

Termiczna utylizacja odpadów

Tadeusz Piecuch
Politechnika Koszalińska

Recenzent: poseł Seweryn Jurgielaniec
Sejmowa Komisja Zdrowia Sejmu RP Warszawa

1. Wstęp

Obecnie sprawa budowy spalarni odpadów stała się przedmiotem licznych dyskusji i sporów pomiędzy zwolennikami a przeciwnikami takiej inwestycji. Za tymi sporami kryją się często duże pieniądze inwestora, ambicje polityczne działaczy partyjnych oraz pretekst do demonstracji ruchów ekologicznych. Strona pozostająca w opozycji do aktualnie sprawujących władzę partii politycznych, nawołuje często do referendum - co oznacza stawianie na populizm, szermowanie hasłami demagogicznymi i odwoływanie się do głosu tłumu, który to tłum jako zbiór osób nie jest kompetentny do ferowania opinii merytorycznej w tak skomplikowanej sprawie techniczno-ekonomiczno-organizacyjnej. Bywa odwrotnie i tak, że władza lokalna jest niekompetentna i forsuje budowę spalarni - która akurat na danym terenie ze wszystkich powodów jest inwestycją nie do przyjęcia.

Autor był wielokrotnie zapraszany na takie spotkania - zarówno z radnymi gmin i miast a także z tłumem zwołanym na wiecowanie do lokalnych kin, domów kultury itp.

Dlatego niniejszy artykuł Autor dedykuje właśnie parlamentarzystom, pracownikom Ministerstwa Ochrony Środowiska, Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska i wszelkim władzom lokalnym, samorządowcom oraz różnego rodzaju ruchom ekologicznym a także pewnym ustosunkowanym cwaniakom, którzy na tego typu inwestycjach chcą zbić prywatny kapitał - bacząc jedynie na szybki zysk.

Jest też sprawą niesłychanie przykrą i to, że w tej kwestii wypowiadają się różni ludzie, mieniając się autorytetami - a tymczasem nie znają kompleksowo tego zagadnienia spalania odpadów. Niestety jest i to, iż robią to czasem osoby z tytułem profesora. Otóż, nie tak dawno w prasie (dzienniku) ukazał się wywiad, w którym taki profesor nawoływał ogólnie do spalania plastyków -

potem próbował to prostować, niby uściślać ale informacja poszła w świat robiąc wiele szkody społecznej.

Dlatego niniejsze kompendium wiedzy na ten temat przedstawione poniżej wydaje się być konieczne ku przestrodze.

2. Spaliny

Problem zanieczyszczenia powietrza spalinami w wyniku termicznej likwidacji i utylizacji odpadów organicznych jest od strony analizy skutków skażenia powietrza takimi spalinami, zbliżony do tegoż problemu wynikającego z normalnego funkcjonowania szeroko rozumianej energetyki, która zresztą w Polsce dalej w dużej mierze oparta jest na węglu kamiennym a także brunatnym.

Dopiero jednak od początku lat dziewięćdziesiątych w Polsce dzięki m.in. głównie pracom i publikacjom Adama Grochowalskiego z Politechniki Krakowskiej m.in. [1÷6] oraz Mieczysława Sokołowskiego z Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii m.in. [1,28] a w świecie dzięki publikacjom wielu autorów, lecz głównie badaczom japońskim m.in. [29,30] - w sposób znaczący, zaczęto brać pod uwagę i wyodrębnić niezwykle toksyczne zanieczyszczenia występujące w spalinach a mianowicie

- polichlorowane dibenzodioksyny, PCDD,
- polichlorowane dibenzofurany, PCDF.

Wcześniej, przez wiele lat - określając zanieczyszczenie organiczne powietrza, odnoszono je ogólnie najczęściej do sumy węglowodorów lub też sumy węglowodorów aromatycznych, nie wyodrębniano w nich jednak, wyżej wymienionych z nazwy tych niezwykle toksycznych związków, zwanych skrótowo dioksynami i furanami.

Te najbardziej toksyczne związki, należące do grupy węglowodorów aromatycznych a dalej do podgrupy zwanej węglowodorami chlorowanymi są zbudowane z czterech pierwiastków:

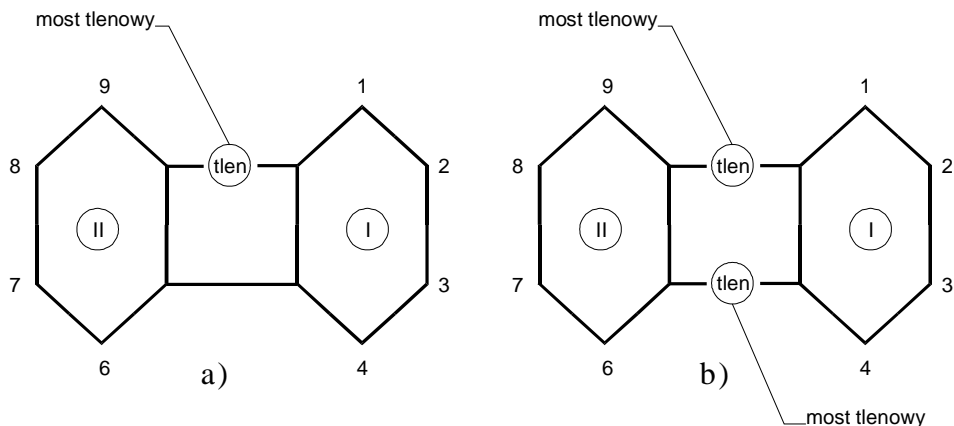
- węgiel - wodór - tlen - chlor -

na bazie dwóch pierścieni benzenowych C_6H_6 , które mogą być połączone jednym (dioksyny) lub dwoma (furany) mostkami tlenowymi, przy równoczesnym podstawieniu chloru.

Możliwe miejsca podstawień chloru we wzorze strukturalnym dioksyn i furanów (naroża wzoru w zapisie strukturalnym) zostały ponumerowane cyframi

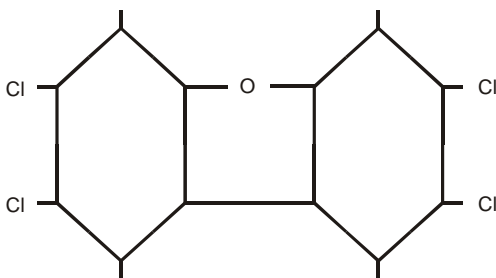
1,2,3,4 (w pierwszym pierścieniu benzenowym I)

oraz 6,7,8,9 (w drugim pierścieniu benzenowy II)



Rys. 1. Ogólne uproszczone schematy wzorów strukturalnych połączeń dwóch pierścieni benzenowych będących podstawą do tworzenia: a) – polichlorowanych lub polibromowanych dibenzodioksyn, b) – polichlorowanych lub polibromowanych dibenzofuranów

Fig. 1. General simplified diagrams of structural formulas of two benzene rings connections which are base for formation of: a) – polichlorinated or polibrominated dibenzodioxins, b) – polichlorinated or polibrominated dibenzofurans



Rys. 2. Ogólny schemat wzoru strukturalnego 2,3,7,8 - chlorodibenzo(para)dioksyny

Fig. 2. General diagram of structural formula of 2,3,7,8 - chlorodibenzo(para)dioxine

tworząc określone polichlorowane dibenzodioksyny lub polichlorowane dibenzofurany. Tych podstawień chloru do struktury dwupierścieniowej benzenu połączonej dwoma lub jednym mostkiem tlenowym może być wiele rozmaitych kombinacji - można podstawić chlor tylko jeden, oraz więcej niż jeden i to w różne miejsca.

W wyniku takich kombinacji podstawień chloru, otrzymujemy aż 75 różnych typów tzw. izomerów polichlorowanych dibenzodioksyn oraz 135 różnych typów czyli izomerów polichlorowanych dibenzofuranów.

Badania wykazały, że największą trucizną spośród znanych dioksyn jest 2,3,7,8 - chlorodibenzo(para)dioksyna, której działanie trujące jest 10.000 razy

silniejsze niż przykładowo cyjanku potasu [28]. Takie porównanie wg Grochowalskiego jest jednak dyskusyjne, gdyż cyjanki działają szybko a dioksyny i furany stopniowo i długo [7].

Właśnie ta dioksyna stała się pewną umowną bazą do tzw. oznaczeń sum polichlorowanychdibenzodioksyn i polichlorowanychdibenzofuranów jako tzw. toksyczność ekwiwalentna danej analizowanej próbki (wskaźnik ITEQ - International Toxic Equivalent).

Ten ekwiwalenty wskaźnik dla ww. izomeru najbardziej toksycznej dioksyny przyjęto umownie równy 1 i stanowi ta wartość 1 poziom odniesienia dla wszystkich pozostałych znanych izomerów. Chemicy organicy analitycy ustalili jaki ułamek toksyczności reprezentuje więc każdy inny izomer w stosunku do wartości 1. Chemicy analitycy (np. A. Grochowalski) sumują najczęściej tylko ekwiwalentnie 17 najbardziej toksycznych dioksyn i furanów [7].

Przykładowo najmniej toksycznym izomerem a więc najmniej toksyczną polichlorodibenzodioksyną jest, 1,2,3,4,6,7,8,9 - chlorodibenzodioksyna; tu ponieważ chlor jest podstawiony do wszystkich 8 miejsc (naroży) wzoru strukturalnego - zwana także oktachlorodibenzodioksyną.

Jej toksyczność to 0,001 toksyczności tej najbardziej trującej dioksyny, tzn. 2,3,7,8 - chlorodibenzo(para)dioksyny (zwanej też tetrachlorodibenzodioksyną).

Wreszcie trzeba zaznaczyć, że negatywną funkcję chloru w tworzeniu dioksyn i furanów może przejąć jako wymiennik chloru inny pierwiastek a mianowicie brom.

