змінних працівників, продуктивність - 10	$O_{П}=(1 \cdot 10000+9 \cdot 10000)/10=$ 1000	$O_{П}=(1 \cdot 10000+9 \cdot 10000)/10=$ 1000
2.	Матеріальні витрати, грн/т: - сировина: ріпак (2,382 т) - метанол (166,8 кг) - лужний катализатор NaOH (7,5 кг) - електроенергія (504 кВт) - запасні частини, ремонтні матеріали (10% вартості основних фондів)	60502 грн/т $V_p = 23000 \cdot 2,382 = 54786 \text{ грн/т}$ $V_M = 166,8 \cdot 15 = 2502 \text{ грн/т}$ $V_{ЛК} = 7,5 \cdot 12 = 90 \text{ грн/т}$ $V_{ЕЛ} = 504 \cdot 6 = 3024 \text{ грн/т}$ $V_{ЗП} = 1000 \cdot 10/100 = 100 \text{ грн/т}$	47401 грн/т $V_p = 17500 \cdot 2,382 = 41685 \text{ грн/т}$ $V_M = 166,8 \cdot 15 = 2502 \text{ грн/т}$ $V_{ЛК} = 7,5 \cdot 12 = 90 \text{ грн/т}$ $V_{ЕЛ} = 504 \cdot 6 = 3024 \text{ грн/т}$ $V_{ЗП} = 1000 \cdot 10/100 = 100 \text{ грн/т}$
3.	Амортизація (10% вартості основних фондів)	$A = 1000 \cdot 10/100 = 100 \text{ грн/т}$	$A = 1000 \cdot 10/100 = 100 \text{ грн/т}$
4.	Плата за користування кредитами (25% на 6 міс.)	150 грн/т	150 грн/т
5.	Інші витрати	100 грн/т	100 грн/т
6.	Виробничі витрати – всього	61852 грн/т	48751 грн/т
7.	Витрати на супутню продукцію - всього в т.ч. шрот (2 т) гліцерин (0,1 т)	$V_{СП} = 2 \cdot 1200 + 0,1 \cdot 7000 =$ 3100 грн/т	$V_{СП} = 2 \cdot 1200 + 0,1 \cdot 7000 =$ 3100 грн/т
8.	Виробнича собівартість продук-	64952	51851
9.	Витрати на збут	350 грн/т	350 грн/т
10.	Загальногосподарські витрати	200 грн/т	200 грн/т
11.	Повна собівартість продукції	65502 грн/т	52401 грн/т
12.	Повна собівартість виробництва 1 кг біодизелю	$65502/1000 =$ 65,5 грн/кг	$52401/1000 =$ 52,4 грн/кг
13.	Ціна реалізації 1 кг біодизелю при 15% рентабельності	$C_p = P/100 \cdot C_B + C_B =$ $15/100 \cdot 65,5 + 65,5 = 75,3 \text{ грн/кг}$	$C_p = P/100 \cdot C_B + C_B =$ $15/100 \cdot 52,4 + 52,4 = 60,3 \text{ грн/кг}$

Індивідуальне завдання до модуля 2. Традиційні біопалива.

Розрахунок вартості олії гарячого віджимання для використання при виробництві дизельного біопалива, а також необхідних обсягів метилату калію (метилового ефіру й гідроокислу калію) та вихід дизельного біопалива із однієї тони олії.

Вихідні дані: загальний коефіцієнт виходу олії $k_o = 30 \%$; коефіцієнт виходу олії першого (холодного) віджимання, $k_{ох} = 10 \%$; ціна олії $C_o = 16 + N_o$ грн/кг; ціна олії першого (холодного) віджимання $C_{ох} = 20 + N_o$ грн./кг. У розрахунках прийняти, що для виробництва дизельного біопалива використовують метилат калію, який є сумішшю метилового спирту і КОН (калій (К), кисень (О) та водень (Н) означає гідроксид калію (або їдкий калій/калієвий луг). у

співвідношенні 10:1. Витрата метилату калію для отримання дизельного біопалива: на 1 літр рослинної олії – 150 мл метилату калію. Фактична потужність насоса при закачуванні в реактор суміші рослинної олії та метилату калію становить $2250+5 \cdot N_{\text{№}}$ Вт, а фактична потужність насоса при перемішуванні суміші $1890+5N_{\text{№}}$ Вт.

$N_{\text{№}}$ - номер студента в списку групи.

Теоретичні відомості.

Методика розрахунків.

Показник	Метод розрахунку
Коефіцієнт виходу олії другого (гарячого) віджимання, %	$k_{OG} = k_O - k_{OX}$, де k_O - загальний коефіцієнт виходу олії, %; k_{OX} - коефіцієнт виходу олії першого (холодного) віджимання, %.
Гранична ціна олії другого (гарячого) віджимання, грн/кг	$C_{OG} = \frac{k_O \cdot C_O - k_{OX} \cdot C_{OX}}{k_O - k_{OX}}$, де C_O - ціна олії, грн/кг; C_{OX} - ціна олії першого (холодного) віджимання, грн/кг.
Коефіцієнт виходу олії першого (холодного) віджимання при якому ціна олії другого (гарячого) віджимання матиме нульове значення, %	$k_{OX} = k_O \frac{C_O}{C_{OX}}$.
Коли коефіцієнти виходу олії першого (холодного) та другого (гарячого) віджимання однакові, %	$k_{OX} = k_{OG} = \frac{k_O}{2}$.
Гранична ціна олії другого (гарячого) віджимання в залежності від ціни олії першого (холодного) віджимання, грн/кг	$C_{OG} = 2 \cdot C_O - C_{OX}$
Коефіцієнт виходу дизельного біопалива за наступним, %	$k_{\text{ДБП}} = \frac{V_{\text{ДБП}}}{V_O} \cdot 100\%$, де $V_{\text{ДБП}}$ - отримано метилового ефіру (дизельного біопалива) в розрахунку на 1000 л олії; V_O - 1000 л рослинної олії

Продуктивність обладнання для виробництва дизельного біопалива, л/год, м ³ /год.	$Q = \frac{V_O \cdot k_{\text{ДБП}}}{\tau_3 + \tau_M + \tau_B} = \frac{1000 \cdot 0,9}{0,2 + 0,5 + 2} = 333 \text{ л/год} = 0,333 \text{ м}^3/\text{год}.$ τ_3 - час закачування рослинної олії та метилату калію, год; τ_M - час перемішування, год; τ_B - час відстоювання після перемішування, год.
Спожита електрична енергія при використанні шестерінчастого насоса для подачі та перемішування суміші, кВт·год.	$W = \frac{P_3 \tau_3 + P_M \tau_M}{1000},$ де P_3 - потужність насоса при закачуванні в реактор суміші рослинної олії та метилату калію, Вт; P_M - потужність насоса при перемішуванні суміші, Вт.
Питому енергоємність виробництва дизельного біопалива, кВт·год/м ³	$E = \frac{W}{Q},$

Приклад розрахунку.

При двохступінчатому віджиманні коефіцієнт виходу олії другого (гарячого) віджимання k_{OG} та її гранична ціна Ц_{OG} становитимуть:

$$k_{OG} = k_O - k_{OX} = 30 - 10 = 20\%$$

$$\text{Ц}_{OG} = \frac{k_O \cdot \text{Ц}_O - k_{OX} \cdot \text{Ц}_{OX}}{k_O - k_{OX}} = \frac{30 \cdot 16 - 10 \cdot 20}{30 - 10} = 14 \text{ грн/кг}.$$

Коефіцієнт виходу олії першого (холодного) віджимання при якому ціна олії другого (гарячого) віджимання матиме нульове значення становить:

$$k_{OX} = k_O \frac{\text{Ц}_O}{\text{Ц}_{OX}} = 30 \cdot \frac{16}{20} = 24\%.$$

Коли коефіцієнти виходу олії першого (холодного) та другого (гарячого) віджимання однакові і становлять:

$$k_{OX} = k_{OG} = \frac{k_O}{2},$$

гранична ціна олії другого (гарячого) віджимання в залежності від ціни олії першого (холодного) віджимання становитиме:

$$\text{Ц}_{OG} = 2 \cdot \text{Ц}_O - \text{Ц}_{OX} = 2 \cdot 16 - 20 = 12 \text{ грн/кг}.$$

Для отримання 1000 л рослинної олії необхідно переробити приблизно 3 тони зерна. Розхід метилату калію – 150 л на 1000 л рослинної олії. Для виготовлення 1 л метилату калію необхідно використати 1 літр метилового спирту та 100 грам КОН. Отже на 1000 л рослинної олії необхідно 150 л метилового спирту і 15 кг КОН. Враховуючи, що із суміші $V_O = 1000$ л рослинної олії та 150 л метилату калію можна отримати $V_{\text{ДБП}} = 900$ -№ л метилового ефіру (дизе-

льного біопалива) та від 150 до 190 л гліцеринового осаду, визначимо коефіцієнт виходу дизельного біопалива за наступним виразом:

$$k_{\text{ДБП}} = \frac{V_{\text{ДБП}}}{V_{\text{O}}} \cdot 100\% = \frac{900}{1000} = 90\%.$$

Знаючи час закачування рослинної олії та метилату калію, який становить 0,2 год.; час перемішування, який становить 0,5 год.; а також час відстоювання після перемішування, який становить 2 год., можна розрахувати продуктивність обладнання для виробництва дизельного біопалива за виразом:

$$Q = \frac{V_{\text{O}} \cdot k_{\text{ДБП}}}{\tau_{\text{з}} + \tau_{\text{м}} + \tau_{\text{в}}} = \frac{1000 \cdot 0,9}{0,2 + 0,5 + 2} = 333 \text{ л/год} = 0,333 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Спожиту електричну енергію при використанні шестерінчастого насоса для подачі та перемішування суміші визначається за виразом:

$$W = \frac{P_{\text{з}} \tau_{\text{з}} + P_{\text{м}} \tau_{\text{м}}}{1000} = \frac{2250 \cdot 0,2 + 1890 \cdot 0,5}{1000} = 1,395 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Питому енергоємність виробництва дизельного біопалива визначають за виразом:

$$E = \frac{W}{Q} = \frac{1,395}{0,333} = 4,19 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3.$$

Таким чином, двохступінчатє віджимання дозволяє отримати високоякісну олію першого (холодного) віджимання для харчових потреб та недорогої олію другого (гарячого) віджимання – для потреб виробництва дизельного біопалива.

