

ALEKSANDER KARCZ*

Kierunki modernizacji procesu suchego chłodzenia koksu

Słowa kluczowe

Koks, suche chłodzenie

Streszczenie

Przedstawiono istotę procesu suchego chłodzenia koksu oraz rozwój tej technologii. Zestawiono przedsięwzięcia konstrukcyjne zwiększające wydajność komór chłodzenia oraz poprawiające sprawność cieplną procesu. Przedstawiono warianty wykorzystania odzyskanej energii cieplnej do produkcji pary technologicznej, energii elektrycznej, gazów redukcyjnych oraz wstępnej obróbki termicznej koksowniczych mieszanek węglowych. Opisano przyczyny zużywania się elementów kotła odzyskowego i komory chłodzenia i działania ograniczające przyczyny postojów awaryjnych instalacji suchego chłodzenia koksu. Scharakteryzowano przedsięwzięcia zmniejszające emisję pyłu koksowego i gazów z instalacji suchego chłodzenia koksu.

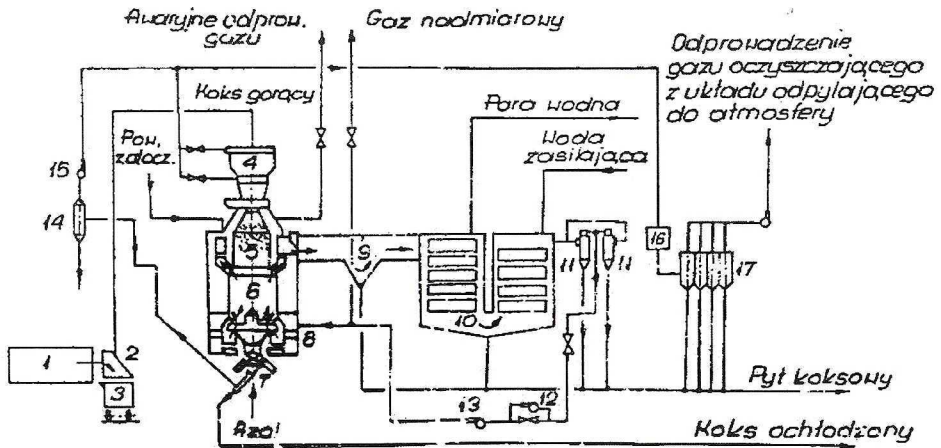
Wprowadzenie

W wielu wysokotemperaturowych procesach przetwarzania surowców energetycznych na bardziej uszlachetnione formy paliw, występuje problem utylizacji części entalpii fizycznej uzyskanych produktów. Należy do nich również koksownictwo, w którym podstawowy produkt — koks, opuszczając przestrzeń reaktora-komory koksowniczej ma temperaturę rzędu 1000°C i wymaga szybkiego ochłodzenia do temperatury otoczenia. Powszechnie stosowanym sposobem prowadzenia procesu chłodzenia jest tzw. mokre gaszenie, polegające na intensywnym zraszaniu koksu wodą w specjalnie przeznaczonych do tego celu wieży gaśniczej. Przy takim sposobie chłodzenia następuje jednak bezpowrotna strata znaczącej ilości energii cieplnej, szacowana na około 1,5 kJ/kg chłodzonego koksu. Próby poprawy efektywności energetycznej

* Prof. dr hab. inż., Wydział Paliw i Energii AGH, Kraków.

procesu koksowania poprzez wykorzystanie tego wtórnego źródła energii były czynione już na początku ubiegłego wieku. Po raz pierwszy zostały wdrożone przez braci Sulzer w klasycznej gazowni w Zurychu w latach 1919—1920, a urządzenia odzysku i utylizacji ciepła z rozżarzonego koksu nazwano instalacjami suchego chłodzenia. Do końca drugiej wojny światowej zbudowano takie instalacje w 54 gazowniach i 4 koksowniach. Koncentracja produkcji w bateriach o dużych wymiarach komór (a więc dużej masie wypchanego z nich koksu) stała się barierą techniczną dla dalszego wdrażania technologii suchego chłodzenia.

