

УДК: 621.9:338.26

ПЕРЕРОБКА СМІТТЯ, ЩО МІСТИТЬ ПЛАСТИК (ОГЛЯД)**Волошина І.В.***Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. М. Канніст, 2а, Київ, Україна 03057*<https://doi.org/10.31472/tpe.3.2019.13>

В статті розглянуті існуючі види пластиків, підкреслюється важливість та економічна доцільність їх повторного використання, та подано методи спалювання тих пластиків, що не підлягають переробці.

В статье рассмотрены существующие виды пластиков, подчёркивается важность и экономическая целесообразность их повторного использования, приводятся методы сжигания не подлежащих переработке содержащих пластик отходов.

This article considers existing types of plastics, emphasizes the importance and economic feasibility their recycling and the methods burning non-recyclable wastes containing plastic.

Бібліографія 15, рис.1, табл. 1.

Ключові слова: види пластиків, сортування, переробка, мікрохвильова, плазмова.

ГДК – гранично-допустимі концентрації;
НВЧ – надвисокочастотний;
ПВХ – полівініл хлорид;
ПЕНГ – поліетилен низької густини;
ПЕТФ – поліетилен тетрафторид;

ПМ – пластичні маси;
ТПВ – тверді побутові відходи;
а. о. – атомні одиниці.

Мета

Благополуччя нації залежить не тільки від рівня заробітних виплат, але, чи не в першу чергу, від чистоти довкілля. Не дарма про нас кажуть: «Вимираюча нація». Мета написання даної статті привернути увагу до проблеми накопичення сміття та запропонувати методи її вирішення.

Постановка проблеми в цілому

Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року [1] передбачає необхідність створення та забезпечення належного функціонування загальнодержавної системи запобігання утворенню відходів, збирання, перероблення та утилізації, знешкодження і екологічно безпечного видалення. Це повинно бути невідкладним завданням навіть в умовах відносної обмеженості економічних можливостей як держави, так і основних утворювачів відходів. Таким чином, єдиним можливим шляхом врегулювання ситуації є створення комплексної системи управління відходами.

Україна за роки перебудови перетворилася на аграрну країну. Але за для того, щоб виробляти екологічно чисту продукцію, необхідно позбутися величезної кількості отруйного сміття. Із місць складання відходи можуть просочуватись в ґрунт, а далі – в підземні горизонти. Організаційно-економічна система управління відходами, яка існувала в Україні до 2018 року була неефективною й нездатною забезпечити радикальне покращення практики поводження з ТПВ, яка зводилася до їх

захоронення на полігонах. А більша частина полігонів не відповідала вимогам екологічної безпеки.

Аналіз започаткованих рішень цієї проблеми

Європейські країни визначили три основні напрями боротьби з пластиковими відходами: зменшення виробництва, переробка того що вже вироблено, спалювання й захоронення того, що не підлягає переробці.

В угоді про асоціацію України з ЄС (згідно з додатком 1 до неї) є впровадження таких основних директив:

- Директива 2008/98/ЄС про відходи (що виступає як рамкова) [2];
- Директива 1999/31/ЄС про захоронення відходів;
- Директива 2006/21/ЄС про управління відходами видобувної промисловості.

Європейське законодавство [3], за для регулювання ситуації з відходами виробництва, ввело принцип за яким той, хто більше виробляє шкідливих для довкілля матеріалів, відповідно більше платить на потреби природоохоронних заходів, тобто переробки або утилізації тих пластиків, що їх містять виробити тих чи інших підприємств. Тому дематеріалізація стала інструментом управління відходами в промислово розвинених державах. Багато з них пішли по шляху мініатюризації своїх виробів.

Основний матеріал

В Україні ефективність рециклінгу полімерних матеріалів тісно пов'язана з вирішенням проблем організаційно-правового, технологічного та еколого-економічного характеру.

Морфологічний склад ТПВ по основним складовим приблизно такий: 42,5% – вторинні ресурси, 36,5% – харчові відходи, 21% – суміш відходів. На співвідношення складових ТПВ сильно впливає благоустрій житлового фонду, сезонність, кліматичні та інші фактори.

В ім'я збереження живої природи і взагалі життя на землі необхідно почистити її від сміття, що нагромадилося під час безрозсудного виробництва різноманітних синтетичних матеріалів. Звичайно, найкращим методом утилізації є переробка його на інші корисні вироби. Для цього в Україні вже впроваджується роздільний збір сміття. Збір та сортування відходів є важливою ланкою в процесі організації переробки побутових відходів. Під час сортування треба виділяти та відокремлювати різні види сміття. Відходи полімерних матеріалів можна розділити на три великі групи:

1. Відходи виробництва, що утворилися під час процесів синтезу та переробки полімерів. Це – низькомолекулярні фракції полімерів, відходи у вигляді злитків-виливів, відходи чистки апаратів, розсипані частинки. Браковані вироби, літникові системи. В більшості випадків ці відходи можуть бути модифіковані та використані як вторинна полімерна сировина для виготовлення виробів з не високим рівнем тренувальних властивостей матеріалу або для спеціальних цілей.

