



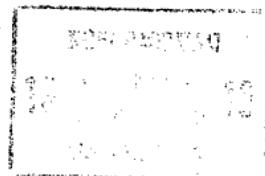
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1097567 A**

3(51) **C 02 F 5/02; B 01 D 9/02**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3477763/23-26

(22) 28.07.82

(46) 15.06.84. Бюл. № 22

(72) В.П.Алексеев, Э.А.Бакум,  
Ф.С.Желязко, Ю.М.Сафонов, Ю.И.Го-  
ловлев и В.П.Горшков

(71) Одесский технологический инсти-  
тут холодильной промышленности и  
Всесоюзный научно-исследовательский  
проектный институт серной промыш-  
ленности

(53) 663.635(088.8)

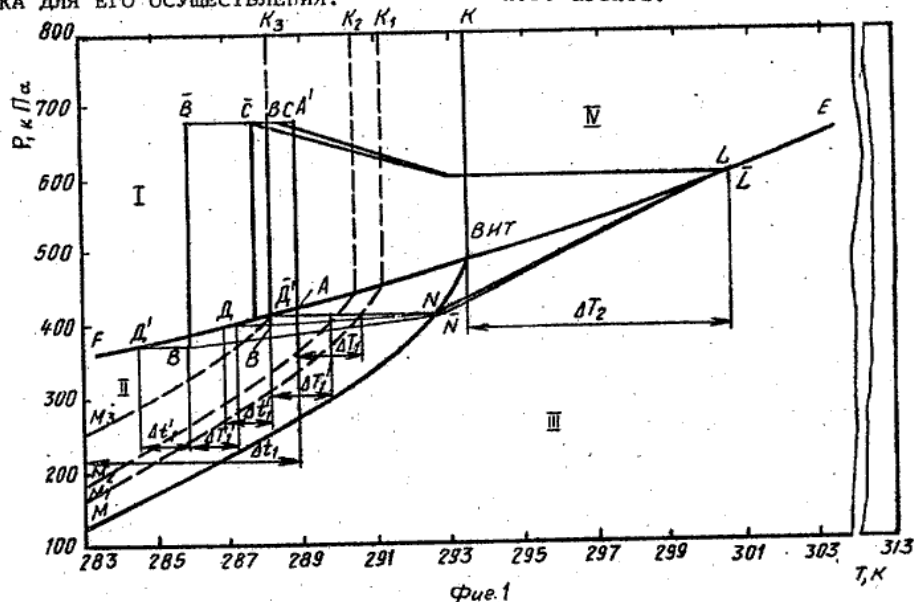
(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 487021, кл. C 02 F 5/00, 1975.

2. Авторское свидетельство СССР  
№ 755755, кл. C 02 F 1/00, 1980.

3. Авторское свидетельство СССР  
№ 1006387, кл. C 02 F 5/00, 1981.

(54) СПОСОБ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ И УСТА-  
НОВКА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ.

(57) 1. Способ опреснения воды, включающий двухступенчатую кристаллизацию газовых гидратов из гидратообразующего агента и исходной воды, отделение, промывку и плавление кристаллогидратов, подачу образовавшейся пресной воды на стадию промывки кристаллогидратов, отличающийся тем, что, с целью повышения коэффициента извлечения пресной воды, суспензию после первой ступени кристаллизации разделяют на рассол с кристаллогидратами и жидкий агент, который затем подают на вторую ступень кристаллизации, причем плавление кристаллогидратов осуществляют в области существования перегретых паров с образованием пресной воды и газообразного агента.



(19) **SU** (11) **1097567 A**

2. Установка для опреснения воды, включающая основной и дополнительный кристаллизаторы, промывочную колонну, плавитель кристаллогидратов, связанный с отстойником, эжектор, отделитель рассола и патрубки ввода и вывода суспензии, рассола, жидкого и газообразного агентов, отличающийся тем, что, с целью повышения коэффициента извлечения пресной воды, она снабже-

на разделителем рассологидратной суспензии и жидкого агента с патрубками ввода и вывода суспензии и жидкого агента, при этом патрубок ввода суспензии разделителя соединен с основным и дополнительным кристаллизаторами, патрубок вывода суспензии разделителя - с промывочной колонной, а патрубок вывода жидкого агента - с дополнительным кристаллизатором.

