

### ***Результаты и предложения:***

- В условиях Туркменистана применение вакуумных коллекторов для горячего водоснабжения технически и экономически целесообразно;
- Солнечный коллектор полезной площадью 4,5 (2,25) м<sup>2</sup> в летний сезон позволит нагреть в течение суток 417 (208) литров воды при температуре 60°C в июле, что составляет 5,3 (2,65) литров в сутки кг или 6,8 (3,4) м<sup>3</sup> природного газа и таким образом сэкономить 24,09 (12,05) кВт ч электроэнергии в сутки;
- Солнечный коллектор с зимней площадью 4,5 (2,25) м<sup>2</sup> позволит вам в декабре нагреть 120 (60) литров воды с температурой 60 С<sup>0</sup> в сутки, что составляет 1,54 (0,77) кг в сутки. Позволит сэкономить 1,97 (0,98) м<sup>3</sup> природного газа и, таким образом, 7 (3,5) кВтч электроэнергии.
- Солнечный коллектор рекомендуется устанавливать экономически и технически целесообразным способом с помощью системы горячего водоснабжения.

### ***Список использованных источников:***

1. Государственная программа энергосбережения на 2018-2024 годы. Ашхабад, 2018 г.
2. Джумаев А., Якубов Ю. «Использование солнечных коллекторов в экспериментальном жилищном строительстве» / Наука и техника в Туркменистане. Научный журнал Академии наук Туркменистана / 2017г (6).
3. А. Джумаев, Х. Солтанов. Основы энергосбережения Учебник для вузов. - А.: Наука, 2018г.-220 с.
4. Расчет системы теплоснабжения с использованием солнечных тепловых коллекторов. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ для студентов всех форм обучения по специальности Энергетические установки, электростанции на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, Екатеринбург 2015г.

**Мамедова Т.Т., Сопыева Э.А., Гурдов К.Г.**

### **ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КИСЛЫХ ГАЗОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТОВАРНОЙ СЕРЫ**

*Государственный Энергетический Институт Туркменистана. Преподаватели кафедры “Химии и химической технологии” и “Электроэнергетические системы”.*

Сформировавшемуся в последнее время нефтегазовому комплексу Туркменистана отводится ведущая роль в топливно-энергетическом балансе и экономике страны. При нынешних темпах развития производительных сил и освоения углеводородных ресурсов вопросы охраны окружающей природной среды приобретают особую остроту и социальную значимость. Это обусловлено тем, что производственная деятельность предприятий нефтяной и газовой промышленности неизбежно связана с техногенным воздействием нефтегазодобычи на объекты природной среды.

Увеличение темпов добычи, объемов разведывательного и эксплуатационного бурения, и соответственно, транспорта сырой нефти, газа и конденсата ставит вопрос необходимости создания собственных новых и реконструкции уже существующих мощностей переработки углеводородного сырья. В силу специфики состава

углеводородов (повышенное содержание соединений серы) переработка сырья уменьшила бы экологический риск в процессе транспортировки продукции, а также увеличила бы количество экспортируемой продукции нефтегазовой отрасли.

Очистка и переработка природного газа месторождения позволит решить вопрос снабжения дешевым природным газом потребителей данного региона и топливным газом собственных установок по подготовке газа к транспортированию. Создание установки очистки и переработки природного газа приведет к созданию собственной инфраструктуры переработки газа и конденсата, а это в свою очередь, увеличит количество рабочих мест в этом районе.

Наиболее актуальной инженерно-экологической проблемой для нефтегазовых производств является оптимизация и комплексная автоматизация всех технологических процессов и операций по экологическим факторам. В данной работе дана возможность освещения и разработки предложений по очистке природного газа и переработки кислых газов с получением товарной продукции (серы) на газовых месторождениях Туркменистана.

В процессе сжигания топлива, содержащиеся в нем сернистые соединения, сгорают с окислением серы в основном до диоксида серы [1]. Диоксид серы  $SO_2$  – бесцветный газ с  $\rho = 2,927 \text{ кг/м}^3$ , температурами кипения –  $10,1^\circ\text{C}$  и плавления  $75,5^\circ\text{C}$ .

