

Kazimierz STASIAK

Józef MICHALIK

Centralne Biuro Konstrukcji Kotłów

w Tarnowskich Górach

## GAZ JAKO PALIWO ALTERNATYWNE DLA PALENISK OLEJOWYCH I WĘGLOWYCH

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono możliwości wykorzystania różnych gazów opałowych jako paliwa alternatywnego dla oleju i węgla w paleniskach kotłowych i innych komorach spalania. Skupiono się na rozwiązaniach technicznych instalacji paleniskowych i palników gazowych zaprojektowanych w Centralnym Biurze Konstrukcji kotłów (CBKK) w Tarnowskich Górach. Omówiono podstawowe układy instalacji gazowej przykotłowej oraz sposoby regulacji wydajności i utrzymywania stosunku paliwo-powietrze w instalacjach jedno-jak i wielopalnikowych. Przedstawiono podstawowe konstrukcje palników gazowych z indywidualnymi skrzyniami powietrza, tzw. przystawialnych oraz automatycznych, tzw. agregatowych wraz z przykładami ich zastosowania dla konkretnych kotłów.

### 1. WSTĘP

W ostatnich latach w naszej gospodarce daje się zauważyć wzrost zainteresowania paliwem gazowym. Przyczyniło się do tego niewątpliwie odkrycie nowych złóż gazu ziemnego, jak również zwiększenie importu gazu ziemnego wysokometanowego z ZSRR. Zainteresowanie to podyktowane jest wieloma względami, z których główne to:

- 1) Względy ekonomiczne,
- 2) Względy eksploatacyjne,
- 3) Wzrost wymagań odnośnie ochrony środowiska naturalnego.

W/w względy ściśle się ze sobą łączą i stanowią o atrakcyjności paliwa gazowego. Koszty eksploatacji i utrzymania instalacji gazowej w porównaniu z instalacją olejową lub węglową są niższe. Odpada tu transport, magazynowanie i przygotowanie do spalania, co jest szczególnie uciążliwe dla służb eksploatacyjnych w porze zimowej. Ponadto gaz nie krzepnie w rurach jak olej – stąd odpada ich ogrzewanie ani nie zbryla się, nie zawiesza i nie zapycha przewodów jak węgiel.

Stanowi to o dużej dyspozycyjności instalacji gazowej. Duże znaczenie ekonomiczne dla gospodarki ma też wykorzystanie wszelkich gazów, tzw. odpadowych jako nośników energii. Gazy te są coraz częściej zagospodarowy-

wane i spalane. Należą do nich głównie: gaz z odmetanowania kopalń, gazy hutnicze, jak wielkopiecowy i gardzielowy, gazy z dużą zawartością ciężkich węglowodorów, jak gazy z procesów rafineryjnych ropy naftowej, gaz biologiczny, tzw. biogaz i inne gazy z procesów technologicznych w zakładach przemysłowych.

W paliwie gazowym części palne występują już w postaci atomowej, co sprzyja szybkiemu spalaniu z ograniczonym powstawaniem sadzy.

Poza tym w paliwach gazowych nie występuje siarka, dzięki czemu spaliny pozbawione są automatycznie dwutlenku siarki. Ponadto gaz nie pozostawia żadnych odpadów w postaci popiołu i żużla, jak węgiel czy też ścieków, jak olej.

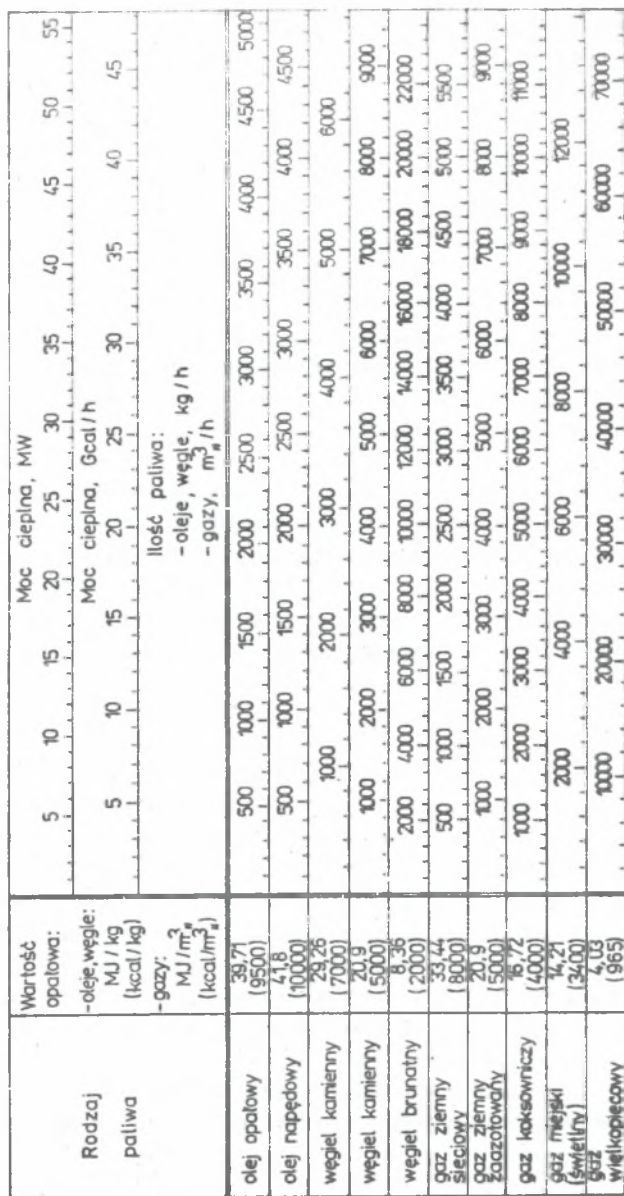
Spalanie gazu jest bezdymne, regulacja pracy palników prosta, stąd z chwilą możliwie dużych dostaw gazu wypiera on inne paliwa.

## 2. WŁAŚCIWOŚCI PALIW GAZOWYCH

Właściwości paliw gazowych są bardzo zróżnicowane. Podstawowe dane gazów, dla których dotychczas opracowano w CBKK w Tarnowskich Górach palniki wraz z instalacjami, zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Właściwości paliw gazowych.

