

УДК 633.002.68:620.9

IMPACT OF AN INPUT TO THE PROCESS OF OBTAINING FUEL GAS GENERATOR

A. Osmak, A. Seregin, S. Blazhenko

National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
plant biomass, wood waste, sunflower husks, bioenergy technologies, calorific value, producer gas	Proved prospects of using biomass as a fuel due to the wide implementation of bioenergy technologies. Shows the feasibility of the gasification process raw materials of organic origin. The dependence of the duration of inciting biomass from ambient temperature. Change of calorific gas generator from moisture input materials. Studies have shown that the gas generator working steadily on raw humidity 20..30%. Stuck fuel in the mine was not observed. The heat of combustion of the resulting gas generator meet the standard size and ranged from 3.6 ... 4.94 MJ/m ³ . The maximum heat output achieved when using a gas generator for waste wood (pine) 20% humidity was 100 kW. Studies have shown that the minimum installed capacity of 40 kW gasifier is limited. Past studies to establish the concentration dependence of the resin in the gas generator of the moisture content of organic material.
Article history: Received 13.11.2014 Received in revised form 15.11.2014 Accepted 19.11.2014	
Corresponding author: ingmex@ukr.net	

ВПЛИВ ЯКОСТІ ВХІДНОГО ПАЛИВА НА ПРОЦЕС ОТРИМАННЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗУ

О.О. Осьмак, асист., О.О. Серьогін, д-р техн. наук

С.І. Блаженко, канд. техн. наук[✉]

Національний університет харчових технологій

Доведено перспективність використання рослинної біомаси як палива за рахунок широкого впровадження біоенергетичних технологій. Наведено доцільність проведення процесу газифікації сировини органічного походження.

Встановлено залежність тривалості розпалювання рослинної біомаси від температури навколишнього середовища. Досліджено зміну теплотворної здатності генераторного газу від вологості вхідної сировини. Проведені дослідження щодо встановлення залежності концентрації смоли в генераторному газі від масової частки вологи органічної сировини.

Ключові слова: рослинна біомаса, відходи деревини, лушпиння соняшника, біоенергетичні технології, теплотворна здатність, генераторний газ.

Вступ. У нашій країні технології використання біомаси як палива тільки починають розвиватися. Впровадження біоенергетичних технологій має хороші перспективи розвитку в найближчому майбутньому, особливо зважаючи на тенденцію стрімкого підвищення вартості традиційних енергоносіїв.

Україна має значні біоресурси, у тому числі у вигляді біовідходів переробки харчової сировини, які можуть бути використані як альтернативні або додаткові види палива. На сьогодні споживання біомаси обмежується переважно деревиною та відходами деревопереробної галузі: близько 1 млн. т умовного палива (у.п.) на рік використовується для опалення приватних будинків, а також на підприємствах лісової і деревообробної галузей країни [2, 4, 5].

Як показують дослідження, за рахунок диверсифікації джерел первісних палив енергетика країни може очікувати заміщення близько 10 млн. т. у.п. на рік, що, безперечно, є позитивним фактором у забезпеченні енергетичної незалежності країни. Беззаперечним є також той факт, що залучення біоресурсів у паливний баланс країни сприятиме поліпшенню навколишнього середовища, оскільки внаслідок спалювання біомаси, як безпосередньо, так і у різноманітних модифікаціях із вугільно-біомасових сумішей, екологічні показники процесів термічної переробки сировини в якій присутня біомаса значно кращі за традиційних [3, 6].

На думку авторів, починати процес широкого впровадження біоенергетичних технологій потрібно з введення в дію сучасних котлів-газогенераторів для термохімічної переробки відновлюваної сировини органічного походження. Всі інші технології виробництва енергії з біомаси (біогаз, рідкі палива, енергетичні культури) є не менш важливими і пріоритетними, але на даному етапі розвитку технологій в нашій країні не здатні швидко замінити традиційні види палив для виробництва теплової енергії з найбільш низькими інвестиційними витратами і найкоротшим терміном окупності проектів.

