

# XXXVII Dni Chłodnictwa

**dr inż. Grzegorz KRZYŻANIAK**

Politechnika Poznańska

Instytut Inżynierii Środowiska

Zakład Ogrzewnictwa, Klimatyzacji i Ochrony Powietrza

W dniach 23 – 24 listopada 2005 r. odbyły się w Rosnówku k/Poznania XXXVII Dni Chłodnictwa pn. "Aktualne tendencje w rozwiązaniach technicznych urządzeń i systemów chłodniczych i klimatyzacyjnych" organizowane przez Sekcję Chłodnictwa i Klimatyzacji Oddziału Wojewódzkiego SIMP w Poznaniu oraz Systherm Chłodnictwo i Klimatyzacja Sp. z o.o. W konferencji brało udział blisko 70 osób. Referaty wygłaszali pracownicy wyższych uczelni technicznych w tym Politechnik Koszalińskiej, Łódzkiej, Poznańskiej, Rzeszowskiej, Śląskiej, Warszawskiej, Wrocławskiej i Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, a także placówek naukowo-badawczych takich jak: Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, Centralny Ośrodek Chłodnictwa w Krakowie czy Instytut Przemysłu Mięsnego w Poznaniu. Znaczący udział w konferencji stanowiły referaty promocyjne firm LG Electronic, DAIKIN, Euroduct, FACH Cieszyn, Hibernatus i MARCOR. W corocznym spotkaniu brali ponadto udział projektanci, pracownicy eksploatacji, montażu i serwisów firm chłodniczych i klimatyzacyjnych (rys.1). Na konferencji obecni byli również przedstawiciele firm Danfoss oraz DK- Kälteanlagen (Niemcy).



Rys.1. Prezentacja firmy EURODUCT na XXXVII Dniach Chłodnictwa

Obrady konferencji otworzył, witając obecnych członków Komitetu Honorowego, Gości oraz wszystkich Uczestni-

ków przewodniczący Sekcji Chłodnictwa i Klimatyzacji Oddziału. Wojewódzkiego SIMP w Poznaniu dr inż. Bolesław Gaziński. Następnie głos zabrał mgr Arkadiusz Dzierżanowski Gł. Specjalista w Departamencie Polityki Przemysłowej Ministerstwa Gospodarki i Pracy i zarazem członek Komitetu Honorowego konferencji omawiając problematykę związaną z wdrażaniem w życie Ustawy o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz towarzyszących jej Rozporządzeń. Zwrócił także uwagę na sprawę tzw. f-gazów, w tym czynnika chłodniczego R134a. Na konferencji wygłoszono w czasie 6 sesji 28 referatów. W materiałach konferencyjnych opublikowano 29 referatów, w tym 4 promocyjne.

Obrady I sesji konferencji prowadził przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Bolesław Gaziński. Sesję otworzył referat nt. metod zwiększania intensywności przekazywania ciepła poprzez zastosowanie wkładek zaburzających przepływ w połączeniu z rozwinięciem powierzchni wewnętrznej rury w odniesieniu do chłodniczych wymienników ciepła [16]. Wyniki badań doświadczalnych między powierzchniami zewnętrznymi rur nachylonych jedna nad drugą w płaszczyźnie pionowej, a powietrzem otaczającym taki układ mają posłużyć do udoskonalenia konstrukcji skraplaczy płaszczowo-rurowych na etapie projektowania [24]. W kolejnym referacie [10] wyznaczano sprawności egzgetyczne sprężarkowego obiegu chłodniczego przy zmianie charakterystycznych parametrów obiegu, porównując jednocześnie pracę układu z czynnikami R12 i R22 oraz ich zamiennikami R134a i R410.

Obradom II sesji konferencji przewodniczył dr hab. inż. Jan Górski. Na początku zapoznano się z aktualną ofertą produkcyjną klimatyzatorów LG Electronic (rys.2).

Omówiono aktualnie produkowane modele pod kątem ich możliwości technicznych, a niektóre porównywano z podobnymi produktami innych firm. Z bardzo pozytywnym przyjęciem spotkał się referat promocyjny [29] Fabryki Automatyki FACH Cieszyn. Omówiono w nim zawory kątowe do sprężarek i agregatów typu ZKU, zbiorniki ciekłego czynnika, filtry odwadniacze oraz filtry mechaniczne (rys.3). Przyczyny niesprawności i awarii agregatów w instalacji wody lodowej były przedmiotem następnego referatu [14].