Rodzaj gazu	Wartość opałowa, $\text{MJ/m}^3$ $/\text{kcal/m}^3/$	Gęstość $\text{kg/m}^3$	Skład objętościowy, %						
			$\text{H}_2$	$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{C}_n\text{H}_m$	$\text{CO}_2$	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$
Gaz ziemny wysokometanowy	36,42 /8700/	0,727	-	-	97,2	2,8	-	-	-
Gaz ziemny sieciowy	33,49 /8000/	0,75	1	-	92	0,6	0,4	6	-
Gaz ziemny zaazotowany	20,93 /5000/	0,95	-	-	56,2	1,4	-	42,4	-
Gaz ziemny z odmetanowania kopalń	21,48 /5130/	0,943	-	-	60	-	-	31,5	8,5
Gaz biologiczny	23,28 /5560/	1,15	-	-	65	-	35	-	-
Gaz koksowniczy	16,75 /4000/	0,515	53,3	6,2	25	2,1	2,1	11,3	-
Gaz miejski /światlny/	14,36 /3430/	0,59	51,5	21,5	17	2	4	4	-
Gaz wielkopiecowy	4,04 /965/	1,3	2,4	28,7	0,4	-	11,1	57,4	-
Gaz gardzielowy	2,72 /650/	1,316	1,5	16	1,5	-	12	69	0,5



Rys. 1. Zależność mocy cieplnej paliw od ich ilości.  
Fig. 1. Relationship between thermal power of fuels and their quantity.

Na rys. 1 przedstawiono zależności mocy cieplnej i odpowiadającej jej ilości paliwa gazowego w porównaniu z najczęściej stosowanymi paliwami energetycznymi, jak: olej opałowy, napędowy i węgiel.

Do porównania wydatków przyjęto zaokrąglone wartości opałowe paliw, stosowane w szacunkowych obliczeniach technicznych w CBKK.

Gaz ziemny wysokometanowy, gaz ziemny zaazotowany, gaz koksowniczy zużytkowane są podstawowo do spalania w kotłach parowych, wodnych, paleniskach technologicznych, w gospodarce komunalnej do celów bytowych oraz grzewczych w rejonach szczególnie wymagających ochrony środowiska naturalnego. Występujący nadmiar tych gazów w różnych okresach roku wykorzystuje się do opalania obiektów suszarniczych, wytwórni mas drogowych itp. Pozostałe gazy występują miejscowo i zużytkowane są podstawowo do opalania kotłów. Duża różnorodność charakterystyk paliw gazowych oraz wykorzystanie paliwa gazowego w warunkach lokalnych, często jako paliwa pomocniczego lub zastępczego w już istniejących kotłach lub paleniskach opalanych podstawowo olejem lub węglem, wymaga stosowania różnych rozwiązań konstrukcyjnych palników, a także ich odpowiedniego rozmieszczenia i podłączenia.

Płomień ze spalania paliw gazowych charakteryzują się niższym stopniem promieniowania w porównaniu z płomieniami paliw bogatych w ciężkie węglowodory, jak olej opałowy czy węgiel. Ma to swoje odbicie w układach palenisk dwupaliwowych, gdzie przy tych samych wydatkach cieplnych palników nie uzyskuje się wprost tych samych efektów końcowych na kotle.

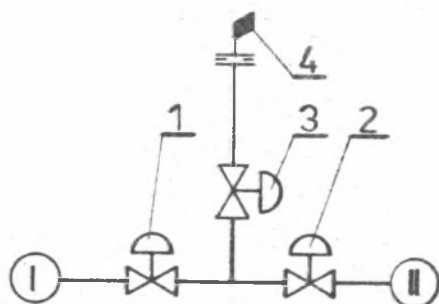
Przy spalaniu paliwa gazowego, z racji mniejszej emisyjności płomienia, mniej ciepła zostaje przejęte przez ekrany komory paleniskowej /powierzchnie opromieniane/, stąd więcej ciepła musi zostać przejęte przez konwekcję w drugim ciągu kotła, co wymaga jego rozbudowy.

### 3. INSTALACJE GAZOWE

Każdy palnik gazowy wyposażony jest w układ armatury gazowej przypalnikowej. Podstawowo układ ten składa się z trzech zaworów szybkoodcinających sterowanych zdalnie - rys.2.

Dwa zawory /nr 1 i 2/ znajdujące się na przewodzie zasilającym gazu do palnika są organami odcinającymi gaz, zaś trzeci zawór /nr 3/ pełni rolę zaworu wydmuchowego. W trakcie pracy palnika zawór wydmuchowy jest zamknięty. Otwiera się w przypadku zamknięcia zaworów nr 1 i 2. Zespół tych trzech zaworów pełni rolę szczelnego odcięcia gazu do dysz głównych palnika.

W zawór szybkoodcinający, lub w niektórych przypadkach również w trzy zawory wyposażony bywa palnik zapalający gazowy, zabudowany w palniku głównym.



Rys. 2. Układ podstawowy armatury gazowej przypalnikowej: I - zasilanie gazu, II - wylot gazu do palnika, 1,2 - zawory szybkooddcinające gazu do palnika, 3 - zawór wydmuchowy, 4 - kominiek wydmuchowy z przerywaczem płomienia

Fig. 2. Basic system of gas fittings at the burner.

Armatura szybko zamykająca, z wyjątkiem niedużych palników agregatowych i zapalających, z reguły bywa sterowana pneumatycznie.

Rozwiązanie instalacji doprowadzenia gazu do palnika /palników - w przypadku instalacji wielopalnikowej/ podstawowego i zapalającego może być zrealizowane w różny sposób, w zależności od:

- rodzaju gazu,
- ilości palników na kotle,
- sposobu regulacji wydajności,
- charakteru palnika / pomocniczy, dopalający, rozpałkowy, stabilizujący, podstawowy/.

Typowy schemat instalacji gazowej wielopalnikowej, stosowany w projektowanych przez CBKK instalacjach, pokazany jest na rys. nr 3.

Pokazane na schemacie rozwiązanie doprowadzenia gazu zapalającego z zastosowaniem dodatkowo butli gazu propan - butan ma miejsce szczególnie w układach palników dwupaliwowych olejowo - gazowych, w przypadku wyłączenia z ruchu instalacji gazowej. Schemat ten przewiduje ciągłą regulację wydajności wszystkich pracujących palników w zakresie 1 : 4.

