

# АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ПИРОЛИЗНОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА Ибрагимов Ч.Ш.<sup>1</sup>, Юсубов Ф.В.<sup>2</sup> Email: Ibrahimov1135@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Ибрагимов Чингиз Ширин оглы - доктор технических наук, профессор;

<sup>2</sup>Юсубов Фахрaddin Вали оглы - доктор технических наук, профессор,

кафедра нефтехимической технологии и промышленной экологии, химико-технологический факультет,  
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,  
г. Баку, Азербайджанская Республика

**Аннотация:** задача - упрощение процесса очистки пирогаза от сероводорода, экономия аппаратов, металлов, химикатов, энергии и других расходов, связанных с необоснованными осложнениями ведения процесса в промышленных условиях.

Постановленная задача достигается тем, что вместо щелочного метода очистки от сероводорода пиролизного газа предлагается адсорбционный метод. На основе экспериментальных данных можно отметить высокую эффективность применения синтетического цеолита CaA и модифицированного природного морденита, выбор которых обусловлен их избирательной способностью, активностью по отношению к ряду серовода, размерами «входных окон», полярностью адсорбируемого компонента для очистки пиролизного газа от сернистых соединений. Среди синтетических цеолитов самым эффективным в данном случае является CaA, у которого высокая активность и удобный ситовой эффект по отношению к сероводороду.

**Ключевые слова:** адсорбция, природный газ, очистка, H<sub>2</sub>S.

## ADSORPTION CLEANING OF PYROLYSIS GAS FROM SULFUR RINER Ibrahimov Ch.Sh.<sup>1</sup>, Yusubov F.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ibrahimov Chingiz Shirin oglu - Doctor Of Technical Sciences, Professor;

<sup>2</sup>Yusubov Fakhraddin Vali oglu - Doctor Of Technical Sciences, Professor,

DEPARTMENT OF PETROCHEMICAL TECHNOLOGY AND INDUSTRIAL ECOLOGY, FACULTY OF CHEMICAL  
TECHNOLOGY,  
AZERBAIJAN STATE UNIVERSITY OF OIL AND TECHNOLOGY,  
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

**Abstract:** the task is to simplify the process of cleaning pyro gas from hydrogen sulphide, save devices, metals, chemicals, energy and other costs associated with unreasonable complications of process management in industrial conditions.

The solved problem is achieved by the fact that instead of an alkaline method of purification from pyrolysis gas hydrogen sulphide an adsorption method is proposed. On the basis of experimental data, one can note the high efficiency of the use of synthetic zeolite CaA and modified mordenite, the choice of which is determined by their selective ability, the activity relative to the serovid row by the size of the "entrance windows", the polarity of the adsorbed component for purifying the pyrolysis gas From sulfur compounds. Among the synthetic zeolites, the most effective in this case is CaA, in which high activity and convenient sieve effect with respect to hydrogen sulphide.

**Keywords:** adsorption, pyrolysis gas, purification, hydrogen sulphide.

УДК 66.021.3

Содержание сероводорода и влаги в составе пирогаза приводят к отравлению катализаторов, процессов переработки нефтяного сырья, коррозии технологической аппаратуры и загрязнению окружающей среды.

Щелочные методы очистки промышленных газов от сернистых соединений получили широкое распространение в производстве [1]. Однако адсорбционный способ очистки, в случае содержания небольших концентраций сернистых соединений в пирогазе, что часто имеет место в реальных производственных условиях, более перспективен, так как имеет ряд преимуществ. Выбор того или иного метода определяется экономическими критериями, которые рассмотрены в [1]. Согласно этим данным адсорбционный метод является экономически выгодным тогда, когда концентрация сернистых соединений в газе не превышает  $1,0 \div 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ .

Установка очистки пирогаза от сернистых соединений щелочным методом промышленного комплекса по производству этилена ЭП-300 (рис.1.), состоит из трех последовательных технологических узлов—компрессорного, абсорбционного (щелочная очистка от серы) и адсорбционного (осушка от влаги).

