

# Warunki dywersyfikacji produkcji koksu

Conditions of diversification of coke production

Fitko Henryk \* Kosyrzyk Ludwik Jakubina Grzegorz

\* - autor jest pracownikiem IChPW Zabrze, adres do korespondencji: Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, ul. Zamkowa 1, 41-803 Zabrze, tel: +48 32 6216 314, fax: +48 32 271 08 09, e-mail: hfitko@ichpw.pl



## W KILKU SŁOWACH

Mając na uwadze rosnącą w ostatnich latach zmienną koniunkturę na różne gatunki koksu przeanalizowano w niniejszym artykule warunki i możliwości „dywersyfikacji produkcji” na bateriach koksowniczych przystosowywanych do tychczas do produkcji jednego, określonego typu koksu. Dywersyfikacja produkcji to różnicowanie asortymentu produkcji lub usług w celu zmniejszenia ryzyka w prowadzeniu działalności gospodarczej. W świetle tych analiz zwrócono uwagę na wymogi konstrukcyjno-eksploatacyjne dla rozpatrywanej dywersyfikacji produkcji koksu oraz zagrożenia stąd wynikające. Omówiono sposoby osiągnięcia ustalonych wymogów konstrukcyjno-eksploatacyjnych dla tak pracujących baterii koksowniczych oraz bazując na praktycznych doświadczeniach i symulacyjnych analizach, wskazano ich podstawowe wady i zalety. Zaprezentowany materiał może być pomocny dla służb techniczno-technologicznych koksowni, które zamierzają budować nowe baterie nastawiane na tego typu gatunkowe zróżnicowanie produkcji koksu.

## Wprowadzenie

Ostatnie lata w przemyśle koksowniczym pokazały konieczność dostosowywania wielkości produkcji do popytu, który generuje głównie przemysł hutniczy. Tymczasem bateria pieców koksowniczych, od której wielkość re-



## SUMMARY

Nowadays we observe an increasing demand fluctuations for different grades of coke. In this article the conditions and the possibility of “production differentiation” for coke oven batteries producing up to now one particular type of coke has been analyzed. Production differentiation is diversification of products line or services in order to reduce the risk of economic activity. In the light of these analyzes, the construction and operational requirements for the production differentiation of coke and the arising risks has been noted. Ways to achieve established construction and operational requirements for such operating coke oven batteries has been discussed. Basing on practical experience and simulations, their basic advantages and disadvantages has been indicated. The presented material can be helpful for the technical and technological services of coke oven plant, which intend to build new batteries adjusted for various types of coke production.

alizowanej produkcji w gruncie zależy, nie jest w zasadzie przystosowana do zmian obciążeń [1]. Wszystkie znane sposoby reagowania przez eksploatatorów koksowni na zmienność popytu zawsze obciążone jest mniejszym lub większym ryzykiem uszkodzenia baterii koksowniczych, a nawet wręcz ich zniszczenia. Jeszcze

większe problemy rodzi zmiana gatunkowa produkowanego koksu. W tym, bowiem przypadku nie zawsze wystarczy dokonać zmiany stosowanych do procesu koksowania węgla ale najczęściej również parametrów eksploatacyjnych baterii koksowniczej. Produkcja np. koksu odlewniczego wymaga także odpowiedniej konstrukcji komór i określonej technologii koksowania, które dla produkcji innych gatunków koksu nie są wymagane. Ponadto zmiana parametrów eksploatacyjnych baterii koksowniczej, niezależnie od problemów i ryzyka związanego z takim postępowaniem, posiada dla danej konstrukcji baterii koksowniczej swoje ograniczenia, które najczęściej uniemożliwiają skuteczną zmianę gatunku produkowanego koksu (przestawienie całości produkcji na nowy gatunek koksu, a nie tylko uzyskanie przy okazji pewnej części produkowanego koksu o parametrach możliwych do zakwalifikowania go jako inny gatunek). Tym samym rozpatrywanie ewentualnej możliwości gatunkowego zróżnicowania produkcji koksu wymaga rozważenia wielu aspektów eksploatacyjno-konstrukcyjnych budowanych lub już użytkowanych baterii koksowniczych. Równocześnie wymaganym jest ustalenie w miarę ścisłych sposobów postępowania technologicznego przy takiej zmianie, gwarantujących bezpieczne dla konstrukcji baterii i jakości produkowanego koksu osiągnięcie założonych celów.

