

Małgorzata Ptak-Bystrzyńska, Robert Malarczyk, Elektrociepłownia „Zielona Góra” S.A.

Chtód z ciepła sieciowego w Zielonej Górze

Przetaczające się przez nasz kraj fale upałów, coraz gorętsze lata oraz krótkie i ciepłe zimy powodują rosnące zapotrzebowanie w szczycie letnim na chłodzenie naszych budynków. Rosnąca liczba włączonych urządzeń klimatyzacyjnych przyczynia się do dużego obciążenia systemu elektroenergetycznego w miesiącach letnich, co znajduje odbicie w danych Krajowego Systemu Elektroenergetycznego. Sytuacja z roku na rok staje się coraz bardziej poważna, czego konsekwencją jest szukanie nowych, alternatywnych źródeł chłodu. Jednym z nich jest ciepło sieciowe.

Od kilku lat Elektrociepłownia „Zielona Góra” S.A. rozwija na lokalnym rynku ciepła innowacyjny produkt jakim jest chtód z ciepła sieciowego. Zastosowane rozwiązania pozwalają na ograniczenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby chłodzenia w lecie oraz zwiększają efektywność produkcji ciepła poprzez jego wykorzystanie na potrzeby chłodzenia budynków. Stosowana przez nas technologia wytwarzania chłodu polega na dostarczeniu ciepła sieciowego do obiektu, które za pomocą agregatu adsorpcyjnego generuje chtód. W chwili obecnej zasilamy dwa obiekty użyteczności publicznej w Zielonej Górze. W najbliższym czasie rozwiązania te zostaną rozszerzone na kolejne dwa nowobudowane obiekty.

W chwili obecnej zasilamy dwa obiekty użyteczności publicznej w Zielonej Górze. W najbliższym czasie rozwiązania te zostaną rozszerzone na kolejne dwa nowobudowane obiekty.

W chwili obecnej zasilamy dwa obiekty użyteczności publicznej w Zielonej Górze. W najbliższym czasie rozwiązania te zostaną rozszerzone na kolejne dwa nowobudowane obiekty.

Elektrociepłownia „Zielona Góra”, należąca do PGE Energia Ciepła, spółki odpowiedzialnej za realizację Strategii Ciepłownictwa w Grupie Kapitałowej PGE, jest jednym z największych przedsiębiorstw energetycznych w regionie Lubuskim. W EC Zielona Góra ciepło produkowane jest w wysokosprawnej kogeneracji, w oparciu o gaz ziemny ze złóż lokalnych. EC Zielona Góra jest także dystrybutorem ciepła sieciowego z systemem ciepłowniczym o długości ponad 120 km

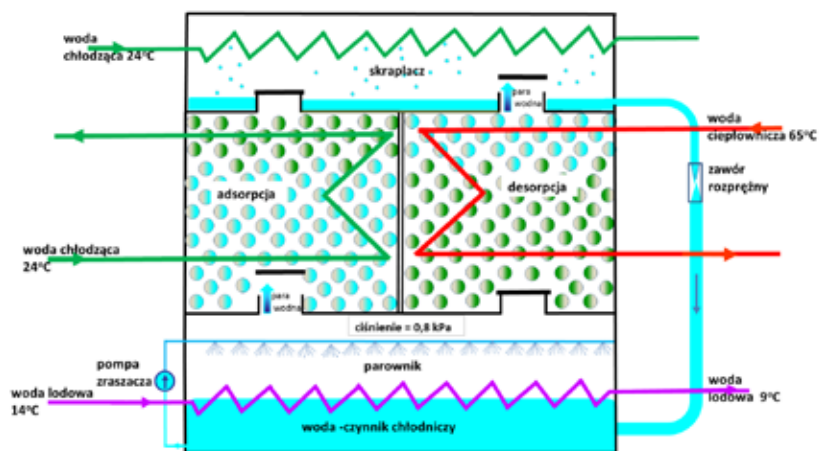
■ Chłód z ciepła sieciowego alternatywą dla tradycyjnych rozwiązań

Wiemy już, że latem znacząco rośnie zapotrzebowanie na energię elektryczną, a jednocześnie i co jest zrozumiałe - nie ma zapotrzebowania na ogrzewanie budynków. Przy produkcji energii elektrycznej i ciepłej w skojarzeniu, warunkiem koniecznym wzrostu udziału energii elektrycznej produkowanej w miesiącach od maja do września jest zaproponowanie produktu energetycznego poszukiwanego latem. Takim produktem jest niewątpliwie chłód używany do kondycjonowania powietrza w budynkach.

