

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

18-84-691

В.В.Овчинников, В.Д.Селезнев,* В.И.Кузнецов

**ДИФФУЗИОННЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР
НА ЯДЕРНОЙ МЕМБРАНЕ В УСТРОЙСТВЕ
С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ**

* Уральский политехнический институт
им. С.М.Кирова, Свердловск

1984

ВВЕДЕНИЕ

Существует множество методик и устройств, производящих газовой анализ, и все они, как правило, относятся к анализаторам избирательного действия, которые по роду работы способны охватить лишь несколько однотипных газов. Среди них наиболее распространенные - химические, хроматографические и термокалориметрические. Используются также и более универсальные методы анализа, например масс-спектрометрические, охватывающие очень большой диапазон газов, но они или сложны в эксплуатации и инертны, или слишком дороги и непригодны для массового применения в промышленности.

В ЛЯР ОИЯИ совместно с Уральским политехническим институтом им.С.М.Кирова /Свердловск/ разработан метод анализа газовых смесей при их диффузии из замкнутого объема через ядерную мембрану в вакуум. Задавая некоторое оптимальное время истечения для данной газовой смеси, измеряют величину изменения давления в объеме перед мембраной, соответствующую этому промежутку времени.

Подобные методы анализа, основанные, в соответствии с законом Грахема, на принципах диффузии газовых компонентов через пористые перегородки - мембраны, упоминались в ранее опубликованных работах^{/1,2/}. Однако дальнейшего развития они не получили, в силу невысокой точности анализа и низкой чувствительности измерений. Кроме того, трудность полного диффузионного разделения газовой смеси приводит к тому, что до настоящего времени диффузионные методы, как методы анализа газа, могли быть использованы лишь для решения отдельных задач, таких, как обнаружение в газовой смеси примесей некоторых легких газов - водорода, гелия и т.п. Предлагаемый метод был первоначально реализован устройством, названным нами цифровым диффузионным газоанализатором^{/3/} вследствие высокой точности цифровой регистрации $\sim 10^6$ давления газовой смеси в объеме перед мембраной. Этот анализатор предназначался в первую очередь для проведения экспериментов на бинарных газовых смесях по определению селективных свойств ядерных мембран различной геометрии, получаемых, как известно, на ускорителе заряженных частиц ЛЯР У-300 бомбардировкой тонких полимерных пленок тяжелыми ионами (Xe, Ar) с последующей химической обработкой^{/4,5/}.

Для обеспечения высокой чувствительности и точности измерений, в соответствии с требованиями определения сравнительно небольшого обогащения легким компонентом на выходе из мембраны только

на одной ступени разделения /величина изменения концентраций $\Delta c \leq 10^{-8}$ /, цифровой диффузионный газоанализатор был усовершенствован системой автоматизированного управления считыванием данных и их последующей обработкой на микро-ЭВМ "Электроника ДЗ-28". Применение в анализаторе прецизионного емкостного преобразователя давлений /8,7/ с выходом на электронно-счетный частотомер ЧЗ-34 позволяет получать значения давлений в объеме перед мембраной с высокой точностью /8/ через дискретные промежутки времени /10; 1; 0,1 с/, определяемые с погрешностью $\sim 10^{-8}$ с, что, как будет показано далее, не удовлетворяет условиям анализа. С целью повышения точности /стабильности/ следования импульсов считывания во времени было введено считывание данных с частотомера в режиме "внешний запуск" через микро-ЭВМ, микропрограммно реализующую любой временной интервал считывания в пределах ошибки $\sim 10^{-5}$ с.

Таким образом, в данной работе описан принцип действия диффузионного газоанализатора на ядерной мембране в устройстве с автоматизированным управлением на базе микро-ЭВМ "Электроника ДЗ-28", подробно рассматривается работа интерфейса ввода в микро-ЭВМ цифровой информации, разработанного дополнительно к стандартной электронике, а также приводятся экспериментальные данные газового анализа, полученные на бинарных смесях газов.

