

## ê¸Á%ÂÎ 3

---

---

### ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ПРИ РЕГЕНЕРАЦИИ АБСОРБЕНТА В ПРОЦЕССАХ АБСОРБЦИОННОЙ ОСУШКИ И ОЧИСТКИ ГАЗА

#### 3.1. ТЕХНОЛОГИИ

##### 3.1.1. СПОСОБ РЕГЕНЕРАЦИИ АБСОРБЕНТА

###### **Краткое описание**

Предложенный способ регенерации абсорбента относится к технике осушки и очистки природного или попутного газа.

Способ регенерации абсорбента включает в себя нагрев насыщенного абсорбента, продувку его отпарным газом, охлаждение и осушку последнего и возврат его на стадию продувки. Осушку отпарного газа осуществляют путем адсорбции на твердых поглотителях до точки росы отпарного газа минус 70 – минус 30 °С.

###### **Эффективность**

Данный способ позволяет уменьшить расход отпарного газа на 15–20 %, снизить нагрузку регенератора по абсорбенту на 10–15 % и обеспечить повышение концентрации регенерированного абсорбента. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН.

###### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

## **Литература**

Авторское свидетельство № 654274, БИ № 12, 1979 (Авторы: Л.М. Виленский, Г.К. Зиберт, Ю.А. Кащицкий).

### **3.1.2. СПОСОБ ГЛУБОКОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПОГЛОТИТЕЛЯ ВЛАГИ – ГЛИКОЛЯ**

#### **Краткое описание**

Предложенный способ регенерации гликоля относится к процессам абсорбционной осушки газов.

Глубокую осушку гликоля проводят путем предварительного нагрева регенерированным поглотителем водяных паров до 135–140 °С с последующей двухступенчатой отпаркой их, причем вторую ступень ведут под вакуумом, отбирая паровой поток со второй ступени и осуществляя его контакт с потоком холодного поглотителя до вакуум-создающей системы. На стадию контактирования подают 15–60 % (по массе) исходного насыщенного поглотителя, который возвращают после контактирования в исходный поток поглотителя. При этом исходный поток поглотителя подают при 5–40 °С.

Предложенный способ работает следующим образом.

Насыщенный гликоль подают в теплообменник для предварительного нагрева регенерированным поглотителем влаги. Нагретый насыщенный гликоль подают на первую ступень отпарки в среднюю часть атмосферной или вакуумной колонны, где происходит предварительная отпарка влаги.

Пары влаги, выходя из первой ступени отпарки, контактируют в противотоке с флегмой, образованной частичной конденсацией этих паров, что предотвращает унос поглотителя влаги. Несконденсированные пары выводят из первой ступени. Из нижней (кубовой) части колонны частично регенерированный и подогретый поглотитель влаги подают во вторую ступень отпарки, откуда водяные пары поступают на вакуум-создающую систему, перед которой происходит контакт этих паров с потоком холодного исходного насыщенного поглотителя. После его контакта поглотитель возвращается в исходный поток. При контакте в противотоке насыщенного холодного поглотителя влаги с парами воды происходит поглощение паров влаги холодным потоком жидкого поглотителя, что приводит к резкому снижению парциального давления паров влаги и общего давления на этой ступени. Несконденсированные пары

с контактной ступени отводят и подают на первую ступень отпарки или сбрасывают в атмосферу.

### **Эффективность**

Предложенный способ глубокой регенерации абсорбента дает возможность получить высококонцентрированный (абсолютизированный) поглотитель влаги, с помощью которого можно осушить природные и попутные газы с большой депрессией по начальной и конечной температуре точки росы и до точек росы минус 40 – минус 100 °С без применения адсорбционных установок, работающих циклически и имеющих значительный перепад давления; для установки осушки с высокой начальной температурой газа этот способ позволяет снизить затраты на предварительные охлаждения этого газа. По сравнению с адсорбционным способом процесс глубокой осушки газа высококонцентрированным гликолем по капитальным вложениям ниже на 20 %, энергозатраты втрое меньше, а себестоимость осушки газа меньше на 30 %. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН и внедрено в промышленность.

### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28), Всесоюзный заочный политехнический институт.

### **Литература**

Патент РФ № 1033166, БИ № 29, 1995 (Авторы: Г.К. Зиберт, И.А. Александров, Ю.А. Кашицкий).

