

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЩЕЛОЧНОЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

А.Б. Гомбоева

Научный руководитель - И.В. Шарф

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Аннотация.** Объектом исследования является насадочная абсорбционная установка с керамическими кольцами Рашига для очистки природного газа от кислых примесей. Цель работы – определение основных характеристик абсорбера для удаления кислых компонентов из природного газа хемосорбционным способом. В процессе работы был проведен расчет насадочного абсорбера для тонкой очистки природного газа от сероводорода. Помимо этого, рассмотрены основные процессы, происходящие при подготовке природного газа на промысле; произведен расчет характеристик абсорбционной колонны. Область применения: установка подготовки газа.

**Ключевые слова:** природный газ, подготовка газа, очистка газа, кислые компоненты, абсорбер, хемосорбция.

Перед подачей добываемого природного газа в магистральный газопровод, требуется освободить его от жидкой фазы, а именно воды и жидких углеводородов, а также необходимо удалить мехпримеси и кислые газы. Кроме того, серосодержащие примеси считаются токсичными и ускоряют процессы коррозии, в то время как инертные газы уменьшают значение теплоты сгорания добываемого газа.

В настоящее время существует значительное количество методов очистки природного газа от химических примесей, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Выбор того или иного способа зависит от ряда факторов: компонентный состав сырьевого газа, основные параметры, требуемая степень очистки, имеющиеся энергоресурсы, область применения товарного газа и другое. Правильный выбор технологии приводит к улучшению качества газа, минимальному влиянию на экологию и экономии ресурсов, что в свою очередь увеличивает прибыль добывающей компании. В связи с этим, тема исследования процессов очистки природного газа не теряет своей актуальности. Самым распространенным методом удаления природного газа от кислых газов считается аминовая очистка. Но для получения природного газа, пригодного для транспортировки по магистральным трубопроводам, применение данного метода очистки недостаточно вследствие физико-химических свойств и состава примесей добываемого газа. В качестве решения данной проблемы возможно применение двухступенчатой очистки газа. На первом этапе очистки применяется этаноламиновый раствор абсорбента, на втором этапе очистки в качестве абсорбента используется горячий раствор гидроксида натрия.

Целью работы является исследование процесса очистки природного газа от кислых компонентов путем абсорбции горячим щелочным раствором гидроксида натрия. Объектом исследования является абсорбционная установка очистки природного газа от кислых примесей.

Для технологического расчета абсорбционной установки, применяемой при щелочной очистке газа, в качестве исходного газа берется обобщенный состав природного газа по компонентам (таблица 1). Так как исходный газ предварительно очищается этаноламином, содержание сероводорода менее 1% объемных долей.

Таблица 1

Обобщенный состав природного газа по компонентам

Компоненты	Состав в объемных %
$CH_4$	96,8
$C_2H_6$	2,4
$N_2$	0,1
$CO_2$	0,2
$H_2S$	0,5

На территории России подобный усредненный состав присутствует на таких газовых и газоконденсатных месторождениях, как Уренгойское, Ямбургское, Заполярное, Медвежье и др. На данных месторождениях преимущественно используется очистка природного газа аминовыми абсорбентами.

Попробуем оценить возможность применения метода горячей щелочной очистки для предварительно очищенного газа этаноламином. Для тонкой очистки природного газа от сероводорода используем в качестве абсорбента горячий 15%-ный щелочной раствор NaOH. Принципиальная схема сероочистки раствором гидроксида натрия представлена на рисунке 1. Поступающий на очистку газ подается в нижнюю часть колонны абсорбера и движется в колонне снизу вверх. Щелочной раствор из емкости для циркулирующего раствора подается на орошение колонны. Заданная концентрация щелочи поддерживается путем подачи в систему подготовленной воды и раствора щелочи из резервуара NaOH. Часть очищенного попутного нефтяного газа с верха колонны направляется в детектор  $H_2S$ , после чего возвращается обратно в процесс. Представленная схема применяется в методе «Sulfurex®». Данный метод подразумевает использование блочно-модульных установок для очистки малых и средних объемов газа. На сегодняшний день в России установлено 2 модуля очистки «Sulfurex®» [10]. В результате очистки на выходе получаем газ с содержанием сероводорода  $0,007 \text{ г/м}^3$ , что допуская стандартом СТО Газпром 089-2010 для подачи в магистральный газопровод [2].

