



**МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАНА**

**КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**



Факультет Нефти и газа

**Направление – 5320300 “Технологические машины и
оборудование”**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: Очистка природного газа цеолитами и расчет адсорбера

Руководитель:

Джураева Г.Х.
(подпись)

Джураева Г.Х.

Выпускник:

Юнусов Э.М.
(подпись)

Юнусов Э.М.

Т.Р. Юлдашев
(подпись)
**«Допускается к защите»
Заведующей кафедрой “ТМО”
Т.Р.Юлдашев
(Ф.И.О)
«06» 06 2017 год**

А.Р. Маллаев
(подпись)
**«Направлена в ГАК»
Декан факультета:
А.Р. Маллаев
(Ф.И.О)
«06» 06 2017 год**

Карши - 2017 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	
I часть	Общая часть.....
1.1	Сущность процесса адсорбции.....
1.2	Характеристика сырья, побочного продукта, материалов и товарной продукции.....
1.3	Осуществление процесса адсорбции.....
1.4	Процесс десорбции
II часть	Технологический процесс адсорбционной установки цеолитовой сероочистки.
2.1	Физические основы процесса адсорбции.....
2.2	Описание технологического процесса и технологической схемы установки
III часть	Безопасность жизнедеятельности.....
Вывод
Использованная литература

Введение

Узбекистан добился огромных успехов в переориентировании экономической политики на внутреннюю переработку природных ресурсов и производство экспортной продукции с высокой добавленной стоимостью.

Перерабатывающая промышленность на основе отечественного сырья обеспечивает более 62 процентов от общего объема промышленного производства страны.

Позитивные результаты на пути к достижению статуса высокотехнологичной экономики позволяют Узбекистану осуществлять проактивную политику по привлечению прямых иностранных инвестиций в сферу переработки собственных минеральных ресурсов. Привлечение более 34 миллиардов долларов США в обрабатывающие сферы, создание 93 новых перерабатывающих заводов и модернизацию 38 существующих предприятий путем внедрения передовых технологий ведущих международных компаний.

В промышленности адсорбцию применяют для отбензинивания попутных и природных газов, осушки газов и жидкостей, при разделении газов нефтепереработки для получения водорода и этилена, выделения низкомолекулярных ароматических углеводородов, для очистки масел.

По сравнению с другими массообменными процессами адсорбция наиболее эффективна в случае малого содержания извлекаемых компонентов в исходной смеси и поэтому адсорбцию обычно используют на конечных технологических стадиях процессов.

Состав природных газов по основным газовым и газоконденсатным месторождениям характеризует, - высокое содержание метана (85-99% (об.)) и соответственно высокая теплота сгорания. Содержание тяжелых углеводородов ($\sum C_{5+}$) невелико (0,02 – 0,20% (об.)) и лишь в отдельных случаях достигает 1,5-4,0 % (об.). Большинство газов содержит 1-5% (об.) неуглеводородных примесей инертных газов (азот и диоксид углерода) и сероводород. Кроме этих примесей природные газы содержат в небольших количествах сероуглеродные (COS и CS₂), а также сероорганические – меркаптаны (R-SH) – соединения.

Природные газы, нефтяные содержат инертные компоненты – азот и диоксид углерода (1–10%(об.)), сероводород и влаги.

Этих примесей разделяются путем адсорбции. Явление адсорбции связано с наличием сил притяжения между молекулами адсорбента и поглощаемого вещества.

Количество вещества, адсорбируемого поверхностью, определяется состоянием равновесия и зависит от природы адсорбента и адсорбируемого вещества, концентрации последнего в исходной смеси, температуры процесса, а при адсорбции газовой фазы и от давления.

Адсорбируемость углеводородов обычно возрастает с увеличением их молекулярной массы, однако более значительное влияние оказывают структура и размеры их молекул.

Сернистые соединения лучше сорбируются, чем содержащие их парафиновые и нафтеновые углеводороды, и имеют близкую адсорбируемость к ароматическим углеводородам.

Непредельные низкомолекулярные углеводороды (этилен, пропилен) адсорбируются лучше, чем соответствующие предельные их аналоги (этан, пропан).

Использование адсорбции для разделения смесей, содержащих непредельные углеводороды, в ряде случаев осложняется тем, что в процессе разделения эти углеводороды подвергаются каталитическому воздействию адсорбента, в связи с чем могут происходить их химические превращения, например полимеризация.

Актуальность теме проекта. Очистка и осушка природного газа от сероводорода адсорбционным методом, основанным на селекционном извлечении загрязняющих примесей твердым поглотителем-адсорбентом, т.е. синтетическим цеолитом типа СаА (5А).

Цель выпускной квалификационной работы. Изучить и определить установку очистки природного газа от сероводорода адсорбционным способом из пяти идентичных блоков, работающих в параллельном режиме.

Практическая значимость выпускной квалификационной работы. Дается характеристику зависимости адсорбируемость веществ от природы, строения молекул и молекулярного веса исходных веществ и структуры адсорбента, извлечения ключевых компонентов, эффективность при малых концентрациях извлекаемых веществ, адсорбционной способности необходимая регенерация адсорбента, активность адсорбента от числа регенераций.