Zasadniczy przełom w stosowaniu suchego chłodzenia koksu nastąpił w połowie lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku dzięki pracom badawczo-wdrożeniowym biura projektowego Giprokoks (ZSRR). Wówczas to opanowano i wdrożono na niespotykaną skalę tę technologię w koksowniach radzieckich (obecnie w krajach byłego ZSRR pracuje około 100 takich jednostek), wprowadzając jako nowe, oryginalne rozwiązanie tzw. komorę wstępną umiejscowioną nad właściwą komorą chłodzenia koksu. Zasada pracy instalacji suchego chłodzenia polega na odbiorze ciepła z gorącego koksu wsypanego do szybu komory chłodzenia przez inertny z założenia gaz, cyrkulujący w układzie: komora chłodzenia-kocioł odzyskowy. Zasadnicze problemy ruchowe nastęrcza synchronizacja odbioru koksu z baterii koksowniczej z pracą instalacji suchego chłodzenia, przy zachowaniu ciągłości działania baterii oraz stabilnej pracy kotła odzyskowego. Wprowadzenie pośredniego węzła — komory wstępnej, spełniającej rolę buforowego zbiornika gorącego koksu, w znacznej mierze rozwiązało wspomniane problemy.



Rys. 1. Schemat instalacji suchego chłodzenia koksu

- 1 — komora koksownicza, 2 — wóz przelotowy, 3 — wóz koksowniczy, 4 — lej zasypowy, 5 — komora wstępna, 6 — komora chłodzenia, 7 — urządzenia rozładownicze koksu, 8 — urządzenia rozprowadzania dmuchu, 9 — odpyłacz inercyjny, 10 — kocioł odzyskowy, 11 — cyklony, 12 — wentylator rezerwowy, 13 — wentylator główny, 14 — multicyklony, 15 — wentylator, 16 — łapacz iskier, 17 — stacja filtrów workowych

Fig. 1. Coke Dry Quenching Plant (schematic)

- 1 — coke oven chamber, 2 — coke guide car, 3 — dry quenching locomotive, 4 — charging hopper, 5 — pre-chamber, 6 — cooling chamber, 7 — coke discharging device, 8 — blast head, 9 — primary dust catcher, 10 — waste heat boiler, 11 — cyclones, 12 — stand-by blower, 13 — main gas circulating blower, 14 — multicyclones, 15 — blower, 16 — spark arrester, 17 — bag filter plant

Schemat typowej instalacji suchego chłodzenia koksu, którą tworzą dwie zasadnicze części: koksowa — czyli komora wstępna i chłodzenia wyposażone w urządzenia załadownicze i wyładownicze koksu oraz część kotłowa (rys. 1). Obie części łączy trakt gazu cyrkulacyjnego wyposażony w urządzenia odpylające oraz wentylatory. Modernizacja instalacji suchego chłodzenia koksu zmierza w kierunku zwiększenia ich wydajności, obniżenia kosztów eksploatacyjnych oraz ograniczenia do możliwego minimum oddziaływania na środowisko.

1. Zwiększenie wydajności komór chłodzenia koksu i poprawa sprawności cieplnej procesu

Podstawowym procesem zachodzącym w komorze chłodzenia jest wymiana cieplna pomiędzy poruszającymi się w przeciwnym kierunku strumieniami grawitacyjnie przemieszczającego się koksu oraz gazu cyrkulacyjnego. Dla analitycznego wyznaczania rozkładu temperatur w komorze suchego chłodzenia można się posłużyć następującym układem równań:

— wymiany ciepła pomiędzy koksem i gazem

$$dQ = \alpha \cdot (T_p - T) \cdot dv \quad (1)$$

$$\alpha \cdot (T - T_p) = \lambda \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=R} \quad (2)$$

— rozkładu temperatur wewnątrz ziarna koksu

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{2}{x} \frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (3)$$

