



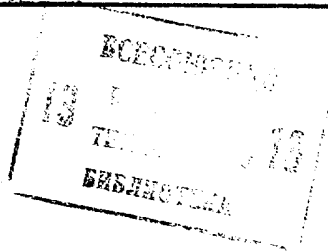
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1406074 A1

(51) 4 В 65 D 90/30

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4184116/31-13  
(22) 19.01.87  
(46) 30.06.88. Бюл. № 24  
(71) Челябинский политехнический институт им. Ленинского комсомола  
(72) А.А. Беспалов, В.А. Герлига, В.А. Дойников, А.А. Боговин и И.П. Мохрачев  
(53) 621.642.3(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 579190, кл. В 65 D 90/30, 1978.  
(54) СПОСОБ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РЕЗЕРВУАРЕ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ПАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ  
(57) Изобретение относится к хранению нефтепродуктов и может быть использовано в нефтехимической и нефтеперера-

батывающей промышленности, а также в других отраслях, связанных с хранением легкоиспаряющихся продуктов. Цель изобретения - снижение потерь и энергозатрат при хранении и повышение эксплуатационной надежности. Способ заключается в конденсации паровоздушной смеси путем пропускания в режиме барботажа через слой охлаждаемого нефтепродукта. Новым в способе является предварительное охлаждение паровоздушной смеси, поступающей в емкость-конденсатор до 0°С и использование воздуха, несконденсировавшегося в процессе барботажа, чем достигается осушка смеси и рациональное использование холода воздуха. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

(19) SU (11) 1406074 A1

Изобретение относится к хранению нефтепродуктов и может быть использовано в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также в других отраслях, связанных с хранением легкоиспаряющихся жидких продуктов.

Цель изобретения - снижение потерь и энергозатрат при хранении и повышение эксплуатационной надежности путем исключения образования ледяных пробок.

Предварительное охлаждение паровоздушной смеси, поступающей в емкость-конденсатор, до  $0^{\circ}\text{C}$  позволяет понизить влагосодержание смеси, поступающей на барботаж, до 0,6%, т.е. до практически нулевого парциального давления паров воды, тем самым существенно снизить вероятность перекрытия проходных сечений трубопроводной арматуры льдом и инеем, а следовательно, повысить эксплуатационную надежность способа.

Предварительное охлаждение до  $0^{\circ}\text{C}$  позволяет исключить образование льда, точнее ледяных пробок, и в устройствах, где осуществляется предварительное охлаждение смеси, так как влага из смеси выпадает в виде жидкости, которую можно сравнительно просто отделить от конденсата. Выпадение влаги в жидком состоянии объясняется отсутствием переохлаждения смеси относительно точки замерзания воды.

Таким образом, повышается эксплуатационная надежность способа утилизации паров нефтепродукта.

Предварительное охлаждение паровоздушной смеси воздухом, охлажденным при барботаже, позволяет частично осушить смесь и тем самым повысить эксплуатационную надежность способа, сконденсировать пары нефтепродукта до равновесной концентрации, соответствующей температуре предварительно охлажденной паровоздушной смеси, и тем самым уменьшить теплосодержание смеси, поступающей на барботаж, и, следовательно, снизить затраты энергии на конденсацию оставшегося пара в смеси, имеющей значительно меньшее теплосодержание.

На чертеже изображена принципиальная схема установки для осуществления предлагаемого способа.

Установка включает резервуар 1, заполненный нефтепродуктом, газовое пространство которого трубопроводом 2 соединено с теплообменником 3, емкость-конденсатор 4, вход которой трубопроводом 5 соединен с теплообменником, а свободное пространство теплоизолированным трубопроводом 6 соединено с теплообменником 3, отстойник 7, конденсатосборник 8, соединенный переливными трубками 9 с отстойником 7 и емкостью-конденсатором 4, и насос 10, вход которого соединен с конденсатосборником 8, а выход - с резервуаром 1.

Способ осуществляется следующим образом.

Вытесняемая из резервуара 1 паровоздушная смесь по трубопроводу 2 поступает в теплообменник 3, где охлаждается до  $0^{\circ}\text{C}$  холодным воздухом, поступающим из емкости-конденсатора 4 по теплоизолированному трубопроводу 6. Охлаждение смеси в теплообменнике 3 сопровождается конденсацией паров воды и нефтепродукта до концентраций, соответствующих  $0^{\circ}\text{C}$ , т.е. пары нефтепродукта конденсируются частично, а пары воды - практически полностью. Осушенная паровоздушная смесь, имеющая меньшее теплосодержание и меньшую концентрацию паров нефтепродукта, по трубопроводу 5 поступает в емкость-конденсатор 4, заполненную охлажденным нефтепродуктом. Проходя в режиме барботажа через охлажденный нефтепродукт, смесь охлаждается до температуры, соответствующей нулевому парциальному давлению паров нефтепродукта, в результате чего пары нефтепродукта полностью конденсируются, а воздух (инертный некоонденсирующийся компонент смеси) охлаждается и по теплоизолированному трубопроводу 6 поступает в теплообменник 3, где отдает свой холод паровоздушной смеси и выбрасывается в атмосферу. Конденсат нефтепродукта и вода из теплообменника 3 стекают в отстойник 7, где происходит их разделение. По переливным трубам 9 конденсат нефтепродукта из отстойника 7 и емкости-конденсатора 4 перетекает в конденсатосборник 8, откуда по мере накопления насосом 10 подается в резервуар 1. Уровень нефтепродукта в емкости-конденсаторе 4 составляет 200-250 мм, что обеспечи-

