

Grażyna Totczyk

CHARAKTERYSTYKA ZANIECZYSZCZEŃ EMITOWANYCH PRZEZ ZAKŁADY TERMICZNEJ UTYLIZACJI ODPADÓW MEDYCZNYCH

Streszczenie. Odpady medyczne generowane są głównie przez ośrodki służby zdrowia, zakłady weterynaryjne, badawcze, farmakologiczne i laboratoria. Zalicza się je do grupy odpadów niebezpiecznych, gdyż stwarzają możliwość skażenia epidemiologicznego środowiska patogenami i bakteriami chorobotwórczymi. Obowiązująca ustawa, wraz z wprowadzoną obecnie nowelizacją zezwala na unieszkodliwianie odpadów medycznych metodami, które przekształcają je zapewniając w rezultacie zawartość węgla organicznego nieprzekraczającą 5%. Podstawową metodą utylizacji odpadów medycznych jest ich spalanie. Metoda ta skutecznie zwalcza mikroorganizmy oraz znacznie zmniejsza objętość i masę odpadów. Wadą spalania odpadów jest emisja szeregu substancji toksycznych tj. pyły, SO₂, CO, HCl, HF, metale ciężkie oraz chloropochodne węglowodorów tj. dioksyiny i furany. W związku z tym w spalarniach odpadów medycznych konieczne jest stosowanie wysokosprawnych urządzeń filtrujących oraz prowadzenie ciągłego monitoringu jakości spalin.

W artykule scharakteryzowano zanieczyszczenia emitowane podczas termicznej utylizacji odpadów medycznych. Omówiono przykładowy ciąg technologiczny funkcjonującej w naszym kraju spalarni odpadów medycznych wraz z instalacją oczyszczającą spaliny oraz przedstawiono wyniki badań emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

Słowa kluczowe: utylizacja odpadów medycznych, spalarnia, spaliny.

WPROWADZENIE

Odpady medyczne powstają podczas diagnozowania, leczenia i profilaktyki medycznej prowadzonej zarówno w placówkach lecznictwa otwartego jak i zamkniętego. Zalicza się do nich również odpady powstające w związku z realizacją badań i doświadczeń naukowych w zakresie medycyny.

Zgodnie z ustawą o odpadach [10] należą one do odpadów niebezpiecznych, a na podstawie obowiązującego rozporządzenia w sprawie katalogu odpadów [4] zaliczane są do odpadów o kodzie 18. Takie zaszeregowanie odpadów medycznych wymaga określonych sposobów postępowania [9] i stosowania określonych metod ich utylizacji [7, 8]. Nowe przepisy prawne [11] zezwalają na unieszkodliwianie zakaźnych odpadów medycznych metodami, które prowadzą do obniżenia zawartości ogólnego węgla organicznego do 5% w tych odpadach. Jednocześnie zakazuje się ich unieszkodliwiania przez współspalanie. Jednym z dopuszczalnych i zarazem skutecznych spo-

Grażyna TOTCZYK – Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

sobów przekształcania odpadów medycznych jest ich termiczna utylizacja. Zalicza się do niej spalanie odpadów przez utlenianie oraz pirolizę, zgazowanie i proces plazmowy, o ile substancje powstające podczas tych procesów są następnie spalane.

Wszystkie procesy termicznej obróbki odpadów powodują emisję zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego. Jednak przy aktualnym stanie techniki uciążliwość procesu termicznej utylizacji odpadów dla środowiska może zostać zminimalizowana poprzez inwestowanie w urządzenia ochronne i zabezpieczające.

CHARAKTERYSTYKA PRODUKTÓW TERMICZNEJ UTYLIZACJI ODPADÓW MEDYCZNYCH

Skład ilościowy i jakościowy produktów termicznej utylizacji odpadów zależy od wielu czynników, wśród których podstawowymi są: skład przekształcanych odpadów i rodzaj stosowanych procesów termicznych.