### **3.1.3. СПОСОБ РЕГЕНЕРАЦИИ ЖИДКОГО ПОГЛОТИТЕЛЯ ЖИДКОСТИ**

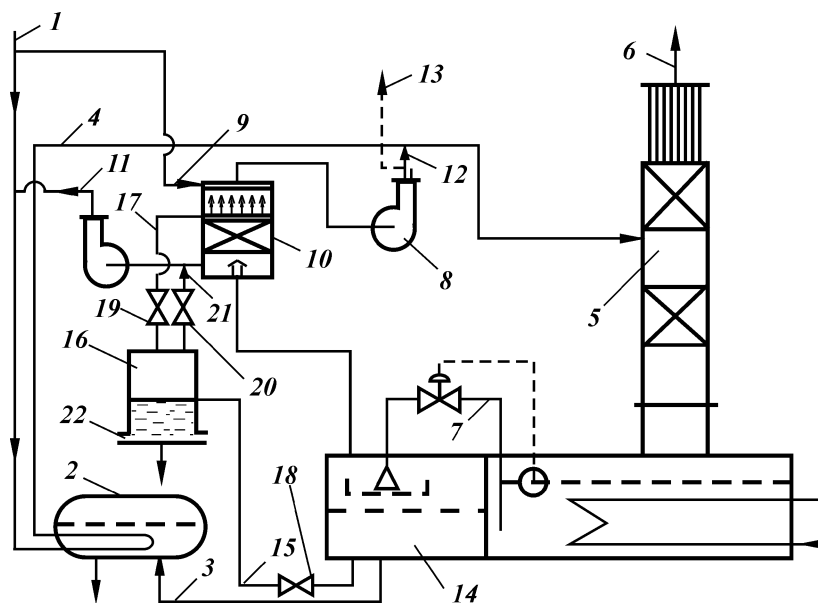
#### **Краткое описание**

Предложенный способ регенерации жидкого поглотителя жидкости относится к процессам осушки газа жидкими поглотителями и используется в промысловых и заводских установках осушки природного и нефтяного газа, в регенераторах гликоля.

На рис. 3.1 изображена принципиальная технологическая схема установки, работающая следующим образом.

Насыщенный гликоль подают по линии 1 в теплообменник 2 для предварительного нагрева регенерированным поглотителем влаги, поступающим по линии 3. Нагретый насыщенный гликоль подают по линии 4 на первую ступень отпарки в среднюю часть атмосферной или вакуумной колонны 5, где происходит предварительная отпарка влаги.

Пары влаги, выходя из первой ступени отпарки, контактируют в противотоке с флегмой, образованной частичной конденсацией этих паров, что предотвращает унос поглотителя влаги. Несконденсированные пары выводятся из первой ступени по линии 6. Из нижней (кубовой) части колонны частично регенерированный и подогретый поглотитель влаги подают во вторую ступень отпарки 14, откуда водяные пары поступают на вакуумсоздающую систему 8, перед которой осуществляют контакт паров с потоком холодного поглотителя, отбираемого из линии 1 по линии 9 на контактную ступень 10.



**Рис. 3.1. Способ регенерации жидкого поглотителя влаги:**

1 – линия насыщенного поглотителя; 2 – теплообменник; 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 21 – линии материальных потоков; 5 – вакуумная колонна; 8 – вакуумсоздающая система; 10 – контактная ступень; 14 – вторая ступень; 16 – емкость, 18, 19, 20 – запорные устройства; 22 – люк

После контакта на ступени 10 поглотитель по линии 11 возвращается в линию 1. При контакте в противотоке насыщенного холодного поглотителя влаги с парами воды на ступени 10 происходит поглощение паров влаги холодным потоком жидкого поглотителя, что приводит к резкому снижению парциального давления паров влаги и общего давления на этой ступени. Несконденсированные пары с контактной ступени 10 отводят и подают по линии 12 на первую ступень отпарки или по линии 13 сбрасывают в атмосферу.

Для очистки гликоля от примесей часть горячего регенерированного поглотителя из второй ступени 14 отпарки влаги подают по линии 15 в емкость 16, в которой горячий регенерированный поглотитель испаряют путем подачи его паров на контакт с холодным поглотителем перед его контактированием с водяным паром второй ступени отпарки. На линиях 15 и 17 установлены запорные устройства 18 и 19 для отключения емкости 16 от системы. После отключения емкости 16 по линии 21 через запорное устройство 20 соединяют ее с атмосферой, затем выгружают неиспарившиеся примеси (соли, смолы, продукты коррозии), открывая люк (устройство выгрузки) 22.

### **Эффективность**

Вследствие уменьшения засоления диэтиленгликоля потери его при обессоливании практически отсутствуют. Использование предложенного способа позволяет отказаться от закупки импортных установок обессоливания гликолей, стоимость которых значительна (45 000–50 000 долларов). Создание и освоение отечественных аналогичных установок позволяет совместить процесс регенерации с процессом обессоливания, что снижает капитальные и энергетические затраты на эти процессы. Техническое решение внедрено в промышленность.

### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

### **Литература**

Патент РФ № 1077619, БИ № 9, 1984 (Авторы: Г.К. Зиберт, И.А. Александров, Ю.А. Кащицкий).

## 3.2. ОБОРУДОВАНИЕ

### 3.2.1. РЕГЕНЕРАТОР АБСОРБЕНТА

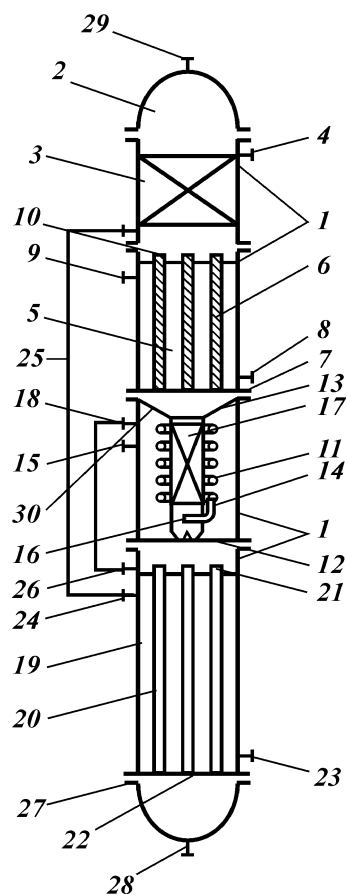
#### Краткое описание

Регенератор абсорбента (рис. 3.2) выполнен в виде вертикального корпуса с укрепляющей секцией в верхней части, под которой размещены испарительная секция, десорбционная колонка и змеевик десорбционного газа, а в нижней части корпуса установлена рекуперативно-десорбционная секция. Регенератор снабжен усеченным конусом, установленным под испарительной секцией, меньшее основание которого соединено с верхней частью десорбционной колонки, а нижняя часть соединена со змеевиком десорбционного газа.

Регенератор работает следующим образом.

Насыщенный абсорбент подают через патрубок 23 в межтрубное пространство рекуперативно-теплообменной секции 19, где он предварительно нагревается окончательно регенерированным абсорбентом, стекающим по трубам трубного пучка 20. Через патрубок 24 насыщенный абсорбент выводят из межтрубного пространства секции 19 и по трубопроводу 25 подают на верх испарительной секции 5. Насыщенный абсорбент стекает по насадке 10, размещенной в трубах трубного пучка 6, равномерно нагревается по всей высоте испарительной секции 5 теплоносителем, который вводят в межтрубное пространство секции 5 через патрубок 8 и выводят через патрубок 9. В процессе нагрева насыщенного абсорбента в трубках трубного пучка 6 пары абсорбента и поглощенного вещества разделяются на фракции в присутствии десорбционного газа, поступающего из колонки 11.

Смесь паров абсорбента, поглощенного вещества и десорбционного газа поднимается в секцию 2, где на насадке при взаимодействии с флегмой, вводимой через патрубок 4, происходит окончательное концентрирование паров поглощенного вещества, которые затем вместе с десорбционным газом выводят через патрубок 29 из регенератора. Частично регенерированный абсорбент из нижней части испарительной секции 5 перетекает в колонку 11, где на насадке 17 он контактирует с десорбционным газом, поступающим через патрубок 16 в низ колонки 11. Десорбционный газ вводят в змеевик 14 через патрубок 15; через патрубок 18 окончательно регенерированный абсорбент выводят из регенератора.



**Рис. 3.2. Регенератор абсорбента:**  
 1 – корпус; 2 – укрепляющая секция; 3 – контактное устройство; 4 – для ввода флегмы, 8, 9 – ввода и вывода теплоносителя, 15, 16 – ввода и вывода десорбционного газа, 18, 28 – вывода регенерированного абсорбента, 23 – подачи насыщенного абсорбента, 24 – вывода насыщенного абсорбента, 29 – для вывода смеси десорбционного газа и абсорбционного вещества; 5 – испарительная секция; 6, 20 – пучок труб; 7, 21, 22 – трубные решетки; 10 – насадка; 11 – колонка; 12 – перегородка; 13 – кольцевое пространство; 14 – змеевик; 17 – насадка; 19 – рекуперативно-теплообменная секция; 25 – трубопровод; 26 – патрубок; 27 – сборник регенерированного абсорбента; 30 – усеченный конус

### Эффективность

В предложенном регенераторе значительно уменьшены габариты, металлоемкость, снижены энергозатраты на проведение процесса регенерации за счет увеличения поверхности теплообмена и равномерного нагрева абсорбента. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН и внедрено в промышленность.

### Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО «Газпром» (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

## **Литература**

Авторское свидетельство № 940812, БИ № 25, 1982 (Авторы: Б.В. Гайдук, Г.К. Зиберт, Г.П. Цинкалов, Л.П. Отвечалин).

