

Союз Советских
Социалистических
Республик



Комитет по делам
изобретений и открытий
при Совете Министров
СССР

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

355068

Зависимое от авт. свидетельства № —

Заявлено 21.X.1970 (№ 1483156/27-11)

с присоединением заявки № —

Приоритет —

Опубликовано 16.X.1972. Бюллетень № 31

Дата опубликования описания 20.VIII.1973

М. Кл. В 63j 1/00

УДК 66.048(088.8)

Авторы
изобретения В. С. Мартыновский, Л. З. Мельцер, Л. Ф. Смирнов и Е. И. Клещун

Заявитель Одесский технологический институт холодильной промышленности

ОПРЕСНИТЕЛЬ МОРСКОЙ ВОДЫ

1

Изобретение относится к водному транспорту и касается опреснителей морской воды.

Известны опреснители морской воды, содержащие теплообменное устройство, использующее разность температур поверхностных и глубинных слоев моря.

Целью изобретения является повышение экономичности опреснителя и упрощение теплового цикла.

Достигается эта цель тем, что предлагаемый опреснитель выполнен в виде кристалло-гидратной установки, сообщаемой через трубопровод-кристаллизатор с глубинными слоями моря, содержащими гидратообразующие агенты, например сероводород. Теплообменное устройство совмещено с подводным трубопроводом-кристаллизатором, через стенки которого отводится выделяющаяся в процессе гидратообразования теплота.

На фиг. 1 схематически изображен предлагаемый опреснитель; на фиг. 2 дана схема компоновки береговой опреснительной установки; на фиг. 3 — график изменения солености, плотности и содержания сероводорода в водах Черного моря в зависимости от глубины; на фиг. 4 (а, б) — газовый и комбинированный циклы опреснительной установки с гидратообразующим агентом на фазовой диаграмме в координатах давление — температура.

2

Известно, что в морях и океанах с изменением глубины изменяется температура воды t ($^{\circ}\text{C}$), ее соленость s (%) и плотность ρ ($\text{г}/\text{см}^3$). Кроме того, в некоторых бассейнах, например в бассейне Черного моря, начиная с глубины 200 м, наблюдается возрастание концентрации сероводорода, растворенного в морской воде.

5 Известно, что в морях и океанах с изменением глубины изменяется температура воды t ($^{\circ}\text{C}$), ее соленость s (%) и плотность ρ ($\text{г}/\text{см}^3$). Кроме того, в некоторых бассейнах, например в бассейне Черного моря, начиная с глубины 200 м, наблюдается возрастание концентрации сероводорода, растворенного в морской воде.

10 Вследствие высокой температуры верхней инвариантной точки, высокой скорости образования гидратов, имеющих значительные размеры кристаллов, что существенно для работы кристаллизатора и сепаратора, и относительной дешевизны в качестве наиболее пригодного гидратообразующего агента рекомендуется хлор. Однако в виду наличия в морской воде, а также вследствие благоприятного положения верхней инвариантной точки не исключено также применение сероводорода.

15 25 Ниже приведены гидратные свойства хлора и сероводорода.

	Хлор	Сероводород
Верхняя инвариантная точка (ВИТ) температура, °С	28,71	29,45
давление, бар	6,1	22,4
Нижняя инвариантная точка (НИТ) температура, °С		0,389
давление, бар		0,93
Состав гидрата, моль H ₂ O/моль агента	6,2	6
Плотность гидрата, г/см ³	1,31	1,021
Теплота образования гидрата (из газа и воды), кдж/моль	67	62
Растворимость агента в воде (при 20°С и 760 мм рт. ст.) кг/т	7,29	3,85
Понижение температуры ВИТ в 6%-ном растворе NaCl °С	2,9	

