



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114874757 B

(45) 授权公告日 2023.08.08

(21) 申请号 202210404169.8

(22) 申请日 2022.04.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114874757 A

(43) 申请公布日 2022.08.09

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街道高新技术产业园南区粤兴一道18号  
香港理工大学产学研大楼205室

(72) 发明人 肖赋 王盛卫 林垚

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事

务所(普通合伙) 44268

专利代理师 刘芙蓉

(51) Int. Cl.

C09K 5/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105579804 A, 2016.05.11

CN 106753259 A, 2017.05.31

WO 2009035413 A1, 2009.03.19

审查员 罗智忆

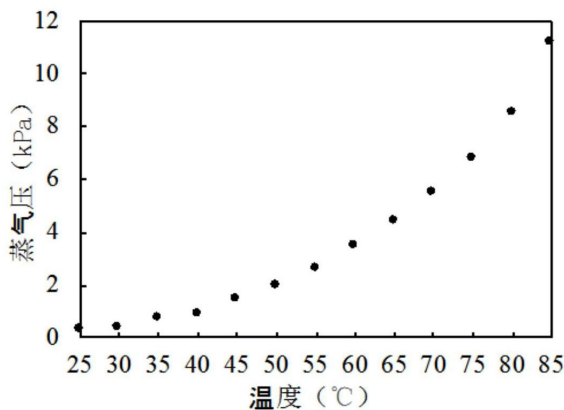
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对其制备方法

(57) 摘要

本发明公开一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对其制备方法。所述工质对包括：氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶。本发明通过在传统LiCl/H<sub>2</sub>O工质对中加入乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶，拓宽了LiCl水溶液的工作浓度范围，提升了LiCl在水中的溶解度，增大了LiCl在高浓度状态下的溶解度，并且在LiCl浓度超过溶解度之后，能够在溶液中形成稳定悬浮的细小晶体，在提升蓄能密度的同时，大大降低了结晶带来的风险。该工质对可以在热源温度范围为75~90℃内使用，具有同时供冷供热的能力，可输出温度为5~20℃的冷水和40~50℃的热水。



1. 一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对,其特征在于,所述工质对包括:氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶;

所述氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的质量比为100:15~18:0.5~2:1,其中,所述氯化锂水溶液中氯化锂的质量浓度为35%~53%;

所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对的制备方法,包括步骤:

将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶,经搅拌和超声处理,得到所述工质对。

2. 根据权利要求1所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对,其特征在于,所述工质对由氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶组成。

3. 根据权利要求1所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对,其特征在于,所述工质对在热源温度范围为75~90℃内使用。

4. 根据权利要求1所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对,其特征在于,所述二氧化硅纳米颗粒的直径为15~20nm。

5. 一种权利要求1~4任一项所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对的制备方法,其特征在于,包括步骤:

将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶,经搅拌和超声处理,得到所述工质对;

所述氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的质量比为100:15~18:0.5~2:1;其中,所述氯化锂水溶液中氯化锂的质量浓度为35%~53%。

6. 根据权利要求5所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对的制备方法,其特征在于,所述将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的步骤,具体包括:

将氯化锂溶解于水中,待完全溶解后在氯化锂水溶液中加入乙二醇和阿拉伯树胶,得到混合溶液,在所述混合溶液中加入二氧化硅纳米颗粒。

7. 根据权利要求5所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对的制备方法,其特征在于,所述将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的步骤,具体包括:

将氯化锂溶解于水中,待完全溶解后在氯化锂水溶液中加入乙二醇,得到混合溶液,在所述混合溶液中加入二氧化硅纳米颗粒,然后加入阿拉伯树胶。

8. 根据权利要求5所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对的制备方法,其特征在于,所述二氧化硅纳米颗粒的直径为15~20nm。

## 一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及吸收式蓄能技术领域,尤其涉及一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 目前常用的吸收式蓄能工质对与吸收式制冷系统所用的工质对相同,包括LiCl/H<sub>2</sub>O, LiBr/H<sub>2</sub>O等,此类工质对具有很强的吸水性与较高的蓄能密度,其蓄能密度与LiCl、LiBr蓄能前后在水溶液中的工作浓度差有关。但LiCl/H<sub>2</sub>O, LiBr/H<sub>2</sub>O等工质对在高浓度下蓄能时存在结晶的风险,大块的晶体溶解速率较低,会降低释能的速率。此外,大块的晶体对管路和泵的运行造成损害,不利于系统的安全稳定运行。