Odpady medyczne, w zależności od sposobu gromadzenia i prowadzonej segregacji, mogą stanowić bardzo zróżnicowaną mieszaninę odpadów tj. resztki żywności, opakowania, leki, odczynniki, zainfekowane biologicznie narzędzia i opatrunki, odpady pooperacyjne. Wśród odpadów obecne są tworzywa sztuczne, i inne substancje zawierające chlor, który przyczynia się do powstawania toksycznych związków chloropochodnych tj. dioksyny i furany. W odpadach znajdują się także metale ciężkie zawarte np. w narzędziach chirurgicznych czy igłach. W procesach wysokotemperaturowych wchodzą one w reakcje tworząc produkty często bardziej toksyczne od pierwotnych.

Podczas termicznej utylizacji odpadów medycznych stosowane są dwa zasadnicze procesy uwęglania i spopielenia [1, 2, 12].

Proces uwęglania (pirolizy) polega na termicznym rozkładzie substancji organicznej w przedziale temperatur ok. 250 – 900°C bez dostępu tlenu. W procesie powstają stałe, płynne i gazowe produkty, toksyczne dla środowiska, które nadal posiadają właściwości palne. Fazę stałą stanowią: koks pirolityczny, substancje obojętne oraz pyły ze znaczną zawartością metali ciężkich. Faza płynna to kondensaty wodne i oleiste, składające się z mieszaniny olejów, smół, wody oraz składników organicznych tj. kwasy i alkohole. Fazą gazową, jest tzw. gaz pirolityczny (wytleny), który zawiera przede wszystkim parę wodną, wodór, metan oraz etan (i ich homologi), wyższe węglowodory alifatyczne, tlenek i dwutlenek węgla oraz inne związki gazowe (również chlorowane), jak: H_2S , NH_3 , HCl , HF , HCN . Stałe i ciekłe produkty uwęglania poddawane są procesowi zgazowania. Gaz pirolityczny, ze względu na właściwości palne, wykorzystywany jest na terenie zakładu, a pozostałe produkty gazowe są odprowadzane.

Proces spopielenia jest procesem rozkładu substancji palnych stałych, który może przebiegać z ograniczonym dostępem tlenu tzw. proces zgazowania lub przy nadmiarze dostępu tlenu tzw. spalanie. Oba procesy przebiegają z udziałem pirolizy.

W wyniku procesu spopielenia uzyskuje się produkt stały tzw. popiół, będący substancją prawie zupełnie pozbawioną palnych związków organicznych.

Proces zgazowania należy do procesów częściowego spalania, podczas którego w temperaturze ok. 700 °C paliwo stałe przechodzi w gazowe. Jako czynnik zgazowujący wykorzystywany jest tlen, powietrze, para wodna, węglowodory i dwutlenek węgla. Produktami zgazowania są gaz palny, ciecze oraz substancje mineralne.

Proces spalania przebiega wielofazowo, dlatego przy organizacji tego procesu należy uwzględnić czas przebiegu każdej fazy.

Produkty procesu spalania zależą od wielu istotnych czynników tj. sposób doprowadzenia reagentów, sposób ich mieszania, warunki wymiany ciepła i masy, a przede wszystkim od składu substratów poddawanych procesowi spalania.

CHARAKTERYSTYKA EMITOWANYCH ZANIECZYSZCZEŃ

Procesy spalania odpadów są źródłem emisji niebezpiecznych substancji do atmosfery. W celu ograniczenia emitowanych zanieczyszczeń do instalacji spalania odpadów dołączono komory dopalające, w których zachodzi dopalanie toksycznych składników spalin. W rozporządzeniu [3] sprecyzowano parametry tego procesu. I tak temperatura gazów powstałych w wyniku spalania mierzona w reprezentatywnym miejscu komory spalania, po ostatnim doprowadzeniu powietrza, ma być podniesiona w kontrolowany i jednorodny sposób na czas nie krótszy niż 2 sekundy do temperatury nie niższej niż:

- 1100 °C dla odpadów zawierających powyżej 1 % związków chlorowcoorganicznych przeliczonych na chlor,
- 850°C jeśli spalane odpady zawierają do 1% związków chlorowcoorganicznych przeliczonych na chlor.

