ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ДОБЫВАЕМОГО ГАЗА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ НАЛИЧИЕМ СЕРОВОДОРОДА

Голубев В.Г., Садырбаева А.С., Туребекова А.М., Амантаева Д.Б., Сартай Ж.

Данная статья посвящена проблемам подготовки добываемого газа, обусловленные наличием сероводорода. В работе актуализируется проблема подготовки газа, добываемого в скважинах и предназначенного для его транспортирования. В работе раскрывается проблема эксплуатация малосернистых газоконденсатных месторождений и приводится в качестве альтернативы разработка эффективных технических решений по очистке газа от сероводорода, технологии с использованием физической абсорбции. Проблема усложняется наличием в газе различных компонентов, к которым относится вода, механические примеси, кислые компоненты, гелий с азотом, а также тяжелые углеводороды с кислыми компонентами. Данные примеси способствуют активизации процессов коррозии и образованию гидратов, которые приводят к снижению пропускной способности всей системы газотранспорта на следующих способах промысловой обработки: низкотемпературной сепарации; - низкотемпературной конденсации; масляной абсорбции и адсорбции. Поскольку большинство этих процессов технологически сложны, требуют больших энерго и материальных затрат и обычно реализуются в рамках газоперерабатывающих заводов, то их применение их в промысловых условиях проблематично. В работе дается подробное пояснение метода низкотемпературной сепарации с учетом всех его достоинств, а также дается анализ массообменных аппаратов, в которых осуществляется процесс абсорбции.

Ключевые слова: физическая абсорбция, промысловая подготовка газа, газоконденсатное месторождение, сероводород, малосернистый газ

CLASSIFICATION OF OIL WATER BY LANDING CONDITIONS AND THEIR USE FOR MAINTAINING FORMATION PRESSURE

Golubev V.G., Sadyrbaeva A.S., Turebekova A.M., Amantaeva D.B., Sartai J.

This article is devoted to the problems of preparation of the produced gas due to the presence of hydrogen sulfide. In this work, the problem of preparation of gas produced in wells and intended for its transportation is actualized. The work reveals the problem of the operation of low-sulfur gas condensate fields and provides, as an alternative, the development of effective technical solutions for gas purification from hydrogen sulfide, technology using physical absorption. The problem is complicated by the presence of various components in the gas, which include water, mechanical impurities, acidic components, helium with nitrogen, as well as heavy hydrocarbons with acidic components. These impurities contribute to the activation of corrosion processes and the formation of hydrates, which lead to a decrease in the throughput of the entire gas transport system in the following field treatment methods: low-temperature separation; -low temperature condensation; oil absorption and adsorption. Since most of these processes are technologically complex, require large energy and material costs and are usually implemented within the framework of gas processing plants, their application in field conditions is problematic. The paper provides a detailed explanation of the low-temperature separation method, taking into account all its advantages, and also provides an analysis of the mass transfer apparatus in which the absorption process is carried out.

Газ, который извлекают из скважины при его добыче промышленным способом, может содержать массу различных компонентов, к которым относится вода, механические примеси, кислые компоненты, гелий с азотом, а также тяжелые углеводороды с кислыми компонентами. Указанные примеси способствуют активизации процессов коррозии и образованию гидратов, которые приводят к снижению пропускной способности всей системы газотранспорта [1]. Поскольку, вся система промысловой подготовки газа необходима для его дальнейшего транспортирования, то эффективность такой подготовки будет влиять на работу всей газотранспортной системы (ГТС). Учитывая ее как одну из самых капиталоемких отраслей промышленности по извлечению и транспортировке газа и газового конденсата, становится очевидным важность и ценность сырья, добываемого и поставляемого в качестве ценного Зарубежный опыт показал достоинства глубокого извлечения и химического сырья. переработки тяжелых углеводородов из газов с дальнейшим их использованием в виде сырья и топлива. Полученное из них нефтехимическое сырье и моторное топливо, чаще намного эффективнее, чем применение нефтепродуктов. В качестве примера можно взять пропанбутановую фракцию, применяя которую вместо моторного топлива можно снизить атмосферные выбросы в виде вредных веществ на 4 раза, если сопоставить выбросы при использовании бензина. И такие примеры не единичны.

Добыча газа базируется, исходя из мировой практики, на следующих способах промысловой обработки:

- низкотемпературной сепарации; низкотемпературной конденсации; масляной абсорбции; адсорбции [2,3,4]. Выбор такого способа зависит, исходя из рекомендаций источника [5] от:
- состава фракций газа, но в основном, от количества находящихся в газе углеводородов тяжелого типа $C_{5+B_{\rm MCIII}}$ -:
 - наличия в газе воды, в виде насыщенных паров и принесенных пластовой водой;
- наличия в газе некоторых вредных составляющих в виде сероводорода, органических кислот и диоксида углерода;
- соответствующих значений температуры и давления, характеризующих состояние термобаристики пласта и устья;
 - необходимых требований к качеству газа, являющегося товарным продуктом.