## Uwarunkowania eksploatacyjne gatunkowego zróżnicowania produkcji koksu.

Jednym z najbardziej skomplikowanych zabiegów eksploatacyjnych baterii koksowniczej może się okazać przestawienie jej z produkcji koksu wielkopieczowego na koks odlewniczy. O ile bowiem produkcja koksu hutniczego nie wymaga w zasadzie ograniczeń w szybkości prowadzonej pirolizy wsadu węglowego, to produkcja koksu odlewniczego może być zrealizowana wyłącznie w warunkach bardzo wolnej pirolizy [2]. Z tego powodu czasy koksowania, a tym samym wysokość utrzymywanej temperatury w kanałach grzewczych obsługujących poszczególne komory koksownicze i strumień generowanego w nich ciepła, zasadniczo się różnią dla obu rodzajów produkowa-

nego koksu. Można wprowadzić teoretycznie rozpatrywać utrzymywanie tych podobnych parametrów eksploatacji, ustalonych dla produkcji koksu odlewniczego, dla obu przypadków i takie rozwiązanie byłoby technicznie i technologicznie najbardziej uzasadnione. Jednak z różnych względów, w tym głównie ekonomicznych, koksownie dążą do możliwej intensyfikacji produkcji, której wielkość dla koksu wielkopieczowego w odróżnieniu od koksu odlewniczego może być znacznie większa.

Najistotniejszym uwarunkowaniem eksploatacyjnym gatunkowego zróżnicowania produkcji koksu jest tym samym możliwość i sposób zmiany wielkości produkcji. Zmiana czasu koksowania, bo to on w gruncie rzeczy odpowiada za wielkość produkcji i szybkość pirolizy, z kolei wymaga:

- ustalenia tempa tych zmian,
- ustalenia warunków ciśnieniowych pracy odbieralnika gazu surowego,
- ustalenia nowych warunków opalania baterii i sposobu ich osiągnięcia,
- ustalenia warunków pracy okotwiczenia baterii.

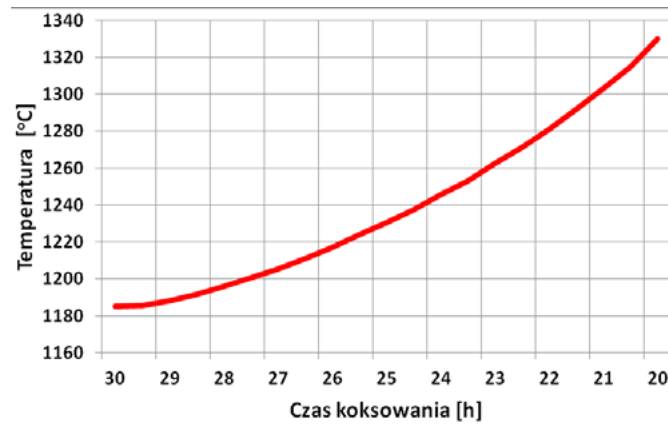
Generalnie, ze względu na dużą bezwładność układu cieplnego baterii i możliwą w tej sytuacji komasację naprężeń cieplnych obmura, należy unikać zmian czasu koksowania i związanych z tym zmian temperatury w jej systemie grzewczym. Nippon Steel dla ograniczenia szybkiej dewastacji baterii zaleca ich eksploatację przy średniej temperaturze w kanałach grzewczych w przedziale 1100 ÷ 1300°C, dopuszczając jej zmiany w wysokości 10 K na 5 dni [3], co odpowiada zmianom produkcji rzędu zaledwie 2% (zmiana czasu koksowania rzędu 0,25 ÷ 0,5h) w omawianym okresie czasu. Takie rozwiązanie, przy konieczności drastycznych zmian czasu koksowania (8 ÷ 12h), wymagałoby jednak, co najmniej 3 miesięcznego okresu dostosowawczego. Nie negując technicznej zasadności utrzymania tak postawionych warunków, mając na względzie aktualne potrzeby produkcyjne, w tym przypadku należałoby jednak przewidzieć zmodyfikowany sposób postępowania. Biorąc pod uwagę fakt, że największe zmiany temperatur w systemie grzewczym wymuszają zmiany czasu koksowania w obszarze zbliżonym do nominalu (rys. 1) tempo jego zmian należałoby powiązać z

