

данса крови и сдвиг максимума емкостной составляющей импеданса в область низких частот.

Разработан измерительный преобразователь для экспресс-оценки уровня гематокрита крови, содержащий измерительную ячейку, электроды, генератор импульсов измерительного тока, усилитель, микроконтроллер и внешний интерфейс.

Исследуемая кровь помещается в измерительную ячейку. Измерительный ток с генератора поступает на электроды и вследствие прохождения через кровь вызывает падение напряжения, регистрируемое усилителем. С выхода усилителя напряжение, несущее информацию о величине гематокрита, поступает на микроконтроллер, где вычисляется полное комплексное сопротивление исследуемой крови. Окончательная обработка и отображение полученных результатов осуществляется при помощи внешнего интерфейса.

Исследование контрольных проб кровезаменителей с различными показателями гематокрита показали погрешность оценки уровня гематокрита менее 7 %. Полученная точность измерений позволяет сделать вывод о возможности использования данного измерительного преобразователя для оценки уровня гематокрита крови при неотложной помощи и в условиях палат реанимации и интенсивной терапии.

СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕСТА УТЕЧКИ ВОЗДУХА ИЗ МОДУЛЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ПРИ ПОМОЩИ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВРЕМЯПРОЛЁТНОГО ТИПА

И.В. Пияков

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Для построения модели поиска места утечки воздуха из модуля КА примем следующие допущения:

1. Будем считать, что газ описывается моделью разреженного газа, которая справедлива для газовых смесей при давлении $10^{-3} - 10^{-7}$ мм.рт.ст. В этом случае длина свободного пробега молекул определяется геометрическими размерами пространства и не зависит от плотности газа.

2. Считаем источник газа (место утечки воздуха) точечным источником, размеры которого намного меньше расстояния от него до прибора.

3. Распространение воздуха равномерное в полупространстве во всех направлениях.

Согласно принятым допущениям схема утечки представлена на рис. 1.

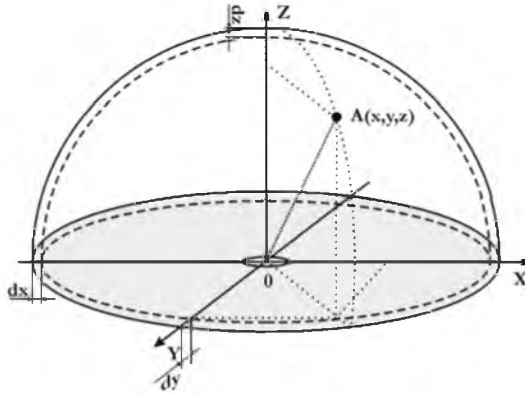


Рис.1. Распространение воздуха

Поток воздуха, инициированный местом утечки воздуха описывается уравнениями:

$$I = \left\{ \frac{2}{1 - \frac{p_0 - p_{\text{ВЫХ}}}{p_0 + p_{\text{ВЫХ}}}} \exp \left(-2 p_{\text{ВЫХ}} \frac{m_0}{kMV} \frac{\pi R}{256\eta} \frac{D^4}{L} \tau \right) \right\}$$

для отверстия или щели;

$$I = \frac{b^2 (p^2 - p_0^2)}{2\eta L} \left[\frac{a^2}{8} + \frac{b}{2} \left[b \ln \left(\frac{\frac{a}{2} + b}{b} \right) - \frac{a}{2} \right] \right] \frac{m_0}{kT}$$

для щели с вязкостным истечением.

Определим скорость потока:

$$\omega = \frac{I}{S} = \frac{I}{2\pi\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}},$$

где x, y, z – координаты бленды при условии, что место утечки находится в начале отсчета системы координат.

Тогда скорость переноса воздуха через бленду прибора за единицу времени в точке $A(x, y, z)$ – нахождения приёмного окна (бленды) прибора для определения места утечки воздуха из КА определяется согласно выражению:

$$\Omega = \frac{I \times S_0}{2\pi\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \text{ [кг/с]},$$

где S_0 – площадь окна бленды.