### **3.2.2. РЕГЕНЕРАТОР АБСОРБЕНТА**

#### **Краткое описание**

Предложенный регенератор абсорбента используется в аппаратах регенерации жидких поглотителей жидкости (гликолей).

Регенератор (рис. 3.3) содержит вертикальный корпус 1, разделенный на отдельные секции. Рекуперативно-теплообменная секция 2 размещена в нижней части корпуса.

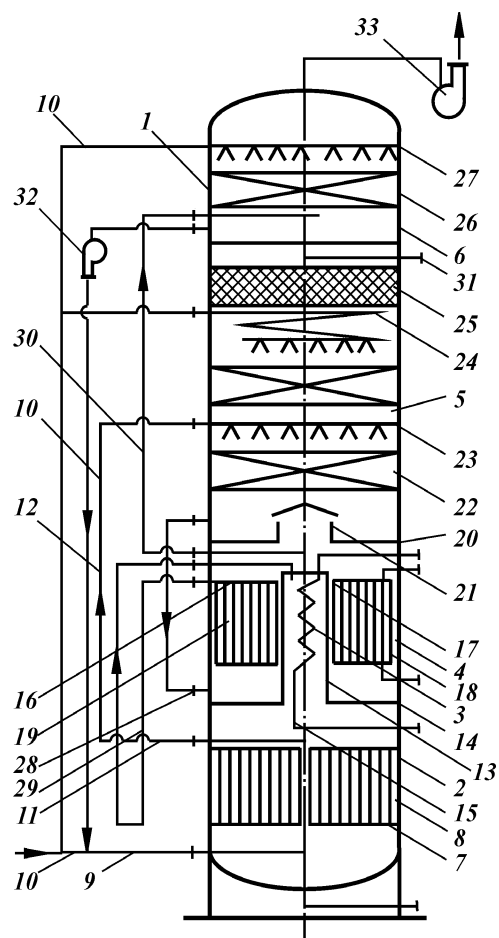
В средней части корпуса последовательно расположены секция вторичной отпарки 3, сообщенная по пару на входе с рекуперативно-теплообменной секцией 2, испарительная секция 4, сообщенная с секцией вторичной отпарки 3 по жидкости, ректификационная секция 5.

В верхней части аппарата размещена вакуумно-конденсационная секция 6. Рекуперативно-теплообменная секция 2 состоит из обечайки, закрытой сверху и снизу трубными решетками 7, в которых закреплены трубы 8. Межтрубное пространство секции 2 соединено на входе трубой 9 с линией насыщенного абсорбента 10 и на выходе – трубой 11 с линией подогретого насыщенного абсорбента 12. Секция вторичной отпарки 3 состоит из обечайки 13, ограниченной сверху крышкой, а снизу – диском 14 с отверстием и сообщается по пару с теплообменно-рекуперативной секцией 2, а по жидкости – с испарительной секцией 4. Внутри секции вторичной отпарки 3 расположен нагреватель 15. Испарительная секция 4 состоит из двух кольцевых решеток 16, соединенных с внутренней 17 и наружной 18 обечайками, в решетках закреплены трубы пучка 19.

Секция вторичной отпарки 3 расположена внутри секции 4. Над секцией 4 установлена тарелка 20 с отверстием в центре, в которое встроен патрубок 21 для выхода паров. Ректификационная секция 5 состоит из ряда насадок 22, орошаемых раздаточными устройствами 23, дефлегматора 24 и сепарационного устройства 25. В вакуумно-конденсационной секции 6 смонтирована насадка 26 и орошающее устройство 27.

Секция 6 сообщается по пару с секцией вторичной отпарки 3. Тарелка 20 сообщена по жидкости трубой 28 с испарительной секцией 4, которая через гидрозатвор 29 по жидкости со-





**Рис. 3.3. Регенератор абсорбента:**

1 – корпус; секции: 2 – рекуперативно-теплообменная, 3 – вторичной отпарки, 4 – испарительная, 5 – ректификационная, 6 – вакуумно-кондиционная; 7 – трубные решетки; 8 – трубы; 9, 10 – труба с линией насыщенного абсорбента; 11, 12 – труба с линией подогретого насыщенного абсорбента; 13 – обечайка; 14 – диск; 15 – нагреватель; 16 – кольцевые решетки; 17, 18 – внутренняя и наружная обечайки; 19 – пучок труб; 20 – тарелка; 21 – патрубок для выхода паров; 22 – насадка; 23 – раздаточное устройство; 24 – дефлегматор; 25 – сепарационное устройство; 26 – насадка; 27 – орошающее устройство; 28, 30 – труба по жидкости и пару; 29 – гидрозатвор; 31 – штуцер; 32, 33 – вакуум-насос

единена с секцией вторичной отпарки 3, верх которой сообщен по пару трубой 30 с вакуумно-конденсационной секцией 6.

