

明 細 書

発明の名称：膜蒸留装置の運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、膜蒸留装置の運転方法に係り、特に膜の二次側に生じた析出物を除去する工程を有する膜蒸留装置の運転方法に関する。

背景技術

[0002] 膜蒸留装置は、疎水性平膜または疎水性中空糸膜の一次側に加温された被処理液を通水し、膜の二次側を一次側の蒸気圧以下にすることで、被処理液から蒸気のみを回収し、被処理液を濃縮するよう構成されている。膜蒸留装置は、一般的な蒸留装置と異なり、膜を用いることによって蒸発表面積が増え、装置が小型化するというメリットを有する。

[0003] 膜蒸留装置の従来例の一例を図2に示す。給水タンク1内に貯留された被処理液が給水ポンプ2を有した配管3を介して熱交換器（加温器）4に送水され、高温流体と熱交換して加温された後、配管5を介して膜モジュール10に送水される。

[0004] この従来例では、膜モジュール10は中空糸膜モジュールである。膜モジュール10では、多数本の中空糸11が引き揃えられて中空糸束とされ、上下方向に配設されている。中空糸束の上端側及び下端側がポッティング材12、13で結束されている。

[0005] 中空糸束は膜モジュール10のケーシング14内に配置されており、上側ポッティング材12の上側に流入室15が形成され、下側ポッティング材13の下側に流出室16が形成されている。各中空糸11内はそれぞれ流入室15及び流出室16内に連通している。

[0006] 配管5からの被処理液は、流入室15から各中空糸11内（一次側）に流入し、中空糸11を通り、流出室16へ流れ、該流出室16から配管6を介して給水タンク1に戻る。

[0007] ケーシング14内における中空糸11外であって且つポッティング材12

， 13間が二次側17である。

[0008] 該二次側17は、配管（蒸気配管）20、熱交換器（冷却器）21、配管22、凝縮水タンク23及び配管24を介して減圧装置25に連通しており、該減圧装置25によって該二次側17が減圧される。

[0009] 被処理液が中空糸17内（一次側）を流れる間に被処理液中の水が中空糸11を透過し、蒸気となって二次側17から配管20へ吸引排出され、熱交換器21で冷却されて凝縮水が生成する。凝縮水は、凝縮水タンク23に貯留される。

[0010] この従来例では、ケーシング14内の二次側17の下部と給水タンク1内の上部（気相部1a）とが配管7で連通されている。配管5及び20内の圧力を検出するように圧力センサP1、P2が設置されている。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開平3－52627

[0012] 上記膜蒸留装置にあっては、膜の二次側に塩類などよりなる析出物が析出することがある。析出物が生じると、膜表面積が減少し、蒸留性能が低下する。

[0013] この析出物を除去するために、従来は、膜蒸留装置から膜を取り外し、純水で洗浄することが行われているが、手間がかかり、また洗浄廃液が生じる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 本発明は、膜蒸留装置から膜を取り外すことなく析出物を除去することができ、また洗浄廃液を生じさせないようにすることもできる膜蒸留装置の運転方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明の膜蒸留装置の運転方法は、ケーシング内が膜によって一次側と二

次側とに隔てられている膜モジュールと、該膜モジュールの一次側に被処理液を供給するための、給水タンク及び給水ポンプと、該膜モジュールの二次側を減圧する減圧装置とを有する膜蒸留装置を用いて被処理液を蒸留する膜蒸留装置の運転方法において、該膜モジュールの二次側に気体を導入して該二次側に凝縮水を生じさせ、二次側の析出物を凝縮水に溶解させて除去する析出物除去工程を行うことを特徴とする。

[0016] 本発明の一態様では、前記給水ポンプを作動させた状態で前記減圧装置を停止し、前記二次側を正圧にして前記析出物除去工程を行う。

[0017] 本発明の一態様では、前記二次側と前記減圧装置とを接続する経路から配管が分岐しており、この分岐配管に弁が設けられており、該弁を開とすることにより前記二次側を正圧にする。

[0018] 本発明の一態様では、前記析出物除去工程を定期的に、又は蒸留性能が所定値よりも低下したときに行う。

[0019] 本発明の一態様では、前記蒸留性能を、前記二次側の圧力又は凝縮水の生成速度に基づいて求める。

[0020] 本発明の一態様では、前記膜モジュールの二次側と前記給水タンクとを連通する連通部が設けられており、前記析出物除去工程では、前記析出物が溶解した溶解液が該連通部を通過して該給水タンクに流入する。

