

УДК 621.59

В. С. Морозов, Д. В. Морозов

ЗАО «Научно-техническое агентство «Наука», ул. Сельскохозяйственная, 12, г. Москва, 129226, Россия

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ЖИДКОГО КИСЛОРОДА ОТ ЗАКИСИ АЗОТА

В товарном жидком кислороде примеси закиси азота (N_2O) могут достигать 10 vppm. Эта примесь вредна при некоторых применениях кислорода. Оригинальным методом исследованы адсорбционные и фазовые равновесия в системе закись азота – жидкий кислород – силикагель ВСМ-Ш. В лабораторном масштабе исследованы динамические характеристики одного из вариантов практического осуществления процесса адсорбционной очистки. Установлено, что адсорбционным методом можно получать практически свободный от закиси азота кислород при использовании аппаратуры небольших габаритов.

Ключевые слова: кислород жидкий; закись азота; растворимость; адсорбция; очистка.

The nitrous oxide (N_2O) admixtures may reach the quantity of 10 vppm in a marketable liquid oxygen. This admixture is harmful for some applications of oxygen. Adsorption and phase balances in the system nitrous oxide – liquid oxygen – silicagel «ВСМ-Ш» have been explored by an original method. The dynamical characteristics of one of the possible practical realizations of the adsorption purification process have been explored on a practice scale. It was defined that it is possible to get oxygen practically free of nitrous oxide by an adsorption method using a midget size apparatus.

Key words: liquid oxygen; nitrous oxide; solubility; adsorption; purification.

I. ВВЕДЕНИЕ

В работе [1] приведён анализ проблемы закиси азота применительно к процессам и элементам криогенных воздуходелительных установок. Обосновывается, как наиболее эффективный, способ удаления N_2O из продуктов разделения воздуха путём каталитического разложения N_2O на O_2 и N_2 . Данный способ применим при получении таких криопродуктов как криптон и ксенон. Однако для ряда потребителей присутствие закиси азота неприемлемо и в таком криопродукте, как жидкий кислород.

В связи с этим представляет практический интерес исследование основ криоадсорбционного метода очистки жидкого кислорода от закиси азота.

II. ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ И ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ РАСТВОРОВ ЗАКИСИ АЗОТА В ЖИДКОМ КИСЛОРОДЕ НАД СИЛИКАГЕЛЕМ ВСМ-Ш

Исследование равновесий в системах, подобных рассматриваемой, можно свести к решению задачи измерения концентрации исследуемого вещества в растворе над адсорбентом при данных давлении и температуре в зависимости от его содержания в адсорбенте. При реализации такого подхода необходимо и достаточно приготовить равновесный при параметрах опыта раствор и проанализировать его.

Решение задачи анализа равновесного криогенного раствора без искажения его состава упрощается, если

давление опыта выше критического для растворителя. Критическое давление кислорода 50,14 атм. Поэтому в данной работе остановились на величине давления опыта 60 атм. При этом для исследований выбрали температуру 77,4 К, соответствующую температуре кипения при атмосферном давлении азота — возможного хладагента при практическом осуществлении процесса очистки. В качестве адсорбента для исследований выбрали силикагель марки ВСМ-Ш на основании результатов предварительных опытов как наиболее перспективный в прикладном плане вследствие сферической формы его зёрен и устойчивости к воздействию капельной влаги.

В процессе измерений следовали методике, описанной в [2]. Сущность методики состояла в том, что пробу регенерированного при 200 °С от влаги силикагеля ВСМ-Ш в проточном термостатированном сосуде предварительно насыщали известным (по результатам измерений) исходным количеством закиси азота из её смеси с гелием. Далее через такой сосуд пропускали чистый кислород при параметрах опыта. При движении кислорода через слой адсорбента в сосуде происходило его насыщение выделяющейся из адсорбента закисью азота до равновесной её концентрации в объёмном растворе. Получение именно равновесного раствора в таком опыте должно наблюдаться при условии, что зона массообмена между адсорбентом и объёмной фазой не выходит за пределы адсорбционного слоя. Критерием выполнения данного условия являлась сходимость результатов измерений состава раствора, выполненных при различных расходах через сосуд.

Анализировали полученные таким образом равновесные растворы закиси азота в кислороде хроматографическим методом с предварительным термоадсорбци-