



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

96 - 166

P13-96-166

А.С.Моисеенко, А.И.Филиппов

СИГНАЛИЗАТОР СОДЕРЖАНИЯ ПАРОВ
МЕТИЛОВОГО СПИРТА В ВОЗДУХЕ

1996

ВВЕДЕНИЕ

При производстве образцов аэрогеля диоксида кремния возможно выделение паров метилового спирта (CH_3OH) из автоклава установки АЭРОГЕЛЬ [1] в атмосферу. Ввиду того, что смесь этих паров с воздухом в интервале 6—36% (по объему) взрывоопасна, необходимо иметь средства контроля за их содержанием в воздухе. Целью данной работы является создание прибора, который осуществлял бы такой непрерывный контроль в рабочем помещении.

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

По аналогии с сигнализатором утечки изобутана из спектрометра АРЕС [2] для индикации утечки метанола создана система, в которой используется плоская многопроволочная пропорциональная камера, имеющая рабочий объем $100 \times 50 \times 25$ мм, внутри которого имеются три проволочных электрода: два высоковольтных катода и один анод между ними. Расстояние между анодом (нити $\varnothing 20$ мкм, позолоченный вольфрам) и катодом (нити $\varnothing 100$ мкм, бериллиевая бронза) — 6 мм, шаг анодных проволочек — 2 мм, катодных — 1 мм. Для съема суммарного ионизационного тока анодные проволочки замкнуты между собой со стороны вывода.

На рис.1 представлена блок-схема аппаратуры. Камера работает в режиме непрерывной продувки воздуха, который поступает из рабочего помещения,

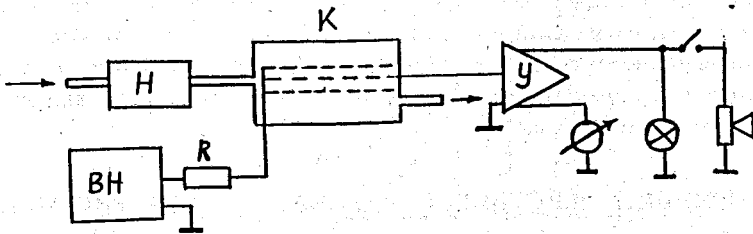
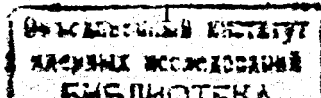


Рис.1. Блок-схема аппаратуры. К — камера, Н — насос, ВН — источник высокого напряжения, У — усилитель, R — сопротивление



