ОЧИСТКА ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Д.Ш.Шукурова

Каршинского государственного технического университета

Студентка группы НГК-307-23

Аннотация. В статье анализируются технологии очистки природного газа от сернистых соединений (H_2S) и углекислого ангидрида (CO_2). Поскольку содержащиеся в природном газе кислые компоненты оказывают негативное воздействие на технологические процессы, окружающую среду и здоровье потребителей, их эффективное удаление является актуальной проблемой. В работе подробно освещены технологические процессы химической и физической абсорбции, а также методы адсорбции на основе цеолитов, их преимущества и условия применения.

Ключевые слова: соединения серы, сероводород (H_2S), угольный ангидрид (CO_2), химическая абсорбция, физическая абсорбция, адсорбция, моноэтаноламин, цеолит, глубокая очистка газа, процесс регенерации, коррозия.

Abstract. This article analyzes the technologies for purifying natural gas from sulfur compounds (H_2S) and carbonic anhydride (CO_2). Since the sour components contained in natural gas have negative consequences for technological processes, the environment and consumer health, their effective removal is an urgent issue. The work extensively covers the technological processes of chemical and physical absorption, as well as zeolite-based adsorption methods, their advantages and application conditions.

Keywords: sulfur compounds, hydrogen sulfide (H_2S), carbonic anhydride (CO_2), chemical absorption, physical absorption, adsorption, monoethanolamine, zeolite, deep gas purification, regeneration process, corrosion.

Annotatsiya. Ushbu maqolada tabiiy gazni oltingugurtli birikmalar (H_2S) va karbonat angidrit (CO_2) gazidan tozalash texnologiyalari tahlil qilingan. Tabiiy gaz tarkibidagi nordon komponentlar texnologik jarayonlar, ekologik muhit va iste'molchilar salomatligi uchun salbiy oqibatlar keltirib chiqarishi sababli, ularni samarali ajratib olish dolzarb masala hisoblanadi. Ishda kimyoviy va fizik absorbsiya, shuningdek, seolit asosidagi adsorbsiya usullarining texnologik jarayonlari, ularning afzalliklari va qo'llanilish shart-sharoitlari keng yoritilgan.

Kalit so'zlar: oltingugurt birikmalari, vodorod sulfid (H_2S), karbonat angidrit (CO_2), kimyoviy absorbsiya, fizik absorbsiya, adsorbsiya, monoetanolamin, seolit, gazni chuqur tozalash, regeneratsiya jarayoni, korroziya.

Введение:

ISSN 3030-3907

На многих месторождениях природного газа в составе газа присутствуют соединения серы и углекислый газ, которые называют кислыми газами. Соединения серы разрушают катализаторы при переработке газа, а при сжигании образуются оксиды CO_2 и CO_3, которые при попадании в атмосферу представляют опасность для человека и окружающей среды. Сероводород и углекислый газ в присутствии газа CO_2 и воды вызывают коррозию стальных труб, трубопроводного оборудования, компрессорных машин. При их наличии ускоряется гидратация. При наличии сернистых компонентов к составу газа, поставляемого потребителям, предъявляются высокие требования. В настоящее время допустимое количество сероводорода H_2S в природном газе составляет 5,7 мг/м3, общей серы — не более 50 мг/м3, а количества углекислого газа CO_2 — не более 2%. Сернистые компоненты природного газа, в первую очередь H_2S, являются основным сырьем для получения серы.

Степень очистки газа от серы составляет 99,9%. Действующая технология основана на производстве серы и обеспечении чистоты атмосферного давления на ООО «Шортан Нефт Газ» и Мубаракском ГПЗ.

Традиционные методы очистки больших объемов газов включают следующие процессы:

1) извлечение кислых компонентов, получение очищенного газа;
2) переработка кислых газов в серу;
3) очистка или сжигание отходящих газов;
4) очистка дымовых газов.

Абсорбционно-регенеративные процессы в основном применяются для извлечения высших компонентов из природного газа. Кислые компоненты удаляются из газа путем химической или физической абсорбции. После этого насыщенный абсорбент, который направляется на установку получения серы, регенерируется и получается поток кислого газа.