Proces spalania w komorach dopalania, przebiegający przy odpowiednim doborze reagentów i parametrów procesu, pozwala uzyskać wysoki stopień rozkładu pozostałych w spalinach związków organicznych.

Wielkość emisji zanieczyszczeń do powietrza zależy od rodzaju i właściwości spalanych odpadów oraz od konstrukcji pieca i parametrów prowadzenia tego procesu. Dopuszczalne wielkości emisji najistotniejszych substancji występujących w gazach odlotowych z termicznej utylizacji odpadów reguluje rozporządzenie w sprawie standardów emisyjnych z instalacji [5].

Regulacjom podlegają następujące toksyczne zanieczyszczenia: pył, substancje organiczne wyrażone jako całkowity węgiel organiczny, chlorowodór, fluorowodór, dwutlenek siarki, tlenek węgla, tlenek azotu i dwutlenek azotu w przeliczeniu na NO₂, metale ciężkie oraz dioksyny i furany wyrażone przez współczynnik toksyczności TEQ.

Toksyczność pyłów zależy od rozmiaru ziaren oraz od składu chemicznego. Do pyłów toksycznych należą te, zawierające związki metali ciężkich (przede wszystkim

arsenu, ołowiu, kadmu, niklu, i rtęci), gdyż na ogół wykazują właściwości mutagenne lub kancerogenne. Szczególnie toksyczne są też pyły zawierające węglowodory aromatyczne, będące związkami kancerogennymi. Szkodliwość oddziaływania pyłów na organizmy żywe wynika z faktu, że małe wymiary ich cząstek długo utrzymują się w atmosferze i są łatwo wchłaniane przez układ oddechowy. Umożliwia to проникnięcie do organizmu metali ciężkich, związków siarki i azotu oraz różnych węglowodorów.

Metale ciężkie takie jak chrom, kobalt, nikiel, miedź, tal, wanad występują głównie w żużlu i pyle. Inne jak rtęć, arsen, selen, kadm mają zdolność do emisji w postaci par, stwarzając duże zagrożenie dla zdrowia i rozwoju organizmów [1].

Eksploatacja spalarni powoduje powstawanie organicznych produktów ubocznych, niebezpiecznych dla środowiska. Szczególną uwagę należy zwrócić na dioksyny i furany, które powstają w rezultacie reakcji chłodzenia gazów wylotowych. Czynniki, mające wpływ na tę reakcję, to temperatura spalin, występowanie chloru lub innych halogenów oraz obecność katalizatorów. Dioksyny należą do najsilniejszych niskocząsteczkowych trucizn, wykazują działanie teratogenne i kancerogenne. Mechanizm ich działania nie jest znany. Wiadomo, że bioakumulują się w tkance tłuszczowej zwierząt i ludzi. Wywołują choroby nowotworowe, uszkadzają płód, działają mutagennie, niszczą układ hormonalny, powodują bezpłodność oraz zaburzają działanie systemu immunologicznego [14].

Stężenia dioksyn, w spalinach spalarni zaawansowanych technicznie i najbardziej profesjonalnie sterowanych, wynoszą poniżej 0,1 ng TEQ/m³. Są to stężenia, nie stanowiące problemu z punktu widzenia zdrowia publicznego i środowiska. Należy jednak pamiętać, że dioksyny są bardzo stabilne chemicznie i odporne na rozkład mikrobiologiczny, w środowisku zalegają przez wiele lat, krążąc we wszystkich ogniwach ekosystemu.