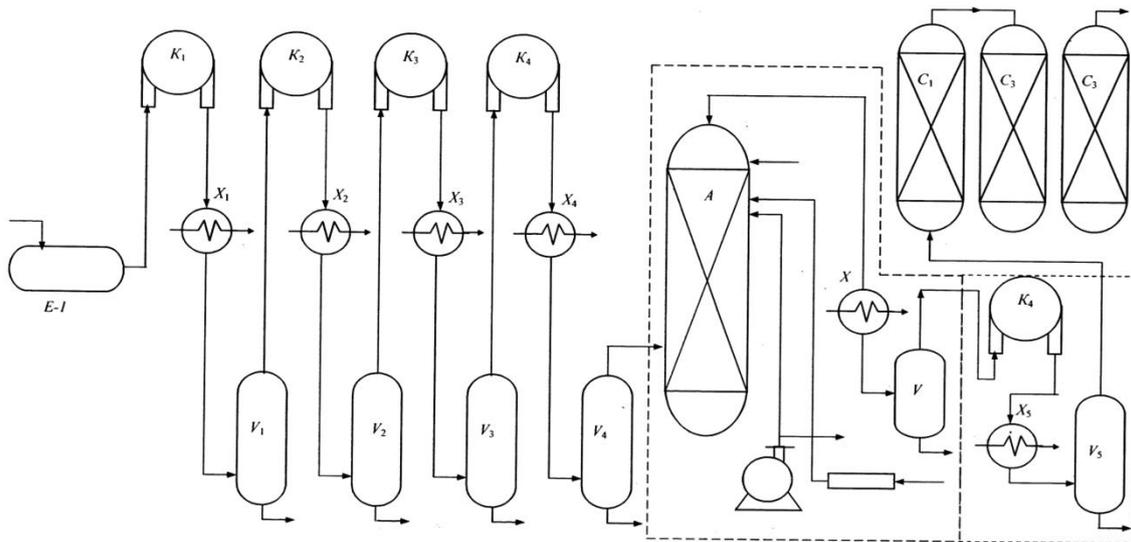


Рис. 1. Технологическая схема блока очистки пирогаза от сернистых соединений и промышленной установки ЭП-300:

$K_i$  - компрессоры;  $X_i$  - холодильники;  $V_i$  - сепараторы;  $A$  - абсорбер;  $C_i$  - адсорберы

Устройство очистки от сероводорода пиролизного газа в производстве этилена и пропилена.

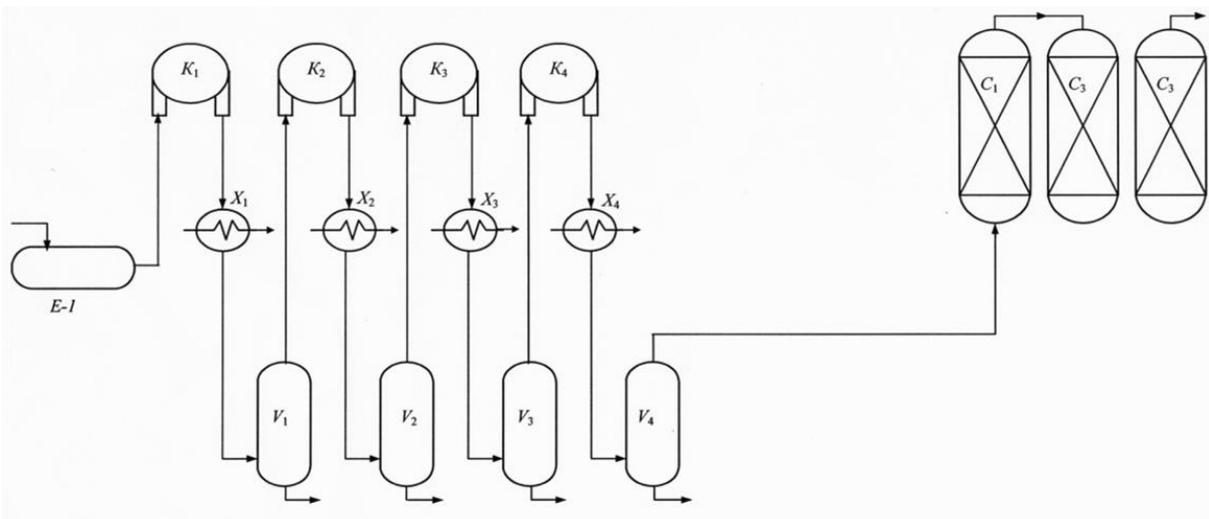


Рис. 2. Технологическая схема блока очистки пирогаза от сернистых соединений промышленной установки ЭП-300:  $K_i$  - компрессоры;  $X_i$  - холодильники;  $V_i$  - сепараторы;  $C_i$  - адсорберы

Пиролизный газ под давлением 1 атм. поступает на первую ступень компрессора  $K_1$ , где повышается давление до 2,3 ата, способствующее дальнейшему продвижению его через конденсатор  $X_1$ , в котором выделяется часть компонентов и накапливается в объеме  $V_1$ . Этот процесс повторяется во всех ступенях. В конце компрессорного узла (после IV ступени) давление достигает до 19 ата, а состав пирогаза состоит из углеводородов, приведенных в таблице 1. Следующий этап технологического цикла включает процесс щелочной очистки в абсорбере  $A_1$ , где противотоком снизу подается поток пирогаза при 19 ата, в количестве 121000 кг/ч, а сверху щелочь – в количестве 2740 кг/ч (12%-ный NaOH).