I. Общая часть.

1.1 Сущность процесса адсорбции

Адсорбция представляет собой процесс поглощения газов, паров или жидкостей поверхностью пористых твердых тел-адсорбентов.

Процессы адсорбции являются избирательными и обратимыми. Это значит, что каждый поглотитель обладает способностью поглощать лишь определенные вещества и не поглощает (или поглощает лишь в незначительной степени) другие вещества, содержащиеся в газовой смеси или растворе, а поглощенное вещество всегда может быть выделено из поглотителя путем десорбции-процесса, обратного адсорбции.

Процессы адсорбции протекают в неподвижном или перемещающемся слое зернистого адсорбента, или в кипящем (псевдооживленном) слое. В последнем случае адсорбенты могут находиться в виде «стационарного» слоя внутри аппарата или циркулировать через аппарат.

Адсорбция в слое движущегося адсорбента и особенно в кипящем слое протекает значительно интенсивнее, чем в неподвижном слое, и может проводиться в более компактной аппаратуре.

Благодаря огромной удельной поверхности адсорбентов (поверхность на единицу объема) при адсорбции возможны очень большие скорости поглощения и полное поглощение компонентов, выделение которых путем абсорбции было бы невозможно из-за малой концентрации их в смеси. Поэтому адсорбция является эффективным способом разделения «бедных» смесей, содержащихся незначительное количество поглощаемых веществ, а также смесей, состоящих из компонентов, очень близких друг к другу по химическим и физическим свойствам.

Процессы адсорбции широко применяются для очистки и осушки газов, для разделения смесей газов и паров, например смесей газообразных углеводородов, для улавливания из паро-газовых смесей паров ценных органических веществ (бензола, бензина, ацетона и др.), или так называемой рекуперации летучих растворителей. Посредством адсорбции производят также очистку от примесей.

В качестве адсорбентов применяются пористые твердые вещества с большой удельной поверхностью, обычно относимой к единице массы вещества. Адсорбенты имеют различные по диаметру капиллярные каналы- поры, которые условно могут быть разделены на макропоры ($более 2 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-6} \text{ мм}$), переходные поры ($6 \cdot 10^{-6} - 2 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$), микропоры ($2 \cdot 10^{-6} - 6 \cdot 10^{-6} \text{ мм}$). Характер процесса адсорбции определяется размером пор.

Поглотительная способность адсорбента по отношению к данному веществу зависит от температуры и давления, при которых производится адсорбция, и от концентрации поглощаемого вещества. Максимально возможная при данных условиях поглотительная способность адсорбента условно называется его **равновесной активностью**. В промышленности в качестве поглотителей применяют главным образом активные угли и минеральные адсорбенты (силикагель, цеолиты и др.), а также синтетические, ионообменные смолы (иониты).

Активные угли. Высокопористые активные угли получают путем сухой перегонки различных углеродосодержащих веществ (дерева, костей и др.), и активирование полученных углей для повышения их пористости. Активирование осуществляют прокаливанием, углы при температурах $\leq 900^{\circ}\text{C}$, а также другими способами, например удалением из пор угля смол и некоторых других продуктов сухой перегонки путем их экстрагирования органическими растворителями, окислением кислородом воздуха и др. Для повышения активности углей в них часто перед обугливанием вводят активирующие добавки (растворы хлористого цинка, кислот, щелочей и др.).

Силикагели. Эти адсорбенты представляют собой продукты обезвоживания геля кремневой кислотой, получаемый путем обработки раствора силикатом натрия (растворимого стекла) минеральными кислотами или кислыми растворами их солей. Удельная поверхность силикагеля изменяется от 400 до $770 \text{ м}^2/\text{г}$. Размер гранул колеблется от 0,2 до 7 мм, насыпная плотность составляет $100\text{-}800 \text{ г}/\text{см}^3$. Силикагели применяются главным образом для осушки газов.

Цеолиты. Эти адсорбенты представляют собой природные или синтетические минералы, которые являются водными алюмосиликатами катионов элементов первой и второй групп периодической системы Д.И. Менделеева. В качестве промышленных адсорбентов применяются главным образом искусственные (синтетические) цеолиты. Относительно недавно были получены цеолиты, обладающие весьма однородной структурой пор, размеры которых соизмеримы с размерами адсорбируемых молекул. Молекулярно-ситовыми свойствами обладают также некоторые природные цеолиты, например натролит. Молекулярно-ситовое действие цеолитов часто используют в промышленной практике для разделения некоторых веществ, например нормальных и изопарафиновых углеводородов. Для глубокой осушки газов, содержащие небольшое количество влаги. Размер гранул цеолита составляет от 2 до 5 мм.

Иониты. Эти адсорбенты представляют собой как природные, так и синтетические неорганические и органические вещества. К природным ионитам относятся цеолиты, глинистые минералы, ископаемые угли. Синтетическими ионитами являются плавные цеолиты и молекулярные сита (цеолиты с правильной кристаллической структурой), ионообменные смолы, активированные минералы и органические вещества.