1. ОБЩИЙ ПРИНЦИП РАБОТЫ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Принцип действия газоанализатора заключается в следующем. Если бинарную смесь газов выпускать в вакуум через систему каналов из объема V в течение времени t , то изменение давления смеси в объеме за это время будет зависеть от ее первоначального состава. Эта зависимость, особенно значительная в кнудсеновском режиме течения, может быть использована для определения концентрации смеси.

Действительно, если через совокупность p параллельных капилляров радиусом R и длиной L пропустить смесь газов в кнудсеновском режиме, то вследствие отсутствия межмолекулярных столкновений каждый компонент будет двигаться независимо от другого со скоростью, определяемой формулой

$$U_i = \frac{2}{3} \frac{R}{L} V_{t_i} \frac{\Delta n_i}{n_i}, \quad /1/$$

где $V_{t_i} = \sqrt{(8kT/\pi m_i)}$, n_i , m_i - средняя тепловая скорость, числовая плотность и масса молекул i -го компонента.

Используя закон сохранения числа частиц каждого компонента в объеме и выражение /1/, легко получить зависимость давления бинарной смеси газов P от времени при ее истечении из объема в вакуум:

$$P = P_0 \left[c \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) + (1-c) \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right) \right], \quad /2/$$

где P_0 - первоначальное давление смеси в объеме, c - числовая концентрация легкого компонента, $\tau_1 = \frac{3}{2} \frac{\ell V}{\pi R^3 p V_{t_1}}$ - время релаксации парциального давления i -го / $i = 1, 2$ / компонента в объеме V . Окончательное выражение для нахождения концентрации можно записать таким образом:

$$c = \frac{y - \exp(-t/\tau_2)}{\exp(-t/\tau_1) - \exp(-t/\tau_2)}, \quad /3/$$

где $y = P/P_0$. Чувствительность измерений будет определяться выражением

$$\xi = P_0 \left[\exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) - \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right) \right], \quad /4/$$

представляющим собой зависимость с явно выраженным максимумом, которому будет соответствовать некоторое оптимальное время измерения

$$t_{\text{опт}} = \frac{3}{2} \frac{\ell V}{\pi R^3 p} \cdot \frac{\ln V_{t_1} - \ln V_{t_2}}{V_{t_1} - V_{t_2}}. \quad /5/$$

Выбор приемлемых достаточно малых значений $t_{\text{опт}}$ определяется величиной $(\ell V/R^3 p)$, в которой на радиус капилляров R налагается жесткое ограничение, связанное с необходимостью обеспечения кнудсеновского режима течения. Поэтому необходимое для экспрессности измерений уменьшение $t_{\text{опт}}$ достигается подбором объема V , длины капилляров L и их числа p . Стеклообразные капиллярные сита с регулярной геометрией трудно изготовить радиусом менее 50,0 мкм. Область, описываемая формулой Кнудсена, при таких размерах будет отвечать давлениям $P < 40$ Па. Известные пористые перегородки других типов /например полунепроницаемые мембраны/ имеют, как правило, или низкую проницаемость, или большую дисперсию пор по размерам, что затрудняет их использование для осуществления кнудсеновского режима течения газа при атмосферном давлении. Поэтому для анализа газовых смесей целесообразно использовать ядерные мембраны, отличающиеся от других типов мембран правильной цилиндрической формой пор, однородностью структуры и весьма малой /9-15% /8,9/ / дисперсией размеров пор. Используя ядерные мембраны из полиэтилентерефталатной пленки с диаметром пор $\leq 300 \text{ \AA}$, можно проводить анализ различных газовых смесей в кнудсеновском режиме при атмосферном давлении $\sim 10^5$ Па/. На рис.1 представлена электронная микрофотография реплики с поверхности ядерной мембраны, применяемой в газоанализаторе.

