Ludwik CWYNAR, Mirosław KRUPA, Marek PRONOBIS
Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych
Politechnika Śląska, Gliwice

DZIAŁALNOŚĆ INSTYTUTU MASZYN I URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH W ZAKRESIE TECHNIKI KOTŁOWEJ

1. Wprowadzenie

Działający w ramach Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych Zakład Kotłów i Wytwornic Pary kontynuuje tradycje badań w dziedzinie techniki kotłowej zapoczątkowane jeszcze w 1946 r., kiedy to prof. mgr inż. Zdzisław Ficki zorganizował Katedrę Kotłów i Siłowni Parowych. Po śmierci prof. Fickiego katedrą kierował prof. dr hab. inż. Marceli Baran. W trakcie kolejnych reorganizacji Katedra została przekształcona w Katedrę Kotłów i Maszyn Cieplnych, wydzielony Zakład Kotłów i Wytwornic Pary, a w 1979 r., po połączeniu z Zakładem Podstaw Konstrukcji Maszyn Energetycznych, został utworzony Instytut Kotłów, Siłowni Cieplnych i Jądrowych, którego dyrektorem został prof. M. Baran. Profesor Baran zmarł przedwcześnie w 1983 r., a Instytut wszedł w skład Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych. Od 1984 r. kierownikiem Zakładu Kotłów i Wytwornic Pary w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych jest prof. dr hab. inż. Ludwik Cwynar.

2. Działalność dydaktyczna

W Zakładzie Kotłów i Wytwornic Pary prowadzone są wykłady, seminaria, ćwiczenia, laboratoria i prace konstrukcyjne z zakresu kotłów i wytwornic pary dla studentów kierunku „budowa i eksploatacja maszyn" oraz na kierunku „inżynieria środowiska" dla specjalności: czyste technologie energetyczne i ochrona środowiska w energetyce i transporcie (studia dzienne magisterskie i zawodowe (inżynierskie) oraz studia wieczorowe). Ponadto dla kierunku dyplomowania kotły i wytwornice pary prowadzone są seminaria i prace dyplomowe.

Studenci zdobywają wiedzę w dziedzinie konstrukcji i eksploatacji kotłów parowych i wodnych oraz kotłowych urządzeń pomocniczych. W szerokim zakresie wprowadzane są komputerowe metody wspomagania projektowania oraz zagadnienia związane z optymalizacją procesów kotłowych.

3. Działalność naukowa

Działalność naukowa Zakładu koncentruje się na następujących dziedzinach:

- Rozwijanie metod obliczania i konstruowania urządzeń kotłowych przy uwzględnieniu charakterystyk krajowych węgli energetycznych:
  - doskonalenie metod obliczeń palenisk kotłowych,
  - rozwijanie metod opisu procesów wewnętrznych występujących w kotłach w nieustalonych warunkach pracy,
  - poszukiwanie i badania wysokosprawnych ciśnieniowych powierzchni ogrzewalnych kotłów, intensyfikujących przepływ ciepła (powierzchnie ożebrowane, opłetwowane, membranowe) i optymalizacja rozwiązań,
  - badania regeneracyjnych obrotowych podgrzewaczy powietrza,
  - obliczenia, dobór i opracowanie koncepcji wymienników ciepła dla układów odsiarczania spalin i układów odzysku ciepła w procesach przemysłowych,
  - doskonalenie metodologii komputerowego wspomagania procesu projektowania i konstruowania urządzeń kotłowych,
  - badania trwałości urządzeń kotłowych.
- Badania procesów przemiału i suszenia węgla w młynach i przygotowania paliw stałych do spalania w urządzeniach kotłowych:
  - uściślenie metod obliczeń i dobór optymalnych parametrów pracy młynów węglowych,
  - poszukiwanie metod przygotowania paliw w aspekcie zmniejszenia uciążliwości skutków spalania dla otoczenia.
- Doskonalenie technologii uruchamiania i eksploatacji elektrowni konwencjonalnych:
  - przystosowanie urządzeń kotłowych i bloków energetycznych do bezpiecznej i ekonomicznej pracy w warunkach zmiennego zapotrzebowania energii,
  - zmniejszenie strat rozruchowych.
- Opracowanie koncepcji modernizacji urządzeń kotłowych celem polepszenia sprawności i niezawodności oraz przystosowania kotłów do spalania węgli o charakterystyce odmiennej od projektowej.
- Oceny projektów nowych oraz modernizowanych kotłów i młynów węglowych, opracowywanych przez biura konstrukcyjne przemysłu kotłowego.

