

# 高粘度流体に含有されている揮発性物質の除去装置

## Volatile Matter Removing Device from High Viscous Fluid

### 1. はじめに

一般に、化学製品の製造工程におけるポリマーは高粘度のものが多くことから、流動性も伝熱性も悪く、非常に扱いにくい物質である。

一方、ポリマーの用途は市場の要求に沿って、汎用性ポリマーから高性能・高品質化に向かったことから、ポリマー製造プロセスでも高度な技術が必要となってきた。

モノマー重合工程で生成されるポリマーは、100%反応している場合はほとんどなく、多くの場合、未反応のモノマーや溶剤などの揮発性物質が含まれている。これらの揮発性物質は、重合体および製品ポリマーの品質を低下もしくは劣化させる。したがって、反応終了後短時間でこれらの揮発性物質を除去する必要がある。

また、残留揮発分の生活環境へおよび悪影響も問題視されてきており、ポリマーの高純度化の要求が高まっている。

このようなお客様ニーズにお応えすべく開発、実用化したのが本高粘度流体脱揮装置である。

### 2. 概要

#### 2.1 脱揮技術の動向

一般的に使用されている脱揮装置・技術には以下のものがある。

- ・動力を使用する方式：薄膜式蒸発機、ベント押出機
- ・動力を使用しない方式：

蒸発缶、多管式熱交換器タイプ、特殊熱交換器タイプ  
(当社方式)

それぞれ特徴はあるが、最近では製品ポリマーの残留揮発分をできるだけ除去するために、従来は1段脱揮で処理していたものを、より高真空操作条件で、同機種もしくは他機種との組み合わせによる多段脱揮方式を採用するケースが増えている。

#### 2.2 当社の脱揮装置

当社は1982年にポリスチレンプラント用の脱揮装置として脱モノマー・脱溶剤装置を開発し、高粘度流体脱揮装置「ハイビスカス (HIVISCOUS®) エバポレーター」として実用化している。

#### 2.2.1 概要

ハイビスカス (HIVISCOUS) とは「High Viscous」から命名した商品名で、ポリマー等の高粘度流体中に含有される揮発性物質 (未反応モノマーや溶剤等の不純物) を効率よく除去する装置である。

当装置は、加熱部分に特殊構造の熱交換器を使用し、ドラム (静的機器) とのシンプルな組み合わせにより、可動部分を持たない脱揮装置として、他機種と同等以上の性能が得られるものである。

#### 2.2.2 構造

本脱揮装置は加熱部分にプレートフィン型熱交換器を使用し、高密度に配列されたフィン (加熱器単位容積当たりの伝熱面積は約 300~500 m<sup>2</sup>) によって高粘度流体を短時間に加熱し、含有揮発性物質をフィン内部で蒸発させ、加えて加熱器出口でフィン構造から処理流体の表面積を大きくとれることを生かし、さらに蒸発・除去を促進させるものである。

図1に本高粘度脱揮装置を組み込んだ一般的なフロー図を示す。図2に脱揮装置のタイプ (左は加熱器内蔵型、右は加熱器外置型)、図3にプレートフィン型加熱器のコア部を示す。

加熱器はフィン付きの仕切り板によって高粘度流体側通路と加熱媒体側通路が交互に配置されており、加熱媒体側通路は入・出口ヘッダーを介して外部配管に接続され、他方はドラム内に開放されている。おのおのの通路に使用されるフィンは数種類あり、取り扱う流体によって適正なものを選定される。一般的には、高粘度流体側は圧力損失を少なくし流動性をよくする意味からブレンタイプを、加熱媒体側には伝熱をよくする観点からセレートタイプを使用している。また、これらのフィンタイプには波型の大きさやフィンの枚数の異なるものを用意し、各フィンにより構成される通路は最小 2.5~最大 5.1 mm の幅で選べるようにしている。

このように狭い伝熱部分を通過させることにより強制的に薄膜式蒸発機と同じ状態をつくり、高粘度流体に対する伝熱性能および表面積拡大による脱揮効果を向上させている。

#### 2.2.3 脱揮原理

本装置に供給された高粘度流体は加熱器内部を通過する間に加熱媒体により加熱され、含有揮発性物質は蒸発し、気液混相となって加熱器出口からドラム内に放出される。ドラム内では気液を分離し、蒸発ガスは排ガス系に導かれる。揮発分を除去された高粘度流体はドラム底部に設置されたギアポンプなどにより払い出される。

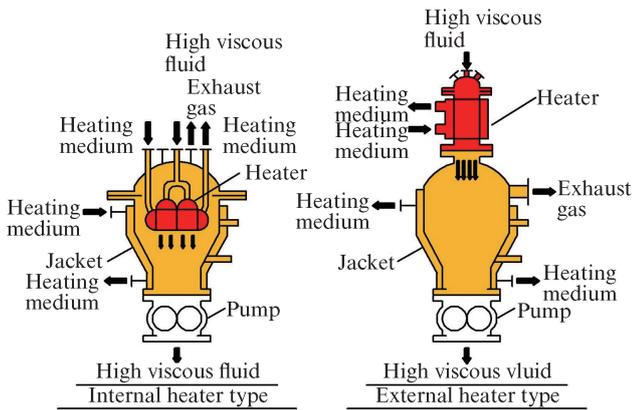


図1 揮発性物質回収装置フロー・シート (例)

