

Проблема утилизации танковых и продувочных газов отделения синтеза производства аммиака

Пронин Константин Сергеевич - аспирант Череповецкого государственного университета.
(г.Череповец)

Аннотация: В статье описана проблема утилизации танковых и продувочных газов отделения синтеза производства аммиака. Показаны существенные недостатки применяемых на предприятиях по производству аммиака способов утилизации танковых и продувочных газов. Рассмотрены основные способы утилизации и методы извлечения ценных компонентов из танковых и продувочных газов. Выбран наиболее оптимальный вариант модернизации существующих на аммиачных производствах установок утилизации танковых и продувочных газов.

Ключевые слова: Аммиак, утилизация, танковые, продувочные, оксиды азота, гомогенная, скруббер, мембранный, криогенный

Одним из наиболее эффективных путей совершенствования технологии синтеза аммиака является утилизация продувочных и танковых газов.

При изыскании способов оптимальной утилизации газов необходимо стремиться к комплексному использованию компонентов газовых смесей с учётом их энергетических показателей. Особенно важно полное извлечение из продувочных и танковых газов аммиака как основного продукта.

Продувочные и танковые газы образуются в отделении синтеза цеха по производству аммиака в баках-расширителях, ресиверах, охладителях аммиака. Эти газы не вступают в реакции синтеза основного продукта и поэтому являются балластными компонентами.

Продувочные и танковые газы имеют следующий состав, % об.:

- аммиак (NH_3) – 0,1-12;
- водород (H_2) – 15-58;

- другие газы (азот – N_2 , метан – CH_4 , аргон – Ar, гелий – He) – остальное.

Как известно, производительность катализатора определяется, прежде всего, его химическим состоянием, макро- и микроструктурой, размером зёрен, условиями восстановления и формирования. Зависит она от давления, температуры, объёмной и линейной скоростей газового потока, состава газовой фазы по основным компонентам (N_2 , H_2 , NH_3) и по примесям инертных газов (CH_4 , Ar, He). Присутствие инертных примесей в смеси равносильно снижению общего давления, с увеличением их содержания скорость реакции уменьшается. Влияние инертных примесей на скорость реакции выражается (если отбросить второстепенные факторы) в том, что каждый процент этих примесей увеличивает эффективную мольную долю аммиака на 2%. А поскольку в первом приближении скорость реакции обратно пропорциональна эффективной мольной доле аммиака, то каждый процент инертных примесей уменьшает скорость реакции на 2% [1, 9].

Учитывая высокую конкурентоспособность продукции азотной промышленности на внутреннем и внешнем рынках, а также большую потребность многих стран мира в аммиаке, снижение производительности аммиачных агрегатов недопустимо.

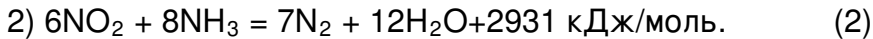
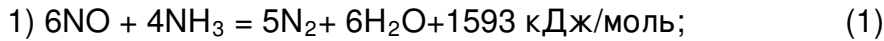
Избавиться от инертных примесей, содержащихся в газе (начиная от природного и конвертированного газа и заканчивая синтез-газом), невозможно. И поэтому необходимо утилизировать продувочные и танковые газы, а именно извлекать из них ценные компоненты (N_2 , H_2 , NH_3) и направлять их обратно в колонну синтеза для получения дополнительного количества аммиака.

В настоящее время на ОАО «ФосАгро-Череповец» в цехе по производству аммиака №1 утилизация танковых и продувочных газов, содержащих аммиак, осуществляется путём сжигания этих газов в смеси с топливным газом в печи первичного риформинга (ППР) поз. 101-В. В результате чего содержание оксидов азота в дымовых газах достигает 400 мг/м^3 и выше. Количество образующихся оксидов азота также зависит от режима горения [2].

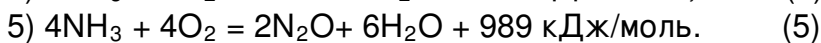
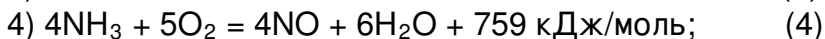
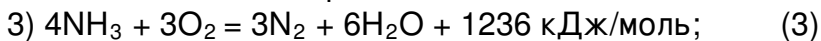
При использовании в качестве топлива, наряду с природным газом, танковых и продувочных газов, не отмытых от аммиака, количество оксидов азота увеличивается примерно в 3-4 раза. С целью снижения выбросов оксидов азота в атмосферу с дымовыми газами из трубчатой печи, предусмотрено гомогенное восстановление их

аммиаком.

