



УДК 633.002.68:620.9

Осьмак О.О.

Серьогін О.О.

(Національний університет харчових технологій)

ГАЗОГЕНЕРАЦІЯ – БЕЗВІДХОДНА І АВТОЕНЕРГЕТИЧНА ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

Работа посвящена разработке технических решений организации процессов подготовки, предварительной обработки, газификации и высокоэффективной термообработки с высокими экологическими показателями различного сырья органического происхождения с целью производства электрической и тепловой энергии.

Technical Jobs posvyaschena designing solutions organization processes of preparation, predvartelnoy data processing, and hazyfykatsyy vysokoeffektivnoy termoobrabotky with high raw materials for various indicators of environmentally orhanycheskoho origin with a view to the production of electrical and thermal energy.

Пріоритетним напрямком ресурсо- і енергоощадних технологій є впровадження економічно вигідних технологічних процесів, заснованих на енергетичному використанні різних видів рослинної біомаси. Основну частину з загальної маси енергетичного палива рослинного походження складають відходи деревини, які складаються з відходів лісозаготівельних і деревообробних підприємств.

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

Вирішення проблем зумовлених енергетичною кризою та забрудненням навколишнього середовища є передумовою створення установок для виробництва паливного газу з біомаси, який може бути використаний у промисловості та сільському господарстві [1,3].

Як безвідходну і автоенергетичну технологію утилізації промислових відходів доцільно застосувати газифікацію з виробленням генераторного газу, теплової та електроенергії шляхом комплексної термоконверсії всієї маси органічних відходів в товарні продукти.

Процес газифікації твердого палива складається з ряду теплохімічних реакцій, які відбуваються в різних зонах стовпа палива в шахті газогенератора (рис. 1) [2,4], що утворюється бункером, реактором і колосниковими ґратами.

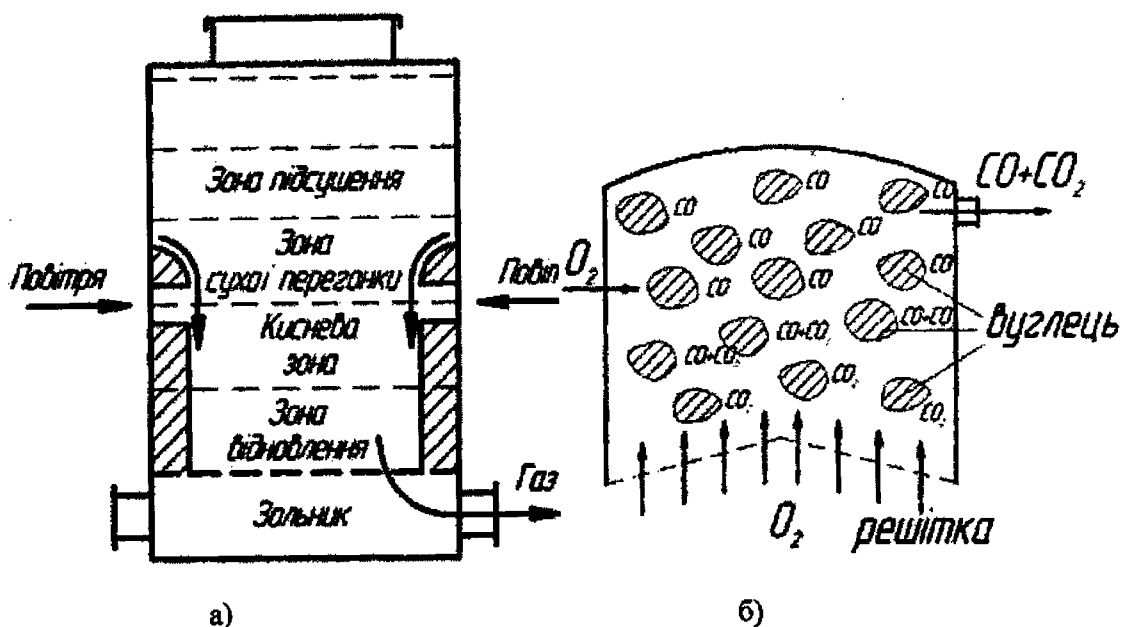
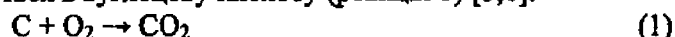


Рис. 1 - а) схема газогенератора зворотного процесу газифікації, б) схема утворення генераторного газу.