Регенератор работает следующим образом.

Насыщенный абсорбент по линии 10 подают в межтрубное пространство рекуперативно-теплообменной секции 2, откуда подогретым регенерированным абсорбентом, поступающим в трубное пространство из секции вторичной отпарки 3, подают по трубе 12 через раздаточное устройство 23 на нижнюю насадку 22 в ректификационную секцию 5. На верхнюю насадку 22 этой секции через дефлегматор 24 и раздаточное устройство 23 по линии 10 подают насыщенный абсорбент вместе со стекающей с дефлегматора 24 влагой. Частично регенерированный абсорбент поступает на тарелку 20, откуда он по трубе 28 перетекает в низ испарительной секции 4, омывая снаружи секцию вторичной отпарки 3. При этом происходит частичный ее обогрев абсорбентом, находящимся в испарительной секции; дополнительно обогревают секцию вторичной отпарки паровым нагревателем 15, размещенным внутри секции. Это способствует более интенсивному испарению абсорбента, поступающего в нее через гидрозатвор 29 из испарительной секции 4. Испарительную секцию нагревают водяным паром, поступающим в межтрубное пространство. Пары из испарительной секции 4 через отверстие в тарелке 20 поступают в ректификационную секцию 5, где в противотоке контактируют на орошаемых насадках 22 с насыщенным абсорбентом. Отсепарированные в сепарационном устройстве 25 пары отводятся из ректификационной секции 5 через штуцер 31 на холодильник-конденсатор. Пары из секции вторичной отпарки 3 по трубе 30 подаются под насадку 26 вакуумно-конденсационной секции 6, где с помощью орошения насадки 6 холодным насыщенным абсорбентом, подаваемым по трубе 11, конденсируются, снижая давление, и отводятся вакуум-насосом 32 в линию насыщенного абсорбента 10. Пары воды из секции 6 отсасываются вакуум-насосом 33 и сбрасываются в атмосферу.

Окончательно регенерированный абсорбент стекает из секции вторичной отпарки 3 в трубное пространство рекуперативно-теплообменной секции 2 и охлажденный насыщенным абсорбентом, поступающим по трубе 9, отводится из нижней части аппарата.

### **Эффективность**

Предложенный регенератор абсорбента позволяет получить высококонцентрированный (абсолютированный) абсорбент, с

помощью которого можно осушать природные и нефтяные газы с большой депрессией по начальной и конечной температуре точки росы и до точек росы минус 40 – минус 100 °С без применения абсорбционных установок, работающих циклически и имеющих значительный перепад давления. Предложенный регенератор для установок осушки с высокой начальной температурой газа дает возможность отказаться от больших затрат на предварительное охлаждение этого газа.

По сравнению с адсорбционным способом процесс глубокой осушки газа высококонцентрированным абсорбентом (гликолем) по капитальным вложениям ниже на 20 %, энергозатраты втрое меньше, а себестоимость осушки меньше на 30 %.

#### **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

#### **Литература**

Авторское свидетельство № 990276, БИ № 3, 1983 (Авторы: Г.К. Зиберт, А.Е. Акав, А.Г. Ярмизин, Ю.А. Кащицкий, Б.А. Кузьмин).