Ważnym kierunkiem działalności naukowej jest również organizacja cyklicznych Konferencji kotłowych: V odbyła się w 1986 r., VI w 1990 r. a VII w 1994 r. Następna, VIII konferencja, planowana jest w 1998 r.

3.1. Rozwijanie metod obliczania i konstruowania urządzeń kotłowych przy uwzględnieniu charakterystyk krajowych węgli

Dotychczas stosowane metody obliczeń cieplnych i aerodynamicznych kotłowych powierzchni konwekcyjnych dają wyniki obarczone znacznymi błędami, spowodowanymi przez nadmierne uproszczenia, niedokładność korelacji empirycznych oraz niedokładność danych literaturowych określających własności czynników. Źródłem szczególnie dużych błędów była stosowana dotąd w kraju metoda obliczeń wpływu osadów popiołu na wymianę ciepła. Zagadnieniu poprawy dokładności obliczeń poświęcono w Zakładzie Kotłów i Wytwornic Pary wiele opublikowanych prac [1 – 4, 13, 18, 19, 30].

Dla poprawy sprawności modernizowanych kotłów istotne jest poszukiwanie wysokosprawnych ciśnieniowych powierzchni ogrzewalnych intensyfikujących przepływ ciepła (powierzchnie ożebrowane, opłetwowane, membranowe). Badania w tym zakresie są w Zakładzie prowadzone od dawna, a ich efektem były w ostatnich latach prace [1, 6, 9, 15, 24, 26, 58]. Prowadzono również prace w zakresie optymalizacji kotłowych powierzchni konwekcyjnych [12, 13, 15, 20, 50].

Kontynuowana była również problematyka badań i aplikacji nowych rozwiązań zarówno regeneracyjnych podgrzewaczy powietrza, jak i wstępnych parowych podgrzewaczy powietrza [17, 42]. Uzyskano w tej dziedzinie prawa ochronne na wzory użytkowe 1 i 2.

W Zakładzie rozwijano także badania trwałości urządzeń kotłowych, zarówno z punktu widzenia wytrzymałości czasowej elementów kotłów, jak i w zakresie ograniczania erozji popiołowej. W tym zakresie wygłoszono na konferencjach referaty [8, 40, 43, 45, 46, 48].

Coraz więcej miejsca w działalności Zakładu zajmuje problematyka ochrony środowiska naturalnego. W tym zakresie prowadzono obliczenia, dobór i opracowanie koncepcji wymienników ciepła dla układów odsiarczania spalin i układów odzysku ciepła w procesach przemysłowych, opracowano nowe technologie odsiarczania spalin w kotłach płomienicowo–płomieniówkowych oraz badano wpływ warunków pracy kotła na efektywność pierwotnych metod odazotowania spalin. Prace na te tematy zamieszczono w [27, 29, 44, 47, 49, 51, 57], uzyskano ponadto patent 4.

3.2. Badania procesów przemiału węgla w młynach oraz transportu pneumatycznego pyłu węglowego

Badania w tym zakresie prowadzone są w Zakładzie od wielu lat przy wykorzystaniu posiadanych instalacji badawczych. Kontynuowano badania wpływu cech konstrukcyjnych układu mielącego i warunków eksploatacji na pracę młynów średniobieżnych miażdżących [10, 21]. Prowadzono prace w zakresie przystosowania młynów do wymagań nowoczesnych technik spalania niskoemisyjnego, przeprowadzono analizę rozwiązań układów młynowo-paleniskowych dużych kotłów energetycznych na węgiel kamienny w aspekcie spełnienia wymagań palników niskoemisyjnych [16, 47, 49, 51, 55, 57]. Wykonano badania modelowe rozdzielaczy pyłu, które mogą znaleźć zastosowanie do rozdziału mieszaniny pyłowo–powietrznej na dwie strugi o różnej koncentracji oraz badania nowego typu palników pyłowych. Wprowadzanie w odpowiednich miejscach do komory paleniskowej strug o różnej koncentracji pyłu węglowego umożliwia organizację spalania prowadzącą do ograniczenia powstawania tlenków azotu.