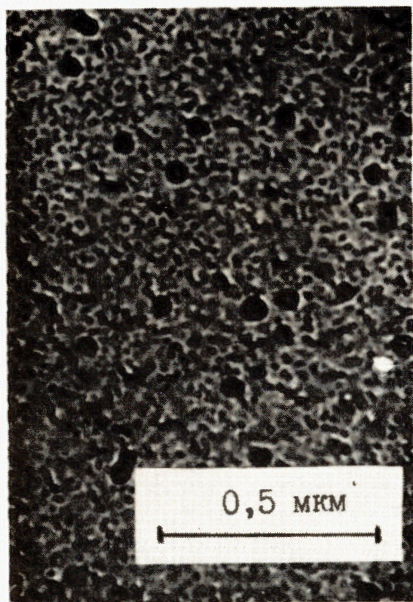


Рис.1. Электронная микрофотография золото-углеродной реплики с поверхности лавсановой мембраны / $d_{эф} = 320 \text{ \AA}$ /. Золото напылялось под углом 15° к поверхности; углерод напылялся перпендикулярно к поверхности /9/.

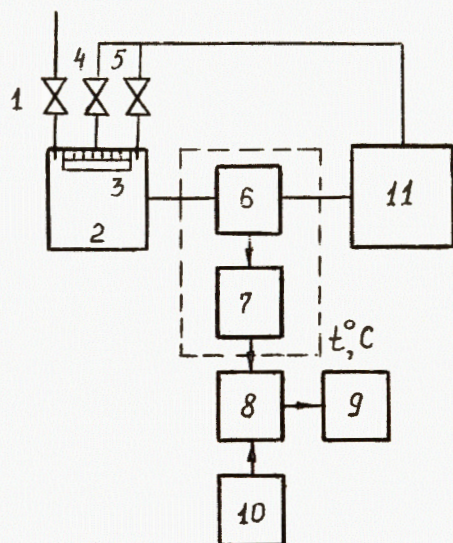


Рис.2. Принципиальная схема газоанализатора.

Схема предлагаемого газоанализатора представлена на рис.2. Объем 2 и одна полость цифрового емкостного преобразователя давлений 6 заполняются анализирующей бинарной смесью газов через кран 1 до абсолютного давления $P \approx 1$ торр /при этом другая полость преобразователя 6 сообщается с вакуумной системой 11/. Выбор давления в 1 торр вызван, с одной стороны, наилучшей работоспособностью емкостного преобразователя давлений, а с другой стороны, осуществлением глубоко кнудсеновского течения / $K_n > 100$ / газовой смеси в порах мембраны. Наличие в одной из полостей преобразователя газа вызывает прогиб упругой мембраны и соответствующий сдвиг частоты LC-генератора 7

$$\Delta F = F - F_0 = \alpha P,$$

/6/

где F_0 - частота генератора, соответствующая отсутствию перепада давлений в полостях преобразователя, F - частота, соответствующая перепаду P , α - коэффициент пропорциональности. Однако для более точного соответствия частоты давлению целесообразно

проводить предварительную градуировку преобразователя, согласно выражению

$$P = K\Delta F + k\Delta F^2,$$

/7/

где K - чувствительность преобразователя давлений, k - коэффициент нелинейности. Для проведения анализа открывается кран 4 /при перекрытых 1 и 5/, и исследуемая смесь газов через мембрану 3 вытекает в вакуумную камеру 11, откачиваемую последовательно соединенными высоковакуумным паромасляным насосом ЦВЛ-100 и форвакуумным насосом ВН-461М до давления не хуже 10^{-4} - 10^{-5} торр. Используемая ядерная мембрана с диаметром пор 320 \AA имела среднюю плотность пор $\sim 2 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$ и толщину 5 мкм. Объем системы 2 при этом составил 1600 см^3 .

Истечение смеси сопровождается понижением давления в камере, что регистрируется частотомером 8. Запуск частотомера производится через равные интервалы времени по каналу "внешний запуск" стробирующими импульсами, вырабатываемыми микропрограммно микро-ЭВМ 10 "Электроника ДЗ-28". Фрагмент программы считывания представлен в табл.1^{/10-12/}. Управляющие импульсы снимаются с шины УПР ($X13, X23$) разъема Ввод-Выход, при этом $X23$ служит для формирования импульса СИП разъема, а запуск частотомера происходит по переднему фронту импульсов. Перед запуском программы в ячейку памяти 0000 вводится величина интервала считывания /целочисленное значение/, задающая число односекундных циклов программы. Точное измерение величины этого интервала /с погрешностью определения 10^{-7} с/ осуществляется с помощью блока интервалов времени частотомера ЧЗ-34/9/.