Rys.2. Klimatyzatory LG Electronic



Rys.3. Filtry odwadniacze typ FOM [29]

Zakwalifikowano je do czterech grup spośród których można wymienić błędy na etapie projektowania, niewłaściwy montaż urządzeń i elementów instalacji, niewłaściwy dobór i nastawy elementów automatyki oraz niewłaściwe warunki eksploatacji. Wnętrze zanieczyszczonego skraplacza płaszczowo-rurowego pokazano na rys.4.

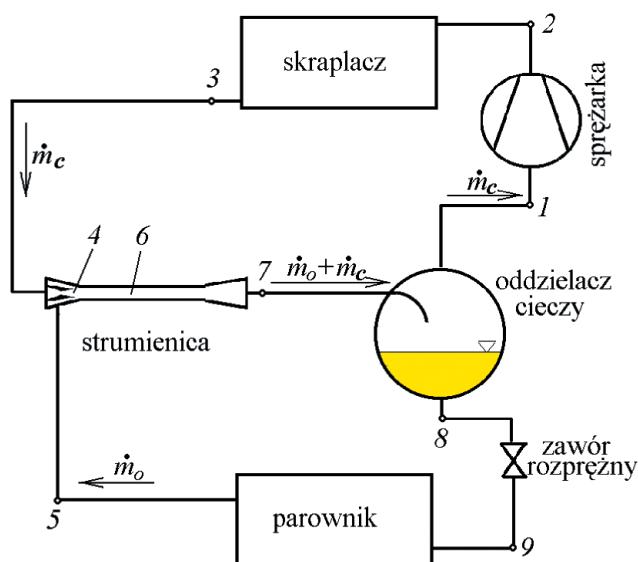


Rys.4. Wnętrze zanieczyszczonego skraplacza płaszczowo-rurowego [14]

Tą sesję zakończył referat [3] omawiający stanowisko modelowe z pompą ciepła do podgrzewania ciepłej wody użytkowej oraz prezentujący wyniki badań pompy ciepła w

dwóch wariantach. Pierwszy odnosił się do szeregowego, a drugi do równoległego przepływu wody przez skraplacz i wymiennik do odzysku.

Obrady III sesji prowadził przedstawiciel Ministerstwa Gospodarki i Pracy mgr Arkadiusz Dzierżanowski. Sesję rozpoczęto prezentacją firmy EURODUCT. Uczestnikom konferencji omówiono i przeprowadzono pokaz praktycznego działania urządzeń do czyszczenia kanałów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych tej firmy. W następnym wystąpieniu zaprezentowano stanowisko (rys.5) do badań strumienicy dwufazowych [7]. Przedstawiono charakterystyki pracy strumienicy dla czynnika chłodniczego R123 jako postać zależności sprężu i sprawności w funkcji objętościowego stosunku eejkcji oraz rozkładu ciśnień dla wybranych geometrii strumienicy.



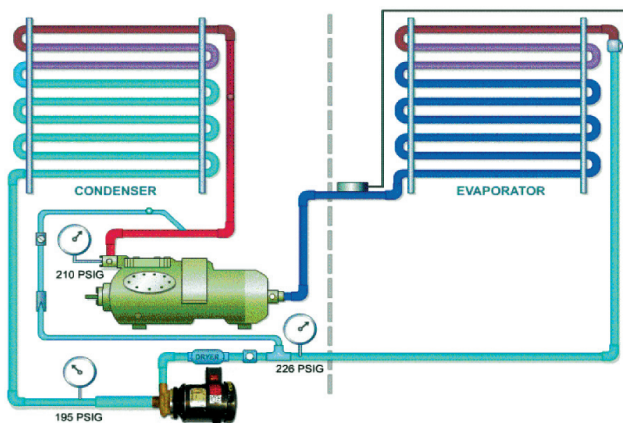
Rys.5. Schemat ideowy urządzenia chłodniczego sprężarkowo-strumienicowego [7]