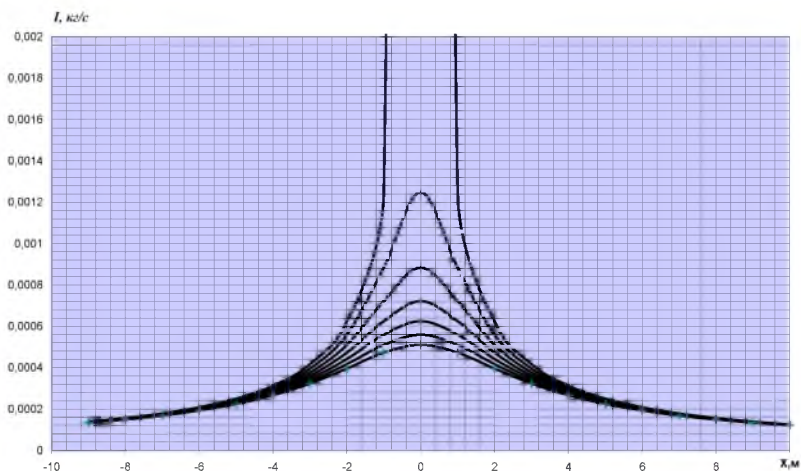


Рис.2. Распределения потока утечки воздуха $1 \text{ кг/м}^2\text{с}$ на расстоянии $0 - 6 \text{ м}$ над местом утечки воздуха со смещением $\pm 10 \text{ м}$ от него при диаметре приемного окна 50 мм

Как видно, в приборе плотность потока составит не более $0,12 \%$ плотности всего истекаемого воздуха, что предъявляет высокие требования к чувствительности. Таким образом, наиболее предпочтительным является использование именно ионизационного сепаратора в составе многопараметрического течеискателя. График (рис.2) дает возможность пересчитать концентрации в точке нахождения прибора для различных видов течи.

Примем усредненную по компонентам с учетом их концентрации массу молекулы воздуха примерно равной $4,814 \times 10^{-26} \text{ кг}$ и пересчитаем количество молекул, проходящих через приемную камеру прибора. Будем считать, что зона ионизации сепаратора имеет цилиндрическую форму, диаметром, равным диаметру приемного окна. Тогда количество молекул, которые подвергнутся взаимодействию с ионизирующим излучением, составит:

$$n = \frac{\Omega}{m_0} = \frac{I \times S_0}{2\pi m_0 \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} t_{II},$$

где m_0 – масса молекулы воздуха, t_{II} – время ионизации.

В 1 кг воздуха содержится примерно $2,08 \times 10^{+25}$ молекул. Таким образом рассчитаем число молекул, подвергнутых ионизации для различных типов утечки.

Таблица 1

Тип утечки	Концентрация в зоне утечки, $1/\text{см}^3$	Число молекул, подвергнутых ионизации на расстоянии 1 м над зоной утечки
Щель $0,5 \times 10$ мм	10^{15}	120000
Щель с вязкостным течением	5×10^{14}	60000
Канал $D = 0,5$ мм.	10^{14}	12000
Канал $D = 100$ мкм.	10^{13}	1200

На рис. 3 показаны концентрации для случая щели $0,5 \times 10$ мм.

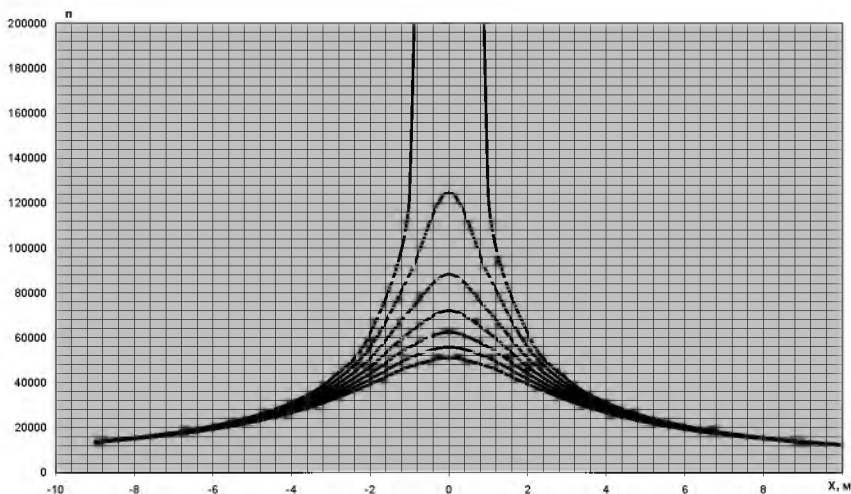


Рис.3. Число молекул, подвергнутых ионизации за время $0,1$ мкс при поиске течи от щели $0,5 \times 10$ мм в зависимости от расположения датчика на высоте $0,6$ м над обшивкой КА