В основі процесу газифікації органічної сировини лежить хімічна сполука відновника (вуглецю і водню) з окислювачем (киснем). Процес газифікації проходить в умовах дефіциту кисню, при цьому повного окислення палива не відбувається [1]. За температури вище 800 °С в умовах дефіциту кисню, біля 80...85 % маси органічної сировини переходить в газоподібний стан. Підтримка температури, необхідної для проходження процесу відбувається за рахунок згорання вуглецевого залишку. Основними горючими складовими генераторного газу, що утворюється є H_2 і CO [1].

Газифікація біомаси дозволяє застосувати для вироблення електричної енергії замість паросилового циклу більш ефективний в термодинамічному відношенні дизельний цикл (для установок електричною потужністю нижче 1,5 МВт), газотурбінний і комбінований парогазовий цикли (для установок електричною потужністю більше 1,5 МВт) [1]. Головна перевага термохімічної газифікації палива перед його прямим спалюванням полягає у можливості використання більш економічних термодинамічних циклів при виробленні електроенергії і менш жорстких вимогах до підготовки палива.

Метою роботи є визначення якості вхідного палива для одержання генераторного газу, що забезпечить надійність і стабільність характеристик тривалої експлуатації газогенератора.

Матеріали і методи. У лабораторних умовах досліджували придатність різних видів рослинної біомаси з метою подальшої термохімічної конверсії для отримання альтернативного виду палива.

Вологість палива визначалася за ГОСТ 27314–91. Теплота згорання визначалася за ГОСТ 147–95.

Результати досліджень. На основі наукових розробок колективу кафедри теоретичної механіки та ресурсощадних технологій Національного університету харчових технологій підготовлений комплект конструкторської документації за яким був виготовлений дослідний зразок газогенераційного енергетичного комплексу ГЕКА-3 (рисунок 1).

На базі підприємства УФ «ЦУКОРЕНЕРГОСЕРВІС» АК «Сатер», с. Устимівка, Васильківського р-н., Київської обл. спільно з співробітниками НУХТ проведені попередні та приймальні випробування дослідного зразка ГЕКА–3.

Основні параметри і розміри газогенераційного енергетичного комплексу повинні відповідати даним наведеним в таблиці 1.

Під час проведення дослідів у якості палива використовували рослинну біомасу: лушпиння соняшника та відходи деревини (стружка) хвойних порід (сосна) вологістю від 20 до 45 %. Розмір шматків палива коливався в межах: 3...7 мм для лушпиння соняшнику, 10...50 мм — для відходів деревини.

Розпалювання газогенератора — «факельне», здійснюється через спеціальний отвір в нижній частині корпусу. Місткість бункера газогенератора становила близько 40 кг при



Рис. 1. Дослідний зразок газогенераційного енергетичного комплексу ГЕКА-3

вологості палива до 20 %. Тривалість розпалювання істотно залежала від температури навколишнього середовища (рис. 2) і становила близько 25 хв. при температурі вище 0 °С і близько 40 хв. при температурі нижче 0 °С. Також при вологості палива 40 %, процес розпалювання (час до загоряння одержуваного генераторного газу) істотно подовжувався (приблизно на 20 хвилин). Це дозволяє припустити, що відбувався процес підсушування палива з одночасним видаленням надлишкової вологи.

Таблиця 1. Технічні характеристики ГЕКА-3

Найменування параметра	Розм.	Вид палива	
		відходи деревини — технологічна щепка	Відходи с/г (лузга)
Теплова потужність ГЕКА-3	кВт	40...100	40...100
Теплотворна здатність газу	ккал	1290	1205
Теплотворна здатність палива	ккал/кг	3774	3528
Температура газу на виході з газогенератора	°С	490...520	489...512
Температура газу на виході з фільтра тонкої очистки	°С	52	54
Температура навколишнього повітря	°С	15	14
Витрата палива	кг/год.	27	32
Вологість палива	%	25	28
Витрата газу на виході з фільтра тонкої очистки	м ³ /год.	72	86
Витрата газу з 1 кг палива	м ³ /кг	2,7	2,7
Витрата повітря	м ³ /год.	46	45,7
Тиск газу на виході з газогенератора	кПа	25	24
Атмосферний тиск	мм.рт.ст	770	768
Час виходу на робочий режим	с	24	28
Габаритні розміри	мм	2550x1610x2000	
Маса комплексу	кг	832	
Коефіцієнт корисної дії газогенератора	%	72	73

Наприкінці стадії розпалу проводився контроль якості генераторного газу. При стійкому горінні газу «факел» перекидали і переходили на режим роботи газогенератора на паливник котла. Загальний час роботи газогенератора склав близько 100 годин.