Na przyczyny wewnętrzne i zewnętrzne zakłóceń przemian fazowych czynnika w wymiennikach chłodniczych zwrócono uwagę w referacie [4]. Scharakteryzowano zjawiska towarzyszące początkowi i końcowi procesu wrzenia i skraplania, a także podano wyniki badań tych procesów w warunkach zaburzeń zewnętrznych periodycznych i jednostkowych. Kolejny referat [5] poświęcono dynamice skraplania czynników chłodniczych wewnątrz kanałów rurowych. Przedstawiono charakterystyki procesu skraplania w czasie przepływu oraz wyznaczono współczynniki przejmania ciepła i straty ciśnienia na skutek oporów przepływu. Wpływ lokalnie powstających skroplin na powierzchni ożebrowanej chłodnicy na wydajność chłodzenia powietrza wilgotnego omówiono na podstawie wyników badań własnych w referacie [17]. Postać wilgoci na powierzchniach wymiennika jest zróżnicowana w zależności od temperatury u podstawy żebra i parametrów powietrza wilgotnego. Kolejny referat [18] tegoż autora dotyczył zbliżonej tematyki i miał odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób ograniczyć szkodliwe skutki szronienia na powierzchniach schładzających powietrze wilgotne. Na wykresach pokazano

m.in. jakościowe zmiany parametrów procesów szronienia w różnych warunkach termicznych i przepływowych powietrza. Ujawniono cechę wzrostu strumienia ciepła wraz ze wzrostem grubości akumulowanej warstwy. Wynika to zapewne z większego wpływu powierzchni wymiany ciepła niż rosnących wraz z grubością warstwy oporów przewodzenia.

Sesję III zakończyła dyskusja nt. integracji środowiska chłodniczego w Polsce, która stanowi przedmiot odrębnego artykułu.

Drugi dzień obrad otworzył, rozpoczynając IV sesję prof.dr hab.inż. Joachim Kozioł. W pierwszym referacie [25] omówiono sposób tworzenia charakterystyki sprężarki ژیębniczej pracującej przy zmiennych obrotach i porównano ją z charakterystyką sprężarki o stałych obrotach w określonym przedziale regulacji. Przedstawiono złożoną charakterystykę pracy zespołu sprężarek półhermetycznych, z których jedna ma zmienną prędkość obrotową. Stwierdzono, że współpraca sprężarek z regulowaną prędkością obrotową i prędkością stałą umożliwia uzyskanie dobrych efektów pod względem wydajności i regulacji pod warunkiem ich właściwego doboru. W kolejnym wystąpieniu [11] omówiono mechanizmy powstawania pulsacji w różnego typu sprężarkach i ich wpływ na wybrane elementy instalacji chłodniczej. Obecność pulsacji w instalacji powoduje zwiększenie natężenia hałasu, obniżenie intensywności przekazywanego ciepła w wymiennikach oraz negatywnie wpływa na działanie automatyki chłodniczej. W referacie [19] przedstawiono możliwości wtrysku ciekłego czynnika chłodniczego do przewodu tłocznego sprężarki z wykorzystaniem systemu LPA. Układ taki pokazano na rys.6. Zasygnalizowano, że zastosowanie tego systemu pozwala na oszczędności energii elektrycznej sięgające 35%.



Rys.6. Schemat układu chłodniczego z wykorzystaniem pompy ciekłego czynnika [19]

