

Рис.2. Зависимость «горячей» прочности кокса (CSR) от времени выдержки

графитизированным и кристаллическими структурами кокса с образованием металлоорганических соединений при участии в процессе неионогенных ПАВ, а также теории влияния времени контакта химических реагентов с углеродной структурой кокса на химическую активность и прочность кокса.

Практическое значение установленного нами явления состоит в том, что оно позволяет пересмотреть существующие положения о влиянии внепечной обработки кокса растворами неорганических веществ, усовершенствовать методику отбора кокса для испытаний его на показатели CRI и CSR, разработать более точные методы оценки реакционной способности и прочности кокса, имитирующие поведение кокса в доменной печи, а также реализовать скрытый потенциал используемых способов внепечной обработки кокса с целью достижения показателей CRI и CSR на уровне лучших мировых образцов доменного кокса.

Литература

1. Золотарев И.В., Збыковский Е.И., Тамко В.А. Элементы теории обработки поверхности кокса спецреагентами с целью улучшения показателей его реакционной способности.- Матеріали III міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімії та металургії» 20–24 вересня, 2010 рік, м. Київ/Одеса: Астропринт, 2010. — С. 235–239.

© Филатов Ю.В., Ильяшов М.А., Коломийченко А.И., Емченко А.В., Лещенко И.Н., Збыковский Е.И., Тамко В.А., 2011

Надійшла до редакції 11.03.2011 г.

УДК 628.4: 504

О. В. Луньова (ДонНТУ)

ОСНОВНІ ТЕРМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

В даній статті проаналізовані основні термічні технології переробки твердих побутових відходів: спалювання на колосникових решітках, спалювання в реакторі з псевдозрідженим шаром, спалювання в барботированому розплаві шлаку, плазмова плавка, зарубіжні та вітчизняні методи термічної переробки. Автором обґрунтовані переваги утилізації твердих побутових відходів методом високотемпературного піролізу.

Ключові слова: утилізація, знешкодження, тверді побутові відходи, високотемпературний піроліз, термічні технології.

Екологічна ситуація в цілому в Україні та у Донецькому регіоні зокрема, постійно загострюється через відсутність екологічно безпечного способу утилізації відходів, який би відповідав санітарним нормам і вимогам. Підтвердженням цього є постанова Верховної Ради України від 05.03.1998 р., у якій ситуація в Україні визначена як кризова [1]. Основні положення постанови є актуальними й на сьогоднішній день, тому що істотних змін за минуле десятиліття не відбулося.

Термічна утилізація відходів — найбільш перспективний спосіб збереження сталого розвитку НПС. На сьогоднішній день у світі існує багато різних способів і обладнань для термообробки відходів, наприклад, заявлені у патентах SU 1548601, A1, 07.03.1990; RU 2079051, C1, 10.05.1997; RU 2227251, C2, 20.04.2004; US 4291636, 29.09.1981, UA 59465, C2, 15.09.2003. Для спалювання ТПВ використовують реактори й печі різних конструкцій. Термічні технології мають дві дуже важливі переваги порівняно з іншими: практично повне знищення відходів, що суттєво знижує їх первинний об'єм (золу і шлаки можна використовувати в народному господарстві) і вироблення електричної та теплової енергії, які в цей час коштують дорого.

Спалювання на колосникових решітках. Такий спосіб не набув поширення через негативний вплив на НПС. З бункера відходи надходять на колосникові похилі решітки й поступово, під впливом власної сили ваги, сповзають по решітках униз. Під решітку додатково подається повітря. Спалювання здійснюється при порівняно невисоких температурах 600–900°C, а при таких температурах утворюються високотоксичні газоподібні речовини, які потім потрапляють в атмосферу, а для запобігання цьому необхідні складні системи газоочищення. Крім цього, утворюються тверді тугоплавкі шлаки (близько 30%) і зола, які заражені токсичними речовинами й потребують додаткової спеціальної обробки й депонування на смітниках, а це є новою проблемою з екологічної точки зору.

