

---

---

### ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ АДСОРБЦИОННОЙ ОСУШКЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

#### 4.1. СПОСОБ АДСОРБЦИОННОЙ ОСУШКИ ГАЗА

##### Краткое описание

Предложенный способ относится к способам адсорбционной осушки углеводородных и инертных газов, воздуха с помощью сорбентов.

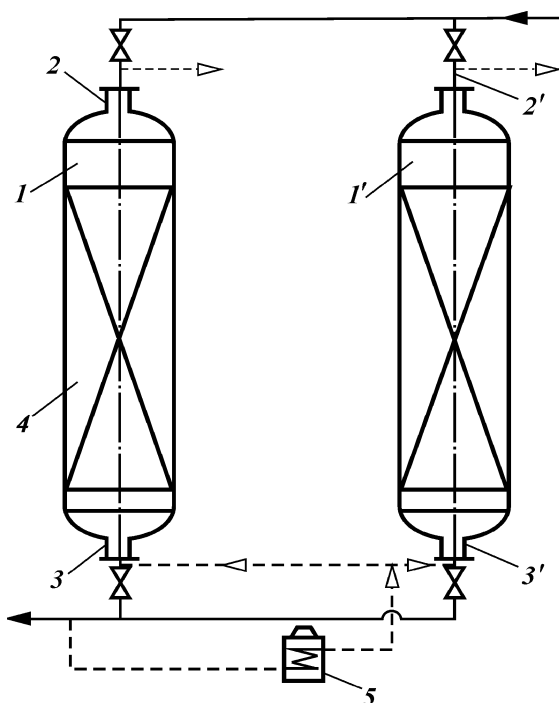
Он был опробован в реальных условиях.

На рис. 4.1 изображена технологическая схема установки адсорбционной осушки газа.

Установка состоит из адсорбера 1, работающего в режиме адсорбции, со штуцерами подачи сырого газа 2, выхода осушенного газа 3 и с размещенным в нем слоем сорбента 4, адсорбера 1', работающего в режиме регенерации, со штуцером подачи осушенного подогретого газа 3' и штуцером выхода насыщенного потока газа 2' и подогревателя осушенного газа 5.

Способ осушки газа реализуется следующим образом.

Сырой углеводородный газ при рабочих давлениях 1,6–4,6 МПа и температуре газа 4–10 °С подают в адсорбер 1 через штуцер подачи 2 и направляют в слой сорбента 4, выполненный из сополимера стирола и дивинилбензола с насыпной плотностью 0,45–0,55 г/см<sup>3</sup>, поры которого предварительно насыщены до 30–35 % объема полиэфиром. Размер гранул сорбента 0,8–0,9 мм. Линейная скорость подачи газа 0,15–0,2 м/с. Контакт газа с сорбентом ведут при температуре газа 40 °С. Осушенный газ с точкой росы от минус 37,5 до минус 43 °С (в пересчете на давление 55 атм) отводят с низа адсорбера 1 через штуцер выхода осушенного газа 3 в качестве готового продукта. Продолжительность цикла адсорбции от 20 до 40 часов. После чего переходят на режим регенерации. Регенерацию сорбента проводят при температуре 120–80 °С



**Рис. 4.1. Способ адсорбционной осушки газа:**

1 – адсорбер; 2 – штуцер подачи сырого газа; 3 – штуцер выхода осушенного газа; 4 – слой адсорбента; 5 – подогреватель осушенного газа; 1' – адсорбер, работающий в режиме регенерации; 2' – штуцер выхода насыщенного потока газа; 3' – штуцер подачи осушенного подогретого газа

осушенным газом или регенерированным полиэфиром при температуре абсорбции в адсорбере 1', работающем в режиме регенерации, для чего прекращают подачу в адсорбер 1' сырого углеводородного газа через штуцер 2' и подают осушенный и подогретый в подогревателе осушенного газа 5 газ через штуцер 3'. Насыщенный поток выводят через штуцер 2'. После регенерации сорбента пропускают через него сырой газ, который в адсорбер 1' подают через штуцер 2', переключая тем самым адсорбер 1' в режим адсорбции. Подобным образом осуществляют, при необходимости, регенерацию в адсорбере 1, который параллельно подключен к адсорберу 1'. Регенерацию можно проводить регенерированным полиэфиром, например, с концентрацией, равной 99 % (по массе), который подают на сорбент при температуре абсорбции.

## **Эффективность**

Предложенный способ адсорбционной осушки газа позволяет повысить экономичность процесса осушки газа за счет увеличения влагоемкости сорбента (сорбционная емкость используемого сорбента составляет 40–50 %) и понижения температуры его регенерации и увеличить срок службы сорбента до 3–5 лет за счет меньшего его испарения и более низких температур регенерации, исключая закоксовывание пор.