Метод основан на избирательном восстановлении оксидов азота аммиаком в газовой фазе в отсутствие катализатора при температуре 900-980 °С по реакциям:



Кроме того при температуре 900-950 °С при контакте аммиака с металлом или керамическими материалами, которые используются для футеровки поверхностей, возможны побочные реакции окисления аммиака кислородом:



В качестве газа-восстановителя используются:

- танковые газы отделения синтеза;
- газообразный аммиак из линии всаса второй ступени аммиачного компрессора поз. 105-Ж;
- десорбированные газы из ёмкости мгновенного вскипания поз. 116-Ф;
- газы дистилляции отпарной колонны поз. 103-Е.

Сжигание продувочных и танковых газов в ППР имеет ряд существенных недостатков:

- 1) из-за низкой калорийности этих газов возрастает расход основного (топливного) природного газа с большей калорийностью, что существенно сказывается на увеличении себестоимости производимого аммиака;
- 2) образование вредных оксидов азота приводит к загрязнению атмосферы, что ведёт к ухудшению экологической обстановки предприятия и города;
- 3) очистка образовавшихся оксидов азота осуществляется подачей аммиакосодержащих газов в зону реакции, что приводит к дополнительным затратам основного продукта и, соответственно, снижению производительности.

Рациональным путём улучшения технологии производства аммиака является прекращение подачи танковых и продувочных газов на сжигание в ППР, что позволит исключить необходимость проведения гомогенного восстановления оксидов азота. А это в свою очередь приведёт к:

- 1) снижению себестоимости продукции;
- 2) повышению производительности агрегата;
- 3) исключению выбросов оксидов азота в атмосферу.

В литературе приведено много способов утилизации танковых и продувочных газов, среди которых наибольшее распространение получили криогенный метод и селективное прохождение различных газов через мембраны. Существуют современные установки, отличающиеся друг от друга не только конструктивно, но и по характеру, принципу действия и назначению:

- 1) установки одновременного извлечения аммиака из продувочных и танковых газов [3];
- 2) установки извлечения аммиака из продувочных газов [4];
- 3) установки извлечения аммиака из танковых газов;
- 4) установки выделения водорода [5];
- 5) установки выделения инертных примесей [6];
- 6) установки по утилизации продувочных газов с образованием аммиака [7];
- 7) установки по утилизации продувочных газов с образованием метанола [8] и др.

Способ одновременного извлечения аммиака из продувочных и танковых газов (см. Приложение 1, рис. 1) включает отдельную промывку газов в скрубберах и общую стадию конденсации и сушки аммиака. Промывка производится в многоступенчатых скрубберах с охлаждением аммиачных растворов между ступенями абсорбции, а выделение аммиака после первой ступени каждого скруббера осуществляется методом выпаривания аммиачных растворов, подаваемых при одинаковом давлении в общий аппарат объёмного или плёночного типа, после совершения каждым раствором работы расширения в гидравлических турбинах. Очищенные от аммиака продувочные и танковые газы направляются в отдельные установки по рекуперации водорода и извлечению аргона [3].

Достижимый технический результат – улучшение экономических и экологических показателей производства.

В настоящее время считается общепринятым, что при выделении из продувочных и танковых газов водорода, азота, аргона и криптоксеноновой смеси, независимо от применяемого способа их разделения (низкотемпературный, мембранный или адсорбционный), необходимо обеспечить их предварительную очистку от аммиака. Это связано с тем, что попадание аммиака на мембраны вызывает их необратимое уплотнение: в криогенных системах аммиак может переходить в твёрдое состояние; в адсорбционных установках наличие аммиака в перерабатываемом газе снижает активность адсорбентов.

Согласно проведённым расчётам производительность установки по переработке 4000...6000 $\text{нм}^3/\text{ч}$ продувочных и 1500...2500 $\text{нм}^3/\text{ч}$ танковых газов с концентрацией аммиака 1,5 и 5,0 % об.соответственно, в течение года достигает 720-1200 тонн.

Удельный расход воды на промывку продувочных и танковых газов, как правило, не превышает 0,15 $\text{кг}/\text{нм}^3$. Применительно к агрегатам аммиака типа АМ-76 это соответствует потреблению воды на скруббер 820...1270 $\text{кг}/\text{ч}$.