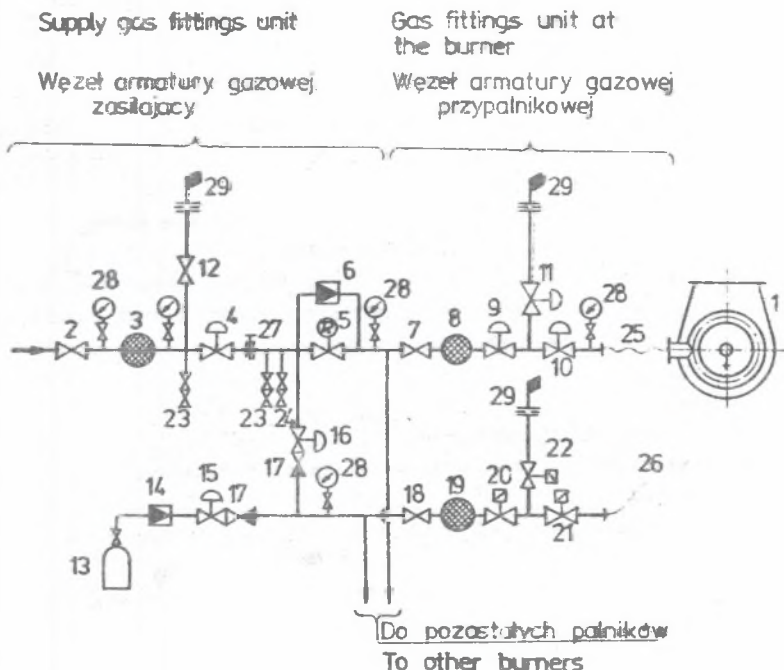
Często jest stosowany układ instalacji jednopalnikowej z wykorzystaniem gazu podstawowego do zapalenia - rys. 4.

Dla palników agregatowych stosowany jest często układ instalacji z regulacją skokową wydajności - w zakresie 0 - 30% - 100% - rys. 5.

Regulacja stosunku paliwo - powietrze w zakresie współczynnika nadmiaru powietrza  $\lambda = 1,1 + 1,5$  realizowana jest różnymi metodami. Dla dużych kotłów z większą od dwu ilością palników stosuje się pomiar ilości gazu i powietrza do spalania za pomocą kryza sterowanie klap powietrza do spalania, jak też i zaworów regulacyjnych gazu za pomocą niezależnych siłowników pneumatycznych lub elektrycznych z pozycjonerami, sterowanych z regulatorów. W instalacjach małych jedno- lub dwupalnikowych często stosuje się układy nastawne, dźwigniowo - krzywkowe - rys. 6.

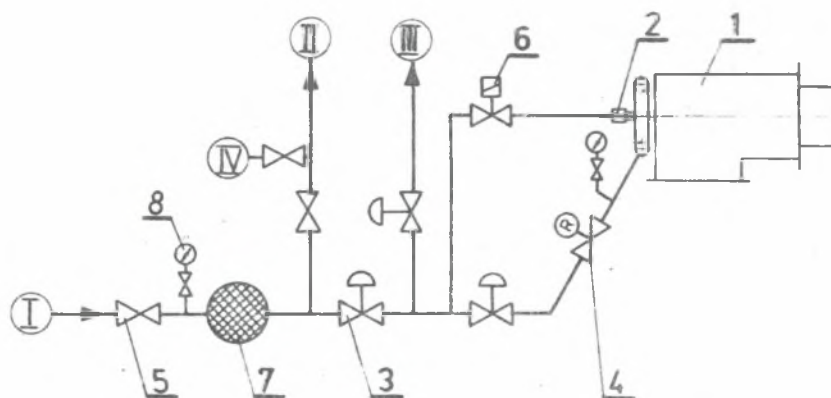
W układzie tym zespół krzywki nastawnej sprzężony jest z wałkiem kłapy

regulacyjnej powietrza, zaś sama krzywka poprzez układ cięgien sprzężona jest z przepustnicą gazu do palnika. Stopień otwarcia przepustnicy gazu jest tu funkcją stopnia otwarcia kłapy powietrza do spalania. W palnikach agregatowych z armaturą elektromagnetyczną jak na rys. nr 5 stosuje się regulację za pomocą kłapy dwupołożeniowej sterowanej elektromagnesem.



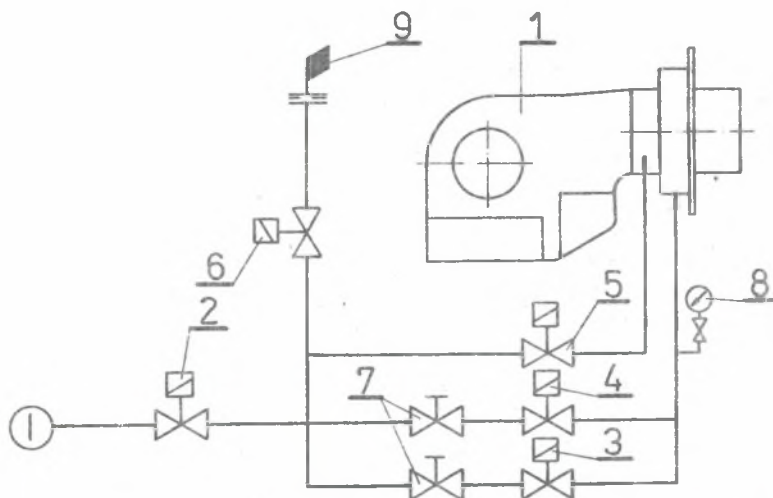
Rys. 3. Schemat instalacji gazowej przykotłowej: 1 - palnik gazowy, 2 - zawór odcinający główny, 3 - filtr główny, 4 - zawór szybko odcinający, 5 - zawór regulacyjny wydajności palników, 6 - reduktor rozruchowy, 7 - zawór odcinający palnika, 8 - filtr gazu do palnika, 9, 10 - zawory szybko odcinające gazu do palnika, 11 - zawór szybko odcinający wydmuchowy gazu, 12 - zawór odpowietrzający, 13 - butla gazu propan - butan, 14 - reduktor butlowy gazu, 15, 16 - zawory szybko odcinające gazu zapalającego, 17 - zawór zwrotny, 18 - zawór odcinający gazu do palnika zapalającego, 19 - filtr gazu zapalającego, 20, 21 - zawory szybko odcinające gazu do palnika zapalającego, 22 - zawór szybko odcinający wydmuchowy gazu, 23 - zawory odcinające gazu N<sub>2</sub> do przedmuchania instalacji, 24 - zawory odwadniające, 25, 26 - przewody elastyczne gazu do palnika, 27 - zaślepka, 28 - punkt pomiaru ciśnienia, 29 - kominiek wydmuchowy

Fig.3. Diagram of gas system at the boiler.