Завдання самостійної роботи модуля 1. «Біоенергетика. Сучасний стан та перспективи».

Тема 1.1. Предмет і задачі біоенергетики. Стан та перспективи розвитку біоенергетики у світі та в Україні.

1.1.1. Опрацювати напрямки розвитку технічної біоенергетики на основі біоконверсії органічних речовин у рідке та газоподібне паливо.

1.1.2. Вивчити стан та перспективи розвитку біоенергетики у світі та в Україні.

Питання для самоперевірки

Які види палива виробляються із біомаси? 2. Охарактеризуйте, які біоресурси найбільш поширені в Україні. 3. Назвіть основні напрямки розвитку технічної біоенергетики. 4. Охарактеризуйте стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні.

Література

Основна [1 стор 6 – 15, 5 стор. 268-276]

Додаткова [6 стор 23 – 30, 8 стор 23 – 52]

Тема 1.2. Сучасні тенденції та поточне використання біомаси для потреб енергетики.

1.2.1. Вивчити сучасні тенденції використання біомаси для потреб енергетики.

1.2.2. Ознайомитись з потенціалом та поточним використанням біомаси в Україні.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте сучасні тенденції використання біомаси для потреб біоенергетики. 2. Охарактеризуйте сучасні тенденції розвитку біоенергетики в ЄС та світі. 3. Охарактеризуйте потенціал та поточне використання біомаси в Україні.

Література

Основна [1 стор 3 стор 4 – 6,]

Додаткова [6 стор 23 – 43]

Тема 1.3. Ефективність використання альтернативних джерел енергії.

1.3.1. Ознайомитись з ефективністю використання альтернативних джерел енергії.

1.3.2. Вивчити економічні аспекти заготівлі та переробки сільськогосподарської біомаси.

Питання для самоперевірки.

1. Яка економія палива по основним напрямкам нетрадиційної енергетики, млн.т у.п./р. 2. Охарактеризуйте потенціал енергозбереження в Україні за рахунок біоенергетики. 3. Охарактеризуйте економічні аспекти заготівлі та переробки сільськогосподарської біомаси. 4. Техніко-економічні показники заготівлі тюків побічної продукції рослинництва. 5. Техніко-економічні показники виробництва та реалізації гранул з аграрної сировини. 6. Техніко-економічні показники виробництва та реалізації брикетів із соломи.

Література

Основна [1 стор 6 – 23, 5 стор. 59-81, 5 стор. 268-276]

Додаткова [8 стор 109 – 114]

Завдання самостійної роботи модуля 2. Традиційні біопалива.

Тема 2.1. Тверде біопаливо.

2.1.1. Вивчити теплотехнічні властивості твердої біомаси, що використовується як котельно-пічне паливо, у тому числі дрова, торф, тирса, тріска, солома, інші сільськогосподарські відходи, гранули та брикети, вироблені з біомаси, деревне вугілля та вуглиста речовина.

2.1.2. Опрацювати виробництво твердого біопалива в Україні та в світі.

Питання для самоперевірки.

1. Охарактеризуйте склад і характеристика біопалива. 2. Теорія горіння біопалива. 3. Основна характеристика дров. 4. Охарактеризуйте три основних види паливних брикетів, їх переваги та недоліки. 5. Деревина як

сировина для виробництва твердого біопалива. 6. Солома як сировина для виробництва твердого біопалива.

Література

Основна [3 стор 22 – 23, 5 стор. 302-313]

Додаткова [8 стор 23 – 52]

Тема 2.2. Рідке біопаливо

2.2.1. Вивчити біотехнологію одержання спиртів.

2.2.2. Вивчити технологію виробництва біодизельного палива.

2.3.3. Ознайомитись з виробництвом рідкого біопалива в Україні та в світі.

Питання для самоперевірки.

1. Дайте визначення поняття “біоетанол”. 2. Категорії сировини для виробництва біоетанолу. 3. Який вихід біоетанолу з різних видів сировини? 4. Охарактеризуйте існуючі види сировини для виробництва біоетанолу в Україні. 5. Біоресурси, що використовуються для виробництва біоетанолу другого покоління. 6. Опишіть організаційну модель виробництва біодизельного палива в Україні. 7. Охарактеризуйте вихідні біоресурси для отримання біодизельного палива. 8. Які заходи є необхідними у разі розгортання роботи щодо промислового використання біодизельного палива в Україні? 9. З якої сировини отримують біодизель? 10. Опишіть хімічні перетворення, які лежать в основі виробництва біодизельного палива. 3. Назвіть переваги використання біодизельного палива в порівнянні з традиційними видами палива.

Література

Основна [1, стор. 24 – 109, 2, стор. 53 – 57, 3, стор. 6-16, 5 стор. 280-294]

Тема 2.3. Газоподібне біопаливо.

2.3.1. Вивчити технологічні аспекти виробництва біогазу.

2.3.2. Ознайомитись з виробництвом газоподібного біопалива в Україні та в світі.

Питання для самоперевірки.

1. Охарактеризуйте технологічні аспекти виробництва біогазу. 2. Що означає біологічна метанізація? 3. Охарактеризуйте біогазові установки. 4. Дайте характеристику основних параметрів біореактора.

Література

Основна [3 стор 16 – 22, 5 стор. 294 - 302]

Додаткова [8 стор 6 – 38]

Тема 2.4. Біоводнева енергетика.

2.4.1. Вивчити отримання водню способом Фішера-Тропша.

2.4.2. Вивчити продукування молекулярного водню мікробами.

2.4.3. Вивчити отримання водню шляхом анаеробної ферментації (темного бродіння).

2.4.4. Вивчити отримання водню за використання зелених водоростей і

ціанобактерій.

2.4.5. Вивчити отримання водню за використання пурпурних бактерій.

2.4.6. Вивчити отримання водню в фотокаталітичних системах.

2.4.7. Вивчити отримання водню з використанням біоелектрохімічноактивних мікроорганізмів (мікроорганізмів-екзоелектрогенів).

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте технологічні аспекти отримання водню способом Фішера-Тропша. 2. Продукування молекулярного водню мікроводоростями. 3. Дайте характеристику технології отримання водню шляхом анаеробної ферментації (темного бродіння). 4. Технологія отримання водню за використання зелених водоростей і ціанобактерій та за використання пурпурних бактерій.

5. Охарактеризуйте технології отримання водню в фотокаталітичних системах та з використанням біоелектрохімічноактивних мікроорганізмів (мікроорганізмів-екзоелектрогенів).

Література

Основна [4 стор. 127 - 150]

Додаткова [7 стор. 47 – 53, 9 стор. 34 – 37]

ТЕСТИ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ.

ТЕСТИ МОДУЛЯ 1.

1. Який вид палива є найдешевший?

1. Природний газ.
2. Дрова.
3. Біогаз.

2. Що означає визначення «Технології отримання біопалива»?

1. Завдання біоенергетики.
2. Предмет біоенергетики.
3. Метод біоенергетики.

3. Теплова енергія з твердих біопалив. Електроенергія з біомаси та біогазу. Виробництво біометану. Виробництво біоетанолу. Виробництво біодизелю. Вирощування енергетичних рослин. Що це є?

1. Завдання біоенергетики.
2. Метод біоенергетики.
3. Предмет біоенергетики.

4. При яких умовах відбувається заміщення газу твердими біопаливом ?

1. Зниженні ціни на природній газ.
2. Підвищення ціни на природній газ.
3. Рекламі твердого біопалива.

5. Що зумовлює ефективність конкурентного ринку теплової енергії в централізованому теплопостачанні?

1. Розвиток біоенергетики.
2. Покращення теплових мереж.
3. Зменшення вартості послуг.

6. Які причини не використання біомаси для отримання електроенергії?

1. Субсидування вартості електроенергії для населення.
2. Штучне обмеження ціни на електроенергію.
3. Перша і друга відповіді вірні.

7. За яких умов інвестори вкладатимуть гроші у будівництво нових електростанцій в Україні?

1. Друга і третя відповіді вірні.
2. Вирівнювання вартості електроенергії для населення з вартістю е/е для промисловості.
3. Підняття ціни до рівня, що забезпечуватиме достатню рентабельність виробникам.

8. Що забезпечить виробництво електроенергії з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ)?

1. Підвищення вартості електроенергії.
2. Контракти на різницю, який дозволить виробникам електроенергії з ВДЕ продавати її на різних сегментах ринку при компенсації різниці між вартістю продажу і зеленим тарифом.
3. Зменшення виробітку електроенергії.

9. Що є технічним бар'єром виробництва біометану?

1. Обмежені можливості подачі біометану у газорозподільчу станцію.
2. Необхідне розроблення і прийняття закону щодо використання біометану як моторного палива, у т.ч. для громадського транспорту та сільськогосподарської техніки.
3. Перша і друга відповіді вірні.

10. Що є ключовим бар'єром виробництва біоетанолу?

1. Є відсутність вимоги щодо обов'язкової частки біоетанолу у бензині.
2. Необхідне зменшення ставки акцизного податку на бензини моторні із вмістом не менше 5% біоетанолу, а також зменшення вимог щодо податкового векселя на повну ставку акцизу, необхідного при транспортуванні біоетанолу.
3. Перша і друга відповіді вірні.

11. На якому рівні для розвитку цього напрямку пропонуємо встановити обов'язкову частку біодизелю у дизельному паливі?

1. 5%.
2. 10%.
3. 20%.

12. Що пропонується для розвитку напрямку виробництва біодизелю?

1. зменшити або скасувати ставки акцизного податку на біодизель.
2. запровадити систему збирання відпрацьованої харчової олії в Україні.
3. перша і друга відповіді вірні.

13. Що потребує вирощування енергетичних рослин?

