

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042401**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.09

(21) Номер заявки
201792668

(22) Дата подачи заявки
2016.07.04

(51) Int. Cl. **B01D 53/26** (2006.01)
B01D 53/48 (2006.01)
B01D 53/52 (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01)
B01J 27/122 (2006.01)
B01J 27/128 (2006.01)
B01J 31/16 (2006.01)
B01J 23/40 (2006.01)
B01J 23/48 (2006.01)
B01J 31/02 (2006.01)
B01J 27/13 (2006.01)

(54) **УСТАНОВКА, СПОСОБ И КАТАЛИЗАТОР ОСУШКИ И ОЧИСТКИ ГАЗООБРАЗНОГО
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ОТ СЕРОВОДОРОДА И/ИЛИ МЕРКАПТАНОВ**

(31) **2016116050**

(32) **2016.04.25**

(33) **RU**

(43) **2019.07.31**

(86) **PCT/RU2016/000416**

(87) **WO 2017/188847 2017.11.02**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "СТАРТ-
КАТАЛИЗАТОР" (ООО "СТАРТ-
КАТАЛИЗАТОР") (RU)**

(56) **RU-C2-2394635**
US-A-6017507
SU-A-513069
RU-C1-2197318
RU-C1-2398735
RU-C2-2481887
RU-C2-2286838
RU-C2-2562481
SU-A1-1755902
RU-C1-2232626

(72) Изобретатель:
**Тюрина Людмила Александровна,
Тюрин Александр Иванович, Тюрин
Алексей Александрович, Тарханова
Ирина Геннадиевна (RU)**

(57) Изобретение относится к области технологии очистки газообразного углеводородного сырья (природный газ, ПНГ, биогаз, атмосферные выбросы и т.д., в том числе газовые среды) от сероводорода и меркаптанов и может быть использовано одновременно для осушки и очистки любого газообразного углеводородного сырья от сероводорода и меркаптанов.

B1**042401****042401****B1**

Изобретение относится к области технологий очистки газообразного углеводородного сырья (природный газ, ИНГ, биогаз, атмосферные выбросы и т.д., в том числе газовые среды) от сероводорода, меркаптанов и может быть использовано для одновременной осушки и очистки любого газообразного углеводородного сырья от сероводорода и меркаптанов.

Известен процесс жидкофазного окисления сероводорода в серу хелатными комплексами железа (процесс Lo-Cat) (US, патент 4622212, опубл. 11.11.1986). В процессах Lo-Cat используется собственно каталитический реактор для конверсии сероводорода в серу, а также регенератор раствора катализатора.

Недостатком известного процесса следует признать недостаточную степень удаления сероводорода, невозможность удаления меркаптанов, а также осушки.

Известен (US 8735316, опубл. 27.05.2014) процесс каталитической очистки растворов углеводородов от меркаптанов путем конверсии меркаптанов в дисульфиды. В качестве катализаторов используют комплекс CuCl с моноэтаноламином (МЭА), ацетонитрилом или одноатомным спиртом. Процесс протекает в присутствии кислорода воздуха при температуре 22-140°C. Остаточное содержание меркаптановой серы может быть снижено до 20 ppm.

Недостатками известного процесса следует признать возможность очистки только жидких сред. Данные о применении способа для осушки или очистки газа от сероводорода отсутствуют.

Известен (RU, патент 2385180 опубл. 27.03.2010) Клаус-процесс конверсии сероводорода в серу.

Недостатками известного способа следует признать предварительную аминую очистку сырья, многостадийность и недостаточную степень конверсии сероводорода в серу, необходимость доочистки атмосферных выбросов, сложное технологическое оборудование, а также непригодность к утилизации меркаптанов и осушке.

Известен (US, патент 5286697, опубл. 15.02.1994) также усовершенствованный процесс Клауса.

Данный процесс также непригоден для утилизации меркаптанов и осушки и менее эффективен в утилизации сероводорода.

Известен (RU, патент 2405738, опубл. 27.04.2010) способ получения серы из промышленных газов с использованием катализатора, содержащего 2,35 мас.% фосфата железа (III), нанесенного на дегидроксилированный силикагель (97,65%), обеспечивающий получение серы из сероводорода, присутствующего в газообразных углеводородах.