## Literatura

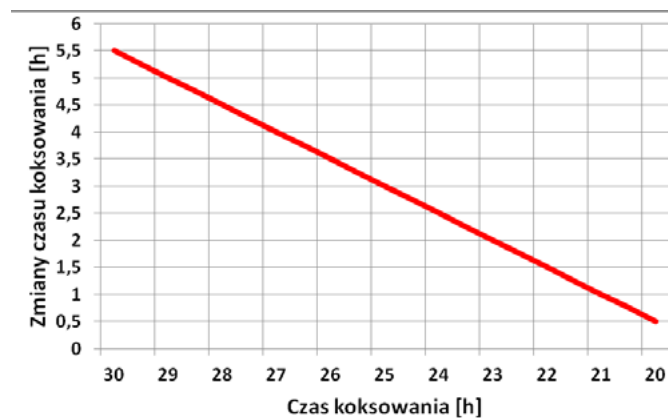
1. Sobolewski A., Kosyrzyk L.: „Reguły obowiązujące przy zmianach wydajności baterii koksowniczej”, Karbo Nr 1 (2010), s. 41-46.
2. Zieliński H. i inni: „Koksownictwo”, Śląsk, Katowice 1986.
3. Vasil'ev U. S.: „Koksovyte baterie s pečnymi kamerami bol'sogo ob'ema i puti ich dal'nejšego soveršenstvovaniä”, Koks i Chimiä Nr 4, 1988, s.25-28.
4. Kosyrzyk L.: „Modelowanie pracy baterii koksowniczej i sterowanie jej eksploatacją”, Wydawnictwo Instytutu Chemicznej Przeróbki Węgla (2013)
5. Kosyrzyk L., Sobolewski A., Ściążko M., Tramer A.: „Polish experience in implementation of periodic underfiring for regulation of coke oven battery productivity. 56 Meeting of European Coke Committee, Linz, Austria 03-05. 10. 2001.
6. Karcz A., Winnicka F.: „Ciśnienie rozprężania-wpływ czynników technologicznych na ciśnienie rozprężania”, Karbo Nr 6, s.204-208, (2001)
7. Zingerman J.: „Baterie koksownicze systemu ubijanego. Projekt i technologia – doświadczenia P.P. Gipros”, Konferencja Naukowo-Techniczna Koksownictwo 2014.
8. Karcz A.: „Monitoring stanu technicznego i technologicznego baterii koksowniczych oraz wynikające z niego działania profilaktyczne i remontowe”, Wydawnictwo Instytutu Chemicznej Przeróbki Węgla (2012)
9. B.P.: „Koksoprojekt: „Projekt techniczny osprzętu grzewczego baterii pieców koksowniczych z dolnym doprowadzeniem gazu opalowego”, projekt techniczny
10. Zych D., Hummer W. i inni.: „Nowoczesne metody regulacji wielostopniowego doprowadzenia powietrza do kanału grzewczego, na przykładzie rozwiązań zastosowanych w nowo-projektowanej baterii nr 4 dla Koksowni Przyjaźni w Dąbrowie Górniczej”, Konferencja Naukowo-Techniczna Koksownictwo-2013
11. Kosyrzyk L., Nowicki G.: „Rozwiązanie problemu regulacji temperatury w kanałach skrajnych baterii koksowniczej z bocznym doprowadzeniem gazu”, Piece Przemysłowe i Kotły 1/2016, s. 15-21.



aktualnie osiągniętym poziomem produkcji. W praktyce oznaczałoby to, że im realizowany czas koksowania jest bardziej zbliżony do nominalu produkcji, tym mniejsze dopuszczalne są jego zmiany, a im dłuższy tym większe (rys. 2).



Rys. 1 Ustalona na jednej z polskich baterii koksowniczej zależność pomiędzy średnią temperaturą kanałów grzewczych a czasem koksowania



Rys. 2 Proponowane tempo zmian czasu koksowania w zależności od osiągniętego poziomu produkcji

Dla opracowania harmonogramu załadunku komór, na równi z czasem koksowania, istotne jest ustalenie kolejności załadunku komór. Z analizy zmian strumienia ciepła przekazywanego do wsadu węglowego dwóch sąsiednich komór dla różnych przesunięć czasowych wynika, że najmniejsze zróżnicowanie tego strumienia uzyskuje się dla przesunięć w ich załadunku wynoszących 1/2 czasu koksowania [4]. Odpowiada to tzw. seryjności 2-1, w której najpierw obsadzane są kolejno wszystkie komory nieparzyste, a dopiero po upływie ok. 1/2 czasu koksowania komory parzyste. Najczęściej, więc taka seryjność obsługi komór jest stosowana na bateriach koksowniczych pracujących na nominalnym czasie koksowania. Przy wydłużonych

czasach koksowania, ze względu na długi czas pomiędzy załadunkiem poszczególnych komór i wynikających stąd okresowych różnic w ilości produkowanego gazu (w miarę upływu czasu od załadunku komory ilość produkowanego w niej gazu surowego maleje), dla wyrównania odbioru gazu w odbieralniku należy jednak stosować seryjność 9-2 (najpierw załadowywane są kolejno komory nr 1, 10, 19 itd., potem 3, 12, 21 itd., a następnie 5, 14, 23 itd.) lub seryjność 5-2 (najpierw załadowywane są komory 1, 6, 11 itd., potem 3, 8, 13 itd., a następnie 5, 10, 15 itd.). Zmiana raz ustalonej seryjności, ze względu na omawiany przypadek gatunkowego zróżnicowania produkcji, w zasadzie nie powinna mieć miejsca. W związku z tym dla baterii nastawionej na produkcję koksu w różnych gatunkach należałoby od początku zastosować na niej seryjność 9-2 lub 5-2.

Warunkiem poprawnej eksploatacji baterii koksowniczej jest utrzymanie ciśnienia w odbieralniku gazu surowego gwarantującego uzyskanie nadciśnienia w komorze koksowniczej w ciągu całego cyklu koksowania. Zaleca się przy tym, by zwiększać ustaloną wartość tego ciśnienia średnio o 5÷10 Pa z każdą godziną ponadnormatywnego wydłużenia czasu koksowania. Przy dużych zmianach czasu koksowania zalecenie to może jednak być, ze względu na będącą skutkiem tego wzrostu zwiększoną emisję gazu surowego przez drzwi i obmurze komory, niemożliwe do zrealizowania. Dlatego na baterii nastawionej na produkcję koksu w różnych gatunkach należałoby zweryfikować zakres koniecznych zmian tego ciśnienia lub konstrukcyjnie umożliwić osiągnięcie zadanych parametrów ciśnieniowych przy zmianach poziomu produkcji.