発明の効果

[0021] 本発明によると、析出物除去工程を行うことにより、膜蒸留装置から膜を取り外すことなく、膜の二次側の析出物を凝縮水に溶解させて除去することができる。本発明の一態様では、純水による膜洗浄を行わないようにすることにより、洗浄廃液が生じないようになる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]実施の形態に係る膜蒸留装置の構成図である。

[図2]従来例に係る膜蒸留装置の構成図である。

発明を実施するための形態

[0023] 図1は、実施の形態に係る膜蒸留装置の構成を示している。

- [0024] この実施の形態では、凝縮水タンク 23 と減圧装置 25 とを連通する配管 24 から吸気用の配管 30 が分岐しており、該配管 30 に弁 31 が設けられている。配管 30 は、大気に向けて開放しているか、又は窒素などのガス源（図示略）に接続されている。また、膜モジュール 10 の二次側 17 と給水タンク 1 の気相部 1a とを連通する配管 7 に、弁 8 が設けられている。
- [0025] この膜蒸留装置のその他の構成は図 2 の膜蒸留装置と同一であり、同一符号は同一部分を示している。
- [0026] この膜蒸留装置によって蒸留工程を行う場合、弁 8 及び 31 を閉とし、減圧装置 25 及び給水ポンプ 2 を作動させる。図 2 の場合と同様に、給水タンク 1 内の被処理液は、配管 3、熱交換器 4 及び配管 5 を介して流入室 15 から各中空糸 11 内（一次側）に流入し、中空糸 11 を通り、流出室 16 へ流れ、該流出室 16 から配管 6 を介して給水タンク 1 に戻る。
- [0027] 減圧装置 25 によって二次側 17 が減圧されているので、被処理液が中空糸 11 内（一次側）を流れる間に被処理液中の水が中空糸 11 を透過し、蒸気となって二次側 17 から配管 20 へ吸引排出され、熱交換器 21 で冷却されて凝縮水が生成する。凝縮水は、凝縮水タンク 23 に貯留される。
- [0028] この蒸留運転を継続していると、中空糸 11 の二次側に塩類などの析出物が析出してくる。そこで、定期的に、又は蒸留性能が所定値より低下したときに、中空糸 11 の二次側の析出物を溶解除去する析出物除去工程を行う。
- [0029] この析出物除去工程を行うには、給水ポンプ 2 を作動させたまま、減圧装置 25 を停止し、弁 31 を開とし、中空糸 11 の二次側を正圧にする。なお、弁 31 を開とするときに弁 8 を開とすることが好ましい。
- [0030] このように減圧装置 25 を停止し、弁 31 を開として中空糸 11 の二次側を減圧しないようにすると、中空糸 11 の二次側が飽和蒸気で満たされ、中空糸 11 の二次側に十分量の凝縮水が生じ、中空糸 11 の二次側の析出物がこの凝縮水に溶解し、取り除かれる。析出物が溶解した凝縮水は、配管 7 を介して給水タンク 1 に流入する。
- [0031] このようにして析出物除去工程を行った後、弁 8、31 を閉とし、減圧装

置 2 5 を作動させ、蒸留工程を再開する。

[0032] なお、この析出物除去工程は、上記の通り定期的に行ってもよく、蒸留性能が低下したときに行ってもよい。蒸留性能の低下は、例えば凝縮水タンク 2 3 内の凝縮水水位の上昇速度が所定速度以下に低下することや、圧力センサ P 2 の検出圧力が規定値以下にまで低下することなどによって検知することができる。

[0033] 上記中空糸 1 1 としては、疎水性中空糸膜が好適である。中空糸の内径（直径）は 0. 1 ～ 3. 0 mm 特に 0. 5 ～ 2. 0 mm であることが好ましく、厚みすなわち中空糸の外径（半径）と内径（半径）との差は 0. 0 1 ～ 1. 0 mm、特に 0. 1 ～ 0. 5 mm が好ましい。中空糸の長さは 2 0 0 ～ 2 0 0 0 mm、特に 3 0 0 ～ 1 0 0 0 mm が好ましい。中空糸の充填率（中空糸の断面積の和/ケーシングの断面積）は 5 % ～ 5 0 %、特に 1 5 % ～ 3 5 % が好ましい。中空糸の素材としては、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリフッ化ビニリデン及びポリテトラフルオロエチレンなどが例示されるが、これらに限定されない。