В небольших количествах образуется триоксид серы  $SO_3$  – бесцветные ромбические кристаллы с температурами кипения –  $44,7^\circ\text{C}$  и плавления  $16,8^\circ\text{C}$ . Таким образом, при сжигании топлива, содержащего в своем составе серу ( $S^I$ ), в продуктах сгорания образуются оксиды серы ( $SO_x$ ), представляющие собой сумму ( $SO_2 + SO_3$ ). Примерно 98–99 % серы в дымовых газах находится в виде  $SO_2$  и лишь около 1 % в виде  $SO_3$ . Наибольшую опасность для окружающей среды и теплотехнического оборудования представляет триоксид серы.

Максимальная концентрация  $SO_3$  будет соответствовать

$$C^{max} = k_{\text{п}} C_{SO_2} C_M / k_o, \quad (1)$$

где  $C_{SO_2}$  – концентрация диоксида серы;  $C_M$  – концентрация “третьего” компонента;  $k_{\text{п}}$ ,  $k_o$  – константы прямой и обратной реакций. В богатых смесях максимальную концентрацию будет определять отношение  $[O] / [H]$ . Поскольку это отношение мало, то и переход от  $SO_2$  к  $SO_3$  ограничен.

С увеличением концентрации кислорода количество  $SO_3$  будет увеличиваться до некоторого максимального значения, фиксирующегося при избытке кислорода (коэффициент избытка воздуха 1,15–1,30). При дальнейшем увеличении избыточного воздуха  $SO_3$  будет снижаться.

Концентрация  $SO_x$  в уходящих газах полностью зависит от содержания в топливе горючей серы. Оксиды серы относятся к наиболее опасным загрязнителям. На их долю приходится ущерб животному миру, растительности и различным сооружениям из металла и камня.

Аэрозоли серной кислоты, которые образуются при взаимодействии с водяными парами в воздухе, составляют до 20% от всех взвешенных частиц в городском воздухе и вносят значительный вклад в уменьшение видимости.

Оксиды серы активно взаимодействуют в атмосфере с оксидами азота, образуя токсичные комплексы. Токсичное воздействие комплекса значительно сильнее, чем отдельных компонентов.

Наблюдения показывают, что содержание  $SO_2$  в воздухе около 3,0–20,0 мг/м<sup>3</sup> увеличивает время высыхания краски в 2-4 раза, снижает качество и стойкость покрытия. В зависимости от времени воздействия и типа металла скорость коррозии в

городской атмосфере в 2-5 раза выше, чем в сельской местности.  $SO_x$  считается самым опасным загрязнителем для металлов и различных строительных материалов. Особенно чувствительны к этому виду загрязнителя синтетические ткани, и в частности нейлоновые изделия.

Наибольший ущерб  $SO_x$  наносит растительности, нарушая метаболизм растений в целом. Особенно неустойчивы от его воздействия хвойные и фруктовые деревья. Уже при концентрации  $0,9 \text{ мг/м}^3$  нарушается процесс фотосинтеза у сосны, ели, клена и по истечении 5-10 суток хвоя рыжеет и опадает.

При содержании  $SO_2$   $1 \text{ мг/м}^3$  урожай подсолнечника, кукурузы, гороха, редиса снижается на 14%, а при  $2 \text{ мг/м}^3$  на 26%.

Известно пагубное влияние оксидов серы на дыхательные пути и бронхи человека. Дети в возрасте до 12 лет особенно чувствительны к загрязнению среды оксидами серы и взвешенными частицами.

В атмосфере оксиды серы способны переходить в сульфат-ион  $SO_4$  и серную кислоту, воздействие которых в 5-10 раз сильнее, чем  $SO_2$ .

Учитывая вышесказанное, в работе предлагается переработка концентрированных кислых газов. Концентрированные кислые газы с установок регенерации метанола линии очистки природного газа по трубопроводам подаются на сепарацию, где выделяется капельная влага и тяжелые углеводороды. Далее газ поступает на окисление, где окисляется  $1/3$  газа при взаимодействии с кислородом воздуха. Воздух подается в соотношении, позволяющем сжечь только  $1/3$  часть газа, обеспечивая более полное использование кислорода. На стадии окисления происходит окисление сероводорода до двуокиси серы и элементной серы. Наравне с этим происходит взаимодействие уже образовавшихся двуокиси серы с сероводородом до образования элементной серы. Конверсия сероводорода до элементной серы на этой стадии составляет 60%. Далее испарившиеся пары серы поступают на конденсацию. Остальная, не прореагировавшая часть газа поступает на первую ступень взаимодействия на катализаторе [2]. На этой стадии происходит дальнейшее взаимодействие  $H_2S$  и  $SO_2$  с образованием серы, а также гидролиз  $COS$  и  $CS_2$  образовавшихся на стадии окисления в присутствии углеводородов и диоксида углерода. Газы после взаимодействия на катализаторе направляются на вторую ступень конденсации. На первой ступени каталитического взаимодействия газов конверсия сероводорода повышается до 86%. После конденсации кислые газы подаются на вторую ступень реакции на катализаторе. Конверсия сероводорода в серу здесь составляет 98,7%. Далее газ, пройдя конденсацию, поступает на доочистку. Доочистка производится путем взаимодействия  $H_2S$  и  $SO_2$  на катализаторе ниже точки росы серы. Степень конверсии сероводорода в серу увеличивается до 99,4%. Далее остаточные хвостовые газы поступают на доокисление. Остаточные  $H_2S$ ;  $CS_2$  и  $COS$ , содержащиеся в хвостовом газе, окисляются до  $SO_2$  и через дымовую трубу выбрасываются в атмосферу.

