

1. Wprowadzenie

Dynamiczny rozwój cywilizacyjny doprowadził do znaczącej degradacji środowiska naturalnego. Nieodnawialne zasoby wymagają natychmiastowej ochrony, a przede wszystkim konieczne jest ich rozsądne wykorzystywanie. Dodatkowo, w chwili obecnej, zauważamy dotkliwe konsekwencje wynikające z zanieczyszczenia środowiska, a globalne ocieplenie i wyczerpywanie się zasobów naturalnych staje się niezaprzeczalnym faktem. Postępujące zmiany klimatyczne są ważnym czynnikiem zmuszającym nasze społeczeństwo do zmiany nawyków i przejścia w kierunku procesów wytwórczych o obiegu zamkniętym, w którym minimalizujemy ilość generowanych odpadów, jak również zmniejszamy wykorzystanie zasobów naturalnych. Już w 1966 r. amerykański ekonomista i twórca idei gospodarki o obiegu zamkniętym Kenneth Boulding powiedział: „Każdy, kto wierzy, że wykładniczy wzrost może trwać wiecznie w skończonym świecie, jest szaleńcem lub ekonomistą”.

Ogromne zapotrzebowanie na energię, zarówno ciepłą, jak i elektryczną, jest oczywiste, ale nie mamy już gwarancji, że nasze potrzeby będą w sposób ciągły zaspokajane. Ryzyko blackoutu jest coraz bardziej realne. Dlatego, aby zachować stabilność, musimy szukać rozwiązań bardziej przyjaznych dla środowiska i zastępować paliwa kopalne bardziej niejednorodnymi i stanowiącymi wyzwanie technologiczne paliwami odpadowymi, takimi jak: biomasa, zwłaszcza biomasa pochodzenia rolniczego, odpady komunalne i przemysłowe oraz osady ściekowe.

W chwili obecnej głównym wyzwaniem jest nie tylko zapewnienie wysokiej sprawności procesu produkcyjnego, ale również zmniejszenie generowanych odpadów i dalsze wykorzystanie produktów wytworzonych z odpadów w celu zamknięcia pętli materiałowej. W związku z tym nie ogranicza się wykorzystania paliw odpadowych jedynie do procesu bezpośredniego spalania. Rozważane są technologie termochemicznego przetwarzania paliw odpadowych i biomasy, które obejmują m.in.: toryfikację, pirolizę, upłynnienie, zgazowanie oraz karbonizację hydrotermalną. Zastosowanie kilku metod pozwala na zwiększenie jakości uzyskiwanych produktów. Jednym z głównych problemów jest jakość materiałów powstających w wyniku termicznej obróbki

odpadów i biomasy, dlatego pojawiają się nowe ścieżki badawcze związane z oczyszczaniem i uszlachetnianiem produktów w celu polepszenia ich właściwości fizykochemicznych i podniesienia wartości rynkowej.

Podwyższone zanieczyszczenie powietrza oraz wzrost temperatur w porze letniej zwiększa zapotrzebowanie na chłód. Ponad połowa konsumpcji energii jest pochłaniania na potrzeby ogrzewania i chłodzenia, z czego aż 46% pochłania sektor mieszkaniowy i handlowy. Zapotrzebowanie na urządzenia chłodnicze stale rośnie, a od 1990 r. zapotrzebowanie na chłód wzrosło aż trzykrotnie [1]. W większości przypadków wykorzystywane są urządzenia sprężarkowe, które zasilane są energią elektryczną i dodatkowo podnoszą zapotrzebowanie na nią w porze letniej. Należy nadmienić, że to właśnie latem ryzyko blackoutu jest najwyższe, co wynika z tego, że wzmożone użycie klimatyzatorów sprężarkowych podnosi zapotrzebowanie na energię elektryczną, która z kolei jest produkowana z niższą sprawnością w konwencjonalnych blokach parowych, z uwagi na wyższą temperaturę medium chłodzącego. Coraz większa liczba paneli fotowoltaicznych pozwala co prawda na pokrycie rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną, ale jedynie w ciągu dnia. Alternatywnym rozwiązaniem są agregaty chłodnicze, które są zasilane energią cieplną. Do grupy sorpcyjnych agregatów chłodniczych zaliczają się chłodziarki absorpcyjne wykorzystujące proces absorpcji par przez ciekły absorbent oraz adsorpcyjne wykorzystujące złożę składające się ze stałego materiału porowatego. Chłodziarki absorpcyjne są rozwiązaniem dojrzałym technologicznie, na rynku dostępne są różnego rozmiaru urządzenia chłodnicze, w szczególności popularne są kompaktowe chłodziarki zasilane gazem ziemnym.

Należy jednak zwrócić uwagę, że wykorzystywane w chłodziarce absorpcyjnej wysokokorozyjne pary robocze wymuszają zastosowanie dodatkowej ochrony antykorozyjnej. Ponadto wymagane są wysokie parametry ciepła zasilającego chłodziarkę. Z kolei adsorpcyjny agregat chłodniczy może być zasilany zarówno ciepłem odpadowym, jak i energią odnawialną pochodzącą bezpośrednio z kolektorów słonecznych lub układu chłodzenia paneli fotowoltaicznych. Ostatnia opcja jest szczególnie korzystna z uwagi na doskonałe dopasowanie pór wzmożonego zapotrzebowania na chłód i dostępności energii słonecznej oraz ilości generowanego ciepła. Dodatkowo, wykorzystywane pary robocze charakteryzują się w większości przypadków niewielkim wpływem na środowisko oraz niską korozyjnością. Do tej pory jednak chłodziarki adsorpcyjne nie znalazły zastosowania na szeroką skalę z uwagi na niską wydajność chłodniczą, duże rozmiary oraz masę. Istnieje jednak możliwość poprawy sprawności chłodziarki przez zastosowanie sorbentów o rozwiniętej wewnętrznej strukturze porowatej, wysokiej pojemności sorpcyjnej oraz wysokim współczynnikiem przewodzenia ciepła.

W związku z powyższym w niniejszej monografii dokonano selekcji paliw odpadowych o wysokim potencjale w kierunku syntezy porowatych materiałów węglowych.

Do ich syntezy wykorzystano metody zarówno fizyczne, jak i chemiczne. Przeanalizowano właściwości fizykochemiczne uzyskanych sorbentów pod kątem wykorzystania ich jako materiałów sorpcyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania w chłodziarkach adsorpcyjnych.

Standardowe metody badań materiałów porowatych nie są wystarczające w przypadku potencjalnych sorbentów przeznaczonych do adsorpcyjnych agregatów chłodniczych. Oprócz wyznaczenia powierzchni właściwej, wielkości porów oraz pojemności sorpcyjnej danego materiału konieczne jest również określenie pojemności sorpcyjnej względem wybranego adsorbentu w ustalonym zakresie ciśnień roboczych chłodziarki. W niniejszym opracowaniu badano materiały węglowe, wśród których głównym adsorbentem był metanol. Istotnym parametrem dla tego typu sorbentów jest również ich współczynnik przewodzenia ciepła, który warunkuje szybkość przepływu ciepła w wymienniku i wydajność procesów sorpcyjnych.