[0034] 上記説明では、中空糸が用いられているが、疎水性平膜が用いられてもよい。

[0035] 被処理液としては、食塩、リン酸、塩酸、弗酸、硫酸等の酸性溶液、アンモニア水のようなアルカリ廃液、メッキ廃水などの水溶液が好適である。中空糸内における被処理液の通水速度（線速度）は 4 0 0 ～ 2 0 0 0 mm / s e c、特に 7 0 0 ～ 1 5 0 0 mm / s e c 程度が好適である。膜モジュール 1 0 に流入する際の被処理液の温度は 4 5 ～ 1 5 0 °C、特に 5 0 ～ 8 0 °C 程度が好適である。

[0036] なお、上記の好適な条件は、好適な一例を示すものであり、本発明は上記条件に限定されるものではない。

実施例

[0037] [実施例 1]

図 1 に示す装置で弁 8, 3 1 を閉とし、下記条件で運転した。ケーシング

14を透明カラムとし、中空糸11外面への析出物の析出状況を目視観察した。

[0038] <試験条件>

中空糸11：ポリテトラフルオロエチレン製、
内径1.0mm、厚さ0.3mm、長さ600mm、1本
膜モジュール10のケーシング14：内径10mm、高さ690mm
給水：NaCl 1%水溶液
給水温度：60℃
膜モジュール入口圧力 P_1 ：-80kPa（ゲージ圧）
給水量：40mL/min（中空糸内の線速度850mm/sec）
二次側圧力 P_2 ：-90kPa（ゲージ圧）

[0039] 約50時間運転したところ、中空糸11の外面に白色の析出物が析出することが認められた。

[0040] そこで、給水ポンプ2は作動させたまま、減圧装置25を停止し、弁8, 31を開とし、15分間この状態に維持した。その結果、中空糸11の二次側に十分量の凝縮水が生じ、析出物が凝縮水に溶解し、溶解液が配管7から給水タンク1に流れ、15分後には析出物がほぼ消失することが認められた。

[0041] 本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更が可能であることは当業者に明らかである。

本出願は、2020年9月18日付で出願された日本特許出願2020-157308に基づいており、その全体が引用により援用される。

符号の説明

[0042] 1 給水タンク
2 給水ポンプ
4, 21 熱交換器
8 弁
10 膜モジュール

- 1 1 中空糸
- 1 2, 1 3 ポッティング材
- 1 4 ケーシング
- 1 5 流入室
- 1 6 流出室
- 1 7 二次側
- 2 5 減圧装置

請求の範囲

- [請求項1] ケーシング内が膜によって一次側と二次側とに隔てられている膜モジュールと、
該膜モジュールの一次側に被処理液を供給するための、給水タンク及び給水ポンプと、
該膜モジュールの二次側を減圧する減圧装置と
を有する膜蒸留装置を用いて被処理液を蒸留する膜蒸留装置の運転方法において、
該膜モジュールの二次側に気体を導入して該二次側に凝縮水を生じさせ、二次側の析出物を凝縮水に溶解させて除去する析出物除去工程を行うことを特徴とする膜蒸留装置の運転方法。
- [請求項2] 前記給水ポンプを作動させた状態で前記減圧装置を停止し、前記二次側を正圧とすることで、前記析出物除去工程を行う請求項1の膜蒸留装置の運転方法。
- [請求項3] 前記二次側と前記減圧装置とを接続する経路から配管が分岐しており、この分岐配管に弁が設けられており、該弁を開とすることにより前記二次側を正圧にする請求項2の膜蒸留装置の運転方法。
- [請求項4] 前記析出物除去工程を定期的に、又は蒸留性能が所定値よりも低下したときに行う請求項1～3のいずれかの膜蒸留装置の運転方法。
- [請求項5] 前記蒸留性能を、前記二次側の圧力又は凝縮水の生成速度に基づいて求める請求項4の膜蒸留装置の運転方法。
- [請求項6] 前記膜モジュールの二次側と前記給水タンクとを連通する連通部が設けられており、前記析出物除去工程では、前記析出物が溶解した溶解液が該連通部を通して該給水タンクに流入する請求項1～5のいずれかの膜蒸留装置の運転方法。