2. Відходи виробничого використання. Це різноманітна тара й упаковка. Деталі, що вийшли з користування й таке інше. До цього можна віднести медичні, біологічні, будівельні, відходи транспортного комплексу, промислові відходи.

3. Відходи громадського споживання (тверді побутові відходи, ТПО) – це використані зношені вироби, це пакування, транспортна тара, предмети домашнього вжитку та інше. Відходи споживання складають біля 85% всіх полімерних відходів. Склад та властивості полімерних відходів споживання як правило непередбачуваний, а їх передісторія невідома. Поки що переробці підлягає тільки обмежена номенклатура відходів, яку треба розширювати.

Великі кількості несортваного сміття, що лежать скрізь уздовж доріг, треба збирати сортувати й переробляти. Цікавий досвід має в цій царині Білорусь [4]. Вони вручну, стоячи біля конвеєру, сортують сміття, а потім полімери йдуть на повністю механізовані переробні агрегати де відбувається їх миття, сушка, конвенціонування, агломерація та гранулювання.

Так, наприклад, тару, що складається з картону обклеєного плівкою, з під соків, молока та кави, після гранулювання направляють на виготовлення будівельних

панелей. З одноразових пакетів після агломерації та грануляції виготовляють плівку для пакування технічної продукції. З ПЕТ плівки білоруси налагодили виготовлення дробівки, яку вони поставляють на експорт, та лавсанового волокна для текстильної промисловості. Серед продукції, яку іще виготовляють з вторинної сировини треба виокремити труби, сантехнічні вироби, побутові вироби та інше. Маємо приклад у Фастові, Китайські підприємці побудували завод з переробки одноразових стаканчиків на лавсанове волокно [5].

В той же час переробка полімерних відходів громадського використання може виявитися нерентабельною, що вирішується шляхом дотацій з державного бюджету, тому що держава повинна бути зацікавленою в покращенні екологічної ситуації в країні. Якість сировини з відходів практично завжди нижче якості сировини, одержаної з технологічних відходів виробництва полімерних виробів. Тому в світі існують технології використання забруднених відходів пластичних мас для виробництва полімер бетону, тротуарної плитки, черепиці й таке інше, де, по суті, використовується залишкова пластична властивість полімерів без їх додаткового модифікування.

В процесі вивчення наслідків Грибовицької трагедії вчені прийшли до таких висновків: встановлено, що поліетиленові відходи мають більшу текучість, проте нижчі фізико-механічні та теплотехнічні показники, ніж товарний поліетилен. Це можна пояснити зменшенням молекулярної маси полімерного ланцюга внаслідок перебігу окислювальної деструкції. Вивчення інфрачервоного спектру показало, що, з часом, кристалічна структура поліетилену втрачається, а, натомість, зростають аморфні зони. Це те, що ми називаємо старінням поліетилену. Такий пластик має кращі сорбційні властивості, простіше одержує необхідну форму при виливанні. Але решта властивостей пластику, таких як пружність, твердість, щільність й таке інше втрачається. Такий поліетилен, роблять висновок автори, можна використовувати в кількостях не більше 20% від маси переробки [6].

Такий самій деструкції піддаються й інші види пластику. Тому, якщо переробляти, то треба робити це в якісь прийнятні строки, бо далі всі види пластиків старіють й стають мало придатними для виготовлення більш менш якісної продукції.

Європейські заводи перші почали впроваджувати декілька нових технологій відновлення ПВХ з покриття кабелів за допомогою розчинників, переробки за допомогою центрифуг споживчого нейлонового покриття та механічного розподілу змішаних пластівців [7].

Система Duales, або «Зелена крапка», що діє в Німеччині, передбачає переробку як мінімум 60% споживчих пакувальних матеріалів. В Італії обов'язковим є переробка використаних пляшок з під машинної оливи. В даний час Єврокомісія розробляє стандарти для переробки автотранспортних засобів електроніки [8]. Продаючи нам старі, зношені машини Європейські країни позбавляються від необхідності їх утилізувати.