Najistotniejszym problemem zmiany czasu koksowania jest jednak dobór, sposób i możliwość osiągnięcia nowych warunków opalania baterii. Problem ten wynika nie tyle z dużego zakresu prac niezbędnych do wykonania i dużej zmienności parametrów eksploatacyjnych, przynajmniej w pierwszym okresie ich wprowadzania, co przede wszystkim z warunków i możliwości zachowania niepodważalnych reguł ich wprowadzania. Z tych najistotniejszych należy wymienić:

- konieczność utrzymania we wszystkich

kanałach grzewczych baterii temperatury gwarantującej uzyskanie dostatecznej gotowości koksu, lecz nie niższej niż 1000 °C i nie wyższej niż 1400÷1450 °C niezależnie od realizowanego czasu koksowania,

- wymóg osiągania w każdych warunkach produkcyjnych możliwie wysokiego wyrównania temperatur w kanałach grzewczych tak wzdłuż baterii, jak i wzdłuż poszczególnych ścian grzewczych, a także utrzymania dostatecznego wyrównania temperatur na wysokości wszystkich kanałów grzewczych,
- niedopuszczalność zmian ustalonych warunków ciśnieniowych u góry kanałów grzewczych, spadku ciśnienia w rurociągach gazu opałowego poniżej wartości określonej przepisami bezpieczeństwa oraz spadku temperatury spalin u podstawy komina poniżej 180÷200 °C.

Spełnienie powyższych reguł przy intensywnych zmianach poziomu produkcji, a takie założenie przyjęto dla baterii nastawionej na produkcję koksu w różnych gatunkach, jest niemożliwe. Tym samym mówiąc o doborze i sposobach osiągnięcia nowych warunków opalania baterii mówimy w tym przypadku raczej o sposobach ograniczenia ich negatywnych skutków.

Temperaturę w kanałach grzewczych wszystkich ścian grzewczych, niezależnie od zróżnicowania w tym przypadku produkcji na poszczególnych komorach należy, więc dobrać w stosunku do komory pracującej na najniższym czasie koksowania. Jednocześnie, niezależnie od osiągniętego ostatecznie poziomu produkcji, średnia temperatura w kanałach kontrolnych, biorąc pod uwagę jej nieuniknione zróżnicowanie, nie może być niższa niż 1100 °C. Osiągnięcie ustalonych temperatur, szczególnie w odniesieniu do ścian obsługujących komory o dłuższym czasie koksowania, wymaga ciągłej regulacji strumienia dostarczanego do ich opalania gazu i powietrza. Dla całości baterii wartość strumienia gazu można wstępnie wyznaczyć z następującej zależności [4]:

$$V_g = 2,26 \cdot \frac{N \cdot V_{nd} \cdot \rho_w}{\tau}$$

gdzie:

$V_g$  - strumień gazu opałowego [Nm<sup>3</sup>/h],

2,26 - średnie zużycie ciepła w odniesieniu do 1 kg wsadu roboczego, [MJ/kg],  
 N - ilość komór w baterii [szt],  
 $V_{ku}$  - użyteczna objętość komory [m<sup>3</sup>],  
 $\rho_w$  - gęstość robocza wsadu węglowego [kg/m<sup>3</sup>],  
 $\tau$  - minimalny czas koksowania w danym cyklu [h].

Osiągnięcie wyznaczonej w ten sposób wartości strumienia gazu można zrealizować w dwójaki sposób:

- poprzez zmianę jego ciśnienia w rurociągu zasilającym,
- poprzez zmianę czasu trwania przerwy w opalaniu przy stałym (ponadnormatywnym) strumieniu gazu zgodnie z poniższą zależnością:

$$\tau_{pop} = \frac{V_{g1} - V_{g2}}{nV_{g1}}$$

gdzie:

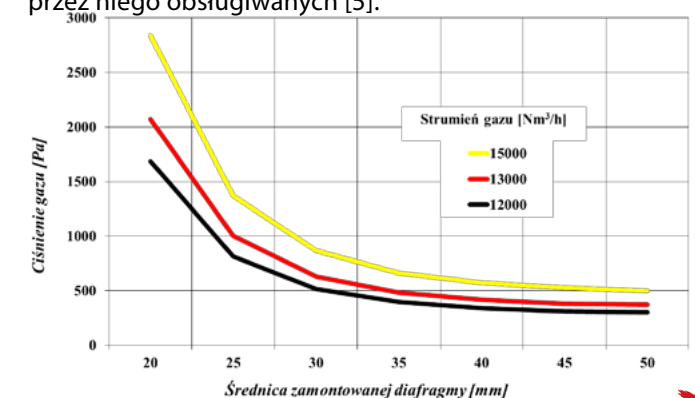
$\tau_{pop}$  - czas trwania przerwy w opalaniu [h].