Obecnie najpopularniejszym sposobem wytwarzania chłodu na potrzeby klimatyzacji są sprężarkowe agregaty chłodnicze (SAC), jednak zasilane są one energią elektryczną. Ekonomia wykorzystania takich urządzeń maleje ze względu na tendencję wzrostową cen energii elektrycznej oraz drożące czynniki ziębnicze stosowane w SAC. Ze względu na ochronę środowiska, niektóre mieszaniny oparte na freonach wycofuje się z użytkowania (np. popularny czynnik R22 nie może być już stosowany w nowych urządzeniach), a zastępniki są znacząco droższe. Większość mieszanin ziębniczych drożała w ostatnim czasie od 25-30%.

■ Technologia wytwarzania chłodu z ciepła sieciowego

Agregat adsorpcyjny działa na podobnej zasadzie jak agregat absorpcyjny. Różnica polega na tym, że wykorzystuje się tu właściwości sorpcyjne substancji stałych. Podczas procesów adsorpcji, para czynnika chłodniczego np. para wodna jest absorbowana na powierzchni materiału sorpcyjnego (np. żel krzemionkowy lub zeolit).



Rys.1. Schemat ideowy chłodziarki adsorpcyjnej

■ Opis działania chłodziarki adsorpcyjnej

Chłodziarka adsorpcyjna składa się z parownika, komory z adsorbentem i skraplacza. Na schemacie dla uproszczenia pokazano agregat adsorpcyjny dwukomorowy. W zastosowaniach technicznych stosuje się także agregaty trzykomorowe (trójzłożowe) lub czterozłożowe. Zapewnia to większą ciągłość cyklu chłodniczego i większą wydajność procesu. Wszystkie komory są wyposażone w wymienniki ciepła, przez które może przepływać woda chłodząca lub grzewcza.

a. Adsorpcja

Adsorpcja to osadzanie się pary wodnej na powierzchni ciała stałego zwanego adsorbentem. Znane adsorbenty to węgiel aktywny, żel krzemionkowy, sita molekularne, zeolity. Jednym z lepszych adsorbentów nadających się do zastosowań technicznych, jest żel krzemionkowy (silikażel). Jest to substancja w postaci drobnych granulek o średnicy 2-3 mm, charakteryzująca się porowatą powierzchnią, która w rozwinięciu wynosi 500 m²/g i więcej.

Na schemacie zjawisko adsorpcji pokazano w lewej komorze adsorbenta. Para wodna unosząca się z parownika przechodzi do komory adsorbenta i osadza się na silikażelu. W całym układzie jest obniżone ciśnienie, stąd woda jest w stanie wrzenia i bardzo intensywnie paruje (mimo niskiej temperatury ok. 5-7°C). Układ zraszający zainstalowany w przestrzeni parownika zwiększa intensywność parowania wody. W celu poprawy sprawności procesu adsorpcji złożo adsorbenta jest chłodzone wodą z obiegu chłodzącego (woda z wieży chłodniczej o temperaturze około 24°C).

b. Wytwarzanie wody lodowej

Woda biorąca udział w procesie adsorpcji (woda - czynnik chłodniczy), parując w parowniku odbiera ciepło z obiegu wody lodowej poprzez rurki wymiennika. Zużyta woda lodowa powracając z instalacji klimatyzacyjnej ma temperaturę 12-14°C, a po przejściu przez wymiennik w parowniku schładzana jest do 7-9°C i jest ponownie kierowana do instalacji schładzania powietrza (klimatyzacji) w budynku.

c. Desorpcja

Desorpcja jest to zjawisko polegające na uwalnianiu z powierzchni adsorbenta przylegających cząstek cieczy. Na schemacie zjawisko desorpcji zobrazowano w komorze prawej. Komora adsorbenta poddawana jest procesowi osuszania. W tym procesie jest ona połączona ze skraplaczem (w tym cza-