1

Изобретение относится к опреснению морской и минерализованной воды с помощью кристаллогидратного метода и может быть использовано в теплоиспользующих газгидратных опреснителях.

Известен теплоиспользующий кристаллогидратный способ опреснения воды с использованием в качестве гидратообразующего агента веществ с температурой верхней инвариантной точки, превышающей температуру окружающей среды, теплоту гидратообразования в котором отводят в окружающую среду, а для плавления гидратов на воду и жидкий агент используют низкопотенциальное тепло с 313-323 К [1].

Известна установка для осуществления данного способа, включающая кристаллизатор, промывочную колонну, плавитель газовых гидратов и отстойник жидкого агента от воды. В качестве гидратообразующих агентов могут быть использованы метил, хлорид, хлор, сероводород. Этот цикл безкомпрессорный и не требует использования холодильного оборудования, что значительно упрощает процесс, а использование низкопотенциального, часто бросового, тепла вместо электроэнергии улучшает структуру энергопотребления, что повышает экономичность процесса [1].

Недостатком данного способа и установки для его осуществления является невысокий коэффициент извлечения пресной воды.

Известен способ опреснения воды путем образования газовых гидратов и их плавления в состоянии влажного пара, имеющего степень сухости 0,6-0,9, в котором выделенный газообразный агент подвергают адиабатному расширению [2].

Однако известный способ характеризуется недостаточно высоким коэффициентом извлечения пресной воды.

2

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому является способ опреснения воды с помощью кристаллогидратного теплоиспользующего цикла путем двухступенчатой кристаллизации газовых гидратов из гидратообразующего агента и исходной воды так, что пар после испарения агента во второй ступени кристаллизации направляют в первую ступень, повышая его давление инъекцией газообразным агентом, образовавшимся после плавления гидратов, отделения и промывки от рассола кристаллогидратов и их плавление, подачу образовавшейся пресной воды на стадию промывки кристаллогидратов [3].

Известна установка для осуществления данного способа, включающая основной и дополнительный кристаллизаторы, промывочную колонну, плавитель кристаллогидратов, связанный с отстойником, эжектор, отделитель рассола и патрубки ввода и вывода суспензии, рассола, жидкого и газообразного агента [3].

Недостатком данного способа и установки для его осуществления является невысокий коэффициент извлечения пресной воды, что приводит к недоопреснению рассола и выводу его из опреснителя с небольшим содержанием.

Цель изобретения - повышение коэффициента извлечения пресной воды.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу, включающему двухступенчатую кристаллизацию газовых гидратов из гидратообразующего агента и исходной воды, отделение, промывку и плавление кристаллогидратов, подачу образовавшейся пресной воды на стадию промывки кристаллогидратов, суспензию после первой ступени кристаллизации разделяют на рассол с кристаллогидратами и жидкий агент, который затем подают на вторую кристаллизацию,

причем плавление кристаллогидратов осуществляют в области существования перегретых паров с образованием пресной воды и газообразного агента.

Установка для осуществления предлагаемого способа, включающая основную и дополнительный кристаллизаторы, промывочную колонну, плавитель кристаллогидратов, связанный с отстойником, эжектор, отделитель рассола и патрубки ввода и вывода суспензии, рассола, жидкого и газообразного агентов, снабжена разделителем рассологидратной суспензии и жидкого агента с патрубками ввода и вывода суспензии и жидкого агента, при этом патрубок ввода суспензии разделителя соединен с основным и дополнительным кристаллизаторами, патрубок вывода суспензии разделителя - с промывочной колонной, а патрубок вывода жидкого агента - с дополнительным кристаллизатором.

На фиг.1 показан цикл теплоиспользующего опреснителя на фазовой диаграмме давление - температура (с использованием в качестве гидратообразующего агента - метилхлорида); на фиг.2 - схема установки.