Следовательно, подготовка газа на месторождениях по добыче газоконденсата требует выполнения осушки газа чтобы избежать гидратообразование и извлекать тяжелые углеводороды $C_{5+\mathrm{Высш}}$.

Однако большинство этих процессов технологически сложны, требуют больших энергоматериальных затрат и обычно реализуются в рамках газоперерабатывающих заводов. Применение их в промысловых условиях проблематично.

К характерным особенностям таких систем относится то обстоятельство, что в их массообменных аппаратах взаимодействие фаз осуществляется при относительно малых градиентах термодинамических и кинетических параметров (давление, температура, скорость течения газа и жидкости и др.), а также без существенной трансформации кинетической энергии входящего потока газовой смеси. Принципиально отличными от этих аппаратов являются устройства, в которых реализуется т.н. газодинамическая технология. В них исходный газ, имеющий избыточную потенциальную энергию давления, либо разгоняется до звуковых и сверхзвуковых скоростей (с одновременной закруткой или без неё), либо с помощью специальных устройств переводится в пульсирующее состояние с определённой частотой и амплитудой. При этом проявляются достаточно интенсивные термические и фазовые эффекты разделения, которые во многих случаях можно использовать в технологии очистки и разделения газовых смесей, или (при необходимости) для простого их нагрева и охлаждения.

Исходя из мировой практики при промысловой подготовке добываемого газа, наибольшее распространение получил метод сепарации, осуществляемый в условиях низких температур, так называемый, метод низкотемпературной сепарации. Данный метод базируется на том, что газоконденсатная смесь разделяется за счет того, что образуется естественный перепад давления при создании отрицательной температуры. Установки низкотемпературной сепарации(НТС) используют данный эффект, преимущество которого заключается в подаче газа на вход вихревой трубы ТВТ-1, где происходит его расширение с одновременной закруткой и разделением на два потока – холодный и горячий (эффект Ранка-Хилша). Холодный поток направляется в теплообменник, после которого он смешивается с горячим потоком. Горячий поток идет по назначению. Закрученный поток даёт возможность получить не только холод и тепло, но и осуществить эффективное отделение конденсата, обеспечивая одновременно очистку и осушку технологического газа. Для этого разработаны так называемые трёхпоточные вихревые трубы (ТВТ), где в качестве третьего потока из аппарата выводится сконденсированная и отсепарированная жидкость. В этом случае возможно применение только одной вихревой трубы без дополнительного оборудования, например, для подготовки природного газа к транспорту.

Разработанные вихревые трубы не только генерируют холод, но одновременно обеспечивают сепарацию газовых потоков от конденсирующихся компонентов. Они имеют плавно изменяемую геометрию соплового ввода, что позволяет эксплуатировать их как

регулирующие вентили. Внутренний диаметр разработанных и эксплуатируемых вихревых труб, характеризующий их производительность по газу, лежит в интервале от 10 до 150 мм.

Возможна реализация следующих технологий с использованием эффекта Ранка-Хилша:

- выделение целевых продуктов из продувочных газов, метанола и других производств (степень извлечения 90-99 %);
- осушка воздуха и других газов и газовых смесей (точка росы от +5 до -70°C) при отношении давлений вход/выход не менее 2,0 МПа;
- низкотемпературная сепарация природного газа (с увеличением выхода газового конденсата по сравнению с обычным дросселированием);
- очистка природного газа на ГРС от конденсата (углеводороды С 6+) со степенью очистки до 90%;
- получение холода на ГРС и ГРП (на уровне от -10 до 30°C) для продуктовых холодильных камер и других целей;
 - подогрев природного газа на ГРС вместо огневого подогревателя;
- очистка попутных газов нефтедобычи от высших углеводородов при отношении давлений не менее 1,2 МПа;
- концентрирование кислого газа (продукта переработки природного газа, содержащего сероводород и диоксид углерода) по сероводороду с увеличением концентрации последнего с 45 до 90%;
- генерация холода (тепла) на любом газе или газовой смеси при имеющемся перепаде давления с их дальнейшим использованием по усмотрению заказчика.

По сравнению с традиционными генераторами холода вихревые трубы обладают рядом преимуществ:

- значительно большая холодопроизводительность по сравнению с дросселированием;
- возможность охлаждения газов и газовых смесей независимо от знака интегрального дроссель-эффекта;
- конструктивная простота, компактность, безопасность и надежность в промышленной эксплуатации по сравнению с более эффективными, но и значительно более сложными и дорогостоящими генераторами холода (детандеры, пульсационные охладители газа и др.);
- возможность работы на агрессивных и взрывоопасных газах, содержащих жидкие и твердые включения;
- автоматическое регулирование в широком диапазоне расхода газа (20-100%) с относительно небольшим изменением температурного режима; работа в режиме регулирующего клапана; автоматическое поддержание соотношения потоков;

- легкость в обслуживании и поддержании технологического режима; - низкие капитальные затраты.

