

P106

吸着剤／吸収液スラリーの液膜熱交換による吸収式ヒートポンプ性能

(名大工) 蔡 杰・(学) 市橋伸久・(正) 小林信介・(正) 田邊靖博・○(正) 板谷義紀*

緒言 吸収式ヒートポンプ (AHP) 性能向上のための課題のひとつとして、溶媒吸収に伴う溶質濃度低下による吸収能力低下がある。著者らは¹⁾、LiBr/H₂O系 AHP を対象として、吸収液に吸着剤を分散したスラリー方式を提案した。本方式では吸着剤が LiBr のバッファ効果をもたらし、吸脱着により吸収液濃度低下を抑制できることから、出力増大が期待できることを解析的に示した。本研究では、吸収液の過飽和状態で吸着剤微粒子が見かけ上結晶核の作用をして、LiBr 微細結晶スラリーが形成されることを見出し、これを吸収液に活用することにより、飛躍的な出力増大が可能になることを解析的に確認したので報告する。

吸収液スラリーAHP 原理 Fig.1 に水と LiBr 吸収液の温度-飽和蒸気圧線図上に操作サイクルを例示す。スラリー化することで、過飽和状態では LiBr 微細結晶が成長し吸収器内で吸収液の飽和濃度が維持されると、低い平衡蒸気圧で吸収操作が可能になるとともに、広い濃度範囲で水を吸収できるため、吸収能力または出力を向上させることができる。

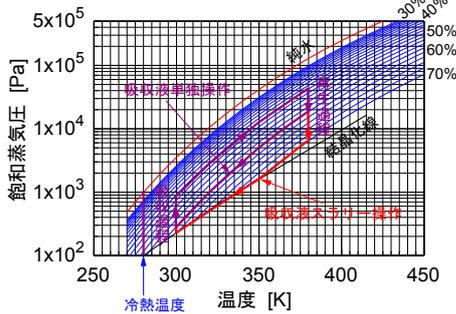


Fig.1 Principle of LiBr/H₂O-slurry AHP cycle.

解析モデル 吸収液スラリーが吸収器内の伝熱面上を液膜状態で流下し、蒸発器内水蒸気圧と吸収液界面の平衡蒸気圧との差圧を推進力として水蒸気吸収が生じるとすると、エネルギーおよび物質収支は次式で与えられる。

$$\text{エネルギー: } \frac{d(h_s w)}{dA} + q_w = q_{cond} \quad (1)$$

$$\text{LiBr: } -w_c \frac{dq^*}{dA} = \frac{d(w C_{LiBr})}{dA} \quad (2)$$

$$\text{水: } \frac{d\{w(1 - C_{LiBr})\}}{dA} = \dot{m} \quad (3)$$

ここで、 w_c は吸収液中の吸着剤質量流量、 q^* は吸着剤基準の LiBr 結晶量、 A は伝熱面積、 w は吸収液流量、 C_{LiBr} は吸収液中の LiBr 濃度、 \dot{m} は水蒸気吸収速度、 h_s は吸収液エンタルピー、 q_w は熱媒体と吸収液間の熱伝達速度、 q_{cond} は相変化に伴う潜熱エンタルピーを表す。水蒸気吸収速度および熱

伝達速度は、それぞれ次式で表すことができる。

$$\dot{m} = k_p(p_{evap} - p_s) \quad (4)$$

$$q_w = h_w(T - T_w) \quad (5)$$

ただし、 k_p は圧力差に基づく物質移動係数、 p_{evap} は蒸発器内蒸気圧、 p_s は吸収液表面の平衡蒸気圧、 h_w は総括熱伝達係数、 T は吸収液温度、 T_w は熱媒体温度である。ここでは、比較のために吸収器内のオープン系解析を行った。

結果・考察 蒸発器温度 (冷熱) 280K, 凝縮器温度 290K, 吸収液供給流量と入口温度をそれぞれ 0.01kg-sol/s, 310K, 伝熱面積 1m² としたときの冷熱出力に与える吸収液入口 LiBr 濃度の影響を Fig.2 に示す。吸着剤スラリーでは LiBr 吸脱着効果により吸収液単独に比べ出力が 7% 以上向上している。また、入口濃度の上昇に伴い著しく出力が増大することが明らかである。LiBr 微細結晶スラリー形成により濃度が 0.64kg-LiBr/kg-sol の飽和状態で一定と仮定して、解析した場合の吸収液濃度変化と水蒸気吸収速度について、吸脱着のみの場合と比較した結果を Fig.3 に示す。濃度が一定に維持されることにより、水蒸気吸収量がほぼ 3 倍に増大されることが認められた。

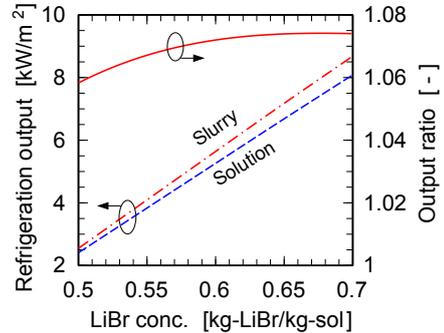


Fig.2 Effect of LiBr conc. on output

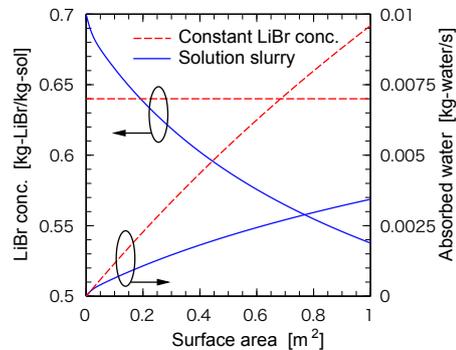


Fig.3 Water absorption behavior

引用文献 1) 板谷ら；化工論文集，投稿中

* yitaya@nuce.nagoya-u.ac.jp