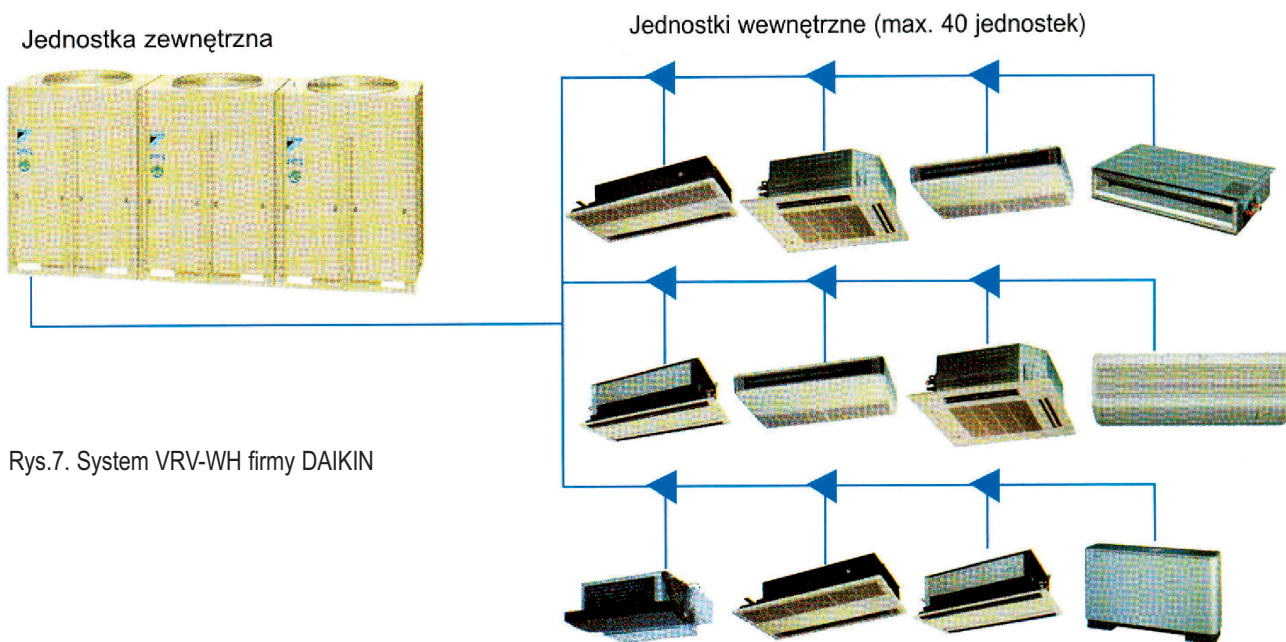
Taki system zainstalowano w instalacji chłodniczej pracującej w centrum handlowym. Następnie przedstawiono dwa referaty promocyjne. Pierwszy z nich firmy Hibernatus [27] dotyczył pomp ciepła głównie pod kątem celowości i opłacalności ich zastosowania. Omówiono zakres zastosowań, przypomniano zasadę działania oraz czynniki wpływające na współczynnik wydajności grzewczej pomp ciepła. Dużo

uwagi poświęcono sprzęgłu cieplnemu firmy Hibernatus. Celowość stosowania sprzęgła poparto przykładem obliczeniowym. Na końcu właściciel firmy zaoferował swe usługi w zakresie doradztwa i realizacji inwestycji pomp ciepła. W referacie [28] firmy DAIKIN omówiono odzysk ciepła i chłodu w instalacjach klimatyzacyjnych za pomocą systemu VRV-WII (rys.7.). Stanowi on połączenie znanych już układów z odzyskiem ciepła (Heat Recovery) i nowej koncepcji chłodzenia agregatu sprężarkowo-skrapłającego wodą poprzez wymiennik.

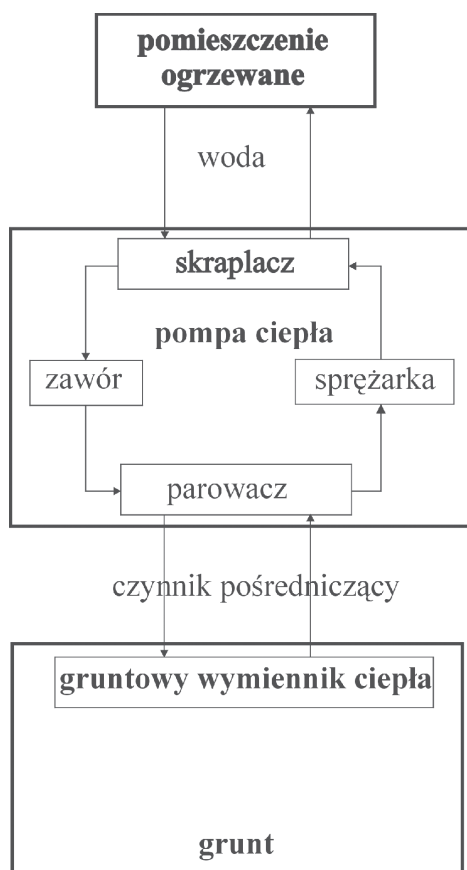
Można tu wyróżnić dwa sposoby odzysku: wewnętrzny – realizowany przez wymianę ciepła między pomieszczeniami i zewnętrzny – polegający na odprowadzaniu nadmiaru ciepła przez zewnętrzny obieg wodny do układów odzysku. Zastąpienie tradycyjnych systemów grzewczych i klimatyzacyjnych systemem VRV-WII firmy DAIKIN pozwala na znaczne oszczędności inwestycyjne i eksploatacyjne.