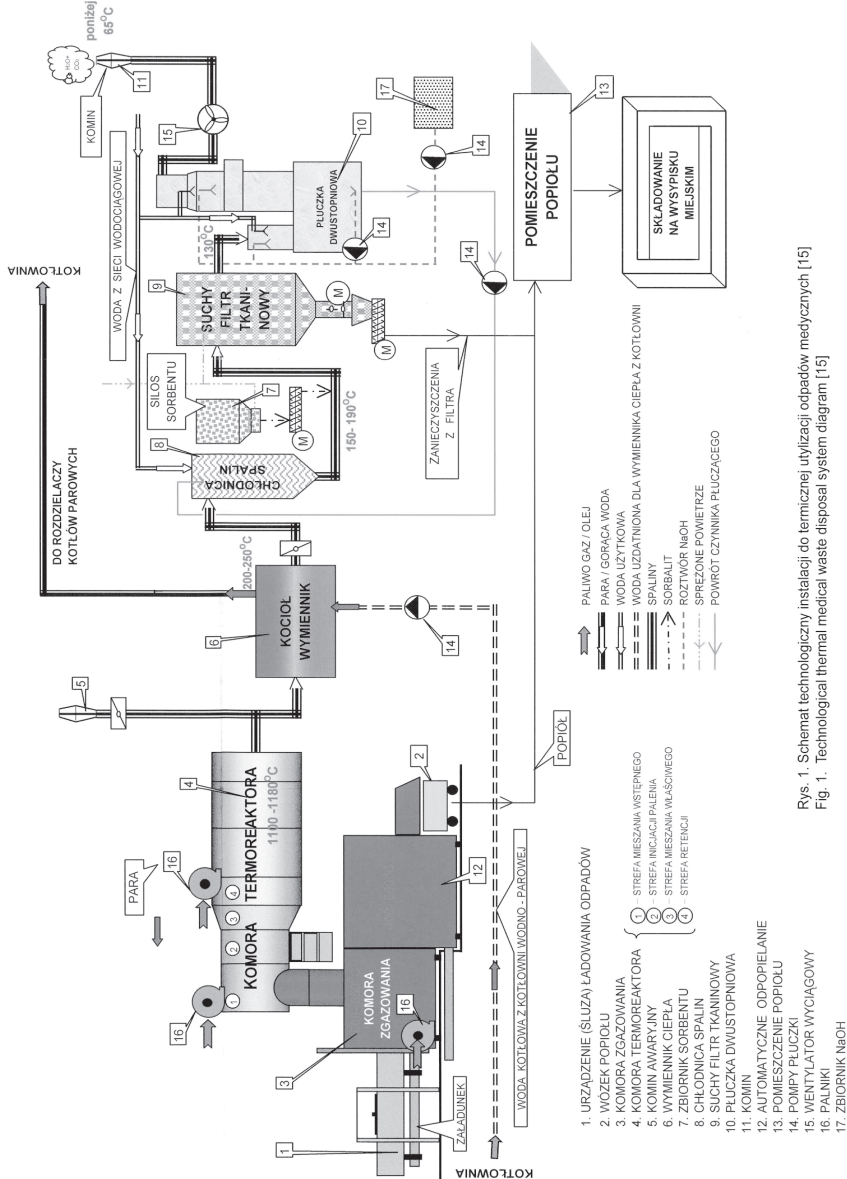
Emisja tlenków siarki i azotu powoduje zakwaszenie opadów, co ma wpływ na zdrowie ludzi i straty gospodarcze. Gazy te pogarszają warunki aerosanitarne przyczyniając się do ryzyka występowania smogu. Stanowią też bezpośrednią przyczynę wielu groźnych chorób układu oddechowego, pokarmowego, nerwowego a tlenki azotu (tworząc nitrozo aminy) dodatkowo wykazują działanie mutagenne i rakotwórcze. Natomiast HCl i HF są agresywnymi, silnie kwaśnymi składnikami spalin, wykazują działanie duszące i żrące.

OPIS OBIEKTU

Omawianym obiektem jest jeden z najnowocześniejszych w Polsce zakładów spalania odpadów medycznych, w którym przeprowadza się unieszkodliwianie odpadów takich jak np. odpady z diagnozowania, leczenia i profilaktyki medycznej i weterynaryjnej, narzędzia chirurgiczne i zabiegowe oraz ich resztki, części ciała i organy oraz pojemniki na krew i konserwaty służące do jej przechowywania, inne odpady zawierające żywe drobnoustroje chorobotwórcze lub ich toksyny, chemikalia

w tym odczynniki chemiczne zawierające substancje niebezpieczne, leki cytotoksyczne i cytostatyczne, zużyte kąpiele lecznicze aktywne biologicznie, pozostałości z żywienia pacjentów oddziałów zakaźnych.