— bilansu cieplnego procesu

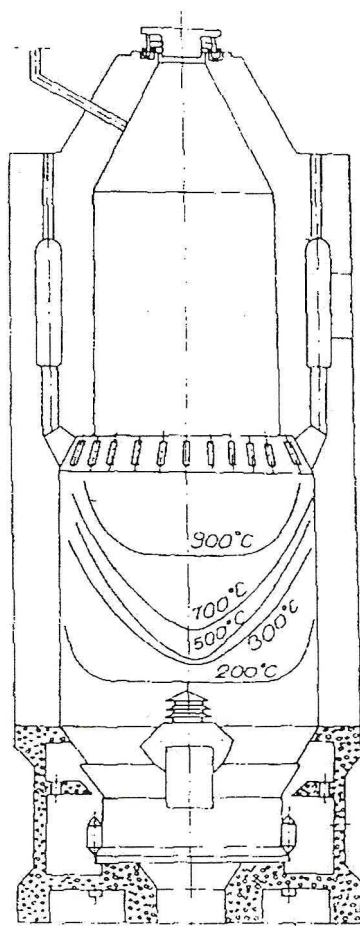
$$G_g \cdot C_g(T_{g2} - T_{g1}) = G_k \cdot C_k(T_{k2} - T_{k1}) \quad (4)$$

gdzie:

- dQ — ilość ciepła oddanego przez koksa,
- α — współczynnik wymiany ciepła koks-gaz,
- T_p — temperatura powierzchni ziarna koksu,
- T — temperatura wewnątrz ziarna koksu,
- v — prędkość osuwania się koksu w komorze,
- R — promień ziarna koksu,
- λ — współczynnik przewodnictwa cieplnego koksu,
- a — współczynnik wyrównywania temperatury,
- τ — czas wymiany ciepła,

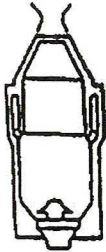
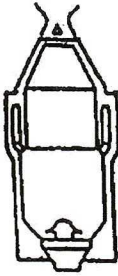
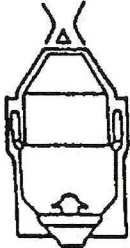
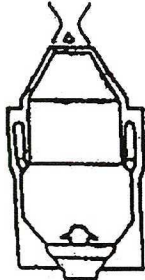
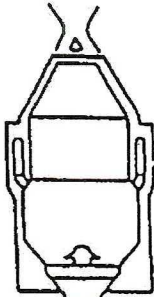
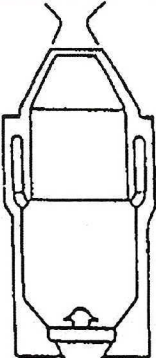
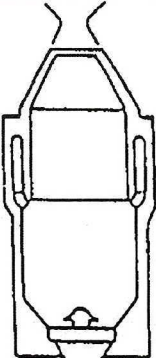
- G_g, G_k — strumienie masowe gazu i koksu,
 C_g, C_k — ciepło właściwe gazu i koksu,
 $T_{g2}, T_{g1}, T_{k2}, T_{k1}$ — temperatury gazu i koksu na dwóch wybranych poziomach komory chłodzenia.

Najlepsze wykorzystanie objętości użytecznej komory chłodzenia uzyskuje się przy zapewnieniu równomiernej porowatości złoża i gęstości strumienia gazu na całym przekroju poprzecznym komory. Jest to trudne do osiągnięcia ze względu na znaczne rozmiary komory i mały stosunek jej wysokości do średnicy. Na skutek segregacji ziarnowej koksu podczas jego zasypywania do komory oraz problemów z równomiernym rozprawdzeniem dmuchu następuje intensywne wymiana ciepła w warstwie przyściennej oraz tworzenie się martwej strefy w partiach środkowych. Przykład uzyskanego w takich warunkach rozkładu temperatury wewnątrz komory chłodzenia przedstawia rysunek 2 wykonany przez autora w oparciu o wyniki badań



