

*Магистр: Ахмедов Э.М.*

*Научный руководитель: доцент Сейфиев Ф.Г.*

*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и  
Промышленности*

*Республика Азербайджан, Баку*

## **ОЧИСТКА ГАЗА ОТ АГРЕССИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ**

### ***Аннотация.***

*В статье рассмотрены вопросы по извлечению сероводорода из состава водородосодержащего газа, циркулирующего в блоке гидроочистки дизельного топлива, а также из состава сухого газа, получаемого на установке каталитического крекинга.*

*Присутствие сероводорода в составе вышеуказанных газов, с одной стороны вызывает коррозию оборудования и трубопроводов, с другой стороны способствует загрязнению окружающей среды и «отравлению» катализаторов.*

*Для извлечения сероводорода из состава сухого газа предлагается использовать абсорбционный метод очистки с применением абсорбента 15% водного раствора моноэтаноламина.*

***Ключевые слова:*** *сухой газ, сероводород, абсорбция, десорбция, абсорбент, моноэтаноламин.*

*Master: Akhmedov E. M.*

*Academic Supervisor: Associate Professor Seifiev F.G.  
Azerbaijan State University of Oil and Industry  
Republic of Azerbaijan, Baku*

## **PURIFICATION OF GASES FROM AGGRESSIVE COMPONENTS DURING TRANSPORTATION**

### ***Abstract.***

*The problems connected with extraction of hydrogen disulfide from the hydrogen containing gas circulating within the diesel fuel hydrotreating unit, as well as from the dry gas produced on the catalyst cracker have been examined.*

*The availability of hydrogen disulfide in the above gases causes corrosion of equipment and pipelines on the one hand and leads to environment pollution and catalyst poisoning on the other hand.*

*To remove hydrogen desulphide from the hydrogen containing gas and the dry gas an absorption treatment method using 15% aqueous monoethanolamine solution as an absorbent has been proposed.*

***Keywords:*** *dry gas, hydrogen desulfide, absorption, desorption, absorbent, monoethanolamine.*

При транспортировке природного и попутного газа наличие в газах широкого спектра агрессивных компонентов (от нескольких ppm до десятков процентов) - сероводорода ( $H_2S$ ) и углекислого газа ( $CO_2$ ) приводит к коррозии оборудования, трубопроводов, с другой стороны, вызывает загрязнение окружающей среды и ухудшение процесса обработки. При сжигании этих газов образуется диоксид серы, который представляет серьезную угрозу для окружающей среды.

Кроме того, сероводород является ценным сырьем для производства элементарной серы, которая широко используется в промышленности.  $CO_2$  является балластом в газе и увеличивает его транспортные расходы. Присутствие  $CO_2$  в газе в некоторых случаях усложняет процессы его обработки. Таким образом, образование гидратных соединений в процессах глубокого охлаждения газа вызывает определенные проблемы.

Поэтому как с экономической, так и с экологической точки зрения удаление агрессивных компонентов из газов имеет большое значение.

В настоящее время, при подготовке газа к транспортировке, для очистки газов от агрессивных компонентов используются хемосорбция, физическая абсорбция, комбинированные процессы - одновременные химические и физические абсорбенты, процессы окисления и адсорбции.

Выбор процесса очистки газов от агрессивных компонентов зависит в основном от состава и параметров сырого газа, требуемой степени очистки газа, области, в которой будет использоваться товарный газ, параметров энергоресурсов и т.д. В мировой практике абсорбционные процессы используются в основном для очистки больших количеств газов перед их транспортировкой. Процессы окисления и адсорбции обычно используются для очистки небольших количеств газовых потоков. К абсорбентам, используемым в промышленности, предъявляются следующие требования: высокая впитывающая способность, низкое давление пара, химическая и термическая стабильность в рабочих условиях, низкая вязкость, низкая теплоемкость, некоррозионные, селективные и нетоксичные свойства. Впитывающая способность и вязкость определяют стоимость электроэнергии, затрачиваемой на циркуляцию абсорбента. Чем стабильнее абсорбент и чем ниже давление насыщенных паров, тем меньше его потери. На основании коррозионных свойств определяются требования к материалам оборудования газоочистных сооружений.

