7МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ–СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет: «Химическая технология»

Кафедра: «Технология нефтегазохимической промышленности»

Специальность: 5321400 – «ТНГХП»

Допускается к защите

Декан факультета «ХТ»
доцент Атауллаев Ш.Н._____
Регистрационный номер №_____
«___»_____2018 год

Заведующий кафедры «ТНГХП»
доцент Бозоров Г. Р._____
«___»_____2018 год

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему: «**Расчет осушки газа адсорбционным способом продолжительностью 1000 м^3/сут»**

Выпускница: **студентка группы 5 – 14 ТНГХП Аминова Рината**

Руководитель: **доцент Авлиякулов Н. Н.**

День защиты_____

Протокол КГА_____

Оценка КГА_____

Секретарь КГА_____

БУХАРА – 2018 год

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

1. Техническая часть 7

1.1. Основные характеристики природного газа……..…8

1.2. Методы осушки природного газа……..10

1.3. Состав физико-химические свойства природного газа….……..13

1.4. Адсорберы и их виды……...……..17

2. Технологическая часть 20

2.1.Селективные адсорбенты осушки природных газов……..21

2.2. Активность адсорбента при осушке газа……..24

2.3. Разработка технологической схемы установки осушки природного газа……28

2.4. Технологический режим осушки газа твердыми поглотителями……33

2.5.Лабораторная установка адсорбционной осушки газа……..37

3. Расчётная часть……40

3.1. Методика расчета адсорбера осушки газа…….…..41

3.2. Расчет осушки газа методом адсорбции……..44

3.3. Расчет адсорбционной установки периодического действия……49

4. Безопасность жизнедеятельности……..58

4.1. Технике безопасности на производстве……59

4.2. Мероприятия по обеспечению безопасных и безвредных условий труда……61

4.3.Промышленная экология……..62

5. Вывод……70

5. Список использованной литературы……71

Введение

Стратегию действий по пяти приоритетным направлениям развития Узбекистана в 2017—2021 годах. Президент утвердил Стратегию действий по пяти приоритетным направлениям развития Узбекистана в 2017—2021 годах.

Приоритетными направлениями развития и либерализации экономики является дальнейшее укрепление макроэкономической стабильности и сохранение высоких темпов роста экономики:

– обеспечение устойчиво высоких темпов роста валового внутреннего продукта за счет сохранения макроэкономической сбалансированности, углубления структурных и институциональных преобразований на основе реализации принятых среднесрочных программ;

– обеспечение сбалансированности государственного бюджета на всех уровнях с сохранением социальной направленности расходов, совершенствование межбюджетных отношений, направленные на укрепление доходной части местных бюджетов;

– дальнейшее совершенствование денежно–кредитной политики путем применения инструментов в соответствии с передовым международным опытом, а также поэтапное внедрение современных рыночных механизмов валютного регулирования, обеспечение стабильности национальной валюты;

– продолжение курса на снижение налогового бремени и упрощения системы налогообложения, совершенствование налогового администрирования и расширение мер соответствующего стимулирования;

– углубление реформирования и повышение устойчивости банковской системы, уровня капитализации и депозитной базы банков, укрепление их финансовой устойчивости и надежности, дальнейшее расширение кредитования перспективных инвестиционных проектов, а также субъектов малого бизнеса и частного предпринимательства;

– расширение объёмов страховых, лизинговых и иных видов финансовых услуг за счёт внедрения их новых видов и повышения качества, а также развитие фондового рынка как альтернативного источника привлечения капиталов и размещения свободных ресурсов предприятий, финансовых институтов и населения;

– дальнейшее развитие международного экономического сотрудничества, в том числе путём расширения связей с ведущими международными и зарубежными финансовыми институтами, продолжение проведения взвешенной политики внешних заимствований, эффективное использование привлеченных иностранных инвестиций и кредитов;

– ускоренное развитие индустрии туризма, повышение её роли и вклада в экономику, диверсификация и улучшение качества туристских услуг, расширение туристской инфраструктуры;

– либерализация и упрощение экспортной деятельности, диверсификация структуры и географии экспорта, расширение и мобилизация экспортного потенциала отраслей экономики и территорий;

– дальнейшее развитие дорожно–транспортной инфраструктуры, внедрение информационно–коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, системы управления.

Одним из основных приоритетных направлений развития и либерализации экономики Республики является газовая промышленность – обеспечивающая нужды народного хозяйства газовой продукцией, в связи, с чем этой отрасли уделяется большое внимание.

Нефтегазовая индустрия является флагманом промышленности и ведущей отраслью экономики, играет важную роль в социально–экономическом развитии страны. Согласно экспертным оценкам, в Узбекистане сосредоточена треть всех минерально–сырьевых запасов Центральной Азии. Природный газ Узбекистана поставляется местным потребителям, экспортируется за пределы страны, обеспечивается его транзит из сопредельных государств.

ПравительствомРеспубликиосуществляетсяинтенсивнаяработа по

развитию нефтегазовой промышленности на базе применения в производстве высокоэффективного оборудования, новых материалов, современных технологий, замены устаревшей техники, реализации крупных проектов с зарубежными компаниями. Стратегическая задача – обеспечение надёжной и безопасной транспортировки и поставки газа потребителям. Природный газ является сырьём, потребители которого, как правило, находятся на значительных расстояниях от районов добычи, поэтому газ транспортируют по магистральным газопроводам. В целях поставленной задачи обеспечение надёжной работы магистрального газопровода является приоритетным. Надёжная работа магистрального газопровода напрямую зависит от качества транспортируемого газа. В силу неоднородности и разрозненности месторождений проблема контроля качества газа является основным критерием надёжности, особенно по такому параметру как влагосодержание газа. Это связано с тем, что при течении влажного газа в трубопроводе происходит образование газовых гидратов, которое приводит к значительному увеличению гидравлического сопротивления и снижению пропускной способности трубопроводов вплоть до их полного закупоривания, что, в свою очередь, способствует возникновению аварийных и опасных ситуаций, а также к нарушению работы оборудования.

Для образования газовых гидратов необходимо одновременное выполнение трёх условий: наличие влаги в газе, низкая температура и высокое давление газа. Все эти условия выполняются на магистральном газопроводе. При определённых термобарических условиях влага, которая находиться в газе из газообразного состояния может переходить в состояние гидрата, минуя фазу конденсации в жидкость.

Цель и задачи. Основной целью данной работы является изучение физико–химический состав природных газов, получение осушки газа методом адсорбции, эффективный подбор и использование адсорбентов в осушке газа. Поставленная цель достигалась решением следующих задач:

- разделение парогазовых смесей на компоненты;
- позволяет повысить экономичность процесса осушки

- увеличить срок службы сорбента и понижения температуры его регенерации;
- изучением физико–химических свойств природных газов;

Структура и объём работы.Выпускная квалифицированная дипломная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения. Список используемых источников содержит __ наименований.. Работа изложена на 71 страницах компьютерного текста, в т.ч. __ рисунков и __ таблиц. Список литературы, насчитывает источника зарубежных авторов и электронного ресурса.

1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Основные характеристики природного газа

Природным газом называется смесь таких газов, которые образовались в земных недрах при разложении различных органических веществ. Природный газ — одно из важнейших полезных ископаемых, активно применяемых в промышленности и в быту. В условиях залегания (или, как говорят газовики, в пластовых условиях) природный газ находится исключительно в газообразном состоянии либо в виде так называемой «газовой шапки» в общих месторождениях нефти и газа, либо в виде газовых залежей (то есть, отдельных скоплений), либо в растворенном виде — в воде или в нефти. Правда, при определенных условиях природный газ может находиться не только в газообразном, но и в твердом состоянии в виде кристаллов.

До 98% природного газа составляет метан, также в его состав входят гомологи метана - этан, пропан и бутан. Иногда могут присутствовать углекислый газ, сероводород и гелий. *Метан* (CH4) – это бесцветный газ без запаха, легче воздуха. Горюч, но всё же его можно хранить с достаточной лёгкостью.

Этан(C2H6)–бесцветныйгазбеззапахаицвета,чутьтяжелеевоздуха. Также горюч, но не используется как топливо.

Пропан (C3H8) – бесцветный газ без запаха, ядовит. Унегоимеетсяполезное свойство: пропан сжижается при небольшом давлении, чтопозволяет легко отделять его от примесей и транспортировать.

Бутан (C4H10) – по свойствам близок к пропану, ноимеетболеевысокую плотность. Вдвое тяжелее воздуха.

Углекислый газ (CO2) – бесцветный газ без запаха, но с кислымвкусом.

В отличие от других компонентов природного газа (за исключением гелия), углекислый газ не горит. Углекислый газ – один из самых малотоксичных газов.

Гелий (He) – бесцветный, очень лёгкий (второй из самых лёгкий газов, послеводорода)безцветаизапаха.Крайнеинертен,принормальныхусловияхнереагируетнисоднимизвеществ.Негорит.Нетоксичен,ноприповышенномдавленииможенвызыватьнаркоз,какидругиеинертныегазы.

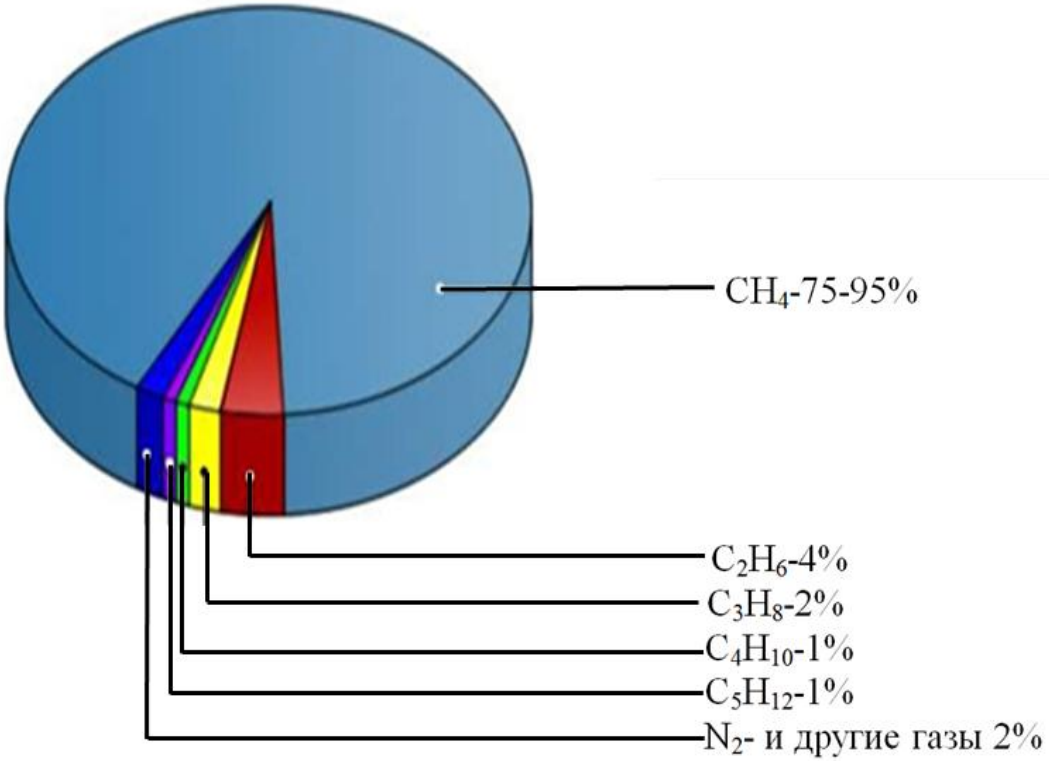
Сероводород (H2S)–бесцветныйтяжелыйгазс запахомтухлыхяиц.Очень ядовит, даже при очень маленькой концентрациивызываетпараличобонятельного нерва.

Свойства некоторых других газов, не входящих в состав природногогаза,ноимеющих применение, близкое к применению природногогаза

Этилен (C2H4)–Бесцветныйгазсприятнымзапахом.Посвойствамблизок к этану, но отличается от него меньшей плотностьюигорючестью.

Ацетилен(C2H2) – чрезвычайно горючий и взрывоопасный бесцветный газ. При сильном сжатии способен взрываться. Он не используется в быту из-за очень большого риска пожара или взрыва. Основное применение – в сварочных работах.

Рис 1.1.Примерный состав природного газа



1.2. Методы осушки природного газа

Добываемый на месторождениях природный газ не является чистым продуктом, он содержит множество примесей, которые могут плохо отразиться на работе установок для перекачки газа и трубопроводов.

Примеси бывают разными. Речь может идти, например, о механических частицах, содержащихся в добываемом природном газе. Попадая в различные механизмы (скажем, газоперекачивающие агрегаты на транспортной магистрали, компрессоры и т.п.), они радикально повышают их износ. Это ведет к резкому росту издержек, падению экономической эффективности производства.

Однако механические частицы – далеко не единственная примесь, которая способна повредить технологическим процессам. Не меньшую опасность представляет обычная вода. Особенно остро данная проблема стоит при добыче природного газа. Конкретная концентрация водяных паров в этом случае сильно зависит от природных и геологических условий на месторождении. Однако в том или ином объеме они присутствуютвсегда.

В газопроводах наличие воды может приводить к образованию гидратов (не случайно впервые газовые гидраты в естественных условиях были обнаружены именно в условиях вечной мерзлоты, т.е. там, где в России добывается львиная доля природного газа). Кроме того, в магистрали может появиться обычный лед. И то и другое способно повлечь образование в трубах пробок, препятствуя движению газового потока «голубого топлива». К тому же в условиях, когда образуются гидраты, нарушается нормальная работа регулирующих клапанов, ответственных за поддержание должного давления.

Таким образом, осушка газа, по существу, является одним из направлений его очистки – способом удаления вредной примеси, которой при многих технологических процессах является вода. А наиболее остро проблема осушки стоит при добыче и транспортировке природногогаза.

Точка росы - это температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы содержащийся в нём водяной пар достиг состояния насыщения и начал конденсироваться в росу. Чем она ниже, тем лучше. В целом же для уже

прошедшего обработку газа точка росы должна быть не выше, чем минимальная температура окружающей среды, в которой газ будет проходить при транспортировке. Речь может идти о цифрах в -60 градусов по Цельсию и ниже. Если данное требование не исполняется, значит требуется дополнительная осушка.

В некоторых случаях на промыслах это условие обходят. Чтобы избежать проблем с влагой, газ просто разогревают, после чего направляют в трубу.

Подогреть газ можно в теплообменнике: например, с помощью пара. Главное, чтобы при этом температура транспортируемого «голубого топлива» оставалась хотя бы на несколько градусов выше точки, при которой начинается образованиегидратов.

С этим, однако, и возникают проблемы. Если длина трубы достаточно велика, то даже после подогрева газ довольно быстро вновь приобретет температуру окружающей среды, следствием чего станут все описанные выше проблемы.

Поэтому подогрев газа чаще всего осуществляют на магистралях сравнительно небольшой длины. Например, на трубах, ответственных за доставку газа непосредственно от пунктов добычи до «сборного пункта». А уже там проводится осушение газа для последующей транспортировки на дальние расстояния.

Существует множество методов осушения газа. Однако их практическая значимость различна, и не все они применимы для производственных целей. Кроме того, при их выборе необходимо учитывать условия конкретной местности (от этого зависит, например, значение «точки росы»), а также экономическую сторонупроекта.

Так, в лабораторных условиях для этих целей обычно применяются методики, основанные на химических принципах. В самом деле, веществ, способных обеспечить практически полную осушку газа, хватает.