Недостатками известного способа следует признать недостаточную степень конверсии сероводорода, сложность изготовления катализатора, невозможность осушки газа.

Известен (RU, патент 2398735, опубл. 10.09.2010) способ очистки газовых потоков от сероводорода путем окисления сероводорода до элементарной серы в жидкой фазе в присутствии катализатора, содержащего соединение переходного металла и органического комплексообразующего вещества. Для окисления сероводорода предложено использовать кислород воздуха в качестве окислителя, в качестве соединения переходного металла используют галогенид меди, содержание меди в растворе составляет от 0,015 до 0,1 вес.%, а в качестве органического комплексообразующего вещества - соединение, выбранное из диметилформамида, пирролидона, метилпирролидона, пиридина или хинолина, процесс ведут в среде растворителя, выбранного из числа следующих: одноатомный спирт, многоатомный спирт, вода или их смеси, керосин, изооктан, газоконденсат при температуре 20-40°C.

Недостатком известного технического решения следует признать возможность его использования только для очистки от сероводорода, невозможность одновременной осушки газа.

Наиболее близким аналогом разработанного технического решения можно признать (RU, патент 2127146, опубл. 10.03.1999) способ очистки газообразного углеводорода до содержания H_2S ниже 4 млн⁻¹ по объему и осушки с обеспечением температуры точки росы от 0°C до -18°C. Ближайший аналог предусматривает удаление из газа сероводорода и влаги раствором "амин-гликоля". Способ не предусматривает утилизации сероводорода в серу. Сероводород, удаленный из газа, поступает на дожиг с образованием диоксида серы.

Недостатки известного способа связаны с конверсией сероводорода в диоксид серы, требующий утилизации, а также невозможностью очистки от меркаптанов.

Настоящее изобретение позволяет устранить недостатки описанных известных способов за счет одновременной осушки газа и его очистки как от сероводорода, так и от меркаптанов с утилизацией меркаптановой серы выше 99% в отсутствие атмосферных выбросов и каких-либо отходов, подлежащих утилизации.

Техническая задача, решаемая посредством разработанного изобретения, состоит в разработке технического решения, обеспечивающего одновременно осушку газа и его очистку от сероводорода и меркаптанов с утилизацией SH свыше 99,999%.

Технический результат, достигаемый при реализации разработанного решения, состоит в одностадийной очистке газообразных углеводородов от сероводорода и меркаптанов одновременно с их осушкой с обеспечением остаточного содержания-SH вплоть до 0,001 ppm при отсутствии отходов.

Для достижения указанного технического результата предложено использовать разработанную установку осушки и очистки газообразного углеводородного сырья от сероводорода и/или меркаптанов. Разработанная установка осушки и очистки газообразного углеводородного сырья от сероводорода и/или

меркаптанов выполнена на базе установки абсорбционной осушки газа, в которой эксплуатационные температура, давление газа и состав абсорбента заданы требованиями к осушке газа. Установка характеризуется тем, что содержит реактор сероочистки/осушки, заполненный раствором катализатора конверсии сероводорода и меркаптанов, в серу и дисульфиды соответственно, в абсорбенте, а также блок регенерации абсорбента и сепарации серы. Установка предусматривает устройство для вывода раствора пульпы серы из реактора в блок регенерации абсорбента и сепарации серы. При этом установка содержит, по крайней мере, средства подачи в реактор очищаемого газообразного углеводородного сырья и кислородсодержащего газа, средство вывода из реактора очищенного газа, а блок регенерации абсорбента и сепарации серы включает оборудование для регенерации абсорбента и средство удаления серы из блока, причем конструкция реактора и состав катализатора обеспечивают конверсию по меньшей мере 99,99 % сероводорода и меркаптанов в серу или сульфиды с одновременным поглощением абсорбентом воды до требуемого уровня осушки газа, а средство регенерации абсорбента выполнено с возможностью удаления из него воды с последующим рециклом абсорбента в реактор сероочистки/осушки.