Концентрация компонентов анализируемой смеси определяется по остаточному давлению в системе, соответствующему оптимальному времени достижения конечного давления $t_{опт}$ и находится из выражения /3/, в котором величины τ_1 и τ_2 определены из предварительной градуировки анализатора по чистым газам. После анализа смесь откачивается через вентиль 5, и система снова готова к работе. Расход газа на анализ и время анализа, в принципе, зависят от величины объема 2, который может быть доведен до 10 см^3 и менее.

2. ОПИСАНИЕ БЛОК-СХЕМЫ И РАБОТЫ ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Блок-схема сопряжения микро-ЭВМ "Электроника ДЗ-28" с частотомером и пишущей машинкой типа "Consul-256" представлена на рис.3. Цифровая информация /32 разряда/ в двоично-десятичном коде поступает через шину А в интерфейс ввода, который обеспечивает последовательный побайтный ввод данных в ДЗ-28 через шину В при соответствующем адресе ШУПР (С). При этом, как уже

Таблица 1

Шаг	Код	Мнемокод	Примечания
0	0408 0000	MARK 0000	Метка программы
2	0405 0000	MOV 0000, X	Вывод в регистр X из ячейки памяти 0000 целого числа, соответствующего интервалу следования импульсов запуска $\Delta T \pmod{\Delta T}$.
4	0412 0615	PAUSE	Пауза, величина которой соответствует 479292 машинных такта, в регистре X высвечивается $\text{mod } \Delta T$.
6	I400 0003	INPD 0003	Формирование на ШУПР $\overline{X13}$ импульса отрицательной полярности.
8	0413 I209	MOVH X, R9	Запись в регистр R9 содержимого X в шестнадцатиричном коде.
10	I304 I203	MOV# I203, S04	Формирование паузы длительностью Is.
12	I305 0500	MOV# 0500, S05	
14	0412 I402	PAUSER	Условие выхода из цикла длительностью $\text{mod } \Delta T$.
16	I408 0309	SOBZ R09.+4	
18	I402 0005	BR. 000I4	Команды безусловной передачи управления
20	I402 0015	BR. 00006	
22	0512	END	

Рис.3. Блок-схема сопряжения микро-ЭВМ "Электроника ДЗ-28" с ЧЗ-34. А - информационная шина /32 разряда/; В - информационная шина /8 разрядов/; С - адресная шина - ШУПР; Д - шина контроллера ДЗ-28.

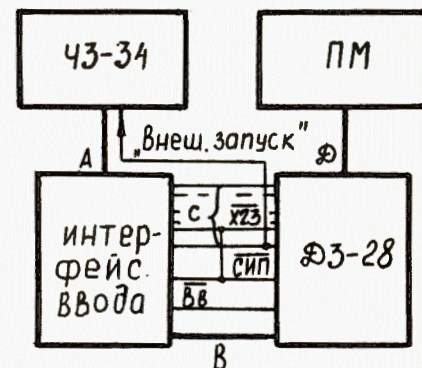
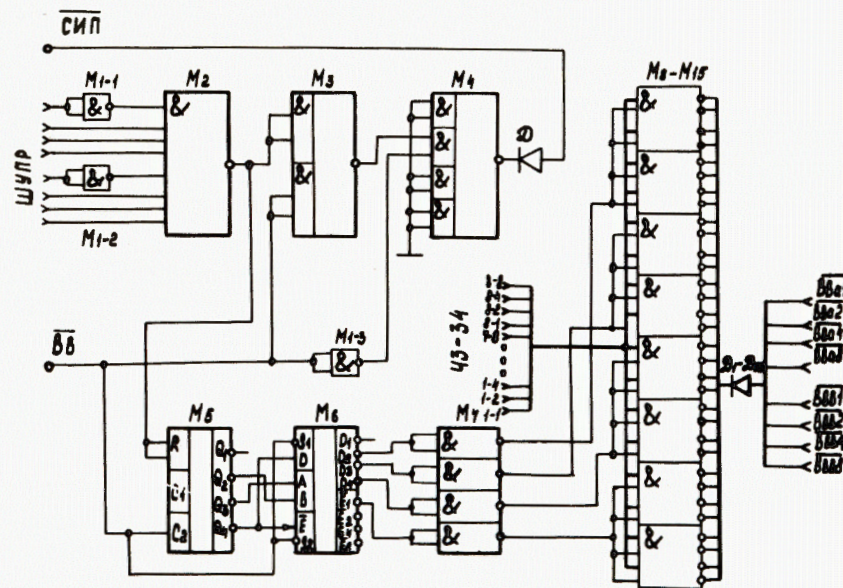