Rys. 2. Rozkład temperatur w komorze chłodzenia

Fig. 2. Temperature distribution in the cooling chamber

Rok uruchomienia	1976	1981	1983	1985	1985	1986	1987	1993
Koksownia	Czerepowiec ZSRR	Muroran Japonia	Hirohata Japonia	Nagoya Japonia	Oita Japonia	Yswata Japonia	Kimitsu Japonia	Keiserstuhl Niemcy
Wydajność koksu [t/h]	56	85	110		180		200	250
Profil								

Rys 3. Postęp w powiększaniu wydajności instalacji suchego chłodzenia koksu

Fig. 3. Growth in the coke quenching capacity in the CDQ — facilities

prowadzonych w koksowni krzyworskiej (Starowoj 1987). Problem ten narasta z powiększeniem objętości użytecznej komór chłodzenia.

Pierwotny komory chłodzenia zaprojektowanej przez Giprokoks posiadał objętość 250 m³ (komory o takiej objętości w ilości 18 sztuk pracują w polskich koksowniach). Japończycy, którzy kupili licencję od Giprokoks, twórczo zmodernizowali pierwotne instalacje wprowadzając między innymi nowe urządzenia zasypowe ograniczające segregację ziarnową koksu (Kataoka 1991) i ulepszone urządzenia dmuchu oraz wydatnie powiększyli objętość komór chłodzenia. Największą instalację jak dotychczas zbudowali Niemcy z komorą chłodzenia o objętości 1300 m³ (Dunker 1994). Przyrostowi objętości komór towarzyszy oczywiście wzrost wydajności, co ilustruje rysunek 3. Nowatorskim rozwiązaniem technicznym było wprowadzenie do wnętrza komory chłodzenia panelowych, żeliwnych wymienników ciepła, „odciążających” kocioł odzyskowy i ograniczających ilość cyrkulującego gazu. Koncepcja tego typu zdwojonego odbioru ciepła została opracowana i wdrożona w skali przemysłowej przez firmę Thyssen Still Otto (Dungs 1994).

Otwartym problemem pozostaje wykorzystanie odzyskanego z koksu ciepła. Z 1 tony schłodzonego koksu otrzymuje się w kotle odzyskowym około 0,5 tony pary wodnej o ciśnieniu od 3,9 do 6,4 MPa (w zależności od rodzaju instalacji) i temperaturze od 420 do 480°C. Wyprodukowana para jest wykorzystywana do celów technologicznych w koksowni, a jej nadmiar może służyć do produkcji energii elektrycznej. Istnieją także sprawdzone w skali demonstracyjnej koncepcje wykorzystania odzyskanego ciepła do wstępnego podsuszania i podgrzewania koksowniczej mieszanki węglowej (Baer 1984). Pojawiły się również propozycje produkcji w instalacji suchego chłodzenia koksu gazu redukcyjnego wykorzystywanego w metalurgii (Zubilin 1998).

2. Poprawa niezawodności pracy instalacji suchego chłodzenia koksu oraz obniżenie kosztów jej eksploatacji

Baterie koksownicze pracujące w ruchu ciągłym muszą mieć zagwarantowany płynny odbiór koksu i ten postulat ma również zabezpieczać proces suchego chłodzenia. W związku z tym instalacja suchego chłodzenia współpracująca z bateriami koksowniczymi powinna się charakteryzować możliwie jak najmniejszą awaryjnością i dysponować wystarczającą rezerwą wydajności.

Jak wykazują analizy awaryjności pracy instalacji suchego chłodzenia koksu (Karcz 1991, Cichy 2003), dominujący udział w postojach awaryjnych, wiążących się z koniecznością wychłodzenia całego traktu gazowego i zaprzestaniem załadunku koksu, trwającym od kilku do kilkunastu dni, mają defekty wymienników ciepła tworzących zespół kotła odzyskowego. Są one spowodowane przede wszystkim erozją pyłową (ok. 60% awarii) oraz korozją i usterkami złącz. Kluczowego znaczenia nabiera więc usunięcie lub przynajmniej ograniczenie przyczyn wywołujących powyższe awarie. Działania w tym zakresie muszą być prowadzone w dwóch kierunkach: zmniejszenia erozyjnego działania pyłu oraz poprawy jakości kotłów poprzez zmiany konstrukcyjne i materiałowe.