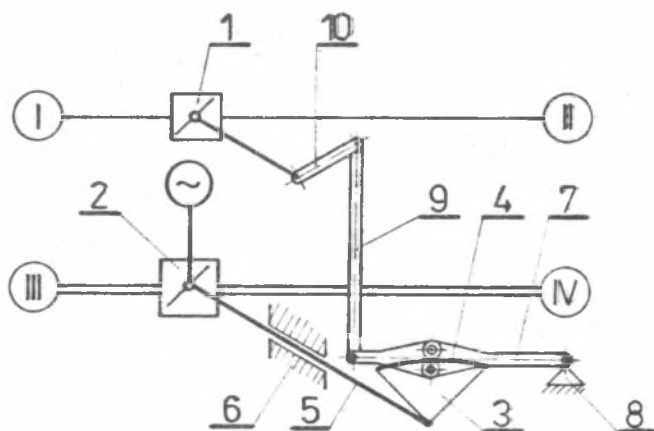
Rys. 4. Instalacja gazowa przypalnikowa: I - zasilanie gazu, II, III - wydmuchy gazu, IV - króciec kontrolny, 1 - palnik gazowy, 2 - palnik zapalający, 3 - zawór szybko odcinający gazu do palnika, 4 - zawór regulacyjny wydajności palnika, 5 - zawór odcinający główny, 6 - zawór szybko odcinający gazu do palnika zapalającego, 7 - filtr gazu, 8 - punkt pomiaru ciśnienia

Fig. 4. Gas system at the burner



Rys. 5. Instalacja gazowa przypalnikowa z regulacją skokową wydajności 0 - 30% - 100%: 1 - palnik gazowy agregatowy, 2 - zawór szybko odcinający gazu do palnika, 3 - zawór szybko odcinający gazu I-go stopnia - 30%, 4 - zawór szybko odcinający gazu II-go stopnia - 100%, 5 - zawór szybko odcinający gazu do zapalarki, 6 - zawór szybko odcinający wydmuchowy gazu, 7 - kurki regulacyjne, 8 - punkt pomiaru ciśnienia

Fig. 5. Gas system at the burner with step capacity control 0 - 30% - 100%.



Rys. 6. Schemat krzywkowego układu regulacji wydajności palnika: I - zasilenie gazu, II - wylot gazu do palnika, III - zasilenie powietrza do spalania, IV - wylot powietrza do palnika, 1 - przepustnica gazu, 2 - kłapa regulacyjna powietrza sterowana elektrycznie lub pneumatycznie, 3 - korpus krzywki, 4 - element nastawny, 5 - wałek krzywki, 6 - łożysko wałka, 7 - dźwignia krzywki, 8 - łożysko dźwigni, 9 - ciągnio, 10 - ramię przepustnicy.

Fig. 6. Diagram of cam control system of burner capacity.

#### 4. KONSTRUKCJE PALNIKÓW GAZOWYCH

W wyniku badań przeprowadzonych w Instytucie Energetyki w Warszawie, ITC w Łodzi, przez Politechnikę Wrocławską oraz badań własnych wyłoniono konstrukcję palnika gazowego typu lancowego jako rozwiązanie wiodące dla palenisk kotłowych. Stwarza ono najlepsze warunki mieszania gazu z powietrzem, a tym samym warunki do stabilnego spalania gazu. W naszej technice opieramy się na konstrukcji palników, w których zmieszanie powietrza z paliwem zachodzi na wylocie, w gardzieli palnika. Są to więc palniki dyfuzyjne.

Ważnym czynnikiem wpływającym na sprawność i stabilność spalania jest zawirowanie powietrza do spalania. Ze względu na sposób zawirowania powietrza palniki dzielą się na:

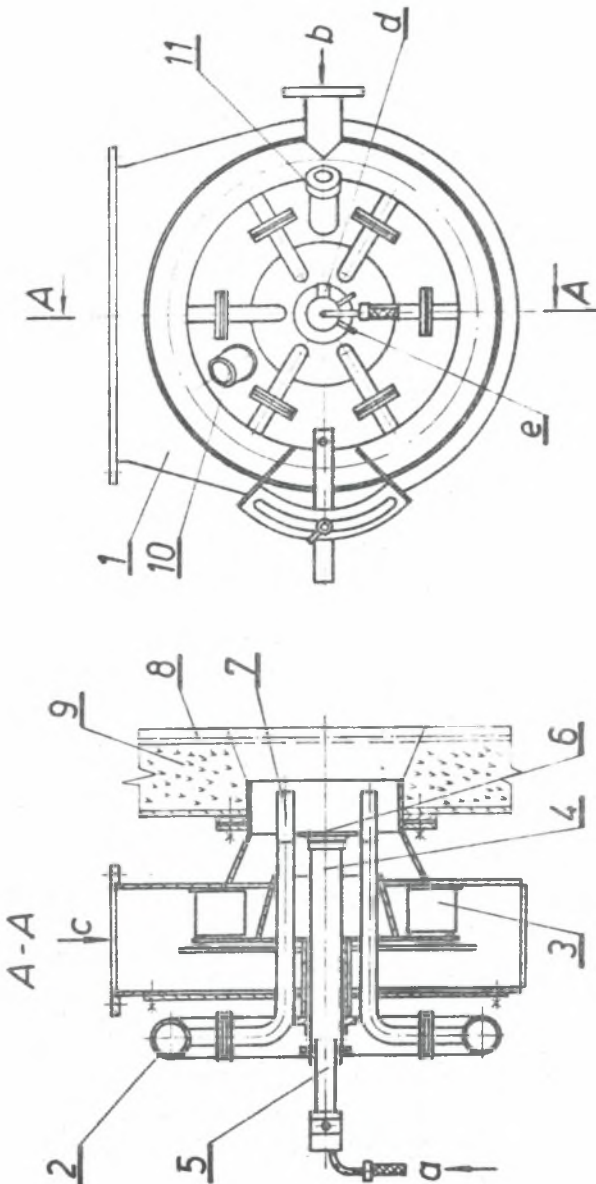
- palniki ze stałymi łopatkami zawirowującymi usytuowanymi w gardzieli palnika osiowo,
- palniki z ruchomymi łopatkami, tzw. aparatami łopatkowymi, w których łopatki usytuowane w korpusie palnika są ułożone promieniowo a przepływ powietrza tangencjalny.