W związku z tym mamy odpowiednio analogiczne polibromowane dibenzodioksyny i polibromowane dibenzofurany (PBDD oraz PBDF).

Różne badania wykonane w laboratoriach całego świata nad możliwością zniszczenia czyli destrukcji tych dioksyn wykazały, że najważniejszymi parametrami, które przy ich odpowiedniej wartości niszczą strukturę tych związków są:

- wysoka temperatura procesu spalania (w odniesieniu głównie do temperatury tzw. dopalania spalin),
- dostatecznie długi czas działania wysokiej temperatury.

W związku z powyższym, producenci spalarni zaczęli z różnym lecz na dzisiaj raczej miernym skutkiem podnosić temperaturę procesu i wydłużać czas jego trwania.

Podnoszenie temperatury procesu nie jest łatwe, gdyż uzależniona jest temperatura wprost od wartości opałowej paliwa czyli tutaj odpadów a więc z góry narzucona rodzajem odpadów. Aby natomiast wydłużyć czas dopalania spalin dobudowuje się w spalarniach tuż za komorą paleniska (może być ono komorowe lub bębnowe), tzw. komory dopalania. Zatem im są większe te ko-

mory tym dłuższy jest czas przebywania w nich spalin, lecz także im są większe, tym bardziej rosną koszty inwestycyjne spalarni (konieczne jest tu drogie zabezpieczenie żaroodporne).

Otóż w istniejących spalarniach, nawet tych, które nazywa się najnowocześniejszymi, wielkość komór jest taka, że realny czas przebywania w nich spalin prawie nie przekracza 2,5 sekundy a temperatura procesu prawie nie przekracza 1150°C - chociaż w celach marketingowych często katalogi producentów podają temperaturę 1200°C - i do tej wartości 1200°C należy podchodzić z dużą nieufnością.

W związku z powyższym należy zauważyć, że dobre warunki do destrukcji dioksyn i furanów mają miejsce w piecach cementownianych, ogromnych urządzeniach energetycznych o średnicach kilku metrów i długości bębnowych dochodzących nawet do 240 m - a więc urządzeniach, które powodują, iż czas przebywania w nich spalin jest rzędu 8,5 do około 10 sekund a równocześnie temperatura jest rzędu około 1600°C do około 1750°C [9,11,12,13].

Takich warunków oczywiście klasyczne spalarnie nie mają.

Problem jednak polega na tym, że celem pracy pieców cementownianych jest produkcja klinkieru a dosypywanie odpadów organicznych do wsadu może mieć miejsce w zakresie ograniczonym tak, aby nie zakłócić głównego celu pracy pieca - którym jest produkcja dobrego jakościowo klinkieru.

Powszechne zastosowanie na maksymalną skalę pieców cementownianych do utylizacji odpadów miało miejsce już w Stanach Zjednoczonych na początku lat 90-tych. Również tam przeprowadzono na szeroką skalę badania skuteczności takiej likwidacji odpadów także, pod kątem oceny stopnia destrukcji dioksyn i furanów w piecach cementownianych. Wyniki okazały się bardzo dobre i pracując w trakcie badań na najgorszym jakościowo wsadzie odpadów do tych pieców, otrzymano stopień destrukcji tych związków powyżej 99,99975%, m.in. [10].

W Polsce w drugiej połowie lat 90-tych z dobrym skutkiem próby likwidacji znacznej ilości odpadów w piecach cementownianych przy stymulowaniu całością procesu i bieżącą jego kontrolą prowadził zespół badaczy z Politechniki Lubelskiej m.in. [11,12,13] oraz także niezależnie Przedsiębiorstwo Gospodarki Odpadami SANSERW z Gdańska.

Niestety kłopot polega jednak na tym, że nie wszędzie znajdują się cementownie, natomiast budowa pieców cementowych dla samej tylko likwidacji odpadów, na dzisiaj jest przedsięwzięciem niemożliwym ze względów ekonomicznych.

Badania prowadzone w licznych laboratoriach (głównie w USA) wskazują, że zależnie od rodzaju produkowanego klinkieru do pieców cementowniarnych nie powinno dodawać się więcej odpadów, niż 15% masy całości wsadu.

Oczywiście, najlepszą i pełną destrukcję dioksyn oraz furanów można uzyskać w płazmie, gdzie temperatury są rzędu od kilku do nawet 20.000°C - lecz także ogromna energochłonność reaktorów plazmowych na razie uniemożliwia ich powszechne stosowanie (1 KWh to zniszczenie tylko 1 kg odpadów). Reaktory plazmowe stosowane są w najbogatszych krajach świata, głównie do usuwania odpadów radioaktywnych lub czasem likwidacji starych transformatorów i akumulatorów.

Producenci spalarni którzy stanowią bardzo bogatą i bardzo wpływową grupę kapitałową (firmy w Europie głównie niemieckie, francuskie, duńskie, holenderskie, austriackie, szwedzkie i norweskie, które wybudowały w całej Europie w tym również w Polsce rozliczne spalarnie odpadów i które usiłują dalej te spalarnie budować) - ratują się jak mogą, dobudowywaniem coraz to nowych węzłów instalacji oczyszczania spalin, których zadaniem jest nie tylko oczyszczanie spalin z dioksyn i furanów ale także z różnych innych zanieczyszczeń powietrza, m.in. [19].

Odnośnie zawartości dioksyn i furanów ustalane zostają, stale zaostrzane, normy ich dopuszczalnych stężeń. Normy te ustawicznie zmieniają się i to w kierunku ich obostrzenia. Do niedawna najbardziej liberalne normy obowiązywały w krajach o najnowocześniejszej technice - m.in. w Japonii i USA; 2,5 oraz 3,0 ng/m³ stężenia, w Europie np. w Norwegii 2 ng/m³, Austrii 0,5 ng/m³. Obecnie wszystko zmierza do unifikacji - i wg zaleceń Unii Europejskiej - tym dopuszczalnym poziomem jest wartość 0,1 ng/m³. Można tu dodać, iż dioksyny i furany występują w przyrodzie powszechnie na poziomie około 1÷5 ng/kg gleby oraz około 0,1 pg/dm³ wody [26].

W starych spalarniach odpadów oczyszczanie spalin (podobnie jak w elektrociepłowniach) z zanieczyszczeń mechanicznych a więc pyłów, odbywało się najczęściej i do dzisiaj odbywa poprzez tzw. filtry workowe (a więc duże stojące pionowo „odkurzacze”) bądź elektrofiltry [17].

Kolejnym bardzo niebezpiecznym zanieczyszczeniem powietrza są tlenki azotu w ogólnym zapisie NO_x, przy czym tlenek azotu NO to uboczny rezultat spalania w wysokiej temperaturze, natomiast dwutlenek azotu NO₂ to rezultat spalania przy nadmiarze tlenu w niskiej temperaturze [26].

Niestety zło pochodzące z pokazania się tlenków azotu w spalinach polega na tym, że te tlenki wraz ze spalinami łączą się z ozonem a następnie przechodzą w kwas azotowy HNO₃ a ten reaguje z metalami i opada wraz z deszczem w postaci soli. Tlenki azotu także prowadzą do powstawania w powietrzu w wyniku reakcji z węglowodorami, niezwykle toksycznych nad-

tlenków azotanów organicznych. Właśnie te związki powodują niszczenie hemoglobiny i mają własności kancerogenne i mutagenne oraz równocześnie obniżają wartości odżywcze pokarmu poprzez zniszczenie witamin B i A [26].

Kolejnym istotnym i występującym powszechnie typowym zanieczyszczeniem spalin jest bezbarwny gaz o duszącej woni, dwutlenek siarki SO_2 . Największym producentem SO_2 jest energetyka (rząd 1,6 miliona ton na rok w latach 80-tych w Polsce) a dalej hutnictwo, chemia, transport i inne przemysły [17,26].

Na przełomie lat 70 i 80-tych Polska była wskaźnikowo głównym producentem w świecie zanieczyszczeń atmosfery dwutlenkiem siarki, co osiągało wielkości około 4 miliony ton na rok w tych latach [17]. Potem, gdy zamknięto wiele hut i innych zakładów przemysłowych te ilości wyraźnie zmalały, lecz dalej nie są małe i gdyby totalnie zacząć spalać odpady na zasadzie niekontrolowanej powszechności, to problem znaczących i dramatycznych dla przyrody ilości SO_2 w atmosferze znowu powróci.

Podobnie, gdyby przyjąć powszechność spalania odpadów organicznych - powróci problem nadmiernego dodatkowego obok energetyki zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem węgla CO_2 (co spotęguje i tak już istniejący efekt cieplarniany) oraz także zanieczyszczenie powietrza przy okazji (istnieje częściowo niepełne spalanie) bardzo toksycznym, bezbarwnym i bezwonnym gazem, zwyczajowo zwanym czadem - to jest tlenkiem węgla CO m.in. [17].

Oczywiście w spalinach po termicznej likwidacji odpadów pojawia się także gaz bezbarwny o ostrej, duszącej woni tzw. chlorowodór HCl - bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie i tworzący kwas solny [26].

Substytutem chloru w połączeniu z wodorem w formie gazowej jest fluor, tworzący bezbarwny gaz, niezwykle żrący - fluorowodór HF , także łatwo rozpuszczalny w wodzie.

Wreszcie w spalinach mogą się pojawiać metale ciężkie. Najgorsze są jednak ich formy nie związane w postaci pyłków (siarczków, tlenków itp.) lecz w formie gazowej a więc w postaci aktywnej.

Teoretycznie ujmując, w odpowiednio wysokiej temperaturze, każdy metal przechodzi w formę gazową, lecz przyjmuje się umownie w literaturze podział metali na [26]:

- lotne (rtęć),
- półlotne (antymon, ołów, kadm),
- nielotne (pozostałe metale),

wobec temperatury w granicach około $1250^\circ\text{C} \pm 150^\circ\text{C}$ (tzw. względna lotność wobec poziomu temperatury).