Опреснитель содержит трубопровод-кристаллизатор 1 с теплопередающими стенками, выполненными из металла, погруженный в море на требуемую глубину, насос 2 для подачи суспензии, сепаратор 3 типа промывочной колонны для отделения кристаллов гидрата и промывки их от рассола, плавитель 4, предназначенный для плавления кристаллов гидрата, насос 5 для подачи пресной воды, теплообменник 6 для нагрева пресной воды в теплом поверхностном слое моря, компрессор 7, сжимающий агент от давления плавителя до давления, определяемого уровнем столба морской воды под нижней частью трубопровода-кристаллизатора, дехлоринизаторы или десероводородонизаторы 8, служащие для извлечения агента из отводимых из установки пресной воды, откачиваемой насосом 9 в емкость 10, и рассола, сбрасываемого в море при помощи насоса 11.

Трубопровод-кристаллизатор 1 укладывается на дно по уклону на требуемую глубину. Опреснительный блок 12 с основными аппаратами монтируется на берегу или на эстакаде. Теплообменник 13 устанавливается вблизи опреснительного блока на железобетонных опорах. Для защиты теплообменника и всех сооружений от разрушения может служить плавающий волнолом 14.

Опреснитель на хлоре работает следующим образом.

Через нижний открытый конец в трубопровод-кристаллизатор 1, погруженный на глубину 25—30 м, поступает морская вода температурой 9°С. Затем она смешивается с газообразным, охлажденным ~ до 10°С хлором, подаваемым компрессором 7 при давлении 3 бар, при этом образуются кристаллогидраты. Смесь морской воды, кристаллов и непрореагировавшего газа подается насосом 2 на поверхность моря с результирующим падением давления. При транспортировании смеси продолжают непрерывно образовываться новые кристаллогидраты в результате присутствия реагентов. Выделяющаяся при этом теплота отводится в окружающую холодную мор-

скую воду через теплопередающую стенку самого трубопровода-кристаллизатора. Процесс кристаллизации заканчивается до поступления суспензии в насос 2.

5 После этого кристаллогидратная суспензия подается насосом в сепаратор 3, в котором гидраты отделяются от рассола при помощи фильтрационной решетки, а затем промываются от поверхностной рассольной пленки путем противоточной фильтрации пресной промывочной воды через движущийся вверх гидратный слой, как через пористый поршень. Промытые кристаллы сбрасываются в плавитель 4, смешиваются в нем с пресной водой, 10 нагретой до 15—20°С и плавятся с образованием газообразного агента и воды.

Газ отсасывается и сжимается компрессором 7, затем, переохладившись по пути в теплообменнике 13 под действием низкой температуры глубинных слоев воды, направляется в трубопровод-кристаллизатор 1.

Из нижней части плавителя 4 забирается пресная вода. Одна часть ее идет в сепаратор 3 на промывку, другая направляется при помощи насоса 5 в теплообменник 6 для подогрева ее в теплых поверхностных слоях моря и затем снова на рециркуляцию в плавитель, а третья часть представляет собой продуктивную воду. Последняя после прохождения через дехлоринизатор 8, в котором при помощи вакуум-насосов поддерживается абсолютное давление около 30 мм рт. ст., подается насосом 9 в накопительную емкость 10.

35 Гидратный цикл с хлором полностью осуществляется в газовой фазе при малых давлениях (основные аппараты-сепаратор, плавитель и теплообменник — работают при атмосферном давлении) и в интервале температур 8—24°С.

40 Для работы опреснительной установки на хлоре в условиях Черного моря характерна следующая последовательность процессов газового цикла (см. фиг. 4,а): I—II — начало и окончание гидратообразования в трубопроводе-кристаллизаторе; II—III — перекачивание суспензии из кристаллизатора в сепаратор; III — процесс отделения и отмывки кристаллов от рассола в сепараторе; III—IV — процесс разложения гидратов в плавителе; 45 IV—V — сжатие агента в компрессоре; V—I — охлаждение агента в теплообменнике 13 и подача его в кристаллизатор.

