

Janusz WANDRASZ

Katedra Aparatury Ciepłej i Utylizacji Odpadów
Politechnika Śląska

KOTŁY W PROCESACH TERMICZNEJ DEGRADACJI ODPADÓW

Streszczenie. Kotły budowane i eksploatowane w instalacjach termicznej degradacji odpadów cechują specyficzne warunki pracy zarówno pod względem rodzaju stosowanego paliwa, jego własności fizykochemicznych, jak i układu oraz własności produktów. Brak w literaturze polskiej opisu tych urządzeń, ich systematyki, a także danych o projektowaniu, a przede wszystkim samych urządzeń, wymaga podjęcia problemu i stworzenia podwalin działu zwanego kotłami do utylizacji lub degradacji odpadów. W pracy, z uwagi na brak danych krajowych, przedstawiono wybrane informacje literatury światowej, ważne, zdaniem autora pracy, przy projektowaniu rozwiązań krajowych.

1. TERMICZNA DEGRADACJA ODPADÓW I JEJ ZASTOSOWANIE

Zagadnienia termicznej degradacji odpadów, nabierające w chwili obecnej coraz szerszego znaczenia, nie sposób opisać w jednej monotematycznej publikacji. Zagadnieniu temu w literaturze światowej poświęcono wiele pozycji, stąd Czytelnik musi zadowolić się jedynie wybranymi mocno uproszczonymi informacjami. Wychodząc z założenia, że odpady same w sobie stanowią źródło surowców i w pierwszej kolejności mogą być poddawane procesom umożliwiającym ich zawrót do obiegu, można z całego szeregu różnych technologii, takich jak: deponowanie (nie mylić z wysypiskami zorganizowanymi lub niezorganizowanymi), przerób biologiczny, kompostowanie, piroliza, itp. wyróżnić procesy termiczne z zastosowaniem kotłów wodnych lub parowych. Wybór tych ostatnich może być oparty o potrzeby odbiorcy, chociaż w stosowanych rozwiązaniach dominują głównie układy parowe.

Cały zbiór substancji stanowiących produkty uboczne dowolnych procesów, nazywane umownie odpadami, podzielić można na produkty obejmujące

oddzielnie odpady pochodzenia tzw. komunalnego, odpady działalności zawodowej oraz odpady specjalne. Te ostatnie stanowią składowe podzbiorów poprzednich, bądź odrębną grupę, np. szlamy z oczyszczalni ścieków. W skład odpadów poprodukcyjnych wchodzi odpady przemysłowe oraz takie, których własności zbliżone są do odpadów pochodzenia komunalnego. Każdy z podzbiorów charakteryzuje odrębne własności [1], a tym samym realizacja procesu spalania wymaga stosowania odrębnych technologii i właściwych im komór spalania. W niniejszym opracowaniu uwaga Czytelnika zostanie skupiona głównie na urządzeniach kotłowych stosowanych do degradacji poszczególnych grup odpadów.

2. KOTŁY W PROCESACH SPALANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH

Problem zastosowania kotła w procesie spalania odpadów komunalnych nie sprowadza się do wyboru samej jednostki kotłowej, a zawiazany jest z całą infrastrukturą urządzeń wspomagających i decydujących o poprawności pracy w określonych warunkach termicznych. W krajach o wysokim stopniu industrializacji, a także ugruntowanej kulturze technicznego pozyskiwania odpadów, dostarczane odpady komunalne nie wymagają segregacji wstępnej i mogą być bezpośrednio poddawane procesom spalania. Nie unika się przy tym problemów związanych z ich magazynowaniem, transportem zewnętrznym i wewnętrznym, doborem wielkości zasobnika, jego kształtem oraz wyposażeniem (problemy zapchowe, zapłonu itp.). Z drugiej strony kocioł współpracuje z odpowiednim dla wymogów ochrony środowiska systemem oczyszczania produktów gazowych. Zagadnienia te wychodzą jednak poza ramy niniejszego opracowania, a informacje dotyczące historii rozwoju tego typu instalacji znaleźć można w pracach [2,3].

2.1. PODSTAWOWE PARAMETRY TERMICZNE PRACY KOTŁÓW

Teoretyczne zapotrzebowanie powietrza do spalania dogodnie jest obliczyć na podstawie analizy elementarnej, korzystając z zależności:

$$V_{\text{min}} = 8.8968 c + 26.4433 h + 3.3294 s - 3.8363 o - 1.5055 cl \quad \text{m}^3/\text{kg}, \quad (1)$$

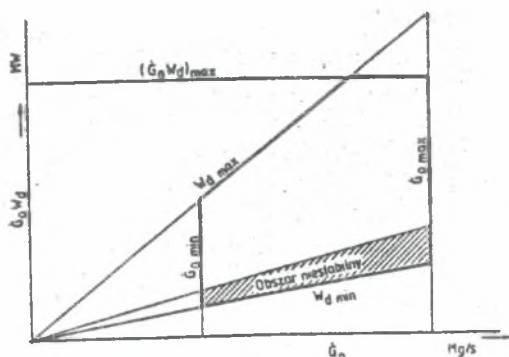
gdzie: c, h, s, o, cl. są udziałami gramowymi pierwiastków:
węgla, wodoru, siarki, tlenu oraz chloru w
analizowanej próbce odpadów.

