

Е.И. Акулинин, А.А. Ермаков

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОРТАТИВНОЙ КИСЛОРОДОДОБЫВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ*

Ранее [1] была теоретически обоснована возможность создания портативного дыхательного аппарата на основе технологии короткоциклового безнагревной адсорбции (КБА или, по зарубежной терминологии, PSA). При этом в качестве базовой схемы была рекомендована схема многоадсорберной вакуумно-напорной короткоциклового безнагревной адсорбционной установки (VPSA).

В настоящей работе приводятся результаты экспериментальных исследований влияния величины и соотношения материальных потоков на эффективность функционирования портативной кислорододобывающей установки, реализованной по схеме PSA.

Экспериментальный стенд представлял собой двухадсорберную установку PSA, работающую по «классической схеме» [2] с буферной емкостью, обратной промывкой и предварительной осушкой. Используемые малогабаритные адсорберы имели объем 0,22 л и заполнялись цеолитовым адсорбентом производства ОАО «Корпорация «Росхимзащита»: NaX с эффективным диаметром 0,6...0,8 мм и LiLSX с эффективным диаметром 0,4...0,6 мм. Давление сорбции составляло 2,5 ата, давление десорбции – 1 ата.

Экспериментальные исследования включали в себя исследования влияния времени цикла, производительности установки и величины обратной продувки, с прямым сравнением вышеуказанных адсорбентов на концентрацию кислорода в продуктивном газе.

Результаты исследования зависимости концентрации кислорода в продуктивном газе от величины времени цикла представлены на рис. 1. Как можно видеть из рис. 1, продолжительность цикла сорбции – десорбции весьма значительно влияет на концентрацию продуктового газа и носит антибатный характер зависимости, близкой к линейной.

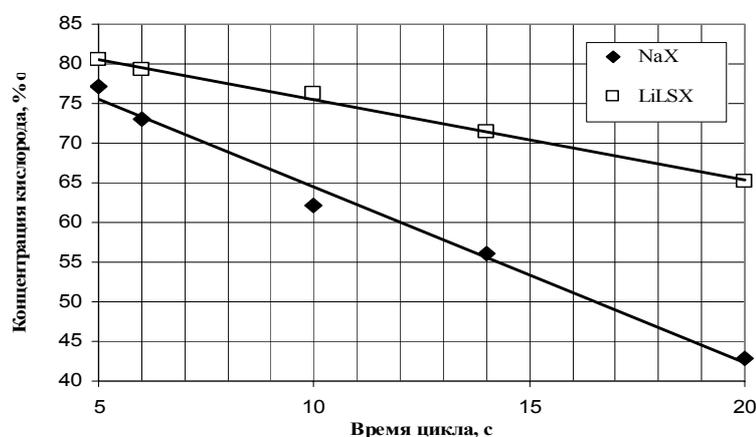


Рис. 1. Концентрация кислорода в продуктивном газе в зависимости от типа используемого адсорбента и величины времени цикла

Увеличение концентрации продуктового газа при сокращении времени цикла объясняется уменьшением доли «проскакивающего» потока. Однако минимальное время цикла ограничено, так как всегда требуется какое-то время на заполнение адсорбера газовой смесью после стадии промывки. В портативных установках КБА невозможно использование клапанов с большим поперечным сечением ввиду их большого размера. Малогабаритные клапаны обладают небольшим проходным сечением, что не позволяет заполнять адсорбер достаточно быстро. В нашем случае при уменьшении цикла меньше пяти секунд концентрация продукта падает, так как доля цикла сорбции по отношению ко времени всего цикла уменьшается, доля же цикла заполнения относительно общего времени, напротив, растет.

Результаты исследования зависимости концентрации кислорода в продуктивном газе от производительности представлены на рис. 2. Как можно видеть из рис. 2, с увеличением отбора

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. С.И. Дворецкого и канд. техн. наук, начальника лаборатории № 1 ОХиНХТ ОАО «Корпорация «Росхимзащита» С.И. Симаненкова.

продуктового газа концентрация кислорода уменьшается в нем экспоненциально. При этом графики зависимостей для LiLSX и NaX аналогичны.

Следует отметить, что максимальные величины концентраций – 91 и 85 % для LiLSX и NaX, соответственно, – достигаются при отборе продукта, равном половине объема адсорбера.

Исследование зависимости концентрации кислорода в продуктивном газе от величины обратного (промывного) потока представлены на рис. 3.