3.3. Doskonalenie technologii uruchamiania i eksploatacji elektrowni

W Zakładzie Kotłów i Wytwornic Pary prowadzone są prace nad opisem własności dynamicznych kotłów. Określane są czynniki mające wpływ na przebiegi temperatur, naprężeń i przepływów oraz na intensywność wymiany ciepła [8, 43, 46]. Opracowano również metody wyznaczania strat rozruchowych i optymalizacji procesu uruchamiania kotła. W materiałach konferencyjnych [11] podano normatywne charakterystyki strat rozruchowych bloków.

W ostatnim czasie wzrosło zainteresowanie problematyką pracy kotłów pyłowych przy obciążeniach wyższych od nominalnego oraz w warunkach znacznego zmniejszenia obciążenia. W Zakładzie przeprowadzono w tym zakresie badania dotyczące wpływu maksymalnego i minimalnego obciążenia bloków 200 MW na pracę kotłów OP 650 Elektrowni Rybnik [36, 41] i Elektrowni Jaworzno III.

3.4. Opracowanie koncepcji modernizacji urządzeń kotłowych w celu polepszenia sprawności i niezawodności

Znaczna część, szczególnie mniejszych i starszych kotłów, charakteryzuje się niską sprawnością, spowodowaną głównie przez wysoką temperaturę spalin wylotowych, sięgającą w skrajnych przypadkach 300°C. Również w dużych kotłach temperatury spalin wylotowych 170 – 180°C nie należą do rzadkości. Przeprowadzenie modernizacji takich kotłów pozwala na zaoszczędzenie znacznych ilości paliwa oraz poprawę stanu środowiska poprzez istotne zmniej-

szenie emisji popiołu do atmosfery. Okazuje się bowiem, że obniżenie temperatury spalin wylotowych poprawia sprawność elektrofiltrów, na skutek zmniejszenia prędkości spalin i podwyższenia oporności właściwej pyłu.

Modernizacja polega na zabudowaniu powierzchni ogrzewalnych o większej intensywności przekazywania ciepła, na ogół bez jednoczesnej przebudowy kanałów spalin.

Intensyfikacji podlegać może zarówno wymiana ciepła miedzy spalinami i zewnętrznymi powierzchniami rur, jak i przepływ ciepła na ściance wewnętrznej, omywanej czynnikiem ogrzewanym. W pierwszym przypadku stosuje się często powierzchnie rozwinięte (ożebrowane), w drugim natomiast rozmaite sposoby powiększenia burzliwości przepływu w rurach.

Warunkiem prawidłowego dokonania modernizacji jest wszechstronna analiza możliwości poprawy sprawności kotła, a szczególnie ocena możliwego obniżenia temperatury spalin wylotowych z uwzględnieniem zagrożeń wynikających z przekroczenia kwasowego punktu rosy spalin. Powyższą problematyką Zakład zajmuje się od dawna, czego efektem są zarówno projekty i opracowania niepublikowane, jak i prace [6, 15 – 18, 26, 36, 45, 47].

Jednym z możliwych sposobów poprawy sprawności kotłów gazowych stosowanych w ciepłownictwie jest wykorzystanie ciepła kondensacji wody zawartej w spalinach. Problematyce tej poświęcono publikacje [29, 52].

Dla niezawodności kotła podstawowe znaczenie ma trwałość jego części ciśnieniowej. W tym celu wykonywano analizy rozwiązań konstrukcyjnych i schematów przepływowych powierzchni ogrzewalnych, a szczególnie przegrzewaczy pary. Podstawą wyboru wariantu modernizacji są w tym przypadku obliczenia rozpływów czynnika w poszczególnych wężownicach, a także analiza obciążeń cieplnych i warunków chłodzenia wężownic [32, 43].

4. Stanowiska badawcze i aparatura

Zakład Kotłów i Wytwornic Pary posiada rozbudowaną bazę laboratoryjną. Obejmuje ona:

- instalację do badań procesów przemiału, suszenia i transportu węgla w układach paleniskowych kotłów pyłowych,
- stanowisko do badań modelowych kotłowych pęczków konwekcyjnych,
- stanowisko doświadczalne do badań oporów przepływu układów pęczkowych rur ożebrowanych,
- instalację doświadczalną do badań regeneracyjnych obrotowych podgrzewaczy powietrza,
- stanowisko doświadczalne do badań oporów przepływu wypełnień regeneracyjnych obrotowych podgrzewaczy powietrza.

