

# ОЧИСТКА ПРИРОДНОГО ГАЗА ОТ ПРИМЕСЕЙ

Рахимова С.Ж., Крахмалева Т.М.

ФГБОУ «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Природный газ является смесью первых четырех гомологов гомологического ряда алканов, а также содержит ряд других веществ, которые являются потенциальными вредными компонентами. Это азот, сероводород, диоксид углерода, серооксид углерода, сероуглерод, меркаптаны. Также в состав входит гелий. Примеси создают кислую среду в аппаратах, что способствует быстрому химическому износу оборудования, необратимо отравляют катализаторы и значительно понижают эффективность процессов переработки и транспортировки газа. Наличие диоксида углерода и азота влияет на свойства природного газа, так как понижает его воспламеняемость и тем самым уменьшает его теплотворную способность.

Для увеличения производительности процессов переработки природный газ необходимо подвергать очистке на первых стадиях, а именно в условиях промысла или на газоперерабатывающих предприятиях.

В настоящее время используют следующие способы очистки:

1. Абсорбционные:
  - физическая абсорбция;
  - химическая абсорбция;
  - физико-химическая абсорбция.
2. Адсорбционные:
  - физическая адсорбция;
  - химическая адсорбция.
3. Каталитические:
  - окислительные;
  - восстановительные [1].

*Абсорбционные процессы.* В процессах физической абсорбции извлечение кислых компонентов основано на различной растворимости компонентов газа в абсорбенте. В качестве абсорбентов в этих процессах используют смесь диметиловых эфиров полиэтиленгликоля (процесс «Селексол»), метанол (процесс «Ректизол»), пропиленкарбонат (процесс «Флюор»), N-метилпирролидон (процесс «Пуризол»), трибутилфосфат (процесс «Эстасольван»), смесь метилизопропиловых эфиров полиэтиленгликолей (процесс «Сепасольв-МПЕ») [1].

Этот метод характеризуется одновременным извлечением серооксида углерода, сероуглерода, меркаптанов, диоксида углерода и сероводорода, а также позволяет сочетать процесс очистки с осушкой газа, что, несомненно, является его достоинством. Основные недостатки физической очистки заключаются в том, что применяемые растворители относительно хорошо поглощают углеводороды, а тонкая очистка газов обеспечивается в ряде

случаев только после дополнительной доочистки их алканоламиновыми растворителями [2].

Хемосорбционные процессы очистки газа растворителями, проводятся водными растворами алканоламинов: моноэтанамина, диэтаноламин, дигликольамина и др. Они основаны на химической реакции компонентов с алканоламинами, являющимися активной, реакционной частью абсорбента.

Достоинство химической очистки заключается в том, что технологическое и аппаратное оформление процессов является простым и надежным. Основные недостатки хемосорбционной очистки: не достигается комплексная очистка газов от сероводорода, диоксида углерода, меркаптанов, серооксида углерода и сероуглерода; низкая глубина извлечения меркаптанов и некоторых других сероорганических соединений; при взаимодействии меркаптанов, серооксида углерода и сероуглерода с некоторыми растворителями образуются не регенерируемые в условиях процесса химические соединения; для реализации процессов необходимы высокая кратность циркуляции абсорбента и большие теплоэнергетические затраты; абсорбенты и продукты взаимодействия их с примесями, содержащимися в сыром газе, нередко обладают повышенной коррозионной активностью [2].

Физико-химическая очистка основана на физической абсорбции компонентов органическими растворителями и химическом взаимодействии с алканоламинами, являющимися активной реакционной частью абсорбента. Эти процессы сочетают в себе многие достоинства химической и физической абсорбции. Их можно использовать для тонкой комплексной очистки газов от сероводорода, диоксида углерода, меркаптанов, серооксида углерода и сероуглерода [2].

*Адсорбционные процессы.* Физическую адсорбцию используют преимущественно при очистке и осушке природного газа от серосодержащих соединений. В качестве адсорбентов используют активированные угли, силикагели, а также синтетические цеолиты [1].

Химическая адсорбция основана на химическом взаимодействии извлекаемого компонента с твердым поглотителем. В качестве адсорбентов применяют в основном оксиды железа, цинка, меди. Основной недостаток процессов химической адсорбции заключается в сложности регенерации твердых поглотителей и их утилизации после отработки.

*Каталитические процессы.* Каталитическая очистка газов основана на гетерогенном катализе и служит для превращения примесей в безвредные соединения или в соединения, легко удаляемые из газовой смеси. Особенность каталитической очистки газов состоит в том, что очищаются большие объемы отходящих газов с малым содержанием примесей. Кроме того, в газах могут содержаться не один, а несколько компонентов.