Często, z uwagi na problem określenia tych udziałów, posłużyć się można
wartościami opałową W_d [kJ/kg] korzystając z zależności [4]:

$$V_{m,111} = 1.01 (W_d + 2303) / 4187 \quad \text{m}^3/\text{kg} \quad (2)$$

Ezeczywista ilość powietrza jest określona warunkami środowiskowymi i
zależy od zastosowanego systemu spalania, własności spalanych odpadów,
organizacji procesu itp. Dla kotłów rusztowych (z uwagi na warunek CO
0.1 % $\lambda \approx 1.5$) 1.8 λ 2.0, przy kotłach z przedpaleniskiem typu piec
obrotowy 2.0 λ 2.5, a dla komór fluidyzacyjnych 1.1 λ 1.2.

Charakterystykę energetyczną kotła spalającego odpady komunalne
przedstawić można na wykresie (rys.1). Ograniczeniami tej
charakterystyki są linie maksymalnej wydajności cieplnej, maksymalnej
i minimalnej zdolności spalania odpadów, a także maksymalnej i
minimalnej wartości opałowej. Każda z linii posiada właściwe sobie
uzasadnienie.



Rys. 1. Charakterystyka kotła

Fig. 1. Boiler characteristic

W dolnej części charakterystyki występuje obszar niestabilności procesu
spalania wymagający doprowadzenia paliwa dodatkowego. Pracę kotłów do
spalania odpadów charakteryzuje również wskaźnik ich dyspozycyjności D,
zawierający się w granicach 65÷75 % (rocznego czasu pracy) maksymalnie
do 80 %. Ma on zasadnicze znaczenie przy określeniu jednostkowej
wydajności przerobu odpadów jednostki.

$$G_{\text{ca}} = m_{\text{ca}} / (D \cdot \tau_{\text{ca}}), \quad (3)$$

gdzie m_{ca} jest wymaganą roczną zdolnością przerobu jednostki, G_{ca} - jednostkowa zdolność przerobu odpadów odniesiona do jednostki czasu (np. Mg/h) oraz τ_{ca} - roczną liczbą jednostek czasu (8760 h/rok). Wybór zdolności przerobu jednostki kotłowej uzależniony jest od gabarytów zasobnika odpadów i systemu urządzeń zasilających, a także jej dyspozycyjności we współpracy z innymi jednostkami i urządzeniami odbioru lub przetworzenia energii.

Proces spalania odpadów w palenisku rozdzielić można na kilka etapów posiadających znacznie większe znaczenie i odrębność niż przy spalaniu innego rodzaju paliw. Przyjmuje się założenia, że produkty gazowe procesu spalania nie mogą zawierać więcej niż 0,1 % CO przy niewykrywalnej ilości węglowodorów, a odpady stałe 0,25 % (udział wagowy) pozostałości organicznych i 8 % pierwiastka węgla [5]. Pierwszym etapem procesu spalania jest etap suszenia wymagający doprowadzenia znacznej ilości energii z uwagi na dużą wilgotność odpadów (25-28 %). Zapotrzebowanie to jest jednak zróżnicowane w zależności od rodzaju odpadów i miejsca jego pochodzenia. Proces suszenia przebiega w temperaturach 100-250°C. Powyżej tego zakresu temperatur pojawia się etap odgazowania-pirolizy. W pierwszej kolejności dotyczy on gazów procesowych, kondensujących węglowodorów i smół powstałych częściowo w strefie suszenia i w rozwijającym się dalej procesie odgazowania. Temperatura zapłonu gazów procesowych tego etapu wynosi 250° do 300°C. Pozostałością procesu jest substancja uwęglona o temperaturze zapłonu 750° + 800°C. W obu fazach wymiana ciepła odbywa się na bazie promieniowania, transportu masy i dyfuzji. Proces odgazowania przebiega w strefach, w których nie występuje tlen lub jego kontakt z odpadami jest uniemożliwiony. Dostęp tlenu powoduje przejście przez proces zgazowania, do spalania. Przyjęty podział jest umowny i istnieje możliwość wzajemnego zachodzenia na siebie poszczególnych procesów.