W związku z realizacją w Zakładzie projektu badawczego (grantu) pt. „Nowelizacja kryteriów doboru optymalnej temperatury spalin wylotowych w kotłach energetycznych" zakupiono nowoczesny przyrząd do pomiaru kwasowego punkty rosy spalin.

4.1. Instalacja do badań procesów przemiału, suszenia i transportu węgla w układach paleniskowych kotłów pyłowych

Stanowisko ma zastosowanie w badaniach modelowych młynów oraz w badaniach transportu i rozdziału mieszaniny pyłowo–powietrznej. Jest urządzeniem o skali półtechnicznej, unikatowym w kraju. W skład stanowiska wchodzą: układ nawęglania, młyn doświadczalny, instalacja podgrzewu i przetłaczania powietrza, dwa niezależne układy transportu i separacji pyłu. Młyn posiada wymienne zespoły mielące pierścieniowo–kulowe i misowo–rolkowe o różnych cechach konstrukcyjnych.

4.2. Stanowisko do badań modelowych wymiany ciepła i oporów przepływu metodą sublimacji naftalenu

Stanowisko ma zastosowanie w badaniach modelowych wymiany ciepła w różnych układach pęczków konwekcyjnych powierzchni ogrzewalnych kotłów. Pomiarów dokonuje się metodą opartą na analogii między konwekcyjnym wnikaniem ciepła i wymianą masy podczas sublimacji naftalenu. Równocześnie można dokonywać pomiarów oporu przepływu powietrza przez badane układy.

4.3. Instalacja doświadczalna do badań regeneracyjnych obrotowych podgrzewaczy powietrza (ROPP)

Instalacja pozwala na prowadzenie kompleksowych badań cieplnych i aerodynamicznych regeneracyjnych wymienników ciepła systemu Ljungstroem. W skład instalacji wchodzi:

- ROPP o wielkości nr 5 wg typoszeregu Ljungstroema o charakterystyce: D = 1000 mm,
- H = 700 mm, układ sektorów 12 w podziale 5/5, prędkość obrotowa wirnika $n = 0{,}1 \div 15\ \mathrm{min}^{-1}$,
- komplet wypełnień wirnika ROPP,
- wentylator podmuchu powietrza
- wentylator ciągu spalin,
- wytwornica spalin o mocy cieplnej N = 450 kW,
- palnik gazowy UNIGAT GAT 60 NS4DZK na gaz miejski,
- aparatura kontrolno–pomiarowa: 25–kanałowy system automatycznych pomiarów wielkości elektrycznych MERATRONIK.

4.4. Stanowisko doświadczalne do badań oporów przepływu wypełnień regeneracyjnych obrotowych podgrzewaczy powietrza

Stanowisko w postaci kanału aerodynamicznego z wymienną komorą badawczą służy do badań aerodynamicznych elementu wypełnienia wirnika ROPP w postaci jednego kosza grzewczego (sektorowego). Wysokość wypełnienia (w układzie kanału aerodynamicznego będąca długością) może składać się z czterech warstw o h = 300 mm, zatem o łącznej wysokości H = 1200 mm. Stanowisko wyposażone jest w wentylator podmuchu zimnego powietrza oraz w niezbędną aparaturę do pomiaru temperatury, ciśnienia i wilgotności oraz urządzenie regulacyjne.

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH PUBLIKACJI PRACOWNIKÓW ZAKŁADU KOTŁÓW I WYTWORNIC PARY
od roku 1990