Деякі види пластиків можна переробляти охолоджуючи їх до відповідної температури. Наприклад шини, що їх виробляють з вакуумованої гуми, можна охолодити до температури рідкого азоту, тоді вони починають кришитися, й їх, відтак, можна переробити. Глибока переробка бурого вугілля з одержанням рідких палив за участю відходів полімерів [9] приймається до уваги як перспективний спосіб підвищення виходу й якості паливних рідких продуктів й, одночасно, утилізації полімерних відходів. Спалювання пластиків разом з торфом підвищить теплотворну здатність останнього.

В ЕС розроблені й підписані нормативні документи, що регламентують процеси поводження зі сміттям. Деякі нові технології, що їх впроваджують у виробництво, обіцяють забезпечити значно вищу частку повторного використання пластику. Ці технології містять розділення ПВХ за допомогою розчинників, розшарування та сортування матеріалів, з яких виготовлені приладові панелі автомобілів, високошвидкісна ідентифікація смол у споживчих пакувальних матеріалах. [10].

Пластмасами (пластична маса, пластик), прийнято називати складні системи із високомолекулярних органічних з'єднань – полімерів, дискретних наповнювачів та функціональних добавок. Полімери мають «ланцюгову» будову, складовими якої є низькомолекулярні з'єднання, мономері. Одна молекула полімера включає від 5 до 500 тисяч таких складових, має велику молекулярну масу. Відзначальною відмінністю полімерів є їх термопластичність (збереження хімічної структури при плавленні) і терморективність (нагрів призводить до деструкції полімера), що є результатом природи зв'язку макромолекул в полімері. В сополімерах в побудові ланцюжків приймають участь два і більше видів мономерів. Пластмасами їх називають саме тому, що їх можна багаторазово переробляти надаючи різну форму під час пластичної переробки.

Введення наповнювачів підвищує характеристики міцності пластику та надає необхідні технологічні властивості, а також використовується для отримання специфічних властивостей та надання декоративності. З найбільш використовуваних дисперсних матеріалів необхідно зазначити такі: технічний вуглець, крейда,

каолін, азбест; волокнисті наповнювачі: скловолокно, бавовняні волокна. Наприклад при виробництві пластикового профілю з ПВХ використовують до 20% тонкої середньо-дисперсних фракцій крейди, а для підвищення білизни до 2% окису титану. Засобами з швидкої ідентифікації видів пластиків треба укомплектовувати смітте-сортувальні підприємства. Потрібно також налагоджувати переробку відходів в місцях виробництва там, де тип тих чи інших видів пластмас відомий і їх не треба ідентифікувати.

Найбільш токсичний з пластиків ПВХ, токсичність ПЕТФ, з якого роблять пластиковий посуд, в два рази менша. В поліетилену токсичність трохи вища. Але поза тим, існують види пластиків, дим від яких дуже шкідливий, бо містить фосген, бензопірен та інші канцерогени. Найбільш поширені з таких, фторопласти, наприклад, тефлон. Такі пластики треба спалювати при досить високих температурах, які дозволили б розкласти їх на безпечні складові. Серед методів переробки сміття необхідно відзначити:

Біотермічне компостування. Використовується для прискорення реакцій трансформації очищеного сміття з доступом кисню у вигляді гарячого повітря при температурі близько 60 °С. Біомаса ТПВ у результаті таких реакцій у біологічній установці перетворюється в компост. Після цього компостоване сміття знову очищується від чорних і кольорових металів, подрібнюється і складається для подальшого використання як біопаливо в паливній енергетиці.

Спалювання. Спалювання побутового сміття, окрім зниження обсягу і маси, дозволяє отримувати додаткові енергетичні ресурси, які можуть бути використані для централізованого опалення і виробництва електроенергії. Для підвищення екологічної безпеки необхідною умовою при спалюванні сміття є дотримання ряду принципів. До основних з них відносяться: температура спалювання, яка залежить від виду спалюваних речовин; тривалість високотемпературного спалювання, що залежить також від виду спалюваних відходів; перемішування сміття для забезпечення повноти згоряння, створення турбулентних повітряних потоків для повноти спалювання відходів. Теплотворна здатність загальної маси ТПВ складає 950 – 2000 ккал/кг. Визначена питома теплотворна здатність для всіх компонентів сміття. Знаючи, хоча б приблизно, морфологічний склад, а також зольність та вологість відповідних компонентів, можна приблизно розрахувати енергетичний вихід партії, що надійшла для утилізації.

Піроліз. Може стати дешевим і не отруйним для довкілля прийомом знезараження відходів. Технологія піролізу полягає в незворотній хімічній зміні сміття під дією температури без доступу кисню. За ступенем температурного впливу на речовину процес піролізу умовно поділяється на низькотемпературний і високотемпературний.