Agregat 50 kW, fot. EC Zielona Góra

się z parownikiem pracuje komora lewa), a przez złożo adsorbenta poprzez wymiennik przepuszczana jest woda grzewcza o temperaturze 65°C. Podwyższona temperatura w złożu silikażelu powoduje odparowanie wody z jego powierzchni. Powstała w ten sposób para przechodzi

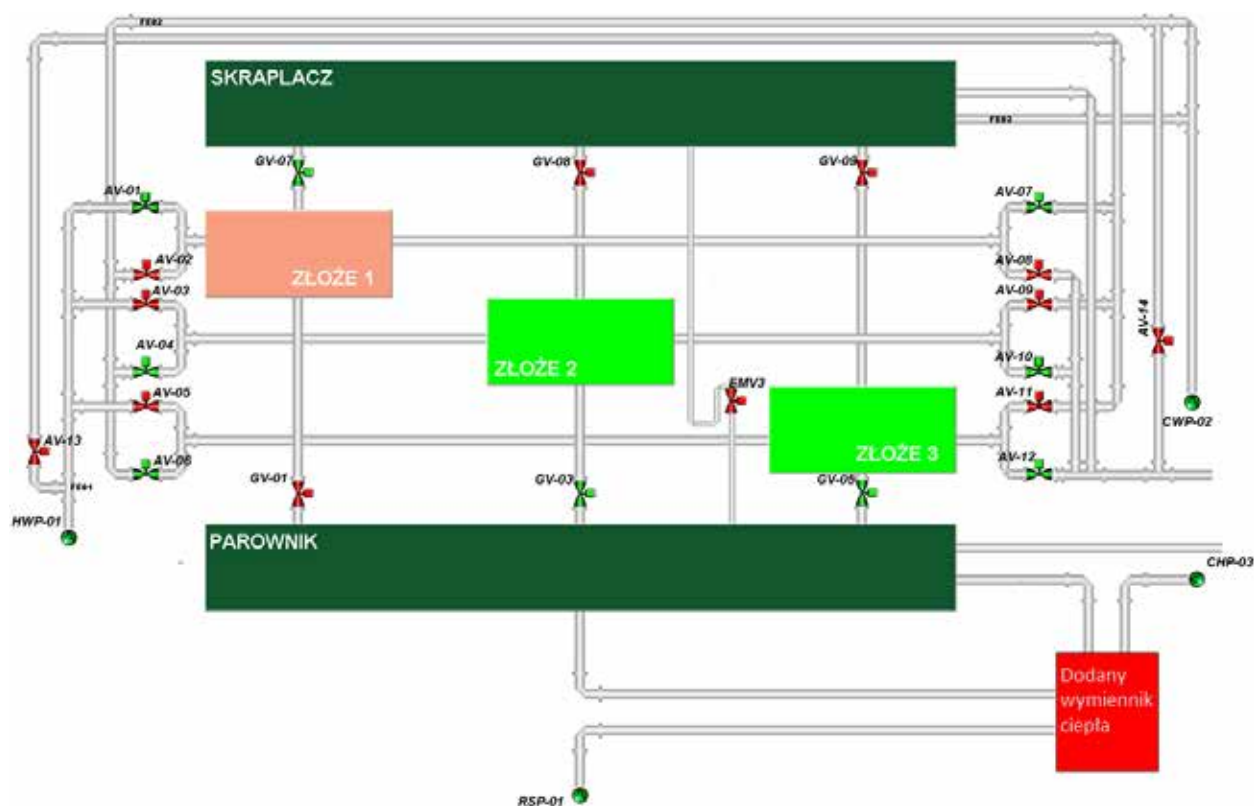
do skraplacza, gdzie opływając ścianki wymiennika z wodą chłodzącą ulega skropleniu i jest gromadzona w naczyniu skraplacza. Woda - czynnik chłodniczy z naczynia skraplacza rurą poprzez zawór rozprężny sływa do komory parownika, gdzie ponownie może zostać odparowa-

na - wchodząc w proces adsorpcji. Natomiast zregenerowany adsorbent może zostać poprzez przełączenia klap ponownie wykorzystany w procesie adsorpcji.