Адсорбенты характеризуются статической и динамической активностью. После некоторого периода работы адсорбент перестает полностью поглощать извлекаемый компонент и начинается «проскок» компонента через слой адсорбента. С этого момента концентрация компонента в отходящей парогазовой смеси возрастает вплоть до наступления равновесия.

1.2 Характеристика сырья, побочного продукта, материалов и товарной продукции.

Сырьем установки цеолитовой сероочистки является природный малосернистый газ, прошедший предварительно подготовку на установках низкотемпературной сепарации. Товарной продукцией установки является осушенный и очищенный от сернистых соединений газ природный, горючий соответствующий O'zDSt 948. (табл. 1.2.1)

Состав газа, поступающего на очистку: сероводород H_2S - 0,07-0,08%; углекислый газ CO_2 - 2,6-3,4%; азот плюс водород $\text{N}_2 + \text{H}_2$ - 0,7-0,73; метан CH_4 - 90,0-91,8; этан C_2H_6 - 3,6-3,75; пропан C_3H_8 - 0,7-0,8; бутан C_4H_{10} - 0,35-0,4; углеводороды $\text{C}_{5+\text{выш}}$ - 0,15-0,3; удельный вес газа - $0,809\text{-}0,81 \text{ кг}/\text{м}^3$; содержание водяных паров в газе - $0,06 \text{ г}/\text{м}^3$; давление газа, поступающего на очистку - 5,0-5,7 МПа; Температура газа, поступающего на очистку, максимальная - 60°C ; минимальная - 50°C .

Содержание кислых компонентов в газе: сероводорода - 1,1 - 1,3 % об; углекислоты - 2,2-3,5% об; азота - 0,7-0,9 % об; C_nH_m - остальное; температура - $40\text{-}55^{\circ}\text{C}$; давление - 4,0-5,0 $^{\circ}\text{C}$. Бесцветен, горюч, токсичен, класс опасности - 3.

Синтетические цеолиты СаА-5А и цеолиты СаА, закупаемые по импорту с характеристиками, соответствующими ТУ результатам входного контроля качества цеолитов (ТУ 38-110231-83). Химический состав: $\text{Si O}_2 \times \text{AL}_2 \text{ O}_3 \times \text{Fe}_2 \text{ O}_3 \times \text{CaO}$, не менее $\text{Na}_2\text{O} \times \text{K}_2\text{O}$.

1.3 Осуществление процесса адсорбции

Процессы адсорбции могут проводиться периодически (в аппаратах с неподвижным слоем адсорбента) и непрерывно - в аппаратах с движущимся или кипящим слоем адсорбента, а также в аппарате с неподвижным слоем – в установке из двух или большого числа адсорбента, в которых отдельные стадии процесса протекают не одновременно.

Адсорберы с не подвижным слоем поглотителя. Наиболее часто применяются цилиндрические адсорберы вертикального и горизонтального типов. Адсорберы со слоем поглотителя кольцевого сечения используются крайне редко. Периодические процессы адсорбции часто проводится четырехфазным способом, при котором процесс проходит в четыре стадии.

Первая стадия - собственно **адсорбция**, т.е. насыщение поглотителя адсорбируемым компонентом. Паро-газовая подается в корпус 1 аппарата (рис 1 а) через штуцер 2 ,проходит через слой поглотителя и выходит через штуцер 3.

Вторая стадия - **десорбция** поглощенного компонента из поглотителя. Подача паро-газовой смеси прекращается, и в аппарат подается водяной пар через барботер 4 (рис.1.3.1а, б) или через штуцер3 (рис.13.1 в). Смесь паров десорбированного компонента и воды удаляются через штуцер 5. Конденсатор пара отводится из аппарата после десорбции через штуцер 6.

Третья стадия - **сушка** поглотителя. Перекрывается вход и выход водяного пара, после чего влажный поглотитель сушится горячим воздухом, поступающий в аппарат через штуцер 2 и выходящим из аппарата через штуцер 3.

Четвертая стадия - **охлаждение** поглотителя.

Существует также двухфазный метод, при котором в прошедший регенерацию водяным паром горячий и влажный уголь подаются последовательно горячая и холодная паро-воздушная смесь (первая стадия). При этом процессы сушки и охлаждения угля идут одновременно с процессом поглощения. По окончании первой стадии осуществляется десорбция поглощенных веществ водяным паром (вторая стадия).

Выбор метода работы производится на основании технико-экономических показателей.

Для уменьшения потерь тепла в окружающую среду (при десорбции и сушке поглотителя) адсорберы покрывают тепловой изоляцией.

