



Title	冷暖房・加熱システムの性能向上に関する研究
Author(s)	池内, 正毅
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38379
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 池 内 正 育

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 3 2 7 号

学位授与年月日 平成 4 年 5 月 26 日

学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当

学 位 論 文 名 冷暖房・加熱システムの性能向上に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査) 教 授 欅田 榮一

(副査) 教 授 木本日出夫 教 授 西谷 紘一 助教授 平田 雄志

論 文 内 容 の 要 旨

現在、実用化されている冷凍サイクルには蒸気圧縮式と吸収式の二通りがある。このうち蒸気圧縮式冷凍サイクルを利用した冷暖房装置は、熱交換過程や圧縮過程などに損失があり、成績係数は理想値の50%以下である。一方吸収式冷凍サイクルは、その駆動熱源より高温の熱出力を得ることの出来る第二種吸収式ヒートポンプとして廃熱からの熱回収に利用されているが、昇温幅が限られている。本研究では、蒸気圧縮式冷凍サイクルについては、蒸発器の性能改善による成績係数の向上、サイクル起動時の冷媒挙動の定量的把握による起動特性の改善、混合冷媒の利用による出力温度の高温化、蓄熱システムの採用による夏期昼間電力の抑制等を検討し、他方、吸収式冷凍サイクルについては、廃熱を駆動源とする第二種吸収式ヒートポンプの昇温幅の拡大化を図った。

蒸気圧縮式冷凍サイクルについては、まず沸騰伝熱の促進と流動パターンの改善の両者から蒸発器の性能向上を試みた。前者については、伝熱管の内面を多孔質状とすることによって、冷媒の蒸発熱伝達率を平滑管の2.6~7.5倍とすることに成功した。後者については、蒸発熱伝達率の低下する噴霧流領域を減らすため、蒸発器の途中に気液分離器を設けて環状流の中心部から蒸発した冷媒蒸気を抜き取って、これを蒸発器出口側にバイパスする方式を考案した。この方式によって、気液分離を行わない場合に比べて熱伝達率を60%大きく、圧力損失を25%小さくすることが出来た。ついで冷凍サイクル停止時の冷媒分布を測定して、その結果に基づき起動時に冷媒分布が最適となるようなサイクルの制御やキュムレータの容量などを決定した。また、低温出力運転時には単一冷媒を、高温出力運転時には混合冷媒を用いる方式を考案し、単一冷媒と混合冷媒の間での単蒸留法による冷媒組成調整器を開発した。これを用いて、冷暖房とともに80°C以上の温水の生成も可能なシステムを開発した。さらに夏期の電力ピークカットと昼夜間電力負荷の平滑化を目的として、水の代わりにテトラハイドロフラン・17H₂O (C₄H₈O・17H₂O) を蓄熱材とした冷媒自然循環によるシステムを開発し、水を用いた場合に比べて蓄熱能力を約12%向上させることができた。また、夏期とともに冬期にも潜熱蓄熱を利用するシステムについても実証を行った。

吸収式冷凍サイクルを利用した第二種吸収式ヒートポンプについては、昇温幅が現在の機器の約2倍で、150°Cの出力温度が得られるシステムの開発を試みた。このために管外周部に短冊状のフィンを巻き付けた新型伝熱管を試作し

た。実験の結果、この伝熱管では平滑管に比べて物質移動係数が約2～7倍、熱伝達率が1.0～3.0倍であった。新型伝熱管と2段システムを採用し、発生器／凝縮器、第1／第2蒸発器と第1吸収器を各々一体型とした吸収式ヒートポンプを試作し実験を行った結果、駆動源となる熱源水温度が88.7°Cのもとで、熱出力温度150.8°C、昇温幅62.0°Cを達成することができた。

論文審査の結果の要旨

熱エネルギーを低温から高温へ汲み上げるシステムは、エネルギーの有効利用の見地から最近特に注目され、冷暖房、廃熱回収等において極めて重要な役割を果たしている。このようなシステムとしては、蒸気圧縮式と吸収式の二種類のサイクルがある。本論文では、蒸気圧縮式サイクルについては、蒸発器の性能改善による成績係数の向上、起動時の冷媒挙動の定量的把握による起動特性の改善、混合冷媒の利用による出力温度の高温化、蓄熱式システムの採用による夏期昼間電力の抑制等を検討し、他方、吸収式サイクルについては、廃熱を駆動源とする第二種吸収式ヒートポンプの昇温幅の拡大を図っている。

蒸気圧縮式サイクルについては、まず沸騰伝熱の促進と流動パターンの改善の両面から蒸発器の性能向上を試みた。前者については、伝熱管内面を多孔質状とすることによって冷媒の蒸発熱伝達率を平滑管2.6～7.5倍にすることに成功した。後者については、蒸発熱伝達率の低下する噴霧流領域を減らすため、蒸発器の途中に気液分離器を設けて環状流の中心部から蒸発した冷媒蒸気を抜取り蒸発器出口にバイパスする方式を考案し、気液分離を行わない場合に比べて熱伝達率を60%大きく、圧損失を25%小さくすることが出来た。ついで、システム停止時の冷媒分布を測定して、その結果に基づいて起動時に冷媒の分布が最適になるようなアキュムレータの容量及びバルブの開閉状態を決定した。また、低温出力運転時には単一冷媒を、高温出力運転時には混合冷媒を用いる方式を考案し、そのための単蒸留法冷媒組成調整器を開発し、これによって、冷暖房とともに80°C以上の温水の生成も可能なシステムを開発した。さらに、夏期の昼間電力ピークカットと昼夜間電力負荷の平滑化を目的として、テトラハイドロフラン・17水和物を蓄熱材としたシステムを開発し、水を用いた場合に比べて蓄熱能力を約12%向上させることが出来た。

吸収式サイクルを利用した第二種吸収式ヒートポンプについては、現在のものの約2倍の出力幅が得られるシステムの開発を試みた。このために管外周部に短冊状のフィンを巻き付けた新形伝熱管を試作した。実験の結果、この伝熱管では平滑管に比べて物質移動係数が約2～7倍、熱伝達率が1.0～3.0倍であった。新形伝熱管とともに2段システムを採用し、発生器と凝縮器、第一／第二蒸発器と第一吸収器を各々一体形とした吸収式ヒートポンプを試作し実験を行った結果、駆動源となる熱源温度が90°Cのもとで、出力温度150°Cを達成することが出来た。

以上のように、本論文では、伝熱工学、化学工学の立場からの解析に基づいて各要素技術を進歩させるとともに、システム工学の立場からの考察に基づいてシステムを合理化することによって、冷暖房、加熱システムの性能を飛躍的に向上させたもので、博士（工学）の学位論文として価値あるものであると認められる。