Aparaty łopatkowe zabudowane w palnikach umożliwiają zmianę stopnia zawirowania powietrza do spalania, a tym samym zmianę kształtu płomienia gazo-



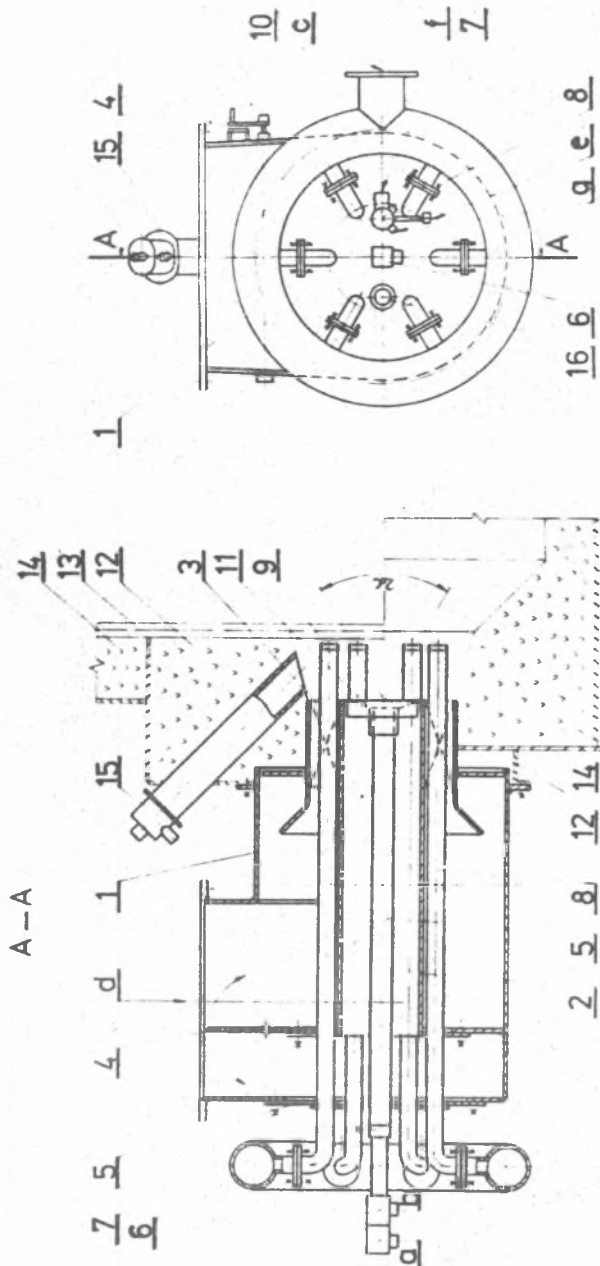
wego. Ma to istotny wpływ na dopasowanie kształtu płomienia do warunków różnych komór spalania. Przykład rozwiązania technicznego takiego typowego palnika lancowego pokazano na rys. 7.

Na rys. 8 pokazana jest konstrukcja palnika z łopatkami stałymi. Wzorowana jest ona na konstrukcji palnika olejowego. Jest to zarazem przykład



Rys. 7. Palnik gazowy lancowy z aparatem łopatkowym zawrotnym powietrza do spalania: a - króciec doprowadzenia gazu do palnika zapalającego, b - króciec doprowadzenia gazu do palnika podstawowego, c - króciec wlotowy powietrza do spalania, d - doprowadzenie powietrza zapalającego, e - doprowadzenie napięcia do palnika zapalającego, 1 - korpus palnika, 2 - kolektor pierścieniowy gazu, 3 - aparat łopatkowy, 4 - obudowa palnika zapalającego, 5 - palnik zapalający, 6 - stabilizator, 7 - lancia gazowa z dyszą gazową, 8 - ekran, 9 - obmurze, 10 - króciec fotokomórki, 11 - wziernik.

Fig. 7. Gas burner, lance type, with adjustable air swirl system.



Rys. 8. Palnik olejowo - gazowy z łopatkami stalowymi: a, b - króćce zasilające lancy olejowej, c - króciec wlotowy gazu do palnika, d - króciec wlotowy powietrza do spalania, e - doprowadzenie paliwa do palnika zapalającego, f - doprowadzenie powietrza do palnika zapalającego, g - doprowadzenie wysokiego napięcia do palnika zapalającego, 1 - korpus zewnętrzny palnika, 2 - korpus wewnętrzny palnika, 3 - stałe łopatki zawiorowacza powietrza, 4 - kierownica powietrza ręczna, 5 - wkład mocujący, 6 - lansa olejowa, 7 - kolektor płaszczeniowy gazu, 8 - lansa gazowa, 9 - dysze gazowe, 10 - palnik zapalający, 11 - stabilizator, 12 - skrajnia palnikowa, 13 - ekran komory paleniskowej, 14 - obmurza, 15 - króciec fotokomórki, 16 - wziernik.

FIG. 8. Oil - gas burner with constant vanes.

palnika dwupaliwowego - olejowo - gazowego. W osi korpusu palnika umieszczona jest lancia olejowa z rozpalaczem oleju, zaś lancia gazowe z dyszami gazowymi rozmieszczone są równomiernie wokół lancy olejowej na tej samej średnicy podziałowej. W palnikach tego typu przyjmuje się tę samą moc cieplną dla oleju i gazu, z tym, że z reguły nie zakłada się równoczesnej pracy palnika na oleju i gazie.

Nie jest to jednak wykluczone, szczególnie w przypadkach, gdy należy spalić cały gaz odpadkowy a moc uzupełnić olejem.

