

В.М. Кюрчев, В.А. Дідур, Л.І. Грачова

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО ДЛЯ ЕНЕРГЕТИКИ АПК



УДК 631.3;632.22(075.8)
ББК 40.72я73
А45

Гриф надано Міністерством
освіти і науки, молоді і спорту України
(Лист М 1/11-12321 від 26.12.2011)

Рецензенти:

Кушнар'юв А.С. - д.т.н., проф., членкор. НААНУ, ст. наук, співробітник Українського державного центру з випробування та прогнозування с.-г. техніки ім. Л. Погорілого;

Лебедев А.Т. - д.т.н., проф. (Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка);

Надикто В.Т. - д.т.н., проф., зав. кафедри машиновикористання в землеробстві (Таврійський державний агротехнологічний університет).

Кюрчев В.М.

Альтернативне паливо для енергетики АПК : посібн. / Кюрчев В.М., Дідур В.А, Грачова Л.І. ; за ред. В.А. Дідура. - К. : Аграрна освіта, 2012. - 416 с.
ІСВН 978-966-2007-59-6

У навчальному посібнику розглянуто проблеми енергетичної безпеки людства, в т. ч. України, що супроводжується обмеженими запасами паливно-енергетичних ресурсів. Приділена увага загостренню екологічної проблеми, що пов'язана із використанням вуглеводних палив. У ситуації, що склалася, зменшити шкідливий вплив на екологію, вплинути на розширення сировинної енергетичної бази та знизити собівартість сільськогосподарської продукції можливо шляхом використання альтернативних видів палива. Фізико-хімічні, експлуатаційні якості палив адаптовані до технологій виробництва і умов сільськогосподарського виробництва.

Навчальний посібник орієнтовано на студентів механічних і енергетичних факультетів аграрних ВНЗ. Може бути корисний для аспірантів та інженерно-технічних робітників у галузі використання стаціонарних та мобільних засобів в АПК.

УДК 631.3;632.22(075.8)
ББК 40.72я73

БВН 978-966-2007-59-6

© Кюрчев В.М., Дідур В.А,
Грачова Л.І., 2012

ВСТУП

Розвиток світового науково-технічного прогресу, ріст чисельності населення та покращення його добробуту призвели до різкого збільшення обсягів енергоспоживання і, як наслідок, до спустошення вуглеводних сировинних ресурсів. Багато закордонних фахівців початок XXI ст. оцінювали як перехідний період у розвитку світової енергетичної системи.

Характерними рисами цього періоду є закінчення ери дешевого вугілля та нафти і різке скорочення їх запасів.

Все більш зростаючим фактором, що зумовлює необхідність переходу енергетичних засобів на альтернативні палива, є підвищення екологічних вимог до відпрацьованих газів двигунів тракторів, автомобілів та інших мобільних енергетичних установок.

Проблема екологічної безпеки мобільної енергетики є складовою екологічної безпеки країни. Значимість та гострота цієї проблеми зростає з кожним роком. Викликає занепокоєння і той факт, що не дивлячись на проведені роботи, викиди забруднювальних сполук в атмосферу від автотранспортних засобів збільшується за рік в середньому на 5 відсотків. Як результат обсяг щорічного екологічного збитку від функціонування транспорту становить понад мільярд доларів США і продовжує зростати.

Екологічні проблеми, пов'язані з використанням традиційного моторного палива в двигунах транспортних засобів, актуальні не лише для України, але й усіх країн світу. У багатьох країнах прийнято чіткі вимоги щодо екологізації автотранспорту. Як результат з 1993 по 1999 рік кількість шкідливих сполук в відпрацьованих газах автомобілів знизилася приблизно вдвічі, а всього за останні 40 років кількість токсичних компонентів зменшилася на 70%. Сьогодні багато закордонних двигунобудівних фірм взяли курс на вирішення задачі досягнення нульової токсичності відпрацьованих газів. Їх багаторічний досвід показує, що досягнути цього можна тільки у разі використання альтернативних (не нафтових) видів моторного палива.

Сьогодні практично в кожній промислово розвиненій країні виробники та наукові організації проводять значні пошукові роботи щодо створення найбільш оптимальних з точки зору екологіч-

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

ЕНЕРГЕТИКИ

1.1. Роль енергії, що виробляється, у розвитку людства



Енергетика - основа розвитку людського суспільства, його рушійна сила, «мотор».

Надмірно швидкий розвиток енергетики призводить до диспропорцій між матеріальною потужністю суспільства і його «духовними» основами.