В мировой практике аминные процессы занимают лидирующие позиции в области очистки газов от агрессивных компонентов. В этом процессе для очистки газов от  $H_2S$  и  $CO_2$  используются в качестве абсорбентов этаноламины - моноэтанолламин (МЭА), диэтанолламин (ДЭА), триэтанолламин (ТЭА), дигликоламин (ДГА) и др. Чаще всего используются моно - и диэтанолламины. Из-за низких абсорбционных

свойств Триэтаноламин широко не используется. Другие амины используются для селективного удаления агрессивных компонентов [1,2]. Чистые амины - это жидкости с высокой вязкостью и высокой температурой замерзания. Однако их водные растворы имеют низкую вязкость и низкую температуру замерзания (ниже - 10° С). Поэтому в промышленности водные растворы этаноламинов используются в качестве абсорбентов при очистке газов от агрессивных компонентов путем абсорбции [3,4]. Концентрация аминов в растворе может широко варьироваться. Это значение выбирается на основании результатов исследований и с точки зрения контроля коррозии. Одним из важных показателей газоочистных сооружений является расход аминов. Так как стоимость абсорбентов очень высока, она составляет большую часть эксплуатационных расходов.

В некоторых случаях в газах, добываемых на некоторых нефтяных и газовых месторождениях страны, обнаруживаются очень небольшие количества сероводорода и других соединений серы. Однако, в некоторых нефтегазодобывающих управлениях в газах содержится большое количество сероводорода. При подготовке газов к транспортировке присутствие сероводорода вызывает коррозию оборудования и трубопроводов, с одной стороны, и загрязнение и отравление окружающей среды - с другой. Компонентный состав газа показан в таблице 1.

**Таблица 1**

**Компонентный состав газа**

№	Компоненты	%, Вес
1	2	3
1	Метан	96,57
2	Этан	1,59
3	Пропан	0,21
4	н-бутан	0,06
5	и-бутан	0,08
6	н-пентан	0,03

7	и-пентан	0,05
8	гексан	0,03
9	N <sub>2</sub>	0,21
10	CO <sub>2</sub>	1,16
11	O <sub>2</sub>	0,01
12	Итого:	100
13	Плотность	0,700 кг/м <sup>3</sup>
14	H <sub>2</sub> S	10,1308 г/м <sup>3</sup>

Присутствие в этом газе H<sub>2</sub>S до 10,1308 г/м<sup>3</sup> приводит к коррозии транспортной системы и технологического оборудования, снижает эффективность транспортных процессов и качество транспортируемой продукции.

Поэтому извлечение H<sub>2</sub>S из этих газов имеет большое значение.

Процесс очистки газов от сероводорода абсорбционным методом состоит из 2-х блоков - блока абсорбции и регенерации (десорбции) насыщенного раствора МЭА.

В качестве абсорбента используется 15% водный раствор моноэтаноламина (МЭА). Некоторые свойства 15% водного раствора МЭА приведены ниже.