Erozję kotła powoduje pył koksowy unoszony gazem cyrkulacyjnym z komory chłodzenia. Co prawda prowadzone jest odpylanie tegoż gazu w odpylaczu inercyjnym zlokalizowanym

przed kotłem (rys. 1), ale jego skuteczność jest niewielka. Przy ustalonych właściwościach pyłu koksowego (twardość, uziarnienie) oraz materiału z którego jest zbudowany kocioł, wielkość erozji wyznacza następująca zależność:

$$e = c \cdot w^{3,5} \quad (5)$$

w której:

- e — wielkość erozji,
- c — stężenie pyłu w gazie,
- w — prędkość gazu.

Jak wynika z tego równania, prędkość gazu silnie oddziałuje na wielkość erozji. Przy ustalonej geometrii traktu gazu cyrkulacyjnego, liniową prędkość gazu wyznacza ilość krążącego gazu i jego temperatura. Ograniczając więc ilość cyrkulującego gazu poprzez poprawę warunków wymiany ciepła w komorze chłodzenia (ograniczenie segregacji ziarnowej koksu w komorze chłodzenia i równomierne rozprowadzenie dmuchu po przekroju poprzecznym komory) oraz właściwą konstrukcję kotła, można skutecznie zmniejszyć erozję. Działania takie podjęto w koksowniach japońskich, zmniejszając wskaźnik ilości cyrkulującego gazu przypadającego na 1 Mg chłodzonego koksu z około 1750 Nm³ do około 1250 Nm³ (Kataoka 1991). Ważne jest również elastyczne dostosowanie prędkości krążącego gazu do tempa chłodzenia koksu. Temu postulatowi wychodzą naprzeciw nowe rozwiązania napędu wentylatora głównego tłoczącego gaz, umożliwiające płynną zmianę prędkości obrotowej wirnika, zastosowane w modernizowanych instalacjach Giprokoku i połączone równocześnie z wdrożeniem zmodernizowanych głowic rozprowadzenia dmuchu w komorze chłodzenia (Rudyka 1999). Rezerwy w ograniczeniu erozji i korozji kotłów odzyskowych tkwią również w zmianach konstrukcyjnych odpylnika inercyjnego oraz kanałów dolotowych do kotła i w samym kotle. Wprowadza się między innymi specjalne osłony antyerozyjne na powierzchniach kotła najbardziej narażonych na działanie pyłu koksowego. Wnikliwą analizę tych zagadnień oraz opis działań zapobiegawczych zawiera publikacja Stewena (1989).

Mniej kłopotów eksploatacyjnych przysparza zużycie wymurówki komór chłodzenia. Dzięki temu naprawy masywu ceramicznego mają z reguły charakter remontów planowych, a nie awaryjnych. Najszybciej ulega degradacji wymurówka kanałów skośnych wyprowadzających gaz cyrkulacyjny z komory chłodzenia. W ostatnich latach dla tej właśnie strefy opracowano i wdrożono specjalne wyłożenie wykonane z bloków betonów żaroodpornych, uzyskując między innymi zmniejszenie pracochłonności wymiany dotychczas stosowanych kształtek szamotowych, a więc skrócenie czasu remontu i obniżenie jego kosztów (Jerszow 1989).

Do ważnej grupy działań modernizacyjnych instalacji suchego chłodzenia koksu należy automatyzacja operacji technologicznych oraz systemu kontroli i sterowania. Zasadniczy postęp w tym zakresie nastąpił na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX wieku i został przedstawiony w publikacjach Minamisawej (1991) i Haack'a (1991).