Установки для периодической адсорбции, помимо основного аппарат-адсорбера, включают вспомогательное оборудование. На рис. 1.3.1 приведена схема установки для улавливания паров органических веществ из их смеси с воздухом. Перед поступлением в адсорбер паро-воздушная смесь проходит через фильтр 1, где очищается от пыли. Это предотвращает засорение трубопроводов и быстрое снижение активности поглотителя. Смеси паров органических веществ с воздухом часто взрывоопасны (при определенных соотношениях паров и воздуха). Поэтому после фильтра смесь проходит огнепреградитель 2 — емкость, заполненную материалом с высокой теплоемкостью (обычно гравием). В случае загорания смеси в этом аппарате поток охлаждается до температуры, значительно меньшей температуры ее воспламенения, и этим предотвращается распространение пламени внутри установки. Далее смесь проходит через предохранительное устройство 3, основной частью которого является обычно, мембрана, разрывающаяся при увеличении давления в трубопроводе сверх допустимого.

Выходящая из предохранительного устройства паро-воздушная смесь при адсорбции (первая стадия) вентилятором или газодувкой 4 подается в адсорбер 5. При

десорбции (вторая стадия) выходящие из адсорбера пары конденсируются в конденсаторе 6. Получаемый конденсат (называемый рекуператом) разделяется ректификацией или путем расслаивания в сепараторе, если десорбируемый компонент не смешивается с водой. При сушке адсорбента (третья стадия) в адсорбер вентилятором 7 подается воздух, предварительно нагретый в калорифере 8. При охлаждении адсорбента (четвертая стадия) подаваемый в адсорбер вентилятором 7 воздух проходит по обводной линии 9, минуя калорифер.

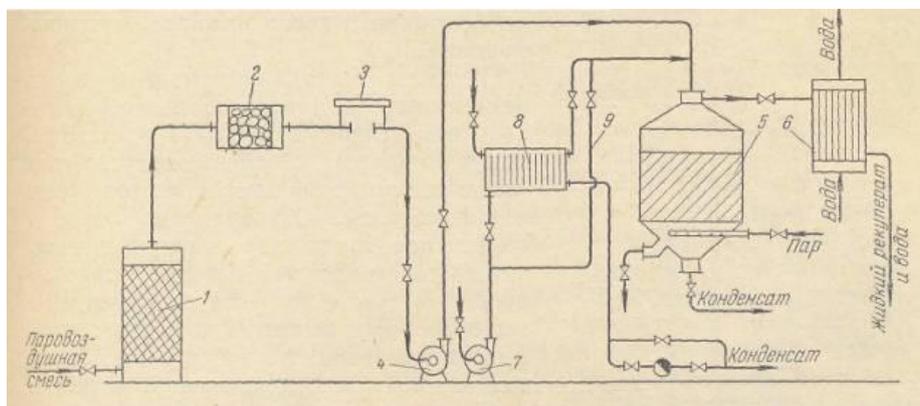


Рис. 1.3.1 - Схема промышленной углеадсорбционной установки для улавливания (рекуперации) паров органических веществ из их смеси с воздухом: 7 — фильтр; 2 — гравийный огнепреградитель; 3 — предохранительное устройство с разрывными мембранами; 4, 7 — вентиляторы; 5 — адсорбер; 6 — конденсатор; 8 — калорифер; 9 — обводная линия.

Несмотря на то, что адсорбер в описанной установке работает периодически, вся установка в целом может работать непрерывно при наличии нескольких (минимально — двух) адсорберов, включаемых поочередно и работающих со сдвигом стадий (например, при адсорбции в одном аппарате в другом может происходить десорбция).

1.4 Процесс десорбции

Извлечение адсорбированного вещества из твердого поглотителя (десорбция) является необходимой составной частью технологических процессов адсорбции, проводимых в замкнутом цикле. Стоимость десорбции оказывает большое влияние на общую экономичность проведения процессов разделения и очистки веществ адсорбционными методами.

К числу основных методов десорбции (регенерации адсорбента) относятся:

вытеснение из адсорбента поглощенных компонентов посредством агентов, обладающих более высокой адсорбционной способностью, чем поглощенные компоненты;

испарение поглощенных компонентов, обладающих относительно высокой летучестью, путем нагрева слоя адсорбента.

В некоторых случаях для удаления из адсорбента смолообразных и других продуктов, образующихся в результате побочных процессов, окончательную очистку адсорбента осуществляют выжиганием этих компонентов (окислительная регенерация адсорбента). В качестве десорбирующих компонентов используют острый насыщенный или перегретый водяной пар, пары органических веществ, а также инертные газы. После проведения процесса десорбции слой адсорбента обычно подвергают сушке и охлаждению. Процессы десорбции, подобно процессам собственно адсорбции, осуществляют не только в неподвижном, но также в движущемся и кипящем слоях адсорбента.

II. Технологический процесс адсорбционной установки цеолитовой сероочистки.

2.1. Физические основы процесса адсорбции.

Очистка природного газа от сероводорода производится адсорбционным методом, основанным на селекционном извлечении загрязняющих примесей твердыми поглотителями-адсорбентами. В качестве адсорбентов на установке применяются синтетические цеолиты типа СаА (5А).

Адсорбция является одним из эффективных методов разделения газообразных и жидких смесей компонентов, различающихся структурой молекул. Этот процесс наиболее эффективно в случае малого содержания извлекаемых компонентов в исходной смеси.

