

氏名	今井誠士
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1479号
学位授与の日付	平成8年3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科生産開発科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文題目	昇華蒸発現象を利用した除霜促進に関する研究
論文審査委員	教授 稲葉 英男 教授 山本 恭二 教授 濱本 嘉輔 教授 大崎 紘一 教授 岡本 卓爾

学位論文内容の要旨

本論文は、昇華蒸発現象を利用した新しい除霜方法に関して重要となる物質移動および熱移動現象について主に述べたものである。すなわち、この種の除霜方法の最も基本的なモデルである流動する湿り空気にさらされた霜層の昇華蒸発現象に影響を及ぼす諸因子の効果について検討したものである。まず、最も基礎的なモデルとして水平霜層を上面からの強制対流により昇華蒸発させた場合の周囲空気条件(流速、温度、湿度)と霜層の性状などとの相互干渉効果を実験的に検討し、霜層が昇華蒸発する限界条件を明らかにした。その結果、昇華蒸発過程は三段階に区分できることなどが判明し、物質伝達率、熱伝達率および昇華蒸発終了時間に関する無次元整理式が誘導された。さらに、周囲空気条件を変化させても、除霜時間の短縮には限界があることが明らかになった。従って、最終的な応用面から、昇華蒸発除霜の促進法として、放射熱エネルギーを用いた除霜促進についての検討を行った。その結果、霜層が昇華蒸発する際の対流伝熱と放射伝熱の相互干渉効果が検討され、霜層の昇華蒸発量に対する諸条件が明らかとなった。そして、無次元放射熱エネルギー強度をはじめとする無次元パラメータで物質伝達率、対流伝熱量および昇華蒸発終了時間に関する実験整理式を誘導し、昇華蒸発促進効果を定量的に明らかにした。また、強制対流下で昇華蒸発する霜層を対象とした数値解析モデルの提案を行い、放射熱エネルギーを照射する昇華蒸発を促進した場合も含めて、その挙動を明らかにした。その結果、実験では詳細に知ることはできなかった放射熱エネルギーを強制対流下の霜層に照射した場合の複雑な境界層内の温度分布と水蒸気濃度分布が解析結果より予測可能となった。この予測により、温度および濃度分布に適した熱損失を最小限にした放射熱エネルギー分布の決定が可能となるなど、霜層の昇華蒸発に関する重要な情報を得ることができた。さらに、大きな除霜効果が期待できる二次元衝突噴流中に直角におかれた水平霜層の昇華蒸発挙動を実験的に検討した。その結果、衝突噴流下の霜層の昇華蒸発は二段階に区分されることなどが明らかとなり、霜層の昇華蒸発挙動に影響を及ぼす霜層の性状、周囲空気条件、さらに、放射熱エネルギーによる除霜促進効果が明らかとなった。また、物質伝達率と、昇華蒸発質量流束および昇華蒸発終了時間に関する無次元整理式の提案を行い、霜層の性状、無次元放射熱エネルギー強度、噴流空気条件の無次元パラメータを用いて有用な実験整理式の誘導に成功した。本論文で得られた結果は実際の着霜を伴う熱交換器の効率的除霜方法として活用されることが期待される。

論文審査結果の要旨

本論文は、昇華蒸発現象を利用した新しい除霜方法に関して重要となる物質移動および熱移動現象についての研究成果を述べたものである。すなわち、この種の除霜方法の最も基本的なモデルとして水平霜層を上面からの強制対流により昇華蒸発させた場合の周囲空気条件と霜層の性状などとの相互干渉効果を実験的に検討してある。また、昇華蒸発除霜の促進法として、放射熱エネルギーを用いた除霜促進についての検討も行っている。その結果、霜層が昇華蒸発する際の対流伝熱と放射伝熱の相互干渉効果が検討され、無次元放射熱エネルギー強度をはじめとする無次元パラメータで物質伝達率、対流伝熱量および昇華蒸発終了時間に関する実験整理式を誘導し、昇華蒸発促進効果を定量的に明らかにしている。また、強制対流下で昇華蒸発する霜層を対象とした数値解析モデルの提案を行い、放射熱エネルギーを照射する昇華蒸発を促進した場合も含めて、その挙動を明らかにしている。さらに、大きな除霜効果が期待できる二次元衝突噴流中に垂直におかれた水平霜層の昇華蒸発挙動を実験的に検討している。その結果、大幅な昇華蒸発が得られ、その際の物質伝達率と昇華蒸発終了時間に関する実験整理式が誘導されている。このように本論文で得られた結果は実際の着霜を伴う熱交換器の効率的除霜システムの構築を目的とした工学的に有用な多くの知見を得ており、エネルギーの有効利用上重要な貢献をもたらすものと判断される。よって本審査会は本論文を博士(工学)学位論文に値するものと判定した。