

УДК 546.04

Студ. Е.Н. Контабойцева
Рук. Ю.А. Горбатенко
УГЛТУ, Екатеринбург

НЕТРАДИЦИОННАЯ СХЕМА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ НИТРОЗНЫХ ГАЗОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Разработка и внедрение высокоэффективного оборудования и технологических приемов, позволяющих обезвреживать промышленные выбросы до требуемых нормативных значений с получением ценных товарных продуктов, являются актуальной задачей в технологии газоочистки многих промышленных предприятий.

Следует отметить, что, несмотря на большое количество разработанных и опробованных в заводских условиях методов обезвреживания промышленных газов, проблема полного улавливания газообразных компонентов на большинстве заводов пока не решена, и большие объемы токсичных газов выбрасываются в атмосферу, нанося ущерб окружающей среде.

Отсутствие на различных промышленных предприятиях, в т. ч. на АО «Уралтрансмаш», газоочистных сооружений объясняется тем, что, во-первых, значительные объемы выбросов характеризуются относительно невысоким содержанием окислов азота, следовательно, требуется установка высокопроизводительных агрегатов, большой расход реагентов, электроэнергии и т.п., а это резко уменьшает рентабельность внедряемых технологий процесса газоочистки.

Во-вторых, в отходящих газах, как правило, одновременно присутствуют оксиды азота с различной степенью окисления в виде NO и NO_2 , имеющие разную химическую активность. Так, оксид азота (II) обладает низкой химической активностью, практически не сорбируется ни жидкими, ни твердыми сорбентами. Оксид азота (IV), напротив, характеризуется высокой химической активностью, поэтому хорошо абсорбируется не только водными растворами некоторых солей, но и обычной водой.

В связи с этим проблема разработки и внедрения малозатратных технологий, позволяющих в комплексе решать технологические проблемы – обезвреживать выбросы до требуемых нормативных значений и одновременно получать ценные товарные продукты, на многих промышленных предприятиях стоит довольно остро.

В нашей стране широкое распространение получили методы, основанные на поглощении окислов азота щелочными растворами Na_2CO_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Существенным недостатком таких методов очистки являются большие капитальные и эксплуатационных расходы и относительно невысокая эффективность абсорбции окислов азота, не превышающая 60–75 %, что не обеспечивает очистки газов до требуемых производственных и са-

нитарно-гигиенических нормативов. Кроме того, полученные вещества в процессе очистки щелока нуждаются в дальнейшей многостадийной переработке с получением твердых солей.

Адсорбционный метод очистки, основанный на поглощении окислов азота твердыми сорбентами – силикагелем, алюмогелем, активированным углем и другими адсорбентами – не нашел промышленного применения из-за низкой селективности, сложности регенерации отработанных сорбентов и их высокой стоимости.

Существенным же недостатком каталитических методов, ограничивающих их внедрение на промышленных предприятиях, являются большие капитальные затраты, громоздкость оборудования, изготовляемого из дефицитной нержавеющей стали, необходимость применения дорогостоящего катализатора, значительные расходы газов восстановителей (CH_4 или NH_3) и безвозвратные потери окислов азота – в каталитических методах окислы азота восстанавливаются до нейтральных составляющих атмосферы N_2 и O_2 . Кроме того, в результате каталитической очистки как побочный продукт в воздушный бассейн в количестве 0,1–0,15 % поступает другой ядовитый газ – окись углерода (II) [1].

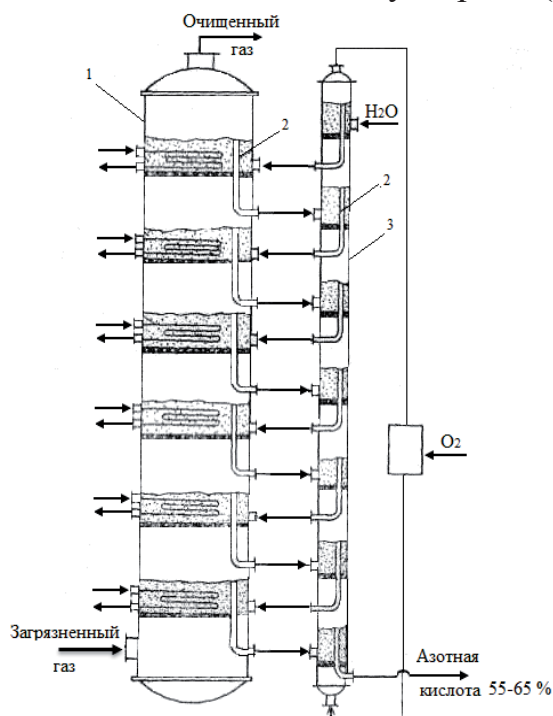


Схема абсорбционной установки по очистке промышленных выбросов от NO и NO_2 с получением азотной кислоты: 1 – основная колонна; 2 – сообщающееся переливное устройство; 3 – дополнительная колонна

В данной работе предлагается малозатратная установка по абсорбции окислов азота, содержащихся в дымовых газах участка литья АО «Уралтрансмаш», с последующим получением азотной кислоты. Принципиальная схема такой установки представлена на рисунке.

Учитывая, что в процессе абсорбции NO_2 образуется плохо сорбирующийся оксид азота (II):



для его улавливания предлагается установить последовательно два тарельчатых абсорбера с переливными устройствами. Один аппарат выполняет роль основного абсорбера, в нем осуществляется очистка нитрозных газов, а второй – дополнительного, в нем происходит насыщение абсорбента кислородом воздуха для преобразования химически не активного NO в химически активный NO_2 .

Особенностью установки является то, что обе колонны соединены между собой при помощи переливных устройств, что обеспечивает обезвреживание газов не только от оксида азота (IV), но и оксида азота (II).

Вода предварительно поступает на верхнюю тарелку дополнительной колонны, где она насыщается кислородом, циркулирующим в замкнутом цикле дополнительной колонны. Насыщенная кислородом вода через гидрозатвор поступает на верхнюю тарелку основной колонны для абсорбции из нитрозного газа окислов азота, после чего через сливной порог и гидрозатвор вновь поступает на вторую (сверху) тарелку дополнительной колонны. На этой тарелке полученная в процессе абсорбции азотная кислота насыщается кислородом и цикл повторяется.

Так как кислота, поступающая с тарелок дополнительной колонны на тарелки основной колонны, насыщена кислородом, то в жидкой фазе интенсивно протекает реакция окисления окиси азота:



Одновременно на тарелках основной колонны происходит абсорбция NO_2 с получением азотной кислоты инертного NO , в результате чего с тарелок основной колонны поступает кислота, насыщенная окисью азота.

При контактировании этой кислоты с кислородом на тарелках дополнительной колонны также происходит окисление окиси азота в жидкой фазе. Следует отметить, что в дополнительной колонне наряду с окислением NO в жидкой фазе и насыщением кислоты кислородом происходит отдувка растворенных в ней окислов азота. Это оказывает весьма благоприятное действие на работу установки, так как денитрированная и насыщенная кислородом азотная кислота более полно и с большей скоростью абсорбирует окислы азота в основной колонне.

При таком режиме работы предлагаемой установки на выходе можно получить 55-65 % азотную кислоту, а простота установки и высокая эффективность, достигаемая постоянным переводом химически инертного NO в химически активный NO_2 , обуславливает широкую область применения данного метода газоочистки*.

* Кузьмина Р.И., Севостьянов В.П. Каталитическая очистка газовых выбросов от оксидов азота и углерода // Российский химический журнал. 2000. Т. XLIV. № 1. С. 71–76.