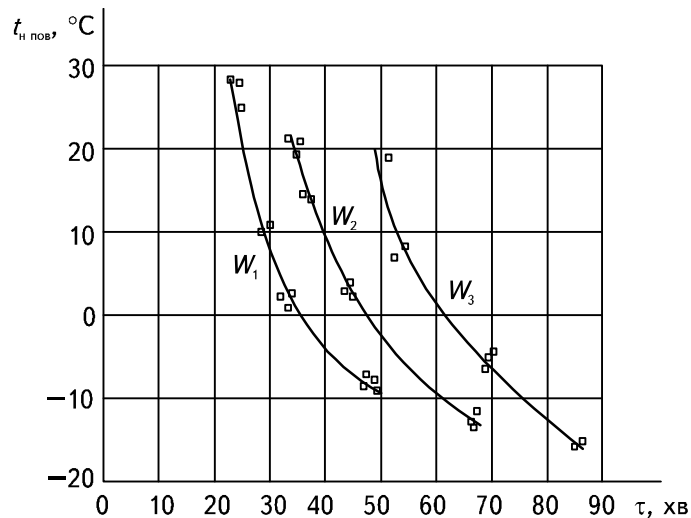


Рис. 2. Графік залежності тривалості розпалювання від температури зовнішнього повітря W_1 — 20...25 %, W_2 — 30...35 %, W_3 — 40...45 %

Під час роботи, на «факел» чи на паливник котла, газогенератор завжди знаходився під тиском від 0,5 до 1,0 кПа. Газова магістраль також перебувала під надлишковим тиском. Температура газу в магістралі падала з 52...54 °С на виході з газогенератора до 35...50 °С на вході в паливник котла. Основна втрата температури синтез-газу на виході з газогенератора

(до 500 °С) відбувалася в теплообміннику, що входить до складу газогенераційної установки. В ньому кількість води регулювалася таким чином, щоб температура газу на вході в скруббер становила 50×70 °С. У скруббері падіння температури становило близько 10×20 °С.

Основне зниження тиску, близько 0,9 кПа, припадає на газогенератор і циклон. Перепад тиску на теплообміннику і скруббері становить відповідно 40...70 і 50...80 Па. При цьому зі збільшенням часу експлуатації перепад тиску практично не змінювався (рис. 3).

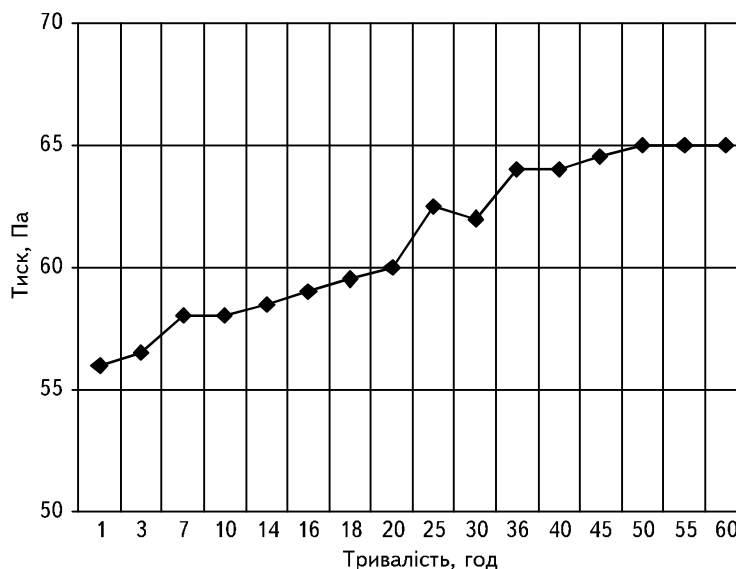


Рис. 3. Графік залежності збільшення перепаду тиску на теплообміннику і скруббері від тривалості роботи установки

Стійкі дані по витраті газу, що йде на паливник котла, вдалося отримати тільки після введення в газову магістраль ресивера, що згладжує коливання тиску газу.