■ Zalety i wady zastosowania adsorpcyjnych agregatów chłodzących

Główne zalety chłodziarek adsorpcyjnych:

- małe zapotrzebowanie na energię elektryczną (energiją napędową jest ciepło),
- możliwość wykorzystania różnych źródeł ciepła (np. ciepło odpadowe z procesów przemysłowych),
- prosta budowa i eksploatacja (brak części ruchomych),
- możliwość stopniowej regulacji,
- niewielkie wymogi serwisowe i długi okres eksploatacji urządzeń (dwukrotnie dłuższy w stosunku



Rys. 2. Obraz z wizualizacji w panelu sterowania agregatu w Centrum Przyrodniczym

- do chłodziarek sprężarkowych),
- pewność i niezawodność działania,
- zastosowanie wody jako czynnika chłodniczego.

Do wad należy zaliczyć:

- stosunkowo niska sprawność układów adsorpcyjnych jednostopniowych (przy niższym koszcie napędu - COP = 0,5-0,6),
- duże gabaryty i waga urządzeń adsorpcyjnych,
- wysokie koszty inwestycyjne (koszt agregatu i wieży chłodniczej).

■ Doświadczenia Elektrociepłowni „Zielona Góra” w zakresie wytwarzania chłodu z ciepła

Produkcja chłodu w EC „Zielona Góra” polega na wykorzystaniu modelu wytwarzania chłodu w lokalnych agregatach adsorpcyjnych zasilanych ciepłem z sieci. Chłód wytwarzany jest w agregacie napędzanym wodą grzewczą sieciową o temperaturze 65°C. Elektrociepłownia eksploatuje obecnie dwa agregaty chłodnicze. Służą one do chłodzenia budynków edukacyjno-wystawienniczych Centrum Przyrodniczego i Planetarium Wenus.

Agregat zabudowany w Centrum Przyrodniczym powstał dzięki współpracy z Prezydentem Miasta Zielona Góra i Uniwersytetem Zielonogórskim. Była to pierwsza komercyjna realizacja takiego urządzenia w Polsce. Chłodniczy agregat adsorpcyjny wyposażono w szereg układów pomiarowych w celu zbierania danych służących optymalizacji pracy urządzenia.

Budynek CP jest budynkiem poprzemysłowym o dużej bezwładności cieplnej. Moc zapotrzebowania na chłód wyznaczono w oparciu o program do symulacji energetycznej budynków. Zamodelowano budynek rzeczywisty z podziałem na strefy użytkowania i wyznaczono związane z tym potrzeby energetyczne. W efekcie moc agregatu wynikająca z obliczeń to 87

kW. Jednak analiza rocznego wykresu zapotrzebowania na chłodzenie wykazała, że w ponad 80% tego okresu dla badanego budynku zapotrzebowanie wynosi tylko 30 kW. W związku z tym zdecydowano się obniżyć moc budowanego agregatu do wielkości 50 kW wydajności chłodniczej.

■ Optymalizacja konfiguracji i sterowania

Okres letni 2016 r. był pierwszym sezonem pracy węzła chłodniczego w Centrum Przyrodniczym. W tym czasie w okresie czerwca i lipca były uruchomienia, usuwanie usterek, poprawki w algorytmach sterowników - urządzenie w żargonie energetycznym było oswajane przez służby eksploatacyjne. Pierwsze analizy efektywności pracy urządzenia przeprowadzone przez CUW w Krakowie - Dział Badań i Rozwoju pokazały, że agregat w Centrum Przyrodniczym osiągał średniomiesięczne COP (współczynnik efektywności - stosunek ilości ciepła odebranego w wyniku parowania do ilości ciepła dostarczonego na etapie ogrzewania złoża i desorpcji) w przedziale 0,2-0,3, ale już w sierpniu uzyskano średniomiesięczną wartość COP na poziomie 0,40. Ten wynik osiągnięto w skutek wprowadzanych zmian nastaw urządzenia (zmiana wartości przepływów wody chłodzącej i grzewczej).

Wnioski z eksploatacji maszyny w 2016 r. wskazywały na potencjał do dalszych prac optymalizacyjnych.