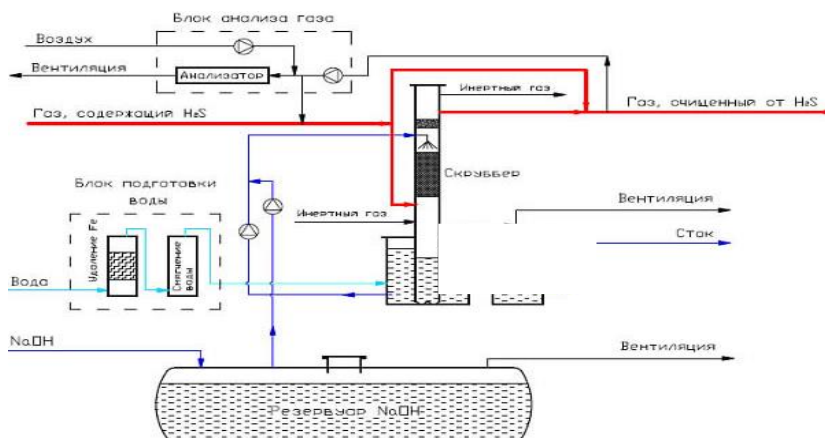


Рис. 1 Принципиальная схема установки сероочистки

Источник: Очистка природного и попутного нефтяного газа от сероводорода методом «Sulfurex®» <http://h2s.su>

В результате расчетов были получены следующие значения, представленные в таблице 2 [1].

Таблица 2

Результаты расчета

Рассчитанный параметр	Числовое значение	Единица измерения
Расход абсорбента L	18,446	м <sup>3</sup> /ч
Фиктивная скорость газа $\omega$	0,43	м/ч
Плотность орошения (скорость жидкости) U	9,18	м/ч
Коэффициент массоотдачи в газовой фазе $\beta_r$	0,016	м/с
Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе $\beta_{ж}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	м/с
Коэффициент массопередачи $K_v$	4028	ч <sup>-1</sup>
Диаметр абсорбера D	1,6	м
Высота активной части абсорбера H	3,46	м
Гидравлическое сопротивление сухой насадки $\Delta P_{сух}$	312,6	Па
Гидравлическое сопротивление орошаемой насадки $\Delta P_{ор}$	649,35	Па

Таким образом, выбранный двухступенчатый метод очистки природного газа от кислых примесей является пригодным для получения газа, транспортируемого по магистральным трубопроводам. Абсорбция горячим раствором гидроксида натрия позволяет осуществить тонкую очистку газа от примесей кислых газов, в особенности сероводорода, доводя значение концентрации до допустимых норм отраслевого регламента. Метод очистки путем применения двух ступеней будет эффективен для установок по очистке газа малой и средней мощности, а также в процессе очистки попутного нефтяного газа. Подобный двухступенчатый метод не применяется на территории России, но может рассматриваться как вариант при строительстве новых мощностей для переработки попутного газа и оптимизации существующих установок по очистке природного газа.

Литература

1. Ветошкин А. Г. Процессы и аппараты газоочистки: учеб. пособие/под ред. А. Г. Ветошкин. – 2006.
2. Газпром С. Т. О. Газпром 089-2010. Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия //Технические условия. – 2011. – С. 4-5.
3. ГОСТ Р 57608-2017 Газ горючий природный. Качество. Термины и определения
4. Григорьев Л. Н., Буренина Т. И. Основы расчета оборудования для химической очистки и обезвреживания выбросов //Санкт-Петербург: СПб ГТУ РП. СПб. – 2013.
5. Коренченко О. В., Харламова М. Д. Эффективность применения метилдиэтанолamina в процессе аминовой очистки газов //Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №. 02 (56) Часть 2. – С. 94-98.
6. Лapidус А.Л., Голубева И.А. Газохимия часть I. Первичная переработка углеводородных газов – М.: РГУ им. И.М. Губкина, 2004. – 246 с.
7. Леканова Т. Л., Казакова Е. Г. Расчет абсорбционных установок: методическое пособие по курсовому проектированию по дисциплинам «Процессы и аппараты химических технологий», «Гидравлика и теплотехника» [Электронный ресурс] URL: <http://lib.sfi.komi.com> (дата обращения – 10. 12. 2019).
8. Мазгаров А. М. и др. Технологии очистки попутного нефтяного газа от сероводорода. – 2015.
9. Мухаметгалиев И. М. и др. Очистка газов от кислых компонентов //Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – Т. 20. – №. 3.
10. Очистка природного и попутного нефтяного газа от сероводорода методом «Sulfurex®» [Электронный ресурс] URL: <http://h2s.su/index.php-p=sulfur.htm> (дата обращения – 10. 12. 2019).
11. Покрова С. Е. Повышение эффективности технологии осушки природного газа с помощью триэтиленгликоля на газовом месторождении "Х". – 2019.
12. Шешуков Н. Л. Сбор и подготовка продукции газовых и газоконденсатных месторождений. – 2013.
13. Шкляр Р. Л., Мамаев А. В., Сиротин С. А. Неселективная абсорбция кислых газов водным раствором метилдиэтанолamina //Вести газовой науки. – 2015. – №. 1.