Спалювання в реакторі з псевдозрідженим шаром. Спалювання здійснюється в реакторі при температурах 600–700°C, з вертикальним сталевим циліндром, футерованим шамотною цеглою, внизу розташовані повітродозподільні решітки, на які насипається шар (приблизно 1 м) термостійкого піску. Киплячий шар утворюється при продуванні повітря через решітку, і при цьому частинки піску турбулентно переміщуються, ніби «киплять» у газовому потоці. Основні недоліки такого способу переробки відходів — необхідність потужних пилоочисних обладнань, які дорого коштують; можливість злипання твердих частинок, необхідність додаткової енергії, печі з киплячим шаром не універсальні та потребують особливих умов роботи.

Спалювання в барботированому розплаві шлаку. Цей процес заснований на високотемпературному плавленні компонентів ТПВ у барботированому розплаві шлаків при температурах 1250–1450°C (піч Ванюкова). При даному способі використовується повітряне дуття, яке подається через нижні фурми, а для дожигу димових газів передбачена подача повітря через верхні фурми. У результаті даного способу переробки одержують гази, забруднені токсичними речовинами, й шлаки з оксидами металів. Ще одним із недоліків є складний запуск печі, який займає приблизно вісім діб. При такій організації процесу складно підтримувати задану температуру без

додаткової витрати енергії, при цьому тепловий коефіцієнт корисної дії (ККД) є низьким.

Плазмова плавка. Плазма — це іонізований газ, четвертий стан речовини. Однією з переваг плазмової плавки порівняно зі спалюванням є те, що камера реакції плазмового перетворення у два рази менше за розмірами камери спалювальної установки. Дана технологія є конкурентоспроможною у сфері переробки відходів, але через малі обсяги відходів, що переробляються, відбувається утилізація тільки високотоксичних відходів (наприклад, медичних, відходів алюмінієвих виробництв). Незаперечними недоліками є великий енерговитратний процес і відсутність надійних плазмотронів з достатнім ресурсом роботи (плазмові установки часто зупиняють для заміни електродів). Внаслідок цього дана технологія використовується для переробки попередньо класифікованих або специфічних відходів. Наприклад, бразильська фірма TSL розробила на основі плазмової технології процес з переробки суміші пластику й алюмінію [2].

Зарубіжні методи термічної переробки. Сьогодні у світі існує багато різних варіантів технологічного оформлення процесу піролізу. Проаналізуємо зарубіжні способи утилізації відходів: метод «Тогах» (з додаванням повітря), метод «Ругох» (з додаванням кисню) та метод «Піроксел». За методом «Тогах», розробленому в США, ТПВ завантажують зверху в реактор і під впливом сили ваги вони послідовно проходять зони сушіння, піролізу, первинного горіння та плавлення.

Розкладання органічної частини сировини в зоні піролізу відбувається практично без доступу вільного кисню завдяки теплу висхідного потоку гарячих газів із зони первинного горіння та плавлення. У нижній частині реактора відбувається горіння твердих вуглецевмісних продуктів, саме сюди подається підігріте до температури 1100°C повітря. Температура, необхідна для плавлення неорганічних компонентів ТПВ, у цій зоні досягає 1650°C. Утворений розплав безперервно виводиться з реактора в жужільну ванну, а газоподібні продукти піролізу при температурі 430–480°C виводяться з реактора й направляються до камери спалювання.

В описаному способі введення тепла в реактор виключити влучення вільного кисню в зону піролізу можна тільки при спалюванні палива з нестачею кисню, тому одержати стабільно високі температури, які забезпечували б розплавлення всіх неорганічних компонентів, за таких умов важко, у зв'язку з чим не всі мінеральні компоненти відходів розплавляються. За рахунок цього порушується безперервність випуску шлаків і дестабілізується процес у цілому, тому стабільність перебігу процесу піролізу з безперебійним плавленням усіх неорганічних включень і безперервним випуском шлаків за методом «Тогах» забезпечити неможливо.