$V_{g1}$  - utrzymywany strumień gazu opałowego [Nm<sup>3</sup>/h],

$V_{g2}$  - wymagany strumień gazu opałowego [Nm<sup>3</sup>/h],

n - liczba przerw w opalaniu w ciągu 1h [1/h].

Pierwszy ze sposobów regulacji warunków dozowania gazu opałowego nie jest jednak rozwiązaniem korzystnym, gdyż może wymagać m.in. wymiany elementów regulacyjnych, przy większych zmianach strumienia gazu, celem utrzymania ciśnienia w jego rurociągu na wymaganym minimalnie poziomie (rys. 3). Powoduje on równocześnie zmianę rozkładu ciśnienia na długości przewodów rozdzielczych i tym samym zróżnicowanie ustalonej ilości podawanego gazu do poszczególnych palników przez niego obsługiwanych [5].



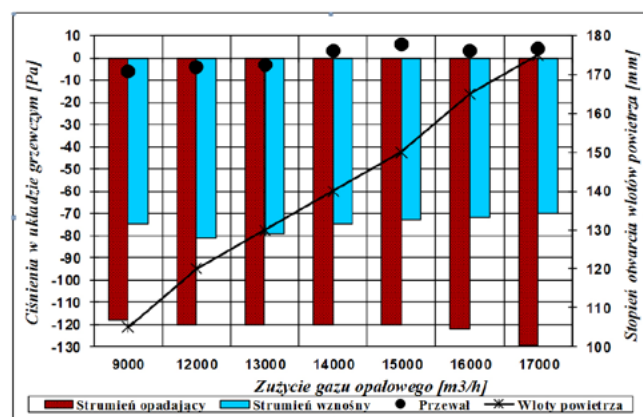
Rys. 3. Ustalona na jednej z polskich baterii zależność pomiędzy ciśnieniem gazu opałowego, a natężeniem jego przepływu dla różnej średnicy zamontowanych na niej diafragm



Równocześnie na ścianach obsługujących komory o wydłużonym czasie koksowania należy ograniczać strumień podawanego gazu, stosownie do uzyskiwanych temperatur w kanałach grzewczych, poprzez indywidualną wymianę elementów regulacyjnych (diafragm) lub ostatecznie przemykanie kurków odcinających dopływ do nich gazu opałowego. Ten drugi sposób, choć w tym przypadku wygodniejszy i ostatecznie na etapie dochodzenia do nowych parametrów opalania dopuszczalny, nie jest polecany. Przymknięcie kurka, ze względu na nieliniową charakterystykę jego pracy, nie gwarantuje, bowiem dostatecznej dokładności takiego postępowania. Ponadto, podobnie jak zmiana ciśnienia w rurociągu gazu opałowego, powoduje zróżnicowanie ustalonej ilości podawanego gazu do poszczególnych palników.

Bardziej skomplikowanych działań wymaga regulacja strumienia dostarczanego powietrza.

W tym, bowiem przypadku dla utrzymania warunków ciśnieniowych u góry kanałów grzewczych, nie wystarczy ograniczyć podciśnienia w kolektorach spalin lub dodatkowo w zaworach obsługujących ściany o zmniejszonej podaży gazu należy ograniczyć w nich podciśnienie na strumieniu opadającym. Przy większych zmianach w wielkości produkcji (>10%) kontrola i regulacja parametrów dozowania powietrza musi obejmować regulację zarówno ciśnienia na strumieniu wznosnym (stopień otwarcia wlotów powietrza), jak i opadającym wszystkich zaworów spalinowo-powietrznych (rys. 4) [5].



Rys. 4. Konieczne zmiany nastaw elementów dozujących powietrze i warunków ciśnieniowych przykładowej baterii przy zmianach jej obciążenia produkcyjnego

Podstawowym jednak warunkiem regulacji podciśnień w zaworach jest, o czym już wcześniej wspomniano, utrzymanie temperatury spalin u podstawy komina na poziomie nie niższym niż 180 °C. Warunek ten, dla danej konstrukcji regeneratorów baterii, ogranicza praktycznie możliwość wydłużenia czasu koksowania powyżej pewnego poziomu. W miarę obniżania, bowiem temperatur w kanałach grzewczych baterii przy równoczesnym ograniczaniu strumienia podawanego do opalania ścian powietrza i gazu (a w zasadzie odciganego z nich strumienia spalin) temperatura spalin maleje, tym bardziej im większa jest sprawność regeneratorów.