Большую роль в развитии учения об адсорбционных процессах сыграли работы М.С. Цвета в области хроматографии, Н.Д. Зелинского в области угольной адсорбции, М. М. Дубинина и его школы в области теории адсорбции и практического ее применения.

Твердое вещество, на поверхности или в порах которого происходит концентрирование поглощаемого вещества, называется адсорбентом. Поглощаемое вещество, находящееся вне пор адсорбента, называется адсорбтивом, а после его перехода в адсорбированное состояние — адсорбатом.

Процесс адсорбционного разделения прекращается, когда активная поверхность (или объем пор) адсорбента оказывается заполненной молекулами адсорбата. Если в слой адсорбента ввести сравнительно небольшое количество разделяемой смеси, то адсорбироваться будут все ее компоненты. Это происходит до тех пор, пока вся активная поверхность адсорбента не будет заполнена.

Адсорбируемость веществ зависит от их природы, строения молекул, а также от природы и структуры адсорбента (величины удельной поверхности, размеров пор и т.п.). Адсорбируемость углеводородов обычно возрастает с увеличением их молекулярной массы, однако более значительное влияние оказывают структура и размеры их молекул. Сернистые соединения лучше сорбируются, чем содержащие их парафиновые и нафтенновые углеводороды, и имеют близкую адсорбируемость к ароматическим углеводородам. Непредельные низкомолекулярные углеводороды (этилен, пропилен) адсорбируются лучше, чем соответствующие предельные их аналоги (этан, пропан).

Процесс адсорбции состоит из двух стадий:

1. Поглощение вещества поверхностью адсорбента.
2. Диффузия вещества в порах адсорбента.

В качестве адсорбентов используются активированный уголь, силикагель, алюмосиликаты, цеолиты и др.

Цеолиты или молекулярные сита — синтетические или природные адсорбенты с регулярной структурой пор, представляющие собой алюмосиликаты натрия, калия или других элементов. Название произошло от сочетания двух греческих слов “цео” и “лит”, т.е. “кипящие камни”. Это объясняется тем, что заполняющая поры цеолитов вода при нагревании выделяется, т. е. цеолиты как бы “кипят”.

Общая химическая формула $Me_{2/n}O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$, где Me — катион щелочного металла; n — его валентность. В качестве катионов в состав природных цеолитов обычно входят натрий, калий, кальций, реже магний, барий, стронций. Кристаллическая структура цеолитов образована тетраэдрами SiO_4 и AlO_4 .

2.2. Описание технологического процесса и технологической схемы установки

Осушка и очистка газа производится в вертикальных цилиндрических аппаратах, засыпанных адсорбентом при давлении 5,0-5,7 МПа, температуре 50-60°C.

По мере заполнения пор адсорбента адсорбированными молекулами, поглотительная способность его падает. Восстановление поглотительной способности адсорбента

регенерация производится периодически нагретым до 320-350°C сухим очищенным газом, а охлаждение сухим очищенным газом с температурой 50-60 °С.

Установка очистки природного газа от сероводорода адсорбционным способом состоит из пяти идентичных блоков, работающих в параллельном режиме.

Технологическая схема для одного блока состоит следующим этапом:

Блок состоит из восьми параллельно работающих адсорберов. Одновременно на адсорбции находится шесть параллельно работающих адсорберов, один адсорбер находится на регенерации, один – на охлаждении.

Подлежащий очистке природный газ из цехового коллектора Ду 1000 mm (на 4-5 блоке Ду 400) с давлением 5,0-5,7 МПа и температурой 50-60 °С поступает на каждый блок через пневмоотсекатель в электроприводную задвижку, установленные на границе блока. Температура сырьевого газа на входе контролируется по месту и на щите, давление на щите в операторной поз. 201.

В блоке газ поступает в два параллельно работающих входных сепаратора Е-1/1, Е-1/2, оснащенных сетчатым отбойным устройством в верхней части аппарата. В сепараторах за счет изменения скорости и направления потока происходит отделение капельной жидкости. Жидкость, выпавшая из газа, собирается в нижней части сепаратора и по мере накопления сбрасывается по трубопроводу конденсата высокого давления в дренажную емкость Ед 1401. Контроль давления в сепараторах осуществляется по месту. Сброс жидкости производится по месту вручную.

После сепарации объединенный поток газа подается в шесть параллельно работающих адсорберов в режиме адсорбции сверху вниз.

Очищенный и осушенный газ выводится из адсорберов через шаровые краны и объединенным потоком подается в патронный фильтр-пылеуловитель Ф-1/1, Ф-1/2, предназначенный для очистки газа от мелких частиц адсорбента.

После узла фильтрации сухой очищенный газ через пневмоприводную и электроприводную задвижку на границе установки поступает в цеховой коллектор товарного газа Ду 700 mm и через замерный узел потребителю.

Охлаждение и регенерация адсорбента производится частью осушенного и очищенного газа, отбираемого из коллектора товарного газа блока. Подача газа охлаждения и регенерации осуществляется противотоком основному потоку очищенного газа.