Першою зоною по ходу просування палива під власною вагою в шахті генератора є зона підсушування палива, потім воно послідовно проходить зони піролізу, горіння (утворення CO_2) і відновлення окислу вуглецю (CO) з вуглекислого газу (CO_2).

Повітря (точніше O_2) яке вводиться через решітку в шар палива, контактуючи з вуглецем практично миттєво перетворюється в вуглецеву кислоту (реакція 1) [5,6].



Піднімаючись догори через шар палива CO_2 , контактуючи з розжареним вуглецем, (реакція 2) перетворюється в окис вуглецю (CO).



Якщо біля решітки газу сильно нагріті, то можливо (реакція 3) утворення окису вуглецю з кисню і вуглецю.



Щодо реакції 4 – горіння CO з вільним киснем і перетворення його в CO_2 , то в газогенераторі вона не повинна мати місця.



Реакція (4) можлива при поганій ізоляції, недостатній висоті і нерівномірній температурі шару палива. В цьому випадку кисень місцями може дійти до верхніх шарів палива, на своєму шляху не контактуючи з вуглецем високої температури, що може бути небезпечним і призвести до вибуху.

Кінцева мета процесу газифікації – отримання як можна більшої кількості CO , і як можна меншої частки CO_2 .

В результаті отримуємо генераторний газ, що складається з: CO , H_2 , CO_2 , N_2 , і не великої кількості CH_4 .

Теплотворна здатність генераторного газу, залежно від вживаного виду палива, знаходиться в межах $1000 \div 1600 \text{ ккал/м}^3$.

У залежності від характеру контакту частинок біомаси з газовою фазою методи газогенерації можуть бути класифіковані на систему з нерухомих шаром (одна або декілька ступенів), систему з псевдозрідженим шаром та інші системи (система з проштовхуванням сировини, рідкий теплоносій) [2].



Нами запропонований метод повітряної газифікації рослинної біомаси в нерухомому (стаціонарному) шарі. Застосування повітряної газифікації рослинної біомаси дозволяє здешевити отримання генераторного газу, причому процес газоутворення проходить при атмосферному тиску.

Вибраний метод має ряд суттєвих переваг перед іншими способами газифікації твердого палива:

- можливість побудови газогенераторів великої одиничної потужності;
- універсальність методу, який дозволяє застосовувати всі види рослинної біомаси, а також перехід з повітряного дуття на кисневе і парокисневе дуття;
- невелика металосмість;
- мала кількість стадій для підготовки рослинної біомаси.

У системі газогенерації з нерухомим шаром при протиточному (прямоточному) русі газу утворюються різні температурні зони, які сприяють перетворенню зв'язаного вуглецю в газ.

Існують комбіновані системи з нерухомим шаром сировини та використанням поворотних печей для твердих матеріалів і з рухомим шаром, що періодично переміщується (фірма Garrett Energy Research and Engineering).

Вибір найбільш доцільного методу газифікації часто визначається типом і умовами підведення сировини, вимогами до вмісту вологи і зольних елементів [3].

При вмісті золи 1-2% і вологи більше 70%, наприклад у деревині без попередньої обробки, термічна переробка без введення додаткового палива неможлива. Не рекомендується також проводити термічну переробку водоростей з вмістом 82% води або торфу з вмістом 90% води без їх попередньої підготовки. Зниження вологості досягається механічним зневодненням або сушінням.