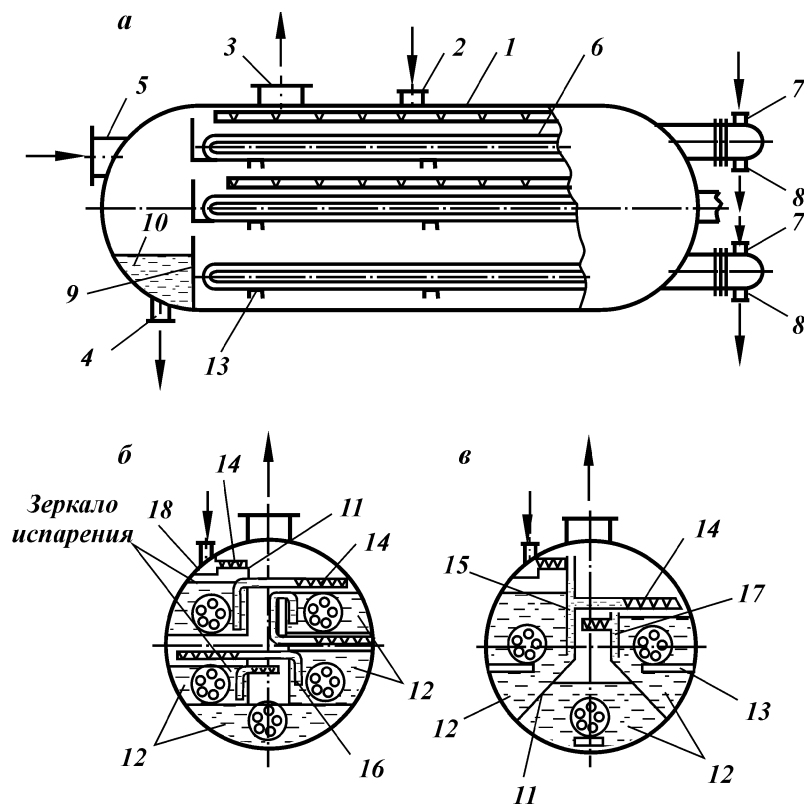
### **3.2.3. ИСПАРИТЕЛЬ ЖИДКОСТИ**

#### **Краткое описание**

Предложенный испаритель жидкости (рис. 3.4) используется в регенераторах гликоля, метанола, огневых и паровых подогревателей или испарителях жидких углеводородов.

Испаритель жидкости работает следующим образом.

Сырье в виде жидкостного потока подают через штуцер 2 в приемный карман 18, откуда оно через распределители 14 жидкости поступает в верхний отсек 12, при этом жидкость контактирует с поднимающимся газом, отпаренным из этой жидкости теплоносителем, который подают через штуцер 7, и охлажденный теплоноситель отводят через штуцер 8. Отпаренная жидкость (поднимающимися парами и теплом от греющих элементов) отбирается с нижней части отсека и подается через распределители 14 жидкости на отпарку в нижерасположенный отсек, где температура выше. Далее процесс повто-



**Рис. 3.4. Испаритель жидкости:**

⌘ – общий вид; · – аппарат с переточными трубами; , – аппарат с переточными каналами.

1 – корпус; штуцера: 2 – подачи сырья, 3 – выхода газа, 4 – выхода остатка; 7, 8 – подачи и выхода теплоносителя; 5 – люк-лаз; 6, 13 – греющие элементы; 9 – переточная перегородка; 10 – отсек отбора остатка; 11 – продольные перегородки; 12 – отсек; 14 – распределитель жидкости; 15 – переточные каналы; 16 – трубы; 17 – перегородки; 18 – приемный карман

ряется, пока жидкость не поступит в нижерасположенный отсек 12. С нижнего отсека, где температура максимальная, остаток переливается через переточную перегородку 9 в отсек 10 отбора остатка. По мере наполнения отсека 10 остаток по уровню сбрасывают через штуцер 4. Поднимающиеся пары из каждого отсека 12 после контакта с жидкостью (которая поступает из распределителей 14) собираются в верхней части корпуса 1, откуда отводятся через штуцер выхода паров 3.

## **Эффективность**

Предложенный испаритель жидкости позволяет повысить производительность оборудования за счет размещения греющих элементов испарителя по всему сечению аппарата, увеличения общей поверхности испарения (более чем максимальное продольное сечение испарителя). Кроме того, увеличивается эффективность разделения за счет противоточного контакта поднимающихся паров стекающей распределительной жидкости, т.е. перехода от однократного испарения к противоточной системе отпарки.

Чистка аппарата упрощается, так как достаточно очистить от солей и примесей пучок одного нижнего отсека. Снижаются капитальные затраты, так как многократная отпарка производится в одном аппарате, а не в нескольких, что обеспечивает снижение энергетических затрат за счет исключения гидравлических потерь, которые обычно максимальны в трубопроводной обвязке между аппаратами, снижения потерь тепла в окружающую среду и увеличения поверхности испарения жидкости, повышения единичной производительности оборудования. Техническое решение использовано для модернизации существующих испарителей.

## **Разработчик**

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

## **Литература**

Авторское свидетельство № 1489797, БИ № 24, 1989 (Авторы: Г.К. Зиберт, А.Л. Халиф, Е.Н. Туревский).