Na bazie tych dwu w/w konstrukcji CBKK zaprojektowało cały szereg odmian palników gazowych, które znalazły zastosowanie zarówno w kraju, jak i za granicą. Palniki te mogą być użyte do rozpałki kotła lub paleniska ze stanu zimnego oraz do jego opalania jako palniki podstawowe lub jako palniki uzupełniające moc na gaz pomocniczy.

Przykładowo, dla kotła rusztowego WR 10 w kotłowni kopalni węgla kamiennego na jednej z bocznych ścian komory paleniskowej zabudowano jeden palnik gazowy wg konstrukcji z rys. 7 dla gazu ziemnego z odmetanowania złóż węgla, o wydajności  $1200 \text{ m}_N^3/\text{h}$ . Aparat łopatkowy pozwala tu na wyregulowanie długości płomienia, stosownie do szerokości rusztu. W okresie, kiedy praca kotła przechodzi całkowicie na opalanie gazem przez dłuższy okres czasu, ruszt zostaje zabezpieczony przez wyłożenie go cegłą szamotową lub innym materiałem izolacyjnym.

Innym przykładem jest zastosowanie tej samej konstrukcji palników w kotłach WP 120 czy OP 230 w ilości 4 + 8 sztuk jako palniki rozpałowe i stabilizacyjne, o wydajności od 625 - 2800  $\text{m}_N^3/\text{h}$ . Palniki te pozwalają na bezpieczne rozpalanie kotła, jak również na dopalanie gazu przy niskich obciążeniach na paliwie węglowym. Dla zrealizowania pokrycia zapotrzebowania na różne wydatki cieplne w szerokim zakresie palnik (rys. 7) może być wyposażony w dwa odrębne układy lanc gazowych zasilanych z dwu odrębnych kolektorów gazu. Rozwiązanie takie, szczególnie przy niskich ciśnieniach zasilania gazu, pozwala na zwiększenie zakresu regulacji wydajności i dopasowanie się do potrzeb kotła / paleniska/. Palnik taki został zastosowany do rozpalania kotła OP 140 gazem koksowniczym oraz do podtrzymania spalania przy niskich obciążeniach kotła na węglu, jak również pracy kotła na samym gazie przy niskim jego obciążeniu. Na kotle zabudowano 4 palniki /po dwa na bocznych ścianach/, o wydajności nom  $Q = 3250 \text{ m}_N^3/\text{h}$  gazu koksowniczego każdy. W związku z tym, że kocioł ten zainstalowany jest w koksowni, gdzie okresowo występuje duży nadmiar gazu koksowniczego, prowadzone są prace nad przystosowaniem tego kotła do opalania wyłącznie gazem koksowniczym. Przewiduje się zatem dobudowanie dwu dodatkowych palników o tej samej wydajności na poziomie wyższym od już zainstalowanych. Również w kotłowniach hutniczych przede wszystkim stosuje się gaz koksowniczy, zaś w kotłowniach zakładowych czy miejskich - gaz ziemny sieciowy.

Przeważnie na gaz ziemny sieciowy czy też gaz ziemny zaazotowany instaluje

się palniki w suszarniach pasz, czy też innych przemysłowych komorach spalania. Wyposażone one są z reguły w jeden palnik gazowy o wydajności rzędu  $500 + 1000 \text{ m}_N^3/\text{h}$ .

Kolejnym przykładem wykorzystania, tym razem palnika dwupaliwowego olejowo - gazowego, wg konstrukcji z rys. 8, jest jego zastosowanie dla kotła OO 260. Kocioł ten opalany podstawowo olejem opałowym został w ramach modernizacji przystosowany do opalania gazem ziemnym. Istniejących 8 sztuk palników olejowych, o wydajności  $3000 \text{ kg/h}$  każdy, zostało rozbudowanych o część gazową, tj. kolektor gazowy z lancami i dyszami, o wydajności równoważnej olejowi -  $3600 \text{ m}_N^3/\text{h}$ . Dodatkowo należy tu wspomnieć, że kocioł pracuje przy nadciśnieniu w komorze paleniskowej, rzędu  $2 \text{ kPa}$ , co wymagało zastosowania specjalnych zabezpieczeń przeciwwybuchowych w palnikach. Gazy odpadowe z procesów hutniczych jak wielkopiecowy czy gardzielowy spalane są w kotłach węglowych siłowni zakładowych. Gazy te z racji swej niskiej wartości opałowej mogą być spalane jedynie w obecności płomienia stabilizującego, podtrzymującego proces spalania.

Kotły są więc wyposażone w specjalnej konstrukcji palniki wielolancowe. Palnik taki, do spalania gazu wielkopiecowego z podtrzymaniem przy pomocy gazu koksowniczego, przeznaczony dla kotła węglowego OFG 100 przedstawiony jest na rys. 9.