Газоподібні продукти піролізу, які виводяться з реактора при температурі 430–480°C, непридатні для безпосереднього використання через велику кількість масел, вологи, інших окислювачі. Для одержання товарного енергетичного газу проводять його багаторівневе очищення й у результаті, за методом «Тогах», одержують газ, який містить: водню — 11,2%; метану — 1,9; інших вуглеводнів — 0,8; оксиду вуглецю — 10,3, докисиду вуглецю — 10,5; кисню — 3 і азоту — 62,3% [3]. Такий хімічний склад газу свідчить про низьку його якість, що обумовлено високим вмістом баластових домішок (N_2 , CO_2) і складних вуглеводнів, до складу яких входить бензапірен ($C_{20}H_{12}$), тому

поліпшити якість газу й очистити його від шкідливих хімічних домішок за даним методом неможливо.

За методом «Ругох» відходи також подаються у верхню частину реактора, а в нижню його частину вдувається кисень, а не повітря. При взаємодії кисню із твердим вуглецевмісним залишком піролізу одержують робочу температуру в нижній зоні реактора — 1650°C. Така температура забезпечує плавлення неорганічних компонентів відходів, а гарячі газу, які виходять у результаті горіння вуглецевого залишку, піднімаючись нагору по висоті реактора, забезпечують піроліз відходів і їх сушіння.

З реактора піролізу газ відсмоктується при температурі близько 100°C, з високим вмістом вологи, масел та інших баластових компонентів, тобто газ непридатний для безпосереднього використання. Після багаторівневого очищення за методом «Ругох» газ вміщує: водню — 24%; оксиду вуглецю — 40; метану — 5,6; інших вуглеводнів — 5,4; діоксиду вуглецю — 24 і азоту — 1% [3].

Через те що замість повітря використовується чистий кисень, у методі «Ругох» вміст окислювачів залишається високим, але можна запобігти розведенню газу азотом. Наявність великої кількості токсичних домішок у газі при виході з реактора піролізу обумовлене утворенням у процесі піролізу при температурах 200–300°C токсичних сполук у суміші з іншими леткими, тому що, піднімаючись вгору назустріч сировині, що завантажується зверху, і частково охолонувши, виводяться з реактора, без хімічних перетворень, а температурні умови для подальшого їх розкладання відсутні.

Таким чином, способом утилізації побутових відходів за методом «Ругох», неможливо:

- забезпечити стабільне плавлення неорганічних компонентів довільного хімічного складу без порушення технологічних основ процесу піролізу;
- запобігти розведенню вироблюваного газу маслами, вологою та окислювачами;
- забезпечити знешкодження утворених у процесі піролізу токсичних сполук, поліпшити якість виробленого енергетичного газу, а також підвищити стабільність перебігу процесу і його екологічну безпеку.

Метод «Піроксел» розроблений у АТ «ВНИИЭТО» і НПФ «ТЕРМОЭКОЛОГИЯ» (м. Москва, Росія). Цей метод запропонований для термічного знешкодження ТПВ, лікарняних і деяких промислових відходів. Він базується на таких процесах, як «сушіння» — «піроліз» — «спалювання» — «електрошлакова обробка» — «хіміко-термічне знешкодження газів». Дана технологія має ряд переваг: високотемпературна обробка відходів, без попереднього сортування практично не залишається відходів після переробки, які необхідно окремо захоронити. Також є в цій технології і недоліки: переробка невеликих обсягів відходів і велика витрата електричної енергії.

Вітчизняні термічні розробки. У Донецькому національному технічному університеті на кафедрі «Машини й апарати хімічного виробництва» розроблено спосіб комплексної переробки промислових і побутових відходів під назвою «термоліз вуглецевих відходів» [4–6]. Даний спосіб заснований на базі процесів термічної деструкції та синтезу органічної речовини відходів у похилих термолізних печах. Він має ряд недоліків: порівняно невисока температура сприяє утворенню високотоксичних речовин, які впливають на здоров'я людей і НПС, тобто такі установки екологічно небезпечні. Перш ніж відходи надходять у піч, потрібне трудомістке сортування вихідної сировини, здрібнення, дозування і змішання та пресування компонентів, що потребує додаткових витрат і часу.