Рис.4. Принципиальная схема интерфейса ввода. М₁ - К155 ЛА3, М₂ - К155 ЛА2, М₃ - К155 ЛР1, М₄ - К155 ЛР3, М₅ - К155 ИЕ5, М₆ - К155 ИД4, М₇- М₁₅ - К155 ЛА3, диоды Д9Ж /32 шт./.



упоминалось, шина С служит также ($\overline{X13}$ и $\overline{X23}$) для формирования стробирующего импульса "внешний запуск" ЧЗ-34 и сигнала СИП для сброса адреса С /0003/. Для удобства работы с микро-ЭВМ и обеспечения вывода на печать как промежуточной, так и конечной информации микро-ЭВМ через шину Д связана с ПМ "Consul-256".
 На рис.4 изображена принципиальная схема интерфейса ввода. Он содержит дешифратор управляющего кода (М₁₋₁, М₁₋₂, М₂), схему синхронизации (М₁₋₃, М₃, М₄), счетчик последовательного ввода 32 разрядов /4 байт/ цифровой информации (М₅-М₇) и информационный регистр (М₈-М₁₄). Ввод информации в микро-ЭВМ осуществляется двухшаговой командой: первый шаг - команда ввода, второй

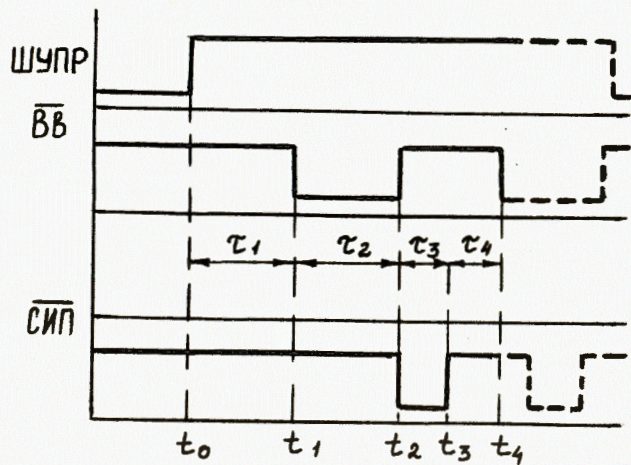


Рис.5. Временные диаграммы ввода информации.

шаг - адрес периферийного устройства /ПУ/, выставляемый на ШУПР. Адрес ячейки памяти ДЗ-28, в которую принимается байт информации, задается содержимым косвенной адресации R10 и базовым адресом данных ВД. Количество вводимых байтов определяется регистром количества байтов R12.