Низькотемпературний піроліз – це процес, за якого подрібнене сміття піддається термічному розкладанню. При цьому процес піролізу побутових відходів має кілька варіантів: піроліз органічної частини відходів під дією температури без доступу повітря; піроліз неорганічної частини.

Високотемпературний піроліз – це спосіб утилізації ТПВ, ніщо інше як газифікація сміття. Технологічна схема цього способу передбачає отримання з біологічної складової (біомаси) відходів вторинного синтез-газу з метою використання його для отримання пари, гарячої води, електроенергії. При цьому використовується: піроліз із доступом повітря, що забезпечує неповне згоряння відходів при температурі 760 °С; піроліз з використанням кисню замість повітря для одержання більш високої температури згоряння газу; піроліз без розділення відходів на органічну і неорганічну фракції за температури 850 °С та ін. Підвищення температури призводить до збільшення виходу газу, що в свою чергу призводить до зменшення виходу рідких і твердих продуктів.

Перевага піролізу в порівнянні з безпосереднім спалюванням відходів полягає, насамперед, у його ефективності з точки зору запобігання забрудненню навколишнього середовища. За допомогою піролізу можна переробляти складові відходів які не піддаються утилізації. Після піролізу не залишається біологічно активних речовин, тому підземне складання відходів піролізу не наносить шкоди природному середовищу. Утворений попіл має високу щільність, що різко зменшує обсяг відходів, що підлягають захороненню. У процесі піролізу не відбувається відновлення (виплавки) важких металів. До переваг піролізу відносяться легкість зберігання і транспортування одержуваних продуктів, а, також, те що обладнання може мати невелику потужність. В цілому процес вимагає менших капітальних вкладень. Установки або заводи з переробки твердих побутових відходів способом піролізу функціонують в Данії, США, ФРН, Японії та інших країнах [11].

Вітчизняний метод піролізної утилізації так званих «хвостів» після сортування сміття запропонований в [12]. Автор рекомендує застосуванням піролізу

переводити тверді органічні рештки в зручний для утилізації стан. Науково обґрунтував необхідність підготовки (гомогенізація, брикетування) сміття до високотемпературної обробки з метою інтенсифікації процесу. Експериментально ввів критерій сортування по величині 100 мм. Фракція менше 100 мм складає 55% від всієї маси відходів. В процентному відношенні вона має такий склад: харчові відходи, текстиль, папір, пластичні маси, фрагменти деревини в сумі – 88,35%; фрагменти металу – 0,19%; будівельне, вуличне сміття, кістки – 5%, дрібний склобій – 6,4%. Такий склад дозволяє вважати їх перспективною сировиною для отримання теплової енергії або біогазу. Там же при температурі до 900 °С можна спалювати й відповідні відходи медичних закладів.

Якщо ТПВ не можливо розсортувати по видах й переробити, або це не доцільно, тоді треба їх спалювати. Але більшість пластмас при горінні виділяють токсичні речовини: оксид вуглецю, ціан водню, хлористий водень, акролеїн, окисли азоту, різноманітні аліфатичні та ароматичні вуглеводи та ін.

Нерозв'язана раніше проблема

Плазмову переробку сміття першими запропонували й впровадили в Японії. Вони при високих температурах спалюють сміття так, щоб максимально розкласти всі шкідливі речовини, а далі вони газоподібні відходи викидають в оточуюче середовище, а шлаки використовують як домішку при будівництві доріг. Квоти на викиди вони купують у нас. Додаток в асфальтобетонну суміш шлаку від спалювання пластику - це не погана ідея, а от викидання в атмосферу продуктів горіння, отруєє довкілля на всій земній кулі. Проблема екологічного спалювання пластмас досі в світі не є повністю розв'язаною.

Інновація

Інноваційна камера спалювання відходів повинна вирішити головну проблему утилізації пластикового сміття – пристрій дозволяє спалювати пластик, не забруднюючи атмосферу шкідливими викидами більше за ГДК, проте використовуючи їх для виробництва електроенергії.

Інновація полягає у тому, що спалювальний засіб має дві камери [13]. Спочатку пластикові відходи обробляються у верхній камері, де тверді матеріали перетворюються в газ в результаті піролізу. Одержаний газ направляється в нижню камеру, де він спалюється разом з окислювачем. В результаті горіння отримуємо тепло та пару, далі тепло використовується для підтримання горіння в камері, а пара для генерації електроенергії.

Для великих підприємств економічна цінність одержуваних з сміття продуктів зазвичай достатня для покриття експлуатаційних витрат та одержання прибутку від продажу одержаної продукції. Це забезпечує конкурентоздатність мікрохвильової плазмової переробки сміття.