Цикл с сероводородом (см. фиг. 4,б) целесообразен только при погружении нижней части кристаллизатора на глубину 200 м и ниже (в случае, если преследуется дополнительная цель — извлечение сероводорода). При заборе воды с глубины 200 м количества сероводорода, извлеченного из десероводородонизаторов, вследствие малой его концентрации (около 1 мг·H₂S/1 л воды), едва хватает на восполнение потерь из-за утечек газа из установки и уноса агента со сбросным рассолом.

65 Компрессор в этом случае работает в интер-

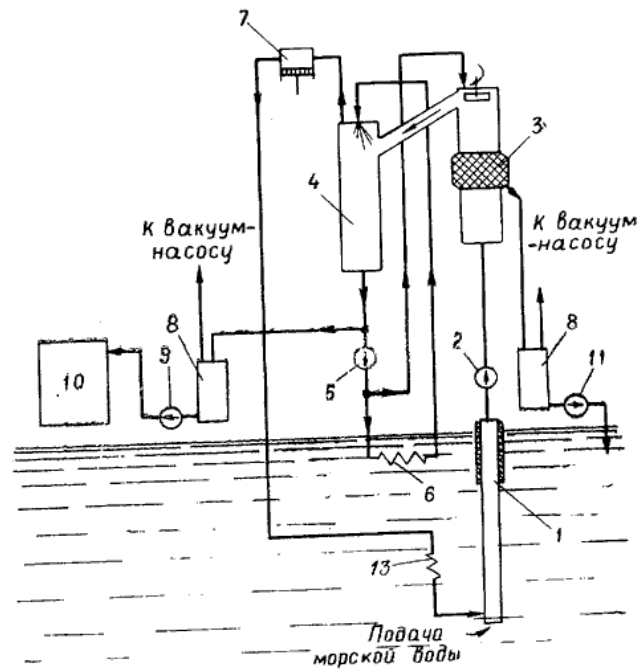
вале давлений 3—20 бар. Сероводород после компрессора по пути в кристаллизатор конденсируется в теплообменнике 13. В этом случае на отрезке V—I кривой показана последовательность процессов снятия перегрева газа, его конденсации и переохлаждения жидкости. Гидратный цикл с сероводородом является комбинированным. Выделяющаяся в процессе гидратообразования теплота отводится частично холодной водой через стенку трубопровода-кристаллизатора, а частично при кипении сероводорода на кривой упругости.

Цикл с сероводородом по сравнению с циклом на хлоре менее экономичен вследствие того, что компрессор работает с большей степенью сжатия, необходим трубопровод большей протяженности, повышается рабочее давление надводных аппаратов. Тем не менее установка, работающая на сероводороде, уступающая установке, работающей на хлоре, остав-

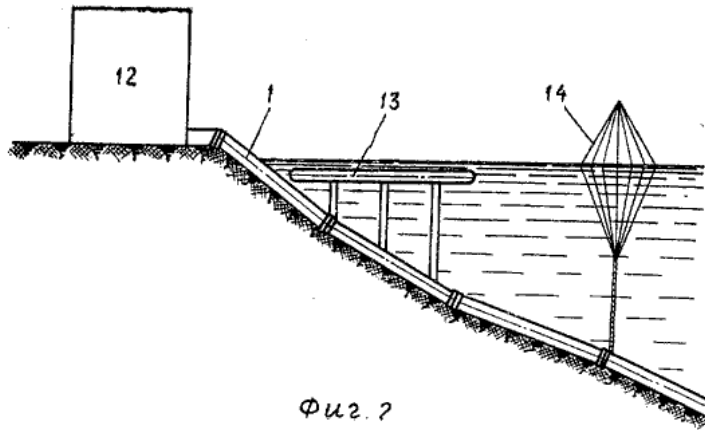
ся достаточно конкурентоспособной по сравнению с известными кристаллогидратной или замораживающей схемами.

