

В настоящий момент программный комплекс «G» является наиболее привлекательным по цене продуктом. Кроме того он адаптирован под российскую методологию работ и предназначен для повешения эффективности геологических отделов. На данный момент максимально зафиксированный процент эффективности составляет 25 %. В совокупности с низкой ценой и высокой скоростью внедрения, данный продукт является отличным инструментом по снижению затрат и увеличению прибыли вашего предприятия.

#### Литература

1. Жуковская А. «G»: Уверенный шаг в будущее трехмерного моделирования // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2013. – № 3. – С. 52-53.
2. Программное решение «G» – незаменимый инструмент для решения задач современной геологии. [Электронный ресурс] // Geos. URL: <http://www.geosolution.ru/> (дата обращения 12.01.2017).

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРОВОДОРОДОСодержащего ПРИРОДНОГО ГАЗА В РОССИИ

А.А. Ромкин, В.В. Матвиенко

Научный руководитель доцент И.В. Шарф

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

#### Актуальность

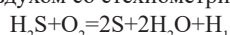
Добыча сероводородсодержащего газа составляет примерно 10 % от всего объема добываемого газа. Основное современное направление утилизации сероводорода – производство серы методом Клауса. Сера, как элементарная, так и в виде различных неорганических и органических соединений, играет исключительную роль в природе и хозяйственной деятельности человека. Удивительные особенности, не свойственные большинству других веществ, обуславливают постоянный и все возрастающий интерес к химии и технологии серы. В настоящее время в мире производится около 70 млн тонн серы в год. Промышленная добыча серы возможна из всех встречающихся в природе форм и зависит лишь от технико-экономической эффективности применяемых технологий. К середине XX века получили широкое промышленное развитие методы извлечения серы из отходящих газов металлургических и коксохимических заводов, а также из кислых газов, выделяющихся при очистке природного газа и нефти от сероводорода и сераорганических соединений.

**Целью** данной работы является анализ существующих технологий сероочистки природного газа и предложение удешевления путем нейтрализации диоксида серы и использование полученного техногенного ангидрита в строительной промышленности и в бурении скважин.

Несмотря на то, что проблемой очистки газов от диоксида серы занимаются с привлечением крупных технических и материальных средств в Англии, а с недавнего времени также в ФРГ и США, до сих пор ее удовлетворительного решения как с технической, так и с экономической точек зрения не найдено. При содержании менее 1 % (об.) становится экономически невыгодно улавливать и, в дальнейшем, ее использовать. С 2010 г. в Шаньдунском политехническом университете (Китай) занимаются разработкой решения сухого сероулавливания. Но они придерживаются высокой температуры проведения реакции нейтрализации сернистого ангидрида SO<sub>2</sub>, около 300–400 С, при этой температуре полученный ангидрит превращается в намертво обожженный и теряет способность впитывать воду. Образовавшийся техногенный ангидрит они сбрасывают в отвалы. Следует отметить, что данная проблема на большинстве производств пока не решена, несмотря на большое число апробированных в производственных условиях методов. Это объясняется тем, что существующие методы очистки газов от серы являются пока дорогостоящими, а продукция, получаемая при обезвреживании природного газа часто не находит сбыта. В данный момент никто в мире не занимается изучением использования техногенного ангидрита как заменителя пластификатора – бентонитовой глины в буровых растворах. Исходя из всего перечисленного, тема актуальна.

Подавляющее количество газовой серы выпускается по известному методу Клауса. Этот процесс, основанный на окислении сероводорода до серы, назван по имени известного английского химика Карла Фридриха Клауса. Этот процесс проходит в две стадии:

I стадия: термическое окисление сероводорода до диоксида серы. Ведут пламенное окисление сероводорода воздухом со стехиометрическим количеством кислорода при 900–1350°C:



II стадия: каталитическое превращение сероводорода и диоксида серы. Процесс идет при 220-250°C, в роли катализаторов используют бокситы и оксид алюминия.



Одним из путей достижения более полной утилизации серы является углубление конверсии сероводорода в самом процессе Клауса за счет создания соответствующих температурных условий в реакторах, разработки более эффективных катализаторов.