Північно-східний інститут Росії запропонував наступну конструкцію спалювальної камери за технологією НВЧ плазмової переробки. Камера плазмово-піролізної утилізації ТПВ являє собою циліндричну трубу, по якій маса сировини переміщується з одного кінця до другого. Переміщуючись по камері, сировина потрапляє в різні температурні зони, де іде активна дегазація сировини (виділення газів без окислення). Газ відбирається й подається в блок газоочистки, після чого він спалюється в іншій камері, створюючи температурний режим підсушки відходів на вході в камеру.

На кінцевому етапі в кінці камери плазмотрона, знаходиться зона з найбільшою температурою (до

2000 – 3000 °С). Під дією плазмової температури й самої плазми (від плазмоїда) відбувається кінцеве згоряння піролізної маси з розщепленням на нешкідливі хімічні елементи та шлаки. Природа цього процесу така, що найбільш шкідливі компоненти відходять разом з газовою складовою, далі йдуть попел, зола, та кіптява, які менш летючі та менш шкідливі, їх можна вловлювати фільтрами. А найменше шкідливих компонентів містить шлак.

Шлаковий розплав накопичується та гомогенізується, потім через вузол зливу направляється в бокс, що приймає розплав. Шлак зливається у періодичному чи безперервному режимі в металеві контейнери, що встановлені в приймальному боксі. Температура шлакового розплаву в ванні плазмотрона досягає 1600 – 1800 °С. В конструкції камери передбачена можливість подачі дуттєвого повітря для регулювання продуктивності чи складу піролізного газу. Піролізні гази з камери спрямовуються в камеру остаточного спалювання, де горючі газові та аерозольні компоненти піролізу

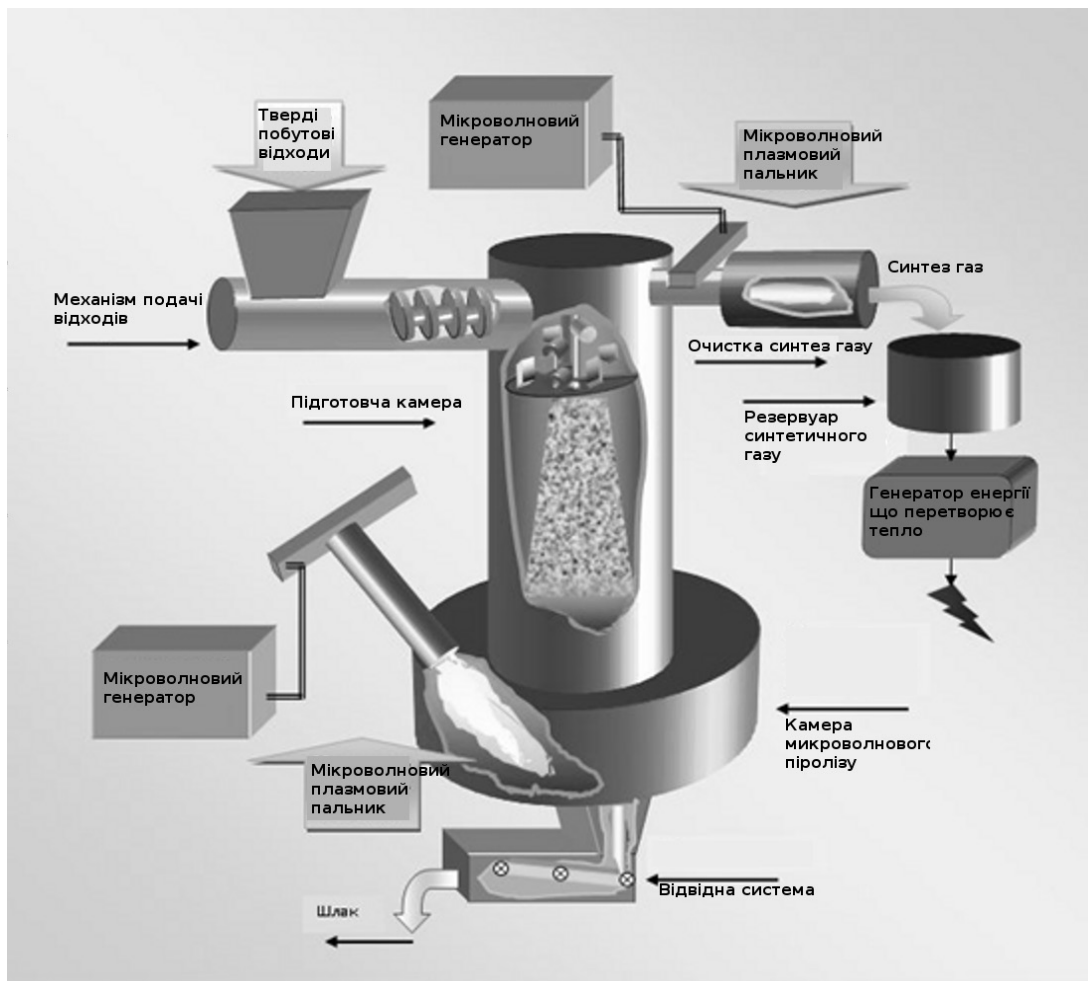


Рис. 1. Схема конструкції інноваційної камери.