Однако в индустриальных масштабах воспроизводить эти процессы нельзя – вещества затем практически невозможно восстановить. Т.е. процесс

получается «одноразовым». А это, учитывая объемы газовой индустрии, попросту дорого.

Прямо противоположный подход к проблеме – исключительно физические методы осушки. Воду, к примеру, можно попросту «выморозить». Отчасти для этого имеет смысл воспользоваться низкой температурой окружающей среды. Охлаждение, однако, должно быть довольно сильным – ниже температурыатмосферы.

Поэтому на практике, готовя большие объемы газа к транспортировке по трубопроводам, применяют технологии, сочетающие в себе как химические, так и физические методы. К таковым относятся, прежде всего, методы абсорбции и адсорбции, представленные на рисунке 2. А также сочетание различных описанных выше способов.

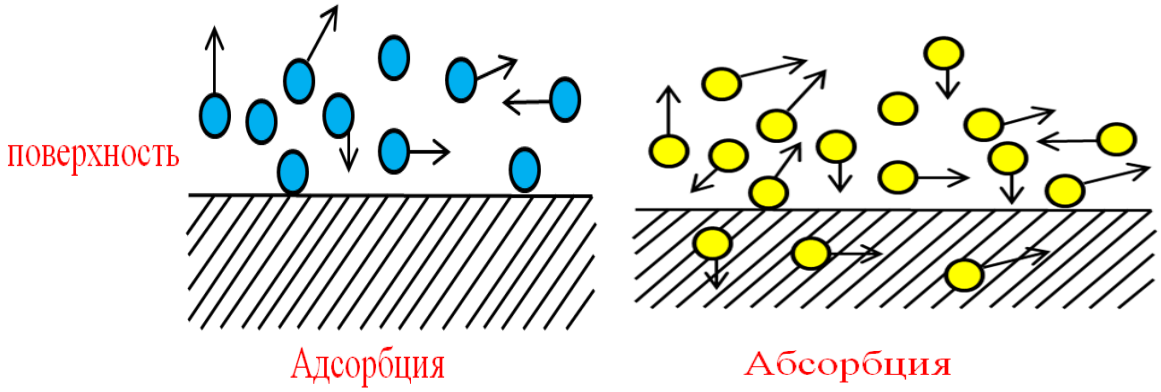


Рис.2. Методы адсорбции и абсорбции

Осушка газа методом абсорбцииосновывается на использовании специальных жидких реагентов, поглощающих из газа воду. Это происходит при непосредственном контакте внутри специальной установки.

В качестве реагентов, поглощающих влагу, при данном методе чаще всего применяются растворы диэтиленгликоля либо триэтиленгликоля. При абсорбции осушаемый газ поступает в нижнюю часть установки. Одновременно, навстречу ему из верхней части колонны стекает раствор поглотителя. Затем осушитель, к тому моменту уже насыщенный влагой,

подается в сепаратор. Там из него сначала выделяется газ, поглощенный внутри установки.

Затем этиленгликоль подогревается и направляется на регенерацию, которая является достаточно сложным процессом (учитывая ограниченный объем статьи, мы не будем сейчас останавливаться на нем более подробно). Там поглощенная осушителем влага выделяется. Далее цикл повторяется.

К неоспоримым практическим преимуществам абсорбционного метода относится тот факт, что он позволяет удалять влагу из газовой смеси, содержащей отравляющие твердые поглотители вещества (в первую очередь весьма распространенный сероводород). Помимо этого, он легко поддается автоматизации и позволяет проводить осушку до приемлемого в большинстве случаев значения «точки росы» в -70 градусов по шкале Цельсия.

Упоминание про твердые поглотители влаги появилось неслучайно. На их использовании построена другая распространенная технология осушки газов – метод адсорбции.

Здесь поглощение влаги осуществляется твердыми гранулированными веществами. В качестве таких адсорбентов могут выступать, в частности, оксид алюминия, цеолиты, а также силикагель. Влага впоследствии извлекается из пор с применением внешних воздействий.

Метод адсорбции имеет ряд неоспоримых преимуществ. В частности, он позволяет добиться гораздо более низкой «точки росы»: -90 градусов по шкале Цельсия.

Однако возможность выбора этого метода, а также конкретного адсорбента, сильно зависит от состава осушаемого газа. В нем, как уже было отмечено выше, могут находиться компоненты, негативно влияющие на твердые реагенты установки.

Кроме того, тут существуют и технико-экономические сложности. Процесс адсорбции гораздо сложнее поддается автоматизации, чем абсорбция. И выбор данного метода означает необходимость несения значительных дополнительных капитальных затрат.

1.3. Состав физико-химические свойства природного газа

Природный газ — смесь газов, образовавшихся в недрах Земли при анаэробном разложении органических веществ.

Природные газы – это вещества, которые при нормальных условиях находятся в газообразном состоянии.

Месторождения природного газа в зависимости от состава пластовой продукции условно делятся на газовые и газоконденсатные.

Газовые - это месторождения, продукция которых не нуждается в дополнительной обработке перед подачей в магистральные газопроводы. Подготовка в этом случае заключается только в извлечении влаги из газа, а в случае необходимости и кислых компонентов.

Газоконденсатные - это такие месторождения, продукция которых должна подвергаться обработке для извлечения из них пентана и высших углеводородов. Это влияет как на схему обработки пластовой продукции, так и на технико-экономические показатели эксплуатации месторождения.

Свойства газа определяются свойствами отдельных компонентов, входящих в его состав.

Основной компонент природных газов - метан (до 98%). В составе природных газов в значительном количестве содержатся также этан, пропан, бутан, пентан и более тяжелые углеводороды. В состав газов всегда входят водяные пары и довольно часто такие компоненты, как азот, сероводород, двуокись углерода и гелий. Природный газ относится к полезнымископаемым.

Кроме углеводородных газов, газы нефтяных и газовых месторождений содержат углекислый газ, азот, а в ряде случаев сероводород и в небольших количествах редкий газ, такой как гелий, аргон и др.

Все виды природного газа легче воздуха: его относительная плотность составляет в сравнении с воздухом примерно 0,6. Для быстрого обнаружения утечек природного газа в газопроводной сети в газ добавляются пахучие вещества. Для стехиометрического сгорания 1 м³ природного газа требуется в зависимости от сорта газа: от 8,4 до 9,5 м³ воздуха.

Физические свойства природного газа. Плотность газов – это масса вещества в единице объема – г/см^3. Для практических целей используется относительная плотность газа по воздуху, т.е. отношение плотности газа к плотности воздуха. Иначе говоря – это показатель того, насколько газ легче или тяжелее воздуха:

$$\rho \text{ отн} = \frac{\rho r}{\rho \text{в}} = \frac{\rho r}{1{,}293}$$

где $\rho_в$ в стандартных условиях равно 1,293 кг/м^3;

Относительная плотность метана – 0,554, этана – 1,05, пропана – 1,55. Вот почему бытовой газ (пропан) в случае утечки скапливается в подвальных помещениях домов, образуя там взрывоопасную смесь.

Теплота сгорания или теплотворная способность – количество тепла, которое выделяется при полном сгорании 1 м^3 газа. В среднем оно составляет 35160 кДж/м^3 (килоджоулей на 1 м^3).

Если при постоянной температуре повышать давление какого-либо газа, то после достижения определенного значения давления этот газ сконденсируется, т. е. перейдет в жидкость. Для каждого газа существует определенная предельная температура, выше которой ни при каком давлении газ нельзя перевести в жидкое состояние. Наибольшая температура, при которой газ не переходит в жидкое состояние, как бы велико ни было давление, называется критической температурой.

Растворимость газа в нефти зависит от давления, температуры и состава нефти и газа. С ростом давления растворимость газа также возрастает. С ростом температуры растворимость газа снижается. Низкомолекулярные газы труднее растворяются в нефтях, чем более жирные.

С повышением плотности нефти, т.е. по мере роста в ней содержания высокомолекулярных соединений растворимость газа в ней снижается.

Показателем растворимости газа в нефти является газовый фактор – Г, показывающий количество газа в 1 м^3(или 1 т) дегазированной нефти. Он измеряется в м^3/м^3 или м^3 /т.

По этому показателю залежи делятся на:

1) нефтяные — Г<650 м^3/м^3;

2) нефтяные с газовой шапкой – Г- 650 – 900 $м^3/м^3$;

3) газоконденсатные — Г>900 $м^3/м^3$.

Вязкость нефтяного газа при давлении 0,1 МПа и температуре 0^0С обычно не превышает 0,01 МПа·с. С повышением давления и температуры она незначительно увеличивается. Однако при давлениях выше 3 МПа увеличение температуры вызывает понижение вязкости газа, причем газы, содержащие более тяжелые углеводороды, как правило, имеют большую вязкость.

Теплоемкость газа – количество тепла, необходимое для нагревания единицы веса или объема этого вещества на 1 ^{0}С. Весовая теплоемкость газа измеряется вкДж/кг, а объемная - в кДж/$м^3$.

Природные газы могут воспламеняться или взрываться, если они смешаны в определенных соотношениях с воздухом и нагреты до температуры их воспламенения при наличии открытого огня.

Минимальные и максимальные содержания газа в газовоздушных смесях, при которых может произойти их воспламенение, называются верхним и нижним пределом взрываемости. Для метана эти пределы составляют от 5 до 15 %. Эта смесь называется гремучей и давление при взрыве достигает 0,8 МПа.

Химические свойства природного газа Поскольку природный газ представляет собой смесь газов, то невозможно указать, какие химические свойства для него характерны, т.к. для каждого вещества, входящего в его состав характерны свои, особые химические свойства. Однако, можно сказать, что для природного газа характерно горение, причем из всех веществ, входящих в состав природного газа на воздухе сгорают только углеводороды(метан, этан и т.д.) и монооксид углерода. Продукты реакции горения

природного газа:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O;$$

$$2C_2H_6 + 7O_2 = 4CO_2 + 6H_2O;$$

$$2C_3H_8 + 10O_2 = 6CO_2 + 8H_2O;$$

$$2CO + O_2 = 2CO_2.$$

1.4. Адсорберы и их виды

Адсорбер способен выделить поглощенное вещество методом обратным адсорбции - десорбцией.

В роли адсорбентов выступают твердые пористые вещества, самыми распространенными адсорбентами являются силикагель и активированный уголь. В адсорберах поглощающие вещества применяют в виде гранул от 2 до 8 мм, либо в виде пылевых частиц от 50 до 200 мкм. В промышленности применяют адсорберы нескольких типов:

· С неподвижным зернистым адсорбентом.

· С перемещающимся зернистым адсорбентом.

· С кипящим слоем адсорбента.

Первый тип адсорберов имеет конструкцию полых горизонтальных или вертикальных емкостей, с размещенным в них адсорбентом. Работа данного адсорбера заключается в подаче газовой или паровоздушной среды через патрубок во внутреннюю часть корпуса адсорбера для её разделения. Затем газовая среда перемещается через зернистый адсорбент, который уложен слоем на сетке. Адсорбент будет поглощать из газообразной среды только необходимое вещество, а поступившая среда удалится из адсорбера через выхлопной патрубок. Процесс поглощения определенного вещества адсорбентом будет происходить до определенного момента, после чего осуществляют процесс десорбции. Данный процесс заключается в прекращении подачи газообразной среды в адсорбер, затем начинается подача перегретого водяного пара. Его перемещение происходит в направлении обратном движению газовой среды. Смесь пара и извлеченного из газовой среды вещества выводится из адсорбера и поступает на ректификацию в специальную установку или в отстойник. Процессы десорбции и адсорбции длятся одинаковое время, а после процесса десорбции через слой адсорбента пропускают горячий воздух, в результате чего адсорбент просушивается. Горячий воздух перемещается по адсорберу, поступая через паровой патрубок и выходя через патрубок для смеси пара и извлеченного вещества. Затем в адсорбер поступает прохладный воздух, который охлаждает адсорбент до определенной температуры. Перемещается прохладный воздух также как

водяной пар. После того, как адсорбент остынет, процесс адсорбции повторяется. В настоящее время адсорбер укомплектован системой устройств, работающие в автоматическом режиме и по заданным временным параметрам переключают процессы адсорбции и десорбции, процессы осушки и охлаждения. Для того, чтобы установка работала беспрерывно и постоянно делила газовую среду, она устраивается из нескольких адсорберов, которые попеременно включаются. На подобных установках после поглощения газовой среды в первом адсорбере подачу газовой среды переключают на следующий адсорбер. В это время в первом адсорбере происходит процесс десорбции, процессы осушки и охлаждения адсорбента. После процесса поглощения во втором адсорбере, газовая среда переключается на следующий аппарат или обратно на первый и так далее.

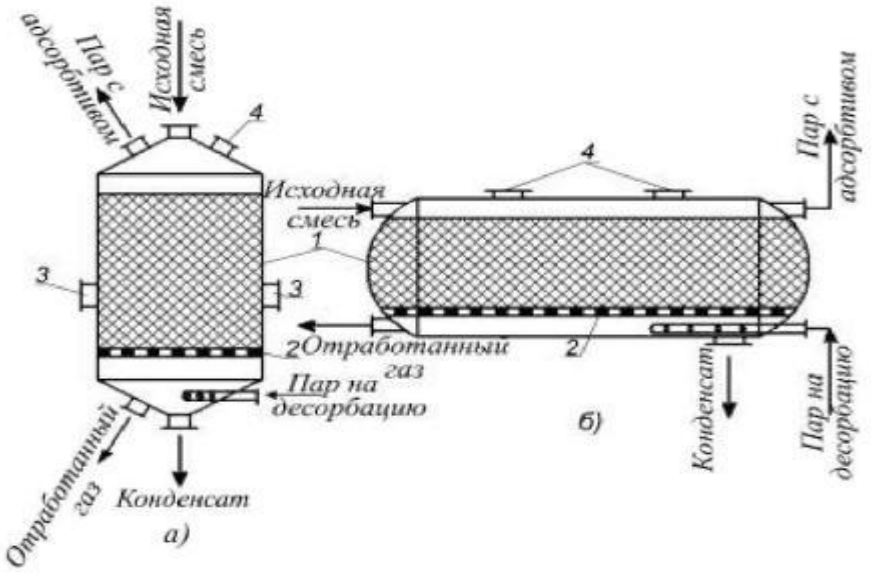


Рис1.2. Адсорбер с неподвижным зернистым адсорбентом

Адсорберы с перемещающимся слоем адсорбента имеют конструкцию из вертикальных цилиндрических колонн. Принцип работы адсорбера данного типа заключается в следующем: внутри колонны самотеком сверху вниз перемещается зернистый адсорбент, в верхней части колонны осуществляется процесс адсорбции, а в нижней части колонны под действием нагрева происходит процесс десорбции. Вертикальная колонна разбита на несколько участков и входит в установку с транспортными трубопроводами и теплообменниками

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1.Селективные адсорбенты осушки природных газов

Адсорбенты — осушители можно разделить на бокситы — природные минералы, состоящие в основном из оксида алюминия ; активированный оксид алюминия — очищенный боксит; гели — вещества, состоящие из оксида кремния или алюмогеля; молекулярные сита — цеолиты.

Для адсорбентов характерна развитая внутренняя поверхность , которая создается капиллярами или кристаллической решеткой; она несоизмеримо больше внешней поверхности адсорбента. Из числа промышленных адсорбентов для осушки газов применяются силикагель, алюмогель, активированный боксит и молекулярные сита 4А и 5А. В последнее время молекулярные сита получили широкое распространение не только для осушки, но и во многих других процессах нефтепереработки и нефтехимии.