Такі установки доцільно розташовувати тільки на специфічних підприємствах (коксхімічних заводах, які в Україні закриваються).

У ВАТ «Український науковий центр технічної екології» розроблено спосіб переробки відходів [7–9]. Його суть полягає в тому, що відходи розігрівають за рахунок струму, пропущеного через шар кускового графіту. У результаті розігріву графіту до температури 1427–2727°C у стовпі відходів, які знаходяться у камері піролізу, формується теплове поле з температурою, яка монотонно знижується знизу вгору за висотою стовпа.

Термічна деструкція органічної частини відходів починається у верхній частині шахти піролізу при температурі близько 200°C з виділенням летких речовин, які рухаються зверху вниз в прямотоці з масою відходів. Проходячи послідовно ділянки зі зростаючою температурою, складні органічні компоненти розкладаються на більш прості, і чим вище температура, тим більш прості сполуки виходять.

При температурах вище 1200°C відбувається активна газифікація вуглецю паром вологи й киснем відходів із генеруванням CO і H₂. Отримані газоподібні продукти піролізу фільтруються крізь шар графіту й віддаляються з нижньої частини реактора, а розплавлені мінеральні компоненти у вигляді шлаків безперервно випускаються через нижню лютку.

Недоліки способу — при випуску з реактора й охолодженні продуктів піролізу виникає імовірність повторного синтезу високотоксичних речовин, а також висока температура газів, які випускаються з реактора, спричиняє зниження коефіцієнта корисної дії процесу. Ці недоліки відбиті й враховані в патентах [10, 11], одержаних автором.

Обґрунтування способу утилізації твердих побутових відходів методом високотемпературного піролізу. Високотемпературний піроліз — один із найбільш перспективних способів переробки ТПВ, він ефективний як з боку екологічної безпеки, так і з боку одержання вторинного продукту — газу, який може знайти широке застосування в народному господарстві. За допомогою піролізу можна переробляти відходи, що важко піддаються утилізації. Установки з переробки ТПВ способом піролізу функціонують у Данії, США, Німеччині, Японії та інших країнах.

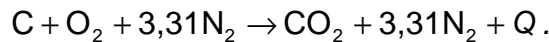
Інтерес до цього процесу як засобу ліквідації ТПВ посилюється ще й завдяки енергетичній цінності відходів, про що свідчить рішення Європарламенту (липень 2002 р.) розглядати їх біомасу як поновлюване джерело енергії.

Для підвищення калорійності ТПВ у багатьох країнах прийнята концепція попередньої класифікації — роздільного збору окремих складових у місці їх утворення. Так, наприклад, у Німеччині, у багатьох містах збір здійснюється, принаймні, в 3–4 контейнери, що мають різне фарбування. При цьому відділяються харчові відходи (як найбільш вологоємний компонент), папір і картон, метал і скло. Завдяки цьому $Q_{н}^p$ (нижча теплота згоряння на робочу масу) побутових відходів, які направляються на спалювання, досягає 15 МДж/кг [12].

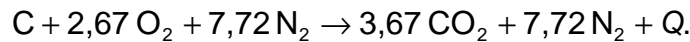
Процес переробки відходів може здійснюватися за рахунок їх повного згоряння або за рахунок піролізу з одержанням цінної енергетичної сировини — піролізного газу.

При повному згорянні вуглеводні, що є у відходах, окисляються киснем повітря й перетворюються на вуглекислий газ і пари води, а негорючі частини переходять у шлаки. Завдяки цьому об'єм відходів скорочується приблизно в 5–10 разів.