[0003] 目前常用的防止结晶的方法主要是通过控制吸收式循环的温度和工作浓度差来避免结晶,但此类方法限制了工质对工作的浓度范围,进而牺牲了工质对的一部分蓄能潜力。

[0004] 因此,现有技术仍有待于改进和发展。

### 发明内容

[0005] 鉴于上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对及其制备方法,旨在解决现有吸收式蓄能工质对的工作浓度范围受到限制,进而牺牲了工质对的一部分蓄能潜力的问题。

[0006] 本发明的技术方案如下:

[0007] 一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对,其中,所述工质对包括:氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶。

[0008] 可选地,所述工质对由氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶组成。

[0009] 可选地,所述氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的质量比为100:15~18:0.5~2:1,其中,所述氯化锂水溶液中氯化锂的质量浓度为35%~53%。

[0010] 可选地,所述工质对在热源温度范围为75~90℃内使用。

[0011] 可选地,所述二氧化硅纳米颗粒的直径为15~20nm。

[0012] 一种本发明所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对的制备方法,其中,包括步骤:

[0013] 将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶,经搅拌和超声处理,得到所述工质对。

[0014] 可选地,所述将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的步骤,具体包括:

[0015] 将氯化锂溶解于水中,待完全溶解后在氯化锂水溶液中加入乙二醇和阿拉伯树

胶,得到混合溶液,在所述混合溶液中加入二氧化硅纳米颗粒。

[0016] 可选地,所述将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的步骤,具体包括:

[0017] 将氯化锂溶解于水中,待完全溶解后在氯化锂水溶液中加入乙二醇,得到混合溶液,在所述混合溶液中加入二氧化硅纳米颗粒,然后加入阿拉伯树胶。

[0018] 可选地,所述氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的质量比为100:15~18:0.5~2:1;其中,所述氯化锂水溶液中氯化锂的质量浓度为35%~53%。

[0019] 可选地,所述二氧化硅纳米颗粒的直径为15~20nm。

[0020] 有益效果:本发明通过传统LiCl/H<sub>2</sub>O工质对中加入乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶,拓宽了LiCl水溶液的工作浓度范围,提升了LiCl在水中的溶解度,增大了LiCl在高浓度状态下的溶解度,并且在LiCl浓度超过溶解度之后,能够在溶液中形成稳定悬浮的细小晶体,在提升蓄能密度的同时,大大降低了结晶带来的风险。该工质对可以在热源温度范围为75~90℃内使用,具有同时供冷供热的能力,可输出温度为5~20℃的冷水和40~50℃的热水。

#### 附图说明

[0021] 图1为本实施例的工质对的结晶情况与不含添加剂的氯化锂水溶液的结晶情况对比图。

[0022] 图2为实施例1中的工质对在不同温度下的水蒸气压。

#### 具体实施方式

[0023] 本发明提供一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对及其制备方法,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0024] 吸收式蓄能技术具有蓄能密度高、蓄能周期长等特点,为实现较高的蓄能密度,吸收式蓄能工质对往往工作在较宽的工作浓度范围内。但是高浓度的溶液存在结晶的风险,尤其是在环境温度较低,蓄能时间较长时,溶液在蓄存过程中容易出现结晶。溶液结晶之后,对释能过程和系统的运行都较为不利。在追求较高的蓄能密度的同时降低结晶的风险一直是一项技术挑战。

[0025] 基于此,本发明实施例提出一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对,其中,所述工质对包括:氯化锂水溶液(LiCl水溶液)、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶。

[0026] 本实施例通过传统LiCl/H<sub>2</sub>O(即LiCl水溶液)工质对中加入多种添加剂(即乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶)拓宽LiCl水溶液的工作浓度范围,提升了LiCl在水中的溶解度,增大了LiCl在高浓度状态下的溶解度,并且在LiCl浓度超过溶解度之后,能够在溶液中形成稳定悬浮的细小晶体,在提升蓄能密度的同时,大大降低了结晶带来的风险。

[0027] 具体地,在LiCl水溶液中加入乙二醇,可以提升LiCl在水中的溶解度,从而避免LiCl在高浓度下结晶。加入二氧化硅纳米颗粒,可以促进LiCl在浓度超过溶解度时形成稳定悬浮的细晶。这是因为二氧化硅纳米颗粒能在溶液中均匀分散并稳定悬浮,该悬浮的二