Позитивний зворотний зв'язок між матеріальним виробництвом і енергетикою, коли зростання виробництва зумовлює необхідність ще більшого зростання енергетики, не відповідає критерію стійкості розвитку.

Закріплюється необґрунтований «оптимізм» людини «енергетичної цивілізації», яка вважає, що вичерпання неповновлованих ресурсів у ХХІ ст. можливо компенсуватиме науково-технічний прогрес.

Зростання дисипації (розсіювання) використовуваної енергії призводить до дезорганізації навколишнього середовища і погіршення якості життя людей.

Генеральна мета розвитку технологій і соціальних умов у ХХІ ст. - мінімізувати ці та інші витрати «енергетичного розвитку» з тим, щоб гармонізувати відносини людини з природою, іншими членами співтовариства людей. Цей шлях розвитку відповідає об'єктивним еволюційним законам. За цим законом біосфері в попередні століття вдалося пройти шляхом стійкого розвитку і зберегтися, не зважаючи на всі природні катаклізми. А самозбереження людства - головне питання майбутнього.

Науковий аналіз глобальних процесів у системі «природа-суспільство-людина» (ПСА) може сприяти вирішенню цієї проблеми. Зокрема, необхідне глибоке дослідження впливу енерге-

якийсь, досить довгий час, все людство має перейти до народжуваності, нижчої за рівень простого заміщення поколінь.

1.4. Забруднення атмосфери та їх наслідки

1.4.1. Динаміка зміни клімату. Парниковий ефект

Склалася обґрунтована думка про те, що наслідком прогресу є деформація навколишнього середовища. Перш за все це характеризується відносним збільшенням концентрацій так званих **малих газів** в атмосфері. Темпи їх щорічного приросту становлять: діоксиду вуглецю - 0,5%, метану - 0,9, оксидів азоту - 0,25, хлорфторуглеводородів - 4%.

Тенденція збільшення концентрації малих газів особливо різко виявилася в середині ХХ століття. Порівняння стали можливими завдяки аналізу палеотемператур. Основою для їх визначення служить аналіз співвідношення стабільних ізотопів у льоді. Аналіз крижаних кернів в Антарктиді дав змогу встановити характерну тенденцію збільшення концентрації малих газів в атмосфері. Сьогодні їх роль у парниковому ефекті не викликає сумнівів.



Парниковий ефект - це утримання значної частини теплової енергії Сонця біля земної поверхні.

Поняття парникового ефекту спочатку з'явилося у фізиці. Воно було сформульоване Тіндаллом ще в 1863 р. У 1896 р. Ареніус показав, що діоксид вуглецю, що становить нікчемну частину атмосфери (майже 0,03%), підтримує її температуру на 5-6° С вище, ніж у разі відсутності газу. У 1938 р. Каллендер вперше висловив припущення про можливий вплив антропогенних викидів вуглекислого газу на клімат.

У 70-і роки було доведено, що інші гази в ще менших кількостях, ніж діоксид вуглецю, дають відчутний парниковий ефект, у 70-80 рр. було поставлено численні експерименти, які показали, що за подвоєної концентрації вуглекислого газу мо-

2.2. Біогаз



Біогаз - паливний газ, який виробляють із біомаси або біологічно розкладених компонентів, який може підлягати очищенню для придання йому якості природного газу, і використовують як біопаливо або генераторний газ (хімічна формула - CH_4)

У нетрадиційній енергетиці особливе місце займає переробка біомаси (органічних сільськогосподарських і побутових відходів) метановим бродінням з отриманням біогазу, що містить майже 70% метану, і знезаражених органічних добрив. Надзвичайно важлива утилізація біомаси в сільському господарстві, де на різні технологічні потреби витрачається велика кількість палива і безперервно ростуть потреби у високоякісних добривах. Всього в світі сьогодні використовується або розробляється майже 60-ти різновидів біогазових технологій.

Біогаз - це суміш метану і вуглекислого газу, що утворюється в процесі анаеробного зброджування в спеціальних реакторах - метантанках, улаштованих і керованих таким чином, щоб забезпечити максимальне виділення метану. Енергія, що отримується під час спалювання біогазу, може досягати від 60 до 90%, яку має початковий матеріал. Інше, - і дуже важливе, - цінність процесу переробки біомаси полягає в тому, що в його відходах міститься значно менше хвороботворних мікроорганізмів ніж у початковому матеріалі. Отримання біогазу економічно виправдане і є переважним під час переробки постійного потоку відходів (стоки тваринницьких ферм, боєнь, рослинних відходів тощо). Економічність полягає в тому, що немає потреби в попередньому зборі відходів, організації і управлінні їх подачі.