В ДЗ-28 предусмотрен ввод до 16128 байтов информации одной командой. При выполнении ввода ДЗ-28 выставляет на шине С (XJ3, YJ3; J = 1,2,4,8) в момент времени t_0 адрес ПУ /см. рис.5/. В момент времени t_1 с задержкой $\tau_1 \approx 20$ мкс относительно установления адреса ПУ появляется сигнал Вв, который сигнализирует о готовности микро-ЭВМ к приему. По приходе кода данного ПУ по шине С /в данной схеме это - 0101/ дешифратор управляющего кода на выходе логического элемента M_2 устанавливает нулевой потенциал, и снимается установка в "0" счетчика M_5 . В состоянии готовности микро-ЭВМ находится до появления синхроимпульса ПУ-интерфейса /СИП - синхроимпульс ПУ/, который означает, что информация принята /moment t_2 на рис.5/. По сигналу СИП происходит сброс сигнала Вв. Длительность СИП $\tau_3 = 10$ мкс. При приеме нескольких байтов в момент времени t_4 с задержкой $\tau_4 = 20$ мкс относительно окончания сигнала СИП появляется вновь сигнал Вв, и цикл повторяется. Последовательность Вв, поступающих при передаче информации, увеличивает содержимое счетчика M_5 на единицу и одновременно стробирует дешифратор M_7 . Выходы счетчика соединены с адресными входами дешифратора. Таким образом, на выходах Д2, Д4, Д8, ЕТ дешифратора последовательно во времени формируются импульсы записи информации, поступающей на шину информационного регистра /В/ $M_9 - M_{14}$, выходы которой через согласующие диоды подключены к шине "Ввод" микро-ЭВМ. /Диоды необходимы для развязки входов микросхем при возможном параллельном подключении нескольких ПУ/. Сигнал СИП каждый раз формируется схемой синхронизации по приходе Вв при установленном адресе ПУ.

Таблица 2

Шаг	Код	Мнемокод	Примечания
I00	0408 0001	MARK 0001	Метка подпрограммы
I02	0704	DIG 4	Запись количества вводимых байтов в регистр I2
I03	0413 I2I2	MOVH X,R12	
I05	0705	DIG 5	Задание косвенной адресации относительно ВД.
I06	0700	DIG 0	
I07	0700	DIG 0	
I08	0413 I2I0	MOVH X,R10	
I10	I500 0101	INPS 0101	Выбор ПУ
I12	0408 0100	MARK 0100	Метка цикла
I14	0913 0110	MOV R10S01	Вывод одного байта в регистр X
I16	0413 0408	MOVD R08,X	
.	.	.	Обработка данных
.	.	.	
I75	I410 III0	BGE R11, R10	Условный переход
I77	0407 0100	JMM 0100	Поиск 0100
I79	0511	RTS	Возврат из подпрограммы.

Таким образом, осуществляется побайтный ввод 32 разрядов цифровой информации с ЧЗ-34 в микро-ЭВМ "Электроника ДЗ-28". В таблице 2 приводится фрагмент программы ввода 4 байт информации в память микро-ЭВМ с последующим выводом на индикацию в регистр X^{10-12/}.

3. ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Экспериментальное изучение работы газоанализатора, выполненного в виде опытного образца, проводилось на бинарных системах газов He-Ar, He-Kr, Ar-Kr и N₂-Ar при чистоте каждого компонента 99,99%. Полученные серии экспериментальных данных изменения сдвига частоты генератора от времени при общем времени проведения анализа $\tau_{\text{опт}}$ обрабатывались методом наименьших квадратов /МНК/ с помощью микро-ЭВМ непосредственно после окончания считывания цифровой информации с ЧЗ-34. В табл.3 представлены результаты определения МНК времени релаксации τ_1 чистых газов, приведенные к температуре 296 К, среднестатистическая ошибка

Таблица 3

Газ	τ_i, c	$\gamma_{\tau}, \%$	S, %
He	96,7	0,3	2
N ₂	245,8	0,2	3
Ar	536,8	0,1	3
K ₂	625,5	0,2	4

измерений γ_{τ_1} и среднеквадратичное отклонение S результатов по 20 сериям измерений. При этом следует отметить, что в процессе измерения сдвига частоты генератора преобладающую роль играет случайная ошибка измерений, составляющая в среднем 50 Гц частоты генератора от его общей частоты в 13 МГц. Следовательно, относительная ошибка измерений сдвига частоты, определяемая в основном чувствительностью датчика $K = 2 \cdot 10^{-8}$ Па/Гц/, будет равна $\gamma_{\Delta F} \approx 10^{-8}$ при средней величине сдвига частоты генератора /вызванного напуском исходной смеси/ $\approx 5 \cdot 10^4$ Гц.