Podstawą eksploatowanej w zakładzie instalacji jest system spalania wielostrefowego firmy ENTECH typ 380/21+LASH na licencji firmy HOVAL wykorzystujący technologię bezściekowego oczyszczania spalin. Schemat technologiczny instalacji przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Schemat technologiczny instalacji do termicznej utylizacji odpadów medycznych [15]
 Fig. 1. Technological thermal medical waste disposal system diagram [15]

Zgromadzone i posegregowane odpady dowożone są do obiektu w pojemnikach z tworzywa sztucznego. Po zważeniu transportowane są na stanowisko automatycznego ładowania odpadów do komory zgazowania.

W komorze zgazowania zachodzi proces pirolizy odpadów w temperaturze 650 - 850°C, przy ograniczonym dostępie tlenu (2 - 6% O₂). Temperaturę początkową, wymaganą dla zapoczątkowania procesu zgazowania, osiąga się przez dostarczenie paliwa pomocniczego poprzez palnik komory zgazowania.

Końcowym produktem procesu są odpady potehnologiczne takie jak: żużle, popioły oraz gazy pirolityczne. Odpady stałe, usuwane za pomocą urządzenia wpychającego, transportowane są do pomieszczenia popiołu. Gazy powstałe w komorze zgazowania przenoszone są przez tzw. premixer, do komory dopalania – termoreaktora. W urządzeniu tym zainstalowany jest dodatkowy wentylator, dzięki któremu proces dopalania odbywa się z udziałem nadmiaru tlenu dostarczanego z powietrza. Po przejściu gazów przez układ dopalania, wędrują one do układu retencyjnego termoreaktora, wyposażonego w palniki gazowo-olejowe, których zadaniem jest utrzymanie minimalnej temperatury procesu na poziomie 1100°C.

Następnie gorące gazy przechodzą do kotła odzysknicowego, gdzie są schładzane z jednoczesnym odzyskiem ciepła w postaci pary wodnej. Para wodna dostarczana jest do wspólnego kolektora parowego, który zlokalizowany jest w budynku kotłowni.

Schłodzone gazy pirolityczne przechodzą do chłodnicy spalin, gdzie następuje dalszy spadek ich temperatury.

Do spalin dodawany jest sorbent w postaci pylistego wodorotlenku wapnia Ca(OH)₂ i węgla aktywnego. Sorbent wiąże się z kwaśnymi składnikami spalin. Następnie gazy oczyszczane są poprzez suchy filtr tkaninowy. Zużyty sorbent magazynowany jest w zbiornikach usytuowanych pod filtrem.

Końcowy etap polega na oczyszczaniu mokrym przez tzw. płuczkę moką. Urządzenie składa się z kolumny schładzającej, zraszanej strumieniem roztworu NaOH i wody oraz kolumny absorpcyjnej z dwiema warstwami fluidalnymi. Jest to końcowe oczyszczanie spalin z pozostałości SO₂ oraz innych zanieczyszczeń. Ociekająca z obu kolumn woda trafia do zbiornika, skąd ponownie pompowana jest na kolumny oraz do chłodnicy spalin.

Cały proces spalania odpadów i oczyszczania gazów jest kontrolowany przez komputery od momentu załadunku odpadów do komory zgazowania.

METODYKA BADAŃ

Zgodnie z określonymi wymogami [6] dla urządzeń do spalania odpadów istnieje obowiązek ciągłych i okresowych pomiarów emisji do powietrza. W związku z powyższym analizowana spalarnia odpadów wyposażona jest w system ciągłego monitoringu emisji gazów odlotowych. Pomiary robione są co pół godziny. Z otrzy-

many wartości ustalane są wartości średnie dobowe. Wymagane okresowe pomiary emisji do powietrza wykonuje się raz na sześć miesięcy.