Отримання біогазу можливе в установках різних масштабів, особливо ефективно на агропромислових комплексах, де існує можливість повного екологічного циклу. Біогаз використовують для освітлення, опалювання, приготування їжі, для приведення в дію механізмів, транспорту, електрогенераторів.

Підраховано, що річна потреба в біогазі для обігріву житлового будинку становить майже 45 м^3 на 1 м^2 житлової площі, добове споживання у разі підігрівання води для ста голів великої

Енергетичне оцінювання біогазових технологій

Слід зазначити, що біогазові установки з невеликим об'ємом реакторів (до 25 м³) мають негативний енергетичний баланс. І лише установки з об'ємом метантанка 100 м³ і більше з витриманою технологією зброджування дають енергетичний ефект. Важливою умовою для сприятливого перебігу процесу є постійність температури на вибраному рівні, оскільки будь-які відхилення зменшують метаболічну і репродуктивну активність мікроорганізмів. Відповідно до технології отримання біогазу, показаної на рис. 2.20., в загальний енергетичний баланс процесу включаються витрати енергії на перекачування гною, починаючи від подачі його в пристрій для попереднього нагрівання, на акумулювальні ємкості і метантанк і закінчуючи розвантаженням маси, що перебродила, в сховищі і прокачуванням її через теплообмінники. У кожному конкретному випадку кількість енергії визначається в'язкістю перемішуваної маси, продуктивністю і тривалістю роботи насосів, а також характеристиками теплоотради.

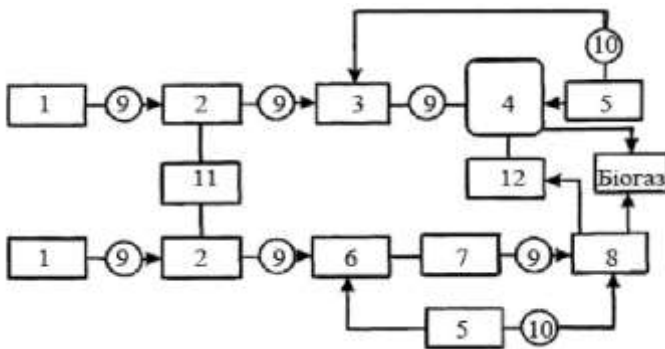


Рис. 2.20. Структурна схема біогазової установки для розрахунку її енергетичного балансу:

1 - гаосприймач; 2 - віддільник механічних домішок; 3 - теплообмінник; 4,8 - метантанк; 5 - газовий котел; 6 - підігрівач; 7 - розподільник; 9 - насоси для подачі гною; 10 - водяний насос; 11 - вилучення твердих домішок; 12 - маса, що перебродила

4.2.3. Термохімічне перетворення біомаси

Піроліз



Піроліз - термічне розкладання органічних сполук (деревини, нафтопродуктів, вугілля) без доступу повітря. Під час піролізу утворюється синтез-газ (сингаз), а також інші продукти.

Піроліз є простим і, мабуть, найстарішим способом перетворення одного виду палива в інший з кращими показниками. Різні види високоенергетичного палива можуть бути отримані за допомогою нагрівання сухого деревинного вугілля, навіть соломи. Процес використовувався протягом століть для отримання деревинного вугілля; традиційний піроліз полягає в нагріві початкового матеріалу, який часто перетворюється на порошок або подрібнюється перед подачею в реактор в умовах майже повної відсутності повітря, зазвичай, до температури 300-500° С до повного видалення легкої фракції. Залишок, відомий під назвою деревинне вугілля, має подвійну енергетичну щільність порівняно з початковим матеріалом і згорає за значно вищих температур. Залежно від вологості і ефективності процесу 4-10 тонн деревини потрібно для виробництва 1 тонни деревинного вугілля, у випадку якщо легкі речовини не збираються, деревинне вугілля містить дві третини енергії початкової сировини.

Піроліз може проводитися у присутності малої кількості кисню (газифікація), води (парова газифікація, і водню (гідрогенізація). Одним з найбільш корисних продуктів в цьому випадку є метан, що є паливом для виробництва електроенергії за допомогою високоєфективних газових турбін.