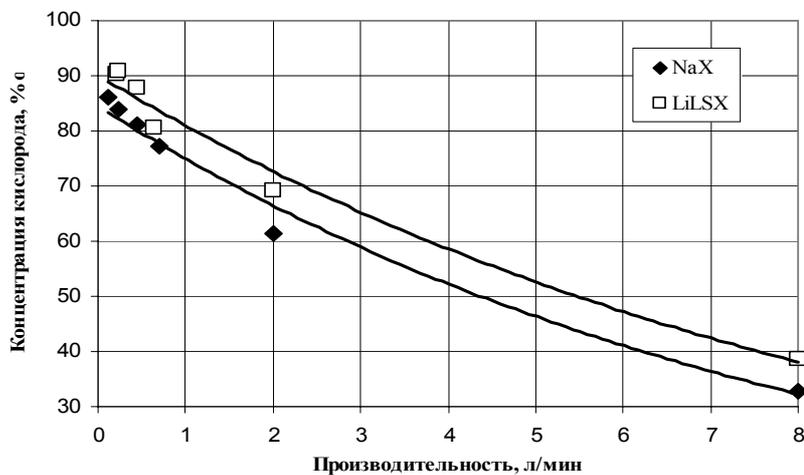


Рис. 2. Концентрация кислорода в продуктивном газе в зависимости от производительности для различных адсорбентов

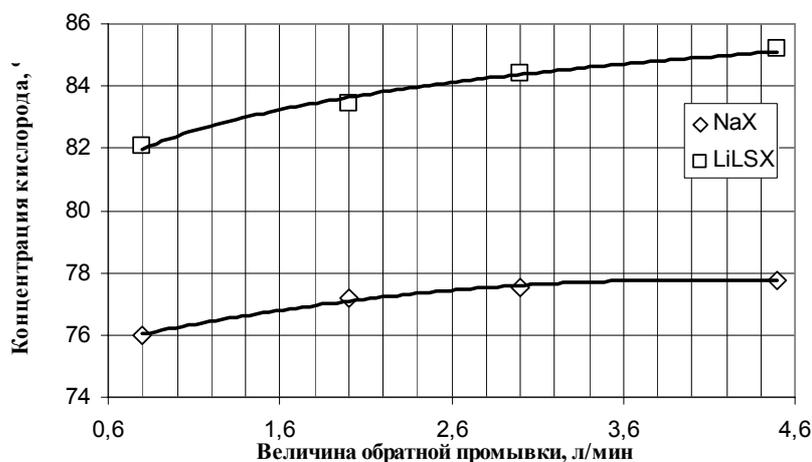


Рис. 3. Концентрация кислорода в продуктивном газе в зависимости от величины обратного потока для различных адсорбентов

продукции. Полученные зависимости позволяют дать следующие рекомендации по организации процесса и конструктивным решениям портативных установок КБА:

- 1) применения более мелкозернистых адсорбентов с улучшенными характеристиками;
- 2) дальнейшего сокращения времени цикла сорбции – десорбции;
- 3) уменьшения толщины слоя адсорбента;
- 4) отказа от клапанной системы и переход на систему управления потоками путем задания жестко программируемого цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермаков, А.А. Технологии короткоциклового безнагревной адсорбции получения кислорода из воздуха / А.А. Ермаков, Е.И. Акулинин // Труды ТГТУ : сб. науч. ст. молодых ученых и студентов / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2006. – Вып. 19. – 236 с.

Долю потока, которую необходимо направить на регенерацию, задает материальный баланс адсорбата в установке [3]. Ее теоретическое значение равно

$$\alpha_T = V_{рт} / V_a = P_p / P_a,$$

где α_T – теоретическая доля потока на регенерацию; $V_{рт}, V_a$ – теоретический расход газа на регенерацию и расход очищаемого газа; P_p, P_a – давление при регенерации и адсорбции. Практическая доля и практический расход в 1,1 – 2 раза превышают теоретические значения.

Как видно из рис. 3, увеличение обратной промывки приводит к симбатному изменению максимальной концентрации кислорода в продуктивном газе с одновременным снижением объемной производительности установки.

Таким образом, в результате проведенных исследований были установлены зависимости производительности установок по кислороду и его чистоты от времени цикла, производительности и величины обратной

2. Skarstrom, Charles W. Method and apparatus for fractionating gaseous mixtures by adsorption / Charles W. Skarstrom / United State Patent. – 1960. – № 2.

3. Шумяцкий, Ю.И. Адсорбция: процесс с неограниченными возможностями / Ю.И. Шумяцкий, Ю.М. Афанасьев. – М. : Высшая школа, 1998. – 78 с.

Кафедра «Технологическое оборудование и пищевые технологии»