Parametry produkowanego czynnika energetycznego oraz wody zasilającej, a także powrotnej są zróżnicowane, w zależności od typu kotła i zastosowanego przedpaleniska. Wyróżnia się tu przedpalenisko rusztowe, obrotowe walcowe, obrotowe półkowe. Dwa ostatnie typy palenisk odgrywają znacznie mniejszą rolę ze względu na ograniczoną wydajność przerobu odpadów dochodząca maksymalnie do 10 Mg/h, przy osiąganych wydajnościach palenisk rusztowych rzędu 50 Mg/h. Wybór typu paleniska określany jest również innymi istotnymi wielkościami, jak: wpływem systemu odzulfowania i zasilania układu, możliwością dokładnej regulacji ilości powietrza zasilającego, koniecznością dotrzymania zmiennej temperatury powietrza zasilającego wzdłuż drogi spalania, możliwością transportu energii

w komorze spalania na drodze konwekcji i promieniowania oraz zdolnością przerobu całej jednostki.

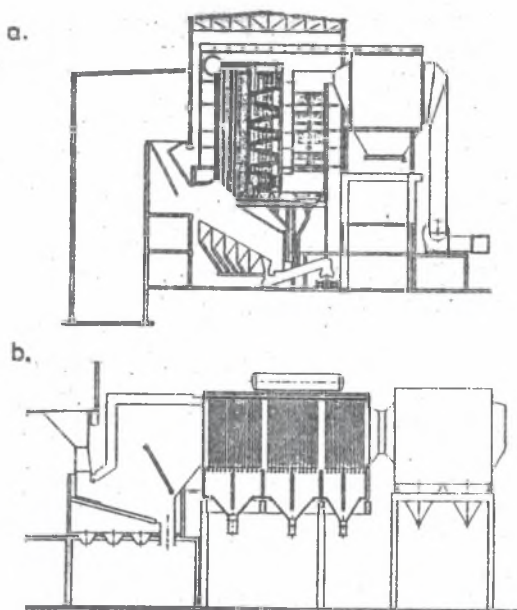
Stosowane parametry pary osiągają wartości 100 bar i 450°C, ale uzyskuje się również parametry 75,5 bar 525°C (instalacja Stuttgart/Munster RFB) lub 136 bar 500°C (instalacja Mannheim/Freisenheimer Instal). Według danych [6] przy temperaturze pary powyżej 450°C po stronie spalin może występować zjawisko korozji wysokotemperaturowej.

Temperatura wody zasilającej kocioł musi zabezpieczać instalację przed korozją niskotemperaturową. Stosowane temperatury wody nie mogą być niższe od 105°C, a za wskazane uznaje się stosować 125 do 140°C. Wyższe temperatury do 180°C wymagają specjalnego oprzyrządowania kotła.

2.2. KOMORY SPALANIA INSTALACJI KOTŁOWYCH

Kształt i wielkość komory spalania nierozdzielnie związane są z konstrukcją kotła właściwego. W rozwiązaniach technicznych wyróżnić można dwa podstawowe typy kotłów [7] różniące w sposób zasadniczy współpracujące z nimi elementy dodatkowego wyposażenia. Pierwszą grupę stanowią instalacje kotłowe pionowe tzw. nabudowane 3 + 5 -cio ciągowe o cyrkulacji naturalnej, a druga horyzontalna - tzw. dobudowane z cyrkulacją naturalną lub wymuszoną. W praktyce rozwiązań konstrukcyjnych jest znacznie więcej [8,9], przy czym utworzyć można trzecią grupę instalacji tzw. kombinowanych.

Na rysunku 2 pokazano dwa podstawowe typy instalacji kotłowych. W instalacji pionowej jednym z jej elementów jest opromieniowana komora spełniająca rolę komory dopalającej i uśredniającej skład powstałych produktów spalania. Przestrzeń ta, zasadniczo nie jest przewidziana jako część kotła do odbioru ciepła, lecz zastosowanie jej wymuszone jest koniecznością dotrzymania w przepływającej w niej bryle spalin właściwego poziomu temperatur, średnio 800°C, a przy zawartości w odpadach węglowodorów PCB lub PCP 1200°C [10], z równoczesną możliwością praktycznego przetrzymania bryły gazów w tej temperaturze przez czas konieczny do rozpadu związków toksycznych przy zawartości tlenu w spalinach powyżej 6%. Na rys.3 pokazano wykres zależności temperatur spalin od czasu kontaktu [11]. Zależność ta może być pomocna w doborze wielkości komory i podstawowych parametrów pracy dodatkowego wspomaganie kotła paliwem zastępczym, szczególnie przy spalaniu odpadów niskokalorycznych.