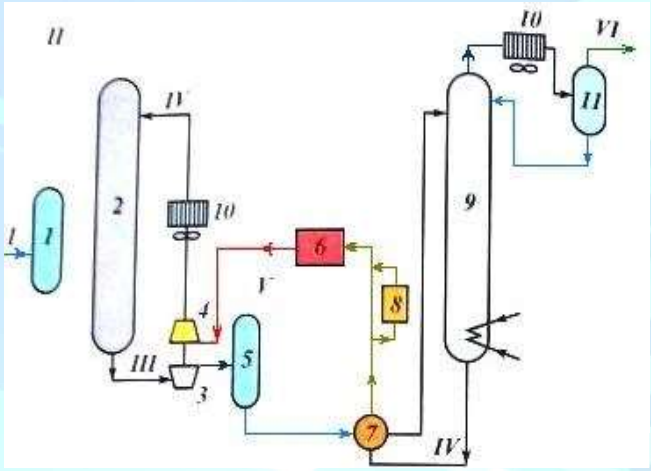
Процессы химической абсорбции используют водную смесь абсорбентов. В качестве химических абсорбентов используются моноэтаноламин, диэтаноламин, дигликольамин и щелочные металлы. Схема химической абсорбции представлена на рисунке 1.1.

Процесс моноэтаноламина широко используется и характеризуется высокой реакционной способностью с адсорбентами. Он обладает высокой химической стойкостью и имеет низкие капитальные затраты. Реакция моноэтаноламина с серой и кислыми углеродными газами может быть выражена следующими уравнениями:

$$2C_2H_2ONH_2 + H_2S \leftrightarrow [(C_2H_5 + O)N]_2 \bullet S \qquad (2.1)$$

ISSN 3030-3907

$$2C_2H_5ONH_2 + H_2O + CO_2 \leftrightarrow [(C_2H_5ONH_2)H]\bullet CO_3 \quad (2.2)$$



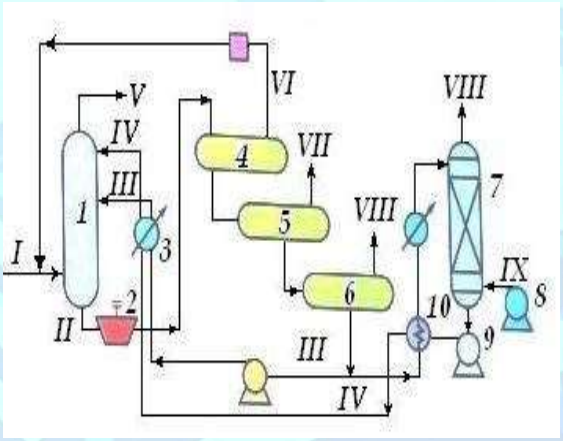


Рисунок 1.1. Химический абсорбционный метод Рисунок 1.2. Схема устройства осушки газа устройства очистки природного газа методом физической абсорбции: 1-вход в сепаратор; 2-схема абсорбера; 3-гидравлический 4-кристалл; 5-насос; 1-абсорбент; 2-детандер; 3-охладитель; 4,5 и 6-первый, второй и третий нагнетатели; 6-ступенчатые нагнетатели, установленные в зазоре; 7-бак; 7-теплообменник; 8-фильтр; 9-испарительная колонна; 8-воздушный распылитель; 9-насос; 10-теплодесорбер; 10-воздушный охладитель; 11-рефлекторный теплообменник; I-входящий газ; II-сепаратор; I-сырой газ; II-очищенный газ; насыщенный абсорбент; III-грубогенерированный абсорбент; IV-III-насыщенный абсорбент; Абсорбент, генерируемый в Івмае; Регенерированный абсорбент; V-V-очищенный газ; VI-рециркулированный газ; VII-вытяжной газ; VI-кислый газ, вытяжной при среднем давлении; VIII-кислый газ; IX-воздух или инертный газ.

Во избежание коррозии оборудования водная примесь моноэтаноламина в растворе не превышает 15-20%. Сернистые газы в потоке природного газа относятся к физическим абсорбентам и характеризуются быстрым поглощением нефти при циркуляции абсорбентов, низкими энергозатратами, малыми габаритными размерами и простотой оборудования. Состав газа, входящего в состав растворителей, определяется по температуре и давлению, что также учитывает требования к последующей переработке и очищенному газу (рисунок 1.2).

Вторая стадия очистки природного газа включает отделение серы от сернистых соединений. При переработке больших объемов потоков природного газа используют различные модификации процесса Клауса. В его основе лежит каталитическая реакция кислорода воздуха с сероводородом, поступающим в процесс абсорбции регенерационной колонны.