Zakres wykonywanych ciągłych pomiarów emisji obejmuje: pył ogółem, SO₂, tlenki azotu w przeliczeniu na NO₂, CO, HCl, substancje organiczne wyrażone jako całkowity węgiel organiczny, HF. W sposób okresowy dokonuje się pomiaru metali ciężkich (Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, As, Cd, Hg, Tl, Sb, V, Co) oraz dioksyn i furanów. Zgodnie z wymogami ciągle mierzone są następujące parametry: procentowa zawartość tlenu, prędkość przepływu spalin lub ciśnienie dynamiczne, temperatura spalin, ciśnienie statyczne lub bezwzględne spalin oraz wilgotność bezwzględna gazów odlotowych lub stopień zawilżenia gazu X.

Analizę emisji zanieczyszczeń do atmosfery, powstałych podczas termicznej utylizacji odpadów medycznych, przeprowadzono w oparciu o wyniki badań: gazów wylotowych wykonywanych za pomocą urządzenia FT-IR GASMET CX-4000™ firmy Gaset Technologies Oy z Finlandii, lotnych związków organicznych analizowanych za pomocą urządzenia HFID 3-700 niemieckiej firmy J.U.M Engineering GmbH oraz ilości pyłu mierzonych pyłomierzem DURAG D-R 800 niemieckiej firmy Durag GmbH [15].

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

W spalarni odpadów medycznych unieszkodliwiane są przede wszystkim odpady pochodzące z Centrum Onkologii, przy którym spalarnia jest usytuowana. Dodatkowo utylizuje się odpady wytwarzane przez około 500 obsługiwanych zakładów, do których należą: gabinety lekarskie i stomatologiczne, gabinety kosmetyczne, przychodnie, zakłady opieki zdrowotnej, apteki, hurtownie farmaceutyczne, laboratoria i lecznice weterynaryjne. Łączna ilość utylizowanych obecnie odpadów medycznych wynosi ponad 900 tys.kg/rok.

Uwzględniając klasyfikację odpadów z podziałem na kategorie [4] stwierdzono, że największą grupę utylizowanych w zakładzie odpadów (85%) stanowią odpady zawierające żywe drobnoustroje chorobotwórcze lub ich toksyny, które mogą wywoływać choroby u ludzi i zwierząt. Zainfekowane materiały opatrunkowe stanowią ok. 7%, a chemikalia 3% odpadów medycznych. Pozostałe 5% to szczątki ludzkie, organy, krew oraz narzędzia chirurgiczne i inne odpady medyczne.

W trakcie termicznej utylizacji odpadów następuje redukcja ich masy wynosząca ponad 91 %. Masa powstających odpadów potehnologicznych, do których należą odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych oraz żużle i popioły paleniskowe jest rzędu 80 tys.kg/rok. Odpady te nie posiadają właściwości niebezpiecznych i utylizowane są przez uprawniony do tego zakład [15].

Prowadzonym procesom spalania odpadów towarzyszy emisja spalin do powietrza. Wartości stężenia emitowanych substancji są kontrolowane zgodnie z wymogami prawnymi [6]. Minimalne i maksymalne 30-minutowe oraz średnie dobowe wy-

niki badań z dn. 20.01.2011 r. przedstawiono w tabeli 1. Wyniki badań okresowych za pierwsze półrocze 2010 r. zaprezentowano w tabeli 2. Badania wykonano w warunkach, które podano w tabeli 3.

Tabela 1. Wartości stężenia emitowanych zanieczyszczeń [15]

Table 1. Values of concentrations of the emitted pollutants [15]

Lp	Nazwa substancji	Wartości stężenia w przeliczeniu na zawartość 11% tlenu w gazach odlotowych w [mg/m ³]			
		minimalne 30-minutowe	maksymalne 30-minutowe	średnie dobowe	normatywne [15]
1.	Pył ogółem	3.31	17.89	6.62	10.00
2.	Substancje organiczne w postaci gazów i par wyrażone jako całkowity węgiel org.	0,17	0.97	0.33	10.00
3.	Chlorowodór	1.15	7.99	2.19	10.00
4.	Fluorowodór	0.10	0.86	0.15	1.00
5.	Dwutlenek siarki	1.34	121.55	23.28	50.00
6.	Tlenek węgla	2.33	143.21	27.26	50.00
7.	Tlenki azotu w przeliczeniu na dwutlenek azotu	103.77	393.28	134.56	400.00