氧化硅纳米颗粒为LiCl结晶提供形核点,使LiCl在过饱和溶液中能够形成悬浮的细晶。同时,二氧化硅纳米颗粒能增大流体其传热传质效率。加入阿拉伯树胶,该阿拉伯树胶作为一种表面活性剂,能够有效降低工质对的粘度,减小工质对的表面张力,使其具有更高的传热传质效率。

[0028] 本实施例中,乙二醇和二氧化硅纳米颗粒能够将LiCl水溶液的工作质量浓度范围从35%~44%拓宽至35%~53%。LiCl水溶液在质量浓度为53%时为过饱和溶液,乙二醇和二氧化硅纳米颗粒的加入能够防止LiCl在过饱和溶液中生成大块的晶体,取而代之在溶液中形成悬浮的LiCl细晶。

[0029] 本实施例含添加剂的工质对具有比LiCl水溶液更低的蒸气压,较低的蒸气压有助于提升工质对吸收水蒸气的速率。

[0030] 本实施例工质对可以在热源温度范围为75~90℃内使用,具有同时供冷供热的能力,可输出温度为5~20℃的冷水和40~50℃的热水。

[0031] 需说明的是,吸收式蓄能(通常指传统气-液两相吸收式蓄能)相较于传统的显热蓄能和潜热蓄能具有蓄能周期长的优点。但三相吸收式蓄能的工质对相较于气-液两相吸收式蓄能,其工质对中的晶体在较长时间下可能出现晶体生长、沉淀等,导致无法适用于长周期(1个月以上)乃至跨季节的蓄能。而本实施例对三相吸收式蓄能工质对进行改性,使其工质对中的晶体能够长期(包括跨季节)稳定悬浮,因此本实施例的工质对适用于跨季节三相吸收式蓄能。

[0032] 在一种实施方式中,所述适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对由氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶组成。

[0033] 在一种实施方式中,所述氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的质量比为100:15~18:0.5~2:1,其中,所述氯化锂水溶液中氯化锂的质量浓度为35%~53%。传统的气-液吸收式蓄能的蓄能密度与工质对的工作浓度范围密切相关,若采用氯化锂水溶液为工质对,其工作浓度范围在35%~44%。而本实施例中,由于加入了乙二醇和二氧化硅纳米颗粒,氯化锂水溶液的工作浓度范围可拓宽至35%~53%,从而能够有效提高其蓄能密度。

[0034] 在一种实施方式中,所述二氧化硅纳米颗粒的直径为15~20nm。在该直径范围下,可以确保氯化锂晶体具有良好的悬浮性。

[0035] 本发明实施例还提供一种如上所述的适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对的制备方法,其中,包括步骤:

[0036] 将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶,经搅拌(如机械搅拌)和超声处理,得到所述工质对。

[0037] 在一种实施方式中,所述将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的步骤,具体包括:

[0038] 将氯化锂溶解于水中,待完全溶解后在氯化锂水溶液中加入乙二醇和阿拉伯树胶,得到混合溶液,在所述混合溶液中加入二氧化硅纳米颗粒。

[0039] 在一种实施方式中,所述将氯化锂水溶液和乙二醇混合,并加入二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的步骤,具体包括:

[0040] 将氯化锂溶解于水中,待完全溶解后在氯化锂水溶液中加入乙二醇,得到混合溶

液,在所述混合溶液中加入二氧化硅纳米颗粒,然后加入阿拉伯树胶。

[0041] 需说明的是,氯化锂溶于水会放出大量的热,为防止氯化锂溶液降温之后析出晶体,需在氯化锂完全溶解(温度通常高于50℃)且温度仍然较高时加入乙二醇,乙二醇具有防止结晶的作用,能够防止氯化锂溶液降温后析出大块的晶体。阿拉伯树胶可随乙二醇一同加入,也可在加入二氧化硅纳米颗粒后加入。通过搅拌(如机械搅拌)和超声震荡,使二氧化硅纳米颗粒能够稳定悬浮于溶液中。

[0042] 在一种实施方式中,所述氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的质量比为100:15~18:0.5~2:1;其中,所述氯化锂水溶液中氯化锂的质量浓度为35%~53%。

[0043] 下面通过具体的实施例对本发明作进一步地说明。

[0044] 实施例1

[0045] 本实施例的三相吸收式蓄能循环的工质对由氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶组成,其中氯化锂水溶液、乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶的质量比为100:17:2:1;其中,氯化锂水溶液的质量浓度为53%。该工质对的制备方法为:将氯化锂溶解于水中,待完全溶解后在高温的氯化锂水溶液(溶解放热)中加入乙二醇和阿拉伯树胶,得到混合溶液,在所述混合溶液中加入二氧化硅纳米颗粒,通过机械搅拌和超声振荡,得到所述工质对。