1. Обмежити максимальний розмір орендної плати за малопродуктивні та деградовані землі, на яких вирощуються енергетичні рослини, до 5% нормативної грошової оцінки (зараз до 12%).
2. Зменшити або скасувати ставки акцизного податку на енергетичні рослини.
3. Перша і друга відповіді вірні.

14. Яке місце займає на сьогодні біоенергетика?

1. Лідера світової відновлюваної енергетики.
2. Лідера світової енергетики.
3. Лідера вітчизняній енергетиці.

15. Як збільшилося протягом останніх 20 років постачання первинної енергії з біомаси та біопалив у світі?

1. На половину.
2. На третину.
3. В два рази.

16. Як збільшено глобальне виробництво енергії сектором біоенергетики у 2050 р.?

1. Майже у 10 разів від сьогоднішнього рівня.
2. Майже у 35 разів від сьогоднішнього рівня.
3. Майже у 50 разів від сьогоднішнього рівня.

17. Який потенціал виробництва біометану в Україні?

1. 5,5 млрд м³/рік.
2. 7,8 млрд м³/рік.
3. 10,8 млрд м³/рік.

18. Що є однією з головних переваг енергетичного використання біомаси?

1. Мультиваріантність як за технологіями перетворення енергії, так і за способами її кінцевого використання.
2. Дешевизна.
3. Висока тепловіддача.

19. Як можна використовувати біомасу в енергетичних цілях?

1. Шляхом безпосереднього спалювання (деревина, солома).
2. У переробленому вигляді рідких (ефіри ріпакової олії, спирти, рідкі продукти піролізу) або газоподібних біопалив (біогаз із відходів сільськогосподарства та рослинництва, осадів стічних вод, органічної частини твердих побутових відходів, продукти газифікації твердих палив).
- 3 Перша і друга відповіді вірні.

20. Як може відбуватись конверсія (перетворення) біомаси в інші види енергоносіїв або кінцеву теплову чи електричну енергію?

1. Фізичними, хімічними і біохімічними методами.
2. Електрохімічними методами.
3. Механічні методи.

21. Які біотехнології можуть зайняти свою нішу в майбутньому?

1. Виробництво біоетанолу 2-го покоління з сільськогосподарської лігноцелюлозної сировини.
2. Виробництво біодизелю з мікроводоростей.
3. Перша і друга відповіді вірні.

22. Скільки загального обсягу енергії з відновлюваних джерел у світі припадає на біомасу?

1. 1/2.
2. 3/4.
3. 2/3.

23. Яка величина загальної пропозиції біомаси становить лісове господарство, яку складають дрова, побічні продукти деревообробної промисловості, плантації деревних енергетичних культур, деревне вугілля тощо?

1. 87%.

2. 97.

3. 85.

24. Скільки енергії з біомаси в світі забезпечує агропромисловий сектор за рахунок використання побічних продуктів тваринництва, рослинництва та спеціально вирощених енергетичних культур?

1. 10%.

2. 15 %.

3. 20%.

25. Яка частка із загальних 15 млн т н.е. палива з відновлюваних джерел енергії, спожитого транспортними засобами, припадають на біодизель?

1. 70%.

2. 72%.

3. 75%.

26. Яка частка із загальних 15 млн т н.е. палива з відновлюваних джерел енергії, спожитого транспортними засобами, припадають на біоетанол?

1. 17%.

2. 20%.

3. 30.

27. З яким біоенергетичним потенціалом Україна належить до країн?

1. З високим.

2. З низьким.

3. З середнім.

28. Яка частка складає при оцінці потенціалу відчуження поживних решток (напр., соломи зернових і технічних культур), компромісна з аграрної точки зору частка біомаси, яку можна забирати з поля (з поверненням зольного залишку від спалювання), залежно від культури?

1. 10-20%.

2. 20-30%.

3. 30-40%.

29. Скільки млн. га вільних сільськогосподарських земель біомаса сільськогосподарського походження складає фактичну частину потенціалу, а енергетичні культури є перспективною частиною, яка може бути отримана шляхом вирощування енергетичних культур?

1. 2 млн. га.

2. 3 млн. га.

3. 4 млн. га.

30. Скільки млн. га в Україні щороку не використовується сільськогосподарських угідь?

1. 3-4 млн. га.

2. 2-3 млн. га.

3. 1-2 млн. га.

31. Скільки млн. га запропонований базовий сценарій полягає у використанні під енергетичну вербу, тополю та міскантус?

1. 1,5 млн. га.
2. 2 млн. га.
3. 3 млн. га.

32. У скільки разів порівняно з теперішнім рівнем прогноз біоенергетичного потенціалу до 2050 р. показує, що він може збільшитися майже?

1. 2.
2. 2,2.
3. 3.

33. Яким методом використовується споживання біомаси яке припадає на виробництво теплової енергії ?

1. Прямим спалюванням.
2. Анаеробним бродінням.
3. Піроліз.

34. Яку частку згідно прогнозу Біоенергетичної асоціації України енергії біомаси та відходів до 2035 р. буде забезпечувати тверда біомаса?

1. 90%.
2. 85%.
3. 80%.

35. Яку частку структури енергетики складе енергії з біомаси, біопалив та відходів у 2035 році?

1. 11,5%
2. 12%
3. 13 %

36. Що можна віднести до сучасних технологій виробництва нетрадиційних джерел енергії з метою енергозбереження?

1. Гідропотенціал рік.
2. Біомасу.
3. Перші і друга відповіді вірні.

37. Яке скорочення терміну «нетрадиційні відновлювані джерела енергії»?

1. НВДЕ.
2. НПЕР.
3. ВЭС.

38. У скільки разів перевищують нинішні обсяги генерування електроенергії в Україні ресурси енергії вітру технічно доступні для освоєння на континентальній частині нашої території?

1. Приблизно в 100.
2. Приблизно в 150.
3. Приблизно в 200.

39. В яких межах кВт·г знаходиться у північній частині країни середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що надходить на 1 м² поверхні, на території України?

1. від 1070.
2. від 2070.

3. від 3070.

40. В якій мірі використовується освоєння потенціалу нетрадиційних джерел енергії України?

1. Повною мірою.
2. Не повною мірою.
3. Не використовується.

41. Яку можливість забезпечує реалізація когенераційних технологій?

1. Наблизити виробників електроенергії до споживачів.
2. Підвищити енергобезпеку підприємств.
3. Перша і друга відповіді вірні.

42. Який внесок у промислову енергетику дають нетрадиційні технології отримання енергії ?

1. Незначний.
2. Значний.
3. Посередній.

43. Скільки млн.т щорічні загальні обсяги відновлювальних ресурсів біомаси складають в Україні?

1. 115,5 млн.т.
2. 150 млн.т.
3. 200 млн.т.

44. Скільки млн.т умовного палива щорічні загальні обсяги відновлювальних ресурсів біомаси складають в Україні?

1. 22,0 млн.т умовного палива.
2. 15 млн.т умовного палива.
3. 25 млн.т умовного палива.

45. Скільки млн. т у.п. оцінюється технічно доступний енергопотенціал відновлювальних ресурсів біомаси?

1. 10,2 млн т у.п.
2. 13,2 млн.т у.п.
3. 15,2 млн у.п.

46. Яка частка метану містить при розкладанні побутових відходів в біогазі?

1. 60%.
2. 80%.
3. 90%.

47. Яка нижча теплота згоряння звалищного біогазу?

1. 28-34 МДж/м³.
3. 38-44 МДж/м³.
3. 18-24 МДж/м³.

48. Яка маса твердих відходів припадає одну людину на рік?

1. 300-400 кг.
2. 500-600 кг.
3. 700-800 кг.

49. Яка частка твердих побутових відходів міст України залишаються не переробленими?

1. 92%.
2. 50%.
3. 30%.

50. Яка кількість установок по виробництву біогазу з твердих побутових відходів у США?

1. 244.
2. 344.
3. 544.

ТЕСТИ МОДУЛЯ 2.

1. Як називається склад палива, в якому його застосовують безпосередньо для спалювання?

1. суха маса палива.
2. робочий.
3. органічної маси палива.

2. Що дістанемо якщо з робочого складу палива видалити золу?

1. Горючу масу палива.
2. Органічну масу палива.
3. Суху масу палива.

3. Що дістанемо після видалення вологи висушуванням проби палива при температурі 105°C протягом двох-трьох годин?

1. Горючу масу палива.
2. Органічну масу палива.
3. Абсолютно суху масу палива.

4. Що є горючими елементами в паливі?

1. Вуглець, водень і горюча сірка.
2. Вуглець, водень і колчеданна сірка.
3. Вуглець, зола і колчеданна сірка.

5. Скільки тис. кДж тепла виділяється при згорянні 1 кг вуглецю з утворенням вуглекислого газу (тобто при повному згорянні)?

1. 33,6.
2. 40,5.
3. 55.

6. Скільки тис. кДж тепла виділяється при згорянні при згорянні 1 кг водню ?

1. 141,5.
2. 150.
3. 160.

7. Скільки тис. кДж тепла виділяється при згорянні при згорянні 1 кг сірки?

1. 9.
2. 10.
3. 15.

8. Яке значення має сірка у паливі?

1. Дуже бажаний елемент.
2. Дуже небажаний елемент.

3. Дуже потрібний елемент.

9. Яким елементом є Кисень у баласті палива?

1. Активним.
2. Неактивним.
3. Каталітичним.

10. Яку участь в горінні палива є азот?

1. Бере.
2. Не бере.
3. Приймає.

11. Який вплив вологості палива на його теплову цінність?

1. Знижує.
2. Підвищує.
3. Не впливає.

12. Який вплив золи палива на якість палива?

1. Не впливає.
2. Погіршення.
3. Покращення.

13. Що є летка частина палива?

1. Гази й пари.
2. Тверда фракція.
3. Волога фракція.

14. Що означає кокс?

1. Це рідкий залишок після сухої перегонки палива.
2. Це твердий залишок після сухої перегонки палива.
3. Це газоподібний залишок після сухої перегонки палива.

15. Як називається найменша температура, до якої має нагрітися паливо для того, щоб почалося горіння?

1. Температурою займання.
2. Температурою горіння.
3. Температурою спалювання.

