

УДК 621.594

Г. К. Лавренченко, В. А. Власюк, А. В. Копытин

Украинская ассоциация производителей технических газов "УА-СИГМА", а/я 271, 65026, г. Одесса, Украина

О. В. Арефьева

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, 65026, г. Одесса, Украина

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЛЕКСА УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДИОКСИДА УГЛЕРОДА И АЗОТА ИЗ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

*В статье впервые рассматриваются термодинамические аспекты одновременного производства из дымового газа диоксида углерода и азота в различных состояниях. Приведены энергетические характеристики необходимого для этих целей комплекса установок. Подтверждена целесообразность использования абсорбционно-десорбционного метода извлечения CO_2 из дымового газа. Предложенное направление совершенствования режимов и схемы работы углекислотно-аммиачной холодильной установки позволяет в два раза повысить её эффективность. **Ключевые слова:** дымовой газ; диоксид углерода; азот; абсорбция; десорбция; холодильная установка.*

*In clause thermodynamic aspects of simultaneous produce from smoke-gas carbon dioxide and nitrogen in various statuses for the first time are considered. The power characteristics of a complex, necessary for this purpose of installations are given. The expediency of use adsorption-desorption method of extraction CO_2 from smoke-gas is confirmed. The offered direction of perfection of modes and circuit work of carbon-ammoniac refrigerating units allows twice increasing her efficiency. **Key words:** smoke-gas; carbon dioxide; nitrogen; absorption; desorption; refrigerating unit.*

I. ВВЕДЕНИЕ

Диоксид углерода, особенно в конденсированных состояниях (сухой лёд, жидкая "тёплая" или низкотемпературная углекислота), широко используется в различных отраслях промышленности [1]. Большие количества диоксида углерода потребляют химические производства для выпуска карбамида – высокоэффективного удобрения [2].

В качестве исходного сырья для получения диоксида углерода в ряде случаев применяют дымовые газы. Количество CO_2 в дымовом газе зависит от типа используемого органического топлива. Так, после сжигания природного газа в дымовом газе будет содержаться в среднем 9,3 % диоксида углерода; для случаев применения мазута и угля получают газ с долей CO_2 , соответственно, 12 % и 15,3 %. Концентрации CO_2 могут быть и выше. При использовании антрацита марки АС или коксового газа доменных печей в дымовом газе будет, соответственно, 19 % и 26 % (объёмных) углекислого газа.

В известных технологиях дымовой газ рассматривается как сырьё только для получения диоксида углерода [1, 2]. Однако, в случае организации стехиометрического горения, – а это, как подтверждают исследования [3], вполне возможно, – и осуществления очистки от твёрдых частиц и осушки дымового газа в качестве второго основного компонента можно рассматривать азот, представляющий собой весьма ценный продукт. Его нынешнее производство из воздуха с использованием криогенных технологий, достигающее на крупных химических предприятиях десятков тысяч $nm^3/ч$, требует значительных затрат энергии [4].

В данной работе, развивающей предшествующие поисковые исследования [5-7], ставится и решается задача эффективного разделения дымового газа с целью одновременного получения из него диоксида углерода и азота в различных состояниях.

II. АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

Рассмотрим существующие способы выделения диоксида углерода из дымовых газов. Поскольку эти способы анализируются с точки зрения их пригодности для одновременного производства еще и азота, то необходимо обращать внимание не только на удельные затраты энергии при выделении CO_2 , но и учитывать степень его извлечения из дымового газа. Для снижения последующих затрат на получение чистого азота, а также создания предпосылок к применению уже отработанных технологий и оборудования желательно, чтобы доля диоксида углерода в азоте не превышала его содержания в воздухе (0,0003 % об.), хотя, как было установлено из анализа возможностей систем очистки, допускается концентрация CO_2 до 1 %.

Наиболее распространёнными способами извлечения CO_2 из газовых смесей, в том числе и из дымового газа, являются следующие:

1. Вымораживание CO_2 на поверхностях, охлаждаемых внешней холодильной машиной.
2. Вымораживание CO_2 из потока дымового газа, охлаждаемого при расширении его в турбодетандере.
3. Выделение CO_2 с использованием процессов десорбции-абсорбции.