V sesję, której przewodniczył dr hab. inż. Karol Borzuta, rozpoczął referat nt. nowych regulacji prawnych w Unii Europejskiej dotyczących czynników ژیębniczych [22]. Omówiono projekt rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Europy w sprawie gazów fluorowanych zaliczanych do tzw. gazów cieplarnianych. Porównano wymagania tego projektu z obecnymi przepisami dotyczącymi postępowania z substancjami zubożającymi warstwę ozonową. Zasygnalizowano, że Państwa Członkowskie pragną ujednolicić wymagania związane ze szkoleniem personelu, uzyskiwaniem świadectw kwalifikacji oraz certyfikowaniem firm. W referacie omówiono także projekt dyrektywy w sprawie emisji gazów fluorowanych z instalacji klimatyzacyjnych pojazdów mechanicznych. W referacie [8] przedstawiono wyniki obliczeń numerycznych niestabilnych rozkładów temperatury w gruncie wokół pojedynczej rury wymienników gruntowych pompy ciepła zlokalizowanych na terenie polderów, do których odprowadzana jest woda o podwyższonej temperaturze z oczyszczalni ścieków. Było to podstawą do wyznaczenia strumieni ciepła przejmowanych od gruntu przez wymienniki poziome i pionowe. Określono również wpływ infiltracji gruntu przez wodę zrzucałą do polderów na te strumienie ciepła. Wyniki analizy pomiarowo-obliczeniowej układu sprężarkowej parowej pompy ciepła – pionowy gruntowy wymiennik ciepła (rys.8) przedstawiono w referacie [20]. Porównano wyniki pomiarów dla rzeczywistej instalacji oraz wyniki symulacji numerycznych, przedstawiono wyniki uproszczonych obliczeń dla pomp ciepła pracujących z elementami Fielda i U-rurowymi.

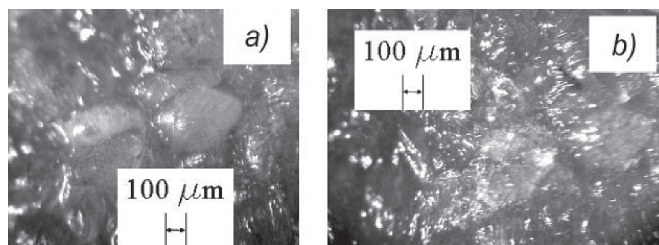
Omówiono także wybrane efekty symulacji dla układu złożonego z agregatu sprężarkowej parowej pompy ciepła oraz z systemu pionowych rur GWC, przy uwzględnieniu złożonych procesów cieplnych w górotworze. Przedmiotem następnego referatu [9] był zamknięty układ osuszania powietrza do celów technologicznych. Określono optymalny wariant działania układu zapewniającego jednocześnie utrzymanie wymaganych parametrów materiału suszonego i najniższych kosztów eksploatacyjnych wynikających ze



Rys.7. System VRV-WH firmy DAIKIN



Rys.8. Schemat układu grzejnego [20]