Zatem, istnieje realne niebezpieczeństwo pojawienia się par rtęci (jeżeli w odpadach np. szpitalnych są termometry rtęciowe) a także prawdopodobieństwo

pojawienia się antymonu, ołowiu, kadmu, gdy temperatura w palenisku - gdzie likwiduje się odpady, osiągnie wartości powyżej wskazanego rzędu około 1100°C.

Kadm, ołów i antymon podobnie jak rtęć, to pierwiastki niepotrzebne do budowy tkanki ludzkiej i zwierzęcej (tym się różnią od wszystkich pozostałych metali).

Rtęć atakuje komórki mózgowy, cały system nerwowy i powoduje paraliż. Kadm niszczy nerki, powoduje nadciśnienie, zakłóca funkcje rozrodcze. Natomiast ołów i antymon odkłada się i niszczy kości, tkanki miękkie, wątrobę, mózg i szpik kostny. Prowadzi wprost do anemii. Zakłóca pracę czerwonych ciałek krwi jako nośnika tlenu.

Największe szanse pojawiania się metali ciężkich w grupie lotnej i półlotnej są niestety w spalinach pieców cementowanych - jak powiedziano wcześniej skutecznie niszczących dioksyny i furany.

Klasyczny wsad glinokrzemianowy do pieców cementowanych jest naturalnym nośnikiem metali ciężkich wkomponowanych w strukturę tych związków [11,12,13]. Oczywiście powyższe omówienie nie wyczerpuje listy zanieczyszczeń w spalinach, lecz jedynie wskazuje na te najważniejsze ze względu na ich ilość bądź też szczególną toksyczność.

3. Spalarnie odpadów

Klasyczna typowa spalarnia odpadów jest albo komorą z rusztem - który może być stały lub obrotowy, bądź też bębniem stanowiącym palenisko i wówczas mówimy o spalarniach bębnowych [8]. Powietrze do tych palenisk jest podawane najczęściej od spodu oraz w różnych innych miejscach, zależnie od typu i rodzaju konstrukcji paleniska - co potem uzasadniają konstruktorzy jako znamienność konstrukcji i zaletę - a prawda jest często taka, że chodzi o zwyczajne omińnięcie innego patentu.

Oczywiście, już w tym pierwszym węźle a więc w komorze zasadniczego paleniska - gdzie umocowane są stosownie rozlokowane palniki z gazem palącym się płomieniem zapalającym odpady - powstaje wtórny odpad - tzw. żużel popaleniskowy, który stanowi średnio około 25% masy wsadu pierwotnego - oczywiście zależnie od rodzaju likwidowanych odpadów organicznych. Ten żużel trzeba odpowiednio zagospodarować i najlepiej pójść w kierunku jego wykorzystania do prefabrykacji betonów - co oczywiście uruchamia cały proceder badawczy nad oceną toksyczności tych żużli, które mają związek z rodzajem likwidowanych odpadów, a także z problemem ich radioaktywności m.in. [20,21,22,23]. To jest inwestycja w ramach ogólnej inwestycji spalarni.

Następnie spalarnie za tzw. paleniskiem, posiadają tzw. komory dopalania spalin - o których powyżej już wspomniano. Badania wykazały, że dopiero po przekroczeniu temperatury około 1200°C i czasu przebywania spalin w tej

temperaturze powyżej 2,5 (3) sekund rozpocznie się proces destrukcji niektórych i to tych raczej słabiej toksycznych polichlorowanych dibenzodioskyn i dibenzofuranów [26].

Studium literaturowe publikacji w tym zakresie pozwala na oszacowanie, że gdy osiąga się temperaturę rzędu 1200°C i działa ona w granicach 3 sekund, to wówczas około 1/3 najłagodniejszych dioksyn i furanów ulega destrukcji [26].

Kolejnym typowym węzłem oczyszczania spalin - z zanieczyszczeń stałych czyli z pyłów są filtry - jak wyżej wspomniano najczęściej workowe. Worki są jednak niszczone, gdy temperatura spalin jest bardzo wysoka. Dlatego też po drodze stosuje się tzw. wymienniki ciepła, które wykorzystują energię cieplną spalin np. do wytwarzania pary (opływanie tzw. kotłów parowych) lub też bezpośrednio spaliny, przy zbudowaniu stosownej instalacji mogą być medium grzewczym.

Pewnym technicznym problemem jest tu jednak pyłowe a także gazowe (gazy żrące) zanieczyszczenie tych spalin, które dopiero mają wejść w zasadniczy system ich oczyszczania. Czasami więc w miejscach pierwszego węzła filtrów workowych stosuje się elektrofiltry, a potem wykorzystanie energii cieplnej a wreszcie bywa czasem dokładnie odwrotnie, najpierw filtr workowy a potem elektrofiltr - który ma możliwość przechwycenia mikropyłów to jest tak drobnych cząstek których filtr workowy nie złapie - gdyż filtr workowy też musi mieć przepuszczalność tkaniny itd, itd.

Oczywiście w odpylaczach powstaje kolejny wtórny odpad, którym jest frakcja pylista i na których to pyłach, jak wykazały badania, lokują się niestety w znaczącej ilości dioksyny i furany. Taki pył, jako wtórny odpad trzeba znowu zneutralizować aby móc go składować (wiatr, pylenie) i także najlepiej solidyfikować - poprzez tworzenie prefabrykatów lub, co jest częściowo stosowane w energetyce, przekazywać cementowniom (techniczna możliwość odbioru tych pyłów, przez cementownie zarówno w Polsce jak i w świecie jest ograniczona).

Następnie spaliny schładzane i odpylane przechodzą najczęściej do tzw. umownie węzła „zasadowego” który jest nastawiony głównie na likwidację dwutlenku siarki [17,26].

Proces wiązania dwutlenku siarki następuje w wysokich i kosztownych inwestycyjnie wieżach o różnej konstrukcji i różnej jakości ich pracy.

W metodzie tzw. suchej rozpyla się proszek węgla wapnia lub dolomitu, który jest sorbentem dla dwutlenku siarki i w rezultacie otrzymujemy wtórny suchy odpad, który jest najczęściej mieszaniną z dominującą ilością siarczanu wapnia, tlenku wapnia oraz resztek węgla wapnia i dolomitu. Zaletą tej metody jest stosunkowo niski koszt jej stosowania i jak wykazały badania nie najgorsze własności wiążące tak otrzymanego gipsu. Natomiast wadą tej

metody suchej jest stosunkowo niska sprawność wiązania SO_2 w granicach 20÷60%, bardzo duże zużycie sorbentu a więc węglanu wapnia i dolomitu i wreszcie znacząca ilość wtórnego odpadu, który także w formie pyłu należy przechwytać w filtrach workowych.

Zatem pojawia się kolejny, wtórny odpad, który trzeba zagospodarować i to znowu najwygodniej w formie prefabrykatów.

Drugą metodą jest metoda półsucha, polegająca na rozpyleniu kroplel wodorotlenku wapnia w przepływające przez wieże spaliny.

Takie krople reagują natychmiast z dwutlenkiem siarki przechodząc w suche pyłki gipsu. Sprawność metody półsuchej jest wyższa niż suchej, lecz wodorotlenek wapnia jest droższy od kalcytu (węglanu wapnia stosowanego w metodzie suchej) - pojawiają się także znaczące ilości gipsu jako wtórnego odpadu i jak stwierdzili badacze prefabrykatów, gips otrzymany z tej metody półsuchej jest bardziej niejednorodny i ma gorsze własności wiążące od gipsu otrzymanego w metodzie suchej.

Wreszcie trzecią metodą jest metoda mokra polegająca na przepuszczaniu spalin przez wannę w której znajduje się roztwór wodorotlenku wapnia.

Jest to metoda jakościowo lepsza od metody suchej i półsuchej gdyż sprawność pochłaniania dwutlenku siarki wynosi aż 99% i relatywnie do uprzednich metod jest mniej gipsu ale, niestety ten gips pojawia się w postaci zawiesinowego szlamu, który należy odvodnić w obiegu wodno-mułowym, osuszyć itp. a to znowu kosztuje m.in. [14,16].

Problemem technicznym eksploatacyjnie uciążliwym jest zatykanie się instalacji przy transporcie zawiesiny gipsu, korodowanie instalacji a przede wszystkim w tym przypadku spada temperatura spalin poniżej temperatury, która jest odpowiednią dla destrukcji tlenków azotu NO_x .

Trzeba dodać, że przy okazji procesu wiązania dwutlenku siarki, wiąże się częściowo także i dwutlenek węgla ale przede wszystkim wiążą się w dużym stopniu metale ciężkie - pozostaje jednak otwarte pytanie, czy w stopniu wystarczającym.

Mogą bowiem powstawać tu sole tych metali (szczególnie w metodzie suchej) i przechodzić do zawiesinowego ścieku w różnej postaci - zależnie od stężenia wodorotlenku, temperatury reakcji oraz wzajemnych proporcji zanieczyszczeń i pierwiastków wykazujących tzw. chemiczne powinowactwo.

Kolejnym węzłem, który powinien być zastosowany do oczyszczania spalin, a który nie zawsze znajduje się w instalacji spalarni, jest tzw. umownie „węzeł kwaśny” a więc węzeł w rozumieniu nazwy usuwania chlorowodoru ale i także przy okazji fluorowodoru. W węźle tym jako reagent stosuje się wodorotlenek sodu, który jest odczynnikiem droższym od wodorotlenku wapnia. Oczywiście chlorowodór i fluorowodór można wychwytywać i to ma miejsce

łącznie z dwutlenkiem siarki i to najlepiej metodą mokrą. W wyniku reakcji wodorotlenku sodu z chlorowodorem powstaje po prostu chlorek sodu a z fluorowodorem powstaje fluorek sodu. Sole te w roztworze mają silne własności korozyjne i muszą być przesyłane jako ścieki do obiegu wodno-ściekowego spalarni (co znowu podraża jej koszty inwestycyjne i eksploatacyjne) gdzie ściek jest oczyszczany metodami fizycznymi i fizyko-chemicznymi [26].