Молекулярные сита представляют собой кристаллические цеолиты , обладающие высокой избирательностью адсорбции по размерам молекул, в результате чего молекулы малых размеров адсорбируются предпочтительно по сравнению с крупными молекулами. В противоположность обычным адсорбентам типа алюмогелей или силикагелей поры в кристаллической решетке молекулярных сит отличаются идеальной однородностью размеров, и поэтому можно количественно отделять мелкие молекулы, проникающие внутрь этих пор, от более крупных. Вследствие того что адсорбция на них представляет собой своеобразное «просеивание» смесей молекул с их сортировкой по размерам, они получили название «молекулярные сита».

Адсорбенты - это искусственные или природные тела с развитой поверхностью (создаваемой капиллярами или кристаллической решеткой), которая хорошо поглощает (адсорбирует) вещества из газов и растворов.

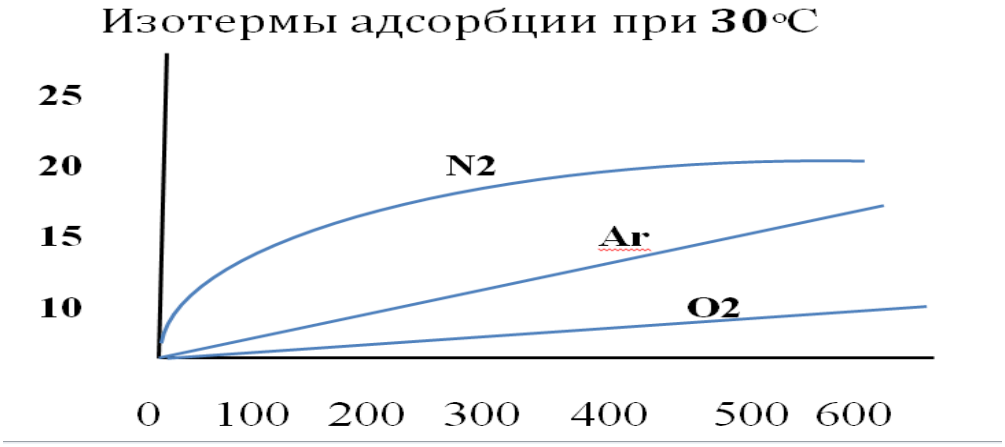


Рис.2.1. Изотерма адсорбции

Селективность адсорбции цеолитов по отношению к парам воды настолько ярко выражена, что присутствие других компонентов (кислорода и азота в воздухе, метана и этана в природном газе) практически не влияло на характер извлечения влаги (при Р — I ama). Высшие углеводороды, приводящие при регенерации к отложению в порах углеродистого осадка, и вследствие этого, дезактивирующие обычные твердые осушители, не проникают в мелкую структуру пор цеолитов типа NaA и CaA, вследствие чего срок службы адсорбента значительно выше, чем обычных адсорбентов

Большое применение имеют цеолиты. Их используют в качестве селективных адсорбентов при глубокой осушке и очистке газов ;(в том числе природного газа) и различных органических жидкостей, для разделения газовых смесей (углеводороды и др.). Эффективность использования цеолитов обусловлена избирательностью их действия и легкостью регенерации (нагреванием).

Цеолиты отличаются высокой поглотительной способностью по отношению к воде и являются высокоэффективными адсорбентами для осушки и очистки газов и жидкостей, в частности для глубокой осушки газов, содержащих небольшие количества влаги. Размер гранул цеолитов составляет от 2 до 5 *мм*. Некоторые характеристики цеолитов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Характеристика наиболее распространенных цеолитов

Тип цеолита	Катионная форма	Номинальный диаметр пор, нм	Si/Al отношение
3А	К	0,3	1
4А	Na	0,4	1
5А	Ca	0,59	1
10Х	Ca	0,78	1,2
13Х	Na	0,8	1,2
У	К	0,8	2,4
силикат	-	0,6	-

Силикагели - продукты обезвоживания геля кремниевой кислоты, промытые от примесей, высушенные и прокаленные при определенных температурах. В зависимости от использованного для производства сырья промышленные силикагели содержат некоторое количество окислов алюминия, железа, кальция и других металлов. Технический силикагель содержит около 99,5 % $Si0_2$.

Силикагелевые адсорбенты изготавливаются в виде зерен размерами 0,2-7,0 мм.

Силикагели не рекомендуется использовать для осушки газов, в состав которых не входят непредельные углеводороды. Они так же, как и масла, гликоли и амины, легко сорбируются силикагелем и при регенерации его, частично разлагаясь, образуют смолы, закупоривающие поры, что снижает влагоем-кость адсорбентов.

Бутаны и высшие углеводороды сорбируются силикагелем, а при регенерации не полностью десорбируются, что также приводит к снижению влагоемкости адсорбентов.

Таблица 2.2.

Свойства силикагелей

Показатели	Мелкопоригтыйси ликагелъ		Круп ноп ор истый силикагель	
	КСМ	ШСМ	КСК	ШСК
Размер зерен, мм	2,7-7	1,0-3,5	2,7-7,0	м1,0-3,5
Механическая прочность, %	94	85	86	62
Насыпная плотность, кг/л, не	0,67	0,67	0,4-0,5	0,4-0,5
менее				
Влагоемкость, % (масс.), не ме нее, при 20 *С и относительной влажности, %:				
20	9	6	Не нормируется	
40	16	16		
60	Не нормируется			1
100	35	35	70	70
После осушки при температуре 150 *С				

2.2. Активность адсорбента при осушке газа.

Адсорбенты, применяемые для осушки и очистки природного газа должны обладать следующими свойствами:

1. Достаточной поглотительной способностью, зависящей от величины поверхности и объема пор;
2. Глубиной поглощения влаги, зависящей от размера пор;
3. Полнотой и простотой регенерации;
4. Механической прочностью - не разрушаться под действием массы слоя;
5. Прочностью от истираемости- не измельчаться от движения газа в слое адсорбента;
6. Стабильностью упомянутых показателей при многоцикловой работе.

Адсорбционную способность (активность адсорбента) выражают количеством поглощенного адсорбата единицей массы или объема адсорбента ($см^3$/г, или в процентном выражении). Различают активность адсорбентов равновесную и динамическую.

Равновесная статическая активность – это количество поглощенного адсорбтива при установлении в системе равновесного его содержания. Для каждого адсорбента равновесная статическая активность зависит от пористой структуры адсорбента, температуры и парциального давления паров адсорбтива.

Для промышленных целей, например, если проводится очистка газов в химической промышленности, более важной характеристикой адсорбентов является динамическая активность, которая выражается количеством поглощенной влаги при прохождении влажного газа через слой адсорбента до момента появления паров воды за слоем адсорбента в количестве, превышающем заданную величину.

В динамических условиях в начале процесса адсорбтив извлекается из потока во входной части слоя адсорбента до заданного уровня равновесия. Высота слоя адсорбента, соответствующая такому извлечению, называется адсорбционной зоной. Эта зона перемещается по высоте слоя с определенной скоростью, зависящей от рабочих условий. Когда адсорбционная зона достигнет конца слоя, происходит, так называемый, «проскок» влаги, после чего влажность осушаемого газа на выходе быстро повышается.

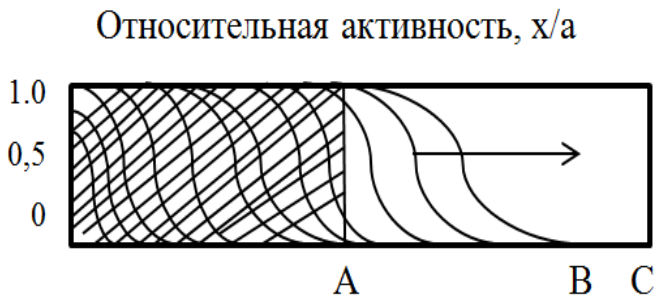


Рис 2.2. Относительная активность адсорбтива.

Динамическая активность адсорбента определяется:

1. Высотой слоя;

2.Временем контакта (следовательно, скоростью движения потока адсорбтива);

3. Температурой среды;

4. Влажностью осушаемого газа;

5. Размером и формой зерен адсорбента;

6. Равномерностью распределения потока по сечению слоя;

7. Степенью предыдущей регенерации.

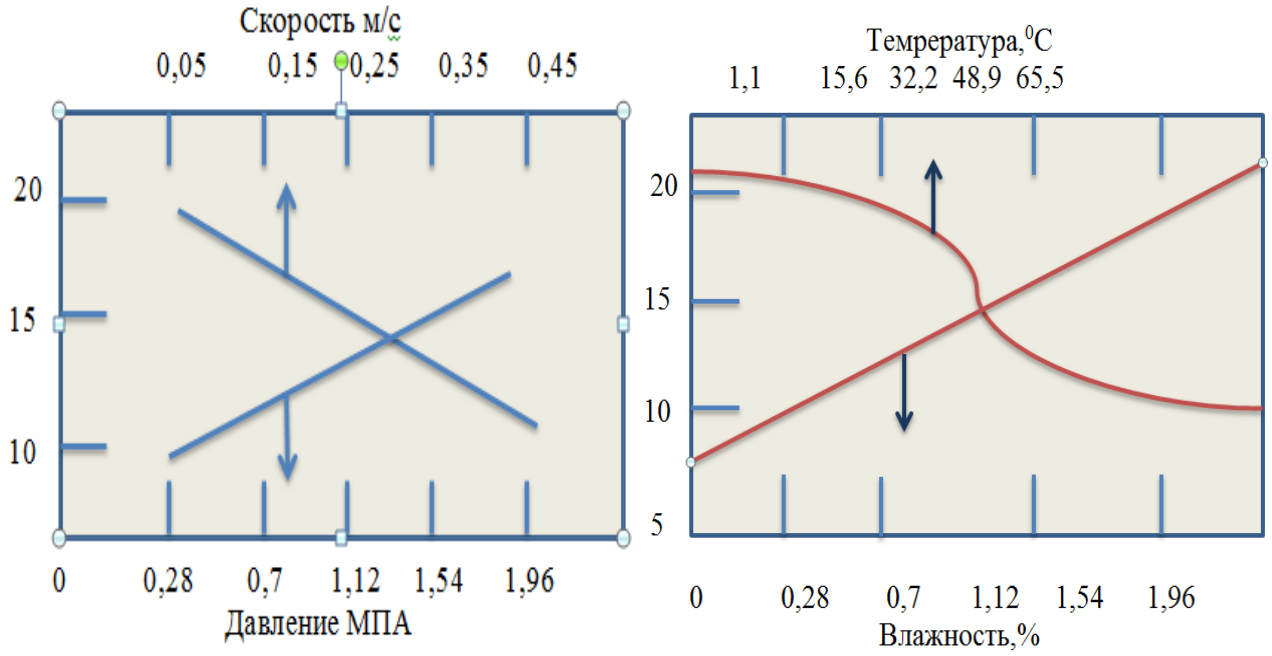


Рис 2.3. Динамическая активность адсорбента

Динамическая активность снижается при уменьшении высоты слоя и влажности осушаемого газа, а малый размер гранул адсорбента улучшает кинетику процесса, но одновременно увеличивает сопротивление слоя.

Наиболее важный показатель, определяющий поглотительную способность слоя осушителя - относительная влажность газа. Чем больше относительная влажность, тем выше активность адсорбента.

При большем времени контакта «газ-адсорбент», а, следовательно, меньшей скорости газа, увеличиваются глубина осушки и продолжительность работы слоя до момента проскока.

При требовании очень низкой точки росы осушаемого газа необходима более полная регенерация адсорбента, что достигается применением при десорбции сухого газа.

Если размер большей части пор адсорбента незначительно превышает размер молекул адсорбтива, последний извлекается более полно.

При выборе адсорбента (типа и марки) для конкретного процесса необходимо учитывать все перечисленные показатели.

Для осушки природных газов в промышленных установках применяют следующие адсорбенты: силикагели, оксид алюминия и цеолиты (молекулярные сита). Эти адсорбенты в зависимости от наличия в них пор преобладающего размера подразделяются на микропористые, макропористые и переходнопористые. Самые маленькие микропоры и имеют размеры эффективных радиусов до 1,5 нм; самые большие макропоры имеют эффективные радиусы от 100 до 200 нм и переходные поры, по которым адсорбтив поступает к микропорам, имеют эффективные радиусы от 1,5 до 100 нм. Таким образом, силикагели причисляют к переходнопористым, а цеолиты к микропористым сорбентам.

Целесообразность использования того или иного типа адсорбента находится в зависимости от условий проведения процесса, в первую очередь от влажности поступающего на адсорбционную установку газа и температурного режима осушки. Для выяснения этой зависимости в МХТИ им. Д.И.Менделеева были проведены испытания на стендовой установке. Испытания проводились на шариковом силикагеле КСМГ с диаметром сфер 2 мм и синтетическом цеолите NaA, гранулы которого имели высоту и диаметр также 2 мм. Скорость потока газа составляла 0,25 м/с. Осушали газ различного влагосодержания при трех различных температурах.

Равновесная адсорбционная способность силикагеля, как и следовало ожидать, только в одном случае превосходит соответствующий показатель для цеолита: при осушки газа с высоким влагосодержанием (10^0С по точке росы) при относительно низких температурах (25^0С).

Результаты расчета динамики процесса осушки газа силикагелем показали, что даже при бесконечно большом слое силикагеля степень использования его адсорбционной емкости при осушке газа с высокой относительной влажностью не может повышать 75%. Вследствие этого во всех режимах показатели осушки газа слоем цеолита предпочтительней, чем при использовании слоя силикагеля равной высоты.

Сравнительная оценка эффективности применения оксида алюминия и цеолитов была проведена на польском природном газе. Для испытаний в схему были включены два адсорбера, емкостью по 10л каждый. В один адсорбер было загружено 8 кг оксида алюминия, а в другой -7кг цеолита NaA. Процесс осушки вели одновременно в параллельно включенных адсорберах при одинаковых скоростях, давлениях и температурах. Осушке были подвергнут отбензиненный на углеадсорбционной установке природный газ. Цеолит во всех случаях обеспечивал большую глубину осушки при более высокой влагоемкости. Объем осушенного до точки росы минус 5^0С газа составлял 30 тыс.$м^3$/т для оксида алюминия и 100 тыс. $м^3$/т для цеолита.

2.3. Разработка технологической схемы установки осушки природного газа.

В этой работе расмотрена схема осушки природного газа, при которой в одном адсорбере происходит осушка природного газа, а в другом в это время регенерация нагретым и охлаждение ненагретым газом путем создания циркуляции с помощью компрессора (рис. 2.4).

В этом способе при регенерации и охлаждении силикагеля в адсорбере газ отбирается из линии осушенного газа, компримируется и через печь или, при охлаждении, минуя ее, попадает в адсорбер. После адсорбера газ охлаждается в холодильнике и через сепаратор подается в линию неосушенного газа.