згоряють при температурі 1100 - 1300 °С. Потім гази, що відходять, охолоджують в випарному теплообміннику до температури 300 °С, очищують від аерозолів в рукавному фільтрі, охолоджують в теплообміннику та нейтралізують шкідливі газоподібні компоненти (HCl, NO₂, SO₂) в адсорбері, що зрощується лужним розчином, який циркулює по контуру. Перед викидом в атмосферу гази, що відходять, проходять додаткову санітарну очистку в абсолютному фільтрі.

Джерелом нагріву печі служать НВЧ плазмотрони, що встановлені в подовій частині камери. В якості плазмового утворюючого газу використовують повітря. Установка обладнана датчиками контролю температур, тиску, електричних параметрів та витрат середовищ. Установка керується з пульта до складу якого входять вимірювальні прилади, регулятори потужності плазмотронів, комплекс реєстрації та керування технологічними параметрами на базі комп'ютера, кнопки пуску та аварійного відключення плазмотронів й індикатори стану.

Звичайно розробка та побудова такої інноваційної камери потребуватиме інвестицій, але та екологічна й соціальна проблема яку вирішуватимуть такі сміттєпереробні підприємства того варта. З часом такі інвестиції окупляться. Приблизний склад цінних продуктів, що їх одержують в результаті переробки твердих побутових відходів по технології мікрохвильового плазмового пальника [14]:

Висновки

В Україні на сьогодні працюють тільки два сміттєспалювальні заводи. На деяких станціях з сортування сміття є невеликі установки зі спалювання відходів [15]. Але цього явно не достатньо.

Возити сміття на віддаль більше 20-25 км не вигідно, а спалювати поруч зі сміттє утворюючими великими на-

селеними пунктами треба тільки так, щоб не забруднювати довкілля. Тому необхідно вибудовувати досконало логістику й масштаби її повинні бути досить великими. До того ж, перед тим як спалювати сміття треба хоча б приблизно уявляти його склад.

Всі сміттє-переробні підприємства повинні мати систему очищення й утилізації своїх викидів. Завод з переробки особливо шкідливих пластиків методом мікрохвильової плазмової переробки сміття не виняток. Проте з запропонованою методикою спалювання, його система очищення викидів мало відрізнятиметься від системи очищення викидів інших сміттє переробних підприємств. Більшість підприємств, що неодмінно з'являться з часом на Україні перероблятимуть менш отруйні пластики більш простими та менш затратними методами, але буде траплятися й особливо небезпечне сміття, яке треба буде везти на от таке сміттє переробне підприємство. Серце такого переробного заводу мікрохвильовий плазмовий утилізатор це не утопія, Україна здатна розробити й виготовити такий плазмовий пальник.

Теплова енергія, що її одержують в процесі плазмової утилізації ТПВ, знижує навантаження на інші джерела теплової та електричної енергії, наприклад на теплоелектростанції, що працюють на газі, мазуті чи вугіллі. Система плазмової утилізації ТПВ, виробляє приблизно до 1,2 МВт.год енергії на кожному тону побутових відходів [14]. Інертні шлаки можна застосовувати при будівництві.

В Україні кожен день накопичуються десятки тисяч тон сміття, й у ньому велика кількість пластику. Тому організація його переробки є ще й великою соціальною проблемою, яку все одно, так чи інакше, треба вирішувати.

Таблиця 1.

Назва показника	Величина
Продуктивність заводу по переробці відходів	4000 кг/год
Виробництво інертного шлаку	580 кг/год
Енергія синтез газу, що продукується	8600 кВт. год
Загальне виробництво електроенергії (з використанням синтез газу)	3400 кВт. год
Кількість електроенергії, що йде на власні потреби	1650 кВт. год
Кількість електроенергії, яка реалізується споживачам	1750 кВт. год
При стабільній роботі заводу впродовж 8 годин можливо додатково одержати: Приблизне виробництво металів, В тому числі: Fe – 218 кг, Cu – 34 кг, Ni – 1 кг, Цинковий концентрат Zn – 12 кг	265 кг
Мінерали (SiO ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaO, Al ₂ O ₃ , Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₆ , TiO ₂)	920 кг
Чисита вода	1400 кг

