

氏名	小松 富士夫
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第3501号
学位授与の日付	平成19年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科エネルギー転換科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	フィンチューブ熱交換器伝熱面に塗布した高分子収着剤の水蒸気収着特性に関する研究
論文審査委員	准教授 堀部 明彦 教授 富田 栄二 教授 柳瀬眞一郎 理事 稲葉 英男

学位論文内容の要旨

本論文は、エアサイクルに除湿機能を付加した冷凍システムの除湿器の高効率化を目指し、この除湿器を想定したフィンチューブ熱交換器の伝熱面に塗布した高分子収着剤の、収着特性に影響を及ぼす諸因子の効果について、研究成果を扱ったものである。

まず初めに、フィンチューブ熱交換器と同材質の金属片に高分子収着剤を塗布した試験片の静的雰囲気下における平衡収着量の実験を行い、塗膜厚さを10~200 μm に変化させても粒状収着剤とほぼ同等であることを明らかにした。次に、収着剤塗布厚さが収着速度に与える影響について実験および数値計算により検討を行い、収着剤塗布厚さは100 μm 以下が最適であることを明らかにした。

さらに、湿り空気を高分子収着剤を塗布した熱交換器に強制流動させるとともに、熱交換器伝熱管内に冷却ラインを供給することで、強制冷却を伴った動的雰囲気下における有機系高分子収着剤の収着特性評価実験を、常温温度域においては供給空気温度一定条件下にて、低温温度域においては供給空気絶対湿度一定条件下で行い、収着剤の収着特性に影響を及ぼす空気流速、ライン供給温度、供給空気絶対湿度、供給空気温度、そしてライン流速の効果を定量的に明らかにし、収着剤の有効物質伝達係数に関する無次元整理式を導出した。

そして、これらの実験から得られた空気出口温度、出口絶対湿度、および収着量の経時変化にフィッティングさせる手法を用いた数値解析により、未知数であった総括物質伝達係数を明らかにすることによって、実験では不可能である広い条件領域における収着特性をシミュレーションすることが可能となった。そして、その数値解析を用いて、エアサイクルに除湿機能を付加した冷凍システムの除湿器を想定した条件での計算を行い、上述した実験で使用した高分子収着剤を塗布した熱交換器では、-50 $^{\circ}\text{C}$ の冷凍庫内より1m/sで吸引した湿り空気を-60 $^{\circ}\text{C}$ で冷凍庫内へ供給することのできる時間は約9.7時間であることが予想された。

このように、本論文で得られた研究結果は、エアサイクルに除湿機能を付加した冷凍システムの除湿器の開発に大いに寄与するものである。

論文審査結果の要旨

本論文は、エアサイクルに除湿機能を付加した冷凍システムの除湿器の高効率化を目指し、この除湿器を想定したフィンチューブ熱交換器の伝熱面に塗布した高分子収着剤の、収着特性に影響を及ぼす諸因子の効果について、実験的および数値解析的検討を行ったものである。

まず初めに、フィンチューブ熱交換器と同材質の金属片に高分子収着剤を塗布した試験片の静的雰囲気下における平衡収着量の実験を行い、塗膜厚さを10~200 μm に変化させても粒状収着剤とほぼ同等であることを明らかにした。次に、収着剤塗布厚さが収着速度に与える影響について実験および数値計算により検討を行い、収着剤塗布厚さは100 μm 以下が最適であることを明らかにした。

さらに、高分子収着剤を塗布した熱交換器に湿り空気を流動させ、熱交換器伝熱管内に冷却ラインを供給することで、冷却を伴った強制対流下における有機系高分子収着剤の収着特性評価実験を、常温温度域および-20 $^{\circ}\text{C}$ までの低温温度域において行い、収着剤の収着特性に影響を及ぼす空気流速、ライン供給温度、供給空気絶対湿度、供給空気温度、そしてライン流速の効果を定量的に明らかにし、収着剤と湿り空気との有効物質伝達係数に関する無次元整理式を導出した。

また、これらの実験から得られた空気出口温度、出口絶対湿度、および収着量の経時変化にフィッティングさせる手法を用いた数値解析により、未知数であった総括物質伝達係数を明らかにすることによって、実験では実現困難な広い条件領域における収着特性をシミュレーションすることが可能とした。そして、その数値解析を用いて、エアサイクルに除湿機能を付加した冷凍システムの除湿器を想定した条件での計算を行い、高分子収着剤を塗布した熱交換器における、低温(-50 $^{\circ}\text{C}$)空気の水蒸気収着特性を予測し、工業的に用いる際の性能特性を明らかにした。

以上の内容を審査の結果、新規性、有用性などを有し、工学的に有意義な研究と認め、学位を授与するに値するものであると判断する。