16. Як називається «кількість тепла (в кДж) виділяється при спалюванні за нормальних умов 1 кг твердого чи рідкого палива або 1 м³ газоподібного палива»?

1. Температура займання.
2. Температура горіння.
3. Теплота згорання палива.

17. Як називається теплота згорання «якщо паливо спалюють за таких умов, що продукти згорання охолоджуються до 0° С і наявна в них водяна пара (від згорання водню і випаровування вологи палива) конденсується, теплота згорання включає також теплоту пароутворення (близько 2500 кДж/кг води)»?

1. Вищою теплотою згорання.
2. Нижчою теплотою згорання.
3. Теплотою згорання.

18. Як називається теплота згорання «якщо продукти згорання не охолоджуються і наявна в них водяна пара не конденсується, теплота згорання не включає теплоти пароутворення»?

1. Вищою теплотою згорання.
2. Нижчою теплотою згорання.
3. Теплотою згорання.

19. Скільки тепла виділяється при згоранні 1 кг водню виділяється?

1. 141,5 тис. кДж.
2. 200 тис. кДж.
3. 300 тис. кДж.

20. Яка нижча теплота згорання робочого складу кДж/кг приймається для порівняння різних видів, марок і сортів палива при нормуванні та обліку витрати всі палива перераховують на умовне паливо?

1. 29300 кДж/кг.
2. 2500 кДж/кг
3. 1500 кДж/кг

21. Як називають паливо: солома, стержні кукурудзяних качанів, соняшникове лушпиння, льняну кострицю?

1. Місцеві палива.
2. Біомаса.
3. Перша і друга відповіді вірні.

22. Як називається одержання етанолу?

1. Спиртове бродіння.
2. Метанове бродіння.
3. Бактеріальне бродіння.

23. Яка сировина для виробництва спирту?

1. Крохмалевмісна сировина – зерно (жито, пшениця, кукурудза, ячмінь, овес, просо); картопля; меляса (відходи цукрової промисловості), солод, солодове молоко; сусло; відходи тваринницької ферми.
2. Крохмалевмісна сировина – зерно (жито, пшениця, кукурудза, ячмінь, овес, просо); картопля; меляса (відходи цукрової промисловості), солод, солодове молоко; сусло; гідролізат деревини.
3. Крохмалевмісна сировина – зерно (жито, пшениця, кукурудза, ячмінь, овес, просо); картопля; меляса (відходи цукрової промисловості), солод, солодове молоко; сусло; гідролізат деревини; відходи каналізації.

24. На якому рівні підтримується температура в дріжджі-генераторах?

1. 28-30°C.
2. 30-35 °C.
3. 35-40 °C.

25. Яка температура бродіння?

1. 29-31°C.
2. 31-35 °C.
3. 35-40 °C.

26. Що виділяють із бражки перед перегонкою?

1. Спирт.

2. Хлібопекарські або кормові дріжджі.

3. Біогаз.

27. Як одержують технічний спирт?

1. Гідролізатах деревини та інших рослинних відходах.

2. Крохмалевмісної сировини.

3. Цукру.

28. При якій температурі відбувається процес отримання технічного спирту.

1. 25°C.

2. 30 °C.

3. 40 °C.

29. Що є доцільним при використанні гідролігатів одержання паливного етанолу для регіонів з помірним кліматом зі значними масивами лісів?

1. Відходів деревини, а також соломи, торфу, рогозу.

2. Пшениця.

3. Цукор.

30. Яка сировина використовується в процесі виробництва біодизеля?

1. Відходів деревини.

2. Олії.

3. Соломи торфу рогозу.

31. При яких температурах відбувається біологічна метанація в анаеробних умовах при атмосферному тиску?

1. 10 до 20°C.

2. 20 до 65°C.

2. 65 до 80°C.

32. При яких умовах щоб реакція метанації відбулась?

1. Необхідно, щоб молекули CO₂ і H₂ потрапили до архей.

2. Необхідно, щоб молекули CO₂ і H₂ потрапили до дріжджів.

3. Необхідно, щоб молекули CO₂ і H₂ потрапили до грибків.

33. Як називається нестерильний мікробіологічний ферментер вертикальної чи горизонтальної компоновки модульного типу з пошаровим перемішуванням, рухомим іммобілізатором газгольдером?

1. Газгольдером.

2. Теплообмінником.

3. Біореактором.

34. Яке призначення газгольдера?

1. Для ферментування біомаси.

2. Для нагромадження біогазу.

3. Для нагромадження біомаси.

35. Яке призначення іммобілізатора?

1. Для ферментування біомаси.

2. Для фіксації метанотворних бактерій.

3. Для нагромадження біомаси.

36. До чого приводить метанове бродіння відходів?

1. До відновлення азоту і фосфору - основних складових добрив.

2. До витрачання азоту і фосфору - основних складових добрив.

3. До збереження азоту і фосфору - основних складових добрив.

37. Що відбувається патогенна мікрофлора, яйця гельмінтів при анаеробному розкладі?

1. Знищується.
2. Провокується.
3. Відновлюється.

38. Як характеризується рівень власного видобутку газу Україні за останні 20 років?

1. Нарощувався.
2. Не нарощувався.
3. Не вироблявся.

39. Скільки біогазових установок існує в Україні?

1. 10.
2. 50.
3. 70.

40. Який за вартісними показниками із можливих відновлюваних газів є біометан?

1. найдешевший.
2. найдорожчий.
3. одно вартісний.

41. Яке порівняння енергоємність виробленого водню, з енергією, що міститься у вихідному паливі?

1. Більше.
2. Менше.
3. Дорівнює.

42. Скільки кіловат-годин електроенергії необхідно витратити для одержання кілограму водню електролізом?

1. 50 кіловат-годин.
2. 70 кіловат-годин.
3. 100 кіловат-годин.

43. Що відносять до основних методів виробництва водню з викопного палива?

1. Паровий риформінг, газифікація кам'яного вугілля, часткове окислення вуглеводнів, автотермічний риформінг, вуглеводневий піроліз.
2. Паровий риформінг, газифікація кам'яного вугілля, часткове окислення вуглеводнів, автотермічний риформінг, вуглеводневий піроліз, електроліз води.
3. Паровий риформінг, газифікація кам'яного вугілля, часткове окислення вуглеводнів, автотермічний риформінг, вуглеводневий піроліз, фотоелектрохімічне розщеплення води.

44. Що використовує електроліз води для розщеплення молекул води на водень і кисень?

1. Електричний струм.
2. Каталізатор.
3. Інгібітор.

45. Як називається електроліз у рідкому лужному електроліті?

1. Електроліз за високих температур.

2. Лужний електроліз.

3. Фотоелектрохімічне розщеплення води.

46. Як називається виробництво водню з використанням електроенергії, виробленої фотоелектричними системами?

1. Електроліз за високих температур.

2. Лужний електроліз.

3. Фотоелектрохімічне розщеплення води.

47. Що включає біотехнологічне виробництво водню?

1. Ферментативне виробництво водню з біомаси, біофотоліз, мікробні електролізні елементи; та їх синергічні комбінації, електроліз.

2. Ферментативне виробництво водню з біомаси, біофотоліз, мікробні електролізні елементи; та їх синергічні комбінації.

3. Ферментативне виробництво водню з біомаси, біофотоліз, мікробні електролізні елементи; та їх синергічні комбінації, фотоелектрохімічне розщеплення води.

48. Як називається збродування органічного субстрату в біоводень здійснюється спеціальними бактеріями в мультиферментативних системах?

1. Ферментативне перетворення.

2. Біофотоліз.

3. Хемосинтез.

49. Як називається використання тих мікроорганізмів, такі як водорості та ціанобактерії, для розщеплення молекул води на водень і кисень за допомогою енергії світла?

1. Ферментативне перетворення.

2. Біофотоліз.

3. Хемосинтез.

50. На якому рівні прогнозують до 2030 р. річний попит на «зелений» водень?

1. 8,7 млн. т.

2. 9.7 млн.т.

3. 10.7 млн.т.

ОСНОВНІ ПРАВИЛА З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Вимоги техніки безпеки – це сукупність правил і прийомів, виконання яких створює сприятливі умови праці, попереджає нещасні випадки і травми людей.

Стан приміщень і технологічного обладнання має відповідати вимогам, що гарантують безпечне виконання робіт, а також забезпечують потрібний рівень виробничої санітарії та гігієни.

Навчальне приміщення, в якому знаходиться сільськогосподарська техніка, забезпечують плакатами, застережними написами, а також основними витягами з інструкцій з техніки безпеки та пожежної безпеки.

Всі магістралі не повинні створювати перешкод для вільного пересування студентів і науково-педагогічних працівників.

Електричні проводи, труби для подачі повітря, води для живлення обладнання укладають тільки в місцях, де виключено їх механічне пошкодження. Всі магістралі не повинні створювати перешкод для вільного пересування студентів і науково-педагогічних працівників.

Щоб запобігти забрудненню повітря відпрацьованими газами, в приміщенні має бути обладнана система відведення газів. Місця з'єднання системи з вихлопною трубою двигуна повинні бути міцними і не допускати проникнення газів у приміщення.

Пересувні установки комплектуються справним інструментом, засобами пожежогасіння, захистом від електростатичної напруги, а також аптечкою першої допомоги.

До роботи з обладнанням допускаються найбільш досвідчені та кваліфіковані працівники, добре знають будову обладнання, засвоїли правила техніки безпеки та пройшли відповідний інструктаж. Відповідальність за техніку безпеки з експлуатації обладнання несе завідувач кафедри, а на пересувних установках – майстер виробничого навчання.

Відповідальність за техніку безпеки при виконанні практичних робіт несе викладач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будько М. О. **Біоенергетика : курс лекцій**. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 109 с.

URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/6080fa08-6dff-4a86-9044-76c702038ecd/content>.

2. Екобіотехнологія та біоенергетика: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» та 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М. Ю. Козар, Л.С.Зубченко – Електронні текстові дані (1 файл: 881 кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 63с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/d4fee558-8bc5-4e5a-9dbe-dbc8a29fc1c9/content>

3. Біоенергетика. Методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 208 «Агроінженерія» Харків. ДБТУ; уклад.: С.О. Поляшенко.– Харків: [б. в.], 2023.–25 с. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/35112/1/MV_BIOENERHETYKA_2023.pdf.

4. Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. І. Будько., М. О. Будько, О. В. Козачук. – Електронні текстові дані (1 файл: 3.81 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 150 с.

URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53387>

5. Калетнік Г.М., Токарчук Д.М., Скорук О.П. Організація і економіка використання біоресурсів: підручник: 2-ге видання, перероблене і доповнене – Вінниця: ТОВ «Друк», 2020. – 372 с.

URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25493.pdf>

6. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення. Практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю. – К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2015. – 208 с.

URL: https://old.sae.gov.ua/sites/default/files/LAESM%20Manual_BioEnergy_Projects_Nov2015.pdf

7. Зубченко Л. С., Кузьмінський Є. В. Аналіз продуктивності біотехнологічного отримання водню за використання мікроорганізмів з різними типами метаболізму, перспективні напрямки подальших досліджень. Біологічні науки. Scientific Journal «ScienceRise» №10/6(15)2015. С-47-53.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-produktivnosti-biotehnologichnogo-otrimannya-vodnyu-za-vikoristannya-mikroorganizmiv-z-riznimi-tipami-metabolizmu/viewer>

8. Bernhard Drog Process monitoring in biogas plants Technical Brochure 2013 IEA Bioenergy IsBN 978-1-910154-03-8. 38 p.

URL: https://task37.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/32/2022/02/Technical_Brochure_process_monitoring.pdf

9. Бабицький А. І. Об'єкти біотехнологічних виробництв. Навчальне видання Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт студентів ОС «Бакалавр» денної форми навчання аграрних вузів III – IV рівня акредитації спеціальності 162 «Біотехнологія та біоінженерія»/ Укладачі: Бабицький А. І., Дрозд П. Ю. НУБІП України. 2017. 37 с.

URL: <file:///D:/Навчання/Мої%20дисципліни/Дисципліни%202025/Біоенергетика/Біоенергетика%20НМК/Водень%20з%20водоростей.pdf>

ДОДАТКИ

Додаток А

ГЛОСАРІЙ

А

Автономне енергопостачання - різновид енергопостачання у територіальних громадах, які покривають свої енергетичні потреби незалежно від зовнішніх постачальників енергії за рахунок відновлюваних джерел енергії.

Альтернативна енергія - позначення для енергії з відновлюваних/регенеративних джерел. Види енергії з відновлюваних джерел, які ще називають регенеративними, сталими або екологічними, — це енергоносії, які або доступні практично у необмеженій кількості, або можуть швидко природно відновлюватись.

Анергія частина енергії, яку не можна використати в процесі. Відповідно анергію більше не можна перетворити на іншу корисну форму енергії, тож для процесу вона стає непридатною. Наприклад, енергію, що міститься у відхідному теплі електростанцій, за надто низької температури вже не можна використати для іншого процесу, тому її потрібно розсіяти в довкіллі за допомогою градирень.

Б

Баланс CO₂ (або «вуглецевий слід») — це міра загальної кількості вуглекислого газу, що виділяється компанією, системою виробів або діяльністю з часовим і просторовим відмежуванням опосередковано або безпосередньо, з урахуванням усіх джерел і поглиначів. Перерахуванням інших парникових газів (метану, закису азоту тощо) на еквіваленти CO₂ їх також можна враховувати у балансі. Отже, внесок компаній, систем виробів і заходів до парникового ефекту може бути зведений у баланс, а також можуть бути вжиті відповідні заходи для скорочення цього внеску.

Біогаз - відновлюваний енергоносієв біогаз утворюється під час бактеріального розкладу органічних і тваринних відходів за відсутності світла та повітря у метановому реакторі. Він складається приблизно на 60 % з метану та на 35 % з вуглекислого газу. Завдяки високій горючості його можна використовувати як паливо для двигунів, наприклад, для генерації електроенергії. Під час спалювання метану утворюються вуглекислий газ та вода. Оскільки при цьому газ метан не потрапляє в атмосферу, він не чинить шкідливого впливу на клімат. В атмосферу потрапляє лише вихлопний газ (двоокис вуглецю), який використовують рослини для зростання їхніх клітин (фотосинтез).

Біоенергетичне село - концепція використання відновних джерел енергії в сільській місцевості. Мета концепції полягає у використанні біомаси, яку застосовують у місцевому сільськогосподарському та лісозаготівельному господарстві, для вироблення енергії, щоб максимально забезпечити потреби у постачанні тепла та електроенергії.

Біоконверсія - трансформація форм енергії, здійснювана організмами або ізолюваними ферментними системами. Біоконверсія перетворює акумульовану в органічних речовинах (біомасі) сонячну енергію через метаболізм мікроорганізмів на інші енергоносії, такі, наприклад, як біогаз або водень.

Біомаса належить до відновлюваних джерел енергії. Термін «біомаса» описує дуже широкий спектр енергоносіїв, оскільки він охоплює всі ті речовини, що утворюються рослинами або тваринами. До них належать відмерла, але ще не викопна рослинна маса, органічні побутові відходи, рослинні олії, біогаз тощо. З енергетичного погляду, біомаса може бути класифікована на первинні та вторинні продукти: до перших належать, наприклад, деревина, трави та солома, до других – енергоносії, перероблені на вторинні продукти, наприклад, деревна тріска, деревні гранули (пелети) або рослинна олія. Біомаса є нейтральною щодо викидів CO₂.

Біопаливо (біодизельне паливо) - паливо для двигунів внутрішнього згорання або систем опалення, що виробляється з біомаси. Серед галузей застосування, що базуються на цільовому вирощуванні енергетичних культур, найбільше значення для виробництва біодизельного палива нині має ріпак.

Брикети - паливо, що пресується з дрібнозернистого матеріалу (як з використанням зв'язної речовини, так і без неї) у формі паралелепіпеда або яйця. Сирій лігніт і пил бурого вугілля пресують у брикети для зниження вмісту води і, отже, для підвищення теплотворної здатності. Так звані деревні брикети зазви-

чай пресують з тирси, стружки та шредерної крихти без зв'язної речовини та під високим тиском.

Будинок стандарту «енергія плюс» - такий будинок генерує більше енергії упродовж календарного року, ніж його мешканці потребують для опалення, гарячого водопостачання та всіх приладів, які споживають електроенергію. Для того, щоб отримати стандарт будинку «енергія плюс», необхідно, щоби були узгоджені між собою архітектурно-будівельні та енергетичні концепції. Передбачені ними заходи можуть бути активними або пасивними, наприклад:- фото-вольтаїка, геліотермія;- система вентиляції з рекуперацією тепла;- теплова помпа;- компактне архітектурно-будівельне рішення; - орієнтація на південь заради пасивного отримання тепла від сонячного випромінювання; - належне затінення (захист від перегрівання);- високий рівень теплоізоляції;- значна внутрішня акумулювальна маса.

В

Ват-година (Вт-год) - енергія, яку споживає споживач потужністю в один ват за одну годину.

Вивільнена енергія - сума відхідного тепла від людей, електроприладів, гарячого водопостачання тощо. Вона поповнює тепловий баланс приміщення, тому скорочується потреба у теплі від системи опалення.

Викопні енергоносії - нафта, природний газ, лігніт і вугілля належать до викопного палива. Вони утворилися мільйони років тому з мертвої біомаси, що була перетворена внаслідок геологічних процесів. Їхнє використання для виробництва енергії обмежується запасами, які є в землі. При спалюванні викопного палива через відхідні гази вивільняється значна частка вуглекислого газу. Використання викопних енергоносіїв (нафти, природного газу, вугілля), на відміну від використання енергії з відновлюваних джерел, обтяжує ресурси екосистеми Землі і посилює парниковий ефект через вивільнення вуглекислого газу.

Використання скидного тепла - скидне тепло використовують для підвищення ефективності наприклад, на модульних когенераційних установках.

Вища теплотворна здатність - кількість тепла палива, що виділяється у разі повного згоряння з врахуванням енергії, отриманої за рахунок конденсації водяної пари, що знаходиться у вихідних газах. Пара, що утворюється в результаті згоряння, конденсується і тепло, що міститься в ній, можна додатково використати. Вища теплотворна здатність показує, скільки теплової енергії виділяється під час згоряння палива, включаючи теплоту випаровування, що міститься у парі.

Відновлювана сировина - це всі відновлювані органічні речовини, які можуть бути використані для виробництва сировини та палива для транспорту, будівельної промисловості, виробництва пластмас. До відновлюваної сировини належать, наприклад, ріпак, льон або деревина, буряк як постачальник цукру, різні олійні культури тощо.

Відновлювані енергії - енергії, які видобувають з речовин довікля, що постійно відновлюються або поновлюються: енергія вітру та води, геотермаль-

на, сонячна енергія та енергія біомаси розглядаються як невичерпні джерела. Невичерпні, тому що сировина виникає знову і знову.

Відносна вологість повітря - вологістю повітря називають вміст водяної пари у повітрі. З підвищенням температури здатність повітря поглинати водяну пару зростає. Розрізняють абсолютну та відносну вологість повітря.

Відпрацьоване повітря - повітря, що виводиться назовні після проведення через теплообмінник системи вентиляції з рекуперацією тепла.

Відхідні гази - газоподібні викиди від топкового та виробничого обладнання, що працює, наприклад, на біопаливі, викопному паливі, як-от нафта, вугілля або природний газ.

Відходи - більше не потрібні власникові предмети, речовини або рештки, які відправляють на подальше перероблення або ліквідацію.

Внутрішні надходження тепла - надходження тепла, що виникає під час експлуатації будівель, зокрема тепло від експлуатації електричних приладів, від штучного освітлення, присутності людей, приготування їжі тощо. Ці внутрішні надходження тепла (Q_i) сприяють нагріванню повітря у приміщенні, тому логічно їх враховувати під час проектування як енергетичного внеску для пасивного будинку.