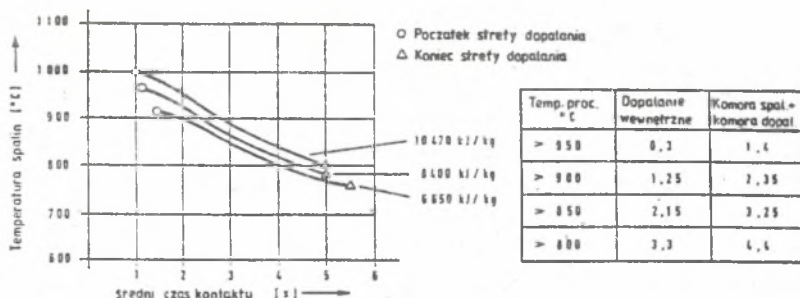
Rys. 2. Podstawowe typy instalacji kotłowych
a) pionowa, b) horyzontalna

Fig. 2. Basic types of boiler installations
a) vertical, b) horizontal

Elementem zasadniczym każdego z kotłów jest komora spalania, w której kształt i charakter przepływu gazów w stosunku do spalanych odpadów uzależnione są od ich własności fizykochemicznych. Odpady o niewielkiej wartości opałowej lub o bardzo złych własnościach palnych wymagają specyficznej organizacji przebiegu procesu spalania w komorze z możliwością transportu energii na drodze promieniowania i konwekcji.

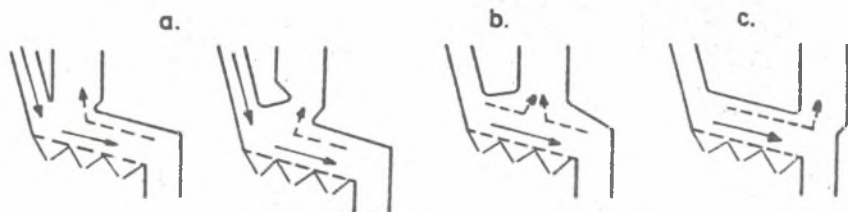
Uzyskanie takich warunków możliwe jest przy zastosowaniu spalania w układzie przeciwnoobrotowym odpadów do strumienia gazów z równoczesnym utworzeniem promieniującej powierzchni sklepienia intensyfikującej strumień energii na dolną część komory. Odpady o wysokiej wartości opałowej, dobrze palne, grożą przekroczeniem punktu mięknięcia żuźla, przed czym zabezpiecza zastosowanie współprądu. Rozwiązania praktyczne są kompromisem pomiędzy obu przepływami.

Na rysunku 4 pokazano schematycznie kształty komór paleniskowych spełniających omówione warunki.



Rys. 3. Zależności czasu przebywania gazów w strefie dopalania od średniej temperatury spalin w strefie dla różnych wartości opałowych odpadów

Fig. 3. Dependence of the gases residence time in post-combustion chamber on the medium temperature of flue gases in the zone for different waste calorific values



Rys. 4. Kształty komór palenisk kotłowych : a - przeciwwprądowa b - przeciwwprądowo-współprądowa, c - współprądowa

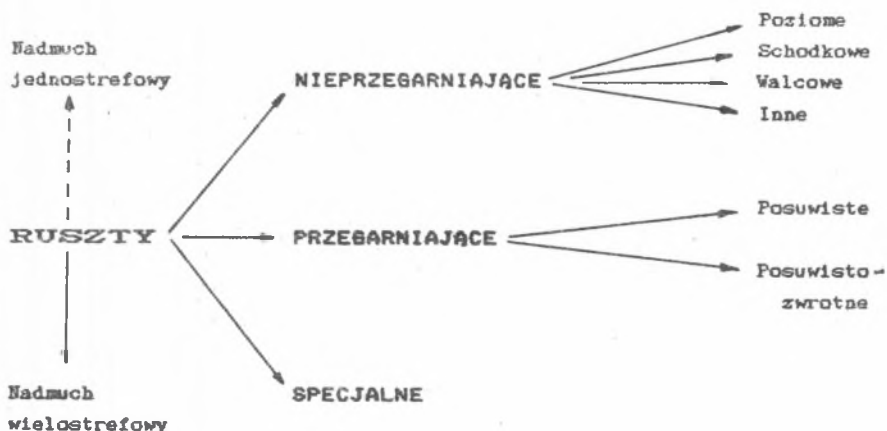
Fig. 4. Shapes of boiler furnaces chambers : a - counter - current b - counter-current - parallel current, c - parallel current

Na podstawie danych [12] można przyjąć przy projektowaniu komór paleniskowych, że winny one zapewnić średni czas przebywania gazów w przestrzeni paleniska rzędu 2+3 s, przy obciążeniu cieplnym $q_w=0,081+0,116 \text{ MW/m}^2$ i prędkości przepływu spalin nad rusztem 3+5 m/s.

2.3. RUSZTY INSTALACJI KOTŁOWYCH

W praktyce kotłowej spalania odpadów za podstawę podziału rusztów przyjąć należy dwa kryteria, a to sposób transportu odpadów oraz możliwości doprowadzenia powietrza do procesu spalania.

Na rysunku 5 pokazano proponowany podstawowy podział rusztów, przy czym w dalszym toku rozważań zrezygnowano z omówienia szczegółowego poszczególnych konstrukcji z uwagi na ograniczoną pojemność pracy. Rysunek 6 pokazuje bardzo ogólne zasady konstrukcji omawianych rusztów, a w tabeli 1 podano zestawienie obciążeń cieplnych różnych zbudowanych i pracujących rusztów [8].