[0046] 本实施例的工质对的结晶情况与不含添加剂的氯化锂水溶液对比图如图1所示。其中图1中a为含添加剂的质量浓度为53%的氯化锂水溶液,图1中b为不含添加剂的质量浓度为53%的氯化锂水溶液。在含添加剂的溶液(即本实施例提供的工质对)中,氯化锂晶体表现出良好的悬浮特性,晶体并未沉降到容器底部,因此溶液具有较好的流动性。

[0047] 本实施例工质对在不同温度下的水蒸气压如图2所示。该工质对的蒸气压低于不含添加剂的饱和氯化锂水溶液(质量浓度为53%)的蒸气压,因此更有利于吸收过程的进行。具体的蒸气压数据如表1所示。

[0048] 表1、该工质对的饱和水蒸气分压力

[0049]

温度/℃	25	30	35	40	45	50	55
压力/kPa	0.29	0.41	0.75	0.93	1.5	2	2.6
温度/℃	60	65	70	75	80	85	
压力/kPa	3.5	4.4	5.5	6.8	8.5	11.2	

[0050] 综上所述,本发明提供一种适用于跨季节三相吸收式蓄能循环的工质对及其制备方法。本发明通过传统LiCl/H<sub>2</sub>O工质对中加入乙二醇、二氧化硅纳米颗粒和阿拉伯树胶,拓宽了LiCl水溶液的工作浓度范围,提升了LiCl在水中的溶解度,增大了LiCl在高浓度状态下的溶解度,并且在LiCl浓度超过溶解度之后,能够在溶液中形成稳定悬浮的细小晶体,在提升蓄能密度的同时,大大降低了结晶带来的风险。该工质对可以在热源温度范围为75~90℃内使用,具有同时供冷供热的能力,可输出温度为5~20℃的冷水和40~50℃的热水。

[0051] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

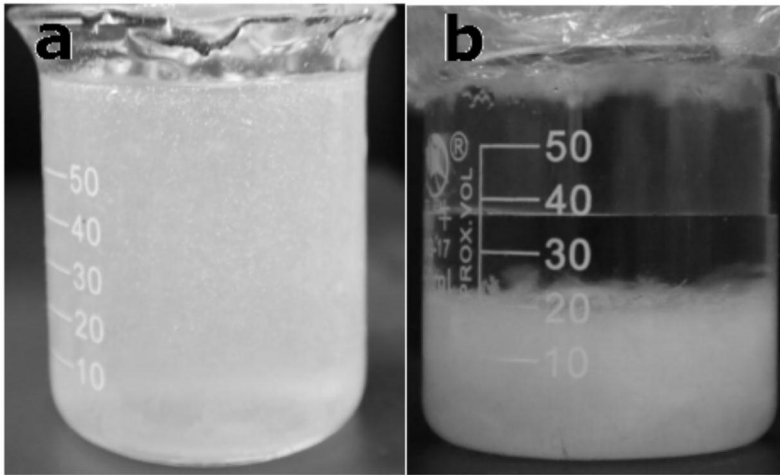


图1

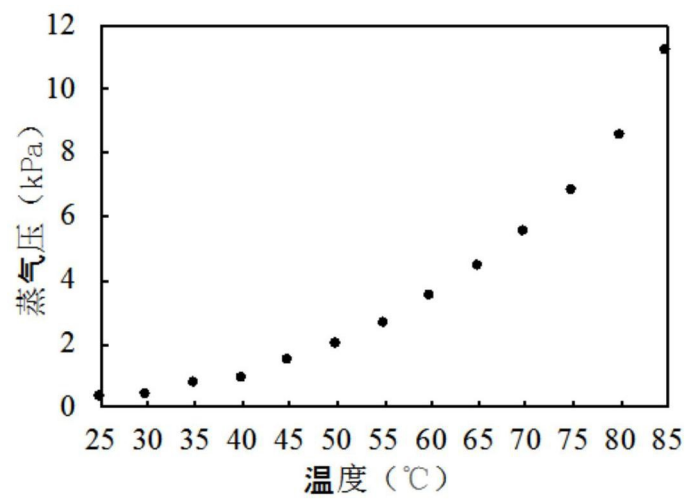


图2