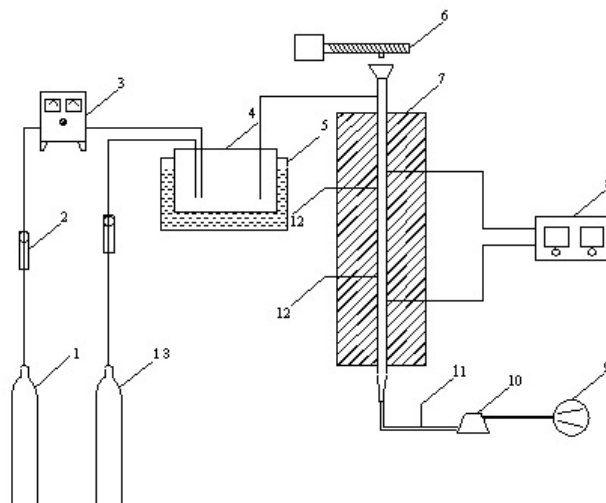
Для снижения концентрации серосодержащих соединений в отходящих газах до экологически приемлемого уровня разработано более 20 различных процессов доочистки хвостовых газов этих установок. Процессы можно условно разделить на группы:

- основанные на продолжении реакции Клауса – реакции прямого превращения H<sub>2</sub>S и SO<sub>2</sub>

в элементарную серу при температуре ниже точки росы серы, что обеспечивает общую степень извлечения серы порядка 99 %;

- основанные на каталитической гидрогенизации  $\text{SO}_2$  и других серосодержащих соединений в сероводород с дальнейшим его извлечением; различаются процессы методами извлечения сероводорода из продуктов гидрирования и источниками водорода.

Наиболее оптимальным способом является термическое окисление сероводорода до диоксида, это облечение ультрафиолетом кислорода с целью получения озона, который окислит сернистый ангидрид до серного. При этом необходимая температура окисления находится в пределах 120-270 С и не требуется наличие дорогостоящих катализаторов. Образовавшийся серный ангидрид  $\text{SO}_3$  подается в вихревой реактор, в котором распыляется предварительно измельченная негашеная известь  $\text{CaO}$ . На рисунке 1 показана схема по улавливанию  $\text{SO}_2$  после термического окисления  $\text{H}_2\text{S}$ .



**Рис. 1. Технологическая схема улавливания и удаления  $\text{SO}_3$**

**1 – кислород, 2 – беспорядок потока, 3 – генератор озона, 4 – смеситель, 5 – постоянная температура воды ванны, 6 – микро питатель, 7 – корпус печи, 8 – контроль температуры, 9 – проектор вентилятора, 10 – материалов коллектора, 11 – точка измерения, 12 – терморезистор, 13 –  $\text{SO}_2$  цилиндры**

В настоящее время на базе Томского политехнического университета проводятся исследования по использованию получившегося техногенного ангидрита  $\text{CaSO}_4$ , который в настоящее время нашел применение как ангидритовое вяжущее в строительных растворах, регулятор сроков схватывания цемента, пигмент строительных композиций. На основе отхода Сибирского химического комбината – фторангидрита после его нейтрализации и получения техногенного ангидрита, были исследованы свойства получаемого сульфата кальция и разработаны составы строительных смесей и материалов, которые нашли активное и повсеместное применение в строительной сфере Томской области. Был разработан и запатентован состав бурового раствора на основе нейтрализованного фторангидрита для применения в высокообводненных пластах, но не до конца изучены и исследованы сроки его реологические свойства.

Выводы: проведен анализ существующих технологий сероочистки природного газа и предложено удешевление путем изменения применяемой технологии путем нейтрализации диоксида серы и использование полученного техногенного ангидрита в строительной промышленности и в бурении скважин. Это позволит снизить экологический ущерб от загрязнения атмосферы оксидами серы, непосредственно на месторождении перерабатывать серосодержащий природный газ со степенью очистки до 99,9 %, использовать полученный материал как композит промысловых растворов для бурения скважин. Будет полностью ликвидирована коррозия оборудования и трубопроводов.

#### Литература

1. Аджиев А.Ю., Ясьян Ю.П., Борушко-Горняк Ю.Н., Монахов Н.В. Современные технологии очистки сероводородсодержащих углеводородных газов: Учебное пособие. – Краснодар, 2002. – 54 с.
2. Гриценко А.И., Максимов В.М., Самсонов Р.О., Аكوпова Г.С. Экология: Нефть и газ. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2009. – 677 с.
3. Исмагилов Ф. Р. Экология и новые технологии очистки сероводородсодержащих газов. – Уфа: Экология, 2000. – 273 с.
4. Технология переработки сернистого природного газа. Справочник / Афанасьев А. И., Стрючков В. М., Подлегаев И. И., Кисленко Н. Н. и др. – М.: Недра, 1993. – 152 с.