Tabela 2. Okresowe wartości stężenia emitowanych zanieczyszczeń [15]

Table 2. Periodic values of concentrations of the emitted pollutants [15]

Lp.	Nazwa substancji	Jednostka	Wartości stężenia w przeliczeniu na zawartość 11% tlenu w gazach odlotowych			
			pomiar 1	pomiar 2	wartość średnia	wartość normatywna [15]
1.	Rtęć	mg/m ³ _u	0.0027	0.0021	0.0024	0.05
2.	Kadm + tal		0.0055	0.0095	0.0075	0.05
3.	Antymon + arsen + ołów + chrom + kobalt+ miedź + mangan + nikiel + wanad		0.037	0.018	0.028	0.5
4.	dioksyiny i furany	ngTEQ/m ³	0.0080		0.0080	0.1

Tabela 3. Warunki przeprowadzonych badań ciągłych i okresowych [15]**Table 3.** Terms of continuous study and periodic [15]

Lp.	Parametr	Badania ciągłe	Badania okresowe
1.	Procentowa zawartość tlenu [%]	12.24	15.1
2.	Prędkość przepływu spalin [m/s] / przepływ spalin [m ³ /h]	- / 3331.08	22.5 / -
3.	Temperatura spalin [K]	373	425
4.	Wilgotność bezwzględna gazów [% H ₂ O] / stopień zawilżenia X [kg/kg]	7.72 / -	- / 0.032

Przedstawione w tabeli 1 minimalne i maksymalne 30-minutowe wartości stężenia zanieczyszczeń wskazują na duży przedział ich zmienności. Największe rozpiętości wyników badań odnoszą się do SO₂ (od wartości 1.34 do 121.55 mg/m³_v) oraz CO (od wartości 2.33 do 143.21 mg/m³_v). Jednak średni dobowy poziom emisji wszystkich oznaczanych w sposób ciągły substancji jest niższy od określonych wartości normatywnych.

Również w przypadku badań okresowych stężenia emitowanych zanieczyszczeń podanych w tabeli 2 nie zostały przekroczone wartości dopuszczalne. Najniższe stężenie (będące średnią z dwóch pomiarów) wynoszące 0.0024 mg/m³_v dotyczyło rtęci. Było ono ponad 20 razy niższe od wartości dopuszczalnej. Prawie dwukrotnie niższe stężenie od normatywnego stwierdzono w przypadku sumy metali Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V. Koncentracja dioksyn i furanów podczas badań była na poziomie 0.008 ngTEQ/m³ przy wartości dopuszczalnej 0.1 ngTEQ/m³.

Zaprezentowane wyniki badań świadczą o wysokosprawnym działaniu instalacji oczyszczającej gazy w omawianym zakładzie spalania odpadów medycznych. Na ich podstawie, w myśl obowiązujących przepisów [5], można stwierdzić, że określone standardy emisyjne są dotrzymane, a zakład stanowi minimalną uciążliwość dla środowiska z punktu widzenia ochrony powietrza. Należy jednak podkreślić, że stężenia emitowanych zanieczyszczeń zależą od szeregu czynników, z których można wymienić np. rodzaj i właściwości spalanych odpadów, czy parametry prowadzenia procesu. Z tego względu ich emisje nie są stabilne i mogą zmieniać się w szerokim przedziale wartości, a konieczność ciągłego monitoringu jakości gazów odlotowych jest uzasadniona.

WNIOSKI

Obowiązujące przepisy prawne z dziedziny ochrony środowiska zezwalają na unieszkodliwianie odpadów medycznych metodami, które prowadzą do obniżenia zawartości w nich ogólnego węgla organicznego do 5%. Do metod tych należą głównie procesy termiczne, którym towarzyszy emisja szeregu substancji toksycznych.