Rys. 5. Podział rusztów

Fig. 5. Grates division

Dane dotyczące innych typów rusztów są trudne do osiągnięcia i w wielu wypadkach stanowią tajemnicę producenta. Dla pełnej informacji należy podać jeszcze jeden ich podział: na chłodzone i niechłodzone, przy czym w grę wchodzi chłodzenie wodne lub powietrzne.

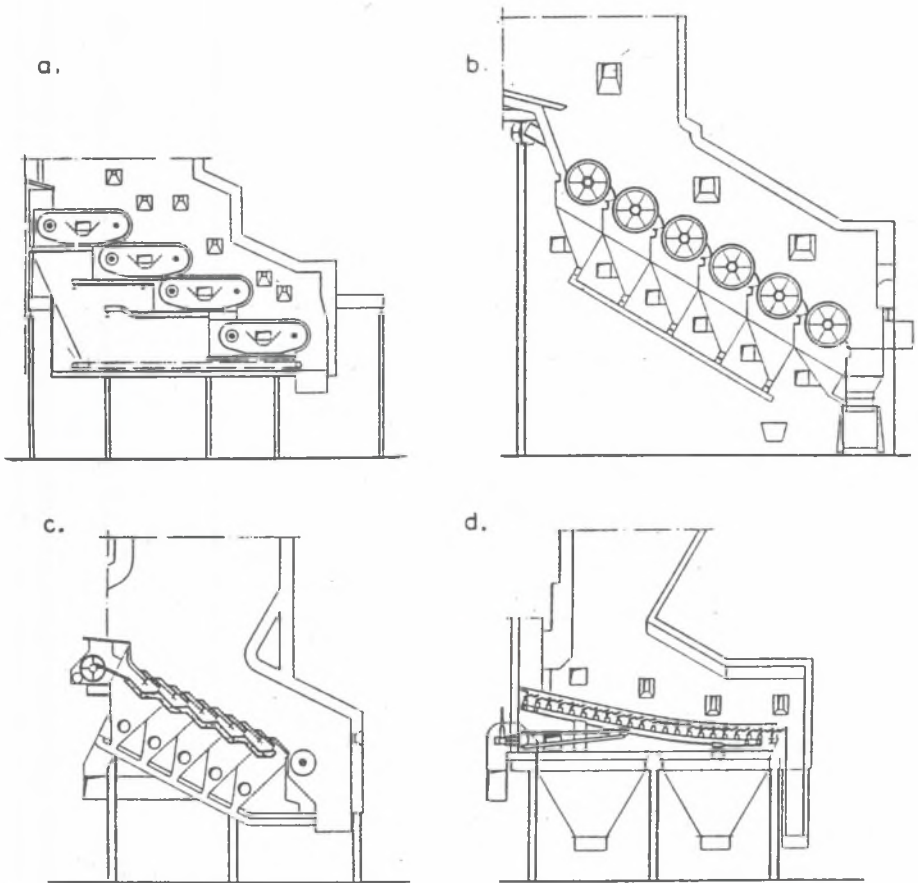
Tabela 1

Obciążenia cieplne rusztów stosowanych
w kotłach do spalania odpadów

Lp.	Typ rusztu	Zakres W_d 10^{-3} kJ/kg	Powierzchnia F_R m^2	Obciążenie KW/m^2		
				min	śr	max
I. Taśmowe						
1.	Stopniowe	8 + 11.7	64.5	0.69	0.79	1.01
	(4 stopnie)	8 + 11.7	51.7	0.65	0.74	0.94
II. Przegarniające						
1.	Posuwiste	4.6+10.5	30.0	0.47	0.90	1.07
		4.6+10.5	28.5	0.45	0.81	1.03
2.	Posuwisto	4.1+10.5	22.4	0.43	0.90	1.42
	zwrotne	4.2+10.5	27.0	0.43	0.97	1.08
		5.0+13.3	33.5	0.50	0.92	0.72
		8.0+10.5	37.7	0.74	0.77	0.96
		6.3+11.7	43.9	0.46	0.86	0.94
		7.9+12.5	50.0	0.60	0.78	0.95
		3.3+ 9.2	50.5	0.55	0.70	0.79
		5.0+12.5	60.0	0.46	0.82	1.16

2.4. INNE ELEMENTY WYPOSAŻENIA KOTŁÓW DO SPALANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH

W pierwszym rzędzie wymienić należy dmuchawy i układy zasilania powietrzem pierwotnym i wtórnym. Układ zasysania powietrza z kotłowni spełnia dodatkową rolę systemu wentylacji bunkra-zasobnika odpadów i umieszczony jest w jego górnej części. Przy podziale strumieni powietrza przyjmuje się zasadę, że 70+80 % ogólnej masy gazu stanowi powietrze pierwotne, a pozostałe 20+30 % wtórne. Sposób rozdziału tych strumieni i miejsce ich wprowadzenia stanowi bardzo rozległy i ważny temat niemożliwy do omówienia w pojedynczym opracowaniu. Wprowadzanie powietrza wtórnego i jego ilość winny spełniać warunki ograniczenia emisji zgodnie z normami ochrony środowiska.