ЛІТЕРАТУРА

1. *Про схвалення* Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року від 8 листопада 2017р. № 820-р Київ. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p>
2. *Директива* 2008/98/ЄС про відходи Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ.do&uri=CELEX:32008L0098:en:NOT>.
3. *Директива* 2006/21/ЄС про управління відходами видобувної промисловості. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of Waste from extractive industries and amending DIRECTIVE 2004/35/EC – Statement by the European Parliament? The Council and the commission // OJL 102,11,4. 2006, p.15-33.
4. *Шаповалов В.М., Кудян С.Г.* Технологии вторичной переработки полимерных отходов в республике Беларусь, – Т.2. – С. 170-181. // Отходы – вторичные ресурсы: управление, экономика, организация = Waste –secondary resources; management, economics and organization; коллективная монография: – Сумы: - 2013 – Т. 2. – 258с.
5. *Переробка пластику* у Фастові. Китайський завод. <https://alternative-energy.com.ua/>
6. *Тарнавський А.Б., Хом'як І.В.* Технологічні показники відходів поліетилену низької густини Грибовицького сміттєзвалища та можливість їх повторного перероблення. // Науковий вісник НЛТУ України – 2017. – Вип.27(6) – С.121-124. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/hvnltu201727>
7. *Сортування і переробка* сміття в Німеччині на прикладі міста Трір. <https://urbanua.org/media/vsdeo-ta-filmy/263> www.es2.org.ua/?p=13578
8. *Як вирішують проблему з побутовим сміттям у Європі* – Програма ... www.es2.org.ua/?p=13578
9. *Глибока переробка* бурого вугілля з одержанням рідких палив і <https://books.google.com.ua/books?isbn=5040401086>
10. *Переробка відходів* в розвинених країнах світу. www.biowatt.com.ua/...
11. *Наумовська О.Н., Роннова А.* Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – 2013. – Вип.17 - 20. – С. 335– 340. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tbar2013-17\(2\)-44](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tbar2013-17(2)-44)
12. *Михайлюк В.М.* Механізм і кінетичні закономірності процесу переробки твердих органічних відходів методом високотемпературного піролізу. // Автореф. дис. к.т.н. 05.17.08 – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Ч: – 2011. – 18с.
13. *Японія «епідемія чистоти»...* Унікальною технологією переробки сміття є плазмова газифікація. <https://day.kyiv.ua/uk/.../yaponsya-epidemiya-chystoty>
14. *Заводи з переробки* відходів. Перспективи та реалії бізнесу. <https://shen.ua/.../zavody-po-pererobotke-othodov-perspektivy-i-realii-biznesa>
15. *Грабовський Р.С., Дорош М.М., Дудак Р.П.* Регіональна система збору та переробки сміття, як спосіб вирішення еколого-економічних проблем // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Г. Жицького – 2014. – Т.16, №2 (5). – С.66-70. [https://nbuv.gov.ua/UJRN/hvnltu2014162\(5\)13](https://nbuv.gov.ua/UJRN/hvnltu2014162(5)13).

PROCESSING GARBAGE CONTAINING PLASTICS (REVIEW)**Voloshina I.V.***Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, str. M. Kapnist, 2a,*<https://doi.org/10.31472/tpe.3.2019.13>

The level of environmental pollution with garbage containing plastics in Ukraine is extremely high, because the purpose of this article is to draw public attention to the solution of this problem.

The introductory part emphasizes the need for recycling and re-use of plastic products. Examples are given of the successful introduction of such technologies into production, which ensure the potential of recycling plastics.

The existing types of plastics are considered, their brief characteristic is given. The need for the existence of methods and devices for their rapid identification is noted.

It is noted that plastic can become unsuitable for processing; therefore it needs to be burned. The reader's attention is drawn to the fact that there are such types of plastics that are difficult to process because they burn toxic gas-like substances when burning them. For example, fluoroplastics, one of them Teflon, when burning, form phosgene, benzopyrene and drugin carcinogens. Such plastics need to be burned at sufficiently high temperatures, which would allow decomposition of carcinogens to safe components.

The main part of the article discusses the existing methods of burning of waste containing plastics. The most optimal of them is pyrolysis, but not all types of plastics can be processed using this method. This offers microwave plasma processing, as the most environmentally friendly technology of burning the most poisonous plastics.