Основні параметри вибраного процесу газифікації представлені в таблиці 1

Таблиця 1

Основні параметри вибраного процесу газифікації

Найменування параметра	Розм.	Вид палива					
		Відходи деревини - технологічна щепи			Відходи с/г (лузга)		
Теплова потужність ГЕКА-3	кВт	100	250	400	100	250	400
Теплотворна здатність газу	ккал	1290	1250	1270	1205	1198	1220
Теплотворна здатність палива	ккал/кг	3774			3528		
Температура газу на виході з газогенератора	°C	492	513	532	489	521	529
Температура газу на виході з фільтра тонкої очистки	°C	52	53	58	54	57	58
Температура навколишнього повітря	°C	15	16	18	14	13	13
Витрата палива	кг/год	27	82	107	32	88	123
Вологість палива	%	25			28		
Витрата газу на виході з фільтра тонкої очистки	м³/год	72	221	289	86	238	332
Витрата газу з 1 кг палива	м³/кг	2,7			2,7		
Витрата повітря	м³/год	46	117,3	209	45,7	134,6	188,2
Тиск газу на виході з газогенератора	кПа	25	26	29	24	26	28
Атмосферний тиск	мм.рт.ст	770	774	772	768	764	764
Час виходу на робочий режим	с	24	26	24	28	26	21

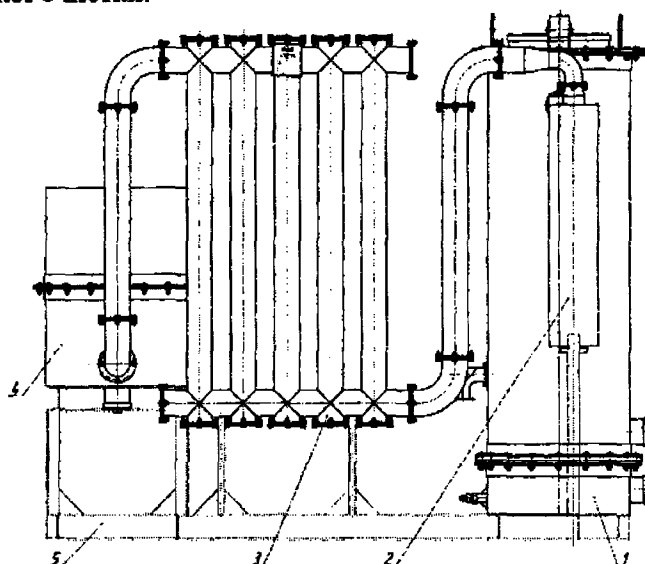


Коефіцієнт корисної дії газогенератора	%	72	73	75	73	74	75
--	---	----	----	----	----	----	----

За участі автора розроблений і виготовлений дослідний зразок газогенератора парового типу зворотної дії, з запроєктованою тепловою потужністю від 100 до 200 кВт (рис. 2). Результати, отримані при газифікації в ньому різних видів низькосортного і високосортного палива, показали перспективність застосування технології газифікації для вирішення завдань зміни агрегатного стану рослинної біомаси.

Основними складовими частинами енергетичного комплексу є:

- 1 газогенератор;
- 2 циклон для грубої очистки генераторного газу;
- 3 радіатор, що виконує функції додаткового фільтра і охолоджувача газу;
- 4 фільтр тонкої очистки, для остаточної очистки і охолодження газу;
- 5 рама (не входить в комплект поставки);
- 6 прилади для вимірювання температури газу на виході з газогенератора та на виході з фільтра тонкої очистки.



1 - газогенератор, 2 - циклон, 3 - радіатор (охолоджувач), 4 - фільтр тонкої очистки, 5 - рама.

Рис.2 - Газогенераційний енергетичний комплекс

Газогенератор складається з металевого трубчастого корпусу з вбудованим паливним бункером, завантажувальним пристроєм, реакторною камерою і зольником для видалення золи і шлаку. Повітря, необхідне для газифікації палива, подається компресором безпосередньо в реакторну камеру, або всмоктується за рахунок депресії, створюваної двигуном внутрішнього згорання (у випадку застосування когенераційних технологій).