W wyniku przeprowadzonej analizy technologicznej zakładu spalania odpadów medycznych stwierdzono:

- zakład utylizuje obecnie około 900 tys. kilogramów odpadów medycznych rocznie redukując ich masę średnio o 91%;
- stężenie dioksyn i furanów podczas badań było na poziomie 0.008 ngTEQ/m³ nie stanowiąc problemu z punktu widzenia zdrowia publicznego i środowiska;
- dwustopniowy, bezściekowy system oczyszczania spalin umożliwia dotrzymanie standardów emisyjnych;
- zakład spalania odpadów medycznych nie stanowi zagrożenia dla środowiska z punktu widzenia ochrony powietrza atmosferycznego.

BIBLIOGRAFIA

1. Piecuch T., 2006, Zarys metod termicznej utylizacji odpadów, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej.
2. Rosik-Dulewska C., 2010, Podstawy gospodarki odpadami, Warszawa, PWN.
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 marca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów – Dz.U.2010 nr 61, poz. 380.
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27.09.2001 w sprawie katalogu odpadów - Dz.U.2001 nr 112, poz. 1206.
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20.12.2005 w sprawie standardów emisyjnych z instalacji - Dz.U.2005 nr 260 poz. 2181.
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody - Dz.U.2008 nr 206, poz. 1291.
7. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23.12.2002 w sprawie dopuszczalnych sposobów i warunków unieszkodliwiania odpadów medycznych - Dz.U.2003 nr 8, poz. 104.
8. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 07.09.2004 zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych sposobów i warunków unieszkodliwiania odpadów medycznych i weterynaryjnych - Dz.U.2004 nr 200 poz. 2061.
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 30.07.2010 w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z odpadami medycznymi - Dz.U.2010 nr 139, poz. 940.
10. Ustawa o odpadach z dnia 27.04.2001 - Dz.U.2001 nr 62, poz. 628.
11. Ustawa o zmianie ustawy o odpadach oraz niektórych innych ustaw z dnia 22.01.2010 – Dz.U.2010 nr 28, poz. 145.
12. Wandrasz J.W., 2000, Gospodarka odpadami medycznymi, Poznań, Wyd. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych.
13. Wielgosiński G., 2008, Oczyszczanie gazów odlotowych w spalarni odpadów, Gospodarka Odpadami Medycznymi, XV Ogólnopolska Konferencja, ABRYŚ, Kiekrz.
14. Wierzbicki T.L., 2005, Wpływ dioksyn na środowisko człowieka, Problemy gospodarki wodno-ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych, Komitet Inżynierii Środowiska PAN, vol. 30.
15. Źródłowe materiały zakładu spalania odpadów medycznych.

CHARACTERISTICS OF POLLUTION EMITTED BY THE THERMAL MEDICAL WASTE DISPOSAL PLANT

Abstract. Medical waste is mostly generated by health care centers, veterinary, research and pharmacological plants as well as laboratories. It falls within the group of hazardous waste since it poses a threat of epidemiological contamination of the environment with pathogens and pathogenic bacteria. The applicable amended law permits the medical waste disposal applying the methods which convert it in a way as to ensure, as a result, the content of organic carbon not exceeding 5%. The basic method of medical waste disposal involves its incineration. The method is effective in combating microorganisms and it decreases the waste volume and weight considerably. The disadvantage of waste incineration is the emission of a number of toxic substances, fine particles, SO₂, CO, HCl, HF, heavy metals and chlorine derivatives of hydrocarbons, namely dioxins and furans. And this is the reason why it is necessary for medical waste incineration plants to apply high-performance filtering devices and constant flue gas quality monitoring.

The paper provides characteristics of pollution emitted during thermal medical waste disposal. A sample of the process line of a medical waste incineration plant operating in Poland is discussed together with the flue gas purification system. Similarly the results of research into the pollution emissions to the atmosphere are presented.

Keywords: utilization of medical wastes, incinerating plant, combustion gases.