В предпочтительном варианте реализации средства подачи газообразного углеводородного сырья и кислородсодержащего газа дополнительно снабжены устройством гомогенизации смеси очищаемого углеводородного газа с кислородсодержащим газом, при этом реактор сероочистки/осушки содержит средство для распределения подводимого газового потока по объему реактора.

В некоторых вариантах реализации реактор сероочистки/осушки дополнительно содержит насадочные тарелки.

В некоторых вариантах реализации установка может дополнительно содержать средство дозированной подачи катализатора в реактор сероочистки/осушки, или в блок сепарации серы и регенерации абсорбента или в другой участок установки.

В качестве катализатора, обеспечивающего достижение указанного технического результата, установка может содержать смешанно-лигандные комплексы на основе галогенидов железа и/или меди. При этом возможно использование катализаторов другого состава, также обеспечивающих достижение указанного технического результата.

Обычно блок сепарации серы и регенерации абсорбента содержит, по меньшей мере, патрубок входа раствора катализатора на регенерацию, патрубок вывода раствора катализатора после регенерации, патрубок выхода растворенного газа, нагреватель раствора серной пульпы в абсорбенте, насадочные тарелки для осушки абсорбента, патрубок вывода воды, испаренной из раствора абсорбента при его регенерации.

Средство выделения серы из блока может представлять собой трубопровод, по которому вытекает жидкая сера.

Для достижения указанного технического результата предложено также использовать разработанный способ осушки и очистки газообразного углеводородного сырья от сероводорода и/или меркаптанов. При реализации разработанного способа очищаемое газообразное углеводородное сырье в смеси с кислородсодержащим газом под давлением пропускают через реактор с раствором катализатора окисления сероводорода и меркаптанов в абсорбенте, обеспечивающем осушку газа, при этом катализатор представляет собой смешанно-лигандные комплексы переходных металлов, конверсия сероводорода и меркаптанов в серу и дисульфиды составляет, по меньшей мере, 99,99%, причем давление газа задают в соответствии с требованиями по содержанию влаги в очищенном продукте.

Обычно используют количество кислорода не менее 50% от суммарного содержания сероводорода и меркаптановой серы.

В некоторых вариантах реализации поступившую в реактор газовую смесь равномерно распределяют по объему реактора.

Преимущественно из-за потерь катализатора в процессе очистки проводят дозированную подачу катализатора в установку.

Предпочтительно в ходе проведения процесса любым известным способом дополнительно отделяют мелкодисперсную серу из суспензии, и освободившийся от серы раствор катализатора возвращают в реактор.

Обычно в качестве абсорбента, применяемого для осушки газа, используют гликоли или их смеси с органическими соединениями. При этом возможно использование и других абсорбентов, обеспечивающих достижение указанного технического результата.

Обычно при реализации способа используют катализатор, представляющий собой 0,0001-100%-ный раствор в органическом растворителе смешанно-лигандных комплексов на основе галогенидов железа и/или меди с сольватирующими добавками.

На фиг. 1 приведена блок-схема разработанной установки в предпочтительном варианте реализации, при этом использованы следующие обозначения: трубопровод 1 подачи сырья на очистку, смеситель 2 очищаемого углеводородного газа с кислородсодержащим газом, трубопровод 3 подачи кислородсодержащего газа, побудитель 4 расхода кислородсодержащего газа, трубопровод 5 подвода смеси очищаемого углеводородного газа с кислородсодержащим газом, реактор сероочистки/осушки 6, средства 7 распределения смеси углеводородного и кислородсодержащего газов по объему реактора 6, емкость 8 с

раствором катализатора, побудитель 9 подачи раствора катализатора из емкости 8 в реактор 6, трубопровод 10 подачи раствора катализатора в реактор 6, трубопровод 11 отвода очищенного газа, трубопровод 12 вывода суспензии серы в блок 13 сепарации серы, трубопровод 14 вывода серы из блока сепарации 13, трубопровод 15 вывода раствора катализатора из блока сепарации 13 в реактор 6 после отделения серы, побудитель 16 рецикла раствора катализатора из блока сепарации серы 13 в реактор 6. Основные стадии реализации способа приведены на фиг. 2, при этом использованы следующие обозначения: подача очищаемого газообразного углеводородного сырья в смеси с кислородсодержащим газом на вход реактора 17, пропускание очищаемого сырья через реактор с раствором катализатора в абсорбенте 18, получение на выходе реактора чистого осушенного газа, причем конверсия сероводорода и меркаптанов в серу и дисульфиды составляет 99,99% 19, использование количества кислорода не менее 50% от суммарного содержания сероводорода и меркаптановой серы 20, распределение газовой смеси равномерно по объему реактора 21, дозированная подача катализатора в реактор 22, отделение серы из суспензии и возвращение раствора катализатора в реактор 23, поддержание температуры в установке в пределах 25-140°C 24.