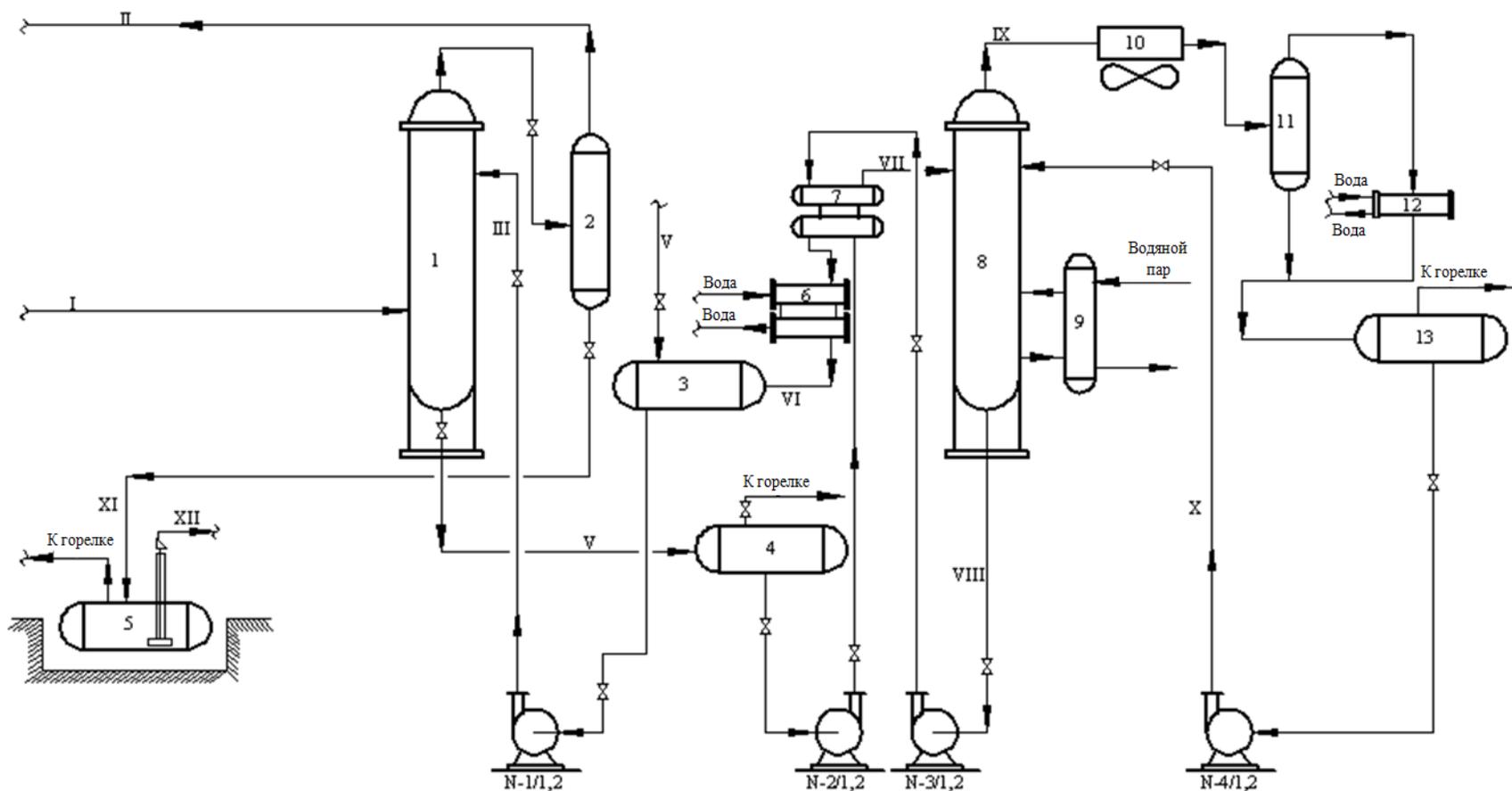
-Плотность, кмоль/м <sup>3</sup>	2,5
-Температура кипения, °С	118
-Температура замерзания, °С	-5
-Вязкость при 40 <sup>0</sup> С, 103 Па • с	1,0
-Давление паров при -40 <sup>0</sup> С, кПа	7,4

Принципиальная технологическая схема предлагаемого устройства для очистки газов абсорбцией приведена на рисунке 1. Для очистки от сероводорода сухой газ, содержащий H<sub>2</sub>S, полученный в секции абсорбции и фракционирования газа с линией I при давлении P = 1,1 ÷ 1,4 МПа, поступает в поглотитель 1 при температуре t = 40<sup>0</sup>С. Для удаления H<sub>2</sub>S из газа 15%-ный водный раствор моноэтаноламина из емкости 3 подается в

верхнюю часть абсорбера с помощью линейного насоса Н-1/1,2. В абсорбере очищенный газ проходит через сепаратор 2 и отделяется из частиц моноэтаноламина, которые приводит с собой, и транспортируется по линии II на завод Этилен-Полиэтилена ПО «Азеркимья» для дальнейшей переработки. Насыщенный сероводородом раствор моноэтаноламина из абсорбера 1 подают в линию 4 по линии IV. Насыщенный сероводородом раствор МЭА перекачивается через насос Н-2/1,2 в межтрубную зону нагревателей 7 для регенерации, где он нагревается до  $90^{\circ}\text{C}$  и затем поступает в линию VII через десорбер 8.

Температура в нижней части десорбера составляет  $120^{\circ}\text{C}$ , а в верхней -  $110^{\circ}\text{C}$ . Тепло нижней части десорбера 8 подводится водяным паром под давлением 1,0 МПа через испаритель 9. Сероводород и водяной пар из верха колонны конденсируются в конденсаторах-охладителях воздуха 10 и охлаждаются в сепараторах 11, затем охлаждаются в водоохладителях 12 и поступают в емкость 13. Отделенная газовая фаза ( $\text{H}_2\text{S}$ ) подается в горелку, а жидкая фаза по линии X насосом Н-4/1,2 подается в верхнюю часть десорбера. Раствор моноэтаноламина, регенерированный из десорбера 8, насосом Н-3/1,2 подается в зону трубопроводов теплообменников 7 по VIII линии. Здесь он охлаждается до  $62^{\circ}\text{C}$ , поступает в водяной охладитель 6 и охлаждается до  $40^{\circ}\text{C}$ , оттуда подается в емкость 3.