Как видно из табл. 1 и рис.3 различить канал с диаметром менее 100 мкм с помощью ионизационного датчика на расстоянии более 1 м не представляется возможным. Единственным способом является использование ионизационного сепаратора времяпролетного типа.

Выше рассматривался случай для разреженного газа. Такое допущение справедливо для концентрации струи газа многократно превышающей

концентрацию частиц (атомов и молекул) собственной внешней атмосферы КА (СВА КА). Для течей небольших размеров на малых расстояниях от обшивки КА (10...100 мм) рассмотрим случай взаимной диффузии молекул воздуха в СВА:

$$c(r, t) = \frac{M}{8\rho\sqrt{(\pi Dt)^3}} \exp\left(-\frac{r^2}{4Dt}\right),$$

где M – первоначальная масса растворяемого вещества; ρ – плотность вещества, r – расстояние, t – время, D – коэффициент диффузии.

В случае диффузии, ограниченной полуплоскостью (корпус КА) будем считать, что взаимодействия молекул воздуха с обшивкой КА носит упругий характер, то есть концентрация в полуплоскости распространения увеличится в 2 раза:

$$c(r, t) = \frac{M}{4\rho\sqrt{(\pi Dt)^3}} \exp\left(-\frac{r^2}{4Dt}\right).$$

Для данного случая коэффициент диффузии вычисляется по формуле:

$$D = \frac{1}{3} \bar{u} \bar{\lambda},$$

где \bar{u} – средняя скорость теплового движения молекул $\bar{\lambda}$ – длина свободного пробега. Средняя скорость вычисляется исходя из распределения Максвелла и составляет:

$$\bar{u} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}}.$$

Длина свободного пробега

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2}n_0\sigma},$$

где n_0 – число молекул газа в 1 см^3 , σ – эффективное газокинетическое сечение (эффективный диаметр молекулы). Для молекул с диаметром $d \sim 10^{-10}$ м определяется выражением $\sigma = \pi d^2$.

В этом случае выражение для концентрации примет вид:

$$c(r, t) = \frac{M}{4\rho\sqrt{\left(\frac{2}{3n_0\sigma}\sqrt{\frac{\pi kT}{m_0}}t\right)^3}} \exp\left(-\frac{r^2}{\frac{8}{3n_0\sigma}\sqrt{\frac{kT}{\pi m_0}}t}\right).$$

В случае монотонного истечения газа, масса вычисляется по формуле:

$$M = M_v t ,$$

где M_v – скорость истечения газа [кг/с].

Таким образом, использование ионизационного преобразователя для определения места утечки воздуха наиболее целесообразно на первом этапе: приближенное определение сектора на расстоянии порядка 1 м. Дальнейший поиск рекомендуется проводить именно масс-спектрометрическим преобразователем.

СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ ДКВП

М.Н Филимонова, А.С. Рогова

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Способ автоматической коррекции выходных сигналов ДКВП основан на использовании современных микропроцессорных средств первичной обработки измерительной информации. Он позволяет существенно повысить точность преобразования для простых, надежных и дешевых электромеханических блоков ДКВП. Суть разработанного способа коррекции заключается в следующем:

1. Определяют сумму модулей выходных сигналов ДКП

$$C_1 = |x_1| + |y_1| , \quad (1)$$

где x_1 и y_1 – текущие значения выходных сигналов ДКП;

2. Определяют значение вспомогательного коэффициента коррекции

$$K^* = \frac{C_1}{C_M} , \quad (2)$$

где

$$C_M = |\max x_1| = |\max y_1|$$

значение выходного сигнала при максимальном отклонении подвижной части ДКП по одной из координатных осей;

3. Определяют геометрическую сумму текущих значений выходных сигналов ДКП

$$C_2 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} . \quad (3)$$

4. Определяют корректирующую поправку