Kolejnym węzłem, który powinien być w nowoczesnej spalarni, jest węzeł likwidacji tlenków azotu NO_x . Aby mogła nastąpić redukcja NO_x konieczna jest odpowiednio wysoka temperatura od 300 do 450°C. Ale niestety oczyszczanie w uprzednich węzłach spalin już spowodowało, że główny strumień tych spalin wchodzący na węzeł redukcji NO_x ma zbyt niską temperaturę. Trzeba go zatem podgrzać, a to znowu kosztuje w aspekcie inwestycyjnym - bowiem medium grzewczym dla strumienia głównego już podczyszczonych spalin może być - w wyniku budowy dodatkowej instalacji wymiennikowej ciepła - strumień spalin pierwotnych.

Stosowanymi metodami redukcji NO_x w spalinach są [26]:

- wprowadzanie tlenu do powietrza wtórnego,
- wprowadzenie azotu do powietrza wtórnego,
- wprowadzenie amoniaku NH_3 do spalin jeszcze przed filtrem pyłowym,

oraz stosunkowo najlepsza jakościowa metoda najczęściej stosowana to jest;

- wprowadzając amoniak do uprzednio podczyszczonych spalin.

Metody te wymagają jednak obecności katalizatorów, którymi są drogie importowane ze strefy dolarowej tlenki wolframu WO_3 , wanadu V_2O_5 oraz tytanu TiO_2 . Okazuje się, że jeżeli nie stać nas na takie katalizatory, to aby redukcja NO_x była skuteczna, temperatura procesu redukcji musiałaby być rzędu 850 do 1000°C [26].

Szczególnym przypadkiem, stanowiącym trudny problem technologiczny dla prawidłowego wychwycenia i zneutralizowania, są pary rtęci. Rtęć można unieszkodliwić ogólnie w warunkach utleniających, które są pozytywne dla procesu przechwytywania rtęci głównie w związek dwu chlorku rtęci HgCl_2 który jest rozpuszczalny w wodzie przy pH poniżej 6. Metoda ta (umownie metoda pierwsza) znana w literaturze jako metoda QUAS jest znamienna tym, że stosuje się w niej jako reagent nadtlenosiarczan (np. $\text{K}_2\text{S}_8\text{O}_8$ lub $\text{NH}_4\text{S}_2\text{O}_8$) w obecności chlorowodoru [26].

Oto więc mamy sytuację w której usuwamy przykładowo jako gaz żrący w wieży tzw. „kwaśnej” chlorowodór HCl . Tymczasem chlorowodór jest związkiem korzystnym w procesie przechwytywania tą metodą rtęci [26].

Drugą umowną metodą przechwytywania rtęci jest metoda sorbcyjna - gdzie reagentem jest sorbent, który stanowi dobrany odpowiednio węgiel aktywny, ale impregnowany najczęściej jodem a czasem, co jest tańsze, kwasem siarkowym lub po prostu siarką (mniej skuteczna) [26].

Wreszcie trzecia metoda znana w literaturze jako MEDISORBON (firma LURGI) polega na zastosowaniu jako reagenta zeolitu (specjalny preparat, silnie porowaty, wytwór ceramiczny z glin krzemianu pokrytego warstwą metalu najlepiej szlachetnego a więc platyny, nieco mniej skutecznego złota, dalej nieco mniej skutecznego srebra i już wyraźnie mniej skutecznych pierwiastków jak miedź a następnie cynk (wykorzystuje się w tej metodzie właściwości rtęci do tworzenia z metalami tzw. amalgamatów) [26].

Dla neutralizacji rtęci niekorzystne są tzw. warunki redukcyjne, które jak wykazały badania tworzą się w obecności dwutlenku siarki i w obecności węgla czyli pyłów węglowych, które to działają w charakterze katalizatora dla reakcji powstawania z HgCl_2 dwuchloru dwurtego Hg₂Cl₂, który łatwo uwalnia rtęć przechodzącą w formę pary.

Wreszcie trzeba tu jednoznacznie stwierdzić, że najlepszym sposobem zapobiegania pojawiania się rtęci w spalinach jest odpowiedni nadzór obsługi spalarni w aspekcie niedopuszczenia do tego, aby we wsadzie do spalarni odpadów znalazła się rtęć - a o to najłatwiej przede wszystkim w odpadach szpitalnych oraz w dalszej kolejności w odpadach komunalnych - domostw (np. stłuczone termometry).

Oczywiście, katalizatory pochodzące z węzła redukcji tlenków azotu (tzn. impregnowane zeolity) a także katalizatory pochodzące z węzła przechwytywania rtęci (impregnowany jodem węgiel aktywny i impregnowany warstwą metaliczną zeolit) - są kolejnymi wtórnymi odpadami, które trzeba zagospodarować.

Zwraca się też uwagę na to, że węgiel aktywny jest drogim odczynnikiem, zważywszy na jego tu znaczne zapotrzebowanie a wreszcie platyna, złoto czy miedź to najdroższe metale.

Oczywiście zeolit pokryty warstwą metaliczną można regenerować - ale jest to proces termiczny w wyniku którego znowu powstają gazy zanieczyszczające powietrze itd. itd. Natomiast odpadowy sorbent, którym jest węgiel aktywny, najczęściej likwiduje się przez jego spalanie w palenisku spalarni - tyle, że wraca znowu problem par rtęci i „koło” się jak gdyby zamyka (pary rtęci zaczynają krążyć w zamkniętym obiegu instalacji oczyszczania spalin danej spalarni).

Wreszcie niezależnie od wyżej wymienionych węzłów technologicznych oczyszczania spalin, pewnej opisanej powyżej wzorcowej spalarni odpadów - powinien tam znajdować się i czasem w konkretnych rozwiązaniach

znajduje się - węzeł sorpcji, ogólnie dla węglowodorów - którym jest kolumna stosownie dobranego węgla aktywnego.

Stosując kolumnę z węgla aktywnego należy pamiętać o tym, iż może ona dobrze pracować w stosunkowo niskich temperaturach, najlepiej poniżej 100°C - zbyt duże temperatury powodują zamozapłon węgla aktywnego. Zatem spaliny przed wejściem na taką kolumnę sorbcyjną trzeba schładzać.

Badania wykazały, że w odniesieniu do tych szczególnych chlorowanych węglowodorów jakimi są polichlorowane i polibromowane dibenzodioskyny oraz polichlorowane lub polibromowane dibenzofurany można spodziewać się przechwycenia przez taką kolumnę w granicach około 30÷40% izomerów tych dioksyn i furanów.

Jeżeli więc przyjmiemy, że w komorze dopalania przy, jak na dzisiejszy stan techniki, super korzystnych warunkach (1200°C, 3 s) zlikwidujemy około jednej trzeciej izomerów dioksyn i furanów a na sorbencie węglowym kolejne 30÷40%, łatwo oszacować, że taka powyżej opisana quasi wzorcowa - dydaktyczna spalarnia odpadów może zniszczyć w przedziale około 60 do 70% niezwykle toksycznych dioksyn i furanów.

Reszta dioksyn i furanów będąca w spalinach przechodzi do atmosfery.

Należy jeszcze nadmienić, że w niektórych instalacjach stosuje się tzw. system bardzo szybkiego schładzania spalin (quench - system) - z kilkuset a nawet więcej stopni do przykładowo poniżej 200°C, co ma utrudniać rekombinacje dioksyn i furanów - gdyż one właśnie najlepiej tworzą się w temperaturze pomiędzy około 350°C a 400°C.

Pozostaje więc otwarte pytanie, czy jest to dużo, czy jest to mało w każdym konkretnym przypadku danej istniejącej spalarni lub projektowanej do uruchomienia w konkretnym terenie spalarni. Analizę toksyczną należy dla tego miejsca prowadzić w odniesieniu do ilości (emisji) wyemitowanych dioksyn i furanów jak i stężenia dioksyn i furanów na danym terenie (imisji).

Firmy produkujące i instalujące spalarnie podają w swych katalogach reklamowych informacje, że przykładowo dane promowane przez nich spalarnie przechwytyują 99% i więcej wszystkich dioksyn i furanów.

Tak się składa, że badania prowadzone w wielu laboratoriach przez uznane zespoły specjalistów wykazały że w przedziale około 90% a nawet więcej dioksyn i furanów jest wiązanych w odpadach wtórnych stałych ze spalarni (pyłach i żużlach). Zatem, producenci spalarni zainteresowani ich wdrożeniem a więc zarabianiem znaczących pieniędzy sprytnie podają właśnie takie wskaźniki w granicach 90 i znacznie więcej % destrukcji dioksyn, gdyż traktują wszystkie wyprodukowane dioksyny i furany globalnie a więc te przechwycone w żużlach, pyłach oraz przechwycone w około 60 do 70% ze spalin.

Tymczasem powyższa analiza i oszacowanie skuteczności pracy instalacji ochrony powietrza takiej wzorcowej spalarni, jak wyżej opisano, odnosi się do założenia, że w wyniku termicznej likwidacji odpadów organicznych pewna część dioksyn i furanów przechodzi do spalin - i tę część potraktowano w niniejszej analizie jako 100% dioksyn i furanów w spalinach.

Gdyby więc zbudowano wyżej opisaną wzorcową spalarnię odpadów z przeciętnie typowym wsadem do takiej spalarni - to około 60÷70% dioksyn, które weszły do spalin i mogłyby potem wejść do atmosfery, opisana powyżej instalacja ochrony atmosfery przechwyci. Natomiast około 30÷40% najprawdopodobniej - niestety nie.