The innovation of this method is that in order to minimize emissions of poisonous substances, the burning unit must have two chambers. First, plastic waste is processed in the upper part of the plant, in the upper chamber, where solid materials are converted to gas as a result of pyrolysis. The resulting gas is sent to the lower chamber, where it is burned along with the oxidant. At the final stage, at the end of the plasma torch chamber there is a zone with the highest temperature (up to 2000 - 3000 °C). As a result of combustion, we obtain heat and steam, then heat is used to maintain combustion in the chamber, and steam to generate electricity.

Most waste recycling enterprises that are already operating in Ukraine and will be built will recycle less toxic plastics in a simpler and less costly way, but there will

also be a need for such a facility for especially dangerous garbage.

Environmental problems that arise during the processing of plastic-containing garbage can be solved, while we leaving the next generation a clean environment suitable for life.

References 15, table 1, figures 1.

Key words: existing types of plastics, sorting, processing, microwave plasma processing.

1. [About approval National waste management strategy in Ukraine to 2030 year from 8 November 2017 y. № 820-p Kyiv]. Retrieved from: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p> (Ukr.)

2. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives: [https://eurlex.europa.eu/LexUriServ.do&uri=CELEX:32008L0098:en:NOT](https://eurlex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0098:en:NOT).

3. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of Waste from extractive industries and amending DIRECTIVE 2004/35/EC – Statement by the European Parliament? The Council and the Commission // OJL 102,11,4. 2006, P.15-33.

4. Shapovalov V.M., Kudjan S.G. [Technology of recycling polymer waste in the Republic of Belarus], - collective monograph, V.2, - P. 170-180 // Othody – vtorichnye resursy: upravlenie, ekonomika, organizacija [Waste –secondary resources; management, economics and organization]; [kollektivnaja monografija: 2 V.] – Sumy: - 2013, – T. 2. – 258c.[Sumy: - 2013. vol. 2. 258 p] (Rus.)

5. Plastic processing in Fastov. Chinese factory. <https://alternative-energy.com.ua/>

6. Tarnavskij A.B., Homjak I.B., m [Technological indications of low density polyethylene waste of Khrybovytskoho shredder and the possibility of their reuse] // Naukovyj visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin NLTU of Ukraine]– 2017, - [Output] 27(6) – P.121-124. Retrieved from: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/hvntu201727> (Ukr.)

7. Sorting and recycling of garbage in Germany by the example of the city of Trier urbanua.org/media/vsdeo-ta-filmy/263

8. How to solve the problem of household waste in Europe – program ... www.es2.org.ua/?p=13578 ,

9. Deep processing of brown coal to produce liquid fuels and ... <https://books.google.cjm.ua/books?isbn=5040401086>

10. Waste recycling in developed countries. [www.biowatt.com.ua/...](http://www.biowatt.com.ua/)

11. Naumovska O.N., Ronova A. [Ways of solving the utilization and recycling of household rubbish in rural

areas] // Tehniko-tehnologicheskie aspekty rozvytku ta vyprobuvannja novoji tehniky i tehnologiji dlja silskogo gospodarstva Ukrainy [Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine] – 2013. – Output.17 (2). – С. 335– 340. Retrieved from: :http:// nbuv.gov.ua / UJRN/ Tbar 2013 – 17(2) - 44(Ukr.).

12. *Mikhailuk V.M.* [Mechanism and kinetic regularities of the process of solid organic waste recycling by high-temperature pyrolysis.] Avtoref. dis. k.t.n, 05.17.08. Nacionalnyj tehnschnyj universytet «Harkivskij politehnschnyj instytut» Ch:2011,18s – . [Author's abstract. dis. 05.17.08 National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"] C: 2011, 18s.] (Ukr.)

13. *Japan “epidemic of purity”...* The unique technology of waste processing is plasma gasification [https:// day.Kyiv.ua/uk/.../yaponsya – epidemiya - chystoty](https://day.Kyiv.ua/uk/.../yaponsya – epidemiya - chystoty)

14. *Waste treatment plants.* Prospects and realities of business

<https://shen.ua/.../zavody-po-pererobotke-othodov-perspektivy-i-realii-biznesa>

15 *Grabovskiy R.S., Dorosh M.M., Dudak R.P.* [Regional system of garbage collection and recycling as a way of solving environmental and economic problems]// Naukovyj visnyk Lvivskogo nacionalnogo universytetu veterynarnoji medycyny ta biotekhnologij im. G.Zhyckogo-[Scientific herald of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after. G. Zhitsky] – 2014. – Т.16, №2 (5). – С.66 – 70). Retrieved from: [https:// nbuv.gov.ua/ UJRN/ hvnlntu 2014 162\(5\)13](https://nbuv.gov.ua/UJRN/hvnlntu 2014 162(5)13). (Ukr.).

Получено 10.04.2019

Received 10.04.2019