Przedstawiony tutaj ogólny sposób postępowania przy koniecznym wydłużeniu czasów koksowania nie wyklucza jednak potrzeby podjęcia ostatecznych działań regulacyjnych celem chociażby likwidacji przemykania kurków i obniżenia do możliwego minimum współczynnika nadmiaru powietrza, odpowiedzialnego m.in.: za wyrównanie temperatur na wysokości kanałów grzewczych. Istotnym problemem w tym przypadku może okazać się uzyskanie wymaganego rozkładu temperatur wzdłuż ścian grzewczych, w tym szczególnie w kanałach skrajnych. Udowodniono, bowiem [4], że im niższy poziom produkcji tym większy wzrost strat ciepła w kanałach skrajnych w stosunku do wzrostu strat ciepła odnotowywanego dla kanałów środkowych. Różnica tych strat, dla uniknięcia spadku w nich temperatury, winna być zrekompensowana większą podażą do nich gazu i powietrza. Bez odpowiedniej konstrukcji elementów regulujących na drodze gazu i powietrza nie można tego zrealizować.

Każda zmiana wartości średnich temperatur obmurza, wywołana np.: zmianą wysokości produkcji, wpływa także na zmianę wymiarów liniowych masywu ceramicznego. Zmiany te winny być skompensowane pracą okotwiczenia baterii koksowniczej. Aby tak się jednak stało przy każdej zmianie wydajności baterii musi być wykonana regulacja jego obciążenia zapewniająca dostateczny jego nacisk na obmurze ścian.

Załadunek komór koksowniczych nową mieszanką węglową, dostosowaną do zmienianego gatunku koksu, powinno się odbyć dopiero

po osiągnięciu stabilnych warunków pracy baterii przy nowych czasach koksowania i ustalonych dla nich parametrach eksploatacji. Warto tu jednak zaznaczyć, że załadunek ten winien również uwzględniać specyficzne cechy nowej mieszanki, w tym przede wszystkim zawartość części lotnych, decydująca m.in.: o skurczu wsadu węglowego i w dużej mierze ciśnieniu rozprężania [6]. Z tego punktu widzenia mieszanki węglowe przeznaczone do produkcji koksu odlewniczego najczęściej wymagają zawężenia szerokości wsadu (koks ten produkowany jest wyłącznie na bateriach pracujących w systemie wsadu ubijanego) tak, aby zapewnić w czasie całego procesu koksowania odstęp między wsadem, a obmurzem komory [7].

#### Uwarunkowania konstrukcyjne gatunkowego zróżnicowania produkcji koksu.

Rozpatrując uwarunkowania konstrukcyjne gatunkowego zróżnicowania produkcji koksu odlewniczego. Koks odlewniczy, bowiem w odróżnieniu od innych gatunków koksu, wymaga stosowania technologii wsadu ubijanego oraz szerokich komór koksowniczych [7].

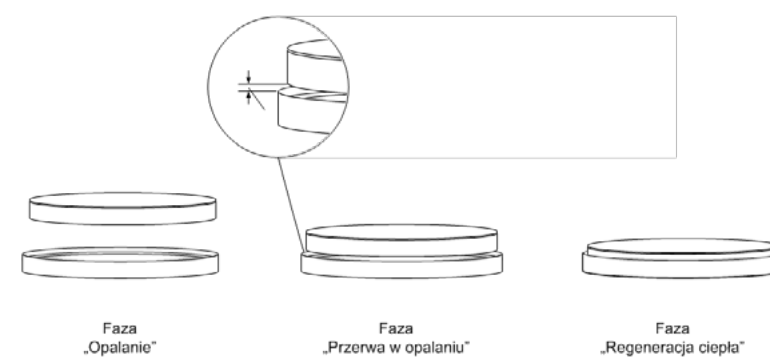
Jednocześnie konieczne zmiany czasów koksowania i związanych z tym zmiany temperatur w systemie grzewczym, wymagają zastosowania do budowy obmurza komór takich baterii, materiałów o wysokim stopniu trydymityzacji. Stopień trydymityzacji ceramiki decyduje, bowiem o zachodzących deformacjach obmurza komór pod wpływem niestabilizowanej wysokości utrzymywanych temperatur w systemie grzewczym baterii [8].

Powyższe wymagania nie są niczym nadzwyczajnym i takie baterie są powszechnie konstruowane, budowane i uruchamiane. Poważniejszym problemem jest dostosowanie konstrukcji baterii do dostatecznie szybkich zmian warunków jej opalania. Jednym z najistotniejszych rozwiązań konstrukcyjnych umożliwiających osiągnięcie zakładanego celu jest przystosowanie baterii do regulacji strumienia ciepła za pomocą tzw "przerwy w opalaniu". "Przerwa w opalaniu" nie tylko bowiem w prosty sposób ogranicza rzeczywistą ilość

gazu podawanego do opalania i nie zmienia rozkładu ciśnień na długości przewodów rozdzielczych, o czym wspomniano przy okazji omawiania uwarunkowań eksploatacyjnych, ale przede wszystkim nie wymaga żmudnej regulacji warunków dozowania powietrza przy zmianach czasów koksowania [5]. Jedyną wadą takiego sposobu regulacji opalania jest konieczność utrzymania „bezproduktywnego” przepływu powietrza przez system grzewczy baterii w czasie przerwy w opalaniu. Ten niekorzystny przepływ można ograniczyć poprzez zmianę organizacji pracy układu rewersyjnego i automatyki przepustnic w kolektorach spalin. Udowodniono [5], że dławienie przepływu powietrza przez układ grzewczy baterii na wlocie (zmiana wlotów dozujących powietrze – rys. 5) i wylocie (automatyczne dławienie podciśnień w kolektorach spalin) w czasie przerwy w opalaniu daje możliwość ograniczenia jego przepływu do wartości 50÷60% przy zachowaniu niezmiennych warunków ciśnieniowych na poziomie przewalów kanałów grzewczych.