## **Разработчик**

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

## **Литература**

Патент РФ № 2144419, БИ № 2, 2000 (Авторы: Г.К. Зиберт, Е.П. Запорожец, А.Д. Седых, Н.И. Кабанов, Т.В. Гриневич, А.А. Соловьянов, В.В. Якшин, Н.А. Царенко).

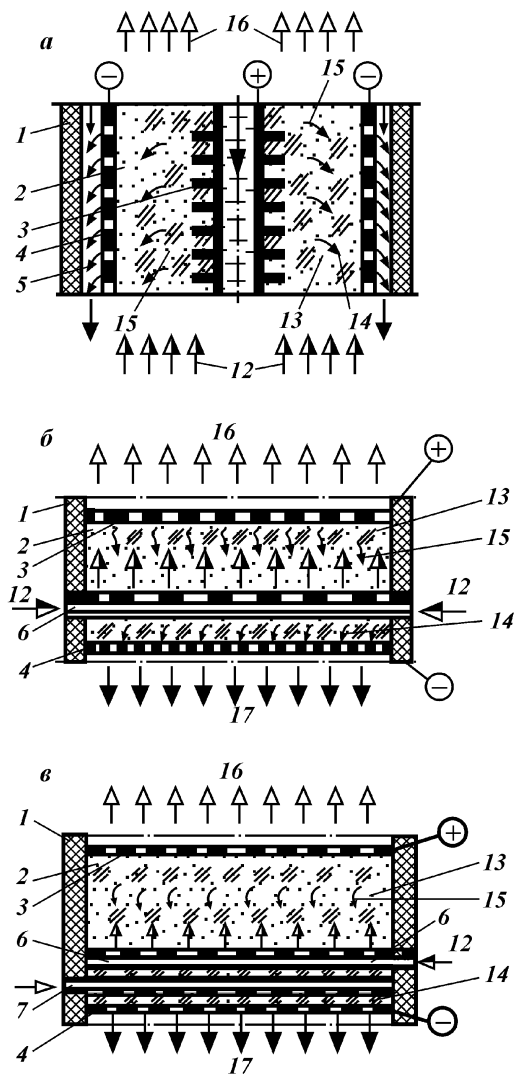
## **4.2. СПОСОБ МАССООБМЕНА**

### **Краткое описание**

Предложенный способ относится к массообменным процессам, при которых происходит поглощение компонентов из газов или растворов твердым поглотителем-адсорбентом, и включает подачу в адсорбент газа или раствора, поглощение адсорбентом компонента из подаваемого газа или раствора, создание в адсорбенте энергией электрического поля областей с высоким и низким содержанием поглощенного компонента и удаление последнего из области с высоким его содержанием, при этом подача газа или раствора производится в область с низким содержанием поглощенного компонента.

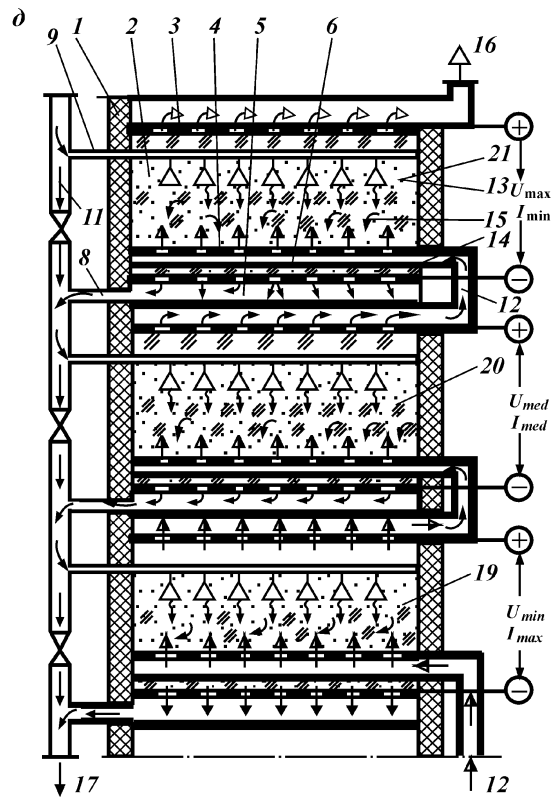
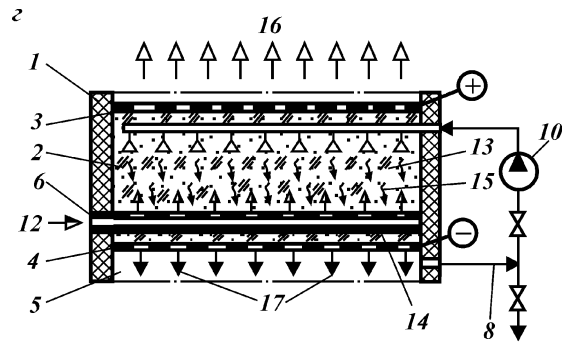
На рис. 4.2, *а*, *б*, *в*, *г*, *д* представлены схемы аппаратов, реализующих предложенный способ.