Складніша техніка піролізу дозволяє зібрати легкі речовини. Крім того, контроль температури дозволяє контролювати їх склад. Рідкі продукти можуть використовуватися як рідке паливо. Проте вони містять кислоти і повинні очищатися перед використанням. Швидкий піроліз рослинних матеріалів, наприклад деревини або шкаралупи горіхів, за температур 800-900° С призводить до утворення 10% твердого деревинного вугілля і перетворить 60% початкової сировини в газ, що містить велику

Завдяки такій властивості метиловий ефір, що отримують з рослинних олій і жирів, названо біодизелем, оскільки за своїм молекулярним складом майже ідентичний мінеральному дизельному наливу. В цьому випадку біопаливом, ближчим за своїми фізико-хімічними властивостями до вуглеводневого (дизельного) палива, є суміш метилових ефірів жирних кислот ріпакової олії (МЕРО).

4.9.2. Фізико-хімічні і експлуатаційні властивості біодизеля

Як біодизельне паливо сьогодні використовують як нерафіновані олії, так і метилові або етилові ефіри, отримані з цих олій як результат реакції етерифікації. Окрім цього існує велика різноманітність так званих сумішевих палив, отриманих як результат змішування рослинних олій або їх ефірів з дизельним паливом, іншими нафтовими паливами, газовими конденсатами, спиртами, ефірами, водою, іншими нетрадиційними паливами. Пропорції і технологія змішування залежать від фізико-хімічних властивостей сировини, з якої виробляють біодизель. Показники якості біодизеля в Україні регламентує СОУ 24.14.-37- 561:2007.

Рослинні олії є жирами насіння або плодів різних рослин, отримуваних пресуванням або екстрагуванням із використанням розчинників. Рослинні олії складаються головним чином (на 95-97%) з триацилгліцеринів - органічних сполук, складних повних ефірів гліцерину, а також моно- і діацилгліцеринів. Ацилгліцеріни, у свою чергу, містять в своєму складі молекули різних жирних кислот, пов'язаних із молекулою гліцерину $C_3H_5(OH)_3$.

За своєю хімічною структурою молекули жирних кислот відрізняються одна від одної тільки вмістом атомів вуглецю і рівнем насичення жирної кислоти.

Тому властивості рослинних олій визначаються в основному вмістом і складом жирних кислот, що створюють триацилгліцеріни. Звичайно це насичені і ненасичені (з одним-трьома подвійними зв'язками) жирні кислоти з парною кількістю атомів вуглецю (здебільшого C_{16} і C_{18}). Крім того, в рослинних оліях

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ	5
1.1. Роль енергії, що виробляється, у розвитку суспільства	5
1.2. Світові тенденції розвитку енергетики	9
1.2.1. Критерії ефективності споживання енергії	9
1.2.2. Прогноз розвитку світової енергетики	15
1.2.3. Розвиток нетрадиційної енергетики	21
1.2.4. Розвиток біоенергетики	29
1.3. Антропогенна дія на клімат планети	32
1.3.1. Чинники, що впливають на зміну клімату	32
1.3.2. Світовий демографічний вибух і антропогенний тиск на клімат	37
1.3.3. Зростання населення та імперативи економічної модернізації	39
1.3.4. Зростання населення і зростання виробництва	40
1.3.5. Зростання населення і антропогенний тиск на навколишнє середовище	41
1.4. Забруднення атмосфери та їх наслідки	47
1.4.1. Динаміка зміни клімату. Парниковий ефект	47
1.4.2. Кислотні дощі	52
1.5. Шляхи обмеження викидів парникових газів	56
1.6. Реалізація Кіотського протоколу в Україні	57
1.7. Законодавча база обмеження викиду парникових газів	59
1.8. Екологічно чисте паливо для мобільної енергетики	60
1.9. Енергетичний потенціал Чорного моря	64
1.10. Роль держави в екологізації розвитку енергетики	68
РОЗДІЛ 2. ГАЗОВЕ ПАЛИВО	72
2.1. Природний газ	72

Параметри ферментації	327
Системи ферментацій	330
4.7.3. Технологія виробництва біоетанолу	332
4.7.4. Ефективність виробництва біоетанолу	342
4.8. Біометанол, біонафта і технологія їх виробництва	347
4.8.1. Виробництво біометанолу з біомаси	347
4.8.2. Перспективи виробництва нально-мастильних матеріалів з біосировини	353
4.9. Дизельне біопаливо	366
4.9.1. Технологія виробництва біодизеля	366
4.9.2. Фізико-хімічні і експлуатаційні властивості біодизеля	373
4.9.3. Використання біодизеля для мобільної енергетики в АПК	383
4.9.4. Адаптація дизельних двигунів до біодизельного палива	387
4.9.5. Вплив біодизеля на зносостійкість з'єднань двигунів	398
4.9.6. Вплив біопалива на навколишнє середовище	401
4.10. Порівняльне оцінювання різних видів палив	403
Література	409