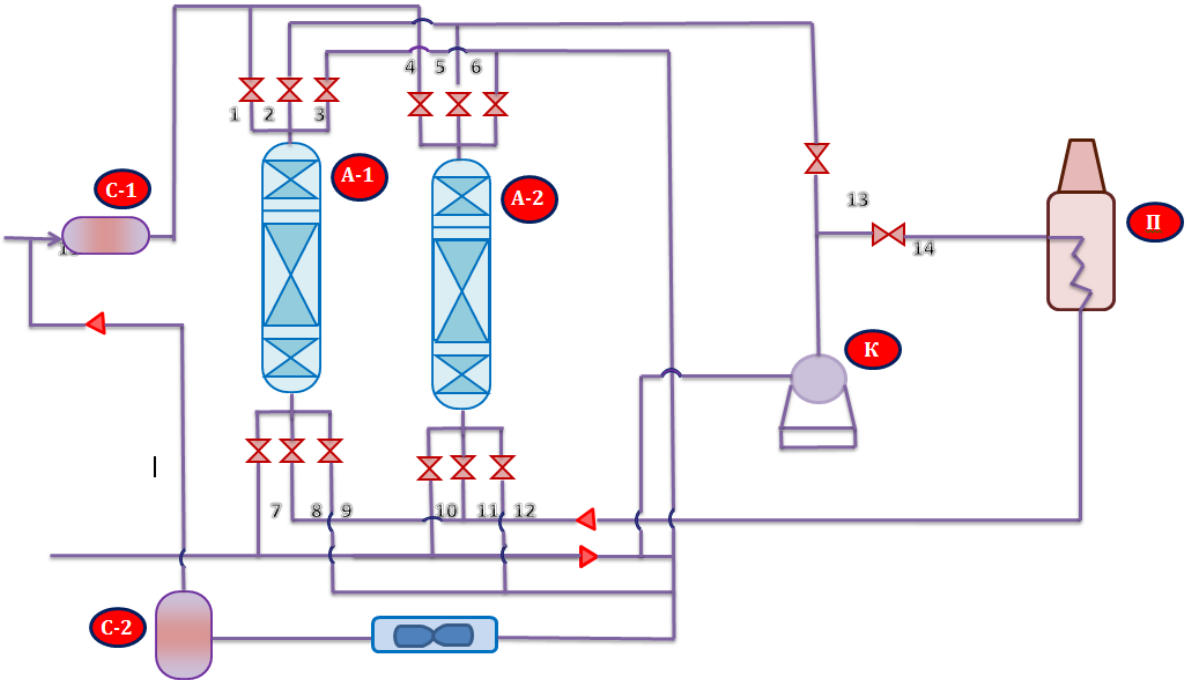


Рис.2.4. Технологическая схема установки осушки природного газа

А-1 и А-2 – адсорбера;С-1 - сепаратор природного газа;К – компрессор;П - печь нагрева газа;Х – холодильник;С-2сепаратор газа регенерации; линии осушки природного лаза, линии регенерации и охлаждения и запорную арматуру.

Недостатком этого способа является то, что во время охлаждения силикагеля ненагретым газом для циркуляции этого газа необходимо применение компрессора; газ, нагревающийся в адсорбере, подвергается охлаждению в холодильнике. Дляпривода компрессора и вентилятора холодильника требуются значительные энергетические затраты. Кроме того, вконце эксплуатации загрузки адсорбента цикл осушки сокращается вследствие ухудшения качества адсорбента, что ведет к необходимости уменьшения времени цикла регенерации, вчастностиохлаждения. При охлаждениисиликагеляпокомпрессорнойсхеменевозможносущественно сократить время охлаждения, т.к. пропускная способность компрессора ограничивается его технологическими возможностями.

Одной из основных задач при подготовке газа является проведение процесса с возможно меньшими энергетическими затратами. Задача, на решение которой

направлено заявляемое изобретение - снижение энергетических затрат в стадии охлаждения силикагеля. Кроме этого, существует задача увеличения срока службы загрузки силикагеля, путем сокращения времени охлаждения в конце ее эксплуатации.

Поставленная задача решалась следующим образом: в извечном способе адсорбционной осушки природного газа, включающем одновременно осушку природного газа в одном адсорбере, регенерацию компримированным газом силикагеля во втором адсорбере, в отличие от прототипа, после регенерации силикагеля второй адсорбер подключают параллельно первому и за счет перепада давлений на входе и выходе первого адсорбера ведут охлаждение силикагеля второго адсорбера сырым ненагретым газом, взятым из линии природногогаза.

Кроме того, расход сырого газа составляет около 20% расхода газа осушки. Технический результат достигается за счет того, что используется вредное явление, а именно гидравлическое сопротивление, возникающее при прохождении потока осушаемого газа через слой силикагеля в одном из адсорберов, создавая потери давления, иными словами перепад давления входа и выхода, который используется для создания циркуляции ненагретого газа через другой адсорбер для его охлаждения.

Для осуществления этого способа необходимо наличие избыточного давления перед схемой осушки, достаточного для осуществления циркуляции газа по линии регенерации и охлаждения. В начальный период разработки месторождения давления газа вполне достаточно. Но в средний и поздний периоды разработки месторождений природного газа давление газа, поступающего из скважин, снижается, поэтому осуществление данного способаневозможно.

На средних и поздних стадиях разработки месторождений природного газа для компримирования газа из скважин через схему подготовки газа в газосборный коллектор применяются дожимные компрессорные станции (ДКС). При этом роль компрессора для циркуляции газа во время регенерации и охлаждения выполняют газоперекачивающие агрегаты ДКС.

Применение этого способа приводит к значительным энергетическим затратам на компримирование газа при охлаждении силикагеля. Кроме этого, при применении данного способа необходимо производить охлаждение газа в холодильнике после адсорбера, в котором оннагревается.

Все существенные признаки установки, а также последовательность ступеней находятся в причинно-следственной связи и направлены на достижение технического результата: одновременное проведение осушки природного газа в одном адсорбере, создающее необходимый источник, перепад давления для холодного газа во втором адсорбере, параллельное подключение адсорберов на время охлаждения второго адсорбера и забор для этой цели газа из линии природного газа, где давление равно давлению навходе в первый адсорбер.

Кроме того, расход сырого газа определяется из условий достаточности получаемого перепада давления в первом адсорбере и гидравлического сопротивления процессу охлаждения второго адсорбера, что позволяет сократить время охлаждения в конце эксплуатации загрузки силикагеля в 3- 4 раза за счет увеличения расхода газа.

На рисунке 2.4. представлена технологическая схема установки адсорбционной осушки газа. Рассмотрим реализацию способа на конкретном примере двухадсорберной линии осушки природногогаза.

Доходя до установки осушки влажный газ подаётся в фильтр-сепаратор С-1, где, жидкие углеводороды, свободная вода и механические примеси, размером более 1 мкм удаляются при помощи набора картриджей. Этот фильтр-сепаратор оборудован уровнемером, вся задержанная жидкость направляется в дренажную систему. После этого природный газ через открытые запорные краны 1 или 4 попадает в один из адсорберов А-1 или А- 2 в адсорберах газ проходит через слой силикагеля, который адсорбирует из него парообразную влагу и через запорные краны 7 или 10 выходит в линию осушенного газа.

Давление в адсорбере и линии осушки при этом может быть от 5,0 до 7,5 МПа, температура от 10 до 30 , часовой расход газа от150до300 тыс.м^3. Давление на входе в адсорбер выше, чем на выходе от 0,03 до 1,0 МПа.

В адсорбере, находящемся в стадии осушки (адсорбции) основные краны (1,7 или 4,10) открыты независимо от процессов, происходящих в другом адсорбере, поэтому в дальнейшем в тексте это подразумевается автоматически.

Стоит сказать что для удаления продуктов очистки холодным потоком газа требуется сравнительно больше газа, чем при горячей продувке адсорбента, которое обычно отбирается из уже очищенного и осушенного газа, снижая количество очищенного газа, подаваемого в следующий технологический процесс.

Количество газа, необходимое для продувки адсорбента в безнагревном режиме десорбции, определяется по уравнению:

$$Y_{пр} = K \times Y_o (P_{пр}/P_o),$$

где Yпр, Рпр - объемный расход и давление продувочного газа, Yo, Po - объемный расход и давление очищаемого газа, К - коэффициент избытка газа, который согласно экспериментальным данным равен 1,1 - 1,2. Из приведенного уравнения видно, что чем меньше Рпр, тем меньше объемный расход газа на продувку. При снижении давления газа в адсорбере ниже Рпр соответственно уменьшается объемный расход продувочногогаза.

Поясним на примере. При осушке воздуха рабочим давлением 0,8 МПа короткоцикловым безнагревным способом продувку адсорбента, в частности силикагеля, проводят при давлении, близком к атмосферному и равном 0,12 МПа, тогда объемный расход осушенного воздуха на продувку силикагеля составит 18% от общего объема очищаемого газа. При снижении давления газа в адсорбере с помощью эжектора до величины 0,03 МПа объемный расход продувочного газа может быть снижен до 5,0% и соответственно увеличится производительность установки по очищенному газу на 10 - 12% с учетом расхода очищаемого газа.

Полнота десорбции продуктов очистки во многом определяется адсорбционной способностью продуваемого газа. Например, при продувке адсорбента осушенным газом (точка росы - 70С) температурой +10С можно

вынести с продуваемым газом 9,4 г/м3 влаги при условии насыщения продуваемого газа и относительной его влажности 100%. При нагреве

продуваемого газа до + 50С, соблюдая те же условия, можно вынести до 83,0 г/м3, то есть одно и тоже количество влаги можно вынести меньшим количеством газа. Кроме того, с повышением температуры продуваемого газа увеличивается глубина десорбции и степень очистки газа.

Для регенерации нагретым газом газ отбирается из линии осушенного газа компрессором К и через запорный кран 14 подается в печь где нагревается до температуры 180-200 . Затем через запорный кран 8 или 11 подается в адсорбер, нагревая силикагель, выходит из адсорбера, через запорные краны 3 и 6 попадает в холодильник Х, охлаждается до 50 и через сепаратор С-2 попадает на вход линии осушки перед сепаратором С-1.

Для охлаждения силикагеля при применении предлагаемого способа открывают запорные краны 1 или 4 и запорные краны 9 или 12. Если необходимо охладить силикагель в адсорбере А-2, открывают запорные краны 4,12,9. Так как давление на входе в адсорбер А-1 выше, чем на его выходе, газ через запорный кран 4 через адсорбер А-2, через запорные краны 12,9,7 циркулирует на выход в линию осушенного газа, при этом охлаждая адсорбер А-2. После охлаждения адсорбера А-2 запорные краны 4,9,12 закрывают. При охлаждении адсорбера А-1 открывают соответственно запорные краны 1,9,12, осуществляют циркуляцию от 3 до 7 тыс.м^3 неосушенного газа в течение 3-4 часов. Влияние на качество осушенного газа не происходит, т.к. ненагретый газ при охлаждении проходит в адсорбере слой регенерированного силикагеля и до выхода из него осушается прежде, чем попасть в поток осушенного газа. Применение предлагаемого способа позволяет экономить значительныесредства.

2.4. Технологический режим осушки газа твердыми поглотителями

Полный цикл процесса осушки газа твердыми поглотителям состоит из трех последовательных стадий:

1) адсорбции (продолжительности для разных установок с 4 до 16 ч),
2) регенерации адсорбента (1--4 ч),
3) охлаждения адсорбента (1 -- 4 ч).

Продолжительность стадий процесса зависит от числа адсорберов на технологической установке, абсолютного влагосодержания газа, требуемой глубины осушки газа.

Адсорбер представляет собой вертикальный цилиндрически аппарат, внутренняя поверхность которого футерована жаростойким бетоном методом торкретирования. Адсорбент в аппарате расположен в несколько слоев.

Для предотвращения от ударов газовых потоков, истирания и уноса адсорбента-создания теплового барьера в процессе регенерации, обеспечения равномерного распределения газа в адсорбционном слое в нижнюю и верхнюю часть адсорбера засыпают защитный слой высота 15 -- 20 см из щебня, фарфора или глинозема с размерами част! 15 -- 20мм. Влажный газ входит в адсорбер через верхний штуцер, что предотвращает подъем адсорбента при изменении давления в системе. Влажный газ перед поступлением проходит через сепараторы, где улавливаются механические примеси и капельная влага. Капельная влага, попадая на адсорбент, действует разрушающе, и по окончании стадии насыщения определяется обычно по резкому повышению точки росы газа, адсорбер переключают на регенерацию.

В случае очистки газов от примесей, присутствующих в небольших концентрациях, иногда применяют кольцевые адсорберы. Разрез такого аппарата представлен на рис.

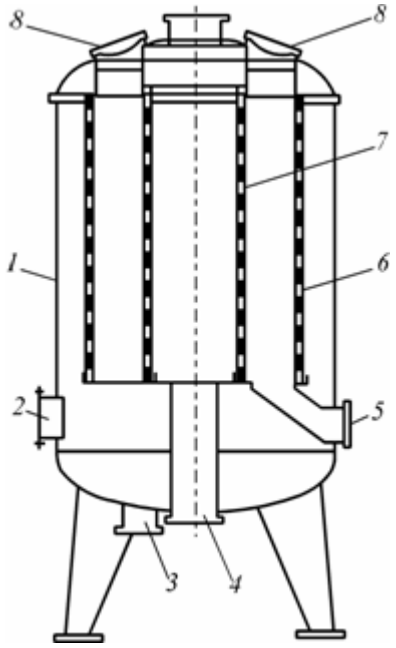


Рис.2.5. Кольцевой адсорбер

1 – корпус; 2 – штуцер для подачи газа;3 – штуцер для отвода паров при десорбции;4 – штуцер для отвода газа и подачи пара;5 – люк для выгрузки адсорбента; 6, 7 – решетки;8 – люки для загрузки адсорбентов

Вся конструкция смонтирована в металлическом корпусе *1*. Газ, подлежащий очистке, через штуцер *2* поступает во внешнюю часть адсорбера, проходит в горизонтальном направлении через кольцевой слой угля, находящийся между внутренней *7* и внешней *6* цилиндрическими решетками, и выводится через штуцер *4*. На стадиях сушки и охлаждения указанное направление потоков сохраняется. На стадии десорбции водяной пар подают через штуцер *4*, а парогазовую смесь отводят через штуцер *3*. Загружают адсорбент через люки *8*,а выгружают через люк *5*.

Разработка технологической схемы установки.Схема осушки природного газа, при которой в одном адсорбере происходит осушка природного газа, а в другом в это время регенерация нагретым и охлаждение ненагретым газом путем создания циркуляции с помощью компрессора.

В этом способе при регенерации и охлаждении силикагеля в адсорбере газ отбирается из линии осушенного газа, компримируется и через печь или, при охлаждении, минуя ее, попадает в адсорбер. После адсорбера газ охлаждается в холодильнике и через сепаратор подается в линию неосушенного газа.

Недостатком этого способа является то, что во время охлаждения силикагеля ненагретым газом для циркуляции этого газа необходимо применение компрессора; газ, нагревающийся в адсорбере, подвергается охлаждению в холодильнике. Для привода компрессора и вентилятора холодильника требуются значительные энергетические затраты.

Кроме того, в конце эксплуатации загрузки адсорбента цикл осушки сокращается вследствие ухудшения качества адсорбента, что ведет к необходимости уменьшения времени цикла регенерации, в частности охлаждения. При охлаждении силикагеля по компрессорной схеме невозможно существенно сократить время охлаждения, т.к. пропускная способность компрессора ограничивается его технологическими возможностями. Одной из

основных задач при подготовке газа является проведение процесса с возможно меньшими энергетическими затратами.