Rys. 6. Schematy konstrukcji rusztów stosowanych w przedpaleniskach kotłów do spalania odpadów. a - ruszt schodkowy, b - walcowy, c - posuwisty jednostopniowy, d - posuwisto-zwrotny

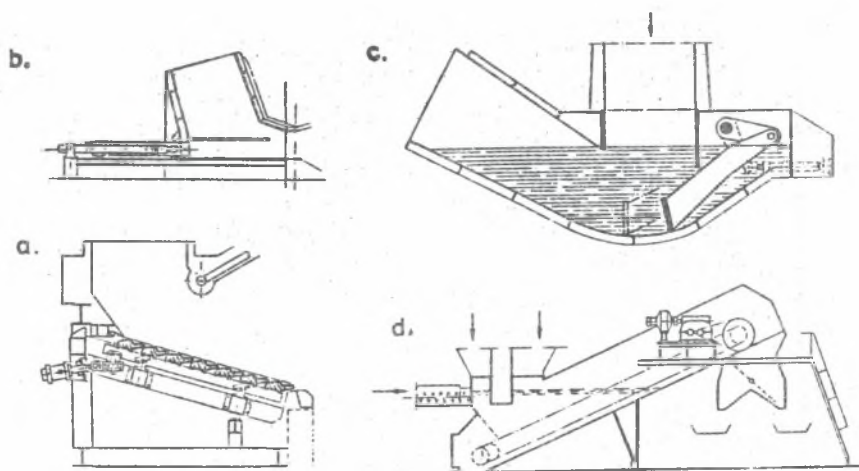
Fig. 6. Grates designs used in boilers sub-furnaces for wastes incineration. a - step grate, b - roll grate, c - single step advancing grate, d - reciprocating grate

Temperatura podgrzania powietrza zależna jest od systemu rusztu i wynosi $100+180^{\circ}\text{C}$, przy czym w zależności od rozwiązania konstrukcyjnego podgrzew ten uzyskuje się stosując wymienniki ciepła w głównych powierzchniach kotła, przez odbiór ciepła od części pary, wody gorącej lub spalin. Podgrzanie powietrza uzależnione jest również od konkretnych warunków i rodzaju spalanych odpadów.

Kolejne elementy wyposażenia kotła to system zasypu i podawania odpadów na ruszt. Stosowane rozwiązania obejmują urządzenia przepychające, podajniki taśmowe lub ruszty dozujące.

Odrębną uwagę winno się poświęcić urządzeniom ewakuacji żużla, współpracującym z wodnym systemem zamknięcia kotła. Stosuje się tu układy wygarniające lub zgarniacze przenośnikowe. Przykładowo na rys. 7 podano wybrane systemy zasilania rusztu odpadami i ewakuacji żużla [13, 14].

Przedstawione bardzo skrócone dane nie zamykają całości zagadnienia i będą niebawem zaprezentowane w odrębnym wydaniu książkowym.



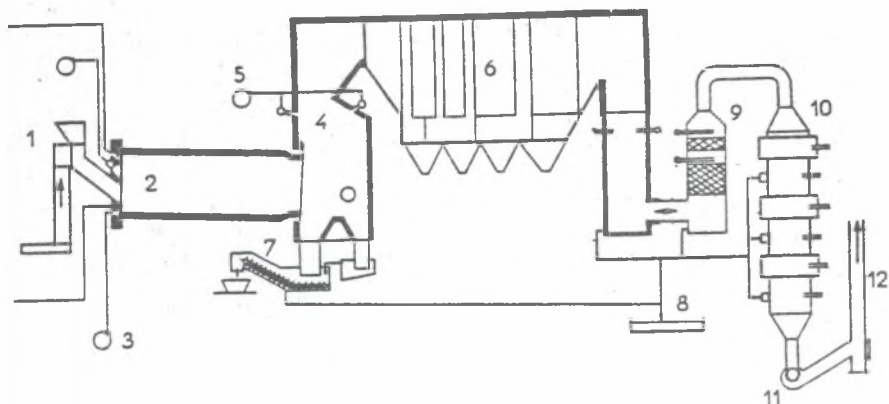
Rys. 7. Systemy wspomaganie kotła. a) ruszt dozujący, b) popychacz, c) układ wygarniający, d) zgarniacz przenośnikowy

Fig. 7. Boiler-aid systems. a) metering grate, b) push rod, c) strike-out system, d) conveying strike rod.