ISSN 3030-3907

Устройство очистки природного газа с использованием цеолита

1-5 блоков

За 1 час – 500 тыс.м^3 Всего: За 1 час – 2500 тыс.м^3

За 1 день – 12 млн.м^3 За 1 день – 60 млн.м^3

За 1 год – 4 млрд.м^3 За 1 год – 20 млрд.м^3

Марка цеолита: SaA-5A: Производитель – SESA (Франция).

Высокое содержание в природном газе, добываемом на месторождении, соединений серы – сероводорода (H2S) затрудняет его широкое использование в технологических процессах различных отраслей народного хозяйства и в качестве бытового топлива.

В целях обеспечения высоких требований к качеству материалов, получаемых из технологических аппаратов, а также повышения качества выпускаемой продукции построена установка очистки природного газа от сероводорода (H2S) и введена в эксплуатацию установка № 1 (в сети ООО «Шортаннефтегаз» и «Мубаракского газоперерабатывающего завода»).

Установка адсорбционной очистки цеолитового газа состоит из:

- установки адсорбционной очистки природного газа, состоящей из 5 (пяти) агрегатов общей производительностью 20 млрд. м³/год. Готовой продукцией установки является очищенный от сернистых соединений и осушенный природный газ. В качестве основного сырья установки используется природный газ, прошедший предварительную подготовку в ФАК.

В установке адсорбционной очистки используются следующие реагенты: Искусственные (синтетические) цеолиты марки CaA - 5E, которые соответствуют результатам контроля качества цеолитов ВНИИГаз «Технические условия», закупаемых у зарубежных стран. Очистка природного газа от сероводорода (H2S) осуществляется адсорбционным методом, то есть путем селективного разделения загрязняющих соединений с использованием твердых адсорбентов. В качестве адсорбентов на установке используются искусственные (синтетические) цеолиты марки CaA (5E).

Размеры этих цеолитов составляют 1,6 мм и 3,2 мм. Каждый блок заполнен 70 тоннами цеолита. Искусственные (синтетические) цеолиты представляют собой твердые адсорбенты с кристаллической структурой, имеющие большое количество пор по отношению к объему адсорбента. При выборе типа адсорбента учитывают поперечные размеры молекул, которые необходимо отделить от смеси. При этом молекулы сероводорода (H2S), имеющие эффективный круговой размер, измеряемый размером пор адсорбента, проникают в поры и в результате взаимодействия межмолекулярными силами удерживаются там.

ISSN 3030-3907

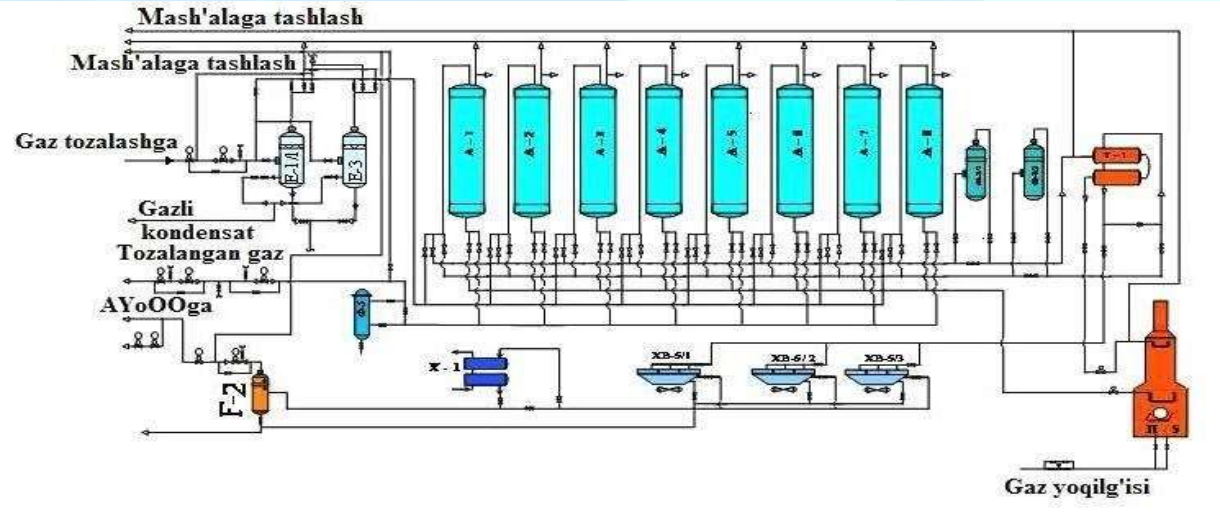


Рисунок 2. Технологическая схема устройства очистки природного газа с использованием цеолита

