



УДК 629.12-:502.7

Курников А. С., проф., д.т.н., ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Арефьев Н.Н. аспирант ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА СУДОВОГО ГЕНЕРАТОРА

Ключевые слова: генератор кислорода, двухадсорберная установка, факторный эксперимент.

В данной работе рассматривается проведение факторного эксперимента на опытном образце генератора кислорода и анализ его результатов.

В медицине широко распространены адсорбционные установки генерации кислорода. В таких установках используется селективная гетерогенная адсорбция кислорода из воздуха твердым адсорбентом [1]. Установки отличаются высокой надежностью, простотой конструкции и высокими технико-экономическими характеристиками. Однако, для использования в судовых условиях такие установки не подходят: медицинские образцы имеют небольшую производительность, а промышленные модели сложны и дороги. В связи с этим была разработана схема генератора кислорода, максимально адаптированного под условия эксплуатации на судне.

На основании разработанной схемы генератора (рис.1) был построен опытный образец производительностью по кислороду $0,8 \text{ м}^3/\text{ч}$. Установка может работать по напорной или вакуум-напорной схеме: при напорном режиме работы секция, обведенная пунктиром (рис.1) отсоединяется от установки, при вакуум-напорном режиме из регенерируемого адсорбера смесь газов откачивается эжектором 13. Отличительной особенностью конструкции данного генератора являются два комбинированных адсорбера 1, сочетающих в себе осушительную 7 и обогатительную 8 секции. Контроль над рабочими параметрами установки осуществляется с помощью манометров 9, мановакуумметра 6, измерителя концентрации кислорода 10 и термогигрометра 11.

Целью эксперимента является определение оптимальных рабочих параметров установки. Планирование эксперимента проводилось в соответствии с рекомендациями [3] Все факторы, от сочетания которых зависит концентрация кислорода на выходе из генератора $C(y)$, делятся на 2 группы[2]. К первой группе относятся конструктивные факторы, в данном случае это коэффициент десорбции K_d , т.е. отношение расхода воздуха на десорбцию Q_d к расходу воздуха на адсорбцию $Q_{ад}$. Во вторую группу входят внешние условия протекания процессов: перепад давления адсорбции-десорбции ΔP , и время рабочего цикла адсорбции T . Таким образом, оптимизация конструкции генератора производится по 3 факторам. Уровни варьирования факторов представлены в табл.1.

Схема с эжектором показала большую эффективность, поэтому дальнейший анализ приводится только для вакуум-напорного режима работы. В результате математической обработки экспериментальных данных генератора кислорода было получено уравнение регрессии[4], описывающее влияние указанных выше факторов на концентрацию кислорода:

$$C(y) = 59,275 - 3,75T + 5K_d - 4,35\Delta P - 1,4T \cdot K_d + 0,75T \cdot \Delta P - 0,1 K_d \cdot \Delta P$$

После исключения членов с несущественным воздействием, уравнение имеет вид:

$$C(y) = 59,275 - 3,75 \cdot T + 5 \cdot K_d - 4,35 \cdot \Delta P - 1,4 \cdot T \cdot K_d$$

Оценку качества полученной математической модели производился по коэффициенту множественной детерминации R^2 . Среднее значение R^2 составляет 99,84%, что свидетельствует о высокой адекватности полученной математической модели.

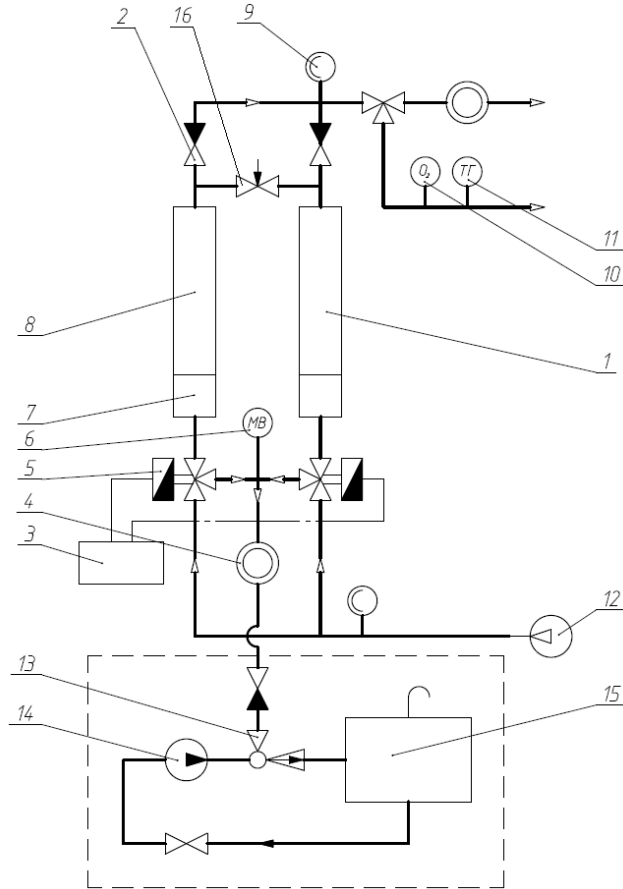


Рисунок 1. Принципиальная схема генератора кислорода.

1 - адсорбер; 2 – обратный клапан; 3 – реле времени; 4 – ротаметр 5 – трехходовой электромагнитный пневмоклапан; 6 – мановакуумметр; 7 – осушительная секция; 8 – адсорбирующая секция; 9 – манометр, 10 – измеритель концентрации кислорода; 11 – термогигрометр, 12 – винтовой компрессор; 13 – вакуум-эжектор; 14 – насос центробежный; 15 – расходный бак, 16 – регулировочный клапан.

Таблица 1. Уровни варьирования факторов эксперимента.

Факторы	Т, с	K_d		ΔP , МПа	
		Напорная схема	Вакуум-напорная схема	Напорная схема	Вакуум-напорная схема
Нулевой уровень	45	2	1,5	0,3	0,34
Интервал варьирования	30	2	1	0,2	0,2
Верхний уровень (+)	60	3	2	0,4	0,48
Нижний уровень (-)	30	1	1	0,2	0,28

После получения математической модели были определены оптимальные параметры работы установки: время цикла адсорбции $T=60$ с, коэффициент десорбции $K_d=1$, перепад давления адсорбции-десорбции $\Delta P=0,48$ МПа, при этом концентрация кислорода на выходе $C(y)=75\%$.

Список литературы:

- [1] Акулов А.К. Особенности процессов в установках адсорбционного разделения воздуха / А.К. Акулов - Технические газы - 2007 –№6 – С.39.
- [2] Красовский Г.И. Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Филаретов Г.Ф. – Минск: Изд-во БГУ - 1982 –302с.
- [3] Афанасьева Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента – М: Кнорус - 2010 –336с.
- [4] Лавров В.В.,. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента/ В.В. Лавров, Н.А. Спирин – Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ-УПИ,2004. - 257 с.

Results of the experiment of ship oxygen generator prototype model.

*Kurnikov A. S., Professor, doctor of technical Sciences, FSFEI HE"VSUWT".
Arefiev N. N. graduate student of FSFEI HE"VSUWT".
603950, Nizhny Novgorod, Nesterova street, 5.*

Keywords: oxygen generator, dual-adsorber plant, factorial experiment.

In this paper we consider conducting factorial experiment on the prototype oxygen generator and analyze its results.