Przed kolejnym sezonem 2017 zdecydowano się na wymianę stacji uzdatniania wody (SUW) w układzie chłodzenia z wieżą chłodniczą. Oprócz uzyskania większej wydajności, zastosowano dawkownik biocydu, co pozwoliło zachować czystość powierzchni wymienników w układzie (utrzymanie właściwej efektywności wymiany ciepła). Podczas eksploatacji dostosowywano zmianę parametrów pracy urządzenia, w tym przepływów w obiegach wody grzewczej oraz wody lodowej, a także czasu przełączania złożeń. W wyniku optymalizacji - w okresie eksploatacji lipiec-wrzesień 2017 uzyskano średniosezonowe COP brutto na poziomie 0,5.

Rok 2018 to dalsze prace nad optymalizacją urządzenia. W 2018 r. sezon chłodzenia był wyjątkowo długi i z wysokimi temperaturami, w całym sezonie letnim osiągnięto średniokresowy wskaźnik COP równy 0,55. Było to możliwe dzięki następującym działaniom:

- poczyniono zmiany w sterowaniu urządzeniem - uzależniono czas pracy złożeń od osiągniętej mocy chwilowej (różnica temperatur na wejściu i wyjściu z agregatu),
- zmodyfikowano pracę złożeń. Dwa złożeń pracują jednocześnie, trzecie jest w regeneracji,



Centrum Przyrodnicze w Zielonej Górze, fot. EC Zielona Góra

- uzależniono wydajność wentylatora wieży chłodniczej od temperatury wody chłodzącej. Temperatura wody chłodzącej oscyluje w granicach od 20°C do 24°C,
- wprowadzono zmianę w warunkach załączania pompy próżniowej - pompa załącza się, jeśli ciśnienie w skraplaczu przez 5 minut będzie utrzymywało się na poziomie ok. 4,5 kPa przy temperaturze poniżej 25°C,
- zainstalowano dodatkowy wymiennik ciepła w obiegu wody lodowej w celu zwiększenia powierzchni wymiany ciepła parownika (zwiększenie mocy agregatu o ok 15%).

Z obserwacji pracy urządzenia wywnioskowano, że podniesienie temperatury wody lodowej powoduje poprawę sprawności agregatu adsorpcyjnego. Przy temperaturze wody 7-8°C COP osiąga wartość około 0,5. Podniesienie punktu pracy parownika o 3-4°C pozwala zwiększyć COP do wartości około 0,55. Utrzymywanie w parowniku temperatury 9-10°C nie wpływa znacząco na klimat w chłodzonych pomieszczeniach. Istotnym jest, aby woda lodowa schładzała powietrze przechodzące przez klimakonwektor do punktu rosy, wpływając stabilizująco na wilgotność w pomieszczeniu.

Kolejnym działaniem była modyfikacja wzajemnej pracy złożeń adsorpcyjnych. Obecnie układ pracy jest następujący: dwa złoża pracują w adsorpcji (w różnym stanie nasycenia), a jedno jest regenerowane (poddawane procesowi desorpcji). Dodatkowo wprowadzono zależność czasu pracy złożeń od różnicy temperatur wody lodowej na wejściu i wyjściu z urządzenia. Taki model pracy stabilizuje proces wytwarzania wody lodowej.

W trakcie sezonu 2018 zdecydowano się na rozbudowanie powierzchni wymiany ciepła parownika chłodziarki. Dodatkowo wymiennik pozwolił zwiększyć wydajność chłodniczą agregatu o około 15%.

Doświadczenie z realizacji zostały wykorzystane przy wyborze i budowie drugiego agregatu chłodu pracującego w Planetarium Wenus, gdzie zainstalowany został agregat chłodniczy adsorpcyjny o mocy chłodniczej 120 kW_{ch}. Oba agregaty są zasilane ciepłem sieciowym o temperaturze 65°C (według letniego programu pracy sieci).

■ Wnioski

Technologie wytwarzania chłodu, gdzie głównym źródłem energii

jest ciepło sieciowe mają duży potencjał rozwoju. Uzyskanie średnio-sezonowego wskaźnika COP na poziomie 0,6 w agregatach adsorpcyjnych w warunkach komercyjnych pozwala zbliżyć koszty eksploatacyjne tych agregatów do sprężarkowych agregatów chłodniczych, gdyż ciepło jest znacznie tańsze w zakupie niż energia elektryczna. Sprawność agregatu adsorpcyjnego jest mocno zależna od temperatury wody lodowej. Wykorzystanie chłodziarek adsorpcyjnych do chłodzenia budynków zwiększa zapotrzebowanie na ciepło z systemów ciepłowniczych w okresie letnim, poprawiając efektywność produkcji energii w kogeneracji.