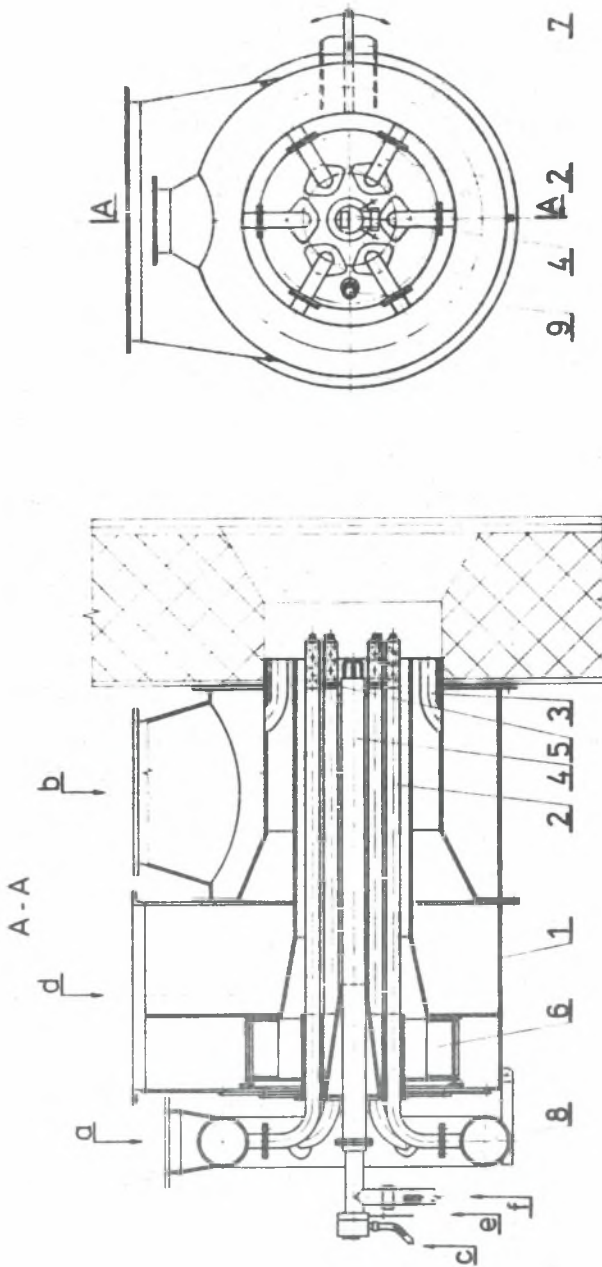
Na kotle zabudowane są cztery palniki o wydajności  $7500 \text{ m}_N^3/\text{h}$  gazu wielkopiecowego i  $1000 \text{ m}_N^3/\text{h}$  gazu koksowniczego. Podobne rozwiązanie zastosowane zostało w kotle olejowym OOG 30. Dwa palniki na gaz wielkopiecowy mają wydajność po  $12000 \text{ m}_N^3/\text{h}$  każdy, zaś dla podtrzymania ciągłości spalania gazu stosuje się palniki olejowe o wydajności  $1100 \text{ kg/h}$ , zabudowane w osi palników gazowych. Do stabilizacji spalania wykorzystuje się tu jednak tylko część mocy palników olejowych, które służą równocześnie jako palniki podstawowe w przypadku braku gazu.

Przykładem utylizacji gazu gardzielowego może być komora spalania z palnikami szczelinowymi zabudowanymi stycznie, gdzie rolę palnika stabilizującego stanowi palnik gazowy na gaz mocny /o wartości opałowej  $3000 \text{ kcal/m}_N^3/$ , zabudowany w osi wzdłużnej komory na płycie czołowej.

Odrębną grupę palników stanowią palniki blokowe, tzw. agregatowe.

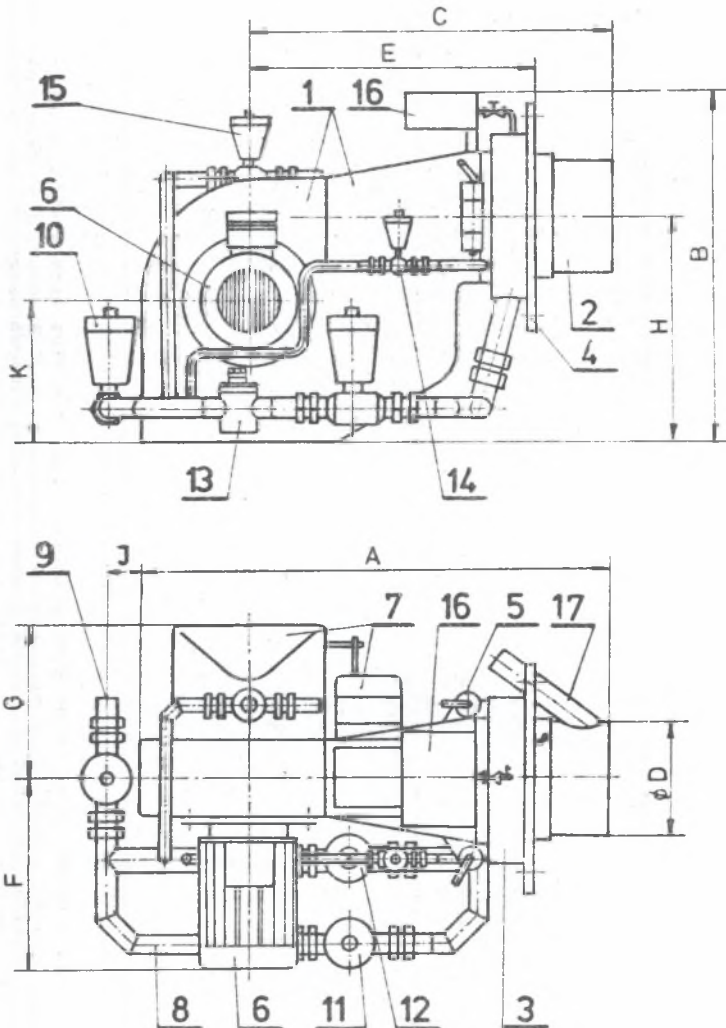
W palnikach tych dysze gazowe zintegrowane są w jeden zespół z układem aerodynamicznym, spełniającym rolę korpusu palnika, wentylatorem powietrza do spalania i urządzeniem zapalającym, kontroli płomienia i sterowania pracą palnika. Rozwiązanie palnika z układem armatury sterowanej elektromagnetycznie, zabudowanej na korpusie palnika, pokazane jest na rys. 10, zaś wymiary palników wg typoszeregu opracowanego przez CRKK zestawiono w tabelicy 2, a zakresy mocy pokazano na rys. 11.

Palniki z układem armatury sterowanej pneumatycznie, co jest stosowane w przypadkach niskich ciśnień gazu lub dużych wydatków palnika, posiadają armaturę zainstalowaną oddzielnie, poza korpusem palnika. Konstrukcja pal-



Rys. 9. Palnik dla gazu wielkopiecowego: a - wlot gazu koksowniczego, b - wlot gazu wielkopiecowego, c - kable wysokiego napięcia, d - wlot powietrza do spalania, e - wlot gazu zapalającego, f - wlot powietrza do palnika zapalającego, 1 - korpus palnika, 2 - lanca gazowa dla gazu koksowniczego, 3 - dysza gazu wielkopiecowego, 4 - palnik zapalający gazu, 5 - stabilizator, 6 - aparat lopatkowy, 7 - napęd aparatu ręczny, 8 - pierścieniowy kolektor gazu, 9 - wziernik.

Fig. 9. Burner for blast furnace gas.