Сухой очищенный газ из коллектора очищенного газа Ду 400 mm обратным ходом с давлением 4,9-5,3 МПа и температурой 50 - 60 °С подается в охлаждаемый адсорбер в объеме – 15-20% от общего расхода газа. Газ охлаждения, проходя через адсорбер, нагревается и с температурой до 320 °С в начале цикла и до 80 °С в конце цикла охлаждения выводится в коллектор горячего газа охлаждения. Далее горячий газ проходит последовательно по трубному пространству рекуперативных теплообменников Т-1/1, Т-1/2 и подается в змеевик печи П-1

Рекуперативные теплообменники представляют собой кожухотрубчатые аппараты с сильфоном и предназначены для выравнивания температурных колебаний газа охлаждения, поступающего в печь П-1. Это позволяет стабилизировать тепловую нагрузку в печи. На V блоке установлен теплообменник с плавающей головкой.

Нагретый в змеевиках печи до 340-350 °С газ поступает в коллектор газа регенерации и направляется в адсорбер, подлежащий регенерации. Пройдя через адсорбер, газ насыщается сероводородом, парами воды и с температурой в начале цикла 60 °С и в конце цикла 320 °С подается межтрубное пространство теплообменников Т-1/1, Т-1/2.

Затем газ регенерации охлаждается в аэрохолодильниках АВО-1/1, АВО-1/2, соединенных параллельно, доохлаждается в межтрубном пространстве водяного холодильника Х-1 подается в сепаратор газа регенерации Е-2.

Цикличность работы адсорберов блока предусматривает режим:

Адсорбция – 12 часов (9 часов);

Регенерация – 2 часа (1,5 часа);

Охлаждение – 2 часа (1,5 часа);

График переключения на всех пяти блоках составляется таким образом, чтобы усреднить концентрацию сероводорода в газах регенерации, поступающих на установку аминовой очистки, а также усреднить концентрацию H_2S товарного газа после ЦСО. При больших проскоках H_2S на отдельном адсорбере он должен быть досрочно отключен, при этом нагрузка на оставшиеся 5 адсорберов должна быть снижена, для сохранения циклограммы процесса.

III. Безопасность жизнедеятельности.

3.1 Характеристика технологического процесса с точки зрения пожаро-взрывоопасности и вредности производства

Установка очистки природного газа от сероводорода по свойствам перерабатываемого сырья относится к категории взрыво – пожароопасных производств.

При эксплуатации этой установки специфическими опасностями являются:

- углеводородные газы, содержащие значительные количества сернистых соединений;

- углеводородный конденсат, пары которого при разливе способны образовывать с кислородом воздуха взрывоопасные смеси, имеющие широкий предел взрываемости.

В печи-подогревателе происходит нагрев природного газа до температуры 350 °С для регенерации адсорбента в аппаратах установки.

Специфически опасными ситуациями при работе печи являются:

- природный газ, имеющий высокую температуру (350°С), обладающий способностью образовывать взрывоопасные смеси;

- участки трубопроводов и технологические аппараты, нагретые до высокой температуры, находящиеся под высоким давлением.

К газоопасным относятся работы, связанные с осмотром, чистотой, ремонтом, разгерметизацией технологического оборудования, коммуникаций, в том числе работы внутри аппаратов, емкостей, при проведении которых имеется или не исключена возможность выделения в рабочую зону, взрыво-взрывопожароопасных или вредных паров, газов и других веществ, способных вызвать взрыв, загорание, оказать вредные воздействия на человека, а также работы при недостаточном содержании кислорода (объемная доля ниже 18 %).

Газоопасные работы, в том числе работы связанные с пребыванием людей внутри аппаратов, емкостей и другого оборудования, должны производиться в тех случаях когда они не могут быть механизированы, автоматизированы или проведены без непосредственного участия людей. На каждом предприятии должны осуществляться меры по сокращению количества газоопасных работ и повышению уровня их безопасным путем совершенствования технологических процессов и их аппаратурного оформления, внедрения современного метода диагностики средств гидравлической, механической очистки технологических схем надлежащими средствами, блокирования отдельных узлов и аппаратов.

На предприятии по каждому цеху разработан перечень газоопасных работ.

В перечне отдельно указаны газоопасные работы:

- проводимые с оформлением наряда-допуска;
- проводимые без оформления наряда-допуска, но обязательной регистрацией таких работ перед их началом в журнале;
- вызванные необходимостью ликвидацией или локализацией возможных аварийных ситуаций или аварий.

При возникновении необходимости проведения газоопасных работ, не включенных в утвержденный перечень, они должны выполняться по наряду-допуску с последующим внесением в десятидневный срок в перечень в установленном порядке.

Газоопасные работы, связанные с предупреждением развития аварийных ситуаций и необходимостью локализации аварий, проводятся в соответствии с планом ликвидации аварий.

К газоопасным работам, связанным с применением кислородно-изолирующих противогазов и воздушных изолирующих аппаратов, могут привлекаться только лица, прошедшие специальное обучение.