Chłód z ciepła sieciowego wpływa na poprawę bezpieczeństwa energetycznego w sezonie letnim. Jest także ekologiczną alternatywą dla energochłonnych klimatyzatorów. Wykorzystanie ciepła sieciowego i wdrożenie rozwiązania na szeroką skalę przyczyni się do ograniczenia emisji dwutlenku węgla w elektrociepłowniach i elektrowniach kondensacyjnych, a tym samym zmniejszy zapotrzebowanie na zakup coraz bardziej kosztownych w bilansie przedsiębiorstw praw do emisji CO₂.



fol. EC Zielona Góra

Małgorzata Ptak-Bystrzyńska, Prokurent, Dyrektor Handlu

Pierwsze nasze doświadczenia w produkcji chłodu z ciepła sieciowego zdobyliśmy uruchamiając w 2015 r. agregaty adsorpcyjne w obiektach użyteczności publicznej, Centrum Przyrodniczym oraz Planetarium Wenus w Zielonej Górze. W urządzeniach adsorpcyjnych wykorzystujemy ciepło z sieci, którego temperatura w lecie wynosi 65/70°C. Możemy więc urządzenia umieszczać u odbiorcy ciepła. Takie rozwiązanie nie wymaga budowy osobnej sieci chłodniczej. Wprowadzenie nowego produktu „chłodu z ciepła” było dla nas dużym wyzwaniem. Nowa technologia wymagała ciągłego nadzoru, a nasze działania polegały na obserwacji pracy instalacji, zwiększeniu jej wydajności w różnych warunkach zapotrzebowania na chłód, kontroli parametrów wody lodowej i to co najważniejsze dla naszych odbiorców - ocenie konkurencyjności cenowej do tradycyjnych urządzeń chłodniczych zasilanych energią elektryczną. Ważną rolę odgrywają też względy ekologiczne chłodzenia adsorpcyjnego, gdyż w procesie nie używa się freonowych czynników chłodniczych takich jak CFC i HCFCs, które zubożają warstwę ozonową atmosfery. Jest to ważne nie tylko dla nas, ale i dla kolejnych pokoleń.



foto: EC Zielona Góra

Krzysztof Kwiecień, Prezes Zarządu, Dyrektor Generalny

W nieprzerwanej, od blisko pięciu dekad, działalności zielonogórskiej elektrociepłowni łatwo znajdziemy przykłady sprawnego wprowadzania rozwiązań innowacyjnych, wychodzących naprzeciw nie tylko wymaganiom regulacyjnym czy ekonomicznym, ale też zmieniającym się oczekiwaniom społecznym. Obecnie włączamy w ofertę produkcję chłodu z wykorzystaniem ciepła sieciowego. Jest to produkt, który ma przyszłość przede wszystkim ze względu na ekonomikę produkcji, ponieważ daje szansę na dalszą optymalizację wykorzystania energii cieplnej w cyklu rocznym. Największe zapotrzebowanie na chłód przypada na okres letni, po okresie grzewczym, gdzie ciepło sieciowe jest dalej produkowane, więc możliwość wykorzystania tego ciepła do wytworzenia i dostarczenia chłodu generuje dodatkową korzyść. Wartością dodaną jest zwiększona efektywność wytwarzanej energii, co skutkuje dalszym ograniczeniem emisji w mieście związanej z produkcją chłodu tradycyjnymi rozwiązaniami. W tym aspekcie oferta chłodu z ciepła sieciowego wpisuje się w strategię PGE Energia Ciepła, do której należy Elektrociepłownia „Zielona Góra” S.A.

□

REKLAMA



Profesjonalizm w energetyce
Professionalism in energy

- Koordynacja i nadzór nad budowami
- Analizy
- Rozruchy
- Pomiary
- Eksploatacja
- Optymalizacje
- Technologie
- Doradztwo

Termall Sp. z o.o. Rozruch Moc Ekologia
ul. Czyżewskiego 50, 97-400 Bełchatów
tel./fax +48 44 633 79 37, biuro@termall.pl