

Silica gel/Water Based Adsorption Cooling System Employing Compact Fin-Tube Heat Exchanger

吳, 承澤

<https://doi.org/10.15017/1398357>

出版情報：九州大学, 2013, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏名・(本籍・国籍)	オ ス ン テク 吳 承 澤 (韓 国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	工博甲第2270号
学位授与の日付	平成25年9月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学府 機械工学専攻
学位論文題目	Silica gel/Water Based Adsorption Cooling System Employing Compact Fin-Tube Heat Exchanger (小型フィンチューブ式熱交換器により駆動するシリカゲル/水吸着式冷凍システム)
論文調査委員	(主査) 教授 森 英 夫 (副査) 教授 Bidyut baran Saha 教授 小 山 繁

論 文 内 容 の 要 旨

現在、冷凍空調分野における最も重要な課題は、環境負荷の小さい熱駆動型小型冷凍機の開発である。主たる目的は、(1)小型化、(2)環境負荷の低減、(3)駆動部を持たないことおよび高い信頼性、(4)低温排熱の利用、(5)冷却力の高効率化を満足する装置を開発することである。

以上の観点から、本論文では、燃料電池の排熱や太陽熱エネルギーなどの低温熱源を利用した吸着冷凍サイクルに関する理論的かつ実験的な研究を行う。吸着剤/冷媒の組み合わせとして、汎用性のあるシリカゲルと、自然冷媒で蒸発潜熱の大きい水を対象とする。

シリカゲル/水の吸着冷凍システムの性能向上には、シリカゲルの熱物性と水蒸気の吸着性能が最も重要である。本研究では、まず、三つの異なるサイズのRD2060型シリカゲルの吸着等温線を、体積吸着特性アナライザを用いた窒素吸着等温線データから分析した。また、円筒型のシリカゲルの動的な水蒸気吸着性能を、ANSYS FLUENTにより有限体積法で解析した。

ついで、吸着器にアルミフィンの間にシリカゲル吸着剤を詰めた小型フィンチューブ型吸着器(熱交換器)を適用して、粒子状のシリカゲルRDの水蒸気の平衡吸着量を、蒸発温度をパラメータとして測定を行うことにより、その特性を実験的に明らかにした。平衡吸着量の実験データは、平衡吸着量の計算式として広く知られているS-B-K吸着等温線モデルにより精度よくフィッティングできることが明らかとなった。さらに、本研究ではこの吸着器を用いた冷凍システムのサイクル性能に関する理論解析も実施した。理論解析では、吸着式冷凍システムの熱力学的物性値を含む支配方程式を用いて、バッチモードで動作するサイクルの質量とエネルギーのバランスをモデル化し、フィンチューブ型熱交換器を適用したシリカゲル/水吸着冷凍システムの動特性を、熱源水の入口温度や流量、サイクル動作時間をパラメータとして数値解析を行った。サイクル性能を冷却能力と成績係数(COP)で評価した結果、冷却能力とCOPが最大となるサイクル時間と準備行程時間が明らかとなった。

最後に、polymer electrolyte fuel cell (PEFC) と solid oxide fuel cell (SOFC) の二つの異なる温度レベルの燃料電池排熱で駆動した場合のシリカゲル/水吸着冷凍システムの性能を解析した。比冷却能力(SCC)とCOPを指標として、システムの性能を評価して比較した。その結果、本システムは低温排熱利用に適していること、つまり、このような低温の熱駆動式吸着冷凍システムは、燃料電池システムへの応用技術として大きな可能性を持っていることが明らかとなった。

論文審査の結果の要旨

本論文は、吸着剤をフィン間に充てんした小型フィンチューブ式吸着器を用いるシリカゲル/水系冷凍システムについて、実験と解析により性能を評価するとともに、燃料電池排熱程度の低温熱源駆動に優れていることを示したものであり、冷凍空調分野の省エネルギー化技術に貢献し、熱工学上寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）に値するものと認める。