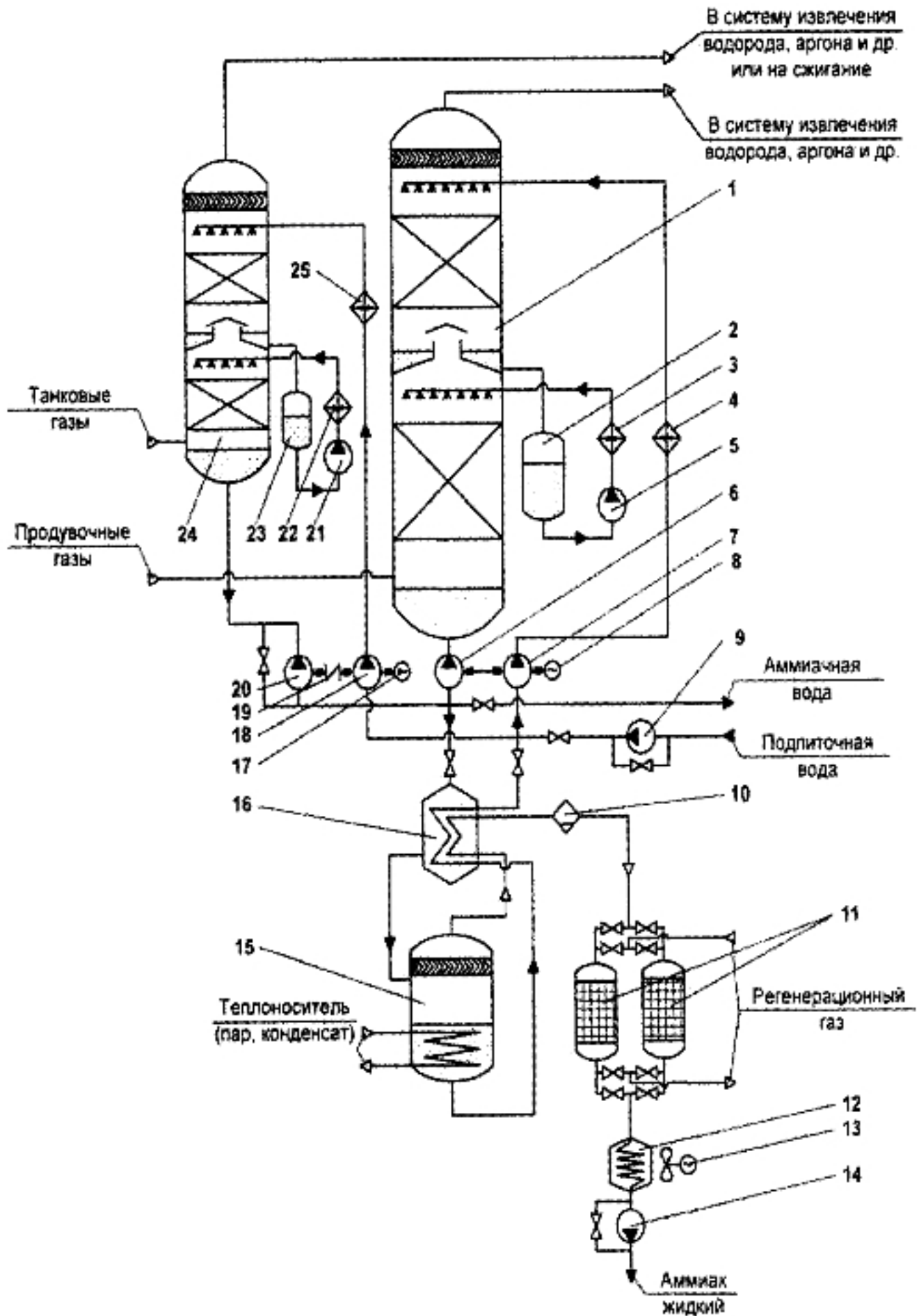
Основным энергопотребляющим оборудованием стадии отмывки продувочных и танковых газов от аммиака являются водяные насосы. Вместе с тем, расход электрической энергии на их привод удаётся существенно уменьшить за счёт использования работы расширения водоаммиачных растворов в гидравлических турбинах.

Дополнительным эффектом от внедрения разработанного способа извлечения аммиака из продувочных и танковых газов является исключение сбросов в канализацию аммиаксодержащей воды, что способствует улучшению экологической обстановки и снижению затрат на переработку стоков. Исключается также образование оксидов азота в результате сжигания продувочных и танковых газов, отмытых от аммиака, в печах риформинга. К тому же поток «отмытых» танковых газов можно направить на эксплуатируемую в цехе по производству аммиака №2 установку выделения водорода (УВВ).

Способ одновременного извлечения аммиака из продувочных и танковых газов является наиболее оптимальным вариантом совершенствования технологии аммиачного производства, поскольку:

- 1) подвергаются очистке сразу оба потока газов;
- 2) исключается образование оксидов азота в ППР, следовательно, гомогенную очистку проводить не нужно;
- 3) снижается себестоимость готовой продукции;
- 4) повышается производительность агрегата аммиака.

Приложение 1



~~Содержание документа полностью скрыто черной заливкой.~~