В качестве побудителя расхода кислородсодержащего газа может быть использован воздушный компрессор, в качестве побудителя подачи раствора катализатора из емкости - дозировочный насос, в качестве побудителя рецикла раствора катализатора из блока сепарации серы - насос.

В дальнейшем сущность и преимущества разработанного технического решения будут рассмотрены с использованием примеров реализации.

Пример 1. Получение катализатора K1. В колбу при комнатной температуре помещают 50 мл этилового спирта, 100 мл октана, 0,2-10 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и 0,5-50 г бензиламина. Содержимое колбы перемешивают до полного растворения хлорида меди.

Пример 2. Получение катализатора K2. В колбу при комнатной температуре помещают 50 мл этилового спирта, 100 мл октана, 0,2-10 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и 0,5-50 г циклогексиламина. Содержимое колбы перемешивают до полного растворения хлорида меди.

Пример 3. Получение катализатора K3. В колбу при комнатной температуре помещают 50 мл этилового спирта, 100 мл октана, 0,2-10 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и 0,5-50 г пиридина. Содержимое колбы перемешивают до полного растворения хлорида меди.

Пример 4. Получение катализатора K4. В колбу при комнатной температуре помещают 50 мл этилового спирта, 20 мл воды, 0,2-60 г диметилформамида (ДМФА) и 0,2-10 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Содержимое колбы перемешивают с использованием магнитной мешалки до полного растворения хлорида меди.

Пример 5. Получение катализатора K5. В колбу при комнатной температуре помещают 50 мл спирта, 0,2-60 г смеси амина (циклогексиламин, пиридин) с диметилформамидом (ДМФА), 0,2-10 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Содержимое колбы перемешивают до полного растворения хлорида меди.

Примеры 6-27. Очистка газа с использованием катализаторов K1-K5. В реактор загружен гликоль и один из катализаторов K1-K5, полученный по примерам 1-5 соответственно. На вход реактора поступает поток газа с содержанием сероводорода 1-2,2 об.%, 0,05% меркаптановой серы и 0,5025-1,125 об.% кислорода. Давление газа 2,5-60 кг/см². Температура раствора 25-40°C. На выходе реактора, по данным потенциометрического титрования, содержание сероводорода и меркаптанов в газе составляет 0,001-70 ppm.

Степень очистки от сероводорода 99,6-99,99999%, от меркаптанов до 99,998%. Качество осушки газа определяется его давлением. С ростом давления остаточное содержание воды снижается.

Данные эксперимента по содержанию сероводорода, меркаптанов, воды после сероочистки/осушки газа с использованием катализаторов K1 приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ при мера	T, °C	[H ₂ S]		[RSH]		[H ₂ O], г/м ³	
		Вход, % об.	Выход, ppm	Вход, %об.	Выход, ppm	вход	выход
Давление газа 6 кг/см ²							
6	25	1,5	40	0,05	50	3,584	0,424
7	40	1,5	60	0,05	60	8,284	0,939
Давление газа 25 кг/см ²							
8	25	1,5	45	0,05	60	1,069	0,135
9	40	1,5	45	0,05	60	2,425	0,291

Данные эксперимента по содержанию сероводорода, меркаптанов и воды после сероочистки/осушки газа с использованием катализаторов K2 при температуре 25-40°C при различных условиях приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ при мера	T, °C	[H ₂ S]		[RSH]		[H ₂ O], г/м ³	
		Вход, % об.	Выход, ppm	Вход, %об.	Выход, ppm	вход	выход
Давление газа 6 кг/см ²							
10	25	1,5	40	0,05	50	3,584	0,424
11	40	1,5	50	0,05	60	8,284	0,939
Давление газа 25 кг/см ²							
12	25	1,5	45	0,05	60	1,069	0,135
13	40	1,5	45	0,05	60	2,425	0,291

Экспериментальные данные, приведенные в табл. 1 и 2, показывают, что с использованием разработанных установки и способа технический результат достигается даже при использовании катализаторов, состав которых отличен от оптимального.