Для регенерации нагретым газом газ отбирается из линии осушенного газа компрессором К и через запорный кран 14 подается в печь где нагревается до температуры 180-200 . Затем через запорный кран 8 или 11 подается в адсорбер, нагревая силикагель, выходит из адсорбера, через запорные краны 3 и 6 попадает в холодильник Х, охлаждается до 50 и через сепаратор С-2 попадает на вход линии осушки перед сепаратором С-1. Для охлаждения силикагеля при применении предлагаемого способа открывают запорные краны 1 или 4 и запорные краны 9 или 12. Если необходимо охладить силикагель в адсорбере А-2, открывают запорные краны 4,12,9. Так как давление на входе в адсорбер А-1 выше, чем на его выходе, газ через запорный кран 4 через адсорбер А-2, через запорные краны 12,9,7 циркулирует на выход в линию осушенного газа, при этом охлаждая адсорбер А-2. После охлаждения адсорбера А-2 запорные краны 4,9,12 закрывают. При охлаждении адсорбера А-1 открывают соответственно запорные краны 1,9,12, осуществляют циркуляцию от 3 до 7 тыс.м3 неосушенного газа в течение 3-4 часов. Влияние на качество осушенного газа не происходит, т.к. ненагретый газ при охлаждении проходит в адсорбере слой регенерированного силикагеля и до выхода из него осушается прежде, чем попасть в поток осушенного газа. Применение предлагаемого способа позволяет экономить значительные средства.

2.5. Лабораторная установка адсорбционной осушки газа

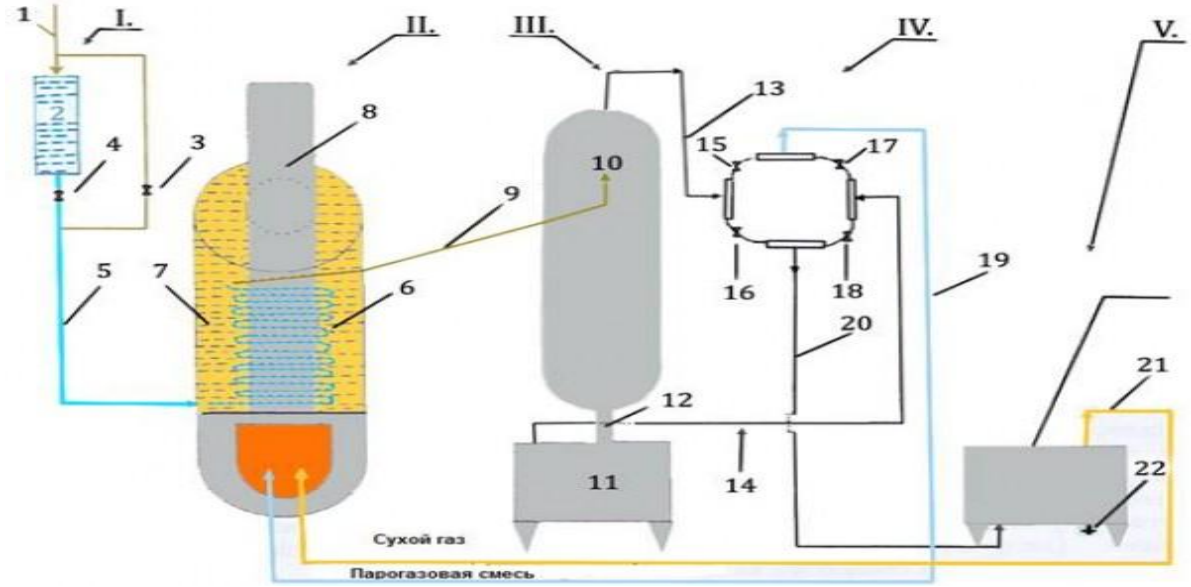


Рис 2.5. Установка для лабораторных исследований осушки природного газа

Установка для лабораторных исследований осушки природного газа состоит из 5-ти блоков:

I.Увлажнитель. Он предназначен для увлажнения сухого природного газа.

II.Печь-теплообменник - предназначена для нагревания до температуры 110°С – 120°С увлажнённого природного газа.

III.Дегидратор предназначен для разделения парогазовой смеси на два потока: сухой газ и парогазовую смесь.

IV.Комплекс задвижек предназначен для регулирования подачи газа с верхней и с нижней частей дегидратора поочерёдно в печь-теплообменник и конденсатор-теплообменник.

V.Конденсатор-теплообменник предназначен для конденсации нагретых паров, в входящих в состав природного газа, за счёт теплообмена с водой и получения осушенного природного газа с необходимой температурой.

На схеме приняты следующие обозначения: 1 - труба для подачи в установку природного газа; 2 –ёмкость, заполненная водой; 3 и 4 - задвижки (краны) установленные на линиях соответствующих трубопроводов 3 и 4; 5 – труба, служащая для подачи в печь увлажненного газа; 6 - змеевик (спираль); 7 – ёмкость печи-теплообменника, заполненная техническим маслом; 8 – труба, служащая для выброса продуктов сгорания из печи-теплообменника; 9 – труба,

для подачи парогазовой смеси из печи в дегидратор; 10, 11 - верхняя и нижняя части дегидратора; 12 – дроссель; 13, 14 - трубы для подачи сухого газа и парогазовой смеси к комплексу задвижек; 15 – 18 – задвижки, входящие в комплекс задвижек; 19, 20 - трубы для подачи сухого газа и парогазовой смеси в печь-теплообменник и конденсатор- теплообменник; 21 - труба для подачи сухого газа в печь-теплообменник; 22 - кран для выпуска конденсата (воды).

Для создания экспериментальной парогазовой составляющей, природный исходный газ по трубопроводам 1 и 3 через задвижку 3 поступает в трубопровод 5. Одновременно, из ёмкости 2 через кран 4, дозировано, в трубу 5 подаётся вода, при этом образуется парогазовая смесь нужной концентрации, необходимой для лабораторной проверки. Патрубки трубы 5, соединяют выходы трубы 4, соединяющую его с ёмкостью 2, и трубы 3 со змеевиком 6, по которой далее газ поступает на осушку в печь – теплообменник (ПТ), состоящую из ёмкости 7 объёмом 50 литров, заполненную техническим маслом, внутри которой расположен змеевик 6. В змеевике 6, под воздействием температуры нагретого до 290°С техническогомасла, образуется согретая до температуры 110—150°С парогазовая смесь, которая по трубе 9 поступает в среднюю часть дегидратора (ДЭГ). В ДЭГ происходит разделение парогазовой смеси на два потока собираемых в верхней 10 и нижней 11 частях ДЭГ. Верхний поток, обладает меньшей плотностью, чем нижний, содержит водород и пары воды, в то время как нижний поток имеет только осушенную метановую фракцию.

В результате, исходная парогазовая смесь в ДЭГ разделяется на два потока: верхняя парогазовая смесь содержит водород, используемый в качестве горючего для ПТ, нижняя осушенная фракция подвергается исследованию на предмет наличия в осушенном газе количества влаги. Регулирование дальнейшей подачи полученных в дегидраторе смесей производится с помощью комплекса задвижек (КЗ) по приведённым выше вариантам, при этом водород поступает в виде топлива в ПТ. В конденсаторе-теплообменнике (КТ) происходит конденсация нагретых паров в составе природного газа за счёт

теплообмена с водой и при этом получают осушенный природный газ с необходимой температурой.

Преимущества адсорбционной осушки газа:

- достигается низкая температура точки росы осушенного газа в широком диапазоне технологических параметров;
- компактность и низкие капитальные затраты для установок небольшой производительности;
- изменение давления и температуры не оказывает существенного влияния на качество осушки.

Недостатки:

- высокие капитальные вложения при строительстве установок большой производительности;
- возможность загрязнения адсорбента и связанная с этим необходимость его замены;
- большие потери давления в слое адсорбента;

  большой расход тепла.

3. Расчётная часть

					5321400 – «ТНГХП»			
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Выполнила		Аминова Р.С.			Расчет осушки газа адсорбционным способом продолжительностью 1000 м^3/сут	Литер	Лист	Листов
Руковод.:		Авлиякулов Н.Н.						
						Бух.ИТИ гр. 5–14 ТНГХП		
Утвердил:		Бозоров Г. Р.						

3.1. Методика расчета адсорбера осушки газа

Метод адсорбции основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности, отдельные компоненты из газовой среды. При расчете определяют необходимое количество сорбента, продолжительности процесса поглощения, размеры адсорбционной аппаратуры и энергетические затраты. Исходные данные для расчета - род поглотителя и поглощаемого вещества; количество очищаемого газа G , кг/с; концентрация поглощаемого вещества на входе в адсорбер с ^{o} , кг/м3.Кроме того, нужно знать физико-химические константы поглотителя и поглощаемого вещества и иметь изотерму адсорбции поглощаемого вещества на поглотителе.

Расчет адсорбера включает следущее.

$\boldsymbol{l}$ – длина адсорбера,

$\boldsymbol{h}$ – высота адсорбера,

$\boldsymbol{H}$ – высота адсорбционного слоя , м

Nу – единица переноса

Vад – объем слоя адсорбента , м^3

Определим необходимое сечение слоя адсорбента

$$S = \frac{V^0}{\omega}\,м^2,$$

Sсл= П · Н = π · Dвн · Н

2) Определим необходимое количество адсорбентов

$$N = \frac{S}{Sсл}$$

$\boldsymbol{N}$ – количество адсорбента

3) Определим высоту единицы переноса

$$h = \frac{V^0}{Sсл \cdot \beta у}$$

предварительно определим числа Рейнольдса, Прандтля и Нуссельта:

$\boldsymbol{Re}$ – число Рейнольдса

Pr – число Прандтля

$\boldsymbol{Nu}$ – число Нуссельта

- число Рейнольдса

$$Re = \frac{\omega \cdot d_3 \cdot \rho_2}{\varepsilon \cdot \mu_2}$$

- число Прандтля

$$Pr = \frac{\mu_2}{\rho_2 \cdot Dy}$$

т.к. Re> 30, то число Нуссельта будет рассчитываться по формуле

Nu = 0,395 · Re0.64· Pr0,33

$$Nu = \frac{\beta y \cdot d_3}{Dy} => \beta y = \frac{Nu \cdot Dy}{d_3}$$

$$h = \frac{V_0}{Sсл \cdot \beta y}, м.$$

4) Построим изотерму адсорбции

β = 0,61

$$X = \frac{X_1}{\beta} = \frac{X_1}{0,61}; \qquad \lg Y_{н_1} - \beta \cdot \frac{T_1}{T_2} \lg \frac{Y_{н_1}}{Y_1};$$

для бензола:

$$Y_{н_1} = \frac{Ps_1}{R \cdot T_1};$$

Ps1 =75 мм рт.ст ·133,322 ,Па.

$$Y_{н_2} = \frac{Ps_2}{R \cdot T_2};$$

Для этилового спирта:

Ps2 =44 мм рт.ст ·133,322 , Па.

T1 = T2 = 20 + 273 =2930C ,отсюда находим

$$\lg Y_{н^2}; \text{ и } \lg Y^2$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	5321400 – «ТНГХП»	Лист
Выполнила		АминоваР.С.				
Руковод.:		Авлиякулов Н.Н.				

Расчетные и справочные величины сведем в таблицу для бензола и этилового спирта

Из выше рассчитанных данных получаем изотермическую структуру

5) Строим рабочую линию

Определим координаты точек: точка А(Хн , Yк), точка В(Хк , Yн).

Значение Хк определяют из уравнения материального баланса процесса

V0· (Yн - Yk) = Vад · (Xk - Хн),

Для определения V адсорбции используем выражение

$$\text{Vад} = 1{,}3 \cdot \text{V}^0 \cdot \frac{\text{Yн} - \text{Yk}}{\text{X'} - \text{Xн}}, \text{м}^3/\text{с}$$

Тогда

$$\text{Xk} = \text{Xн} + \frac{V_0}{V\text{ад}} \cdot (\text{Yн} - \text{Yk}), \text{кг/м}^3$$

6) Определим число единиц перенос N у методом графического интегрирования. Задаем ряд значений Y в интервале [Y н - Y к], определяем Y ' . Полученные данные сводим в таблицу.

Определяем площадь под кривой, ограниченной ординатами Yн , кг/м3 и Yк ,кг/м3 .

Число единиц переноса определяют из выражения

$$\text{Ny} = ∫ \cdot \text{M}_1 \cdot \text{M}_2$$

$$\text{M}_1 = \frac{l_1}{h_1} = \text{ масштаб по оси } \frac{1}{\text{Y} - \text{Y'}}$$

$$\text{M}_1 = \frac{l^1}{h^1} = \text{ масштаб по оси Y}$$

7). Определим высоту адсорбционного слоя из выражения

$$H = h \cdot Ny, \text{м}$$

Из конструкционных соображений принимаем Н, м.

8). Определим объем слоя адсорбента по формуле

$$\text{Vад} = \text{H} \cdot \text{Sсл}, \quad \text{м}^3$$

9). Определим продолжительность адсорбции

так как рабочая линия расположена в двух областях изотермы адсорбции, то:

- для первой области

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\frac{X'}{\omega \cdot Yк}} \cdot \sqrt{H} - b\sqrt{\frac{X'}{\beta y \cdot Yк}}$$

Откуда высчитываем τ- измеряется в днях , здесь

$$\frac{Yk}{Yн} \quad - \text{для второй области}$$

$$\tau = \frac{X'}{\omega \cdot Yн} \cdot \left(H - \frac{\omega}{\beta y} \cdot \left(\left[\frac{1}{P} \cdot \left(ln \frac{Yн}{Yk} - 1 \right) + \left(ln \frac{Yн}{Yk} - 1 \right) \right] \right) \right)$$

10) Определим сопротивление слоя адсорбента

$$\Delta P = \frac{2H}{\rho \cdot g \cdot d_3} \cdot \left(\frac{770 \cdot G \cdot \mu}{d^3} + 10{,}6G^2 \right);$$

где

$$G = \frac{V_0 \cdot \rho}{Sсл}, \qquad кг/м3 \cdot с;$$

3.2. Расчет осушки газа методом адсорбции

Расход парогазовой смеси V_0 = 100 тыс. $м^3/ч$ (при нормальных условиях); температура смеси t = 20 ^{0} C ; давление P = 0,2 $МПа$; начальная концентрация этилового спирта в воздухе $y_н$ = 0,008 $кг/м^3$; допустимая концентрация паров спирта за слоем адсорбента $y_к$ = 0,0004 $кг/м^3$. Плотность газовой смеси $\rho_г$ = 1,2 $кг/м^3$ (при нормальных условиях); вязкость газовой смеси $\mu_г$ = 2,5·10^{-5} $Па{\cdot}с$. Адсорбент – активный уголь АР-А (насыпная плотность ε = 0,375, эквивалентный диаметр $d_э$ = 0,0015 $м$). Тип аппарата – кольцевой адсорбер (наружный диаметр слоя адсорбента $D_{нар}$ = 3 $м$, внутренний диаметр $D_{вн}$ = 1,6 $м$).

Решение:

1. Определим необходимое сечение слоя адсорбента

$$S = \frac{V_0}{\omega} = \frac{100000}{0{,}28 \cdot 3600} = 99{,}21 \text{ м}^2,$$

где ω= 0,25: 0,3 принимаем 0,28 м^2 ,

$S_{сл}$= П · Н = π · $D_{вн}$ · Н = 3,14 · 1,6 ·5,2 = 26,12

где Н = 5,2 м

2. Определим необходимое количество адсорбентов

$$N = \frac{S}{Sсл} = \frac{99{,}21}{26.12} = 3{,}79 \approx 4 \text{ адсорбера.}$$

Для того чтобы обеспечить необходимую рабочую поверхность необходимо 3 абсорбера.

