

## ЗАКИСЬ АЗОТА В ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ\*

Для ряда отраслей промышленности требуются более чистые, чем обычно, продукты разделения воздуха. При их производстве с помощью криогенных воздуходелительных установок необходимо учитывать поведение и возможность накопления закиси азота ( $N_2O$ ) в адсорбере, основном теплообменнике и ректификационной колонне. В установках большой производительности  $N_2O$  может накапливаться также в аппаратах, концентрирующих такие газы, как Kr и Xe. В статье проведён анализ проблемы веселящего газа в приложении к процессам и элементам криогенной воздуходелительной установки. Показано и обосновано, что наиболее эффективный способ удаления  $N_2O$  из продуктов разделения воздуха – каталитическое необратимое разложение веселящего газа на  $N_2$  и  $O_2$ . Рассмотрены характеристики каталитического преобразования  $N_2O$  на палладиевом катализаторе, подтверждающие возможность эффективного разложения веселящего газа.

**Ключевые слова:** воздуходелительная установка; закись азота; адсорбция; диоксид углерода; катализ.

In a number of branches of industry the products of air separation are required more pure than usually. By their manufacture with the help cryogenic air separation units it is necessary to take into account conduct and an opportunity of accumulation nitrous oxide ( $N_2O$ ) in an adsorber, the basic heat exchanger and rectifications column. In tonnage plants  $N_2O$  may to accumulate also in the units which concentrating such gases as Kr and Xe. The analysis of a nitrous oxides problem in the application to processes and elements of cryogenic air separation unit are madding in present article. It is shown and proved that the most effective way of removal  $N_2O$  from products of air separation - catalytic irreversible decomposition of nitrous oxide for  $N_2$  and  $O_2$ . Characteristics of catalytic transformations of  $N_2O$  on palladiums catalyst, confirming an opportunity of effective decomposition of nitrous oxide are considered.

**Key words:** air separation unit; nitrous oxide; adsorption; carbon dioxide; catalyses.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Веселящий газ ( $N_2O$ ) представляет собой новую проблему для установок разделения воздуха, которую в прошлом часто недостаточно учитывали. В установках этот газ может приводить, например, к закупорке труб теплообменников, к скоплению его в ректификационных колоннах и, как следствие, к нарастающему загрязнению продуктов.

Сегодня, когда начинают использоваться более высокие стандарты на продукты разделения воздуха, причём часто могут допускаться только загрязнения в области  $\mu\text{ppb}^{**}$ , требуются газы более высокой чистоты, в частности, для полупроводниковой промышленности.

Поэтому поведение и накопление веселящего газа в установках разделения воздуха является актуальной и интересной темой. В связи с этим следует рассмотреть путь веселящего газа через установку.

## II. ЗАКИСЬ АЗОТА В АТМОСФЕРЕ

Современная концентрация  $N_2O$  в атмосфере составляет 310 ppb ( $0,6 \text{ mg/m}^3$ ), что на 1-2 порядка ве-

личин выше, чем концентрации NO и  $NO_2$ . Эта величина возрастает постоянно на 0,2-0,3 % за год, т.е. на 0,7 ppb в год. Так, с 1960 г. по 1980 г. концентрация веселящего газа возросла с 292 до 302 ppb [1]. Время пребывания его в атмосфере составляет из-за относительно инертного поведения 130-170 лет. Это создаёт серьёзные проблемы для окружающей среды, так как веселящий газ поднимается в стратосферу, где он катализирует разрушение озона. С другой стороны, он вносит 4-5 % в парниковый эффект в тропосфере [1-3].

## III. ИСТОЧНИКИ ЗАКИСИ АЗОТА

Третья часть эмиссий веселящего газа является антропогенной, в то время как большую часть его следует объяснять естественными причинами. При этом в процессах нитрификации и денитрификации

\* Перепечатка с любезного разрешения автора и редакции журнала LINDE AG «Berichte aus Technik und Wissenschaft» (Wenning U. Lachgas in Lufizerlegeranlagen // Berichte aus Technik und Wissenschaft. - 1989. - Н.77. - S.32-36.)

\*\* ppb - volume part per billion (объёмная часть на миллиард)