Предмет изобретения

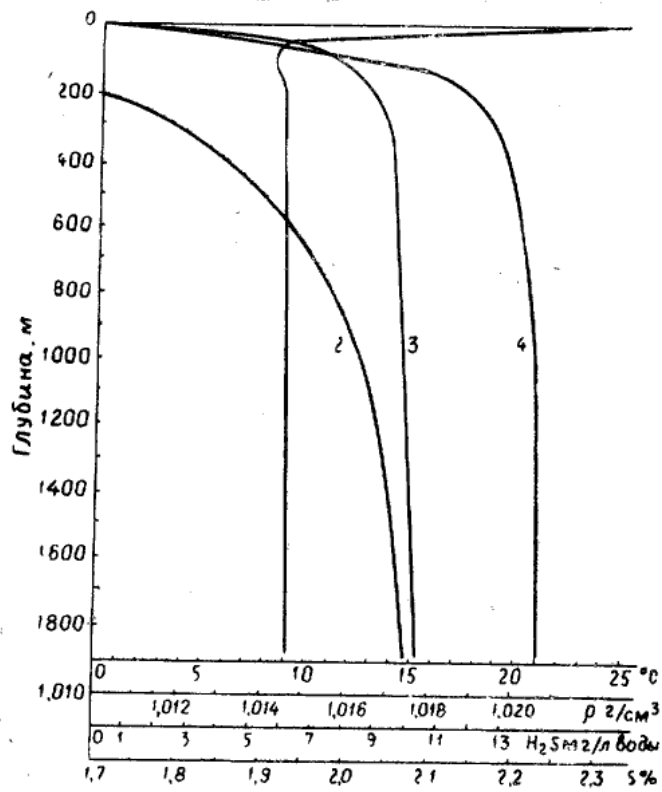
Опреснитель морской воды, содержащий теплообменное устройство, использующее разность температур поверхностных и глубинных морских вод, отличающийся тем, что, с целью повышения экономичности опреснителя и упрощения теплового цикла, он выполнен в виде кристаллогидратной установки, сообщаемой через трубопровод-кристаллизатор с глубинными слоями моря, содержащими гидратообразующие агенты, например сероводород, причем теплообменное устройство совмещено с подводным трубопроводом-кристаллизатором, через стенки которого отводится выделяющаяся в процессе гидратообразования теплота.



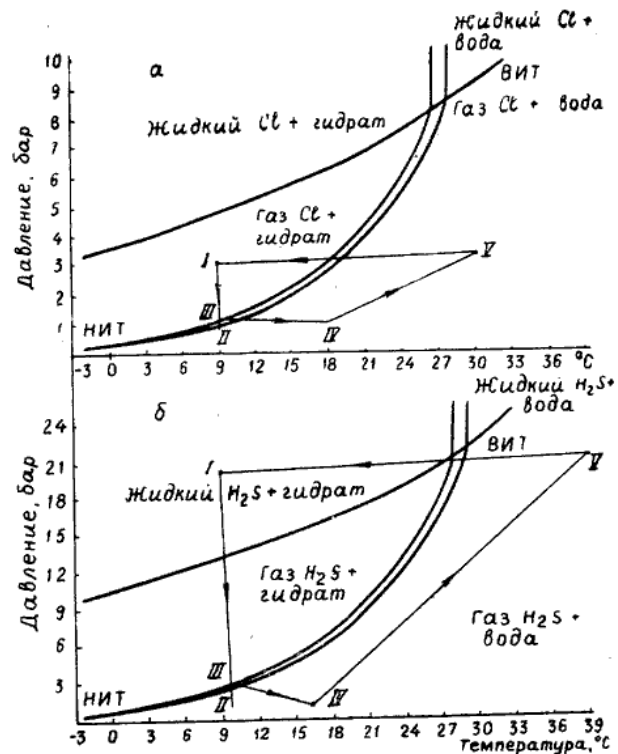
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Составитель С. Жаботинский

Редактор В. Борисова

Техред А. Камышникова

Корректор В. Жолудева

Заказ 2282/3

Изд. № 270

Тираж 406

Подписное

ЦНИИПИ Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР

Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2