В диаграмме (фиг.1) линия E - F кривая упругости (насыщения) агента, линии  $KM$ ,  $K_1M_1$ ,  $K_2M_2$ ,  $K_3M_3$  - равновесные кривые гидратообразования в пресной воде, 3,92, 5,51 и 9,26%-ного растворах NaCl соответственно.

В области I, ограниченной K ВИТ F существует жидкий агент и газовый гидрат, в области II, ограниченной F ВИТ M, существует газообразный агент и гидрат, в области III, ограниченной M ВИТ E - газообразный агент и вода, в области IV, ограниченной K ВИТ E - жидкий агент и вода.

Из фиг.1 видно, что по прототипу коэффициент извлечения опреснителя 0,65, т.е. концентрация сбросного рассола 5,51% NaCl, по предложенному способу коэффициент извлечения теплоиспользующего опреснителя 0,8, т.е. концентрация сбросного рассола 9,26%-ного NaCl.

Установка для осуществления способа состоит из основного 1 и дополнительного 2 кристаллизаторов, промывочной колонны 3, плавителя 4 с каплеотбойником 5, эжектора 6, насосов 7-10, отделителя 11 рассола, дегазатора 12, деаэрата 13 и разделителя 14 суспензии. Основной кристаллизатор 1 и плавитель 4 имеют встроенные теплообменники 15 и 16. Эжектор 6 соединен рабочей полостью с плавителем 4 выше каплеотбойника 5, выходной полостью - с основным кристаллизатором 1, а приемной - с дополнительным кристаллизатором 2. Разделитель 14 суспензии соединен через на-

сос 7 с выходом из основного кристаллизатора 1, через насос 8 и отделитель 11 рассола - с выходом из дополнительного кристаллизатора 2, через дроссельный вентиль 17 - с дополнительным кристаллизатором 2 и трубопроводом 18 - с нижней частью промывочной колонны 3, средняя часть которой имеет карман с фильтрующей сеткой 19, который соединен трубопроводом 20 с основным кристаллизатором 1 и трубопроводом 21 с дополнительным кристаллизатором 2. Нижняя часть плавителя 4 соединена с трубопроводом 22 вывода пресной воды из установки через дегазатор 12 и трубопроводом 23 через насос 9 с верхней частью промывочной колонны. В верхней части промывочной колонны, соединенной с плавителем 4 трубопроводом 24, расположен скрепер 25.

Установка работает следующим образом (для примера рассмотрена работа установки на метилхлориде, так же как и в прототипе).

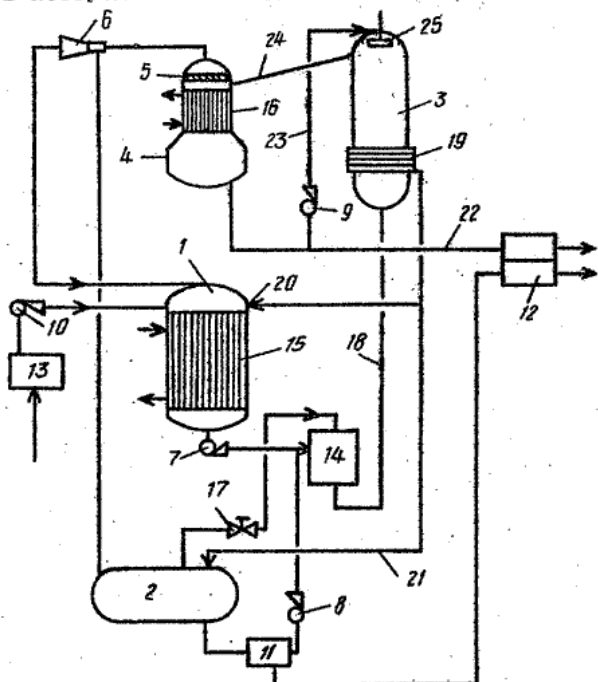
Исходный раствор с концентрацией 2%-ного NaCl через деаэрат 13, в котором из него удаляют растворенные газы, под давлением ~420 кПа подают насосом 10 в кристаллизатор 1, в котором он контактирует с агентом, подаваемым из выходной полости эжектора 6. При перемешивании газообразный агент охлаждается до ~288,2 К и часть его конденсируется, а другая часть образует кристаллогидраты при 288,8 К. Теплота конденсации агента и теплота гидратообразования отводится водой с 283К, циркулирующей через змеевик теплообменника 15. Суспензию (смесь ~10% по массе гидратов, жидкий агент и рассол) насосом 7 направляют в разделитель 14 суспензии, в качестве которого может служить гидроциклон, либо в отстойник, предварительно смешивая с суспензией (рассол и гидраты газа), подаваемой насосом 8 из кристаллизатора 2. В разделителе 14 суспензии 14 производят разделение суспензии на два потока: один - жидкий агент через дроссельный вентиль 17 направляют в дополнительный кристаллизатор 2, а другой - рассол и гидраты газа, по трубопроводу 18 направляют в нижнюю часть промывочной колонны 3 под давлением 675 кПа. В промывочной колонне гидраты газа отделяют от рассола при помощи фильтрующей сетки 19, а затем промывают от поверхностной рассольной пленки путем противоточной фильтрации пресной промывочной воды через движущийся вверх гидратный слой, как через пористый поршень. Промытые кристаллы скрепером 25 разрыхляют и по трубопроводу 24 подают в плавитель 4, в котором