Бункер призначений для завантаження палива і є циліндром, виготовленим з листової маловуглецевої сталі. Бункер встановлений усередині корпусу і закріплений болтами на термостійких прокладках на його фланці разом з кришкою. Паливо завантажується в паливний бункер дозовано. Одна доза рівна $0,375 \text{ м}^3$. Цієї кількості, залежно від навантаження і виду палива, що використовується, вистачає на 2÷6 години автономної роботи комплексу.

Завантажувальний пристрій являє собою люк, що закривається кришкою. По зовнішньому колу в кришці встановлений термостійкий матеріал, для ущільнення. З тією ж метою у кріпленні кришки люка введений амортизатор у вигляді листової ресори. У разі підвищення тиску усередині газогенератора (наприклад, при спалахах газу) унаслідок



наявності запобіжного клапана надлишок газу виходить назовні. На бічній поверхні корпусу в нижній його частині зроблено два люки, з кришками, на різьбі. Нижній люк призначений для видалення золи із камери зольника, а верхній – для довантаження палива в зону відновлення. Люки мають ущільнюючі прокладки (термостійкий матеріал/сталь).

Для відбору газу у верхній частині корпусу газогенератора приварений патрубок, до якого приєднаний газовідвідний трубопровід. При такому розташуванні патрубка газ, що відсмоктується із зони відновлення, проходить по кільцевій порожнині, утвореній стінками корпусу і бункера, і обігріває бункер, стабілізуючи термохімічні процеси, що протікають в реакторній зоні (крім того відбувається підсушка палива), а сам газ – охолоджується.

Реакторна камера призначена для забезпечення інтенсивного згорання палива. Корпус камери виготовлений з маловуглецевої листової сталі і приварений до нижньої частини бункера. У нижній частині корпусу закріплена, на чотирьох штирях горловина, відлита з хромистої сталі. Між корпусом і горловиною прокладений термостійкий ущільнювач.

У середній частині корпусу камери горіння розташовано по колу п'ять отворів – фурм для підведення повітря. Одна фурма безпосередньо сполучена з повітророзподільною коробкою, привареною до корпусу. Решта фурм сполучені з повітророзподільною коробкою трубами. До повітророзподільної коробки прикріплений чавунний повітрохідний патрубок, що сполучається зовні за допомогою трубопроводів з повітродувкою. У патрубку встановлений зворотний клапан, що перешкоджає виходу газу з газогенератора, наприклад при зупинці двигуна в парі з яким він використовується.

Колосникові ґрати, розташовані в нижній частині корпусу газогенератора, підтримують шар розжареного палива під реакторною камерою. Зола через колосникові ґрати провалюється в камеру зольника. Прошуровування в цій зоні здійснюється важелем, сполученим з квадратним кінцем осі ґрат, що проходить назовні через сальникове ущільнення в стінці корпусу газогенератора.

Висновок

Таким чином, застосування газогенераційного енергетичного комплексу для утилізації промислових відходів є одночасно технічним, екологічним і соціальним завданнями.

Література

1. Бекаев Л.С., Марченко О.В., Пинегин С.П. и др. Мировая энергетика и переход к стойкому развитию – Новосибирск: Наука, 2000. – 300 с.
2. Гамбург Д.Ю., Семенов В.П. Производство генераторного газа на базе твердого топлива // Химическая промышленность. – 1983. – №5. – с. 4-10.
3. Зорина Т.И. и др. Современные тенденции в развитии технологий газификации твердого топлива. // Химия твердого топлива. – 1986. – №3. – с.82-93.
4. Коллеров Л.К. Газомоторные установки. – Машиз, 1951. – 172 с.
5. Шиллинг Г.Д., Бонн Би., Краус У. Газификация угля / Пер. и ред. С.Р. Исламова – М: Надра, 1986 – 175 с.
6. Yanome Senrou, Abe Seichi, Tanaka Eitaro // Ishik anajuma Narita English. – 1991. – №5. – с.309-314.