3.2 Основные нарушения технологического режима, способные привести к авариям и несчастным случаям

Резкое возрастание перепада давления на верхнем и нижнем слоях адсорберов может привести к разрушению опорной решетки аппарата, что повлечет за собой остановку и длительный ремонт аппарата, очистку системы установки от вынесенного цеолита.

Резкое возрастание перепада давления на секции фильтров-пылеуловителей может привести к разрушению тканевого покрытия фильтрующих патронов и уносу пыли цеолитов в магистральные газопроводы.

Понижение разряжение в топочном пространстве печи (пропадание тяги), а также угасание пламени горелок, может привести к образованию взрывоопасной концентрации газов и взрыву от нагретых участков печи или соседней работающей печи. Поэтому эти параметры выведены на блокировку.

На установке в качестве сырья перерабатывается природный газ, содержащий значительное количество сероводорода, пары углеводородов.

Сероводород (H_2S)

Сероводород при обычных условиях - бесцветный газ с характерным резким запахом тухлых яиц.

Свойство газообразного сероводорода при нормальном давлении:

- плотность - $1,538 \text{ kg/m}^3$ при 0°C и давлении 760 mm Hg ;

- удельная теплоемкость на один градус - $0,237 \text{ kcal/kg}$ при P_{const} ;

- теплопроводность на один градус $0,011 \text{ kcal/cm} \cdot \text{s}$ при 0°C и давлении 760 mm Hg ;

Hg ;

- растворимость в объемах H_2S в воде - $4,37 (0^\circ\text{C}), 2,91 (20^\circ\text{C}) \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ при давлении 760 mm Hg ;

- растворимость H_2S в органических жидкостях значительно выше, чем в воде, например, в одном объеме этилового спирта растворяется: $17,89 (0^\circ\text{C}), 7,42 (20^\circ\text{C})$ объемов H_2S .

Температура самовоспламенения 250°C .

Пределы взрываемости в смеси с воздухом:

нижний $4,3 \%$ объемных;

верхний $45,5 \%$ объемных;

При содержании H_2S выше 10^3 mg/m^3 в результате паралича легких и сердца мгновенно наступает смерть. Содержание $0,1 \%$ объемных H_2S в воздухе быстро вызывает тяжелое заболевание. При длительном вдыхании воздуха с малыми концентрациями появляются головные боли, слезоточивые, светобоязнь, насморк. Предельно допустимая концентрация (ПДК) H_2S в воздухе рабочей зоны - 10 mg/m^3 ПДК H_2S в смеси с углеводородами - 3 mg/m^3 .

Пары углеводородов поступают в организм человека главным образом через дыхательные пути. При легком отравлении парами углеводородов в начале наблюдается период возбуждения, затем наступает головная боль, сонливость, головокружение, усиленное сердцебиение, тошнота. При тяжелых отравлениях наступает потеря сознания, судорога, ослабление дыхания.

Метан - CH_4 - горючий газ, образует взрывоопасные смеси с кислородом воздуха. Ярко выраженными токсичными свойствами не обладает, не имеет ни вкуса, ни цвета, ни

запаха. ПДК – 300 mg/m³. В больших концентрациях действует удушающее, обладает небольшим наркотическим действием. Плохо растворим в воде, легче воздуха.

Этан - C₂H₆ – газ, чуть тяжелее воздуха. Не имеет цвета, запаха и вкуса, легко горит, с кислородом воздуха, образует взрывоопасные смеси. Обладает слабо выраженным наркотическим действием. В больших концентрациях может действовать удушающее. ПДК – 300 mg/m³.

Пропан – C₃H₈ – газ, тяжелее воздуха. В больших концентрациях обладает незначительным наркотическим действием. Вытесняя в низких местах воздух, может вызвать смерть от удушья. Газ горюч, образует с кислородом воздуха взрывоопасные смеси ПДК – 300 mg/m³.

Газовый конденсат – легко воспламеняющая жидкость. Плотность по воздуху – 1,6 – 2,3 g/10⁻¹m³, температуры кипения – 50 – 150 °С, температура самовоспламенения 415-530 °С, пределы взрываемости 0,76-8,12 % объемных, ПДК – 300 mg/m³. Симптомы отравления: головная боль, головокружение, сердцебиение, психическое возбуждение, беспричинная веселость, тошнота. При длительном соприкосновении с кожей вызывает кожные заболевания.

Установка очистки сырьевого газа от сероводорода представляет собой единую систему технологически связанных между собой аппаратов и трубопроводов, работающих под давлением газов, различных по своим физико-механическим свойствам, составу, температуре.

Все технологические трубопроводы с взрывоопасными и токсичными продуктами проложены на открытых эстакадах, что облегчает контроль и своевременную ликвидацию возможных неплотностей и утечек продуктов.

Защита тела человека осуществляется спецодеждой, спецобувью, рукавицами, касками, подшлемниками, перчатками, изолирующими подставками, резиновыми ковриками и дорожками, диэлектрическими перчатками, рукавицами, галошами и ботами, предохранительными поясами, указателями напряжения тока, щитками, шлемами, масками и др. Спецобувь – кирзовые ботинки с медными гвоздями. Спецодеждой являются костюм х/б различных размеров.