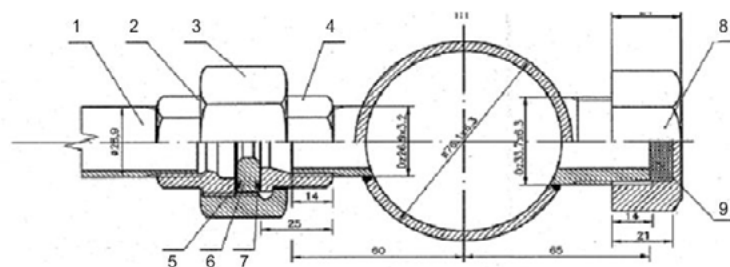
Stosowanie przerwy w opalaniu nie rozwiązuje jednak sprawy rekompensowania większych strat ciepła do kanałów skrajnych przy wymaganym dla produkcji koksu odlewniczego wydłużeniu czasu koksowania. Jednak i w tym względzie istnieją już inne metody przynajmniej częściowego rozwiązania tego problemu. Dotyczy to przede wszystkim baterii z dolnym doprowadzeniem gazu opałowego. Od pewnego bowiem czasu Biuro Projektów „Koksoprojekt” dla tych baterii wykorzystuje prosty układ wymiany dysz (rys. 6) w kolektorach rozdzielczych gazu opałowego [9].

W układzie tym dla wymiany dyszy (6) wystarczy poluzować nakrętki (3) i (4).



Rys. 5. Sposób zmiany ustawienia talerzy (kłap) w czasie stosowania przerwy w opalaniu





Rys. 6. Projektowany przez B.P. „Koksoprojekt” układ wymiany dysz w kolektorach rozdzielczych baterii z dolnym doprowadzeniem gazu opałowego, 1. złączka, 2. i 4. przeciwnakrętki, 3. nakrętka, 5. i 7. uszczelki, 6. dysza

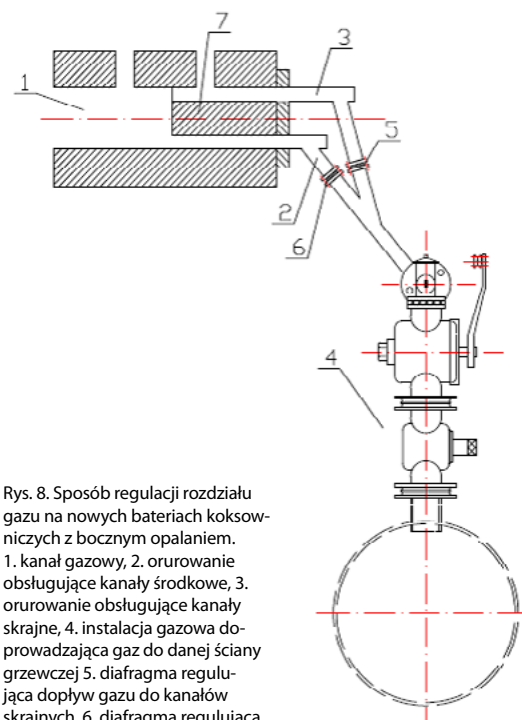
Jednocześnie dla tych baterii dla regulacji ilości powietrza zaproponowano nowy projekt rusztu (rys. 7), złożony z blach o regulowanych płynnie otworach kluczem wprowadzanym przez wzierniki w płycie dyszowej [10].



Rys. 7. Proponowane przez B.P. „Koksoprojekt” rozwiązanie dla płynnej regulacji ilości podawanego do poszczególnych kanałów grzewczych powietrza dla baterii z dolnym doprowadzeniem gazu opałowego

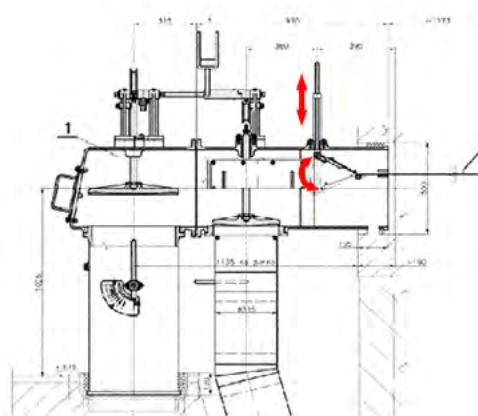
Dla baterii z bocznym doprowadzeniem gazu, ze względu na utrudniony dostęp do elementów regulacyjnych (palniki umieszczone u spodu kanałów grzewczych w miejscu rozgrzanym do temperatury powyżej 1000 °C i odległym ponad 3 m od punktu możliwej jej wymiany oraz ruszt umieszczony w miejscu bez dostępu bez przynajmniej częściowej rozbiórki masywu ceramicznego baterii), sprawa rekompensowania większych strat ciepła do kanałów skrajnych jest nieco bardziej skomplikowana. Tym niemniej również dla takiej baterii zostało opracowane rozwiązanie (rys. 8), polegające na rozdzieleniu ceramicznego poziomego kanału gazowego (1) na dwie niezależne części, z których

jedna połączona jest tylko z kanałem skrajnym, a druga z kanałami środkowymi. Każda z tych części posiada oddzielne zewnętrzne doprowadzenie gazu z zamontowanymi na nich elementami regulacyjnymi (5 i 6) [11].