1. Czepelak J., Pronobis M.: Vyměna tepla v pričnie žebrovanych trubkovych svazcich. Strojirenstvi (CSRF) 40, 1990, nr 2.
2. Pronobis M.: Konwekcyjne i radiacyjne współczynniki wnikania ciepła od spalin do zanieczyszczonych rur kotłowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 110, Gliwice 1990.
3. Gaiński J., Pronobis M.: Badania wpływu osadów popiołu na opory przepływu w pęczkach konwekcyjnych kotłów. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 110, Gliwice 1990.
4. Pronobis M.: Współczynniki efektywności cieplnej zanieczyszczonych pęczków kotłowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 113, Gliwice 1990.
5. Stompel Z., Kotowicz J., Rataj Z.: Węgiel i Energia. Koks, Smoła, Gaz, 1990, nr 11.
6. Cwynar L., Krupa M., Pronobis M.: Zastosowanie rozwiniętych powierzchni ogrzewanych w modernizacjach kotłów. Materiały II Konferencji „Gospodarka remontowa energetyki". Bielsko Biała 1990.
7. Walewski A.W., Wojnar W., Pękala St.: Parowe podgrzewacze powietrza kotłów energetycznych. Konstrukcje, obliczenia, badania. Materiały VI Konferencji Kotłowej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 113. Gliwice 1990.
8. Cwynar L.: Przedsięwzięcia usprawniające prace kotłów walczakowych w stanach nieustalonych. Materiały VI Konferencji Kotłowej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 113. Gliwice 1990.

9. Cwynar L., Pronobis M.: Einsatz der Rippenrohrbündel zur Ertüchtigung von Dampferzeugern. XXIII Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Dresden 1991.
10. Chmielniak T., Czepiel J., Mroczek K.: Der Einfluß der Konstruktionseigenschaften des Mahlsystems auf die Leistungsfähigkeit der Ring-Kugelmühle. XXIII Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Dresden 1991.
11. Cwynar L., Charzyński W.: Normatywne charakterystyki strat rozruchowych bloków wytwórczych. Sympozjum SEP, Warszawa 1991.
12. Pronobis M.: Optimization of convective boiler surfaces. VGB Kraftwerkstechnik (English issue) 72, 1992, nr 2.
13. Pronobis M.: Wymiana ciepła w zanieczyszczonych powierzchniach konwekcyjnych kotłów. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Energetyka z. 115, Gliwice 1992.
14. Cwynar L., Krupa M., Pronobis M.: Kierunki modernizacji energetyki. Zeszyty Naukowe WSI w Opolu, seria: Elektryka z. 34, Opole 1992.
15. Cwynar L., Krupa M., Pronobis M.: Zastosowanie powierzchni ożebrowanych dla poprawy sprawności kotłów. Zeszyty Naukowe WSI w Opolu, seria: Elektryka z. 34, Opole 1992.
16. Krupa M., Bobiec E., Chowaniec G.: Kierunki modernizacji młynów wynikające z potrzeby obniżenia emisji tlenków azotu. Energetyka 1992, nr 10.
17. Walewski A. W., Wojnar W.: Wstępne parowe podgrzewacze powietrza nowej generacji. Zeszyty Naukowe WSI w Opolu, seria: Elektryka z. 34, Opole 1992.
18. Pronobis M.: Influence of ash deposits on the heat transfer in convection boiler surfaces. Konf.: Coal, Energy and Environment, Ostrava 1992.
19. Pronobis M.: Dokładność obliczeń radiacyjnej wymiany ciepła od spalin do powierzchni rur kotłowych pęczków konwekcyjnych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Energetyka z. 114, Gliwice 1993.
20. Pronobis M.: Optymalizacja kotłowych pęczków konwekcyjnych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 114, Gliwice 1993.
21. Czepiel J.: Zależność wydajności młyna pierścieniowo–kulowego od prędkości obrotowej układu mielącego – model teoretyczny. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Energetyka z. 114, Gliwice 1993.
22. Rataj Z.: Celowość stosowania kotłów kondensujących firmy TTI-Remeha w ciepłownictwie. Przegląd Mechaniczny 1993, nr 33- 34.
23. Rataj Z.: Regulatory sterujące w systemach kotłów grzewczych. Murator 1993, nr 3.
24. Pronobis M.: Zkušenosti se svyšovanim učinnosti roštovych kotlu. Materiały Konferencji „Průmyslova energetika a životni prostředi". Ostrava-Odry 1993.

