

Title	アクティブタービン翼多段液液抽出塔の開発と装置特性に関する研究
Author(s)	山下, 治雄
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1704
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	山 下 治 雄
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 18212 号
学位授与年月日	平成15年12月18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	アクティブタービン翼多段液液抽出塔の開発と装置特性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 新田 知茂
	(副査) 教授 上山 惟一 教授 久保井亮一 教授 平井 隆之 元姫路工業大学教授 山口 學

論 文 内 容 の 要 旨

スタティックミキサーが回転する新規な攪拌翼、アクティブタービン翼多段液液抽出塔の開発およびその装置特性を得るために実験的に検討した。

液滴がアクティブタービン翼の何処で、どのような機構で生成されるか、また生成液滴径分布および平均液滴径はどのように変化するかについて、単一段を可視化して調べた。翼回転数が低い場合には、翼による吸引・吐出力によりスタティックミキサー流路内に吸引されずにスタティックミキサーの間の円板縁から液滴生成する。翼回転数の増加と共に吸引・吐出力が増加し、分散相はスタティックミキサー流路内に吸引され、スタティックミキサー流路端で単一液滴あるいは液柱からの液滴生成となる。翼回転数が高い場合には、スタティックミキサー流路内の捻れ剪断流れにより分散相はスタティックミキサー流路内で分裂・微粒化されスタティックミキサー流路端から吐出される。翼回転数の増加に伴い、液滴径分布も unimodal 分布から bimodal 分布を経て再び unimodal 分布となる。スタティックミキサー流路内液滴生成領域では、体積平均液滴径は分散相流量の減少と共に幾分小さくなるが、翼回転数および翼径基準のウェーバー数で相関できた。

アクティブタービン翼多段液液抽出塔の流動および抽出効率を実験的に調べ、本論文の中心課題であるアクティブタービン翼多段液液抽出塔の開発およびその装置特性に関する多くの知見を得た。分散相ホールドアップは塔高さ方向に分布を形成するが、上段に翼による吸引・吐出力がない第1段の分散相ホールドアップが最も大きい。この段の分散相ホールドアップにおよぼす連続相流量、分散相流量、攪拌速度の影響は、他の段と比べて複雑である。フラッシングは、まずこの段で連続相と分散相の相転移が生じ、それが下段に伝播することで起こる。この現象は既存の液液抽出装置とは異なる。フラッシング状態での分散相流量、即ち、分散相フラッシング流量は連続相の増加と共に増加するが、攪拌速度の増加と共に極大値を経て減少する。各段に設けた金網が、単位塔高当たりの理論段数におよぼす影響は顕著であり、抽出におけるセトラーとして機能することがわかった。この単位塔高当たりの理論段数は全供給流量の増加と共に増加するが、攪拌速度の増加と共に極大値を経て減少する。そして、単位塔高当たりの理論段数表示による既存装置との比較からアクティブタービン翼多段液液抽出塔は良好な性能の装置であることが明らかになった。

アクティブタービン翼における流通管混合エレメントおよびスタティックミキサーの役割を確認するため、混合エレメントがない中空の流通管付きディスク翼およびスタティックミキサーがない回転円板翼とアクティブタービン

翼の多段液液抽出塔の流動および抽出効率を比較検討した。アクティブタービン翼により発生する循環流および混合エレメントによる液滴の微粒化のため、液滴径および分散相ホールドアップとも、回転円板翼と比較して優れているが、流通管付きディスク翼とはほぼ同程度である。一方、単位塔高当たりの理論段数表示による装置性能は、スタティックミキサー流路内の捻れ剪断力による物質移動速度の促進により、アクティブタービン翼が最も優れているが、流通管付きディスク翼と回転円板翼はほぼ同程度である。

最後に、アクティブタービン翼多段液液抽出塔の多目的利用として気液接触装置への可能性も示唆された。

論文審査の結果の要旨

液液抽出操作は、石油精製や化学製品・医薬品などの製造工業において多用される物質の分離精製操作の一つであり、省エネルギー化および製造プロセスの競争力の観点から、高い性能の抽出装置が求められている。本研究は、スタティックミキサーを取り付けた回転円板（アクティブタービン翼）を持つ新しいタイプの高性能多段液液抽出塔を開発し、その装置特性を実験的に調べたものである。

論文は7章で構成され、第1章は研究全体の背景とくに既存の抽出装置の特徴をまとめ、第7章は研究全体のまとめと今後の課題を述べている。

第2章では、アクティブタービン翼によって液滴が何処でどのような機構で生成されるのかを調べるために、透明板で作った単一段を用いて流動状態を観察し、次のような知見を得た。即ち、翼回転数の増加とともにスタティックミキサー内の吸引・吐出力が増大し、分散液はミキサー内を流れて液滴が流路端から生成される。さらに回転数が増加するとミキサー内で液が分散・微粒化され、流路端から微細液滴が吐出される。液滴生成機構の変化に応じて、液滴径分布は単一峰分布から2峰分布へ、さらにまた単一峰分布へと形状を変える。生成液滴の体積平均径は回転数基準の We 数で相関できた。

第3章では、アクティブタービン翼を持つ4段の液液抽出塔の流動特性と抽出性能を調べた知見を得ている。(1)第1段は、上部セトラ一段にタービン翼がないため上段からの吸引力を受けないので、第1段の分散相ホールドアップが一番大きく、そのため流量が増加すると第1段を起点として下段方向にフラッシング現象が起こる。(2)各段に金網を設置することで装置の抽出性能を表す理論段数は約2倍向上する。これは金網により各段で分散滴が合一し界面が更新されるためである。しかし、翼回転速度の増加と共に分散滴の逆混合も増加するので、理論段数は極大値を経て減少する。既存の抽出装置データとの比較から、本研究で開発された抽出装置は最高水準の性能を有することを示した。

第4章と第5章では、スタティックミキサーの内部エレメントを取り外した回転円板およびミキサーそのものを取り外した回転円板だけから成る多段抽出装置を運転し、その流動特性および抽出性能を測定した結果と3章で示したアクティブタービン翼装置の結果とを比較した。その結果、円板に取り付けたスタティックミキサーの効果は大きく、既存の回転円板型装置よりもアクティブタービン翼を持つ抽出装置の性能が一番優れていることを明らかにした。

第6章では、本研究で開発した装置を気液接触装置として運転し、回転円板型多段装置の流動特性と比較した。その結果、アクティブタービン翼の方が、生成する気泡の平均径が小さく、ガスホールドアップも多いことがわかり、液液系だけでなく気液系接触装置としても使えることを明らかにした。

以上のように、本論文は、アクティブタービン翼を持つ新しいタイプの抽出装置を開発し、その優秀な装置性能を明らかにしたものであり、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。