В процессе очистки газов от сероводорода для поддержания необходимой концентрации циркулирующего раствора МЭА в систему периодически по линии V добавляют свежий раствор МЭА. Проведены технологические расчеты по определению характеристик и режимов работы основных устройств абсорбционных и десорбционных процессов. В расчете предполагалось, что количество сухого газа составляет  $11000 \text{ нм}^3/\text{ч}$ .



**Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема установки очистки водорода и сухого газа  $H_2S$ .**

1-абсорбер; 2,9,11-сепараторы; 3-ёмкость для регенированных (чистых) МЭА; 4-ёмкость для насыщенных растворов МЭА; 5-дренажная емкость; 6,12-охладители для воды; 7-теплообменник; 8-десорбер; 9-испаритель; 10-воздушный охладитель; 13-емкость;

I-сухой газ; II-очищенный сухой газ; III-абсорбент (15% водный раствор МЭА); IV-насыщенный раствор МЭА; V-свежеприготовленный 15% раствор МЭА; VI-регенированный раствор МЭА; IX-парогазовая фаза; X-десорбер орошения; XI-емкость отвода жидкости, разделенной в сепараторах; XII- емкость жидкость.

Сводные данные технологических отчетов приведены в таблицах 2, 3 и 4 ниже.

**Таблица 2**

**Устройства колонного типа**

Название	Условия работы					Высота колонны, м	Диаметр колонны, м	Количество плит, шт.	Тип плит	Расстояние между плитами, м
	Высота местоположения	t, °C	P (абс), МПа	Расход, т/ч						
				жидкий	пар					
Поглотитель газа	Вверх вниз	40 45	1,3 1,3	- 15,2	11,3 -	18,8	1,2	21	С клапаном однопоточ ный	0,6
Десорбер для регенерации раствора МЭА	Вверх вниз	110 120	0,2 0,2	- 10	0,44 -	18,8	1,2	21	С клапаном однопоточ ный	0,6

**Таблица 3**

**Сепараторы**

Название	Среда	Расход, т/ч	Условия работы		Основные размеры			Время нахождения газа в сепараторе, мин.
			t, °C	P (абс), МПа	Объём, м <sup>3</sup>	Диаметр, м	Высота, м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Газосепаратор	Очищенный газ	11,32 4	40	1,3	4,0	1,2	4,4	0,22
Сепаратор высокосернист ого газа	Высокосерни стые газы	0,184	40	атм	6	1,2	5,2	0,22

**Таблица 4**

### Обогреватели и холодильники

Название	Направление потока	Среда	Расход, кг/ч	Температура		Тепловая нагрузка ккал / ч	Коэффициент теплопередачи (K), ккал/м <sup>2</sup> час °С	Площадь поверхности, (F), м <sup>2</sup>
				Вход	Выход			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Теплообменник насыщенного раствора МЭБ	участок трубы	Регенерированный раствор МЭА	10000	120	67	534665	200	41x2=82
	межтрубный участок	насыщенный раствор МЭА	10182	40	90			
Водоохладитель регенерированного раствора МЭА	участок трубы	Вода	29000	29	40	320000	150	101x2=202
	межтрубный участок	Регенерированный раствор МЭА	10000	67	35			
Конденсат водяного пара и водоохладитель смеси H <sub>2</sub> S	участок трубы	Вода	153,5	29	35	921	50	3,5
	межтрубный участок	сероводород	184	40	35			
Охладитель конденсатора воздуха	участок трубы	Водяной пар сероводород	445 184,096	110	40	150000	6,8	848

Применение этого устройства снизит количество сероводорода в газе до 0,001%.

#### **Выводы:**

- Присутствие сероводорода в газах вызывает коррозию оборудования и трубопроводов, с одной стороны, и загрязнение и отравление окружающей среды, с другой.
- Предлагается использовать процесс абсорбции для удаления сероводорода из газа.
- В качестве абсорбента предложен 15% водный раствор моноэтаноламина.

- Применение этого устройства снизит количество  $H_2S$  в газе до количества, требуемого правилами.

### Список литературы

1. Мираламов Х., Гурбанов Р. «Технология транспортировки газа на морских нефтегазовых месторождениях» *Vaku Science*.2002
2. Технология переработки природного газа: Справочник / Ф.И. Афанасьев, В.М. Стрючков, Н.Н. Подлегаев и др. Под редактором. Афанасьева А.И. - М.: Недра, 1993.-152с.
3. Джоу Ф.Ю., Отто Ф.Д., Мазер А.Е. / *Journal of Chemical Engineers*.- 1994.-V.33, N1.- P.2002-2005.
4. Настека В.Н. Новые технологии очистки высокоактивных природных газов и газовых конденсатов.-М.: Недра, 1996.-108с.