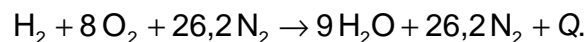
При утилізації ТПВ як палива необхідно використовувати мінімальну кількість повітря, в іншому разі відбувається «розведення» продуктів горіння інертним азотом. Виходячи зі складу повітря, горіння вуглецю можна представити за такою схемою:



Після підстановки до цього рівняння молярної маси елементів і приведення балансу речовин до молярної маси вуглецю, реакція горіння 1 кг моля вуглецю виглядає в такий спосіб:



Аналогічно для водню:



На спалювання 1 кг вуглецю теоретична витрата кисню становить 2,67 кг, а повітря — 10,93 кг. На 1 кг водню витрачається 8 кг кисню, а повітря — 34,2 кг.

Надлишок повітря призводить до енергетичного знецінювання відходів. При цьому слід ураховувати, що при згорянні 1 кг вуглецю, який є у відходах, виділяється 33,91 МДж енергії, а при спалюванні 1 кг водню — 113 МДж за формулою Вондрачека та 125,57 МДж — за формулою Менделєєва.

При піролізі відходів з урахуванням наступного використання газів важливим є вибір енергоносія, що забезпечує підведення надлишкового тепла для перетворення деяких компонентів відходів на горючі гази.

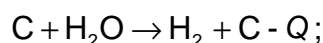
З розглянутих вище положень очевидно, що необхідне концентроване підведення енергії, яке виключає розведення газів інертними компонентами. З огляду на варіацію складу відходів, насамперед, їх інертної частини деякі дослідники віддають перевагу використанню як додаткового енергоносія природного газу або мазуту.

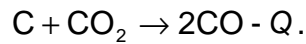
При використанні природного газу необхідно враховувати зазначене вище знецінювання продуктів піролізу. Слід взяти до уваги постійне зростання вартості природного газу. При використанні мазуту, крім обмежень, обумовлених його високою вартістю, виникають складності з одночасним забезпеченням відновного середовища, а також очищення отриманих продуктів піролізу від сполук ванадію та сірки.

Більш переважно використовувати концентроване підведення електричної енергії. Доречно зіставити вартість електричної енергії та природного газу. Сучасна ціна природного газу — 2700 грн./1000 м³, а електричної енергії — 0,71 грн./кВт·ч (для промислових підприємств).

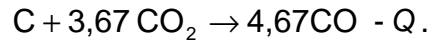
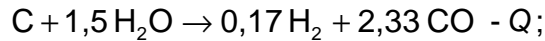
При теплотворній здатності природного газу 8000 ккал/м³ (33,49 МДж/м³) і електроенергії 860 ккал/кВт·ч (3,6 МДж/кВт ч) вартість отриманої теплової енергії складе 80,6 грн./ГДж при використанні природного газу й 197,22 грн./ГДж — при використанні електроенергії. Незважаючи на підвищення приблизно у 2,4 раза вартості енергоносія, піролізний процес переробки відходів виявляється вигідним виходячи з таких міркувань.

У процесі газифікації на коксі відбуваються реакції:





Привівши до 1 кг коксу, одержимо:



При наступному спалюванні піролізних газів одержуємо 23,53 МДж за рахунок згоряння CO і 18,08 МДж за рахунок згоряння H₂ у перерахуванні на 1 кг вуглецю. У сумі при горінні зазначених газів одержуємо 41,61 МДж/кг «газифікованого» вуглецю. При згорянні чистого вуглецю одержуємо 33,91 МДж/кг вуглецю. Однак приріст енергії 7,7 МДж забезпечується не тільки за рахунок вуглецю, який є у відходах, і вуглецю коксового завантаження, але і за рахунок піролізу вуглецевмісних пластичних мас.

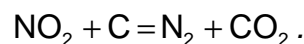
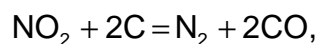
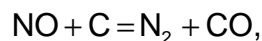
Крім цього, відбувається знезараження (нейтралізація) або запобігання утворенню токсичних вуглецевмісних компонентів.