Защита органов зрения осуществляется при помощи различных предохранительных очков. Обычно применяются очки одного из следующих типов:

- а) для защиты глаз от пыли, брызг и капель кислоты, щелочи, вредных паров и газов;
- б) для защиты глаз от пыли и ветра;
- г) для защиты глаз от вредного воздействия лучистой энергии – ультрафиолетовых, инфракрасных лучей или яркого света.

В зависимости от содержания кислорода в воздухе применяются следующие противогазы:

- а) фильтрующие – служат только для защиты органов дыхания на период выхода во время аварии из загазованной зоны. Преднамеренно заходить в зону в нем нельзя.

При пользовании фильтрующими противогазами необходимо соблюдать следующее:

- коробку противогаза следует оберегать от ударов во избежание ее повреждений.

Помятыми и побитыми пользоваться нельзя;

- на каждый противогаз должен быть паспорт, который хранится в сумке противогаза. Каждый работающий записывает в паспорт время пребывания в загазованной среде;

- по истечении трех месяцев пользования, противогаз сдается на проверку;

- каждый раз перед входом в загазованную атмосферу необходимо проверить герметичность всего комплекта противогаза;

- категорически запрещается работающим пользоваться чужим противогазом;

- для предотвращения запотеваний, стекла маски смазываются специальным карандашом.

б) шланговые применяются при содержании кислорода в воздухе менее 20 % объемных и при наличии в воздухе больших концентраций вредных газов (свыше 0,5 % объемных).

3.3 Требование охраны окружающей среды

Исходные данные для определения параметров источников выбросов вредных веществ в атмосферу и расчета количественных характеристик выбросов взяты согласно проведенной инвентаризации источников выбросов вредных веществ.

Источниками загрязнения на установке ЦСО являются:

- печь подогрева газов регенерации;
- огневой регенератор;
- факел высокого давления;
- аппаратный двор (неорганизованный);

Загрязняющими веществами, образующимися в процессе производства, являются: оксид азота, оксид углерода, сернистый ангидрид.

Показатели источников вредных выбросов следующим видом.

Вывод

Ископаемых из недр состав природного газа кроме углеводородов имеет разные примеси, т.е. пары воды, кислые газы и другие частицы разных примесей. Эти примеси взаимодействует качества и состава газа. До отправление магистральных трубопроводов газы очищаются из этих примесей, т.е. выделяется по разному способу процесса.

Отделяемые кислые газы применяются в технологии для получение серы и серной кислоты.

Значительное содержание сероводорода в природном газе, сдерживает его широкое применение в технологических процессах и в качестве бытового топлива.

Для удовлетворения повышенных требований к сырью вводится установки очистки природного газа от сероводорода.

В выпускной квалификационной работе предусмотрена очистка природного газа от сероводорода адсорбционным методом, основанным на селекционном извлечении сероводородных примесей твердым поглотителем, т.е. синтетическим цеолитом типа СаА (5А). Цеолиты отличаются высокой поглотительной способностью по отношению к воде и являются высокоэффективными адсорбентами для осушки и очистки газов и жидкостей. Размер гранул цеолита составляет от 2 до 5мм.

Во время работы изучена и переработана физические основы адсорбции в технологическом процессы, которые осуществляется в производстве Шуртаннефтваз.

Определено насыщенность адсорбента с частицам сероводорода, зависимость пористости адсорбента с молекулами поглощающих веществ, рассчитано материальный баланс адсорбера. Предусмотрено во время работы аппаратов как обратить внимание безопасность жизнедеятельности и загрязнение окружающей среды.

Использованная литература

1. Ким Чжун Хо. "The Financial Times" британская газета. «Узбекистан: перерабатывающая промышленность берет как на высокотехнологичную экономику». 03.12.2016.
2. Айнштейн В.Г. Захаров М.Н. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Учебник для вузов, в 2 книги М.: Химия, 1999г. 872стр.
3. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию – М. Химия 1991.
4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии – Химия 1971г. 594стр .
5. Ковалёв В.Е., Гусев А.Л., Шалимов Ю.Н. // Альтернативная энергетика и экология, 2010. – № 6 (86). – С. 20–25.
6. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.-, 1971.
7. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии – М., «Недра», 2000.-678с.
8. Павлов К.Ф. Романков П.Г. Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии Л: Химия 1987г.
9. Сугак А.В. Процессы и аппараты химической технологии М.: Химия, 2005г.
10. Salimov Z., To`uchiev I. Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari. T.: O`qituvchi, 1987. - 480 b.
11. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. — М.: Химия, 1980.
12. Рудин М.Г., Дробкин А.Е. Краткий справочник нефтепереработчика. — Л.: Химия, 1980.
13. «Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа». под.ред. Б.И. Бондаренко. – М., «Химия», 1993.
14. «Шўртаннефтгаз» ООО. Технологический регламент на эксплуатацию адсорбционной установки цеолитовой сероочистки (ЦСО).