В качестве каталитически активных веществ, применяемых при очистке газов, используют: палладий, рутений, родий, сплавы, содержащие никель, хром, медь, цинк, ванадий. В качестве носителей чаще всего используют

инертные пористые вещества, обладающие развитой поверхностью: силикагели, алюмосиликаты, цеолиты [3].

Этот метод очистки имеет ряд достоинств: высокая степень очистки, компактность, небольшая металлоемкость, высокая производительность, легкость автоматического управления. К недостаткам относятся: образование новых веществ, которые часто надо удалять из газа, высокая стоимость катализаторов [3].

Способы выделения гелия из природного газа также различны. Классическая технология выделения гелия из природного газа состоит из двух стадий. На первой стадии из газа выделяется гелиевый концентрат (гелий сырец). На второй стадии из гелиевого концентрата извлекаются остаточные количества водорода, метана, азота, неона и других микропримесей и получается газообразный гелий высокой степени чистоты [4].

Для получения гелиевого концентрата применяют способы:

1. Криогенный.
2. Абсорбционный.
3. Гидратообразование.
4. Мембранный.

Криогенный метод основан на охлаждении газа до температуры конденсации азота, при которой конденсируются углеводороды, а гелий остается в газовой фазе в виде концентрата. Для получения чистого гелия из сырца используются химические, адсорбционные и каталитические методы очистки. На криогенных установках получают гелиевый концентрат с содержанием гелия 80-90 % [4]. Главным достоинством этого метода является выделение не только гелия, но и углеводородных фракций природного газа.

Абсорбционный способ получения гелиевого концентрата основан на использовании активных поглотителей метана (трихлорфторуглерода, дихлордифторуглерода и т.д.). Их поглотительная способность по метану в 10-30 раз выше, чем по гелию, а при пониженных температурах это различие еще более возрастает. Главным недостатком является получение концентрата гелия более низкого качества, чем полученного криогенным способом.

Способ гидратообразования основан на том, что в отличие от метана, этана, углекислого газа и азота гелий не образует с водой гидратов при низких температурах и высоких давлениях [5]. Если при таких условиях создать интенсивный контакт воды и газов в соотношении от 20:1 до 100:1, то почти все компоненты газа перейдут в твердое состояние (гидраты), а на выходе получим гелиевый концентрат. Недостатком способа является потребность в больших количествах воды и усложнение последующей глубокой осушки гелиевого концентрата [4].

Мембранная технология базируется на различной способности компонентов газовой смеси диффундировать через непористую полимерную перегородку. В этом случае проникновение газов через мембрану представляет собой сложный процесс, включающий в себя: адсорбцию газа на поверхности мембраны, растворение газа в мембране, активированную диффузию газа в

мембрану и через нее, выделение газа из мембраны на другой ее поверхности, десорбцию газа с поверхности мембраны [4]. В данном способе разделения газов первостепенное значение имеет мембранный материал. Лабораторное исследование и опытно-промышленные испытания различных мембранных материалов, как за рубежом, так и в России показали, что к наиболее перспективным относятся полимеры. Главный недостаток процессов мембранного разделения - необходимость использования больших поверхностей мембраны, поскольку в последней преобладают весьма медленные процессы молекулярного переноса массы.

Таким образом, в природном газе содержится ряд компонентов, которые влияют на качество и свойства газа, а также на процессы его переработки. При этом они являются ценным сырьем. Например, кислые газы являются высокоэффективным сырьем для производства серы и серной кислоты. Гелий используют для создания защитной атмосферы при плавке, резке и сварке активных металлов, его применяют для наполнения стратостатов, используют для охлаждения атомных реакторов. Вследствие этого при выборе способа очистки и извлечения компонентов из газов необходимо тщательно оценивать химический состав сырья, включая примеси, а также учитывать возможность достижения заданной глубины извлечения и использования их для производства соответствующих необходимых товарных продуктов.

#### *Список литературы*

- 1. Бусыгина, Н.В. Технология переработки природного газа и газового конденсата / Н.В. Бусыгина, И.Г. Бусыгин.- Оренбург: Газпромпечат, 2002.- 430 с.- ISBN 5-94397-037-1.*
- 2. Берлин, М.А. Квалифицированная первичная переработка нефтяных и природных углеводородных газов / М.А. Берлин, В.Г. Гореченков, В.П. Капралов. - Краснодар: Сов. Кубань, 2012.- 517 с.- ISBN 978-5-7221-0909-5.*
- 3. Страус, В. Промышленная очистка газов: пер. с англ. / В. Страус.- М.: Химия, 1981.- 616 с.*
- 4. Молчанов, С.А. Особенности выделения гелия из природного газа / С.А. Молчанов.- М. : Недра, 2011.- 288 с.- ISBN 978-5-8365-0380-2.*
- 5. Мановян, А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учеб. пособие /А. К. Мановян.- М.: Химия, 2001.- 586 с.- ISBN 5-7245-1192-4.*