Підвищення температури з одночасною подачею дуттьового повітря викликає небезпеку генерації так званих теплових оксидів азоту. Ступінь генерації NO_x збільшується із збільшенням температури, концентрації кисню в зоні високих температур і часу перебування газових продуктів піролізу в зоні високих температур. З урахуванням того, що методи очищення газів від NO_x з використанням таких відновників, як: аміак або карбамід і сотові каталізатори, є дорогими і чутливими до каталітичних отрут, одержуваних у процесі піролізу, то достатньо важливим є визначення умов мінімальної генерації NO_x.

За аналогією з казанами з рідким шлаковидаленням, які працюють на низькосортному паливі, концентрація NO_x при підвищенні вмісту кисню в зоні високих температур від 1 до 4% приводить до збільшення концентрації NO_x з 1000 до 2000 мг/нм³ газу.

Тому прийнято технологію піролізу із забезпеченням відновного середовища, стабілізацію нагрівання за рахунок електроенергії та виключення використання традиційних енергоносіїв, наприклад, природного газу, застосування яких пов'язано з необхідністю подачі в реакційну зону повітря для горіння газу.

Реакції селективного некаталітичного відновлення NO і NO₂. можна представити за такою схемою:



Інші продукти піролізу, які є відновниками: частки рідких металів, сірководень та ін., також забезпечують відновлення генерованих оксидів азоту.

Наведені обставини разом із доцільністю виключення розведення газів продуктів піролізу інертними компонентами вказують на необхідність використання досить низької подачі повітря, а також використання окисної здатності парів води.

Відомо, що відновне середовище в зоні горіння сприяє генерації бенз(а)пірена. Однак введення пари в цю зону сприяє зниженню концентрації цього токсичного компонента до рівня санітарних норм.

Використання піролізу, крім підвищення енергетичного потенціалу газових викидів, забезпечує також зниження викиду парникових газів. Зниження генерації CO₂ при цьому становить 0,53 від генерації за рахунок спалювання відходів. Це забезпечує істотну економію платежів за викиди вуглекислого газу.

Так, при рівні платежів у країнах Європейського Союзу 20 дол./т CO₂ зниження рівня платежів за 1 Гкал виробленого з відходів тепла складе 1,15 дол. З урахуванням великих обсягів відходів, що переробляються, тільки на одній установці потужністю 100 Гкал при робочій кампанії 8000 г економія складе 0,92 млн. дол.

Однією з основних енергетичних характеристик ТПВ є їх теплотворна здатність, яка має відповідати проектним показникам роботи сміттєспалювального обладнання. А.М. Гонопольський зазначає, що за теплотехнічними показниками побутові відходи можна зіставити з бурим вугіллям, яке застосовується в тепловій енергетиці (особливо в Німеччині), а також близьким за енергетичною цінністю горючим сланцем (Естонія) [13].

Виснаження природних запасів, висока собівартість видобутку горючих корисних копалин, висока вартість кам'яного вугілля як енергоносія – усе це стало передумовами для пошуку нових шляхів розвитку енергетики. В умовах ринкової економіки досягти поставленої мети можна тільки на економічно вигідній комерційній основі.

Економічна доцільність одержання енергії досягається при дотриманні таких вимог: використання доступного й дешевого палива за умови його стабільних запасів; застосування нових вискоєфективних і економічно вигідних технологій та екологічно безпечного обладнання. Щоб використовувати весь енергетичний і ресурсний потенціал ТПВ, накопичених у Донецькій та інших екологічно кризових областях України, необхідні нові екологічно безпечні технології та способи їх переробки. Відходи є важливим резервом ресурсо- і енергозбереження, а також джерелом економічного розвитку країни.

Перспективним напрямом використання ТПВ як палива є їх спалювання з метою одержання на виході, як правило, електричної та теплової енергії. Тобто заводи, які спалюють ТПВ, по суті є ТЕС, які перетворюють хімічну енергію на електричну.