I to trzeba dzisiaj wiedzieć, jeżeli podejmuje się decyzję o budowie pełnej, nowoczesnej - jak opisano powyżej w zarysie, spalarni odpadów.

4. Aspekt ekonomiczny budowy spalarni odpadów

Sprawą o kapitalnym znaczeniu jest ekonomiczny aspekt budowy spalarni odpadów. Zwolennicy budowy spalarni odpadów - jako inwestycji ich zdaniem wcześniej czy później nieuchronnych - wysuwają obok tej zalety spalarni jaką jest niewątpliwie łatwość stosunkowo szybkiego pozbycia się znacznej masy odpadów organicznych - także argument dochodowości wynikającej z uruchomienia spalarni oraz zatrudnienia określonej liczby osób z danego terenu. W warunkach polskich jest to ważne szczególnie na obszarach dużego tzw. strukturalnego bezrobocia.

Studium literaturowe oraz studium dokumentacji bieżącej techniczno-organizacyjnej różnych spalarni wskazuje, iż można w pewnym przybliżeniu przyjąć, że taką bezpieczną granicą znaczącej i pewnej opłacalności eksploatacji spalarni jest jej przerób rzędu 100 tys. ton i więcej odpadów na rok. Ta liczba - nie jest liczbą tonażu małą - masy odpadów, która musi rytmicznie w przeliczeniu dziennym być dostarczana do spalarni a jednocześnie dostawca musi być pewnym i wiarygodnym bieżącym płatnikiem. To zaczyna być np. w polskich warunkach poważnym problemem. Jeżeli przykładowo spalarnia odpadów ma zostać wybudowana w dużym mieście - gdzie decyzją Prezydenta Miasta wszyscy producenci odpadów muszą dostarczać swoje odpady przykładowo do spalarni miejskiej - to ryzyko niepłacenia za dostawy odpadów do likwidacji a więc tym samym ryzyko plajty ekonomicznej takiej spalarni jest mniejsze. Jednocześnie budowa spalarni w miastach jest najmniej prawdopodobna ze względu głównie na brak odpowiedniego miejsca a także ze względu na silne lobby decyzyjne, które na wszelki przypadek woli mieć spalarnię poza miastem (im dalej tym lepiej) niż w mieście.

Natomiast budowa spalarni poza miastami na terenie mniejszych gmin to z drugiej strony łatwiejsza możliwość znalezienia stosownego terenu lecz

niestety jednocześnie to właśnie konieczność przede wszystkim dostarczenia ze stosunkowo odległych miejsc odpowiedniej wystarczającej masy odpadów do likwidacji. Zaczynają więc w tym momencie odgrywać poważną rolę koszty transportu niezależnie od ceny, którą dostawca musi zapłacić w spalarni za dostarczone odpady. Przykładowo dla zaspokojenia tzw. potrzeb własnych neutralizacji odpadów takie gminy (np. na środkowym Pomorzu jak Kalisz Pomorski, Bobolice, Malechowo - gdzie o budowie spalarni dyskutowano itd. itd.) potrzebowałyby spalarni tylko na rząd kilku do maksimum kilkunastu tysięcy ton na rok - a zatem resztę odpadów dla takiej wzorcowej ekonomicznej spalarni trzeba by dostarczyć z sąsiednich gmin. Jednocześnie przy istniejącym w Polsce prawie i systemie zarządzania nikt nie jest w stanie wymusić na sąsiednich gminach obowiązkowość dostaw ich odpadów do gminy w której przykładowo powstanie spalarnia. Same gminy także nie są takim sposobem likwidacji odpadów zainteresowane z prozaicznych przyczyn braku środków finansowych gdyż o wiele tańsze jest składowanie odpadów na lokalnych wysypiskach. Tym samym w takim terenie budowa spalarni staje się nierealna ze względów ekonomicznych. Niezależnie pozostaje tu otwarty problem systemu infrastruktury transportowej, który jest konieczny aby do gminy gdzie wybudowano spalarnie móc dostarczać z innych gmin w promieniu do 100 kilometrów odpady. To oznacza dobudowanie nowych dróg, poszerzenie istniejących oraz ich ciągłe remonty - gdyż nawet istniejące względnie dobre drogi będą ulegały dewastacji. Oczywiście nie do pominięcia jest tu także aspekt ekologiczny - gdyż ludność lokalna nawet w małych gminach potrafi zdecydowanie manifestować przeciwko spalarniom mając w szczególności mocne argumenty przeciwko spalarniom w tych gminach które mają charakter turystyczno-sanatoryjny, rolnictwa ekologicznego lub też są tzw. parkami krajobrazowymi. Zresztą sam transport dużych mas odpadów do takich spalarni w promieniu 100 km także będzie miał negatywny wpływ na środowisko ze względu na dodatkową ilość spalin.

Inicjatorzy budowy spalarni będący forpocztą ukrytych za nimi znaczących wpływowych grup kapitałowo-politycznych forsując budowę spalarni podnoszą często argument bogacenia się danej gminy poprzez m.in. zatrudnienie znacznej liczby ludzi i podają liczbę zatrudnionych dla wzorcowej spalarni o przerobie rzędu 100 tys. ton na rok w granicach od 1200 do 1500 osób. Otóż jest to nieprawdą - tej wydajności spalarnie zatrudniają w granicach około 400 osób. Inwestorzy spalarni bardzo często zjawiając się na danym terenie i reprezentując właśnie poprzez osoby agitatorów określony kapitał, przedstawiają lokalnym władzom szokujące korzystne propozycje budowy spalarni a tym samym i zatrudnienia miejscowej ludności, na zasadzie inwestycji w której jedyną partycypacją danej gminy jest przekazanie aportem na własność danej grupy kapitałowej (jest to zazwyczaj jakaś spółka przyjmująca

określoną nazwę) znaczny obszar ziemi. Jest to podstęp i ogromna pułapka dla lokalnych władz - gdyż często tacy inwestorzy zdają sobie w pełni sprawę, że na danym terenie taka wzorcowa spalarnia nie jest w stanie przerobić przykładowych 100 tys. ton odpadów na rok a zatem po jej uruchomieniu stanie przed alternatywą albo upadłości (wówczas grupa kapitałowa staje się właścicielem znacznej powierzchni terenu - ze względu na sposób formułowania umów) albo też lokalne władze muszą zgodzić się na to aby na ich terenie likwidować odpady tzw. szkodliwe i niebezpieczne pochodzące często nawet z dostaw z zagranicy. Oczywiście, wówczas spalarnia zaczyna zarabiać ale kosztem szeroko rozumianej jednak dewastacji środowiska naturalnego lokalnego. Nie jest bowiem przypadkiem, że bogaci przemysłowcy (najczęściej zagraniczni) nie chcą u siebie na swoim terenie takich odpadów likwidować. Zwracam także uwagę na fakt, że bardzo często są to środki finansowe wątpliwego pochodzenia, lokowane przykładowo w bankach szwajcarskich lub innych, firma inwestor jest rejestrowana przykładowo w Luksemburgu, Monako czy Nowej Gwinei a więc w naszych warunkach jest nie do skontrolowania i oceny wiarygodności. Zatem trzeba mieć na uwadze, że mogą to być tzw. brudne pieniądze, gdzie poprzez spalarnię (podobnie jak poprzez inwestycje w sporcie, kulturze) następuje tzw. pranie tych brudnych pieniędzy.

Należy zdawać sobie sprawę, że taka wzorcowa spalarnia jest to inwestycja rzędu w granicach 90 milionów dolarów z pewnym dużym wahnięciem w górę lub w dół właśnie w zależności od infrastruktury terenu i tego czy przykładowo w danej gminie można jakieś objekty do budowy takiej spalarni adoptować.

Zatem decyzja ewentualna o budowie spalarni musi być poparta opinią niezależnych ekspertów nie mających jakichkolwiek powiązań finansowych z daną grupą kapitałową inwestycyjną - co nie zawsze łatwe jest do stwierdzenia. Równocześnie decyzja o budowie spalarni i wpuszczeniu inwestora musi być poprzedzona zleceniem dla wywiadu gospodarczego o wiarygodności inwestora i źródle, czyli pochodzeniu pieniędzy którymi inwestor dysponuje.

5. Piroliza jako alternatywa dla spalania

Piroliza jest do zespół procesów fizyko-chemicznych, które należy zainicjować i przeprowadzić, aby uzyskać efekt w postaci termicznego rozkładu paliwa stałego, ciekłego lub gazowego, różnego rodzaju węglowodorów tworzących substancje organiczną w odpadach, bez udziału tlenu (powietrza).

Zatem odnosząc się do możliwości powstawania tych niezwykle toksycznych związków, jakimi są polichlorowane dibenzodioxyny i polichlorowane dibenzofurany - brak tlenu jest powodem, dla których te związki nie powstają w procesie pirolizy.

Dzięki działalności Przedsiębiorstwa EKOFORMA z siedzibą w Szczecinie zostały wyprodukowane i zastosowane w wielu miejscach w Polsce pirolityczne utylizatory odpadów typu WPS m.in. [18,24, 25,26,27].