Природный газ, поступающий с ¾ ступени блока низкотемпературной сепарации, поступает в сепаратор (сепаратор) YE-1 блока очистки газа с использованием цеолита. В сепараторе YE-1 частично задерживаются содержащиеся в газе жидкие и механические примеси. Природный газ выходит из верхней части YE-1 и с верхней части параллельно поступает в адсорберы. Содержащиеся в газе H2S и CO2 очищаются с использованием цеолита (т.е. поглощаются цеолитом), очищенный природный газ выходит из нижней части адсорбера, проходит через фильтр и направляется в магистральный газопровод и на блок извлечения пропан-бутановой смеси. В одном блоке установлено 8 адсорберов, из которых 6 адсорбционных (очистка длится 9 часов), 1 регенерационный (длится 1,5 часа) и 1 охлаждающий (1,5 часа).

Каждый адсорбер имеет производительность очистки газа 83 тыс. м3/час. 15% чистого газа, выходящего из адсорбера, отбирается и подается в нижнюю часть адсорбера для охлаждения. Газ, подаваемый на охлаждение, выходит из верхней части адсорбера и поступает в теплообменник (310°C). Температура в теплообменнике повышается (320°C) и поступает в печь. В печи температура повышается до 330-340°C и подается в нижнюю часть адсорбера на регенерацию. В процессе регенерации газы H2S и CO2 отделяются от цеолитовой композиции и выходят из верхней части адсорбера и подаются в теплообменник. В результате такого температурного обмена температура регенерационного газа снижается до 200–210 °C, откуда он охлаждается до 85–90 °C через аппарат воздушного охлаждения (АВО) и до 50–55 °C через охладитель, после чего пропускается через сепаратор ЕЭ-2 и направляется в аппараты АСО-1.2.

ISSN 3030-3907

Заключение: Очистка природного газа от сернистых соединений (H_2S) и углекислого ангидрида (CO_2) является одним из важных направлений современных промышленных технологий. Так как эти компоненты, помимо того, что делают газ пригодным для использования, вызывают проблемы с коррозией оборудования, загрязняют атмосферу и создают экологические проблемы. Кроме того, H_2S воздействует на катализаторы и приводит к выделению токсичных газов (CO_2) при сжигании газа. Современные технологии используют два основных метода очистки газа: физическую абсорбцию и адсорбцию. При методе химической абсорбции кислые компоненты в газе поглощаются с помощью моноэтаноламина и других аминовых реагентов. Этот процесс характеризуется высоким уровнем селективности, низкими капитальными затратами и регенерацией.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов, Ш.Ж., Абдуллаев, М.М. Нефть ва газни қайта ишлаш технологияси. — Т.: «Fan va texnologiya», 2021. — 312 б.
2. Ахмедов, А.А., Рахимов, Ш.К. Газни тозалаш ва ажратиш технологиялари. — Тошкент: O‘zbekiston Milliy Ensiklopediyasi nashriyoti, 2020. — 284 б.
3. Шарипов, Ж.Р. Аммиак ва аминларнинг газ тозалашда қўлланилиши. — Тошкент: TDTU nashriyoti, 2019. — 198 б.
4. GPSA Engineering Data Book. Gas Processing and Conditioning. 14th Edition. — Gas Processors Suppliers Association, 2018.
5. Kohl, A.L., Nielsen, R.B. Gas Purification. 5th Edition. — Gulf Professional Publishing, 1997. — 745 p.
6. Timmerhaus, K.D., Perry, R.H. Perry's Chemical Engineers' Handbook. 8th Edition. — McGraw-Hill, 2008.
7. Seader, J.D., Henley, E.J., Roper, D.K. Separation Process Principles: Chemical and Biochemical Operations. 3rd Edition. — Wiley, 2011.

Internet manbalari:

www.gazprom.com – Gaz sanoatidagi xalqaro standartlar va yangiliklar.
www.energy.gov – AQSh Energetika Departamenti ma’lumotlari.
www.sciencedirect.com – Ilmiy maqolalar va texnologik yangiliklar.

ISSN 3030-3907