Під час проведення досліджень було встановлено, що газогенератор стабільно працює на сировині вологістю 20...30 %. Зависання палива в шахті не спостерігалось. Синтез-газ, що утворився мав склад типовий для генераторних газів, одержуваних при так званому «оберненому» процесі. Теплота згоряння отриманого генераторного газу також відповідала стандартній величині і коливалася в межах 3,6...4,94 МДж/м³. Теплота згоряння газу залежала від вихідної вологості палива (рис. 4.).

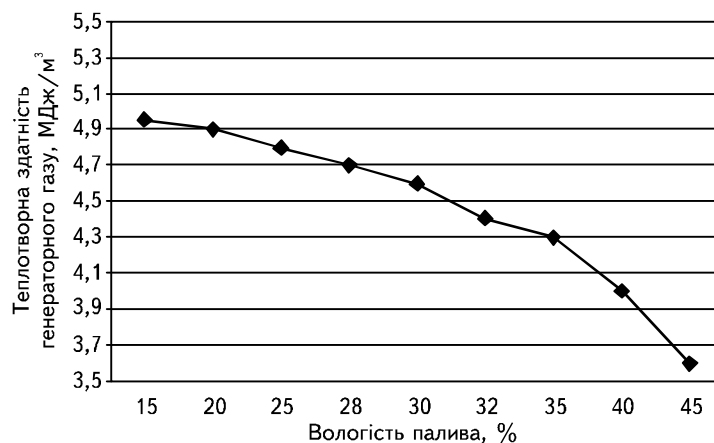
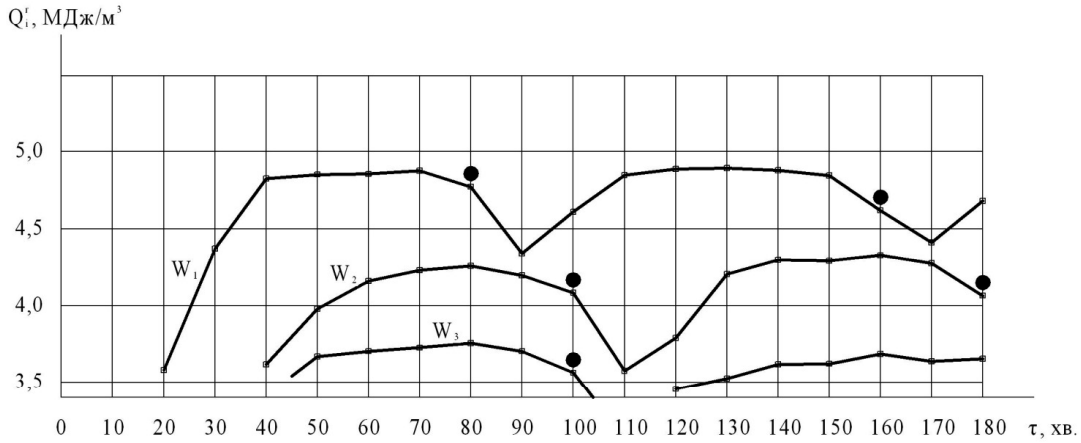
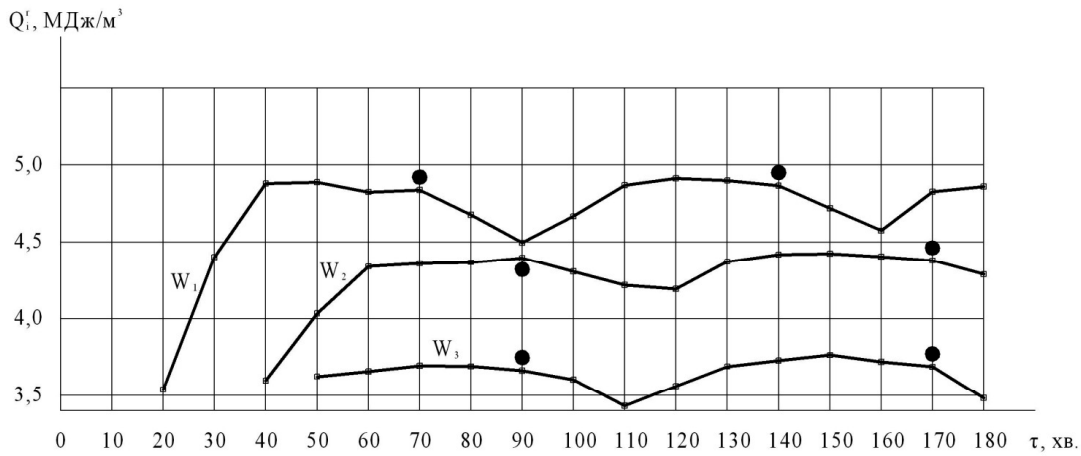