Данные эксперимента по содержанию сероводорода, меркаптанов и воды после сероочистки/осушки газа с использованием катализаторов K1, K2, K3 при температуре 25-40°C при различных условиях приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ при мера	T, °C	[H ₂ S]		[RSH]		[H ₂ O], г/м ³	
		Вход, % об.	Выход, ppm	Вход, % об.	Выход, ppm	вход	выход
Давление газа 6 кг/см ²							
14	25	1,5	50	0,05	60	3,584	0,424
15	40	1,5	60	0,05	70	8,284	0,939
Давление газа 25 кг/см ²							
16	25	1,5	45	0,05	60	1,069	0,135
17	40	1,5	45	0,05	60	2,425	0,291

Данные эксперимента по содержанию сероводорода, меркаптанов и воды после сероочистки/осушки газа с использованием катализаторов K4 при температуре 25-40°C при разном давлении приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ при мера	T, °C	[H ₂ S]		[RSH]		[H ₂ O], г/м ³	
		Вход, % об.	Выход, ppm	Вход, % об.	Выход, ppm	вход	выход
Давление газа 6 кг/см ²							
18	25	1,5	40	0,05	50	3,584	0,424
19	40	1,5	45	0,05	50	8,284	0,939
Давление газа 25 кг/см ²							
20	25	1,5	40	0,05	60	1,069	0,135
21	40	1,5	40	0,05	60	2,425	0,291

Данные по содержанию сероводорода, меркаптанов и воды (г/м³ и T_{т.росы}, °C, температура точки росы по влаге при P=3,92 МПа) после сероочистки/осушки газа с использованием катализатора K5 при температуре 25-40°C при разном давлении приведены в табл. 5.

Таблица 5

№ при мера	T, °C	[H ₂ S]		[RSH]		[H ₂ O] на выходе	
		Вход, % об.	Выход, ppm	Вход, % об.	Выход, ppm	г/м ³	Тт.росы, °с
Давление газа 2,5 кг/см ²							
22	25	1,5	4	0,05	5	0,817	27
Давление газа 6 кг/см ²							
23	25	1,5	4	0,05	5	0,424	15,0
24	40	1,8	7	0,05	7	0,939	29,0
Давление газа 25 кг/см ²							
25	25	1,5	0,001	0,05	0,01	0,135	-2,0
26	40	2,2	2	0,05	4	0,291	9,0
Давление газа 60 кг/см ²							
27	25	2,2	0,001	0,05	0,01	0,074	-10,0

Конверсия сероводорода и меркаптанов в примерах 6-27 приведена в табл. 6.

Таблица 6

Конверсия, %	Пример №									
	6	7	8	9	22	23	24	25	26	27
H ₂ S	99,7	99,6	99,7	99,7	99,97	99,97	99,96	99,9999	99,991	99,9999
RSH	90,0	90,0	88,0	88,0	99,0	99,0	98,6	99,998	99,2	99,998

Приведенные примеры подтверждают эффективность разработанной установки и способа для конверсии сероводородов и меркаптанов. При этом содержание воды при осушке определяется давлением и температурой процесса, как видно из данных табл. 1-5. При давлении 60 кг/см² содержание воды в газе снижается до 0,074 г/м³, что соответствует точке росы по влаге -10°C. В табл. 7 приведены результаты очистки газа с использованием разработанного способа и установки при различных концентрациях катализатора K5. Условия проведения эксперимента идентичны условиям проведения экспериментов №№ 6-27, температура 25°C.