Водень - найпоширеніший хімічний елемент у Всесвіті, але не в земній корі. Він є складовою частиною води та більшості органічних сполук, особливо у всіх живих організмах. Водень не є первинним джерелом енергії, тому його потрібно видобувати. Для цього потрібні такі види сировини, як нафта та природний газ, біомаса чи вода, а також, наприклад, електрична, теплова чи сонячна енергія, що постачається ззовні, а якщо водень отримують традиційним способом з природного газу, його називають «сірим». Коли водень видобувають розщепленням води за допомогою електричної енергії, виробленої за рахунок відновлюваних джерел, він вважається «зеленим». Особливо сталим є виробництво електролізом з використанням надлишків зеленої електроенергії, тобто електроенергії, виробленої з використанням енергії вітру та сонця. Йдеться про ті надлишки, що не можуть подаватися в електромережу через значні коливання виробництва. Взагалі, під час електролізу через воду пропускають електричний струм, через що хімічний зв'язок між H_2 і киснем розривається. Водень можна зберігати без значних проблем.

Вологість повітря - повітря може поглинати водяну пару. Вміст водяної пари у повітрі залежить від температури повітря. Чим вища температура повітря, тим більше вологи поглинається. Люди не відчують вологість безпосередньо, тільки дуже висока (відносна вологість $> 65\%$) або дуже низька (відносна вологість $< 35\%$) вологість сприймається як неприємна. Вологість оптимально регулюється за допомогою контрольованої вентиляції.

Втрати тепла внаслідок вентиляції - необхідний повітрообмін будівлі з довкіллям обумовлює втрати тепла. За певний період (опалювальний сезон, місяць, рік) їх називають тепловими втратами внаслідок вентиляції H_v .

Вуглецево-нейтральне - те, що не впливає на вміст CO_2 в атмосфері. Вуглецево-нейтральне не обов'язково означає, що не спостерігаються викиди CO_2 . Так звані біопалива, наприклад, біодизельне паливо, біоетанол і біогаз, видобува-

ють з рослинного матеріалу (біомаси). Рослина містить вуглець, який під час свого зростання накопичує з атмосфери у вигляді CO_2 . Якщо для виробництва палива вирощують додаткові рослини, то атмосферу додатково позбавляють CO_2 , що в принципі може компенсувати викиди внаслідок спалювання.

Г

Газ ВЕ - горючий газ, який отримують з використанням електричної енергії з відновлюваних джерел. Існують технічні методи отримання за допомогою електричної енергії таких горючих газів, як метан або водень, замість того, щоб використовувати їх як викопне паливо, наприклад, як природний газ. Зокрема, електролізом води можна отримувати газоподібний водень. Коли необхідна для електролізу електрична енергія надходить з відновлюваних джерел, вироблений водень, а також отриманий з нього метан називається «газ ВЕ». У разі використання електроенергії, виробленої вітровими генераторами, кажуть про вітровий газ, а в разі використання сонячної енергії — про сонячний газ.

Газифікація - перетворення твердої чи рідкої речовини (наприклад, вугілля, нафти або біомаси) на газ, який можна використовувати як паливо. Цей процес відбувається за високих температур, з обмеженою кількістю кисню.

Газова електростанція - установка для генерування електричної енергії з використанням природного чи, знедавна, біогазу. При цьому для виробництва електроенергії газова турбіна з'єднана з паровою турбіною. Принцип дії газової електростанції базується спочатку на роботі газової турбіни, яка безпосередньо забезпечує генератор. Коефіцієнт корисної дії самої газової турбіни становить лише 39 %.

Газова теплова помпа - теплова помпа, яку приводять у дію за допомогою горючих газів (здебільшого, природного газу, іноді біогазу чи біометану).

Газовий коефіцієнт використовується для перерахунку об'єму спожитого газу (за показниками газового лічильника, поданими у кубічних метрах (m^3) у кіловат-години (кВт-год), за які слід розрахуватися, з урахуванням якості газу та таких чинників впливу, як тиск і температура. Оскільки газ є природним продуктом, можливо, що склад газу і, відповідно, калорійність природного газу змінюються. Через це змінюється і газовий коефіцієнт.

Газові опалювальні котли - компактні газові опалювальні прилади для настінного монтажу. Здебільшого вони можуть бути з'єднані з резервуаром для нагрівання води. Завдяки малим габаритам їхня компактна установка можлива, практично, у будь-якому місці будинку, наприклад, на кухні, у стінній шафі в коридорі чи на горищі. Газові опалювальні котли є ідеальними теплогенераторами для окремих квартир, розташованих на одному поверсі (поверхове опалення) та індивідуальних житлових будинків з низькою потребою у теплі, наприклад, будинків з низьким енергоспоживанням. Вони також дуже добре підходять для модернізації помешкань. В окремому варіанті виконання нагрівання гарячої води може бути інтегроване в опалювальний котел (газовий комбінований котел або газовий комбітерм).

Газовідвідна система - частина опалювального обладнання, що відповідає за відведення відхідних газів. Раніше це забезпечували будинкові димоходи (відповідно до DIN 18 160), при цьому відведення відхідних газів відбувалось

за рахунок від'ємного тиску в них. Нині для відведення відхідних газів, що мають нижчу температуру, здебільшого використовують газовідвідні труби та надлишковий тиск.

Гігават - одиниця вимірювання активної електричної потужності, 1 ГВт (Гігават = 1.000.000.000 Вт).

Глобальна середня температура - статистичний перерахунок всіх вимірних приземних температур повітря. За стандартом температура повітря вимірюється на висоті 2 м у метеорологічній станції (температура у затінку). Середня глобальна температура становить близько 15 °С.

Гранична величина - максимально допустиме значення допуску.

Граничні значення викидів обмежують відповідну емісію, яка може максимально виходити з технічної установки.

Група теплопровідності - група теплопровідності показує проникність матеріалу для теплового потоку. Вона є розрахунковим значенням, що впливає з теплопровідності λ і містить перші три цифри після коми. Звідси виникає значення, яке завжди має бути менше ніж 1. В принципі, до групи теплопровідності належать тільки теплоізоляційні матеріали, причому вважається, що чим меншою є група теплопровідності, тим кращою є теплоізоляція. Отже, будівельний елемент групи теплопровідності 035 відповідає значенню 0,035 Вт/(м·К).

Густина енергії - накопичена кількість енергії віднесена до одиниці об'єму. Вказується в джоулях на кубічний метр (Дж/м³) або в мегаджоулях на літр (МДж/л).

Д

Деревні гранули (пелети) - паливо з пресованого дерева, яке спалюють у спеціальних пелетних установках. Деревні пелети мають складатися виключно з натуральної тирси та деревних стружок. У процесі виробництва сухі стружки без домішок або в'язучої речовини пресують під високим тиском у малі циліндричні циліндри. Калорійність деревних гранул становить 4,9 кВт-год/кг. Порівняно з рідким паливом, завдяки використанню 2000 кг пелет можна заощадити кількість енергії близько 1000 л рідкого палива.

Джерело тепла - технічні пристрої або природні об'єкти, які виділяють тепло у довкілля. Найважливішим джерелом тепла для розвитку та підтримки життя на Землі є Сонце. Зазвичай, певне джерело тепла повинне спочатку забезпечуватися енергією, щоби воно могло згодом віддати енергію у вигляді тепла.

Джоуль (Дж) - одиниця вимірювання для енергії. 1 Дж = 1 ньютон-метр (Нм) = 1 ват-секунда (Вт-сек) = 1/3600000 кВт-год; звичайно кДж (кілоджоуль), МДж (мегаджоуль). Старою одиницею вимірювання, чинною до 1978 року, була ккал (кілокалорія).

Допоміжна енергія - енергія, що додатково використовується системами опалення, охолодження, гарячого водопостачання, вентиляції та освітлення для насосів, вентиляторів, блоків управління, електроніки тощо, для забезпечення корисною енергією.

Дрова (дрова для каміну) - поліна, приблизно 30–35 см завдовжки і не більше 12 см завтовшки, які висушувалися упродовж двох років на повітрі.

Е

Еквівалент CO₂ (або коефіцієнт викидів CO₂) перераховує ефект щодо зміни клімату через вплив газів, які спричинюють цей ефект, на еквівалентні кількості CO₂. Цей коефіцієнт обчислюється на основі показників кінцевого споживання енергії відповідних енергоносіїв у г/кВт-год.

Експлуатаційні витрати - експлуатаційні витрати системи, наприклад, системи центрального опалення, — це витрати, що виникають поряд із витратами на споживання (палива) і капітальними витратами (придбання). Тому їх також називають операційними чи загальновиробничими витратами. До експлуатаційних витрат належать витрати на робочий струм (допоміжну енергію), на обслуговування, нагляд (наприклад, експлуатаційні витрати на перевірку та очищення димоходів і вентиляційних каналів), догляд, очищення, технічне обслуговування та можливо необхідні види страхування.

Експлуатаційні температурні втрати - втрата тепла від теплогенератора (наприклад, котла, водогрійної колонки) або бака накопичувача гарячої води через охолодження під час простоювання, тобто коли пальник не працює, але вода у котлі чи баку-накопичувачі залишаються теплими («у режимі готовності»). Експлуатаційні температурні втрати, що виникають у разі застосування котлів, складаються із втрат тепла через випромінювання та внутрішніх втрат через остигання. Експлуатаційні температурні втрати скорочуються у разі оптимально розрахованих теплогенераторів через змінний режим експлуатації (температура живильної води котлоагрегату залежно від потреби), модуляцію потужності, дуже добру теплоізоляцію котла та незалежний від повітря приміщення режим експлуатації із застосуванням системи газовідведення з двома паралельними каналами.

Енергетика - містить ті сектори економіки, які беруть участь у видобутку та імпорті енергоносіїв, їхньому перетворенні, зберіганні та транспортуванні.

Енергетика містить ті сектори економіки, які беруть участь у видобутку та імпорті енергоносіїв, їхньому перетворенні, зберіганні та транспортуванні.

Енергетичні запаси - енергетичні запаси світу з кожним роком стають все дефіцитнішими. Наприклад, розрахунки кажуть про те, що нафти вистачить ще приблизно на 40—50 років, газу – приблизно на 80 років, кам'яного вугілля – приблизно на 300 років і урану для ядерної енергетики – приблизно на 80 років.