Схемы аппаратов включают корпус 1, внутри которого помещают адсорбент 2 между электродами: анодом 3 и катодом 4, при этом анод 3 может быть полым (рис. 4.2, *а*) или решетчатым (рис. 4.2, *б*), а между корпусом и электродами 3 и 4 находятся полости 5 (рис. 4.2, *в*, *г*, *д*) для удаляемого компонента. Аппараты, схематично изображенные на рис. 4.2, *б*–*д*



**Рис. 4.2. Схемы аппаратов, реализующих способ массообмена:**

1 – корпус аппарата; 2 – адсорбент; 3 – анод; 4 – катод; 5 – полость для удаляемого компонента; патрубки: 6 – для подачи газа, 7 – для подачи газа, не содержащего компонент, 8 – вывода удаляемого компонента, 9 – для подачи удаляемого компонента; 10 – устройство для нагнетания удаляемого компонента; 11 – коллектор; 12 – поток газа или раствора; 13 – область с низким содержанием поглощаемого компонента; 14 – область с высоким содержанием поглощаемого компонента; 15 – молекулы поглощаемого компонента; 16 – очищенный компонент; 17 – удаляемый водный компонент; 18 – поток газа или раствора; 19–21 – слои адсорбента



содержат патрубки 6 для подачи газа; на рис. 4.2, , – патрубок 7 для подачи газа, не содержащего компонент; на рис. 4.2, % – патрубок 8 вывода удаляемого компонента и патрубок 9 для подачи удаляемого компонента; аппарат (рис. 4.2, „) снабжен устройством 10 для нагнетания удаляемого компонента; аппарат (рис. 4.2, %) снабжен коллектором 11.

Способ осуществляется следующим образом.

Через слой адсорбента 2, заключенный между электродами (анодом 3 и катодом 4), пропускают поток 12 газа или раствора, содержащего молекулы поглощаемого компонента 15, которые захватываются адсорбентом 2 и осаждаются на его твердой поверхности. На твердой поверхности осажденные молекулы поглощаемого компонента 15 поляризуются от взаимодействия соприкасающихся фаз и избыточной поверхностной энергии адсорбента, образуя вертикально поляризованные молекулы поглощаемого компонента 15. Твердая поверхность адсорбента под вертикально поляризованными молекулами поглощаемого компонента 15 приобретает электрический заряд противоположного ей знака, но равный по величине. В результате на поверхности адсорбента возникает двойной слой вертикально поляризованных молекул поглощаемого компонента 15, обуславливающий электроповерхностное явление – перемещение по твердой поверхности адсорбента вертикально поляризованных молекул поглощаемого компонента 15 под действием энергии электрического поля, создаваемого между электродами 3 и 4, при увеличении напряжения и уменьшении силы тока. Перемещение вертикально поляризованных молекул поглощаемого компонента 15 происходит в сторону одного из электродов (катода 4). При этом в адсорбенте создается область с низким содержанием поглощаемого компонента 13 у одного электрода (анода 3) и область с высоким содержанием поглощаемого компонента 14 у другого электрода (катода 4). Приближаясь к катоду, вертикально поляризованные молекулы поглощаемого компонента 15 постепенно теряют свою вертикальную поляризацию относительно поверхности адсорбента и сильнее поляризуются горизонтально относительно анода и катода. Связь между твердой поверхностью адсорбента и горизонтально поляризованными молекулами поглощаемого компонента 15 при этом ослабляется и над двойным слоем горизонтально поляризованных молекул образуются дополнительные слои молекул поглощаемого компонента 15, горизонтально поляризованных относительно электродов 3 и 4, число которых возрастает над твердой поверхностью адсорбента по мере продвижения молекул поглощаемого компонента 15 к катоду 4. При

этом непосредственно у катода 4 количество молекулярных слоев поглощенного компонента 15 достигает такой величины, что молекулы поглощенного компонента 15 покидают адсорбент. Поглощаемый компонент 15 удаляют из области 14 через решетчатый электрод 4 (катод) в полость 5.

### **Эффективность**

Использование предложенного способа позволяет повысить эффективность путем уменьшения времени на регенерацию адсорбента, снижения энергозатрат и повышения экологичности процесса массообмена.

### **Разработчик**

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

### **Литература**

Патент РФ № 2132221, БИ № 18, 1999 (Авторы: Г.К. Зиберт, Е.П. Запорожец, Л.П. Холпанов, Е.Е. Запорожец, Е.М. Хейккинен, Б.П. Шулекин).