3. Ekologiczne aspekty technologii suchego chłodzenia koksu

Jednym z atrybutów suchego chłodzenia koksu (w stosunku do gaszenia mokrego) było — oprócz zwiększenia sprawności cieplnej procesu koksowania i poprawy jakości koksu — ograniczenie emisji pyłu i zanieczyszczeń gazowych do atmosfery. Rozwój technologii mokrego gaszenia i zastosowanie nowych konstrukcji wież gaśniczych spowodowały, że obecnie, jak wykazują badania porównawcze (Hein 1998), oddziaływanie obu procesów na środowiska jest zbliżone. Z cytowanej publikacji (Hein 1998), prezentującej wyniki badań prowadzonych w nowoczesnej koksowni Keiserstuhl (Niemcy) dysponującej równocześnie instalacjami do suchego chłodzenia i mokrego gaszenia koksu wynika, że wielkość emisji przeliczona na 1 Mg ochłodzonego koksu kształtuje się następująco:

Rodzaj zanieczyszczenia	Suche chłodzenie [g/Mg]	Mokre gaszenie [g/Mg]
SO ₂	86	2
H ₂ O	0,5	79
CO	682	180
Pył koksowy	13	34

Nie należy również zapominać o innych korzyściach ekologicznych wynikających ze stosowania technologii suchego chłodzenia. Koksownia zużywa olbrzymie ilości pary wodnej (przede wszystkim do celów technologicznych w wydziale węglpochodnych) oraz energii elektrycznej, przy czym z reguły oba te media energetyczne są pozyskiwane w procesach opartych na spalaniu węgla. O skali tych potrzeb świadczą dane z koksowni Przyjaźń z Dąbrowy Górniczej, stosującej wyłącznie suche chłodzenie koksu. Szacunkowe obliczenia wykazują, że gdyby ta koksownia stosowała mokre gaszenie koksu i była wówczas zmuszona do współpracy z klasyczną elektrocieplownią węglową, ilość zużytego na jej potrzeby węgla energetycznego sięgałaby rocznie około 200 tys. ton, a jego spalanie powodowałoby oczywiście znaczącą emisję pyłów i gazów oraz konieczność utylizacji powstałego popiołu i żużla. Zastosowanie technologii suchego chłodzenia w koksowni Przyjaźń spowodowało, że para wytworzona w kotłach odzyskowych instalacji suchego chłodzenia zabezpiecza w całości jej potrzeby, a nadwyżki są wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej w zespołach dwóch turbogeneratorów. Wytworzone tym sposobem ilości energii elektrycznej zaspakajają ponad połowę (ok. 53%) potrzeb koksowni.

Dwa podstawowe problemy ekologiczne technologii suchego chłodzenia koksu wiążą się z ograniczeniem ilości emitowanego pyłu koksowego oraz tzw. gazu nadmiarowego.

Źródła pyłu koksowego są zlokalizowane w obrębie:

- baterii koksowniczej (odpylanie koksowej strony baterii),
- instalacji suchego chłodzenia koksu (odpylanie za- i rozładunku koksu do komory chłodzenia, odpylanie gazu cyrkulacyjnego),
- dróg transportowych i sortowni koksu.

Obecnie stosowane hermetyczne układy instalacji suchego chłodzenia wyposażone w różnego rodzaju urządzenia odpylające (cyklony, filtry workowe, elektrofiltry) gwarantują bardzo skuteczne ograniczenie emisji pyłu do otoczenia. Analiza ilościowa i jakościowa pyłów

koksowych uzyskiwanych w różnych węzłach odpylenia instalacji suchego chłodzenia koksu zawarta jest w opracowaniu Karcz i Przybyły (1992). Obecnie pył ten jest wykorzystywany jako składnik schudzający koksowniczych mieszanek węglowych, ale jak wykazują badania (Karcz 1995) — może być z powodzeniem zastosowany jako tani sorbent do oczyszczania wód ściekowych.