Бинарные смеси газов перед анализом приготавливались непосредственно в объеме 2 анализатора с помощью емкостного преобразователя давлений, в соответствии с выражением

$$c = \frac{\Delta F'}{\Delta F} \cdot \frac{1 + \beta \Delta F'}{1 + \beta \Delta F}, \quad /8/$$

где $\Delta F'$, ΔF - сдвиг частоты генератора, соответствующий парциальному давлению легкого компонента и общему давлению смеси газа, $\beta = k/K$. Ошибку приготовления смеси, в соответствии с /8/ и с учетом малости величины β , можно записать таким выражением

$$\delta c = \gamma_{\Delta F} (1 - c), \quad /9/$$

которое будет иметь максимальное значение при малых концентрациях легкого компонента.

С другой стороны, исходя из /3/, ошибку для c можно записать как

$$\left[\exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) - \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right) \right] \delta c = \frac{\delta P}{P^*} + \delta t \left\{ \frac{\tau_1 \exp(-t/\tau_2) - \tau_2 \exp(-t/\tau_1)}{\tau_1 \tau_2 [\exp(-t/\tau_1) - \exp(-t/\tau_2)]} \right\} c, \quad /10/$$

$$\text{где } P^* = \frac{P P_0}{P_0 - P}.$$

Сумма, стоящая в фигурных скобках, по своей величине всегда меньше единицы, однако для того, чтобы пренебречь всем "временным слагаемым", необходимо, чтобы множитель δt был по крайней мере на два порядка меньше первого слагаемого выражения /10/. На практике для достижения погрешности $\delta c \approx 10^{-3}$ достаточно обеспечить ошибку в определении t порядка 10^{-5} с, тогда с учетом /7/, с точностью до некоторого множителя, можно записать

$$\delta c \approx \delta \Delta F (K + 2k \Delta F) \frac{1}{P^*}. \quad /11/$$

Отсюда, полагая, что $P_0 \gg P$ ($\Delta F_0 \gg \Delta F$), а, следовательно, $P^* \approx P$, оценочное выражение для δc дает значение относительной ошибки измерения - $\gamma_{\Delta F}$. Следует, однако, подчеркнуть, что записанное неравенство $P_0 \gg P$ является строгим лишь в самом первом приближении, а поэтому для более точной оценки ошибки концентрации необходимо пользоваться выражением /10/.

Таблица 4

Смесь	$t_{\text{опт}}, c$	$c \cdot 10^3$					
		пригот.	анализ	пригот.	анализ		
He - Ar	202	225,4 \pm 0,8	226 \pm 3	481,2 \pm 0,6	479 \pm 3	679,6 \pm 0,3	678 \pm 5
He - K ₂	214	252,9 \pm 0,8	253 \pm 2	533,5 \pm 0,5	533 \pm 4	818,2 \pm 0,2	816 \pm 5
Ar - K ₂	579	245,1 \pm 0,7	238 \pm 3	469,9 \pm 0,6	484 \pm 2	650,2 \pm 0,3	648 \pm 5
N ₂ - Ar	378	244,6 \pm 0,8	240 \pm 2	462,9 \pm 0,5	460 \pm 4	750,0 \pm 0,2	741 \pm 5

В табл.4 представлены результаты анализа бинарных смесей газов при различных концентрациях компонентов приготавливаемых смесей, а также приводятся оценочные значения $t_{\text{опт}}$, вычисленные по известным τ_i , в соответствии с /5/.

Отличие исходных концентраций от полученных в процессе анализа и обработки МНК экспериментальных зависимостей объясняется отсутствием термостабилизации самой газовой смеси в объеме V при термостабилизации только преобразователя давлений б и LC - генератора 7 /рис.2/.