Urządzenia te mają dobre osiągi ze względu na bardzo niską ilość zanieczyszczeń emitowanych do powietrza po spalaniu wytworzonego w nich gazu pirolitycznego. Niestety wadą ich jest wskaźnikowo mniejsza wydajność niż w procesie spalania a jednocześnie powstający w granicach najczęściej od 4 do 8% wtórny odpad tzw. koksik, w którym to gromadzą się najbardziej toksyczne substancje, i który to koksik nie może być składowany luzem na wysypiskach [20,21,22,23]. Konieczne jest tu zabezpieczenie tych odpadów najlepiej w procesie solidyfikacji przy czym informuję ewentualnych inwestorów, że udział tych wtórnych odpadów w mieszance betonowej, z której mają powstawać kostki betonowe nawet najniższej klasy przeznaczone tylko na chodniki i ewentualnie na drogi trzeciej kategorii przy spełnieniu głównego parametru jakościowego wytrzymałości na ściskanie 20 MPa jest rzędu tylko w granicach od 1 do kilku %. To oznacza więc, iż decydując się na zastosowanie pirolizy musimy ponieść jednocześnie znaczący koszt związany z solidyfikacją wtórnych odpadów a potem (najlepiej z wyprzedzeniem), zabezpieczyć stronę techniczno-ekonomiczno-organizacyjną w aspekcie znalezienia odbiorcy tych kostek i wykorzystania tych kostek na lokalne potrzeby [20,21,22,23]. Aby jednak zneutralizować wtórny odpad popirolityczny poprzez solidyfikację przy tak jego małym udziale w mieszance betonowej trzeba zdawać sobie sprawę, że tych kostek wyprodukowanych przy okazji będzie dużo - znacznie więcej niż lokalne potrzeby, w szczególności w perspektywie dłuższego czasu, gdy rynek lokalny na te kostki zostanie nasycony. Wprowadzając więc proces pirolizy jako jeden z węzłów kompleksowego zakładu przeróbki odpadów w danej gminie i w danym powiecie - władze lokalne muszą wszystko powyższe zaplanować w pewnym dłuższym interwale czasowym.

Pewną wadą pirolizy jest także i to, że efektywność jej zastosowania ma miejsce do wybranych grup odpadów, które muszą być wcześniej wyselekcjonowane z całej masy odpadów dostarczonych do takiego zakładu przeróbki odpadów. Do grupy odpadów, których likwidacja poprzez zastosowanie pirolizy jest celowa należą przede wszystkim odpady będące produktami chemii organicznej np. plastyki, opony, farby, lakiery, kosmetyki i inne tworzywa sztuczne. Zaletą ich likwidacji w procesie pirolizy jest to, iż można wykorzystać energię cieplną powstałą ze spalania otrzymanego gazu pirolitycznego - zarówno dla potrzeb wewnętrznych takiego zakładu przeróbki odpadów a także, w zależności od ilości likwidowanych odpadów w procesie pirolizy, do celów energetycznych (grzewczych) dla ewentualnych pobliskich domostw.

Największą zaletą procesu pirolizy i zasadniczą przewagą nad procesem spalania jest to, że dla czystości powietrza piroliza jest w pełni bezpieczna - w tym także w odniesieniu do metali ciężkich z wyjątkiem oczywiście rtęci. Nawet bowiem te półlotne ulatniają się dopiero w temperaturze wyższej niż ta, w której przebiega proces pirolizy.

Takiej pewności w przypadku eksploatacji spalarni dla czystości powietrza nie ma. Natomiast problem wiązania wtórnych odpadów popirolitycznych jak i także wiązania wtórnych odpadów po procesie klasycznego spalania tzw. żużli jest zbliżony i leży głównie w sferze techniczno-ekonomiczno-organizacyjnej.

W Katedrze Technologii Wody Ścieków i Odpadów Politechniki Koszalińskiej wykonano projekty zakładów kompleksowej przeróbki odpadów z zastosowaniem procesu pirolizy dla gmin Pomorza Środkowego Ustronie Morskie, Kołobrzeg, Białogard, Karlino, Jastrowie oraz Miastko. Taki zakład przeróbki odpadów jest usytuowany przy lokalnym wysypisku odpadów przy czym to wysypisko jest wykorzystywane tylko jako jeden z węzłów technologicznych takiego kompleksowego zakładu przeróbki odpadów.

Otóż, taka technologia polega na tym, że dostarczone do zakładu przeróbki odpady, np. z terenu danej gminy, jako odpady komunalno-przemysłowe są sortowane na taśmie przebiegającej na kilka grup odpadów o charakterze surowców wtórnych. Stopień szczegółowości selekcji jest do uzgodnienia, aczkolwiek najczęściej przyjmuje się ich pogrupowanie na: metale, odpady drzewne i tektura, gruz i ceramika, odpady przemysłu chemii organicznej oraz odpady typu BIO stanowiące resztki żywności.

Odpady typu metali (podatne magnetyczne mogą być odzyskiwane w procesie rekuperacji magnetycznej) są dowożone do składnicy złomu - z czego mamy pierwszy mały zysk dla zakładu.

Odpady drzewne i tektura po wysuszeniu mogą stanowić materiał opałowy a w przypadku tektury po jej dodatkowym wydzieleniu stanowić surowiec wtórny odprowadzany do skupu makulatury - znowu otrzymujemy pewien zysk dla zakładu.

Odpad typu gruz i ceramika jest rozdrabniany w kruszarce na terenie zakładu i podawany do betoniarki jako składnik wsadu mieszanki betonowej. Stosowne zapewnienie odbioru powstałych potem prefabrykatów betonowych także daje pewien zysk dla zakładu.

Odpady przemysłu chemii organicznej są likwidowane w procesie pirolizy a powstały gaz jest wykorzystywany w pomieszczeniach socjalnych zakładu lub ewentualnie energia powstała z gazu zbywana jest dla sąsiednich domostw i także przynosi mały zysk. Natomiast powstały w procesie pirolizy

wtórny odpad tzw. koksik jest dosypywany do betoniarki razem z gruzem i odpadami ceramicznymi i neutralizowany poprzez proces jego solidyfikacji.

Wreszcie dopiero ostatni rodzaj odpadów podatny na rozkład biologiczny czyli odpad typu BIO jest przekazywany na wysypisko i tam może podlegać naturalnej kompostacji. Oczywiście taki układ technologiczny znacznie wydłuży żywotność danego wysypiska gminnego lub powiatowego.

Analiza ekonomiczna wykonana dla ww. miejscowości na postawie konkretnych projektów dostosowanych do już istniejących tam wysypisk odpadów wskazała, iż przeciętny koszt przeróbki ww. systemem technologicznym jednej tony odpadów waha się w granicach 30÷70 zł w zależności od nakładu inwestycyjnego i ilości przerobionych odpadów (dociążenia lub niedociążenia systemu). Koszt ten można pomniejszyć o ile będą zyski ze sprzedaży produktów zakładu.

6. Wnioski dla decyzji o wdrażaniu spalarni odpadów

Z przedstawionej powyżej ogólnej analizy najpierw dotyczącej występowania głównych zanieczyszczeń w spalinach ze szczególnym uwzględnieniem występowania w nich polichlorowanych dibenzodiodyn i polichlorowanych dibenzofuranów a następnie opisowej analizy ogólnej metod oczyszczania spalin z tych zanieczyszczeń, można przedstawić poniżej ogólne wnioski, o których powinni pamiętać decydenci podejmujący decyzję o uruchomieniu na danym terenie spalarni odpadów, bądź też o wydaniu decyzji negatywnej dla takiej inwestycji.

1. Nowoczesna spalania odpadów, w której zastosuje się przykładowo po kolei wszystkie znane podstawowe procesy oczyszczania spalin oraz pełną utylizację powstałych podczas oczyszczania spalin różnorodnych odpadów wtórnych i oczyszczania powstałych ścieków w tym ścieków zawiesinowych, jest inwestycją ogromnie kosztowną, tak, że ponad 80% kosztów całej inwestycji to koszt instalacji oczyszczania spalin a potem utylizacji wtórnych odpadów i oczyszczania ścieków.
2. Mając na uwadze toczącą się dyskusję bezkrytycznych orędowników wdrażania spalarni odpadów, którzy w wielu wypowiedziach, a także w artykułach pomniejszają negatywne skutki dla środowiska wynikające z jej uruchomienia z jednej strony, oraz mając na uwadze jednostronne, negatywne stanowisko wobec wdrażania spalarni przez różnego rodzaju organizacje społeczne, partie polityczne tzw. zielonych, a także silne grupy nacisku w samorządach terytorialnych – decydent, który podejmie odpowiedzialną decyzję odnośnie wdrożenia lub niewdrożenia spalarni powinien wiedzieć, że prawda leży po środku tych skrajnych opinii. Oznacza to, że nie jest tak

dobrze ja twierdzą orędownicy spalarni i nie jest tak źle jak mówią przeciwnicy spalarni.