Таблица 7

[K5], % об.	P, кг/см ²	[H ₂ S]		[RSH]		[H ₂ O] на выходе	
		вход, % об.	выход, ppm	Вход, % об.	Выход, ppm	г/м ³	Т _{т.росы} , °C
0,005	6	1	10	0,1	10	0,42	15
0,005	25	1	10	0,1	10	0,14	-2
0,3	60	1	10	0,1	10	0,07	-10

В табл. 8 приведены результаты очистки и осушки газа разного углеводородного состава, при разном содержании метана, C₁, этана, C₂, и C₃⁺ с использованием разработанного способа и установки, а также катализатора K5 приведены. Условия проведения эксперимента идентичны условиям проведения экспериментов №№ 6-27.

Таблица 8

Содержание, % об.			P, кг/ см ²	[H ₂ S]		[RSH]		[H ₂ O], выход	
C ₁	C ₂	C ₃ ⁺		вход, % об.	выход, ppm	Вход, % об.	Выход, ppm	г/м ³	Т _{т.ро} °C
85	12	3	6	1	10	0,1	10	0,42	15
74	22	4	25	1	10	0,1	10	0,14	-2
100			25	1	10	0,1	10	0,14	-2
95	5		60	1	4	0,1	5	0,07	-10

Приведенные примеры подтверждают достижение указанного технического результата, но не исчерпывают возможности разработанного технического решения.

Следует подчеркнуть, что установка и способ предусматривают возможность реализации в других конкретных формах без отхода от базовых принципов и характеристик изобретения. Следовательно, примеры реализации изобретения должны рассматриваться во всех отношениях как иллюстративные, а не как ограничительные. При этом сведения об основных подходах изобретения не ограничиваются информацией, приведенной в настоящем документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Установка осушки и очистки газообразного углеводородного сырья от сероводорода и/или меркаптанов, выполненная на базе установки абсорбционной осушки газа, в которой эксплуатационные температура, давление газа и состав абсорбента заданы требованиями к осушке газа, отличающаяся тем, что она содержит реактор сероочистки/осушки, заполненный катализатором конверсии сероводорода и меркаптанов, представляющим собой спиртовой раствор, содержащий не менее 0,001% хлоридов железа или меди, в присутствии сольватирующих добавок, в качестве которых использованы циклогексиламин и диметилформамид или пиридин и диметилформамид, в серу и дисульфиды соответственно, в растворе абсорбента, устройство вывода раствора серной пульпы из реактора в блок сепарации серы и регенерации абсорбента, при этом установка содержит, по крайней мере, средства подачи в реактор очищаемого газообразного углеводородного сырья и кислородсодержащего газа, средство вывода из реактора очищенного газа, блок сепарации серы и регенерации абсорбента включает оборудование для регенерации абсорбента и средство удаления серы из блока, причем конструкция реактора и состав катализатора обеспечивают конверсию по меньшей мере 99,99% сероводорода и меркаптанов в серу и дисульфиды с одновременным поглощением воды до требуемого уровня осушки газа, а средство регенерации абсорбента предусматривает удаление из него воды с последующим рециклом абсорбента в реактор сероочистки/осушки.

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что средства подачи газообразного углеводородного сырья и кислородсодержащего газа дополнительно снабжены устройством гомогенизации смеси очищаемого углеводородного газа и кислородсодержащего газа.

3. Установка по п.1, отличающаяся тем, что реактор содержит средство для распределения подвального газового потока по объему реактора.

4. Установка по п.1, отличающаяся тем, что реактор дополнительно содержит насадочные тарелки.

5. Установка по п.1, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит средство дозированной подачи катализатора.

6. Установка по п.1, отличающаяся тем, что блок сепарации серы и регенерации абсорбента содержит, по меньшей мере, патрубок ввода раствора катализатора на регенерацию, патрубок вывода раствора катализатора после регенерации, патрубок вывода растворенного газа, нагреватель раствора серной пульпы в абсорбенте, насадочные тарелки для осушки абсорбента, средство вывода испаренной из раствора абсорбента воды.

7. Установка по п.1, отличающаяся тем, что средство выделения серы представляет собой трубопровод, по которому вытекает жидкая сера.