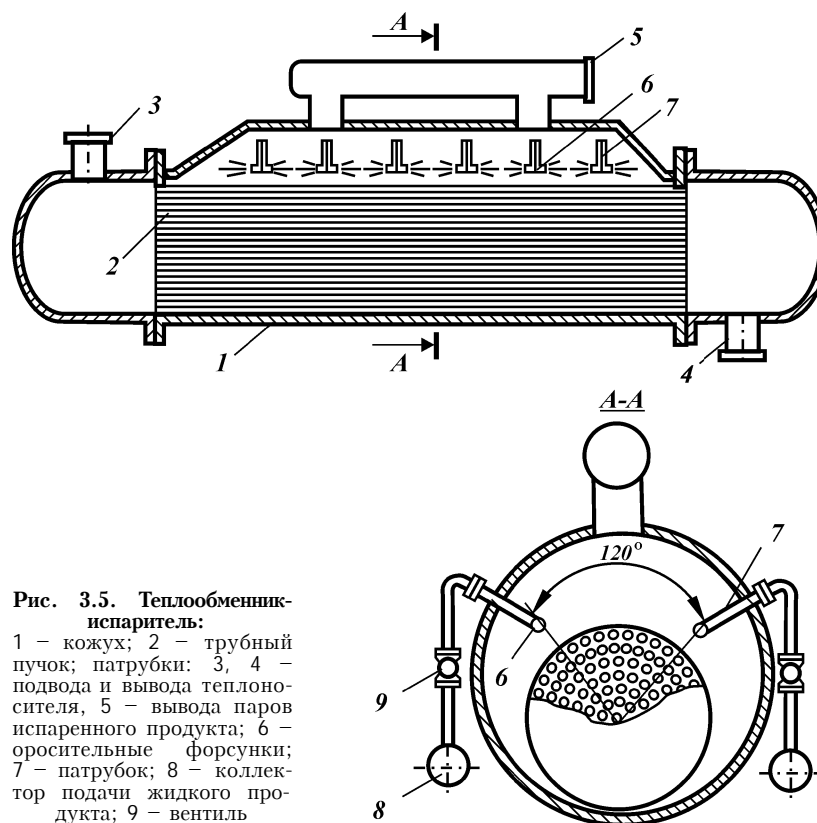
### **3.2.4. ТЕПЛОБМЕННИК-ИСПАРИТЕЛЬ**

#### **Краткое описание**

Предложенный теплообменник-испаритель (рис. 3.5) относится к аппаратам для охлаждения газов и испарения жидкостей или отпарным блокам установок подготовки и переработки газов.

Теплообменник работает следующим образом.

Теплоноситель через патрубок 3 входит внутрь теплообменных трубок пучка 2 и выходит охлажденным через патрубок 4,



**Рис. 3.5. Теплообменник-испаритель:**

1 – кожух; 2 – трубный пучок; патрубки: 3, 4 – подвода и вывода теплоносителя, 5 – вывода паров испаренного продукта; 6 – оросительные форсунки; 7 – патрубок; 8 – коллектор подачи жидкого продукта; 9 – вентиль

отдавая тепло испаряемому на поверхности теплообменных трубок жидкому продукту, подаваемому внутрь кожуха 1 из коллектора 8 через патрубки 7 и распыляемому над трубным пучком с помощью форсунок 6.

Дросселирование и распыл жидкости происходит на форсунке, а гашение кинетической энергии струи жидкости – при столкновении струй жидкости с поверхностью теплообменных труб. Капли жидкости, образовавшиеся при столкновении струй, равномерно осаждаются на поверхности теплообменных труб и на поверхности пены, образующейся в результате кипения жидкости, способствуя ее разрушению. Расход жидкости регулируют с целью предотвращения переполнения теплообменника запорными устройствами 9 (вентили либо клапаны), установленными вне кожуха аппарата на выходе патрубков 7 из коллектора испаряемой жидкости 8.

### **Эффективность**

Предложенная конструкция теплообменника-испарителя позволяет исключить парообразование в жидкости до форсунок и обеспечить равномерное распределение жидкости по поверхности теплообменных труб, избежать пенообразования, выноса неспаряемой жидкости в патрубки выхода паров и эрозионного износа наружной поверхности теплообменных труб и, кроме того, исключить изгибающий момент в месте закрепления патрубков в кожухе, что повышает эффективность и эксплуатационную надежность теплообменника-испарителя.

### **Разработчик**

ВНИПИГазпереработка, г. Краснодар.

### **Литература**

Авторское свидетельство № 1666914, БИ № 28, 1991 (Авторы: В.В. Андреевский, Г.К. Зиберт, М.П. Игнатьев, А.А. Захаров, В.Ф. Бочкарь, А.П. Литвиненко, В.Н. Клейменов).