За умови високої вартості доставки ТПВ оптимальним є використання міні ТЕС, розташованих безпосередньо біля постачальників побутових відходів, тобто включати їх у міську інфраструктуру.

Як альтернатива методу спалювання у розвинутих країнах досліджуються і впроваджуються технології піролізу твердих побутових відходів – термічної деструкції їх органічної частини без доступу кисню й розплавлення неорганічних компонентів [3].

У процесі піролізу відбувається перерозподіл твердої органічної, а також вуглевмісної неорганічної частини ТПВ у бік утворення рідких вуглеводнів з більш низькою молекулярною масою (головним чином смоли) і горючих газів (метан, водень, оксид вуглецю).

Технологічна послідовність процесу піролізу складається з чотирьох послідовних етапів:

1) сортування сміття з метою відбору крупногабаритних предметів, кольорових і чорних металів;

2) одержання синтез-газу й побічних хімічних сполук — хлору, азоту, фтору, а також шлаків при розплавленні металів, скла, кераміки шляхом газифікації;

3) очищення синтез-газу з метою підвищення його енергоємності й екологічних властивостей;

4) спалювання синтез-газу, який пройшов очищення, у казанах-утилізаторах для одержання пари, гарячої води або електроенергії.

У технології піролізу ТПВ є дві основні переваги в порівнянні зі сміттєспалюванням:

– значне зменшення забруднення повітряного й водного середовищ, що дозволяє розміщувати установки піролізу в міській межі;

– практично повна утилізація потенційних матеріальних і енергетичних ресурсів, які містяться в побутових відходах. Перевагою піролізних установок є здатність переробляти відходи, які містять пластмасу й гуму — речовини, що погано піддаються переробці іншими методами.

Загальною перевагою установок піролізу є те, що витрати на технологічний процес покриваються за рахунок власного виробництва, а загальними недоліками установок низько- й високотемпературного піролізу є:

– нестабільний перебіг процесу, неможливість забезпечити безперебійне плавлення всіх без винятку неорганічних компонентів ТПВ без підвищення окисного потенціалу атмосфери реактора;

– продукція поганої якості через те, що піролізні масла мають складний хімічний склад, у них міститься велика кількість води, вони термічно нестабільні, тому непридатні для використання як хімічна сировина;

– виникають проблеми з розплавленням мінеральних компонентів ТПВ і випуском шлаків, тому що складно підтримувати стабільно високу температуру (1500–1800°C)

Висновки

Проаналізувавши й узагальнивши вітчизняний і світовий досвід термічної переробки відходів, дійшли висновку, що вирішення проблеми шкідливих викидів при знешкодженні ТПВ має починатися на більш високому рівні, чим буде визначатися не тільки екологічна безпека й чистота технології, але і її конкурентоспроможність на світовому ринку.

Проаналізовано зарубіжні та вітчизняні розробки у сфері утилізації ТПВ високотемпературним піролізом. Обґрунтовано і запропоновано перспективний екологічно безпечний спосіб утилізації твердих побутових відходів, захищений патентом України [10].

Визначено принципи роботи екологічно безпечної піролізної установки, які мають забезпечувати:

1. Підтримку всередині реактора підвищених температур в інтервалі 1427–1800°C, обґрунтованих з екологічної та технологічної позиції.

2. Стабільний тепловий режим, при якому досягається як повнота деструкції всіх складних органічних компонентів ТПВ на молекулярні складові, так і надійність плавлення всіх мінеральних складових і ритмічність їх видалення з реактора, а також забезпечення і підтримка зазначених у п.1

високих температур у зоні теплогенерації незалежно від морфологічного й елементного складу ТПВ.

3. Створення в реакторі відновлювальної атмосфери надлишком вуглецю при температурі 1600–1800°C, який міститься в різних компонентах нерозділених ТПВ. Відновлювальна атмосфера реактора виключає можливість нового синтезу високотоксичних сполук.

4. Фільтрування піролізного газу через шар розпеченого вуглецю перед випуском з реактора.