Rys. 10. Palnik gazowy agregatowy: 1 - korpus palnika, 2 - gardziel wylotowa palnika, 3 - kolektor gazowy, 4 - kołnierz mocujący, 5 - sworznie łączące, 6 - silnik elektryczny z wirnikiem wentylatora, 7 - kieszeń wlotowa powietrza do spalania, 8 - układ przewodów gazowych, 9 - wlot gazu do palnika, 10 - zawór szybkooccinający gazu do palnika, 11 - zawór szybkooccinający gazu, 1-go stopnia - 30%, 12 - zawór szybkooccinający gazu do palnika - 100%, 13 - kurki regulacyjne, 14 - zawór szybkooccinający gazu do zapalarki, 15 - zawór szybkooccinający wydmuchowy gazu, 16 - punkt pomiaru ciśnienia gazu.

Fig. 10. Automatic gas burner.

ników agregatowych gazowych oparta jest na rozwiązaniu palników agregatowych dla oleju. Są również stosowane rozwiązania palników agregatowych dwupaliwowych olejowo - gazowych. Palniki te z reguły stosowane są w kotłach płomieniowych serii EG, tzw. „ekonomikach”, dla gazu ziemnego i koksowniczego oraz w wielu konstrukcjach starych kotłów węglowych z ręcznym

Tablica 2. Wymiary palników gazowych agregatowych.

Wielkość palnika	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Masa
	mm										kg
1	870	550	565	135	415	350	200	320	70	200	46
2	950	640	750	185	578	420	220	420	110	280	83
3	1020	800	830	230	680	520	330	490	240	320	135 / 97 <sup>1/1</sup>
4	1200	830	850	265	680	560	330	540	160	340	210 / 176 <sup>1/1</sup>
5	1450	940	1130	345	900	530	460	610	-	380	261 <sup>1/1</sup>



Rys. 11. Zakresy mocy palników gazowych agregatowych.

Fig. 11. Power ranges of automatic gas burners.

1) Masa palników bez układu armatury elektromagnetycznej. Armatura sterowana pneumatycznie - poza korpusem palnika.

nawęglaniem czy też kotłach rusztowych. Palniki te zastosowano również dla gazu biologicznego w kotłach typu FWg oraz w różnych komorach spalania nie związanych z kotłami. Paliwo węglowe lub rzadziej olejowe eliminuje się przede wszystkim w gęstych zwartych zabudowach miejskich, w sąsiedztwie obiektów zabytkowych, służby zdrowia, w rejonie parków narodowych, obszarów leśnych itp., w nowo budowanych małych kotłowniach komunalnych, zakładowych czy też w indywidualnych kotłowniach CO.

## 5. PODSUMOWANIE

Przedstawione w niniejszym opracowaniu, z konieczności w ogromnym skrócie, konstrukcje najbardziej typowych palników gazowych mogą być zastosowane do spalania praktycznie wszystkich gazów. Przystosowanie palnika do danego gazu i warunków dyktowanych przez komorę spalania jest sprawą indywidualną, stąd mnogość rozwiązań technicznych w praktyce. Atrakcyjność paliwa gazowego pod każdym względem w stosunku do oleju lub węgla sprawiła, że w ostatnich latach został zdynamizowany rozwój konstrukcji palników gazowych w CBKK. Rozwój własnych rozwiązań na różne rodzaje gazów i dla różnych przeznaczeń bez potrzeby korzystania z zagranicznej pomocy technicznej czy licencyjnej pozwolił zabezpieczyć zapotrzebowanie krajowego przemysłu kotłowego oraz wyjść z ofertą eksportową dla Czechosłowacji, Bułgarii, Węgier, NRD, ZSRR czy Turcji. Producent palników, którym są Zakłady Budowy Urządzeń Kotłowych w Katowicach Ochojcu, w pełni opanował technologię ich produkcji bazując na dokumentacji CBKK. Zdobyte doświadczenia pozwalają na projektowanie palników dowolnej wielkości i typu na różne paliwa gazowe z przeznaczeniem dla kotłów, jak i palenisk niekotłowych.

## LITERATURA

- [1] Hostalier P. : Die Industriellen Gasbrenner. R. Oldenbourg Verlag, München, Wien 1974.
- [2] Niepenberg H. P. : Industrie - Gasfeuerungen. Verlag Betriebes - Ökonom Verden, Aller, 1971.
- [3] Orłowski P. : Kotły parowe. Konstrukcje i obliczenia. WNT, Warszawa 1979.
- [4] Spiejszer W. A. : Powyszenie efektywności ispolzowania gaza i mazuła w energetycznych ustanowkach. ENERGIJA, Moskwa 1974.
- [5] Wójcicki S. : Spalanie. WNT, Warszawa 1969.
- [6] Wróblewski T. : Urządzenia kotłowe. WNT, Warszawa 1973.



- [7] Praca zbiorowa. Wybrane zagadnienia z dziedziny budowy kotłów i urządzeń energetycznych. Wydawnictwo CBKK, Tarnowskie Góry 1987.
- [8] Katalog ZBWK Katowice. Olej - gaz. Instalacje paleniskowe. Wydawnictwo CBKK, Tarnowskie Góry 1988.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Ludwik Cwynar

## ГАЗ - АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО ДЛЯ МАЗУТНЫХ И УГОЛЬНЫХ ТОПОК

### Резюме

В работе представлено возможности использования различных газов как альтернативного топлива для мазута и угла в котельных установках и других камерах сгорания.

Особое внимание обротилося по техническим решениям топочных схем и газовых горелок запроектированных в Центральным Бюре Котловых Конструкций (ЦБКК) в Тарновских Горах. Оговорено основные системы прикотловой газовой схемы, методы регулировки производительности и удержания отношения топливо - воздух в схемах одно и многогорелочных.

Предствлено основные конструкции газовых горелок с индивидуальными каробами воздуха, так называемых приставленными и автоматических, так называемых агрегатными, а также примеры использования для конкретных котлов.

## GAS - AN ALTERNATIVE FUEL FOR OIL AND COAL FURNACES

### Summary

Possibilities of various fuel gases usage as alternative fuels to oil and coal in boilers' furnaces and other combustion chambers are performed in this paper. Technical solutions of furnace installations and gas burners designed in Central Boiler Design Office in Tarnowskie Góry are here assembled. Basic systems of boiler's gas installations and means of output control and fuel - air ratio keeping as in single

- and as in multiburners installations are described. Next, essential burners designs with individual air boxes, so-called attached boxes and automatic units with examples of their applications for specific boilers are also performed.