3. Każdą inwestycję typu spalarni odpadów należy rozpatrywać indywidualnie dla danego konkretnego przypadku mając na uwadze następujące sprawy, które leżą u podstaw określonej decyzji:
- czy dysponujemy odpowiednimi środkami finansowymi, które umożliwią nam budowę nowoczesnej spalarni w układzie technologicznym, takim jak to opisano powyżej,
 - czy istnieje, jeżeli spalarnia odpadów ma powstać w mieście - odpowiedni teren (lokalizacja) na tak dużą inwestycję, która jest rodzajem fabryki energetycznej. Oznacza to zabezpieczenie odległości od najbliższych zabudowań w granicach co najmniej 300 m wypełnionych stosowną osłoną przyrodniczą (drzewa itp.),
 - czy zostały dopracowane wszystkie szczegóły techniczno-organizacyjne dot. zagospodarowania wtórnych odpadów i odbioru ewentualnych produktów z tych odpadów (a taka produkcja np. prefabrykatów z odpadów musi być dotowana, gdyż inaczej nie będzie konkurencyjna na rynku),
 - czy ilość odpadów jest na tyle duża, że są one szczególnie uciążliwe do składowania w obrębie miasta lub najbliższej odległości a mówiąc wprost nie ma ich gdzie składować, a termiczna utylizacja odpadów przez spalanie jako szybka i wydajna, jest jedynym ratunkiem dla funkcjonowania miasta,
 - czy jeżeli spalarnia odpadów powstaje nie w mieście lecz w małym miasteczku, gminie lub na obszarze wiejskim - obszar ten jest szczególnie chroniony np. jako park krajobrazowy lub teren sanatoryjny (należy jednak rozróżnić teren rekreacyjno-wypoczynkowy od ściśle sanatoryjnego),
 - czy jeżeli spalarnia odpadów powstanie w małym miasteczku lub na terenach wiejskich - czy nie zagraża rolnictwu ekologicznemu a także zbiornikom wodnym i ujęciom wodnym. Należy tutaj stwierdzić, iż są w Polsce biedne tereny wiejskie, tereny popegeerowskie, tereny o słabych glebach i tereny o dużym bezrobociu i wręcz nędzy zamieszkałych tam ludzi; na takich terenach można rozważyć podjęcie budowy spalarni odpadów, gdyż stanie się ona szansą dla nakręcania koniunktury i znalezienie pracy dla miejscowych bezrobotnych. Określony pewien stopień dewastacji środowiska, którego możliwość wynika z niniejszego artykułu - w takim przypadku może być pomijany, gdy życie ludzi na danym terenie i funkcjonowanie na nim jest beznadziejne. Spalarnia odpadów nie jest emitorem zanieczyszczeń do środowiska gorszym niż koksownie, huty i niektóre fabryki chemiczne. Stosowane też są odniesienia do spalin motoryzacyjnych,
 - jest sprawą niepokojącą, że producenci spalarni w pogoni za znaczącymi dochodami finansowymi, mają na swych usługach dyspozycyjnych rzeczy-

znawców, którzy wydają często niestety nieobiektywne opinie inkasując za to znaczące honoraria z tych firm. Decydent wydający zgodę na uruchomienie spalarni odpadów powinien więc przede wszystkim sprawdzić, zapoznawszy się wcześniej z treścią niniejszego artykułu a więc sprawdzić czy w projekcie spalarni uwzględniono wszystkie wyżej opisane węzły oczyszczania spalin i czy parametry pracy tych węzłów są realne, a nie stanowią jedynie próbę reklamy przed wdrożeniem za „wszelką cenę” (np. czas i temperatura dopalania spalin w komorze dopalania).

4. W przypadku podjęcia decyzji o budowie spalarni odpadów należy w sposób jednoznaczny określić jaką formę będą miały działania zabezpieczające dot. uniemożliwienia przedostania się do masy odpadów przeznaczonych do termicznej likwidacji takich odpadów, które w swej budowie strukturalnej zawierają chlor (przykładowo niektóre odpady plastikowe - PCV, niektóre farby i lakiery itp.). Takie zabezpieczenie nie jest łatwe do realnego wdrożenia, gdyż wymaga ono m.in.
 - jednoznacznej segregacji rodzajowej odpadów przed ich spalaniem (sortowania),
 - ustawicznej, systematycznej kontroli składu chemicznego tych odpadów m.in. na zawartość chloru i ewentualnie fluoru - co jest niezwykle kosztowne aparaturowo i wymaga wysoce wykwalifikowanej załogi w laboratorium; takie laboratorium musi stanowić integralną część (jeden z oddziałów) budowanej spalarni odpadów,
 - należy rozważyć także możliwość np. poprzez wprowadzenie do wyposażenia spalarni czytników kodów kreskowych celem ustalenia producentów niektórych odpadów organicznych - pod kątem kontroli prawdziwości oświadczeń przez producenta składu chemicznego tych wyrobów. Znane są bowiem liczne przypadki, że producenci np. opakowań plastikowych bądź też farb lub lakierów, zaprzeczają używaniu do ich produkcji polichlorowanych związków organicznych (np. PCV), co jest czasem nieprawdą - a podawanie takich nieprawdziwych informacji wynika wprost z pogoni za zyskiem a także jest rezultatem ułatwiania sobie produkcji odnośnych wyrobów (np. są one łatwiejsze do wyprodukowania przy użyciu polichloru winylu),
 - podobne zabezpieczenia muszą zostać poczynione odnośnie niedopuszczania we wsadzie do spalania - rtęci i jej związków (m.in. nie przyjmowania odpadów szpitalnych),
 - sprawą niesłychanie ważną dla zatrudnionej obsługi spalarni, jest po prostu świadomość ekologiczna, która musi wpływać na absolutną rzetelność pracy tej obsługi- w naszych polskich warunkach, mimo wyraźnej poprawy w tym względzie, dalej nie można uznać tą świadomości ekologiczną za wystarczającą.
5. Metodą termicznej utylizacji odpadów, która jest na pewno lepsza jakościowo od klasycznego spalania, jest piroliza odpadów, która wypiera obecnie spalanie odpadów.

6. Tak jak dzisiaj piroliza odpadów wypiera spalanie odpadów, tak kiedyś w bliżej nieokreślonej przyszłości, reaktory plazmowe będą wypierać reaktory pirolityczne (jest to odniesienie się do temperatury procesu, która w plazmie jest ogromna - co nie zmienia faktu, że charakter plazmowej destrukcji odpadów może być i tlenowy jak i pirolityczny).

Literatura

1. **Grochowalski A., Wybraniec S., Górski L., Sokołowski M.:** Solid phase extraction and capillary GC-ECD analysis of polychlorinated dibenzo-p-dioxins in chlorinated phenols. Chem. Anal. (Warsaw), 38, 279-286, 1993.
2. **Grochowalski A.:** Metody poboru próbek i współczesne techniki analiz w oznaczeniu dioksyn w oparciu o aktualne normy międzynarodowe i własne doświadczenia. I Ogólnopolskie Sympozjum - Dioksyny - Człowiek - Środowisko, Kraków, 22-23.09,1994.
3. **Grochowalski A., Chrzęszcz R., Wybraniec S.:** Determination of PCDF_s/PCDD_s in ambient air from Cracow city. Poland. Organohalogen Compounds Vol. 21, 321-326, 1995.
4. **Grochowalski A.:** Metody analityczne w oznaczeniu toksycznych zanieczyszczeń środowiska wynikających z gospodarowania odpadami. Seminarium nt. „Analiza gazów emitowanych przez składowiska odpadów” Kraków 23.10.1996r. Wydawnictwo Komisji Analityki Odpadów Komitetu Chemii Analitycznej PAN oraz Instytutu Fizyki Jądrowej AGH Kraków.
5. **Grochowalski A.:** Metody analizy próbek wodnych na zawartość polichlorowanych dibenzodioksyn i dibenzofuranów. Sympozjum nt. „Problemy analityczne oznaczania substancji rakotwórczych w wodach” Organizator; Zakład Chemii i Biologii Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Warszawa 28.10.1997.
6. **Grochowalski A. i inni:** PCDD/F Mass Concentration in Residues from Incineration of Medical Wastes in Poland. Organochlorine Compounds 27, 42-46, 1996.
7. **Grochowalski A.:** Problemy analityczne oznaczania polichlorowanych dibenzodioksyn i dibenzofuranów. Zeszyty naukowe Politechniki Koszalińskiej Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska. Seria Inżynieria Środowiska Nr 16. Rok 1999, stron 59. Monografia.
8. **Lorber K.E., Nelles M., Tesch, Ragossing A.:** Energetische Verwertung von Abfall in Verbrennungsanlagen. Zeszyty Naukowe Politechniki Koszalińskiej Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska. Nr 17, Rok 1999, stron 86. Monografia.
9. **Lorber K.E.:** Recovery of Materials and Energy From Waste in Austrian Cement Works. Kluwer Academic/Plenum Publishers - Environmental Science Research - Volume 58, 200, pp. 19-28, New York.
10. **Michel R. Benoit.:** Wykorzystanie odpadów jako paliwa w piecach cementowych. Międzynarodowa Konferencja nt. „Termiczna utylizacja odpadów” Organizator SiTPCh. Szczecin oraz KR der L - Düsseldorf, Międzyzdroje, 8/10 maj 1996.

11. **Pawłowski L., Kotowski M., Kotowska U., Czechowska A.:** Utilisation of Sewage Sludge in Cement Kilns. Kluwer Academic/Plenum Publishers - Environmental Science Research - Volume 58, 2000, pp. 41÷54, New York.
12. **Pawłowski L.:** Neutralisation of Wastes in a Cement Kiln. Kluwer Academic/ Plenum Publisehr - Environmental Science Research - Volume 58-2000, s. 1÷10. New York.
13. **Pawłowski L., Kozak Z., Gierżatowicz R., Dudzińska M. R.:** Neutralisation of Hazardous Wastes Combined with Clinker Manufacturing. Kluwer Academic/Plenum Publisher - Environmental Science Research - Volume 55, 1998, pp. 165÷172, New York.
14. **Piecuch T.:** Badania procesu sedymentacji grawitacyjnej zawiesiny z instalacji neutralizacji gazów i ochrony atmosfery. Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej nr 114, 1980.
15. **Piecuch T.:** Utylizacja odpadów przemysłowych. Podręcznik. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, 1996.
16. **Piecuch T., Anielak A.:** Filtracja suspensji pochodzących z odpylaczy w wirówce filtracyjnej. Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej nr 114/1980.
17. **Piecuch T., Anielak A., Radzikowski W., Barańska A.:** Ochrona powietrza. Podręcznik Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, 1981.
18. **Piecuch T., Cierpisz Z., Waluś J., Knapek P., Dąbrowski J., Kościerzyńska-Siekan G.:** Opinia o przydatności Konwekcyjnych Utylizatorów Odpadów Typu WPS 350 i 1000 pod kątem ich ekologicznego, konkurencyjnego zastosowania na terenie województwa koszalińskiego. Katedra Technologii Wody, Ścieków i Odpadów Politechniki Koszalińskiej. Praca nr BZ-501.01.710, listopad 1996.
19. **Piecuch T., Dąbrowski T., Waluś J., Gulczyńska B.:** Instalation of container incinerator produced by Danish company CHEMCONTROL in DAEWOO-FSO-MOTOR car factory in Warsaw. VI Międzynarodowe Sympozjum „Zintegrowane Systemy Ochrony Środowiska”, organizator OPW Ekochem SiITPCh Szczecin oraz Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN-Dusseldorf, Szczecin, maj 1998.
20. **Piecuch T., Dąbrowski T., Kondraciuk P., Kościerzyńska-Siekan G.:** Badania odcieku oraz opracowanie metody neutralizacji i utylizacji wtórnego odpadu po termicznej likwidacji wybranych grup odpadów przemysłowych. Praca BZ-501.01.43, Politechnika Koszalińska lipiec 1998.
21. **Piecuch T., Piekarski J., Rapacz A., Szyrocyński R., Macieik L., Koszel B.:** Próba możliwości utylizacji odpadowych pyłów drzewnych oraz pyłów lotnych energetycznych do produkcji betonów. Krajowa Konferencja „Inicjatywy Gospodarcze i Legislacyjne w Zakresie Zarządzania środowiskiem”. Organizator - Komitet Inżynierii Środowiska PAN, Kraków, 12/13 wrzesień 1996.
22. **Piecuch T., Rapacz A.:** Analiza techniczno-ekonomiczna możliwości uruchomienia produkcji kostek typu POLBRUK przy wykorzystaniu pyłów lotnych z MEC Kołobrzeg. Zeszyty Naukowe Politechniki Koszalińskiej Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska - Seria Inżynieria Środowiska nr 11/1996.
23. **Piecuch T., Szyrocyński R., Macieik L., Koszel B.:** Wskazanie możliwości utylizacji pyłów lotnych MEC Kołobrzeg pochodzących z instalacji odpylania. Zeszyty