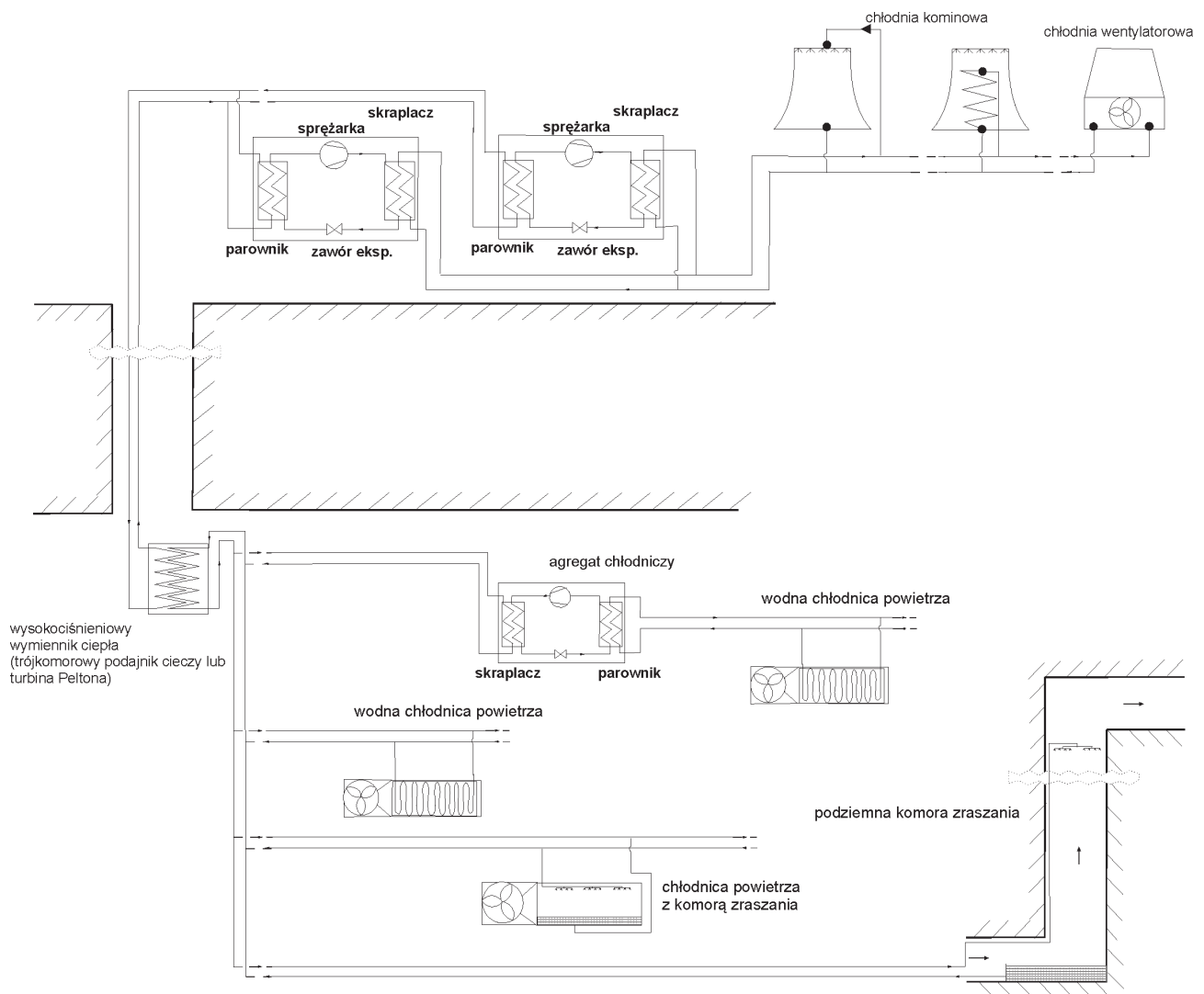


Rys.9. Komórki pomidora: a - po zamrożeniu, z powstałym lodem wewnątrzkomórkowym, b - po rozmrożeniu, obraz zniszczeń struktury komórkowej [13]

zużycia energii do podgrzania i ochłodzenia powietrza. Sesję tą zakończono II częścią dyskusji nt. integracji środowisk chłodniczych w Polsce. Jak już wspomniano, sprawozdanie oraz wnioski z tej dyskusji zamieszczono w oddzielnym artykule.

Ostatniej VI sesji przewodniczył niżej podpisany. Rozpoczęto ją referatem [1] omawiającym statyczny model jed-

nostopniowej, wodno-bromolitowej chłodziarki absorpcyjnej. Zaprezentowano strukturę modelu, omówiono numeryczną procedurę obliczeniową i rozważono warunki poprawności fizycznej wyników symulacji chłodziarki. Przedstawiono zestaw wartości parametrów charakterystycznych urządzenia otrzymany dla typowych parametrów pracy. Wpływ temperatury i zawartości wody w produktach poddawanych technologiom chłodniczym na ich właściwości fizyczne omówiono w referacie [12]. W oparciu o te parametry i podane zależności można wyznaczyć pojemności cieplne właściwe oraz współczynniki przewodzenia ciepła. Temperatura wywiera szczególnie silny wpływ na analizowane właściwości w procesie zamrażania produktów. Warunki i ograniczenia w przeprowadzeniu pomiarów dotyczących wpływu sposobu realizacji zamrażania na proces tworzenia się kryształów lodu w produkcie spożywcym



Rys.10. Przykłady najczęściej wykorzystywanych układów klimatyzacji centralnej [23]

przedstawiono w referacie [13]. Zaprezentowano wyniki badań doświadczalnych na przykładzie zamrażania mięsa wieprzowego i pomidora. Zróżnicowanie kształtu i miejsca powstawania kryształów lodu, pomimo zbliżonej prędkości zamrażania wynika z różnej zawartości wody w obu produktach oraz ich odmiennej morfologii. Na rysunku 9 pokazano komórki pomidora po zamrożeniu i po rozmrożeniu. Zmiany ilości ani zmiany budowy morfologicznej kryształów nie spowodowały nawet oscylacje temperatury wykonywane z najwyższą częstotliwością.