они вследствие подвода низкопотенциального тепла сначала изобарически нагреваются до  $\sim 300,5$  К, а затем плавятся с образованием пресной воды и газообразного агента. Пресную воду выводят из нижней части плавителя и разделяют на два потока. Один поток представляет продуктивную пресную воду и по трубопроводу 22 через дегазатор 12 ее выводят из установки, другой - насосом 9 подают в верхнюю часть промывочной колонны 3 для промывки. Рассол, отделенный в промывочной колонне 3 от кристаллов, направляют на рециркуляцию: одну часть его смешивают с исходной соленой водой в кристаллизаторе 1, а часть по трубопроводу 21 направляют в дополнительный кристаллизатор 2, в котором его смешивают с жидким агентом, подаваемым через дроссельный вентиль 17 из разделителя 14, и при перемешивании они образуют кристаллогидраты при  $\sim 285,9$  К и давлении  $\sim 375$  кПа. Теплота гидратообразования отводится кипящим жидким агентом, в результате чего образуется газообразный агент, часть которого образует гидраты, повышая концентрацию раствора до 9,26%-ного NaCl. Кристаллогидратную суспензию из дополнительного кристаллизатора 2 подают в отделитель 11 рассола, в котором из нее отделяют часть рас-

сола, сбрасываемого из установки через дегазатор 12, а смесь рассола и гидратов газа насосом 8 подают в разделитель 14 суспензии.

Другую часть газообразного агента с верхней части дополнительного кристаллизатора 2 инжектируют агентом высокого давления после плавителя 4 в эжектор 6, который повышает его давление до  $\sim 420$  кПа и направляет в кристаллизатор 1.

Преимуществом предложенного способа и установки для его осуществления по сравнению с прототипом является то, что несмотря на повышение расхода низкопотенциального тепла (дешевого, часто бросового) коэффициент извлечения пресной воды теплоиспользующей кристаллогидратной установки повышается с 0,65 - 0,80, при солесодержании исходного рассола 2%-ного NaCl, а это означает, что концентрация сбросного рассола увеличивается с 5,51 - 9,26%-ного NaCl (учитывая интересы охраны окружающей среды концентрации сбросного рассола должна быть максимальна, чтобы обеспечить утилизацию, либо обезвреживание сбрасываемых рассолов из установки). Кроме того, снижаются объемы аппаратов деаэрации исходного раствора на 18,8% и дегазации сбросного рассола на 51,8%.



Фиг. 2

ВНИИПИ Заказ 4132/18  
Тираж 867 Подписное

Филиал ППП "Патент",  
г. Ужгород, ул. Проектная, 4