вает прохождение всей паровоздушной смеси через теплообменник и емкость-конденсатор, исключая срабатывание предохранительных (дыхательных) клапанов, срабатывающих при давлении 200 мм вод. столба. При необходимости емкость-конденсатор с теплообменником может обслуживать несколько резервуаров, заполненных одним и тем же нефтепродуктом.

Использование предлагаемой установки и реализация способа позволяет обеспечить полную утилизацию паров нефтепродуктов; существенно снизить (на 20-30%) затраты электроэнергии на конденсацию паров; предотвратить выбросы паров нефтепродукта в атмосферу, тем самым решать проблему защиты окружающей среды; снизить вероятность перекрытия проходных сечений трубопроводной арматуры льдом и инеем.

Теоретическим обоснованием существенного снижения влажности паровоздушной смеси при охлаждении ее до 0°C является практически нулевое парциальное давление паров воды при нулевой температуре.

**Пример 1.** Количество влаги, содержащейся в паровоздушной смеси с влажностью  $\varphi = 0,95$  и температурой 30°C, равно

$$C_B = 719,4 \frac{\frac{P_{нв}}{P}}{1 - \frac{P_{нв}}{P}} = 719,4 \frac{\varphi \frac{P_5}{P}}{1 - \varphi \frac{P_5}{P}},$$

где  $C_B$  - количество воды в 1000 м<sup>3</sup> смеси, кг;

$P_{нв}$  - парциальное давление паров воды в смеси;

$P_5$  - давление насыщенных паров воды;

$\varphi$  - влажность воздуха;

$P$  - абсолютное давление смеси.

$$C_B^{30^\circ\text{C}} = 719,4 \frac{1 \cdot \frac{0,95 \cdot 0,04241}{1,02}}{1 - \frac{0,95 \cdot 0,04241}{1,02}} =$$

$$= 29,5 \text{ кг/1000 м}^3$$

Остаточное влагосодержание смеси после охлаждения до 0°C

$$C_B^{0^\circ\text{C}} = 719,4 \frac{1 \cdot \frac{0,0061}{1,02}}{1 - \frac{1 \cdot 0,0061}{1,02}} =$$

$$= 4,2 \text{ кг/1000 м}^3.$$

Таким образом, предварительное охлаждение паровоздушной смеси до 0°C позволяет извлечь из смеси 86% влаги.

Снижение энергоемкости способа можно обосновать, рассмотрев уравнение теплового баланса для емкости-конденсатора

$$Q_H = Q_B + Q_{пн} + Q_K,$$

где  $Q_H$  - тепло, которое необходимо отвести от нефтепродукта в емкости-конденсаторе;

$Q_B$  - тепло сухого воздуха;

$Q_{пн}$  - тепло перегретых паров нефтепродукта;

$Q_K$  - тепло конденсации паров нефтепродукта

$$Q_H = G_B C_{pB} (T_1 - T_2) + G_n C_{pn} (T_1 - T_{51}) + G_{пн},$$

где  $G_B, G_n$  - вес воздуха и паров нефтепродукта в вытесненной паровоздушной смеси;

$C_{pB}, C_{pn}$  - теплоемкость воздуха и паров;

$T_1$  - температура вытесненной смеси;

$T_{51}$  - температура паров на линии насыщения;

$T_2$  - температура, поддерживаемая в емкости-конденсаторе, соответствующая нулевому парциальному давлению паров нефтепродукта.

**Пример 2.** Расход паровоздушной смеси при "большом дыхании" составляет 200 м<sup>3</sup>/ч; температура смеси - 50°C; температура на линии насыщения, соответствующая концентрации паров  $C = 0,4$  - 38°C.

Температура, поддерживаемая в емкости-конденсаторе, - 50°C.

$$\text{Теплоемкость воздуха } C_{pB} = 1,006 \left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \right].$$

$$\text{Теплоемкость паров бензина } C_{pn} = 2 \left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \right].$$

$$\text{Скрытая теплота парообразования } r = 272 \left[ \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right].$$

Подставив исходные данные в уравнение теплового баланса, получим  $Q_H \approx 75000$  кДж, что соответствует мощности холодильного агрегата 20 кВт.