Рис. 4. Графік залежності теплотворної здатності генераторного газу від вологості вихідного палива

Однієї порції завантаження бункера вистачало на 24 години роботи газогенератора при номінальному режимі (теплова потужність 80 кВт). Варіювання часу спричинено тим, що дозавантаження бункера паливом може проводитися при різній висоті залишкового шару палива в газогенераторі (рис. 5). Завантаження через 2 години роботи пов'язане з небезпекою викиду полум'я при відкритій верхній кришці газогенератора, хоча при здійсненні дозавантаження палива, подача повітря на дуття припинялася.



а



б

Рис. 5. Графік залежності теплотворної здатності генераторного газу від періодичності завантаження паливом:

а — лушпиння соняшнику, б — відходи деревини. W₁ — 20ч25 %, W₂ — 30ч35 %, W₃ — 40ч45 % — відносна вологість вихідного палива, • — завантаження палива

Максимальна теплова потужність, досягнута при роботі газогенератора, склала 100 кВт при роботі на відходах деревини (сосна) вологістю 20 %. Співвідношення газ/повітря при роботі на деревині дорівнювало 1,4...1,6 м³газу/м³повітря, що узгоджується з літературними даними [3, 6].

Для оцінки якості очищення генераторного газу в скрубєрі були проведені вимірювання вмісту смол і пилоподібних частинок в генераторному газі на вході в пальник котла (рис. 6, 7).

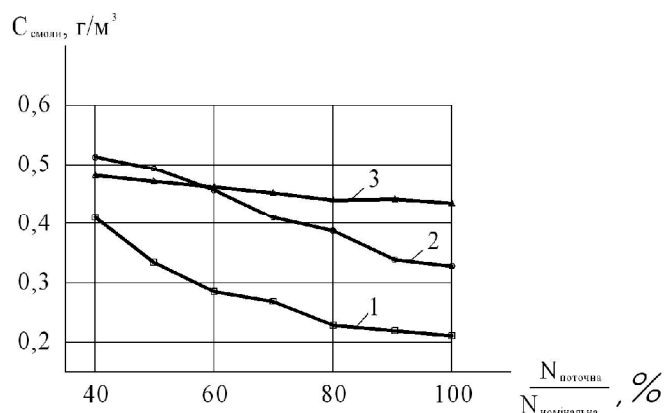


Рис. 6. Графік залежності концентрації смоли в генераторному газі від рівня навантаження:

1 — лушпиння соняшнику вологістю 25×30 %; 2 — відходи деревини вологістю 30×35 %; 3 — відходи деревини вологістю 40×45 %

При роботі на відходах деревини зольник газогенератора очищався від вуглецевого дріб'язку через кожні 15 годин роботи. Розмір шматочків вуглецевого дріб'язку досягав 3...10 мм. Слід зазначити, що відсутність колосникових ґрат в газогенераторі збільшує рівень недопалу не суттєво, так як розмір вуглецевого дріб'язку за розмірами менший ніж отвори в колосникових ґратах, що застосовуються в подібних газогенераторах.

За весь час роботи котла на генераторному газі опір теплообмінника і скрубера залишався практично не змінним. Таким чином, період їх очищення може бути 100 годин і більше.