3. Определим высоту единицы переноса

$$h = \frac{V_0}{Sсл \cdot \beta y}$$

предварительно определим числа Рейнольдса, Прандтля и Нуссельта:

- число Рейнольдса

$$Re = \frac{\omega \cdot dэ \cdot \rho_г}{\varepsilon \cdot \mu_г} = \frac{0{,}28 \cdot 0{,}0015 \cdot 1{,}2}{0{,}375 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-5}} = \frac{0{,}000504}{0{,}9375 \cdot 10^{-5}} = 53{,}7$$

- число Прандтля

$$Pr = \frac{\mu_г}{\rho_г \cdot Dy} = \frac{2{,}5 \cdot 10^{-5}}{1{,}2 \cdot 10{,}2 \cdot 10^{-5}} = 2{,}04$$

где $Dy = 10{,}2 \cdot 10^{-5}$ м^2 /с

т.к. Re> 30, то число Нуссельта будет рассчитываться по формуле

$Nu = 0{,}395 \cdot Re^{0.64} \cdot Pr^{0{,}33} = 0{,}395 \cdot 53{,}7^{0{,}64} \cdot 2{,}04^{0{,}66} = 6{,}4$

$$Nu = \frac{\beta y \cdot dэ}{Dy} => \beta y = \frac{Nu \cdot Dy}{dэ} = \frac{6{,}4 \cdot 10{,}2 \cdot 10^{-5}}{0{,}0015^2} = 29{,}01$$

$$h = \frac{V_0}{Sсл \cdot \beta y} = \frac{100000}{26{,}12 \cdot 3600 \cdot 29{,}01 \cdot 4} = 1{,}091 \text{м.}$$

4. Построим изотерму адсорбции $\beta = 0{,}61$

$$X = \frac{X_1}{\beta} = \frac{X_1}{0{,}61}\ ; \qquad \lg Y_{н_1} - \beta \cdot \frac{T_1}{T_2} \lg \frac{Y_{н_1}}{Y_1};$$

для бензола:

$$Y_{н_1} = \frac{Ps_1}{R \cdot T_1} = \frac{9999{,}15}{8{,}31 \cdot 10^3 \cdot 293} = 0{,}0041;$$

P_{s1} *=75 мм рт.ст* ·133,322 = 9999,15 *Па.*

$$Y_{н_2} = \frac{Ps_2}{R \cdot T_2} = \frac{5866{,}168}{8{,}31 \cdot 10^3 \cdot 293} = 0{,}0024;$$

Для этилового спирта:

P_{s2} *=44 мм рт.ст* ·133,322 = 5866,168 *Па.*

$T_1 = T_2 = 20 + 273 = 293^0C$

$$\lg Y_{н_2} = \lg 0{,}0024 = -2{,}6197;$$

$$\lg Y^2 = -2{,}6197 - 0{,}61 \cdot \lg \frac{0{,}0041}{Y_1}$$

Таблица 3.1.

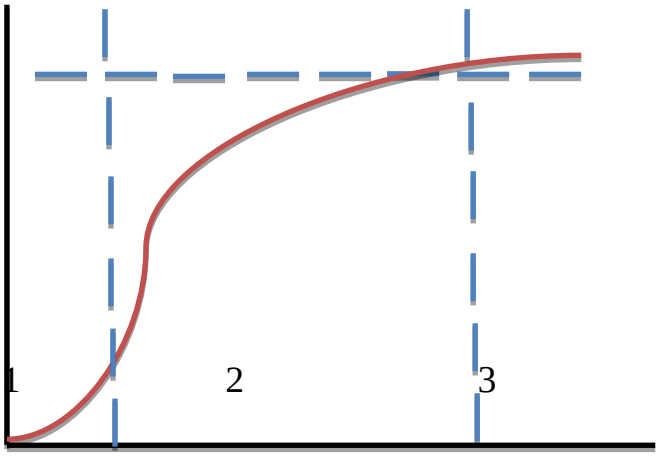
Справочные и расчетные значения координат точек изотерм адсорбции бензола и этилового спирта активным углем АР-А

Точка	Бензол		Этиловый спирт	
	Y1*	X1*	Y2*·103	Y2*
1	0,000854	109,0	0,921	178,6
2	0,00256	134,2	1,80	220
3	0,00512	139,8	2,75	229,18
4	0,00939	143,0	3,97	234,42
5	0,01706	147,3	5,72	241,47
6	0.02561	151.2	7.34	247.86

Полученная изотерма изображена на рисунке .

Мономолекулярный

C_s**слой**



C; p

5. Строим рабочую линию

Определим координаты точек: точка A($X_н$, $Y_к$), точка B($X_к$, $Y_н$).

Согласно заданию $Y_н$ = 0,008 кг/м^3 , $X_н$ = 0 кг/м^3 , $Y_к$ = 0,0004 кг/м^3 .

Значение $X_к$ определяют из уравнения материального баланса процесса

$$V_0 \cdot (Y_н - Y_k) = V_{ад} \cdot (X_k - X_н),$$

где при $Y_н$ = 0,008 ; X^* =249.

Для определения V адсорбции используем выражение

$$Vад = 1{,}3 \cdot V^0 \cdot \frac{Yн - Yk}{X' - Xн} = 1{,}3 \cdot \frac{100000 \cdot (0{,}008 - 0{,}0004)}{3600 \cdot (29{,}01 - 0)} = 11{,}02 \cdot 10^{-4} м^3/с$$

Тогда

$$Xk = Xн + \frac{V_0}{Vад} \cdot (Yн - Yk) = 0 + \frac{100000 \cdot (0{,}008 - 0{,}0004)}{3600 \cdot 11{,}02 \cdot 10^{-4}} = 196{,}89 кг/м^3$$

Точка A(0;0,0004), точка B(196,89;0,008).

6. Определим число единиц перенос N_y методом графического интегрирования.

Задаем ряд значений Y в интервале [$Y_н$ - $Y_к$], определяем Y' . Полученные данные сводим в таблицу 3.

Таблица 3.2.

Значения параметров для графического интегрирования

Y	Y’	Y-Y’	$\frac{1}{Y - Y'}$
0,008	0,001	0,007	142,8
0,006	0,0007	0,0053	188,6
0,004	0,00045	0,0035	281,6
0,002	0,0002	0,0018	555,5
0,001	0,00005	0,00095	1052,6
0,0004	0	0,0004	2500

Указанная графическая зависимость представлена на рисунке 3.

Определяем площадь под кривой, ограниченной ординатами $Y_н$ = 0,008 кг/м^3 и $Y_к$ = 0,0004 кг/м^3 .

Число единиц переноса определяют из выражения

$$Ny = ƒ \cdot M_1 \cdot M_2$$

где ƒ =267

$M_1 = \frac{l_1}{h_1} = \frac{50}{5мм}$ масштаб по оси $\frac{1}{Y - Y'}$

$M_1 = \frac{l^1}{h^1} = 0{,}25 \cdot 10^{-3}$ масштаб по оси Y

$$Ny = 267 \cdot 50 \cdot 0{,}25 \cdot 10^{-3} = 3.33$$

7. Определим высоту адсорбционного слоя из выражения

$$H = h \cdot Ny = 3{,}2 \cdot 0{,}007 = 0{,}0224м$$

Из конструкционных соображений принимаем Н=0,1 м.

8. Определим объем слоя адсорбента по формуле

$$Vад = H \cdot Sсл = 0{,}1 \cdot 26{,}12 \cdot 3 = 7{,}836\ м^3$$

9. Определим продолжительность адсорбциитак как рабочая линия расположена в двух областях изотермы адсорбции, то:

- для первой области

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\frac{X'}{\omega \cdot Yк}} \cdot \sqrt{H} - b\sqrt{\frac{X'}{\beta y \cdot Yк}} = \sqrt{\frac{249 \cdot 250}{0{,}28 \cdot 0{,}008}} \cdot \sqrt{0{,}1} - 1{,}19 \cdot \sqrt{\frac{249 \cdot 250}{28{,}8 \cdot 0{,}008}}$$

$$= 2502 - 917{,}45 = 1584{,}6$$

Откуда

$$\tau = 1584{,}6^2 = 2510957с = 697ч = 29 \text{ дней}$$

здесь b = 1,19 , так как

$$\frac{Yk}{Yн} = \frac{0{,}0004}{0{,}008} = 0{,}05 \quad - \text{для второй области}$$

$$\tau = \frac{X'}{\omega \cdot Yн} \cdot \left(H - \frac{\omega}{\beta y} \cdot \left(\left[\frac{1}{P} \cdot \left(ln\frac{Yн}{Yk} - 1\right) + \left(ln\frac{Yн}{Yk} - 1\right)\right]\right)\right) =$$

$$= \frac{249 \cdot 550}{0{,}28 \cdot 0{,}008}\left(0.1 - \frac{0{,}28}{28{,}8}\left[\frac{1}{23{,}05} \cdot \left(ln\frac{0{,}008}{0{,}0004} - 1\right) + \left(ln\frac{0{,}008}{0{,}0004} - 1\right)\right]\right) 56 \text{ дней}$$

10) Определим сопротивление слоя адсорбента

$$\Delta P = \frac{2H}{\rho \cdot g \cdot d_3} \cdot \left(\frac{770 \cdot G \cdot \mu}{d^3} + 10{,}6G^2\right);$$

где

$$G = \frac{V_0 \cdot \rho}{Sсл} = \left(\frac{100000 \cdot 1{,}2}{26{,}12 \cdot 3600}\right) = 1{,}28 \text{ кг/м3} \cdot с;$$

$$\Delta P = \frac{2 \cdot 0{,}1}{1{,}2 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}0015} \cdot \left(\frac{770 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}28}{0{,}0015} + 10{,}6 \cdot 1{,}28^2\right) = 383{,}152 \text{ кг/см}^2;$$

3.3. Расчет адсорбционной установки периодического действия

Рассчитать адсорбционную установку периодического действия с неподвижным слоем адсорбента для улавливания паров метанола из воздуха, работающую по четырехстадийному циклу при следующих условиях: расход смеси Wг— 4167 м3/ч; температура паровоздушной смеси t — 20 °С; атмосферное давление ρ—0,1013 10° Па; начальная концентрация метанола в газовой смеси — Сн=1,8-10“ кг/м ;проскоковая концентрация загрязнителя

составляет 5 % от начальной; тип аппарата — вертикальный адсорбер; адсорбент — активный уголь.

Принимаем число адсорберов в установке, равное двум. В одном из аппаратов проходит стадия адсорбции, в то время как в другом протекают стадии регенерации активного угля.

Решение: Ввиду того, что целью проектируемой установки является рекуперация растворителя, в качестве адсорбента принимаем рекуперационный уголь АР-3 с эквивалентным диаметром гранулы 2 мм.

Изотерма адсорбции паров метанола на активном угле

Для активного угля АР-3, обладающего бипористой структурой, по теории объемного заполнения пор равновесная концентрация в твердом теле описывается уравнением Дубинина:

$$\text{Хст} = \frac{W_{o1}}{v}\exp\left[\frac{-\text{B}_1\text{T}^2}{\beta^2}\left(lg\frac{P_1}{P}\right)^2\right] + \frac{W_{o2}}{v}\exp\left[\frac{-\text{B}_2\text{T}^2}{\beta^2}\left(lg\frac{P_1}{P}\right)^2\right];$$

где Хст—равновесная концентрация в твердой фазе, моль/г; W01, B1, W02, B2—константы, характеризующие адсорбент; W01=0,19 см3/г; B1=0,74·10-6 К-2; W02=l,8 см3/г; B2 = 3,42-10-6 К-2; (β — коэффициент аффинности, v - мольный объем поглощаемого компонента, см3/моль; ρs - давление насыщенного пара извлекаемого вещества , ρ- парциальное давление паров извлекаемого вещества в газовой смеси.

Например, при ρ = 0,1 Мпа равновесная концентрация метанола в угле равна:

$$\text{Хст} = \frac{0{,}19}{40{,}46}\exp\left[\frac{0{,}74\cdot10^{-6}\cdot293^{\ 2}}{0{,}4^2}\left(lg\frac{96}{0{,}1}\right)^2\right] + \frac{0{,}18}{40{,}46}\exp$$

$$\left[\frac{0{,}74\cdot10^{-6}\cdot293^{\ 2}}{0{,}4^2}\left(lg\frac{96}{0{,}1}\right)^2\right] = 0{,}1376\cdot10^{-3}\ \frac{\text{моль}}{\text{г}},\ \text{или или}\ 4{,}4\ \cdot10^{-3}\ \text{кг/кг}$$

Таблица 3.3.

Вычисленные по уравнению равновесные концентрации метанола в угле представлены ниже:

Парциальное давление паров метанола ρ, Па(мм рт.ст.)	Концентрация метанола в газе С'ст·103, кг/м3	Равновесная концентрация метанола в угле х'·10², кг/кг	Парциальное давление паров метанола ρ, Па(мм рт.ст.)	Концентрация метанола в газе С'ст·103, кг/м3	Равновесная концентрация метанола в угле х'·10², кг/кг
13,33(0,1)	0,175	0,44	666,67(5,0)	8,76	8,51
26,66(0,2)	0,351	0,89	1333,33(10,0)	17,53	12,64
66,67(0,5)	0,876	1,99	2666,67(20,0)	35,10	18,59
133,33(1,0)	1,75	3,17	3999,99(30,0)	52,6	22,53
266,67(2,0)	3,51	5,0	6666,66(50,0)	87,8	26,85

Исходная концентрация метанола в газовой смеси соответствует части изотермы, близкой к линейной.

Начальный участок изотермы может рассматриваться как линейный при условии (C/Cs)6 <017 (по бензолу).

Отношение ρ/ρ, для бензола, соответствующее исходной концентрации метанола в смеси (Сн= $1{,}8\cdot10^{-3}$ кг/м³) может быть найдено по уравнению потенциальной теории адсорбции:

$$\left(\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{C}s}\right)_6 = \left(\frac{\rho}{\rho s}\right)_6 = 10\cdot\frac{lg0{,}168 - lg1{,}8\cdot10^{-3}}{0{,}4} = 1{,}2\cdot10^{-5} \ < 017;$$

где $\left(\frac{\rho}{\rho s}\right)^6$ – отношение парциального давления ρ к давлению

насыщенного пара$\rho\ s$ для бензола

Полученный результат показывает, что форма изотермы на рассматриваемом участке может быть принята линейной.

Диаметр и высота адсорбера. Допустимую фиктивную скорость газа можно рассчитывать по формуле, полученной на основе технико-экономического анализа работы адсорберав):

$$W\text{кр} = \sqrt{0{,}0167 \cdot \frac{\rho\text{н} d\text{э} g}{\rho_\text{г}}} = \sqrt{0{,}0167 \cdot \frac{550 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 9.81}{1.2}} = 0{,}388 \text{ м/с},$$

Где эквивалентный диаметр частиц адсорбента dэ =2·10¯3 м,; насыпная плотность слоя адсорбента ρн =550 кг/м3 (для угла АР-3); g – ускорение силы тяжести; $\rho_г$ =1,2 кг/м3- плотность воздуха при t=20°С .

Рабочую скорость газа в адсорбере примем на 25% ниже допустимой: .

$$\omega_\text{г} = 0{,}75 \cdot 0{,}388 = 0{,}29 \text{ м/с}$$

Диаметр вертикального аппарата определяем по уравнению расхода:

$$D_\text{а} = \sqrt{\frac{4W_\text{г}}{\pi\omega_\text{г}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4167}{3600 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}29}} = 2{,}3 \text{ м}$$

Высоту слоя угля в аппарате для обеспечения достаточного времени работы адсорбера примем равной Н= 0,7м.