Капельная сера со всех стадий конденсации в жидком состоянии сливается в приемную емкость и после дегазации насосом подается на грануляцию.

Выбрасываемые в атмосферу хвостовые газы в своем составе содержат 69%  $NO_2$ ; 0,6%  $SO_2$ ; 15,6%  $CO_2$  и 14,8%  $H_2O$  пар.

В настоящее время основным потребителем серы является сернокислотная промышленность [3]. Доля элементарной серы, используемой в качестве сырья для производства серной кислоты неуклонно растет. Элементарная сера практически вытеснила другие виды сырья и в том числе пирит, что объясняется более низкими эксплуатационными и транспортными затратами.

Около половины вырабатываемой серной кислоты расходуется на производство фосфорных, азотных и, в меньшей степени, калийных удобрений. Кроме того, серная кислота используется в производстве синтетических и искусственных волокон, моющих средств, пластических масс, взрывчатых веществ, ее применяют также для очистки нефти, сахара, растительных масел, жиров, для получения других кислот и различных химикатов. Большое количество серной кислоты расходуется на травление черных металлов в электрохимической промышленности. Сера и ее соединения традиционно находят применение и в других отраслях промышленности: в целлюлозно-бумажной промышленности для получения целлюлозы, в химической – для получения искусственных волокон, сероуглерода, хлорида серы, красителей и других продуктов; в радиоэлектронике, в резиновой – в качестве вулканизирующего агента. Издавна серу применяли в борьбе с вредителями хлопчатника, картофеля, винограда. Значительное количество серы используется в производстве спичек, а также ряда пиротехнических средств.

Высокая механическая прочность и температурная устойчивость материалов на основе серы открывает широкие возможности для их использования в качестве дорожных покрытий. Можно предполагать, что в будущем такие дорожные покрытия будут успешно конкурировать с асфальтовыми.

*Список использованных источников:*

1. Кривоногов Б. М. Повышение эффективности сжигания газа и охрана окружающей среды. Л., Недра, 1986. 280 с.
2. Алиева Р.Б., Мираламов Г.Ф. Газовые конденсаты. – Баку: Заман, 2000.
3. Данилов.А.М. Применение присадок в топливах / А. М. Данилов. – М.: Мир, 2005.

**Савчук Т.П.**

## **СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В БЕЛАРУСИ**

*Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина. Доцент кафедры истории Беларуси.*

До сегодняшнего дня в мире более 90% всей потребляемой человеком энергии приходится на долю органического топлива. Однако этот ресурс рано или поздно закончится. Это говорит о необходимости принятия определенных мер для существенных структурных изменений в ресурсной основе всего мирового энергетического сектора. Становится актуальным использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Энергосбережение становится одним из главных приоритетов. Энергия возобновляемых источников поистине огромна и превышает объем годовой добычи всех видов углеводородного сырья. Важно отметить то, что их использование возможно практически во всех регионах мира, в том числе и в Беларуси. Положительной стороной ВИЭ является то, что их использование не изменяет энергетический баланс планеты, что и послужило причиной бурного развития нетрадиционной энергетики за рубежом и весьма оптимистических прогнозов их развития в ближайшем десятилетии. ВИЭ играют значительную роль в решении трех глобальных проблем человечества: энергетика, экология и продовольствие [2]. Самым мощным, экологически чистым, естественным и общедоступным источником энергии на нашей планете является Солнце. Развитие науки и промышленности позволяет