Ошибка приготовления соответствующих концентраций находилась по формуле /9/, а ошибка анализа бинарных смесей газов определялась по стандартному отклонению МНК обработки экспериментальной зависимости и, как следует из табл.4, несколько превышает величину ошибки, полученной в соответствии с /11/.

Следует, однако, ожидать, что повышение стабильности работы газоанализатора в целом способно обеспечить теоретически предпологаемую точность измерений на уровне $\sim 10^6$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный диффузионный газоанализатор на ядерной мембране в устройстве с автоматизированным управлением на базе микро-ЭВМ "Электроника ДЗ-28" позволяет проводить достаточно точный и экспрессный контроль состава любых слабоконденсирующихся и не агрессивных к материалу мембраны газовых смесей с выводом данных на печатающее устройство. Разработанный дополнительно к стандартной электронике интерфейс ввода цифровой информации в микро-ЭВМ обеспечивает автоматизацию всего цикла измерений, упрощает, сводя к минимуму, обслуживание газоанализатора в процессе измерений.

Авторы благодарны академику Г.Н.Флерову за поддержку и постоянный интерес к работе, П.Ю.Апелю за любезно предоставленные образцы ядерных мембран.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов В.А. Методы анализа газов. Гостоптехиздат, М., 1958, с.375.
2. Ваня Я. Анализаторы газов и жидкостей. "Энергия", М., 1970, с.552.
3. Кузнецов В.И. и др. ОИЯИ, 13-83-426, Дубна, 1983.
4. Флеров Г.Н., Барашенков В.С. УФН, 1974, т.114, с.351.
5. Flierow G.N., Baraschenkow W.S. Schwere Ionen Lösen Technische Probleme. Bild der Wissenschaft., 1974, p.64.
6. Михлин Б.З. Высокочастотные емкостные и индуктивные датчики. Госэнергоиздат, М., 1960.
7. Борисов С.Ф. и др. ПТЭ, 1972, №4, с.209.
8. Барашенков В.С. ОИЯИ, P14-10532, Дубна, 1977.
9. Апель П.Ю. и др. ОИЯИ, 18-83-468, Дубна, 1983.
10. Прокофьев В.А. Программирование для мини-ЭВМ. "Сов.радио", М., 1979.
11. Ворожук А.Н. Основы ЦЕМ и программирование. "Наука", М., 1979.
12. Брусенцов Н.П. Миникомпьютеры. "Наука", М., 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 октября 1984 года.

Овчинников В.В., Селезнев В.Д., Кузнецов В.И. 18-84-691
Диффузионный газоанализатор на ядерной мембране
в устройстве с автоматизированным управлением
на базе микро-ЭВМ

Описано устройство - диффузионный газоанализатор на ядерной мембране с автоматизированным управлением на базе микро-ЭВМ, принцип работы которого основан на различных диффузионных способностях газовых компонентов при их истечении через мембрану в вакуум. Показано, что для проведения точного анализа целесообразно в качестве мембран применять ядерные микро-фильтры, а по изменению давления в известном объеме, содержащем смесь газов неизвестной концентрации, за время истечения смеси через мембрану, измеренное с ошибкой не хуже 10^{-5} с, с точностью 10^3 определены концентрации компонентов бинарных смесей инертных газов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Оvchinnikov V.V., Seleznev V.D., Kuznetsov V.I. 18-84-691
Diffusion Gas Analyser on a Nuclear Track Membrane
in a Set-Up with Automatic Microcomputer Control

Construction and principle of operation of a diffusion gas analyser on a nuclear track membrane with automatic microcomputer control based on different diffusibility of gaseous components flowing through the membrane into vacuum are described. It is shown that for accurate analysis it is advisable to use nuclear track microfilters. Basing on changing a pressure in a certain volume, having unknown gaseous concentration, for the time of gas mixture outflow through the membrane, measured with the error not worse than 10^{-5} s, concentrations of components of the binary inert gas mixtures have been determined with the 10^3 accuracy.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984