Коэффициент массопередачиНаходим коэффициент диффузии в газовой фазе в системе метанол — воздух. При t = 0 °С и р = 98,1·10^{4}Па коэффициент диффузии равен D_0=13,3·10¯^{6} м^2/с

Коэффициент диффузии в условиях адсорбера находим по формуле.

$$D\text{у} = \text{D}^0 \cdot \frac{\text{p}^0}{\text{p}} \cdot \left(\frac{\text{T}}{\text{T}^0}\right)^{2/3} = 13{,}310^{-6} \cdot \frac{9{,}81 \cdot 10^4}{10{,}13 \cdot 10^4}\left(\frac{293}{273}\right)^{2/3} = 14{,}3 \cdot 10^{-6} \text{м}^2/\text{с}$$

Динамическая вязкость газовой фазы (воздуха) $\mu_г$=1,8·10¯^{5}Па·с

Коэффициент массоотдачи в газовой фазе находим по уравнению

$Nu_y' = 0{,}355Re_y^{0.64} (Pr')^{0.33}/\varepsilon = 00{,}355 \cdot 38{,}67^{0{,}64} \cdot 1{,}049^{0{,}33} = 10$

$$Re = \frac{\omega_\text{г} \cdot d\text{э} \cdot \rho_\text{г}}{\varepsilon \cdot \mu_\text{г}} = \frac{0{,}29 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}2}{1{,}8 \cdot 10^{-5}} = 38{,}67$$

$$Pr'y = \frac{\mu_2}{\rho_г \cdot Dy} = \frac{1.8 \cdot 10^{-5}}{1{,}2 \cdot 14.3 \cdot 10^{-6}} = 1{,}049$$

ε=0,375 -пористость слоя адсорбента

Тогда коэффициент внешней массоотдачи равен

$$\beta y = \frac{Nu_\gamma \cdot Dy}{d э} = \frac{10 \cdot 0{,}143 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-3}} = 0{,}072 \text{ м/с.}$$

Коэффициент эффективной диффузии метанола в адсорбенте в интервале концентрации активности X=0….3,3·10⁻² кг/кг равен

$$Dэ = 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с.}$$

Коэффициент массоотдачи в адсорбенте (коэффицментвнутреннегомассотдачи) находим по уравнению:

$$\beta x = \frac{10Dэ}{dэ(1-\varepsilon)} \cdot \frac{\rho н X'(Сн)}{Сн} = \frac{10 \cdot 3 \cdot 10^{-10}}{2 \cdot 10^{-3} \cdot (1-0{,}375) \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-3}} = 0{,}242 \text{ м/с.}$$

Коэффициент массоотдачи, при m=1:

$$Ку = \frac{1}{\frac{1}{\beta y} + \frac{1}{\beta x}} = \frac{1}{\frac{1}{0{,}072} + \frac{1}{0{,}242}} = 0{,}0165 \text{ м/с.}$$

Снижение движущей силы массопередачи в результате движения газа от режима идеального вытеснения учтем введение дополнительного диффузионного сопротивления продольного перемешивания. Коэффициент, учитывающий продольное перемешивание, определяем по уравнению:

$$\xi = 0{,}0567 \cdot \frac{\omega_г}{1-\varepsilon}\left(\frac{\omega_г \cdot dэ \cdot \rho_г}{\mu_г}\right) = 0{,}0567 \cdot \frac{0{,}29}{1-0{,}375}\left(\frac{0{,}29 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}2}{1{,}8 \cdot 10^{-5}}\right)$$

$$= 0{,}059 \text{ м/с}$$

Коэффициент массопередачи с учетом продольного перемешивания:

$$Ку' = \frac{1}{\frac{1}{Ку} + \frac{1}{\xi}} = \frac{1}{\frac{1}{0{,}0165} + \frac{1}{0{,}059}} = 0{,}0138 \text{ м/с.}$$

Удельная поверхность адсорбента

$$ƒ = \frac{6(1-\varepsilon)}{dэ} = \frac{6(1-0{,}375)}{2 \cdot 10^{-3}} = 1875 \text{ м}^2/\text{м}^3$$

Объемный коэффициент массопередачи

$$Ку v = Ку' ƒ = 00138 \cdot 1875 = 25{,}87\ с^{-1}$$

Продолжительность адсорбции. Выходная кривая. Профиль концентрации в слое адсорбента. Продолжительность адсорбции метанола определяется по выходной кривой, построение которой производится по уравнению Томаса для безразмерной концентрации в потоке:

$$C/Cн = J \cdot (Ny \cdot T),$$

где $Ny = \frac{Ку' ƒ Z}{ω_г}$ – общее число единиц переноса для слоя высотой z;

$$T = \frac{ω_г Cн \left(\tau - \frac{Z\varepsilon}{ω_г}\right)}{\rho н X'(Cн) Z}$$ – безразмерное время

Выразим τ через безразмерное время T по уравнению

$$\tau = \frac{Z[T \cdot \rho н X' \cdot (Cн)] + Cн\varepsilon}{ω_г Cн} =$$

$$= \frac{0{,}7 \cdot (550 \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-2} T + 1{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}375)}{0{,}29 \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-3}} = 24339 \cdot T + 0{,}905$$

Число единиц переноса:

$$Ny = Ку v \frac{Z}{ω_г} = 25{,}87 \cdot \frac{0{,}7}{0{,}29} = 62{,}24$$

Результаты расчета выходной кривой адсорбции приведены в таблице

Таблица3.4.

Расчет выходной кривой адсорбции

T	τ	$C/C_н$	T	τ	$C/C_н$
0,4	9736,5	0,0000	1,1	26773,8	0,7219
0,5	12170,4	0,00071	1,2	29207,7	0,8658
0,6	14604,3	0,00715	1,3	31641,6	0,9455
0,7	17038,2	0,03860	1,4	34075,5	0,9811
0,8	19472,1	0,1296	1,5	3609,4	0,9943
0,9	21906,0	0,2993	1,6	38943,3	0,9983
1,0	24339,9	0,5179			

Время достижения концентрации метанола в газе, выходящем из адсорбера (она составляет 5% от начальной, т.е. $C/C_н$=0,05), равно длительности стадии адсорбции с выходом кривой продолжительность стадии $\tau=1{,}73\cdot10^4$с.

Выразим расстояние z от точки ввода смеси до точки с концентрацией X в виде функции от безразмерного времени:

$$\frac{\mathrm{X}}{X'(C\mathrm{н})} = 1 - J(Ny \cdot T)$$

Выразим расстояние z от точки ввода смеси до точки с концентрацией X в вид функции от безразмерного времени:

$$z = \frac{\tau\omega_{\mathrm{г}}C\mathrm{н}}{\mathrm{T}\rho\mathrm{н}\mathrm{X}'(\mathrm{Cн}) + \mathrm{Cн}\varepsilon} = \frac{1{,}8\cdot10^{-3}\cdot1{,}73\cdot10^{4}\cdot0{,}29}{550\cdot3{,}3\cdot10^{-2}\mathrm{T} + 1{,}8\cdot10^{-3}\cdot0{,}375}$$

$$= \frac{1}{2{,}01\mathrm{T} + 7{,}48\cdot10^{-4}}$$

Таблица3.5.

Расчет профиля концентрации метанола в слое угля

1/T	T	z, м	$Ny{\cdot}T$	$J(Ny\cdot T)$	$\frac{X}{X'(C_н)}$
0,4	2,5	0,199	44,38	0,0012	0,998
0,5	2,0	0,249	44,38	0,0039	0,9961
0,6	1,667	0,299	44,38	0,0204	0,9796
0,7	1,429	0,348	44,38	0,0704	0,9296
0,8	1,25	0,398	44,38	0,1749	0,8251
0,9	1,111	0,448	44,38	0,3344	0,6656
1,0	1,0	0,498	44,38	0,5213	0,4787
1,1	0,9091	0,547	44,38	0,6954	0,3046
1,2	0,8333	0,597	44,38	0,8283	0,1717
1,3	0,7692	0,647	44,38	0,9139	0,0861
1,4	0,7143	0,697	44,38	0,9962	0,0338
1,5	0,6666	0,746	44,38	0,6541	0,0159
1,6	0,625	0,796	44,38	0,9946	0,0054

Материальный баланс. Материальный баланс по метанолу стадии адсорбции выражается уравнением

$\omega_r C_н \tau_a S = \rho_н S \int_0^H (X_{\tau=0} - X_н) dz + \omega_r S \int_0^{\tau=0} S z_{=н} \cdot dz + \varepsilon S \int_0^H C\,(\tau = \tau_a) - C(\tau=0)) dz$,

Где S- поперечного сечение адсорбера, м^2

Записывая уравнение материального баланса для концентраций в безразмерной форме, а также учитывая, что $X_н$=0 и$C_{\tau=0}$=0, получим:

$$\omega_r C_н \tau_a S = \rho_н S X'(C_н) \int_0^H \frac{X}{X'(C_н)} dz + \omega_r S C_н \int_0^{\tau=0} \frac{C}{C_н} d\tau + \varepsilon S \int_0^H \left(\frac{C}{C_н}\right) C(\tau = 0)) dz$$

Значение интегралов уравнения материального баланса определяют графическим интегрированием выходной кривой и профиля концентраций в адсорбенте

$$\int_{0}^{\tau_{=0}} \frac{\text{C}}{\text{Сн}} d\tau = 74{,}2\text{с}; \qquad \int_{0}^{\text{H}} \frac{\text{X}}{\text{X}'(\text{Сн})} dz = 0{,}495\text{м}.$$

Количество метанола, поступающего в адсорбер, составит

$$\omega_{\text{г}} C\text{н}\tau_{\text{а}} = \frac{4167 \cdot 10^4 \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-3}}{3600} = 20{,}835 \text{ кг}$$

Количество метанола, поглощенного углем (адсорбата),

$$\rho\text{н} S\text{X}'(\text{Сн}) \int_{0}^{\text{H}} \frac{\text{X}}{\text{X}'(\text{Сн})} dz = 550 \cdot 0{,}785 \cdot 3^2 \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-2} \cdot 0{,}495 = 63{,}47 \text{ кг}.$$

Количество метанола, уходящего из аппарата с газовой фазы, равна:

$$\int_{0}^{\tau=1{,}73\cdot 10^4} \frac{\text{C}}{\text{Сн}} d\tau = \frac{4167 \cdot 74{,}2 \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-3}}{3600} = 0{,}154 \text{ кг}.$$

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1. Технике безопасности на производстве.

Для каждой установки, использующей газ, должно быть подготовлено соответствующее положение по технике безопасности при подготовке газа. В данном положении должна быть четкая инструкция о мерах безопасной эксплуатации каждого объекта. Она должна быть пересмотрена один раз на протяжении трех лет.

На основе общего положения на каждом предприятии должны быть разработаны инструкции для:

- каждого подразделения или цеха;
- установки;
- других объектов, использующих нефтепродукты.

Все они должны быть утверждены главным инженером и находиться в каждом подразделении. Все должностные лица, в ведении которых находятся объекты, использующие нефтепродукты, отвечают за надлежащее соблюдение всех норм безопасности на рабочих местах.

Основные нормы охраны труда на таких объектах:

- запрещено нахождение посторонних лиц на территории использования установок;
- наличие средств пожаротушения на каждом объекте, согласно нормам органов надзора за пожарной безопасностью;
- наличие плана устранения аварии;
- наличие инструкции для персонала при возникновении аварийной ситуации;
- персонал должен быть ознакомлен со всеми правилами техники безопасности;
- наличие контроля знаний персонала о действиях в случае аварий;
- вновь введенные в действие объекты должны приниматься соответствующей комиссией;
- любые изменения по реконструкции согласовываются с проектной организацией с соблюдением всех норм безопасности;

- при обнаружении дефекта необходимо составить соответствующую ведомость-инструкцию по проведению ремонта.

Всю работу по организации безопасного труда ведут специалисты соответствующего подразделения во главе с его руководителем. Данное подразделение должно вести работу по надлежащему выполнению всех мероприятий по технике безопасности при подготовке нефти на предприятии.

Техника безопасности – это комплекс мероприятий организационно-технического характера, которые направлены на создание безопасных условий труда на предприятии, позволяя снизить или исключить производственный травматизм. Для этого проверяют исправность действующего оборудования, защитных приспособлений к машинам, станкам, нагревательным установкам. Оптимизируют с целью безопасности условия работы, обеспечивая хорошую освещенность рабочих мест и производственных помещений, хорошую вентиляцию, своевременное удаление пыли и отходов производства, поддержание нормальной температуры в помещениях. Лицом, ответственным за выполнение условий безопасности труда на предприятии, проводится инструктаж по правилам техники безопасности на предприятии в целом и при работе с конкретным оборудованием, обучение персонала и проверка знаний о правилах безопасности. Также охрана труда на предприятии включает в себя обеспечение персонала инструкциями по технике безопасности, оснащение рабочих мест плакатами и наглядными пособиями по работе с оборудованием и изображениями, визуализирующими наиболее опасные места на производстве и действия, предотвращающие производственный травматизм. Требования по технике безопасности к сотрудникам предприятия Чтобы снизить производственный травматизм, сотрудники также обязаны придерживаться определенных требований и правил поведения на рабочем месте, которые предусматривает техника безопасности: – надевать спецодежду, которая должна быть в полном порядке, а также рабочую обувь; – перед началом работы подготовить рабочее место, освободить его для работы, проверить освещенность и исправность оборудования;

– убедиться, что пол на рабочем месте в исправности, не скользит, и нет на полу посторонних предметов, об которые можно споткнуться; – во время работы с конкретным видом оборудования пользоваться защитными приспособлениями

– перчатками, очками, сетками и другими; – не наклоняться близко к работающему оборудованию и пользоваться технологическими картами. Основные правила безопасного ведения технологического процесса Выполнение следующих правил безопасного ведения процесса, связанных с ним работ исключает возможность аварии, взрывы, пожары, травмирование людей, нарушение технологического режима. Лица, допускаемые к производству, работ должны быть проинструктированы и обучены безопасным приемам работы, сдать экзамены и иметь при себе соответствующее удостоверение. При введении новых технологических процессов и методов труда, видов оборудования и механизмов, а также правил и инструкций, должен проводиться дополнительный инструктаж. Не допускается загромождение и загрязнение производственных площадок, помещений, оборудования, проездов, дорог в местах где запрещен проезд транспорта должны быть вывешены предупредительные надписи и знаки, дренажные и канализационные колодцы должны быть надежно закрытыми или огражденными. Систематически должны производиться осмотр и проверка производственного оборудования и своевременный его ремонт Каждое действующее оборудование, аппараты, сосуды должны быть оснащены полным комплектом приспособлений, приборов, предусмотренных проектом или ГОСТом. Не допускается работа производственного оборудования с нарушением параметров, установленных технологической картой или технологическими условиями и инструкциями.

4.2. Мероприятия по обеспечению безопасных и безвредных условий труда.

Во избежание несчастных случаев при установке и обслуживании средств автоматизации направляемый на работу персонал проходит соответствующую подготовку, производственный инструктаж, знакомиться с общими правилами техники безопасности и с безопасными методами работы, а также с методами оказания первой помощи. По окончании инструктажа направляемые на работу сдают экзамен по технике безопасности «Организация обучения безопасности

труда. Общие положения» и получают удостоверение с присвоенной квалификационной группы, дающее им право работать по обслуживанию действующих электроустановок.