Fig. 1 Sample of flow-sheet of removing device for volatile matters

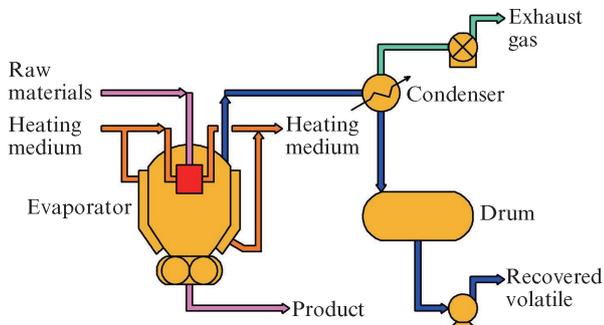


図2 蒸発器

Fig. 2 Evaporator

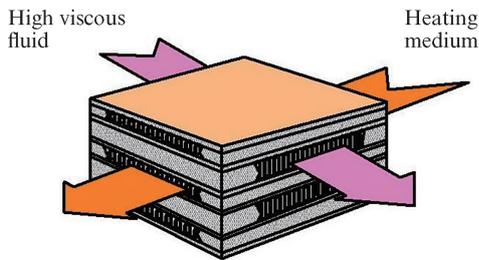


図3 プレートフィン型加熱器

Fig. 3 Plate-fin heater

高粘度流体の場合、低粘度流体の気液平衡関係はそのまま当てはまらないが、一般には圧力を下げれば下げるほど脱揮効果は大きくなる。すなわち温度は高いほど、圧力は低いほど脱揮度は高くなるが、この度合いは取り扱う流体の性状によって変わってくる。

品質面からみると、製品の劣化を避けるためには、加熱器の加熱温度はできるだけ低くし、滞留時間も短い方が望ましい。本装置は高密度に配列されたフィン構造により単位伝熱面積に対する専有面積は極端に小さい。このため、加熱器内部が満液状態としても数分以下の滞留時間となる。実際には加熱器内部で蒸発しており、蒸気体積の影響によ

り高粘度流体の滞留時間はさらに短いため、劣化防止範囲内で加熱温度を上げて、伝熱および脱揮性能を上げることもできる。

### 2.2.4 特徴

ハイビスカスエバポレーターは以下の特徴を持っている。

- (1) 高粘度流体を容易に処理できる  
処理粘度は数ポイズ～数十万ポイズまで可能
- (2) 滞留時間が短く、熱的影響を受けにくい  
伝熱面流体通過長 100～500 mm, 残留時間数十秒～数分
- (3) 駆動部がないため、動力消費がない
- (4) 回転軸シール部がなく、漏れの問題がない
- (5) 駆動部、回転軸シール等がなく、薄膜蒸発器よりもメンテナンスが少ない
- (6) 蒸発器全体としてコンパクトになる

### 2.3 適用事例

本装置はもともとポリスチレンプラント用の脱揮装置として開発されたものであり、高粘度流体向けの装置であったが、単位面積当たりの伝熱面積が大きくとれることから低粘度流体への適用も増えつつある。

#### 2.3.1 低粘度流体への適用

通常の熱交換器では伝熱効率が悪く、伝熱面積が大きくなるような数～数十ポイズの粘度範囲の流体に対しても効率的な加熱・蒸発が可能であることから、この方面での適用も増えている。この場合、加熱器入口側に分散板を入れ均一分散させ、処理流体の粘度に応じて流路長さを変えるなどで対応している。

#### 2.3.2 耐熱透明樹脂製造プラントへの適用

電子材料、ディスプレイ材料や光学レンズ材料として用いられ高品質が要求される耐熱透明樹脂製造プラントにもハイビスカスエバポレーターが使用されている。

#### 2.3.3 納入実績

コマーシャルプラント向け 11 社 (25 台)、パイロットプラント向け 8 社 (14 台)、実験装置 5 社 (7 台) の納入実績がある。

### 3. おわりに

ポリマーなどの高粘度流体からの揮発性物質除去は、製品の品質を左右する重要な問題である。従来は機械的攪拌による表面更新方式が主流であった。本稿では、プレートフィン型熱交換器とドラムというシンプルな組み合わせによる脱揮装置を紹介した。

※「HIVISCOUS」は JFE プロジェクトワンの登録商標である。

〈問い合わせ先〉

JFE プロジェクトワン 営業部

TEL: 043-351-8820 FAX: 043-351-9139

ホームページ: <https://jfe-project-one.co.jp/>