25. Czepiel J., Kurowicz M.: Analiza konstrukcji tłumika wylotowego kotłowych zaworów bezpieczeństwa. XVI Sympozjon Podstaw Konstrukcji Maszyn, Szczyrk 1993.
26. Cwynar L., Krupa M., Pronobis M.: Kotłowe powierzchnie ogrzewalne intensyfikujące przepływ ciepła. Referaty konferencji naukowej „Problemy badawcze energetyki cieplnej", Warszawa 8–10.12.1993.
27. Pronobis M.: The influence of combustion chamber tightness on the efficiency of primary methods of NO_x reduction. Materiały III Międzynarodowej Konferencji „EKOTREND" Ostrava 20–21.09.1993.
28. Cwynar L., Zembaty W.: Kryteria modernizacji urządzeń wytwarzania energii w krajowym systemie elektroenergetycznym. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo–Technicznej na temat „Racjonalizacja Użytkowania Energii i Środowiska" Porąbka–Kozubnik 14–16.06.1993.
29. Rataj Z.: Ekonomiczne i ekologiczne aspekty stosowania kotłów kondensujących w ciepłownictwie. Materiały VIII Krajowej Konferencji Naukowo–Technicznej: „Postęp Techniczny w Ciepłownictwie". Poznań, 22–23 listopada 1993.
30. Pronobis M.: A comparison of methods to improve the heat transfer at the inner walls of tubes. VGB Kraftwerkstechnik 74, 1994, H.2.
31. Cwynar L., Krupa M., Pronobis M.: Kierunki modernizacji kotłów. Zeszyty Naukowe WSI w Opolu, seria: Elektryka z. 38, Opole 1994.
32. Cwynar L., Krupa M., Pronobis M.: Usprawnienia kotłów OP-380 Elektrowni Łagisza. Zeszyty Naukowe WSI w Opolu, seria: Elektryka z. 38, Opole 1994.
33. Rataj Z.: Regulatory stosowane w kotłach grzewczych. Instalator Polski 1994, nr 4.
34. Rataj Z.: Regulatory sterujące praca kotłów grzewczych. Polski Instalator 1994, nr 3.
35. Rataj Z.: Zastosowanie kotłów żeliwnych. Przegląd Mechaniczny 1994, nr 1.
36. Rataj Z.: Praca kotłów OP 650 w warunkach maksymalnego obciążenia bloku. Zeszyty Naukowe WSI w Opolu, seria: Elektryka, z. 38, Opole 1994.
37. Walewski A.W., Otte J.J., Wojnar W.: Modernizacja układu podgrzewu powietrza w kotle OP-380 z palnikami niskoazotujacymi typu HTNR STORK BOILERS. Zeszyty Naukowe WSI w Opolu, seria: Elektryka, z. 38, Opole 1994.
38. Rataj Z.: Kryteria wyboru kotłów grzewczych. Rynek Instalacyjny 1994, nr 10.
39. Cwynar L., Krupa M., Pronobis M.: Kierunki badań i doskonalenia techniki kotłowej. Materiały VII Konferencji Kotłowej, Szczyrk 1994.

Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 120, Gliwice 1994.

40. Pronobis M.: Przedsięwzięcia eksploatacyjne dla zmniejszenia erozji kotłowych pęczków konwekcyjnych. Materiały VII Konferencji Kotłowej, Szczyrk 1994. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 121, Gliwice 1994.
41. Rataj Z.: Wpływ minimalnego i maksymalnego obciążenia bloków 200 MW na prace kotłów OP 650. Materiały VII Konferencji Kotłowej, Szczyrk 1994. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 121, Gliwice 1994.
42. Walewski A., Rataj Z., Wojnar W.: Systemy schłodzenia i podgrzewu spalin w układach odsiarczania spalin ciepłowni z kotłami rusztowymi. Materiały VII Konferencji Kotłowej Szczyrk 1994. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 122, Gliwice 1994.
43. Cwynar L.: Wpływ schematu przepływowego przegrzewacza pary na rozkład temperatur w komorach wylotowych stopni. Materiały VII Konferencji Kotłowej, Szczyrk 1994. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 120, Gliwice 1994.
44. Gramatyka F.: Ograniczenie emisji tlenków siarki z kotłów rusztowych płomienicowo–płomieniówkowych. Materiały VII Konferencji Kotłowej, Szczyrk 1994. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 120, Gliwice 1994.
45. Kosman G., Czepelak J.: Wpływ osadów na powierzchniach rury na jej trwałość. Materiały VII Konferencji Kotłowej, Szczyrk 1994. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 121, Gliwice 1994.
46. Kosman G., Czepelak J.: Trwałość elementów ciśnieniowych obciążonych niesymetrycznie. Materiały VII Konferencji Kotłowej, Szczyrk 1994. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 121, Gliwice 1994.
47. Bobiec E., Krupa M.: Konieczność poprawy jakości przemiału węgla kamiennego dla potrzeb obniżenia emisji NO_x a dynamika instalacji paleniskowej. Materiały VII Konferencji Kotłowej, Szczyrk 1994. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 122, Gliwice 1994.
48. Pronobis M.: Betriebsmäßige Methoden zur Vermeidung von Heizflächenerosionen. VGB-Konferenz „Forschung in der Kraftwerkstechnik 1995", Essen 6–7.09.1995.
49. Pronobis M.: Wpływ szczelności komory paleniskowej kotła na skuteczność pierwotnych metod denitracji spalin. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 126, Gliwice 1995.
50. Cwynar L., Krupa M., Pronobis M.: Kotłowe powierzchnie ogrzewalne intensyfikujące przepływ ciepła. Gospodarka Paliwami i Energią 1995, nr 12.