Конечным этапом данные технологических операций в блоке очистки от сернистых соединений является осушка от влаги пирогаза адсорбционным методом, которая образуется при реакции (1). Для этого, прежде всего пирогаз проводится через пятую ступень компрессора, где давление поднимается до 41 ата, а далее - через адсорберы  $C_1$ - $C_3$ . Необходимость осушки – вынужденная мера, так как при щелочной очистке пирогаза в результате реакции



выделяется вода, в количестве, значительно увлажняющем пирогаз.

Так же как и сернистые соединения, влага является крайне нежелательным компонентом для дальнейших процессов производства этилена. Отсюда продиктована необходимость в осушке пирогаза и с этой целью в аналогичных производствах используются адсорбент КА-3М, окись алюминия, силикагель и т.д., которые заполняются в адсорберы С<sub>1</sub>–С<sub>3</sub>. Адсорберы соединены последовательно и работают по принципу периодической адсорбции (короткоцикловая адсорбция). Для количественной оценки уровня осушки важное значение приобретает определение влагосодержания пирогаза, которое изменяется по точке росы от минус 18-20°С до минус 60-70°С. Согласно существующему технологическому регламенту производства влагосодержание осушенного пирогаза должно быть не выше минус 40°С (по точке росы).

Таблица 1. Состав пиролизного газа, поступающего на очистку от сероводорода

№	Компоненты	Поступление в установку щелочной очистки, кг/ч	% (моль)
1	H <sub>2</sub> S	132	0.08
2	CO <sub>2</sub>	149	0.07
3	CO	340	0.25
4	H <sub>2</sub>	1649	16.67
5	CH <sub>4</sub>	21165	26.75
6	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	624	0.49
7	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	41945	30.30
8	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	11159	7.52
9	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	22208	10.69
10	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	690	0.32
11	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	6298	1.98
12	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	5940	2.15
13	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	617	0.22
14	C <sub>5</sub>	4854	1.36
15	C <sub>6</sub>	798	0.19
16	Бензол	3427	0.89
17	C <sub>7</sub>	125	0.02
18	Толуол	239	0.05
19	C <sub>8</sub>	3	0.00
20	Этилбензол	4	0.00
21	Ксилол	1	0.00

Из вышеизложенного становится очевидным, что в случае замены в производстве щелочных методов очистки пирогаза от сернистых соединений на адсорбционный становится возможным исключить из технологии узел абсорбции (рис. 1.) и линия подачи потока пирогаза переключается непосредственно к адсорберам С<sub>1</sub>–С<sub>3</sub> (рис. 1). Это изменение создает возможность использования узла осушки, без какого-либо конструктивного изменения в новом качестве для адсорбционной очистки пиролизного газа от сернистых соединений. Для достижения этой цели достаточно заполнить адсорберы С<sub>1</sub> –С<sub>3</sub> цеолитом СаА.