$Q_{\text{пл}} \approx 5000$  кДж;  $Q_{\text{к}} \approx 56000$  кДж;  
 $Q_{\text{в}} \approx 14000$  кДж, или 4 кВт, т.е. на охлаждение воздуха идет  $\sim 20\%$  энергии.

**Пример 3.** Температура на линии насыщения, соответствующая конденсации паров нефтепродукта  $C = 0,2$ ,  $-19^{\circ}\text{C}$ .

Остальные данные по примеру 2. После расчета получаем.

$Q_{\text{к}} \approx 53000$  кДж, или  $\sim 15$  кВт;  $Q_{\text{пл}} \approx 6500$  кДж;  $Q_{\text{к}} \approx 27500$  кДж;  $Q_{\text{в}} \approx 19000$  кДж, или  $\sim 5,5$  кВт, т.е. на охлаждение воздуха идет  $\sim 36\%$  энергии.

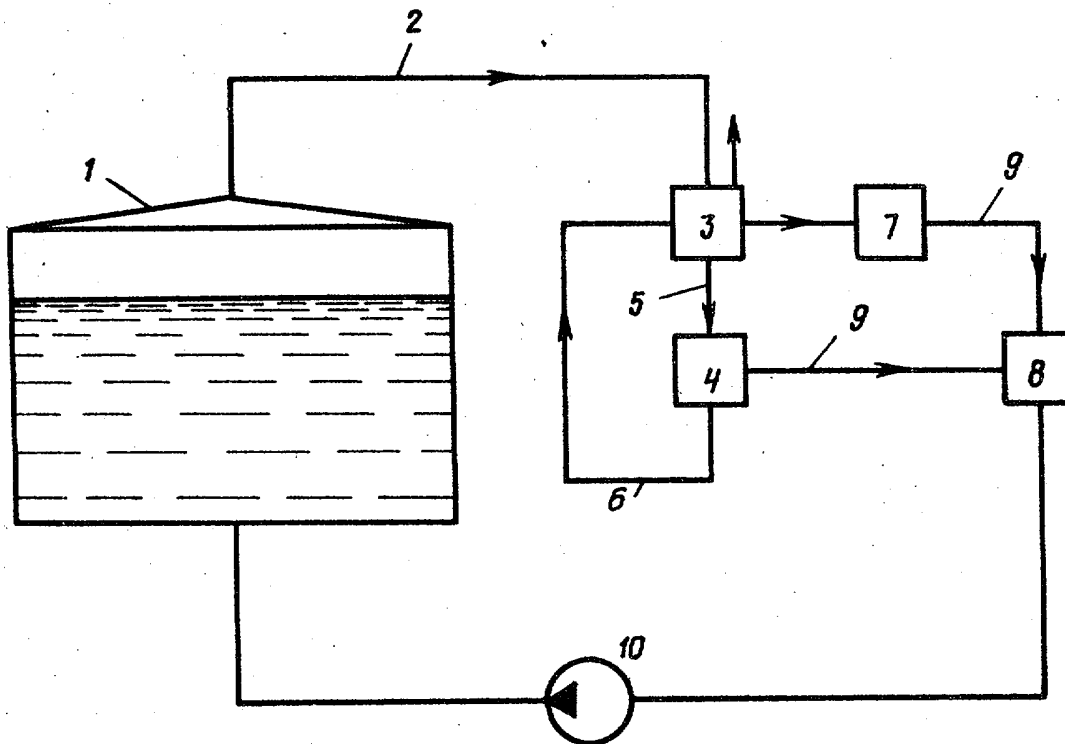
Из приведенных примеров видно, что использование холода воздуха, конденсирующегося при обработке, позволяет на 20-30% снизить затраты энергии на утилизацию паров нефтепродуктов по сравнению с прототипом.

**Формула изобретения**

1. Способ хранения нефтепродуктов в резервуаре с утилизацией паров неф-

тепродуктов, включающий конденсацию паров путем пропускания в режиме барботаж паровоздушной смеси из резервуара через конденсатор, заполненный нефтепродуктом из резервуара, температуру которого поддерживают ниже температуры нефтепродукта и выше температуры кристаллизации последнего, отличающийся тем, что, с целью снижения потерь и энергозатрат при хранении и повышения эксплуатационной надежности путем исключения образования ледяных пробок, перед конденсацией паровоздушную смесь охлаждают до  $0^{\circ}\text{C}$ .

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что охлаждение паровоздушной смеси производят воздушной средой, охлажденной в процессе барботажа.



Составитель Е. Костоломов

Редактор Л. Веселовская Техред Л. Сердюкова Корректор И. Муска

Заказ 3149/19

Тираж 664

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4