Основными мероприятиями по обеспечению безопасных и безвредных условий труда являются:

- мероприятия по технике безопасности;
- мероприятия по промышленной санитарии;
- мероприятия по пожарной безопасности.

Мероприятия по электробезопасности включают следующее:

- при эксплуатации средств установок осушки газа необходимо соблюдать "Правила устройства электроустановок" (ПУЭ), "Правила эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок";
- все токоведущие части электрических устройств изолированы;
- по способу защиты человека от поражения электрическим током изделия средств автоматического управления соответствуют классам 1 и 2 (для изделий, предназначенных для соединения с источником напряжения 220 В) и классу 3 (для изделий, предназначенных для соединения с источником напряжения 24 В);
- все потребители электроэнергии имеют заземление или зануление «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление»;
- все части устройств, находящиеся под напряжением размещены в корпусах, обеспечивающих защиту обслуживающего персонала от соприкосновения с деталями, находящимися под напряжением;
- основное электрооборудование располагается отдельно от цеха, и находится в специальных промышленных шкафах;
- устройства снабжены световыми индикаторами включения питающей сети;
- при работе на электроустановках и с электрооборудованием широко применяются средства индивидуальной защиты - резиновые диэлектрические перчатки, галоши, боты, коврики, деревянные подставки на изоляторах, специальный монтирующий инструмент и изолирующими рукоятками, приспособления для обнаружения и замера его величины;

- подключение разъемов, замена плавких предохранителей производится только при отключенных напряжениях питания устройств. Подключение напряжения питания к контроллерам осуществляется через блоки питания;

- устройства, подключаемые к питающей сети или источникам питания с напряжением более 25В переменного тока (действующее значение) или выше

Мероприятия по взрывобезопасности:

- электрооборудование, приборы, датчики, преобразователи систем выполнены во взрывозащищенном исполнении;

- установлены сигнализаторы довзрывных концентраций в соответствии с требованиями При достижении 10% нижнего концентрационного предела распространения пламени предусмотрено включение аварийной вентиляции и срабатывание звуковой и световой сигнализации.;

- все ремонтные работы в цехе производятся инструментом, изготовленным из металла, не дающего при ударе искр;

- предотвращение накопления зарядов на оборудовании достигается заземлением всех металлических частей, на которых могут появиться заряды;

- предотвращение накопления зарядов на человеке достигается устройством электропроводящих полов или заземленных зон, помостов и рабочих площадок, обеспечением работающих токопроводящей обувью и спецодеждой;

- молниезащитавыполнена согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»

Для свободного и безопасного доступа обслуживающего персонала к аппаратам и местам расположения смонтированы площадки и лестницы.

*Мероприятия по пожаробезопасности.*Обеспечение пожарной безопасности в цехах осуществляется в соответствии со следующими документами: «Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций в газовой промышленности» «Пожарная безопасность».

Основные мероприятия по пожарной безопасности:

- для тушения возгораний «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание» предусмотрены средства пожаротушения;

- отведены специальные места для курения;

- к зданию ЦОГ по всей длине обеспечен подъезд пожарных автомобилей;

- количество эвакуационных выходов из здания - не менее двух;

- не допускаются посторонние лица на территорию объекта;

- для исключения попадания прямых ударов молний, которые могут вызвать пожары и взрывы предусмотрены средства молниезащиты ЦОГ;

- технологическое помещение содержится в чистом виде;

- отогревание аппаратов, коммуникаций и запорных устройств производится паром, горячей водой и другими безопасными в пожарном отношении способами;

- на площадке ЦОГ предусмотрена система наружного водяного пожаротушения, осуществляемого от незамерзающих пожарных гидрантов, установленных на кольцевой сети объединенного хозяйственно-питьевого противопожарного водопровода. Внутреннее пожаротушение воздушно-механической пеной осуществляется от пожарных кранов, установленных внутри помещения.

Наименование помещений и сооружений	Наимено-ваниепро дуктов	Категория пожаро-опаности (НПБ 105-03)	Класс зон взрыво-опасности и пожароопас-ности (по ПУЭ)	Категория и группы взрывоопасных сред (ГОСТ 12.1.011-78)
Цехосушкигаза	Газ, конденсат газа, метанол, ДЭГ	А	В-1а	IIА-Т3
Емкостьдренаж ная ДЭГ	ДЭГ	Ан	В-1г	IIАТ3
Щитовая ЦОГ	-	Д	-	-
Операторная	-	Д	-	-

При монтаже, обслуживании и ремонте приборов и датчиков, установленных в цехе необходимо пользоваться ключами, покрытыми медью или техническим вазелином для исключения искрообразования.

При ремонте приборов соблюдаются особые меры предосторожности. Вышедшие из строя датчики заменяются исправными, а ремонтные работы производятся в мастерской. Снятие приборов для замены производится только при снятом напряжении при наличии наряда-допуска. Одновременно с этим на отключающие ключи, рубильники вывешиваются предупредительные плакаты.

4.3.Промышленная экология

Газовая промышленность одна из отраслей топливной. Ее задачами является разведка месторождений, добыча, транспортировка, переработка и использование газа в промышленных и бытовых нуждах. На каждом этапе этой деятельности возникают проблемы, связанные с негативным влиянием на природную среду. Есть типичные экологические проблемы газовой промышленности, присущие практически любой производственной деятельности человека. Это загрязнение атмосферного воздуха отработанными выхлопными газами и отравляющими веществами, вод неочищенными стоками и химическими веществами, почв отходами производства и бытовыми отходами.

Есть проблемы, возникающие с охраной окружающей среды, у газовой, как одного из видов добывающей промышленности. Это повреждение почвы и грунтов тяжелой гусеничной техникой, особенно в регионах, где плодородный слой почвы тонкий и трудно восстановимый.

Сущность экологических проблем газовой промышленности в основном характеризуется повседневно-бытовым обеспечением жизнедеятельности человека. Речь идет о сжигании газа и вместе с ним кислорода, содержащегося в атмосфере.

Природный газ считается одним из самых чистых органических видов топлива. Сгорая, он меньше других энергоносителей, выделяет отравляющих и вредных веществ. Но в совокупности со сжиганием других видов топлива, увеличивается содержание углекислого газа в защитных слоях атмосферы. Возникает так

называемый парниковый эффект. Происходит потепление климата Земли, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Главной причиной ухудшения экологии Земли является деятельность человека и, в частности, загрязнение атмосферы отходами, возникающими при сжигании топлива. При этом опасность представляет воздействие парниковых газов. К таким газам относятся диоксид углерода CO_2 и метан. Если сравнивать влияние природного газа с влиянием других типов топлива, то газ создает меньшее количество парниковых газов. Это связано с его химическим составом и большей теплоотдачей. Однако при горении природного газа также образуются парниковые соединения.

Предприятия по добыче и переработке газа загрязняют атмосферу углеводородами, главным образом в период разведки месторождений (при бурении скважин). Иногда эти предприятия, несмотря на то, что газ экологически чистое топливо, загрязняют открытые водоемы, а также почву.

Природный газ отдельных месторождений может содержать весьма токсичные вещества, что требует соответствующего учета при разведочных работах, эксплуатации скважин и линейных сооружений. Так, в частности, содержание сернистых соединений в газе нижней Волги настолько велико, что стоимость серы как товарного продукта, получаемого из газа, окупает затраты на его очистку. Это является примером очевидной экономической эффективности реализации природоохранной технологии.

На участках с нарушенным растительным покровом, в частности по трассам дорог, магистральных газопроводов и в населенных пунктах, увеличивается глубина протаивания грунта, образуются сосредоточенные временные потоки и развиваются эрозионные процессы. Они протекают очень активно, особенно в районах песчаных и супесчаных грунтов. Скорость роста оврагов в тундре и лесотундре в этих грунтах достигает 15-20 м в год. В результате их формирования страдают инженерные сооружения (нарушение устойчивости зданий, разрывы трубопроводов), необратимо меняется рельеф и весь ландшафтный облик территории.

Состояние грунтов не менее существенно изменяется и при усилении их промерзания. Развитие этого процесса сопровождается формированием пучинных форм рельефа. Скорость пучения при новообразовании многолетнемерзлых пород достигает 10-15 см в год. При этом возникают опасные деформации наземных сооружений, разрыв труб газопроводов, что нередко приводит г гибели растительного покрова на значительных площадях.

Загрязнение приземного слоя атмосферы при добыче нефти и газа происходит также во время аварий, в основном природным газом, продуктами испарения нефти, аммиаком, ацетоном, этиленом, а также продуктами сгорания. В отличие от средней полосы, загрязнение воздуха в районах Крайнего Севера при прочих равных условиях оказывает более сильное воздействие на природу вследствие ее пониженных регенерационных способностей.

В процессе освоения нефтегазоносных северных районов наносится ущерб и животному миру (в частности, диким и домашним оленям). В результате развития эрозионных и криогенных процессов, механического повреждения растительного покрова, а также загрязнения атмосферы, почв.

Итак, нарушения окружающей среды, обусловленные изменением инженерно-геологической обстановки при добыче газа, возникают, по существу, везде и всегда. Избежать их полностью при современных методах освоения невозможно. Поэтому главная задача состоит в том, чтобы свести к минимуму нежелательные последствия, рационально используя природные условия.

Связанный с качественно новым взаимоотношением науки, техники и технологии, он колоссально увеличил масштабы воздействия общества на природу и поставил перед человеком целый ряд новых, чрезвычайно острых проблем.

С помощью техники все больше преобразуется природа, изменяются прежние и создаются новые ландшафты, оказывается активное влияние на другие сферы и оболочки Земли, и, прежде всего, опять-таки на биосферу.

Пока что наука и техника нацелены главным образом на максимальную эксплуатацию природных ресурсов, удовлетворение нужд человека и общества любой ценой.

Литосфера (твердая оболочка Земли), и особенно ее верхняя часть, стала объектом наиболее чувствительных антропогенных нагрузок. Это результат вторжения человека в область земных недр; производимых им изменений рельефа местности и природных ландшафтов; как вынужденных, так и неоправданных изъятий из сельскохозяйственного оборота земель; разрушения и загрязнения почвенного покрова, опустынивания и других процессов.

Гидросфера (водная оболочка Земли) подвергается тяжелейшим испытаниям в результате хозяйственного вторжения в водные системы. Реки, озера и моря превращаются в места сброса различных отходов и загрязняющих веществ.

Качественное изменение гидросферы (химического состава и свойств водной среды) становится в наше время главным фактором и количественного истощения пресной воды на Земле, а также уничтожения обширного класса биоты - речной, озерной, морской.

Атмосфера претерпевает антропогенные изменения коренного характера: модифицируются ее свойства и газовый состав, возрастает опасность разрушения ионосферы и стратосферного озона; повышается ее запыленность; нижние слои атмосферы насыщаются вредными для живых организмов газами и веществами промышленного происхождения.

Нарушение газового состава атмосферы происходит вследствие того, что выбросы техногенных газов и веществ, достигающие многих миллиардов тонн в год, сопоставимы с их поступлением из природных источников, либо даже превосходят их.

Расширяются масштабы нарушения баланса кислорода в атмосфере. Современное человечество грубо вторгается в этот кругооборот, потребляя ежегодно за счет сжигания минерального и органического топлива 20 млрд тонн атмосферного кислорода.

Загрязнение воздуха особенно резко проявляется в местах, где размещаются металлургические, химические и другие заводы, а также в городах, где источниками загрязнения являются автотранспорт, ТЭЦ, промышленные предприятия и др. Особенно страдают города, над которыми циркуляция воздуха слабая, нет ветра. Здесь образуется тяжелая ядовитая смесь с туманом,

сернистым и угарным газом, мельчайшими твердыми частицами, выброшенными их труб в результате неполного сгорания топлива. Как правило, местные загрязнения атмосферы особенно остро переживаются населением. Во время смога резко возрастает число смертей среди людей, страдающих болезнями сердца и органов дыхания.

Исчезает вокруг городов чистый воздух, реки превращаются в сточные канавы, повсюду груды мусора, свалки, искалеченная природа - такова бросающаяся в глаза картина безумной индустриализации мира.

В последние десятилетия внимание привлекла к себе проблема стратосферного озона, выполняющего роль экрана для всех живых существ от избыточного ультрафиолетового излучения Солнца. Озону угрожает опасность в результате попадания в верхние слои окислов азота (вследствие полетов сверхзвуковых реактивных самолетов), а также производства фторхлоуглеродов.

Чрезвычайно крупное явление, затрагивающее глобальные характеристики атмосферы представляет напыление как следствие антропогенных факторов.

Запыленность атмосферы за 50 лет увеличилась на 70%. Снижая прозрачность атмосферы, аэрозоли ограничивают поступление солнечного тепла.

Запыленность верхних слоев атмосферы чревата нанесением непоправимого урона ионосфере, которая выполняет роль незаменимого ресурса, используемого для дальней радиосвязи.

Велики потери почвенных ресурсов. Общая площадь утраченных для мирового сельского хозяйства обрабатываемых земель достигла за всю историю человечества 20 млн км2, что больше площади всей пашни, используемой в настоящее время

Различные формы почвенной деградации, связанной с антропогенными факторами, представляют собой наиболее крупный источник потерь. От 30% до 80% орошаемых земель в мире страдают от засоления, выщелачивания, заболачивания. На 35% обрабатываемых земель эрозионные процессы превышают почвообразовательный процесс. Каждые 10 лет мировые потери верхнего слоя почвы составляют 7%.

Крупной мировой проблемой стал процесс опустынивания, то есть наступления пустынь на культурные агробиоценозы. Опустынивание - результат неправильного ведения хозяйства (уничтожение древесной растительности, переэксплуатация земель и т. д.).

Вывод

В данной дипломной работе был рассмотрен процесс адсорбции. Это широко используемый процесс для разделения и концентрирования веществ. Адсорбция это универсальный метод, позволяющий практически полностью извлечь примеси из жидкой фазы.

В данном работе также были:

- произведены выбор и разработка технологической схемы процесса;
- выполнен чертеж технологической схемы расположения адсорберов;
- представлен технологический расчет вертикального, действие которого основано на процессе адсорбции с использованием адсорбента активного угля АР-А;
- а так же выполнен чертеж общего вида аппарата.
- Описаны техники безопасности на производстве, мероприятия по обеспечению безопасных и безвредных условий труда по промышленной экологии .

Список использованных источников

1. Бармин Н.В., Передельский В.А., Казаченков В.З., Глазунов В.Д, Духанин Ю.И. Способ очистки газа и устройство для его осуществления – 07.06.2016
2. Курочкин А.В. Устройство для осушки газов. Опубл. 13.07.2012
3. Патент РФ 2342980. Мухутдинов Р.Х., Артамонов Н.А., Хафизов Ф.Ш., Хафизов Н.Ф. Адсорбционная установка для очистки и осушки газов. 20.03.2011.
4. Долотовский В.В., Вааз С.Л., Богорубова Е.В. Установка адсорбционной осушки природного газа. Опубл. 10.10.2009.
5. Зиберт К.Г., Запорожец Е.П., Седых А.Д., Кабанов Н.И. Способ адсорбционной осушки газа. Опубл. 20.01.2000.
6. Патент РФ 2564808. Курочкин А.В. Способ глубокой осушки газа. Опубл. 10.10.2015.
7. www.ziyonet.uz
8. www.alleng.ru
9. www.twirpx.ru