Енергетичні ресурси - запаси енергоносіїв, наявність яких доведена чи припускається, які, втім, нині ще не можуть видобуватися з технічних та/чи економічних причин. Згідно з цими визначеннями стає зрозумілим, що дані стосовно ресурсів та резервів можуть для деяких видів сировини суттєво відрізнятися одне від одного.

Енергетичні рослини - органічна сировина, що є в природі, наприклад, деревина, олійний ріпак, солома, та яку повністю чи частково використовують для інших технічних або енергетичних потреб: наприклад, спалювання, виробництво біогазу або виробництво пластмас. Тому енергетичні рослини також називають відновлюваною рослинною сировиною.

Енергія у фізиці цей термін визначається як обсяг роботи, яку може виконувати фізична система.

Енергоємність - кількість енергії на об'єм або одиницю маси.

Енергоносій - сировина чи речовини, що зберігають енергію у хімічній або ядерній формі і тому можуть використовуватися для виробництва або транспортування енергії. Здебільшого джерела енергії (наприклад, геотермальна, сонячна енергія, енергія води тощо) називають енергоносіями, хоча вони придатні для виробництва енергії, але не є енергоносіями у вужчому розумінні.

З

Зовнішнє повітря - зовнішнє повітря як поняття є важливим для автоматичної вентиляції, бо це повітря, яке всмоктується ззовні, тобто повітря біля зовнішньої оболонки будівлі. Оскільки зовнішнє повітря може бути забруднене (пилом тощо), його не можна ототожнювати зі свіжим повітрям. Насправді свіже повітря – це повітря, яке безпосередньо потрапляє в будівлю, і його вдихають мешканці. Проте зовнішнє повітря можна використати, якщо спершу пропустити через протипилковий фільтр або очистити якимось іншим способом.

Зовнішня температура для потреб опалювальної техніки й автоматизації будівель необхідний показник зовнішньої температури, який визначають у репрезентативному місці біля стіни без вимірювання віддачі тепла випромінюванням стіни та прямого сонячного випромінювання. 0355

К

Каналізаційний газ - горючий газ, який отримують у метанових реакторах очисних споруд, де під час очищення стічних вод утворюється шлам стічних вод як різновид біомаси, що, крім іншого, містить жир. Шлам стічних вод переробляють у метанових реакторах (метантенках), де за підвищеної температури (близько 35 °С) органічний матеріал розкладається до певної міри бактеріями за умов із зниженим вмістом кисню (анаеробних умов). При цьому утворюється каналізаційний газ, який також називають газом очищення стічних вод. Його основними компонентами є горючий метан і вуглекислий газ, а також у меншій кількості водень (H_2) і токсичний сірководень H_2S . Каналізаційний газ вважається формою біогазу, а його теплотворна здатність — відновлюваною енергією, причому його калорійність значно нижча, ніж калорійність природного газу.

кВт-год - скорочення для кіловат-години. 1 кВт-год = 1000 Вт протягом однієї години.

Когенераційна установка дуже ефективний і компактний тип обладнання, на якому на основі так званого принципу 79 когенерації одночасно виробляються електроенергія і тепло. Спочатку на базі рідкого або газоподібного палива виробляється механічна енергія, що перетворюється на електроенергію. Отримане в результаті відхідне тепло використовують, наприклад, для опалення, гарячого водопостачання, а також навіть для роботи систем охолодження. Когенерація часто знаходить своє застосування у центральних житлових районах, лікарнях або у промисловості. В якості палива є, переважно, природний газ, але все більше і більше використовують також відновлювані джерела енергії.

Коефіцієнт ефективності обладнання (e_p) - співвідношення витрат і отриманої користі. Втрати системи опалення підсумовують у коефіцієнті ефективності обладнання e_p з урахуванням коефіцієнтів використання первинної енергії для

застосованих енергоносіїв. Для енергоефективної системи характерним є незначний коефіцієнт ефективності обладнання. Наприклад, для житлових будинків, необхідна річна кількість первинної енергії Q_P є добутком множення суми кількості тепла, необхідної на опалення та гаряче водопостачання, на коефіцієнт інвестиційних витрат. $Q_P = (Q_h + Q_{t_w}) \cdot e_p$.

Коефіцієнт корисної дії котла - вихід енергії, враховуючи калорійність палива при номінальному навантаженні мінус втрати тепла з відхідними газами, а також втрати від остигання та простоїв.

Коефіцієнт теплопередачі описує втрати тепла зсередини назовні, виміряні у ватах на квадратний метр і кельвін [$Вт / (м^2 \cdot К)$]. Чим нижчий цей коефіцієнт теплопередачі, тим більшим є теплоізолюваний ефект елемента і відповідно заощадження енергії.

Корисна енергія - форма енергії, що фактично застосовує користувач. Так, у приватному домогосподарстві електроенергія чи природний газ є лише формою кінцевої енергії. Але у разі фактичної корисної енергії йдеться, наприклад, про світло або тепло приміщення. Диференціація форми енергії на ці два поняття є важливою, оскільки кінцева енергія ніколи не може бути повністю перетворена на корисну енергію, так що виникають втрати. Отже, навіть якщо потреба у корисній енергії при забезпеченні теплом приміщення залишається однаковою у разі переходу на інший енергоносіє, потреба у кінцевій енергії може тим не менше бути вищою або нижчою.

Корисне тепло - кількість тепла, що фактично віддана системою опалення до приміщень, які мають опалюватися.

Кратність повітрообміну - кратність повітрообміну позначає кількість разів, коли повітря в приміщенні повністю замінюється свіжим (зовнішнім) повітрям, на годину. Для дотримання гігієнічних норм якості повітря необхідна кратність повітрообміну від 0,5 до 1 /год залежно від функції, навантаження та розміру приміщення.

М

Мегават (МВт) - одиниця вимірювання активної електричної потужності, 1 МВт (Мегават = 1.000.000 Вт).

Метан (СН₄) - метан є одним із шести парникових газів, боротьба з якими ведеться в рамках Кіотського протоколу. Він є головною складовою природного газу та пов'язаний з усіма вуглеводневими паливами, тваринництвом і сільським господарством. Відомий також метан з вугільних пластів.

Н

Навколишнє тепло - енергія з ґрунту, води або повітря за температури оточення. Воно є енергією низького потенціалу, яка може використовуватися як джерело тепла для теплових pomp.

Нижча теплотворна здатність - теплотворна здатність показує, яку кількість тепла можна виробити з одного кілограма палива (теплотворна здатність одного літра нафти становить, наприклад, 11,4 кВт-год, одного кубометра природного газу — близько 10,0 кВт-год). Чим вище вміст вуглецю у твердому паливі, тим більша його теплотворна здатність. Під час спалювання, крім відхідних газів, утворюється водяна пара, але її тепломісткість враховується лише у

вищій теплотворній здатності. З іншого боку, вища теплотворна здатність вказує, скільки тепла виділяється у разі повного спалювання палива, включаючи тепло, зв'язане у парі відхідних газів. Отже, нижча теплотворна здатність завжди менша за вищу теплотворну здатність.

Ніжна енергія - види енергії, які не забруднюють безпосередньо довкілля та завжди самі по собі відновлюються, тобто наявні у необмеженій кількості. До них належать, наприклад, сонячна енергія, енергія вітру, енергія води, енергія біомаси, геотермальна енергія та енергія приливів (альтернативна енергія, відновлюване джерело енергії).

Номінальна потужність - стосовно опалювального обладнання номінальну потужність також називають номінальною тепловою потужністю. Номінальна потужність відповідає максимальній потужності, яку може забезпечувати опалювальний котел. Вона зазначається у кВт на заводській табличці. Номінальна потужність повинна відповідати принаймні потребі будівлі в енергії у найхолодніший період (опалювальному навантаженню) і, можливо, враховувати резерв на розігрів. У технології використання сонячної енергії номінальна потужність відображає максимально можливу потужність геліоенергетичного модуля в умовах стандартизованих випробувань (сонячне випромінювання 1000 Вт /м², вертикальне опромінення, температура модуля 25 °С).

Номінальна теплова потужність - максимальна кількість тепла, яку можна використати та яку може генерувати теплогенератор в режимі безперервної роботи за одиницю часу. Це важливо для проектування опалювальної системи та наводиться на табличці із зазначенням типу пристрою у кВт (кіловатах).

О

Оксиди азоту - це гази, які утворюються в результаті хімічних реакцій азоту з киснем і вважаються забруднювачами повітря. В концентраціях, які зазвичай зустрічаються в містах, вони є шкідливими для дихальної системи людей. Зокрема, діоксид азоту (NO₂) має сильну подразнювальну дію та спричиняє астму у людей навіть у тих районах, де дотримуються граничних значень викидів. Характерний запах оксидів азоту часто легко розпізнати у вихлопних газах автомобілів. Оксиди азоту відіграють важливу роль у формуванні смогу на сильно забруднених територіях.

Отримання енергії з відходів - використання відходів як заміників палива, наприклад, на цементних заводах, вугільних електростанціях або сміттєспалювальних заводах. Енергетична утилізація дозволяється лише за певних умов, зокрема, якщо теплотворна здатність окремого виду відходів без змішування з іншими речовинами становить принаймні 11000 кДж/кг.

Охолодження процеси, під час яких тепло відбирають від окремого предмета чи системи предметів. Предмети можуть бути твердими або напівтвердими (наприклад, дисперсний ґрунт), рідкими (рідини, гази) чи їхнім поєднанням.

П

Парниковий газ - газоподібні компоненти атмосфери Землі, які впливають на теплове випромінювання ґрунту і тим самим сприяють парниковому ефекту. Найважливішим природним парниковим газом є водяна пара. Внаслідок впливу людини змінюється вміст парникових газів в атмосфері, особливо вуглекислий

газ (CO_2) додатково виділяється внаслідок спалювання викопного палива. Під егідою ООН у Кіотському протоколі були закріплені заходи заради припинення викидів шести парникових газів: на додаток до CO_2 ще і метану (CH_4), закису азоту (N_2O) і деяких фторовуглеців (галогенованих фторовуглеців, частково галогенованих фторовуглеців).