51. Pronobis M.: Wpływ poprawy jakości przemiału wynikającej z zastosowania pierwotnych metod denitracji spalin na pracę kotła. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Energetyka z. 125, Gliwice 1995.
52. Rataj Z.: Ograniczenia termodynamiczne i eksploatacyjne grzewczych kotłów kondensujących, cz. I. Rynek Instalacyjny 1995, nr 10, cz. II: Rynek Instalacyjny 1995, nr 11.
53. Rataj Z.: Charakterystyka techniczna kotłów grzewczych małej i średniej mocy w Polsce. Przegląd kotłów oferowanych przez producentów zagranicznych, cz. I Ogrzewnictwo Praktyczne 1995 nr 2, cz. II Ogrzewnictwo Praktyczne 1995, nr 3.
54. Rataj Z.: Charakterystyka techniczna kotłów grzewczych małej i średniej mocy w Polsce. Przegląd kotłów oferowanych przez producentów krajowych, cz. I i cz. II. Ogrzewnictwo Praktyczne 1995, nr 4, nr 5.
55. Pronobis M.: Coal Grinding Quality Improvement and its Influence on Boiler Operation Materiały Konferencji z okazji 50 lecia VŠB w Ostrawie. Ostrawa 1995.
56. Cwynar L., Krupa M, Pronobis M: Podstawowe problemy i kryteria modernizacji urządzeń kotłowych. Materiały IX Konferencji z cyklu „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej„ pt.: „Modernizacja elektrowni i elektrociepłowni a budowa zakładów przeróbki miałów węgla energetycznego". Zakopane 1995.
57. Krupa M, Pronobis M.: Problemy modernizacji kotłów przemysłowych w aspekcie zwiększenia sprawności i niezawodności oraz zmniejszenia uciążliwości dla środowiska. Materiały Konferencji z okazji 50–lecia Energomontażu PW. Ustroń 1995.
58. Czepelak J., Gaiński J., Pronobis M.: Modelluntersuchungen des Wärmeaustausches und Strömungswiderstandes an den Heizflächen mit Diagonalflossen. Heat and Mass Transfer 1996, nr 7.

Patenty i wzory użytkowe

1. Parowy podgrzewacz powietrza kotłów energetycznych. W-89528.Udzielono prawa ochronnego na wzór użytkowy Ru-49 387. Warszawa 7.04.1992.
2. Parowy podgrzewacz powietrza kotłów energetycznych. W-89786. Udzielono prawa ochronnego na wzór użytkowy Ru-49 390. Warszawa 7.04.1992.
3. Wymiennik ciepła. P-256 272. W-89950.Udzielono prawa ochronnego na wzór użytkowy Ru-49572. Warszawa 18.05.1992.
4. Sposób odsiarczania i końcowego odpylania spalin kotłowych oraz instalacja do odsiarczania i końcowego odpylania spalin kotłowych. Przydzielono patent Nr 159 567 Warszawa 18.11.1993.
5. Urządzenie do intensyfikacji wymiany ciepła. W-100080. Udzielono prawa ochronnego na wzór użytkowy. Warszawa 13.06.1994.