- Naukowe Politechniki Koszalińskiej Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska - Seria Inżynieria Środowiska Nr 11/1996.
24. **Piecuch T.:** Opinia nt. występowania metali ciężkich w gazach powstających podczas termicznego (pełna piroliza) unieszkodliwianie odpadów medycznych w konwekcyjnych utylizatorach WPS. Katedra Technologii Wody, Ścieków i Odpadów Politechniki Koszalińskiej. Praca BZ-501.01.30.98 - czerwiec 1998.
 25. **Piecuch T., Dąbrowski T., Hryniewicz T., Żuchowicki W.:** Polish Made Pyrolytic Convective Waste Utilizer of WPS Type. Structure, Principle of Operation and Evaluation Problem of Residue Management After Thermal Waste Utilization. Journal of Solid Waste Technology and Management. Volume 26, Nos 3&4, pp. 168÷186. November 1999, Philadelphia.
 26. **Piecuch T.:** Termiczna utylizacja odpadów i ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej. Podręcznik, stron 444, 1998.
 27. **Piecuch T.:** The Pyrolytic Convective Waste Utiliser. Kluwer Academic/Plenum Publisher - Environmental Science Research - Volume 58, 2000, pp. 91÷102, New York.
 28. **Sokołowski M.:** Dioksyny - ocena zagrożeń środowiska naturalnego oraz metody ich wykrywania. Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii. Broszura wydawana przez PIOŚ - Wydawnictwo WARJNTECH, Warszawa 1994.
 29. **Yoshimura H., Masuda Y.:** Approach to Risk Assessment of Chlorinated Dioxins from Yusho PCB Poisoning. Organohalogen Compounds 21, pp. 11÷11 1994.
 30. **Yoshimura H., Masuda Y., Hori Y., Kuratsune M., Okumara M. Yusho A.:** Human Disasters Caused by PCBs and Related Compounds. Kynshu University Press, Fukuaka 1996, ISBN 4-87378-431-x, stron 361.

Thermal Wastes Utilisation

Abstract

Currently, the issue of building the waste incineration plant became the topic of numerous discussions and disputes between supporters and opponents of such investment. Big sums of money from investor, political ambitions of activists and pretext for demonstrations of ecological movements are hidden behind those discussions. The side opposite to currently ruling political parties often exhorts to referendum: this means betting on populism, bandying with demagogic watchwords and referring to the voice of the crowd, which is not competent (as a group of people) to pass content-related opinion in such complicated technically and economically issue. It happens on the opposite that local authorities are incompetent and push building incineration plant, which on given terrain is an investment that can not be accepted because of many reasons.

The author many times was invited on such meetings – both with councillors of communes and towns and also with the crowd called together for mass meetings in local cinemas, community centres etc.

That is why I dedicate this paper to the members of parliament, employees of Environment Protection Ministry, environment protection inspection and all local authorities, local government members and also to different kinds of ecological movements and certain well-connected smooth operators, who want to make private fortune on such kind of investments, only watching out for a quick profit.

On the basis of analysis, first concerning incidence of combustion gases main contaminants especially taking into consideration occurrence of polychlorinated dibenzodioxins and polychlorinated dibenzofurans and then general descriptive analysis of methods of those contaminants removal from combustion gases, the Author gives general conclusions, which people deciding to build or not to build waste incineration plant in the given area should take into consideration.

1. Modern waste incineration plant, which uses for example in turn all known basic processes of combustion gases treatment and full utilisation of different wastes and full treatment of wastewater including suspension wastewater arising during combustion gases treatment, is a huge investment and over 80% of all costs of the investment are costs of combustion gases treatment installation and then utilisation of secondary wastes and wastewater treatment.
2. Taking into consideration running discussion of uncritical supporters of introducing wastes incineration plants, who in many statements and also in articles diminish negative impact on the environment of the running wastes incineration plant on one side and taking into consideration one-sided, negative stance of many social organisations, political parties (so called greens) as well as strong lobbies in local governments concerning initiation of wastes incineration plant – a person, who decides to initiate wastes incineration plant or not should know, that truth lies in between of the both extreme opinions. This means that it is not as good as supporters of wastes incineration plants say and it is not so bad as opponents of wastes incineration plants claim.
3. Every investment of wastes incineration plant should be considered individually for each given case, taking into consideration following issues laying in the basis of the given decision:

- do we have enough money to build a modern wastes incineration plant which has a technological system, such as described above?
- is there (if wastes incineration plant will be built in a town) a proper terrain (location) for such big investment, which is a kind of energetical factory? This means necessity of securing at least 300 m of protection zone with natural shield (trees etc.) from houses in the neighbourhood?
- are all technical and organisational details concerning management of secondary wastes and collection of possible products from secondary wastes (and such production of e.g. prefabricated units from wastes has to be subsidised or otherwise it will not be competitive on the market) “polished up”?
- is the amount of wastes big enough to make them especially troublesome to be stored inside borders of the town or near it and saying outright there is no place to store wastes, thermal wastes utilisation (wastes incineration) as a quick and efficient is the only rescue for the town functioning?
- when wastes incineration plant is built not in a big town but in a small one, small commune or in the rural area – is this area specially protected for example as a landscape park or sanatorium area (it is necessary to distinguish recreational and holiday area from sanatorium area)
- when wastes incineration plant is built in a small town or in the rural area – does it threaten ecological agriculture as well as water reservoirs and water intakes? It is necessary to state here that there are in Poland poor rural areas, post state-owned farms areas, areas with poor soils and areas with big unemployment and misery of people living there. In these areas making decision about building waste incineration plant may be considered, because it will become a chance to improve economic conditions and a chance for local unemployed to find a job. A certain degree of the environment devastation, which possibility results from this paper – in such case may be omitted because life and functioning of local inhabitants are hopeless. Wastes incineration plant is not worse emitter of contaminants than coke plants, steelworks and some chemical factories. There are also references to motor exhaust fumes,
- it is a disturbing matter, that producers of wastes incineration plants in pursuit of significant financial profits, have employed deferred experts, who give not objective opinions, collecting significant fees from those producers. A decision-maker who gives permission for building a wastes incineration plant should at first check, after reading this article, if project of the wastes incineration plant includes all described in this paper stages of combustion gases treatment and whether parameters (e.g. time and temperature of gases

combustion in the combustion chamber) of the processes used in particular stages are real (whether they are only an attempt of advertisement before putting into practice at all costs).

4. When decision to build a wastes incineration plant is made it is necessary to unambiguously define the form of protecting activities which will ensure that in wastes destined for the thermal liquidation there will be no wastes which in their chemical structure include chlorine (e.g. some plastic wastes – PVC, some paints and varnishes etc.). Such protection is not easy to be put in the practice and it requires, among other things:
 - ambiguous generic segregation of wastes before they are incinerated (sorting),
 - persistent and systematic control of wastes chemical composition (inter alia to check chlorine and in some cases fluorine content). The apparatus to do this is extremely expensive and requires highly qualified staff in the laboratory and such laboratory has to be an integral part (one of departments) of built wastes incineration plant,
 - possibility of identification of some kinds of organic wastes producers should be considered, e.g. by introduction of pattern code scanners in the waste incineration plant to control veracity of producers' statements of the product chemical composition. There are many examples that show the producers of e.g. plastic packaging or paints or varnishes, deny using polychlorinated organic compounds (e.g. PVC) during their production, and this is not truth – and giving such untrue information results from pursuit of profits and sometimes results from making production of such products much easier (e.g. they are much easier produced when polyvinyl chloride is used),
 - similar activities must be undertaken to avoid the content of mercury and its compounds in wastes which will be incinerated (among others avoiding receiving of medical wastes),
 - extremely important matter for employed wastes incineration plant personnel, is their ecological awareness, which has to influence the work reliability of the personnel. Under Polish conditions this awareness is not sufficient enough, despite clear improvement in that regard.
5. Pyrolysis of wastes is a method of thermal wastes utilisation which is for sure qualitatively better than classical incineration. Pyrolysis currently squeezes out wastes incineration.