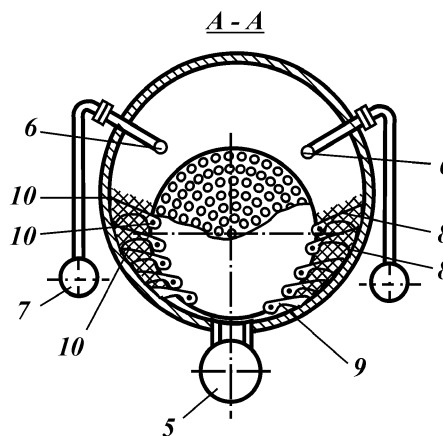
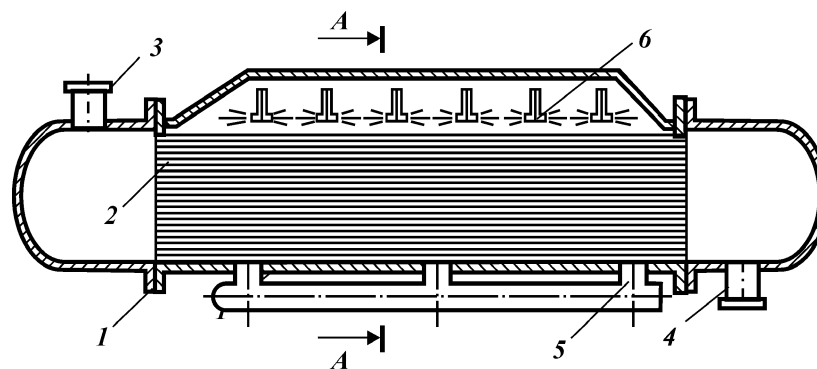
### **3.2.5. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ИСПАРИТЕЛЬ**

#### **Краткое описание**

Предложенный горизонтальный испаритель (рис. 3.6) относится к аппаратам для охлаждения газов и испарения жидкости или отпарным блокам установок подготовки и переработки газов.

Горизонтальный испаритель состоит из корпуса 1, внутри которого размещены трубный пучок 2, патрубки подвода 3 и отвода 4 теплоносителя, патрубки отвода паров и испаренного продукта 5, патрубки ввода испаряемого жидкого продукта 6 из коллектора 7 и перегородки 8, выполненные из гибкого пружинящего материала, например, проволочной сетки, и размещенные между корпусом и трубным пучком по всей его длине, в пространстве, ограниченном с одной стороны внутренней поверхностью кожуха, а с другой – боковой поверхностью трубного пучка, с уклоном в сторону трубного пучка. Перегородки закреплены на трубном пучке (на трубных пучках) на шарнирах 9 и в месте крепления подпружинены пружинами 10.

Теплообменник работает следующим образом.



**Рис. 3.6. Горизонтальный испаритель:**  
 1 – корпус; 2 – трубный пучок; патрубки: 3, 4 – подвода и отвода теплоносителя, 5 – отвода паров испаренного продукта, 6 – ввода испаряемого жидкого продукта; 7 – коллектор; 8 – перегородки; 9 – шарниры; 10 – пружины

Теплоноситель через патрубок 3 входит внутрь теплообменных трубок 2 и выходит охлажденным через патрубок 4, отдавая тепло испаряемому на поверхности теплообменных трубок жидкому продукту, который подается внутрь корпуса 1 из коллектора 7 через патрубки 6. Жидкость из патрубков 6 вводится внутрь корпуса 1 на пучок 2 и перегородки 8 и под действием гравитационных или гидродинамических сил движущихся в направлении патрубка выхода 5 паров испаряемой жидкости увлекается на трубки трубного пучка с каждой перегородки или с каждого звена проволочной сетки (в случае, если перегородки выполнены из проволочной сетки), равномерно смачивает наружную теплообменную поверхность трубок, обеспечивая пленочное испарение жидкости в теплообменных трубках. Если жидкость подается в корпус под перегородки, а пары



выходят через верхние патрубки, то образовавшиеся в результате кипения пары жидкости, встречая сопротивление своему движению (перегородки 8), движутся только через трубный пучок, перемешивая и увлекая за собой невыкипевшую жидкость и удерживая ее на трубках теплообменного пучка, препятствуя ее стеканию вниз и способствуя ее полному выкипанию, а пружины при этом плотно прижимают перегородки друг к другу и к корпусу аппарата, увеличивая гидродинамическое сопротивление движению испаряемой среды мимо трубок трубного пучка.

### **Эффективность**

Предложенная конструкция горизонтального испарителя, исключая движение испаряемой жидкости и ее паров мимо трубного пучка, позволяет обеспечить интенсивное пленочное испарение жидкости на всех трубках пучка, независимо от высоты их положения в трубном пучке. Это дает возможность увеличить средний по пучку коэффициент теплопередачи с поверхности теплообменных труб, исключить накопление невыкипевшей жидкости в нижней части кожуха и затопление теплообменной поверхности нижних рядов труб, что позволяет повысить эффективность работы испарителя. Кроме этого отпадает необходимость в периодических нарушениях режима работы испарителя для вывода невыкипевшей жидкости, что повышает надежность его работы.

### **Разработчик**

ВНИПИГазпереработка, г. Краснодар, Вуктыльское газопромысловое управление.

### **Литература**

Авторское свидетельство № 1763838, БИ № 35, 1992 (Авторы: В.В. Андреевский, Н.И. Корсаков, И.В. Дубиновский, А.А. Захаров, М.П. Игнатъев, Г.К. Зиберт).