Podstawowe zmiany strukturalne i biochemiczne w mięsie w pierwszej dobie po uboju ze szczególnym uwzględnieniem jego kwasowości i kruchości omówiono w referacie [6]. Przedstawiono aktualne poglądy na temat optymalnych metod wychładzania mięsa wieprzowego, wołowego, cielęcego i owczego. Scharakteryzowano metody ograniczające naturalne ubytki masy mięsa w procesach schładzania. Aktualny stan zagrożenia klimatycznego w polskich kopalniach przedstawiono w referacie [23]. Omówiono źródła i sposoby dopływu strumienia ciepła do wyrobisk gór-

nicznych, a także stosowane do tej pory środki w celu poprawy warunków cieplnych pracy oraz zwrócono uwagę na ich nieskuteczność w kopalniach o dużym zagrożeniu temperaturowym. Najczęściej wykorzystywane układy klimatyzacji centralnej przedstawiono na rys. 10.

Wskazano kierunki rozwoju klimatyzacji w górnictwie na przykładzie światowych rozwiązań oraz aktualnie wdrażanych systemach klimatyzacji w polskich kopalniach. Ostatni referat [26] VI sesji przedsiębiorstwa MARCOR miał charakter promocyjny i dotyczył metod uzdatniania wody chłodzącej za pomocą środków chemicznych zapobiegających korozji, wytrącaniu osadów i rozwojowi życia mikrobiologicznego. Wymienione procesy mają swoje źródło w nieodpowiednim przygotowaniu wody jako czynnika chłodzącego. Omówiono aktualne metody uzdatniania wody polegające na dozowaniu chemicznych środków korekcyjnych.

Konferencję zakończyło krótkie wystąpienie niżej podpisanego podsumowujące tegoroczne Dni Chłodnictwa. W stosunku do roku ubiegłego wzrosła ilość referatów wy-

głoszonych i opublikowanych w materiałach konferencyjnych. Na uwagę zasługiwały wystąpienia promocyjne wymienionych wcześniej firm, z których jedno firmy Euroduct było uzupełnione pokazem. Dyskusja w zależności od tematyki referatów była zróżnicowana. Niektóre z referatów wzbudzały b. duże zainteresowanie poparte na sali i w kuluarach wymianą poglądów między autorami referatów a pozostałymi uczestnikami konferencji.

W niniejszym sprawozdaniu w wielkim skrócie przedstawiono tematykę omawianą w prezentowanych referatach. Pełne teksty referatów można znaleźć w materiałach konferencyjnych XXXVII Dni Chłodnictwa. Osoby zainteresowane ich nabyciem proszę o kontakt telefoniczny (061) 8507505 lub e-mailowy: [monika.biskup@systherm.pl](mailto:monika.biskup@systherm.pl)

## Literatura:

Numeracja pozycji literatury w artykule jest zgodna z niżej zamieszczonym wykazem referatów.