3. KOTŁY W PROCESACH SPALANIA ODPADÓW DZIAŁALNOŚCI ZAWODOWEJ I SPECJALNEJ

Grupa tych urządzeń kotłowych z uwagi na specyfikę problemu stanowi bardzo obszerny i zróżnicowany zbiór jednostek.

Przykładowo na rysunku 8 przedstawiono schemat instalacji spalania odpadów specjalnych zakładów chemicznych [15]. Przedpaleniskiem jednostki kotłowej jest piec obrotowy z komorą dopalającą i systemem jednociągowego kotła dobudowanego. Dla tego typu rozwiązań można przeprowadzić podobną analizę jak w punkcie 2, wskazując na różny charakter przepływu substancji stałej i gazowej w piecu obrotowym, sposób jego zasilania, napędu, a także usytuowania w układzie kotła (np. element dopalający).

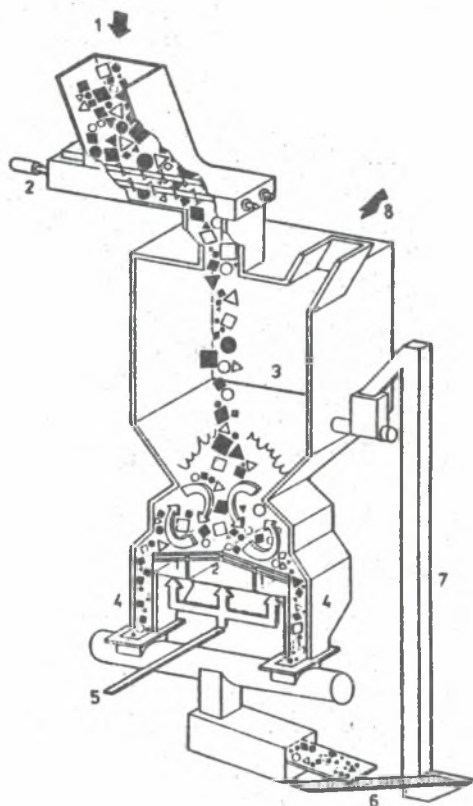


Rys. 8. Schemat instalacji Von Roll spalania specjalnych odpadów chemicznych.

1 - system zasilania, 2 - piec obrotowy, 3 - wentylator powietrza pierwotnego, 4 - komora dopalająca, 5 - wentylator powietrza wtórnego, 6 - kocioł, 7 - odzulfianie, 8 - oczyszczanie ścieków, 9 - absorpcja HCl, 10 - oczyszczanie jonizacyjne, 11 - wentylator odciągowy, 12 - komin

Fig. 8. Flow sheet of Von Roll's plant for special chemical waste incineration.

1 - feeding system, 2 - rotary kiln, 3 - primary air fan, 4 - post-combustion chamber, 5 - secondary air fan, 6 - boiler, 7 - slag removing, 8 - sewage treatment, 9 - sewage treatment, 9 - HCl absorption, 10 - ionization cleaning



Rys. 9. Przedpalenisko kotła fluidyzacyjnego typu ROWITEC
 1 - odpady, 2 - podajniki ślimakowe, 3 - komora spalania,
 4 - odprowadzenie popiołu, 5 - dopływ powietrza
 fluidyzującego, 6 - sito wibracyjne, 7 - powrót piasku,
 8 - odlot spalin do przestrzeni kotła odzysknicowego.

Fig. 9. Dutch oven of fluidized-bed boiler 'ROWITEC'
 1 - waste, 2 - feeding screws, 3 - incineration chamber,
 4 - ash removing, 5 - fluidizing air blow in, 6 - vibrating
 screen, 7 - sand re-feeding, 8 - outlet of flue gases into
 the waste-heat boiler.

Osobną grupę instalacji kotłowych stosowanych z powodzeniem w procesach degradacji termicznej odpadów stanowią kotły z przedpaleniskami fluidyzacyjnymi. Jest to bardzo obszerna dziedzina wiedzy wymagająca odrębnych omówień i opracowań. Informacje dotyczące tej grupy instalacji zawarto w pracy [1]. Można również przytoczyć udane rozwiązania krajowe, w których komora fluidyzacyjna jest przedpaleniskiem kotła odzysknicowego. Na rysunku 9 pokazano schemat przedpaleniska z tzw. rotacyjną warstwą fluidyzującą.

4. WNIOSKI

Przedstawione w niniejszym opracowaniu omówienie kotłów stosowanych w procesach termicznej degradacji odpadów nie jest pełne i skoncentrowano je głównie na problemach spalania odpadów komunalnych, dając szereg podstawowych wytycznych projektowania tego typu urządzeń. Na podstawie prowadzonych rozważań własnych [16] można i należy wyraźnie podkreślić konieczność dopracowania krajowych rozwiązań do istniejących warunków wsadowych. Bogate doświadczenia przemysłu kotłowego w budowie, a projektantów w projektowaniu powinny być bezwzględnie uwzględnione w opracowywaniu polskiego kotła przewidzianego do termicznej degradacji odpadów komunalnych.