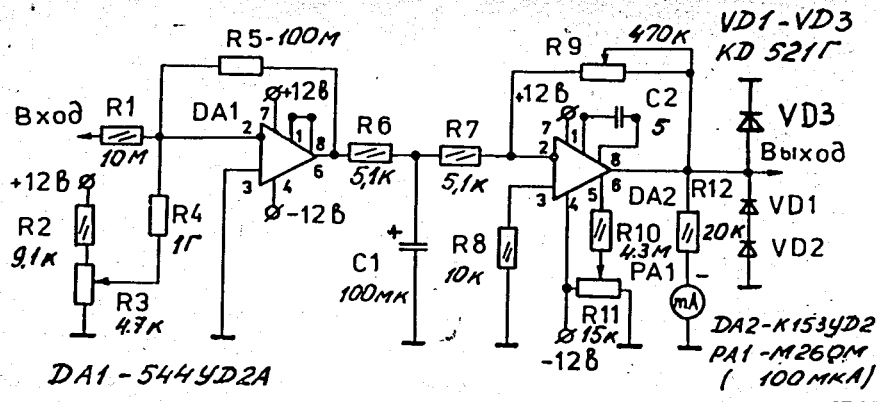


Рис.2. Схема усилителя

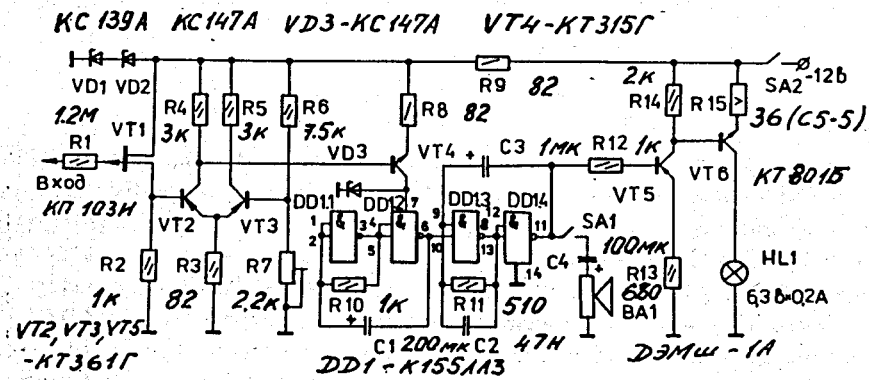


Рис.3. Схема оперативной сигнализации

где размещается установка. Появляющийся при определенном катодном напряжении ток ионизации подается с анода камеры на усилитель [3] с коэффициентом усиления 10000 (рис.2), на выходе которого включен стрелочный прибор, позволяющий вести непрерывный визуальный контроль за уровнем ионизационного тока. К выходу усилителя также подключено устройство оперативной звуковой и световой сигнализации [2] (рис.3), включающееся при усиленном токе 30 мкА.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Принцип действия прибора основан на эффекте влияния содержания метанола в воздухе на величину напряжения на камере, при котором ионизационный ток достигает уровня насыщения. Этот уровень определен

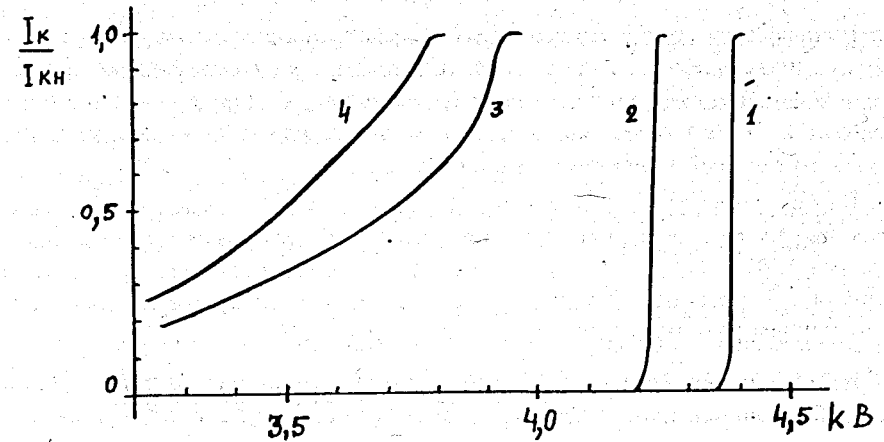


Рис.4. Зависимости ионизационного тока (в единицах I_k/I_{kn}) от напряжения на камере; I_k — ток с камеры, I_{kn} — ток насыщения; 1 — воздух, 2 — воздух + 1% метанола; 3, 4 — аналогичные характеристики с радиоактивным ионизатором

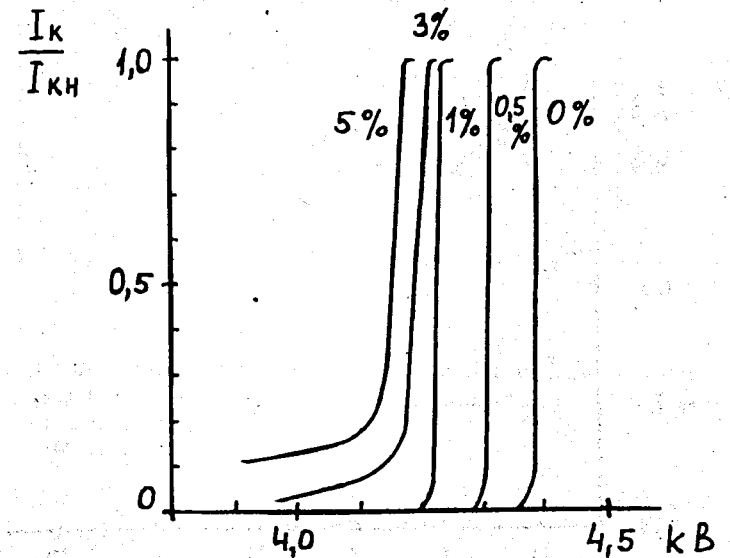


Рис.5. Вольт-амперные характеристики камеры для разных значений содержания метанола в воздухе

ограничивающим сопротивлением, внутренним сопротивлением камеры, входным сопротивлением первого каскада усилителя, напряжением питания усилителей. В нашем приборе при помощи диодов VD1 и VD2 ток ограничен величиной 75 мкА (хотя максимальный — 600 мкА), что позволило использовать стрелочный прибор со шкалой 100 мкА.

На рис.4 приводятся зависимости усиленного ионизационного тока от напряжения на камере: кривая 1 соответствует работе камеры в сухом воздухе (отн. вл. 30%) без примесей, кривая 2 показывает изменение тока при наличии 1% метанола. Кривые 3 и 4 получены в аналогичных условиях с применением радиоактивного источника стронций-90.