Gaz cyrkulacyjny krążący w obiegu zamkniętym pomiędzy komorą chłodzenia i kotłem zawiera oprócz inertnego azotu znaczące ilości innych składników, takich jak: CO — 10%, CO₂ — 14%, H₂ — 3% i O₂ — 1%. W wyniku przebiegu procesów odgazowania i częściowego zgazowania koksu w komorze wstępnej i chłodzenia (w strefie wysokich temperatur) oraz prowadzonego w kontrolowany sposób dopalania części składników palnych gazu po opuszczeniu komory chłodzenia, zwiększa się ilość gazu krążącego w układzie, a jego nadmiar musi być wyprowadzany na zewnątrz. Jak wynika z prowadzonych badań, wielkość strumienia gazu nadmiarowego wyprowadzanego za wentylatorem głównym (rys. 1) zależy od ilości cyrkulującego gazu i ciśnienia w komorze wstępnej. Dla instalacji pracujących w koksowni Przyjaźń uzyskano następująca zależność (Karcz 1992):

$$V_n = 2056,8 + 0,02933 \cdot V_o + 2,1692 \cdot p^2 \quad (6)$$

gdzie:

V_n — natężenie wypływu gazu nadmiarowego [m³/h],

V_o — natężenie przepływu gazu cyrkulacyjnego mierzone przed wentylatorem [m³/h],

p — ciśnienie w stożku komory wstępnej [mmH₂O].

W typowych warunkach eksploatacyjnych powstająca ilość gazu nadmiarowego jest rzędu 50 m³_N/t, i stanowi znaczące źródło emisji tlenu węgla. W przypadku koksowni przyhutniczych gaz ten można utylizować kierując go do sieci gazu wielkopiecowego po wcześniejszym odpyleniu i stabilizacji wartości opałowej dodatkiem gazu koksowniczego. Tego typu instalacja zaprojektowana w oparciu o projekt wynalazczy (Karcz 1993), została zbudowana przy instalacji suchego chłodzenia koksu w koksowni Huty im. T. Sendzimira.

Posumowanie

W bieżącym roku mija piętnaście lat od uruchomienia w Polsce pierwszej instalacji suchego chłodzenia koksu. Obecnie pracuje w naszym kraju piętnaście takich instalacji zlokalizowanych w dwóch koksowniach: ZK Przyjaźń i ZK Huty im. T. Sendzimira, chłodzących rocznie około 2,9 mln ton koksu, a więc prawie jedną trzecią produkcji krajowej. Technologia suchego chłodzenia koksu i stosowane w niej rozwiązania techniczne podlegają nieustannej modernizacji, powodując poprawę sprawności energetycznej oraz ograniczenie emisji zanieczyszczeń do środowiska. Ponoszone nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne są jednak znacznie wyższe niż przy stosowaniu mokrego gaszenia koksu.

Dla poprawy efektywności ekonomicznej koksowni stosujących tę proekologiczną technologię istotne znaczenie miałoby formalne zakwalifikowanie energii cieplnej i elektrycznej

uzyskiwanej w procesie suchego chłodzenia do kategorii niekonwencjonalnych źródeł energii. Przemawiają za tym efekty zastosowania technologii suchego chłodzenia koksu prowadzące do zmniejszenia zużycia paliw kopalnych i ograniczenia zanieczyszczenia środowiska.

Niniejsze opracowanie zostało wykonane w ramach pracy własnej AGH nr 10.10.210.52