5. Застосування операції — швидкого охолодження піролізного газу на випуску з реактора піролізу.

Таким чином, за рахунок впровадження екологічно чистих і безпечних технологій переробки ТПВ може бути досягнуто поліпшення екологічної ситуації в Україні.

Література

1. Постанова Верховної Ради України «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» від 05.03.1998 р. № 188/98 – ВР // Відомості Верховної Ради України. — 1998. — № 38–39. — Ст. 248.

2. Моссэ А.Л. Применение термической плазмы в технологии переработки и повторного использования упаковки «ТЕТРАПАК» (Минск, Беларусь) / А.Л. Моссэ, А.В. Савчин, В.В. Горбунов // Сборник докл. Пятого междунар. конгресса по управлению отходами и природоохраным технологиям (ВэйстТэк, 29 мая – 1 июня 2007 г.). — М., 2007. — С. 282–283.

3. Алексеев Г.М. Индустриальные методы санитарной очистки городов : (термическая переработка бытовых отходов и использования продуктов пиролиза) / Г.М Алексеев, В.Н. Петров. — Л. : Стройиздат, 1983. — 88 с.

4. Парфенюк А.С. Новый агрегат для переработки твердых отходов / А.С. Парфенюк // Кокс и химия. — 1999. — № 2. — С. 35–37.

5. Парфенюк А.С. Крупномасштабная комплексная переработка твердых углеродистых промышленных и бытовых отходов / А.С. Парфенюк // Кокс и химия. — 2001. — № 5. — С. 41–43.

6. Парфенюк А.С. Термолизно-энергетическая рекуперация отходов: состояние разработок и перспективы / А.С. Парфенюк, А.А. Топоров, И.В. Кутняшенко // Наукові праці Донецького нац. техн. ун-ту. Сер. Хімія і хімічна технологія. — 2004. — Вип. 77. — С. 57–65.

7. Горда В.И. Термомодуль ВТЕП для утилизации ТПВ в черте города / В.И. Горда // Экологические проблемы индустриальных мегаполисов : Материалы междунар. науч.-практ. конф. (01-04 июня 2004 г.). — Донецк; Авдеевка : ДонНТУ, 2004. — С. 207–211.

8. Горда В.И. Энергетический комплекс утилизации бытовых отходов на базе высокотемпературного электропиролиза / В.И. Горда, В.В. Кульченко // Охорона довкілля та екологічна безпека : збірка доп. наук.-практ. конф. — Донецьк, 2001. — Т.1. — С. 169–172.

9. Горда В.И. Утилизация бытовых отходов методом высокотемпературного пиролиза / В.И. Горда // Энергетика и электрификация. — 2002. — № 8. — С. 13 - 14.

10. О.В. Лунева Пат. 79548 UA, МПК⁷ F 23 G5/027. Способ утилизации отходов / О.В. Лунева, В.К. Костенко, В.И. Горда, Е.С. Матлак, С.Ю. Приходько (Украина); ДонНТУ. — № 09071; заявл. 26.09.2005; опубл. 10.04.2007, Бюл. № 4. — 6 с.

11. О.В. Лунева Пат. 18708 UA, МПК⁷ F 23 G5/027 Установка для утилизации отходов / О.В. Лунева, В.К. Костенко, В.И. Горда, Е.С. Матлак (Украина); ДонНТУ. — № 05842; заявл. 29.05.2006; опубл. 15.11.2006г., Бюл. № 11. — 6 с.

12. Колобков П.С. Использование тепловых вторичных энергоресурсов в теплоснабжении. / П.С. Колобков. — Х. : Основа, 1991. — 224 с.

13. Гонопольский А.М. Твердые бытовые отходы как энергетическое топливо. / А.М. Гонопольский // Инженерная защита окружающей среды : междунар. конф. — М. : МГУИЭ, 2002.

© Лунева О.В., 2011

Надійшла до редакції 25.09.2010 г.