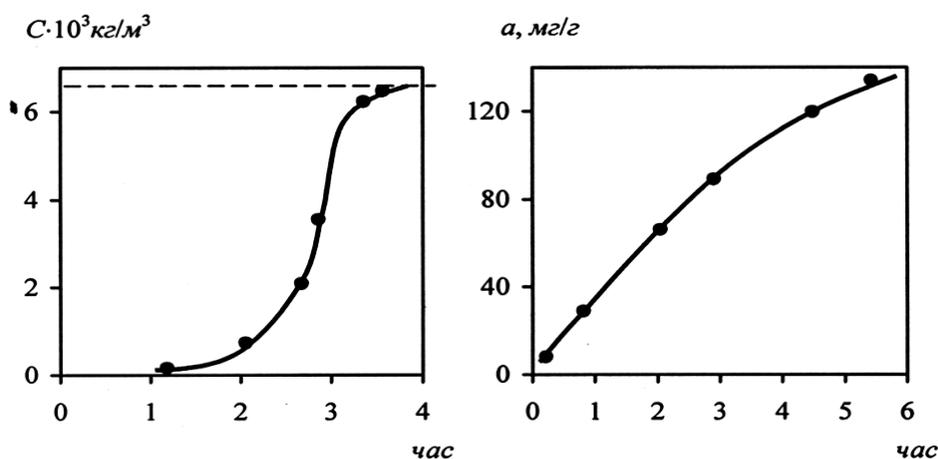


Рис. 3. Выходная (рис. 3а) и кинетическая (рис. 3б) кривые адсорбции сероводорода из смеси углеводородов пирогаза, синтетическим цеолитом СаА (начальная концентрация сероводорода в пирогазе  $C_0 = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ )

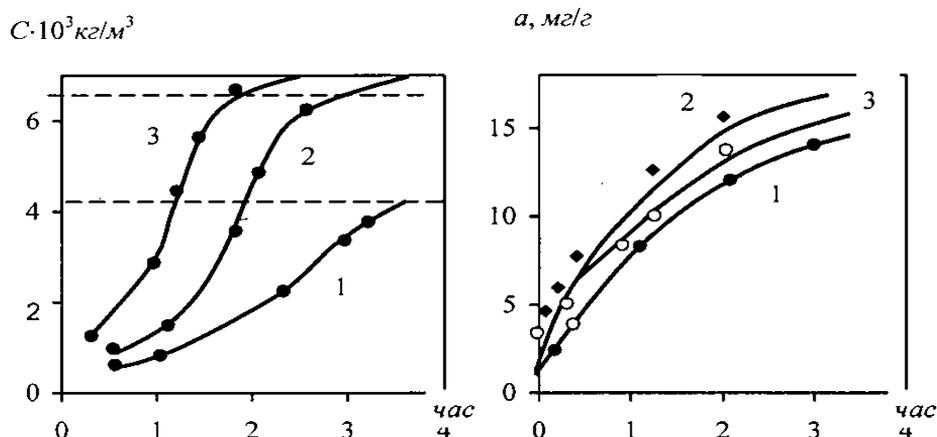


Рис. 4. Выходные (рис. 4а) и кинетические (рис. 4б) кривые адсорбции сероводорода из пирогаза модифицированным природным морденитом: 1 - исходный цеолит ( $C_0 = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ ); 2 - регенерированный ( $C_0 = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ ); 3 - дважды регенерированный ( $C_0 = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ )

На основе экспериментальных данных, некоторые примеры из которых приведены на (рис. 3 - 4), можно отметить высокую эффективность применения синтетического цеолита СаА и модифицированного природного морденита, выбор которых обусловлен их избирательной способностью, активностью по отношению к сероводороду ряда размеров «входных окон», полярностью адсорбируемого компонента для очистки пиролизного газа от сернистых соединений. Среди синтетических цеолитов самым эффективным в данном случае является СаА, у которого высокая активность и удобный ситовый эффект по отношению к сероводороду [2, 3].

Установлено, что наилучшим по адсорбционным показателям, среди испытанных природных цеолитов, по отношению к сероводороду является модифицированный в особых условиях природный морденит.

Модификация технологической схемы (рис. 1) и предложения замены её технологической схемой в виде (рис. 2) позволяет:

- сэкономить значительного количества металлов за счет сокращения абсорбера А<sub>1</sub>, холодильников-конденсаторов Х и Х<sub>5</sub>, компрессора К<sub>5</sub>, и сепараторов V и V<sub>5</sub>, снизить их капвложения;
- сократить ценных аппаратов: абсорбера, конденсаторов, компрессора и сепараторов, тем самым упростить технологическую схему;
- исключить использования щелочи, который расходуется 24000 тонн/год, тем самым улучшить экономическую эффективность установки;
- сэкономить огромное количество энергии, которая расходуется для преодоления сопротивления при движении потока пирогаза через сокращенные аппараты: абсорбера, конденсаторов, компрессора, сепараторов;
- сократить расходы на обслуживающий персонал, насосы, амортизационные отчисления и т.д.

#### Список литературы

1. Шахтактинский Т.Н., Ибрагимов Ч.Ш., Бабаев А.И. Системный анализ процессов разделения и очистки продуктов нефтехимии. Баку, изд-во «Элм», 2006. С. 120-124.
2. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984. С. 180-187.
3. Ибрагимов Ч.Ш., Бабаев А.И. Научные основы и практические задачи химической кибернетики. Баку, изд. АГНА, 2015. С. 235-238.