8. Способ осушки и очистки газообразного углеводородного сырья от сероводорода и меркаптанов с использованием установки по п.1, характеризуемый тем, что очищаемое газообразное углеводородное сырье в смеси с кислородсодержащим газом пропускают под давлением через реактор с раствором катализатора окисления сероводорода и меркаптанов в абсорбенте, обеспечивающем осушку газа, при этом давление газа задают в соответствии с требованиями по содержанию влаги в очищенном продукте, а катализатор представляет собой спиртовой раствор, содержащий не менее 0,001% хлоридов железа или меди, в присутствии сольватирующих добавок, в качестве которых использованы циклогексиламин и диметилформамид или пиридин и диметилформамид, и обеспечивает конверсию сероводорода и меркаптанов по меньшей мере на 99,99% в серу и дисульфиды.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что используют количество кислорода не менее 50% от суммарного содержания сероводорода и меркаптановой серы.

10. Способ по п.8, отличающийся тем, что поступившую в реактор газовую смесь равномерно распределяют по объему реактора.

11. Способ по п.8, отличающийся тем, что проводят дозированную подачу катализатора в установку.

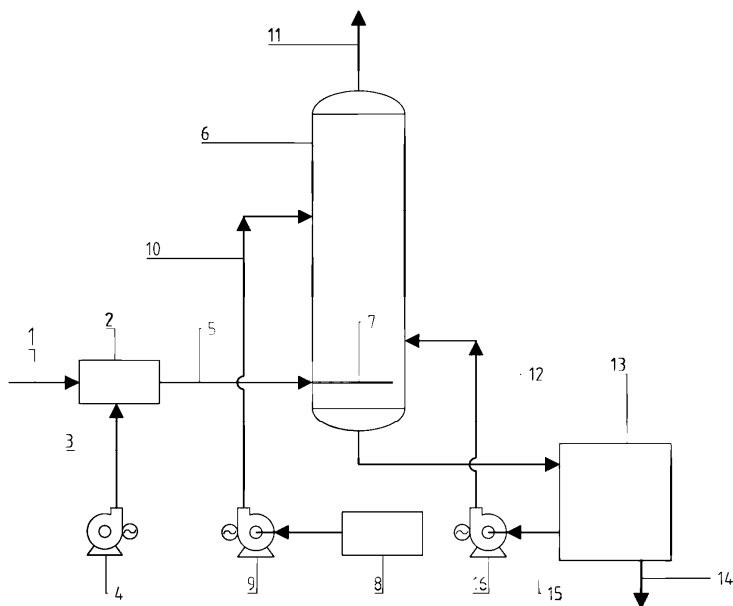
12. Способ по п.8, отличающийся тем, что дополнительно отделяют серу из суспензии и раствор возвращают в реактор.

13. Способ по п.8, отличающийся тем, что в качестве абсорбента используют гликоли или их смеси с органическими соединениями.

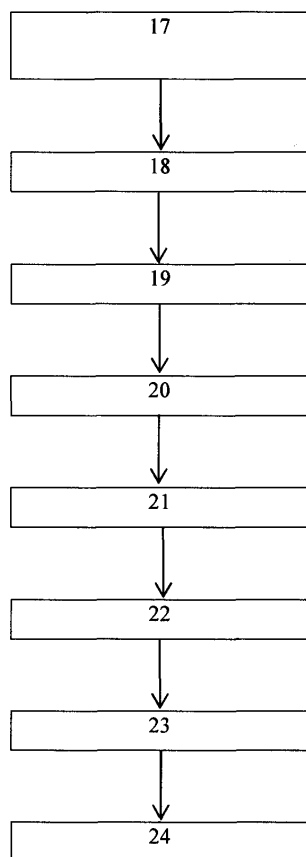
14. Способ по п.8, отличающийся тем, что давление и температуру газа поддерживают в интервале, обеспечивающем необходимую степень осушки сырья.

15. Катализатор очистки газообразного углеводородного сырья от сероводорода и меркаптанов по пп.1, 9, отличающийся тем, что он представляет собой спиртовой раствор, содержащий не менее 0,001%

хлоридов железа или меди, в присутствии сольватирующих добавок, в качестве которых использованы циклогексиламин и диметилформамид или пиридин и диметилформамид, и обеспечивает конверсию сероводорода и меркаптанов по меньшей мере на 99,99% в серу и дисульфиды.



Фиг. 1



Фиг. 2