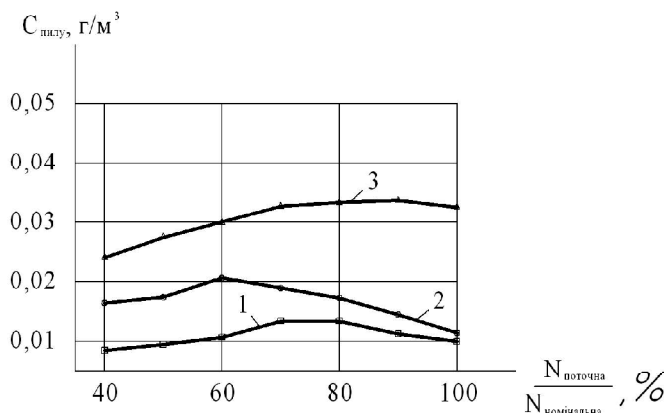


Рис. 7. Графік залежності концентрації пилу в генераторному газі номінальна від рівня навантаження:

1 — відходи деревини вологістю 30...35 %; 2 — відходи деревини вологістю 40...45 %; 3 — лушпиння соняшнику 30...35 %

При навантаженні нижче номінальної спостерігалось перевищення допустимих концентрацій, які становлять 0,5 г/м³ — для лушпиння соняшнику і 0,05 г/м³ — для пилоподібних частинок. Високий вміст пилу в газі вказує на необхідність більш тонкого очищення в циклоні.

Проведені дослідження показали, що мінімальна встановлена потужність газогенератора обмежується 40 кВт. При подальшому зниженні навантаження ми стикаємося з неможливістю виходу шарового газогенератора на стаціонарний режим.

Висновки. Розроблена і випробувана в умовах дослідно-промислової експлуатації на різних видах рослинної біомаси газогенераційна енергетична установка ГЕКА-3 з газогенератором шарового типу.

Проведені випробування показали: відносна вологість вихідного палива, що визначає максимальне значення нижчої теплоти згорання одержуваного генераторного газу відповідає 20 %; газогенератор забезпечує достатню надійність і стабільність характеристик в ході тривалої експлуатації; склад генераторного газу забезпечує калорійність на рівні 4...4,5 МДж/м³; термічний ККД газогенераторів становить 70...85 %, що знаходиться на рівні показників кращих зарубіжних зразків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Волостнов, Б.И.* Энергосберегающие технологии и проблемы их реализации / Б.И. Волостнов, В.В. Поляков, В.И. Косарев // Информационные ресурсы России. — 2010. — № 3. — С. 12—16.
2. *Гелетуца, Г.Г.* Современное состояние и перспективы развития биоэнергетики в Украине / Гелетуца, Г.Г., Железная Т.А., Жовмир Н.М., Матвеев Ю.Б. // Промышленная теплотехника. — 2005. — Т. 27. — N 1. — С. 78—85.
3. *Желих В.М.* Нетрадиційні джерела енергії. / О.Т. Возняк, Ю.С. Юркевич, — Львів: В-во НУ «Львівська політехніка». — 2009. — 83 с.
4. *Калетник Г.М.* Біопаливна галузь і енергетична та продовольча безпека України. / Г.М. Калетник. // Вісник аграрної науки. — 2009. — №8. — С.62—64.
5. *Потенциал* и перспективы использования возобновляемых источников энергии в Украине / Н.М. Мхитарян [и др.] // Альтернативная энергетика и экология. — 2011. — № 8 (100). — С. 150—163.
6. *Превращение* органических отходов сельского хозяйства в топливо для альтернативной энергетики [Текст] / С. М. Абрамов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2010. — № 1. — С. 8—11.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВХОДНОГО ТОПЛИВА НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА

А.А. Осьмак, А.А. Серёгин, С.И. Блаженко
Национальный университет пищевых технологий

Доказана перспективність використання рослинної біомаси як палива за счет широкого внедрения биоэнергетических технологий. Приведена целесообразность прохождения процесса газификации сырья органического происхождения. Установлена зависимость продолжительности разжигания растительной биомассы от температуры окружающей среды. Исследовано изменение теплотворной способности генераторного газа от влажности входящего сырья. Проведены исследования по установлению зависимости концентрации смолы в генераторном газе от массовой доли влаги органического сырья.

Ключевые слова: растительная биомасса, отходы древесины, лузга подсолнечника, биоэнергетические технологии, теплотворная способность, генераторный газ.