1. Krzysztof BANASIAK, *Statyczny model jednostopniowej, wodno - bromolitowej chłodziarki absorpcyjnej*
2. Krzysztof BIĘCZAK, Tomasz ROCHATKA, Arkadiusz STACHOWIAK, Przemysław TYCZEWSKI, Wiesław ZWIERZYCKI, *Wyznaczanie lokalnych współczynników przenikania ciepła*
3. Zdzisław GROBELNY, Bartosz WOJCIECHOWSKI, Krzysztof BIĘCZAK, Arkadiusz STACHOWIAK, *Stanowisko modelowe z pompą ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej*
4. Tadeusz BOHDAL, *Analiza niestabilności pracy urządzeń chłodniczych*
5. Tadeusz BOHDAL, Henryk CHARUN, *Dynamika skraplania czynników chłodniczych wewnątrz kanałów rurowych*
6. Karol BORZUTA, *Aktualne poglądy na temat systemów wychładzania tusz zwierząt rzeźnych*
7. Dariusz BUTRYMOWICZ, Danuta MIĄSKOWSKA, Jarosław KARWACKI, Marian TRELA, *Badania eksperymentalne charakterystyk pracy strumienicy dwufazowej cieczoowo-parowej*
8. Adam FIC, Jan SKŁADZIENIŃ, *Analiza celowości instalacji gruntowego wymiennika ciepła pompy grzewczej na terenie polderów do zrzutu ścieków*
9. Wiesław GAZDA, Seweryn WROŻYNA, *Wykorzystanie zamkniętego układu osuszania powietrza do celów technologicznych*
10. Jan GÓRSKI, Sławomir RABCZAK, *Ocena sprawności egzergetycznej obiegu ziębniczego dla wybranych czynników chłodniczych*
11. Andrzej GRZEBIELEC, *Pulsacja ciśnienia w przewodach i wymiennikach ciepła urządzeń chłodniczych spowodowana pracą sprężarki*
12. Joachim KOZIOŁ, *Wpływ temperatury i zawartości wody w produktach poddawanych technologiom chłodniczym na ich Właściwości fizyczne*
13. Krzysztof BANASIAK, Wiesław GAZDA, Joachim KOZIOŁ, *Wyniki badań eksperymentalnych wpływu procesu zamrażania na wzrost kryształów lodu w produkcji*
14. Bolesław GAZIŃSKI, Lucjan KŁOS, Grzegorz KRZYŻANIAK, *Przyczyny niesprawności i awarii agregatów i instalacji do schładzania wody lodowej*
15. NIEZGODA - ŻELASKO, Wojciech ZALEWSKI, Jerzy ŻELASKO, *Badania cieplno - przepływowe lodu zawieszinowego*
16. Maria PŁOCEK, Andrzej ZAWADZKI, *Wybrane zagadnienia łączonych technik wzmocnienia wymiany ciepła przy przepływach jednofazowych płynów w rurach*
17. Andrzej ROSIAK, *Analiza eksperymentów wykonanych z kanałowym wymiennikiem ciepła oziębiającym wilgotne powietrze*
18. Andrzej ROSIAK, *Jak ograniczyć szkodliwe skutki szronienia powierzchni oziębiających wilgotne powietrze*
19. Artur RUSOWICZ, Andrzej KOSEWSKI, *Wtrysk ciekłego czynnika chłodniczego do przewodu tłocznego sprężarki*
20. Jan SKŁADZIENIŃ, Małgorzata, HANUSZKIEWICZ - DRAPAŁA, Adam FIC, Krzysztof MAJCHRZYK, *Pomiarowo-obliczeniowa analiza pracy układu: Sprężarkowa parowa pompa grzewcza – pionowy gruntowy wymiennik ciepła*
21. Józef SOKOŁOWSKI, *Rozwiązanie uniwersalnej komory*
22. Marek STEINDEL, Gabriela KONOPKA - CUIPAŁ, *Nowe regulacje prawne w unii europejskiej dotyczące czynników ziębniczych*
23. Nikodem SZŁĄŻAK, Dariusz OBRACAJ, Marek BOROWSKI, *Kierunki rozwoju klimatyzacji w polskich kopalniach węgla kamiennego*
24. Andrzej ZAWADZKI, *Badania eksperymentalne wymiany ciepła na zewnętrznych powierzchniach układów pochylonych rur*
25. Marek ŻAK, Adam ŻÓLTANIECKI, *Charakterystyka zespołu sprężającego ze sprężarką o ciągłej regulacji obrotów*
26. Arkadiusz NALIKOWSKI, Jan MARJANOWSKI, *Przeгляд współczesnych metod uzdatniania wody chłodzącej za pomocą środków chemicznych, stosowanych dla ochrony przed korozją, osadami i rozwojem życia biologicznego*
27. Jan SKUPIŃSKI, Antoni CHŁOPECKI, *Nowoczesne pompy ciepła i celowość ich zastosowania*
28. Robert SZAUMKESSEL, DAIKIN Airconditioning Poland Sp. z o.o. *Odzysk ciepła i chłodu w instalacjach klimatyzacji komfortu - systemy VRV-WII firmy DAIKIN*
29. Jan ŚLIWKA, *Armatura, zbiorniki i filtry*