LITERATURA

- [1] Wandrasz J. Zieliński J.: Procesy utylizacji odpadów. Ossolineum, Tom I i II Wrocław 1983, 1984.
- [2] Reimer H.: Beispiele ausgeführter Verbrennungsanlagen 7905, 7910, 7920, 7930, 7940. Müll-und Abfallbeseitigung. Band 4 E.Schmidt Verlag GmbH. Berlin 1964-1987
- [3] Wandrasz J.: Kierunki i tendencje w energetycznym wykorzystaniu odpadów. Gospodarka paliwami i energią. 1990 (w druku)
- [4] Reimer H.: Luft und Rauchgasmengen. Müll-und Abfallbeseitigung. Band 4 E.Schmidt Verlag GmbH. 38 Lfg XI/75
- [5] Reimer H.: Vorgänge bei der Verbrennung. Müll-und Abfallbeseitigung. Band 4 E.Schmidt Verlag GmbH. 38 Lfg XI/75
- [6] Lange A.: Aufbau des Warmeschaltplanes, Wahl der Frischdampfdaten und der Speisewassertemperatur. Müll-und Abfallbeseitigung. Band 4 E.Schmidt Verlag GmbH. 39 Lfg/III 76
- [7] Lange A.: Kessel. Müll-und Abfallbeseitigung. Band 4 E.Schmidt Verlag GmbH. 39 Lfg/III 76.
- [8] E.V.T.- Müllverbrennung Anlagen (Refuse Incineration Plants)-Energie- und Verfahrenstechnik GmbH Stuttgart 1984
- [9] Eckrohrkessel-Kessel für Müllverbrennungsanlagen 1989
- [10] TA Luft-Vorschriften zur Reinhaltung der Luft. Kölnische Verlagsdruckerei GmbH 1986 ISBN 3-88784-076-3
- [11] Christmann A.: Müllverbrennung. Abfallbeseitigung und Verwertung durch Müllverbrennung VDI-Bildungswerk Düsseldorf 1985
- [12] Schweiger J.: Feuerraumgestaltung Müll-und Abfallbeseitigung. Band 4 E.Schmidt Verlag GmbH. 38 Lfg. XI/75

- [13] Borgwart W.: Müllfeuerung. Müll- und Abfallbeseitigung. Band 4 E. Schmidt Verlag GmbH. 38 Lfg XI/75
- [14] Borgwart W.: Entschlackung. Entaschung: Transport und Bunkderung. Müll- und Abfallbeseitigung. Band 4 E. Schmidt Verlag GmbH. 38 Lfg XI/75
- [15] Von Roll-Industriemüllentsorgung, Department Umwelttechnik Zurich 1989
16. Wandrasz J. i inni: Studium opłacalności budowy spalarni odpadów w mieście Gdynia. Praca niepublikowana, Gliwice 1990

Recenzent: prof. dr hab. inż. Władysław GAJEWSKI

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕССАХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ОТХОДОВ

Резюме

Создание и эксплуатация котельных установок в системах термической деградации отходов определяются особенностями сжигаемого топлива, его физическими свойствами и химическим составом. В польской технической литературе наблюдается отсутствие информации по проектированию и эксплуатации этих установок и требует подробного анализа проблемы и создания основ нового направления развития котельной техники.

В работе представлен анализ иностранной литературы, имеющей значение, по мнению автора при проектировании польских установок.

Обращено внимание на различные элементы оборудования котлов, такие как, механические решетки, системы подача топлива и эвакуации золы.

Меньше внимание уделено котлом для сжигания промышленных отходов и других. Отмечено, что специального анализа требует работа котлов с псевдооживленным слоем, температурный режим камер сгорания, форма и система конвекторных поверхностей нагрева, проблемы низко- и высокотемпературной коррозии.

Особое внимание должно быть уделено вопросом выбросов вредных веществ и экологической чистоты установок.

BOILERS FOR PROCESSES OF THERMAL WASTE DISPOSAL**S u m m a r y**

The boilers built and exploited in plants for thermal waste disposal act in special conditions as well with regard to the kind of used fuel and its physical/chemical properties as with regard to the composition and properties of products. These devices are not described in Polish scientific publications and no designing data are published as well. First of all the lack of such devices in Poland induces the necessity of this problem solving and of development of the technical science branch called "boilers for waste utilization and disposal". Due to the lack of Polish data, the chosen information from foreign publications is presented in the paper. In the author's opinion it can be important for Polish objects designing.

An attention of reader's has been paid to boiler equipment like grates, feeders and devices for slag removal. A less attention has been focused on boilers for hazardous waste degradation. The boilers so-called "fluidized bed boilers" as well as many other problems like chamber temperature profile, shape and construction of convection parts of boiler, low and high-temperature corrosion problems and emission of toxic substances require separate discussion.