Rys. 8. Sposób regulacji rozdziału gazu na nowych bateriach koksowniczych z bocznym opalaniem. 1. kanał gazowy, 2. orurowanie obsługujące kanały środkowe, 3. orurowanie obsługujące kanały skrajne, 4. instalacja gazowa doprowadzająca gaz do danej ściany grzewczej 5. diafragma regulująca dopływ gazu do kanałów skrajnych, 6. diafragma regulująca dopływ gazu do kanałów środkowych.

Równocześnie w przypadku baterii z bocznym doprowadzeniem gazu dla regulacji strumienia powietrza można wykorzystać znane rozwiązanie jego rozdziału w zaworze spalino-powietrznym i następnie kanałe podtokowym za pomocą blachy z zamontowaną regulowaną przepustnicą (rys. 9).



Rys. 9. Sposób regulacji rozdziału powietrza na bateriach koksowniczych z bocznym opalaniem.

Niezależnie od sposobu dostarczania gazu opałowego (dolny lub boczny) dla baterii przystosowanej do ewentualnej dywersyfikacji produkcji koks należałoby dobrać odpowiednią sprawność regeneratora, gwarantującą uzyskanie przy produkcji koks odlewniczego temperatury spalin na poziomie nie niższym niż wspomniane wcześniej 180÷200 °C. Z tego punktu widzenia istotnego znaczenia nabiera planowana wysokość wypełnienia i stopień rozwinięcia jego powierzchni, które dla rozpatrywanego przypadku muszą być mniejsze niż wymagałyby tego przyjęte, ze względu na ekonomikę procesu, standardy projektowe. Jednocześnie zmniejszenie powierzchni wymiany ciepła, która decyduje o sprawności regeneratorów, nie może powodować wzrostu temperatury spalin przy nominalnej produkcji powyżej poziomu 300÷350 °C, co mogłoby być szkodliwe dla trwałości zamontowanych na baterii osprzętów (w tym głównie zaworów spalino-powietrznymi). Spełnienie tego warunku, przy wymaganych dużych zmianach w wysokości realizowanej produkcji, może okazać się nierealne do zrealizowania w klasycznej konstrukcji regeneratorów.

Dla baterii przystosowanej do ewentualnej dywersyfikacji produkcji koks należałoby równocześnie przewidzieć montaż dwóch odbieralników gazu surowego. Wówczas przy zmianach wielkości produkcji i związanych z tym zmian w ilości odciąganej przez odbieralnik gazu można by w prosty sposób ograniczać ich objętość (tym samym i wymagania ciśnieniowe) poprzez odcięcie jednego z odbieralników na czas zmniejszonej produkcji koks.

#### Podsumowanie

W artykule przedstawiono warunki, jakie należy spełnić w celu przeprowadzenia dywersyfikacji produkcji koks na bateriach koksowniczych przystosowanych do wytwarzania jednego rodzaju koks. Omówiono konieczne w tym celu zmiany warunków eksploatacyjnych oraz sposoby ich osiągania: wielkość produkcji wpływającą wprost na czasy koksowania, parametry ciśnieniowych pracy odbieralnika, nowe warunki opalania ścian grzewczych i regulacji okotwiczenia baterii koksowniczej. Przedsta-

wiono także uwarunkowania konstrukcyjne zróżnicowania produkcji koks, które bardziej zastosowane powinny być w procesie projektowania nowych baterii koksowniczych, przystosowanych do ewentualnych zmian sortymentowych produkcji.

Wszystkie przedstawione procedury i zalecenia konstrukcyjne, pomimo że możliwe do wykonania, powinny być jednak stosowane z bardzo dużą ostrożnością i po głębokiej analizie problemu. Wszystko wskazuje na to, że bateria koksownicza jest piecem przemysłowym, który pracuje optymalnie w warunkach produkcji jednego rodzaju koks, przy wykorzystaniu nominalnych zdolności produkcyjnych. Przedstawione powyżej procedury prowadzące do dywersyfikacji produktowej mogą być stosowane tylko w sytuacji długotrwałego i głębokiego kryzysu nadprodukcji koks.

## 20 lat doświadczenia w fotografii przemysłowej



zapraszamy do współpracy  
fotografia artystyczna i reklamowa

**Piotr Komander**  
tel. +48 601 438 404

[www.komander.com.pl](http://www.komander.com.pl)