LITERATURA

- Baer H., Bertling H., 1984 — Nutzung zurückgewonnener Energie aus der Kokstockenkühlung zur Kohlevorverkitzung. *Stahl u Eisen* nr 12/13, s. 595—598.
- Cichy E., 2003 — Instalacja suchego chłodzenia koksu — problemy techniczne i eksploatacyjne, gospodarka remontowa. Praca dyplomowa. Kraków (niepubl.).
- Dungs H., Tschirner U., 1994 — Energy and material conversion in coke dry quenching plants as found in existing facilities. *Cokemaking international* nr 1, s. 19—29.
- Dunker N., Kamp P., Opdenwinkel H., Strunk J., 1994 — Die Kokstrockenkühlanlage der Kokerei Keiserstuhl, Vortagsveröffentlichungen Kokereitechnik Essen.
- Haack R., Schreiter K.D., 1991 — Advanced automation techniques for CDQ — plants. *Cokemaking International* nr 2, s. 55—60.
- Hein M., Stoppa M., Strunk J., Wuch G., 1998 — Kokstockenkühlung oder Koksnaßbläsung? Ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit und der Umweltaspekte — Vortagsveröffentlichungen — Kokereitechnik Essen.
- Jerszow N.A., Rawdin A.R., Radwina J.L., Bogdanow W.E., 1989 — Opyt eksploatacji Kamieru USTK z betonowymi blokami w zonie kosych chodow. *Koks i chemia* nr 2, s. 19—20.
- Karcz A., 1992 — Analiza pracy komór chłodzenia. Kraków (niepubl.).
- Karcz A., Burmistrz P., 1995 — The treatment of coke plant waste waters with coke dust from a dry quenching installation. *Cokemaking International* nr 1, s. 49—54.
- Karcz A., Cieślak R., Klepek A., Lis J., Staniewski J., Balak C., Kaszewski W., Lembas J., 1993 — Projekt wynalazczy nr 6/DMT/93 Zmiana sposobu odbioru gazu nadmiarowego z instalacji suchego chłodzenia koksu celem eliminacji emisji tlenu węgla do atmosfery oraz jego zagospodarowania.
- Karcz A., Przybyła A., Warzecha A., 1992 — Analysis of the process of dry quenching of coke carried out in the modern Polish coke plant Przyjaźń. 2 *International Cokemaking Congress* vol. 1, s. 163—169.
- Karcz A., Warzecha A., Borzęcki C., Cudny A., 1991 — Przyczyny zaburzeń w pracy instalacji suchego chłodzenia koksu w ZK Przyjaźń. *Koks-Smoła-Gaz* nr 9, 215—218.
- Kataoka S., Ostuka J., Yasukouchi N., Katahira H., 1991 — Establishment of coke dry quenching technology with a maximum coke throughput of 200 t/h. *Cokemaking International* nr 1, s. 49—55.
- Minamisawa J., Kathon S., Satoh K., 1991 — Development of optimal automatic contr CDQ system. *Cokemaking International* nr 2, s. 45—52.
- Rudyka W.J., Minasow A.N., Albowskij W.E., 1999 — Nowyje technologiczeskije rieszenia w projektach Giprokksa po ustanowkam suchowo tuszenia kokska. *Koks i chemia* nr 7, s. 29—30.
- Starovoit A.G., 1987 — Izmierenije timpieratunowo i gidrawliczeskowo rezima kamier USTK, *Koks i chemia* nr 3, s. 28.
- Stewen W., Keintzel G., Dunker N., 1989 — Analogen zur Kohstrockenkühlung — Überle—Gungen zur Werkstoffauswahl und Konstruktion. *Stahl u Eisen* nr 16, s. 758—768.
- Zubilin J.G., Tarzakanow A.A., Minasow A.N., 1998 — Technologiczeskaja schiema poluczzenia wosstanowlitielnowo gaza dla—mietałurgi. *Koks i chemia* nr 5, s. 15—19.

ALEKSANDER KAR CZ

RECENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE COKE DRY QUENCHING TECHNOLOGY

Key words

Cooking, dry Quenching Process

Abstract

In the paper the essence of the coke dry quenching process as well as the development of this technology were presented. Design projects aiming at increasing the coke throughput and the heat efficiency of the CDQ-facilities were specified. The ways of utilising the recovered heat energy, i.e. the production of process steam, electricity and gas reducers as well as preheating of the coal blend for coke production were discussed. Presented were also the causes of the wear of the component parts of a waste heat boiler and a cooling chamber. Moreover, the efforts aiming at eliminating the causes of failure standstills of the CDQ-facilities were described. Furthermore, discussed were the ways of reducing dust and gas emission from the CDQ-facilities.