К массообменным аппаратам, в которых реализуется абсорбционная очистка газа от сероводорода и характеризуется процессом массообмена между фазами газ-жидкость, относятся абсорбционные аппараты. Суть механизма при передаче массы в процессе абсорбции заключается в переносе вещества в самой фазе за счет диффузии (турбулентной и молекулярной). При молекулярной диффузии молекулы движутся к поверхности, где осуществляется разделение фаз. В качестве движущей силы молекулярной диффузии используется разность концентраций dc/dn абсорбируемого вещества между основным объемом и фазовой границы [2,3,4,5,6].

Анализируя различные типы абсорберов с целью их применения в конкретных условиях, авторы работ [7-10] выполнили обоснование различных конструкций аппаратов с сопоставлением их сравнительных характеристик(табл.1).

Таблица 1 - Сравнительные характеристики абсорбционных аппаратов

Показатель	Пле	еночные	Барбо	тажны	Распылите		
	абсорберы		абсорберы			льные	
						абсорберы	
	трубчатые	с восходящими потоками	с затопленной насасадкой	с колпачковыми тарелками	с механическим перемешиванием	форсуночные	механические
1	2	3	4	5	6	7	8
Возможность осуществления прямотока	+	+	+	-	+	X	X
Возможность достижения в одном аппарате							
числа единиц переноса или числа ступеней:							
≤2	+	+	+	+	+	X	+
2-5	+	X	+	+	-	X	X
5-10	-	X	+	+	-	-	-
>10	-	-	+	+	-	-	-
Возможность работы с отношением $V_{x}\backslash V_{\Gamma}$							
<0,001	-	+	+	+	-	-	+
0,001-0,005	+	-	+	+	-	-	+
0,005-0,02	+	-	+	+	-	+	+
>0,02	-	-	X	-	+	+	+

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Низкое гидравлическое сопротивление	+	+	+	+	+	+	+
Возможность широкого изменения нагрузок	+	X	X	+	+	X	+
по газу и жидкости							
Большое время пребывания жидкости в	-	-	+	+	+	-	+
абсорбере							
Возможность работы при наличии	X	-	-	+	+	X	+
загрязнений							
Количество перерабатываемого газа, м ³ /ч							
<1000	+	+	+	X	+	X	+
1000-10000	+	+	+	+	-	+	+
10000-100000	X	+	-	+	-	+	+
Простота конструкции	X		+	-	-	+	-
Возможность работы в агрессивных средах	X	X	+	X	X	+	X

Примечание- Условные обозначения:+ соответствие требованию; x- частичное соответствие; - несоответствие.

Анализ данной таблицы характеризует насадочные абсорберы, как массообменное оборудование, наиболее полно отвечающие необходимым условиям. Они достаточно просты по конструкции, эффективны, имеют малую металлоемкость, невысоки по стоимости и удобны при эксплуатации.

Таким образом, добычу газа целесообразно осуществлять, используя следующие способы промысловой обработки: низкотемпературную сепарацию, а абсорбционную очистку газа от сероводорода, характеризующуюся процессом массообмена между фазами газжидкость, осуществлять в абсорбционных аппаратах насадочного типа.

Литература:

- 1. Гетманский М.Д., Еникеев Э.Х. Современное состояние и перспективы ингибирования нефтепромыслового оборудования в средах, содержащих сероводород и двуокись углерода // Обзорнинформ. Сер.: Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности. М.: ВНИИОЭНГ, 1985. № 8. С.59.
- 2. Технико-экономические показатели добычи газа, конденсата и нефти группы Газпром в 2005 году. М.: ИРЦ Газпром, 2006. 48 с.

- 3. Афанасьев А.И., Стрючков В.М., Мурин В.И. и др. Энергосберегающая технология очистки газа // Повышение эффективности процессов переработки газа и газового конденсата: Сборник научных трудов. М.: ВНИИГАЗ, 1995. Ч. 1. С. 19-26.
 - 4. Кафаров В.В. Основы массопередачи. М.: Высшая школа, 1962. 230 с.
 - 5. Коуль А.Л., Ризенфельд Ф.С. Очистка газа. М.: Гостоптехиздат, 1962. -396 с.
- 6. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / Под ред. чл.-корр. АН СССР П.Г.Романкова/ Учебное пособие для вузов. -Л.: Химия, 1981. 560 с.
 - 7. Справочник химика / Под ред. Б.П. Никольского. Т. 5, Л.: Химия, 1968. 974 с.
- 8. Диденко В.Г., Остроухое СБ., Салех С.Ш. Очистка серосодержащих промышленных и природных газовых сред многофункциональными инжекторно пенными скрубберами // Промышленная экология. Проблемы и перспективы: материалы науч.-практ. конф. (Уфа, 21 нояб. 2004 г.) Уфа: Ин-т нефтехимпереработка, 2001. -С. 232-235.
 - 9. Рамм В.М. Абсорбция газов. М.: Химия, 1966. 767 с.
- 10. Шестерикова Р.Е., Гасумов Р.А., Галанин И.А., Использование насадочных эмульгационных аппаратов на установках сероочистки // Обз. инф. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: Научн.-техн.сб.- М.: ООО «ИРЦ Газпром». 2007. 44 с.