На основании анализа полученных характеристик был выбран рабочий режим без радиоактивного источника. В этом случае характеристики «ступенчатые» и изменение величины тока от «нуля» до насыщения происходит почти скачкообразно (на участке менее 50 вольт). Расстояние между «ступеньками» для чистого воздуха и с примесью 1% метанола составляет 160 вольт. Это позволяет установить рабочее напряжение камеры таким, чтобы при прохождении чистого воздуха ионизационный ток отсутствовал (в пределах чувствительности усилителя), а при появлении примеси метанола более 1% ток быстро достигал уровня насыщения. Взрывоопасную смесь с воздухом метиловый спирт образует при концентрациях от 6 до 36%. Нами выбрано напряжение 4200 вольт для выявления концентраций более 3%.

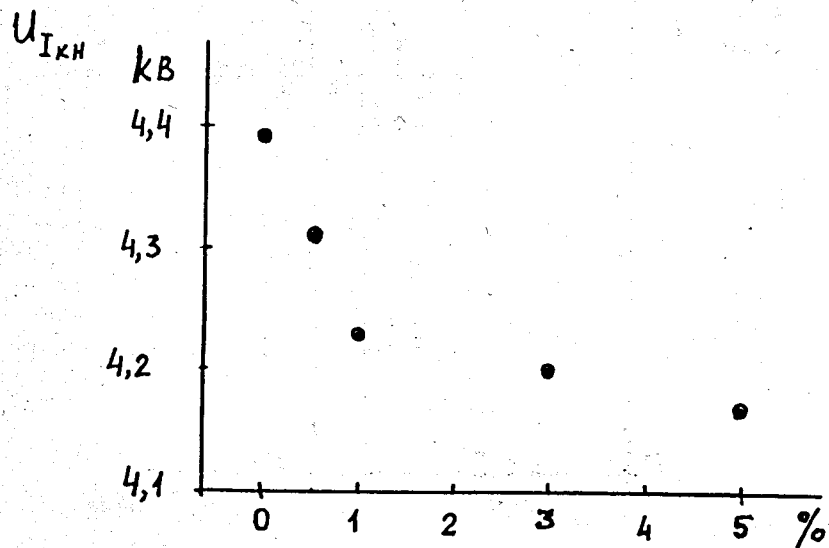


Рис.6. Зависимость напряжения насыщения от содержания метанола в воздухе

На рис.5 приведены вольт-амперные характеристики камеры при разных концентрациях метанола в сухом воздухе. Зависимость величины напряжения, при котором достигается ионизационный ток насыщения, от содержания метанола в воздухе показана на рис.6.

Исследованы характеристики камеры для разной относительной влажности проходящего воздуха. Обнаружено, что с увеличением относительной влажности более 60% крутизна характеристик уменьшается (рис.7) и индикация присутствия метанола по предложенному принципу становится практически невозможной. Форма кривых становится пологой при мало изменяющемся напряжении насыщения. Для случая применения сигнализатора в условиях высокой влажности воздуха предусматривается осушение смеси путем конденсирования избыточной влаги охлаждением.

Корреляции между разбросом напряжений насыщения, температурой воздуха и атмосферным давлением не наблюдались.

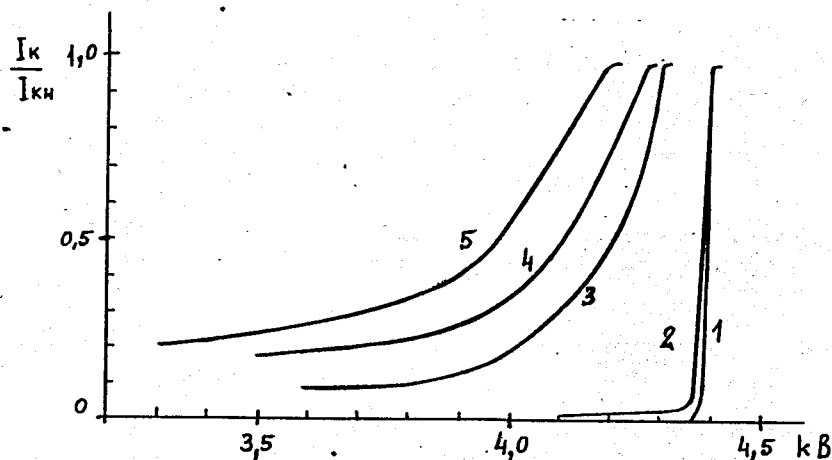


Рис.7. Вольт-амперные характеристики камеры для разных значений 60% относительной влажности воздуха (без метилового спирта): 1 — 30%, 2 — 60%, 3 — 70%, 4 — 85%, 5 — 90%

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прибор стабильно работает, надежно регистрирует появление более 1% метанола в воздухе. Он является составной частью установки АЭРОГЕЛЬ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филиппов А.И. и др. — ОИЯИ, Р13-96-165, Дубна, 1996.
2. Ванко Ю. и др. — ОИЯИ, 13-87-764, Дубна, 1987.
3. Акименко С.А. и др. — ОИЯИ, 13-82-835, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 мая 1996 года.