Пелети їх переважно виробляють на лісопилках та у стругальних цехах. Сировиною, що використовується тут, є залишкова деревина, яка утворюється під час виробництва будівельних деревних конструкцій. При виробництві пелет використовують тільки натуральну деревину, яку під високим тиском формують у гранули (пелети) 1—5 см завдовжки і 4—10 мм завтовшки. Тепло, що утворюється під час пресування, призводить до того, що лігнін і смола, що містяться в деревині, склеюють тирсу і деревні стружки. Як додаткову в'язучу речовину дозволено додавати лише такі натуральні домішки, як крохмаль з максимальною часткою 2 %.

Первинна енергія - це неперероблена енергія, накопичена у такому природному джерелі, як, наприклад, поклади сирової нафти, природного газу, кам'яного вугілля або гідроенергія. Первинна енергія перетворюється на енергоносії за допомогою таких, зв'язаних із втратами, процесів, як видобування, транспортування, спалювання, ядерне розщеплення чи рафінація. До енергоносіїв належать, наприклад, газ, електрична енергія, бензин, гас або тепло системи теплопостачання. Внаслідок транспортування енергоносіїв до споживача виникають також втрати передавання. Та частина первинної енергії, що надходить у точку споживання, формує кінцеву енергію.

Передача так називають проходження випромінювання або тепла через тіло, отже, також і через будівельні елементи. У разі прозорих або напівпрозорих будівельних елементів (зокрема, вікон) показник передачі описує, скільки випромінювання (сонячного світла) передає певний будівельний елемент: чим прозорішим є будівельний елемент, тим вищим є показник передачі і тим більше випромінювання проходить через нього.

Піролізний котел працює не так, як інші системи опалення на базі деревини. Опалювальний котел має камеру, що фактично складається з двох: у першій деревина висушується та нагрівається доти, доки вона не починає виділяти газ під впливом високої температури. Цей деревний газ відсмоктують і вводять у другу камеру, де він спалюється за високих температур. Через ці високі температури більша частина деревини може спалюватися без залишку. В результаті такого комплексного спалювання, піролізні котли досягають високих коефіцієнтів корисної дії з дуже низькими показниками викидів.

Потреба тепла - це чиста кількість теплової енергії у кВт-год, необхідна для обігрівання приміщення чи будівлі чи/та для гарячого водопостачання. Потреба у теплі є результатом перемноження значень опалювального навантаження та тривалості опалення. Потреба у тепловій енергії для опалення приміщень складається з потреби у тепловій енергії для компенсації втрат через огорожувальні конструкції та потреби в теплі, необхідному для нагрівання проникаючого зовнішнього повітря.

Потреба у паливі - річна потреба у паливі (енергоносіях) для опалення (і для гарячого водопостачання) будинку. Потреба у паливі виникає з потреби у теплі, включаючи втрати під час виробництва, акумулювання та розподілу тепла.

Природний газ - він складається переважно з метану (CH_4). Завдяки високій частці атомів водню (H) природний газ особливо добре підходить для систем опалення з конденсаційними котлами та як постачальник водню для паливних елементів. Природний газ є тим видом викопного палива, що спричинює найменші викиди. Під час спалювання практично не утворюються діоксид сірки, сажа чи дрібнодисперсний пил.

Р

Ріпакова олія належить до поновлюваної сировини. Її отримують з ріпаку пресуванням і вона може бути використана як альтернативне біодизельне паливо. Для отримання 1000 л ріпакової олії необхідно переробити близько 3000 кг ріпаку.

С

Сажа («кіптява») - частинки, що утворюються під час швидкого охолодження газів на зовнішньому краю полум'я органічних парів. Вони складаються, насамперед, з вуглецю, з незначними кількостями кисню та водню у вигляді карбоксильних та фенольних груп і мають неповну графітову структуру.

Скорочення викидів CO_2 кількість вуглекислого газу (CO_2), генерації якої вдалося уникнути. Ця кількість залежить від заміненого палива (газу, рідкого палива, вугілля) або від використаної традиційної енергії (електроенергії, централізованого тепlopостачання) і є пропорційною до заощадження палива або енергії. Добутком від множення цього заощадження на так званий коефіцієнт викидів (одиниця кг CO_2 на кВт-год заощадження палива або тонну CO_2 на 1 МВт-год) є обсяг викидів CO_2 , якого вдалося уникнути. Скорочення викидів CO_2 є показником внеску геліоенергетичної установки до захисту клімату.

Стічні води (стоки) - забруднена або незабруднена вода, що стікає із земельної ділянки та зведених на ній споруд, житлових будинків, промислових, комерційних і сільськогосподарських підприємств тощо.

Т

Тверде паливо - паливо у твердій формі. Типовими прикладами є вугілля (у вигляді кам'яного вугілля, брикетів, вугільного пилу тощо), дрова (наприклад, у вигляді колод, тріски або деревних гранул), деревне вугілля та деякі інші види біомаси. Також побутові відходи можна вважати твердим паливом для сміттєспалювальних установок.

Теплові втрати - при передачі виникають внаслідок тепловиділення опалюваних приміщень через такі огорожувальні поверхні, як стіни, підлога, перекриття, вікна. Згідно із Положенням про енергозбереження при будівництві та експлуатації будівель теплові втрати при передачі є тепловим потоком через зовнішні будівельні елементи на 1 К перепаду температур. Вважається, 159 що чим менше це значення, тим кращий ізолювальний ефект зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі.

Теплогенератор місце, де виробляється тепло для всієї системи. Однак при цьому йдеться не лише про тепло для опалення, а й загалом про теплову

енергію, яка також може подаватися у вигляді гарячої води. Тепло не обов'язково повинне вироблятися спалюванням певних енергоносіїв.

Теплопровідність («лямбда» λ) - властивість матеріалу, що виражає тепловий потік за перепаду температур в 1 К через 1 м² шару (будівельного) матеріалу завтовшки в 1 м. Одиниця вимірювання — Вт/(м·К). Чим менша теплопровідність, тим кращою є ізоляційна спроможність будівельного матеріалу. Значення «лямбда» як лабораторне значення стосується сухих будівельних елементів.

Теплота випаровування - тепло, необхідне для випаровування певної кількості рідини, тобто переведення її зі стану рідини у газоподібний стан.

Терават - 1 терават становить один трильйон ват (10¹² Вт). Або 1000 ГВт або 1 000 000 МВт.

Тріска (деревна тріска) - регенеративне паливо. Подрібнену деревину використовують як біомасу в опалювальних і теплоенергетичних установках, які працюють на базі (деревної) тріски, і таким чином вона слугує для виробництва електроенергії та тепла.

У

Утилізація відходів термічне оброблення відходів – це одна з головних засад утилізації відходів. Залежно від типу відходів існують відповідні системи для термічного оброблення. Майже на всіх сміттєспалювальних установках енергію, що вивільняється під час спалювання, використовують у вигляді електроенергії, тепла і/або технологічної пари.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	3
ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	5
<i>Змістовий модуль 1. «Біоенергетика. Сучасний стан та перспективи»</i>	5
Тема 1.1. ПРЕДМЕТ І ЗАДАЧІ БІОЕНЕРГЕТИКИ. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ. Тепловий балансу тваринницького приміщення з урахування теплоти, яку виділяють сільськогосподарські тварини	5
Тема 1.2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПОТОЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ПОТРЕБ ЕНЕРГЕТИКИ. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси на прикладі місцевих відходів сільськогосподарського виробництва.....	8
Тема 1.3. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ. Проведення розрахунку потужності та розташування пунктів з переробки насіння олійних культур в сировину для біопалива з урахуванням зайнятості полів олійними культурами в сівозміні, а також заводу для отримання біопалива.....	15
Змістовий модуль 2. Традиційні біопалива	22

Тема 2.1. ТВЕРДЕ БІОПАЛИВО. Розрахунок теплоти згоряння місцевого біопалива залежно від його зольності і вологості.....	22
Тема 2.2. РІДКЕ БІОПАЛИВО. Технологія одержання спиртів. Розрахунок техніко-економічні показників виробництва біоетанолу та визначення обсягу сировини й необхідну площу для повного заміщення бензину, що споживається в аграрному виробництві.....	29
Тема 2.3. ГАЗОПОДІБНЕ БІОПАЛИВО. Проектування біогазової установки та проведення розрахунків технологічного процесу отримання біогазу.....	34
Тема 2.4. БІОВОДНЕВА ЕНЕРГЕТИКА. Розрахунок технологічних показників виробництва біоводню.....	43
САМОСТІЙНА РОБОТА.....	47
Рекомендації щодо виконання самостійної роботи.....	47
Індивідуальне завдання до модуля 1. Біоенергетика. Сучасний стан та перспективи.....	47
Розрахунок впливу вартості сировини на вартість виходу біопалива.....	47
Індивідуальне завдання до модуля 2. Традиційні біопалива.....	49
Розрахунок вартості олії гарячого віджимання для використання при виробництві дизельного біопалива, а також необхідних обсягів метилату калію (метилового ефіру й гідроокислу калію) та вихід дизельного біопалива із однієї тони олії.....	49
Завдання самостійної роботи модуля 1. «Біоенергетика. Сучасний стан та перспективи».....	52
Завдання самостійної роботи модуля 2. «Традиційні біопалива».....	53
ТЕСТОВІ ПИТАННЯ.....	55
ТЕСТИ МОДУЛЯ 1.....	55
ТЕСТИ МОДУЛЯ 2.....	66
ОСНОВНІ ПРАВИЛА З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67
Додаток А. ГЛОСАРІЙ.....	68

БІОЕНЕРГЕТИКА

Навчально-методичний посібник для виконання аудиторної та самостійної роботи здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія»

Сенчук Микола Миколайович

Комп'ютерне верстання – Сенчук М.М.

Формат 60x84 1/16 Ум. др. Арк. 5 Тираж 30
РВідділ, Сектор оперативної поліграфії БНАУ
09117, м. Біла Церква, Соборна пл. 8; тел. 33-11-01