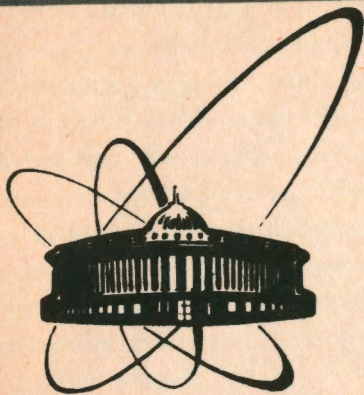


92-93



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

**P13-92-93**

**В. Д. Аксиненко, Ю. Н. Волков, А. Т. Матюшин,  
В. Т. Матюшин, С. А. Рожнятовская**

**ГАЗОРАЗРЯДНЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГАЗА  
В СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЕ**

**Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"**

**1992**

Газоразрядный датчик для контроля газа  
в стримерной камере

Описывается предназначенный для контроля чистоты газового наполнения стримерной камеры газоразрядный датчик, который может быть установлен как в трубопроводах, так и в стенках самой камеры. Представлена конструкция датчика, приведена градуировочная кривая содержания воздуха в неоне от 0,05 до 100%. Рабочее напряжение при этом изменяется в диапазоне от 260 до 2250 В. Датчик может быть использован для контроля газового наполнения в других газоразрядных детекторах частиц.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод авторов

Aksinenko V.D. et al.

P13-92-93

Gas-Discharge Probe for Gas Control  
in the Streamer Chamber

The gas-discharge probe intended to control the purity of the streamer chamber gas filling is described. The probe can be placed both in pipelines and in the walls of the chamber itself. The probe construction is represented and the calibration curve of air content in neon from 0,05 to 100% is adduced. The working voltage is changed from 260 to 2250 V at the same time. The probe can be used for gas filling control in other gas-discharge particle detectors.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

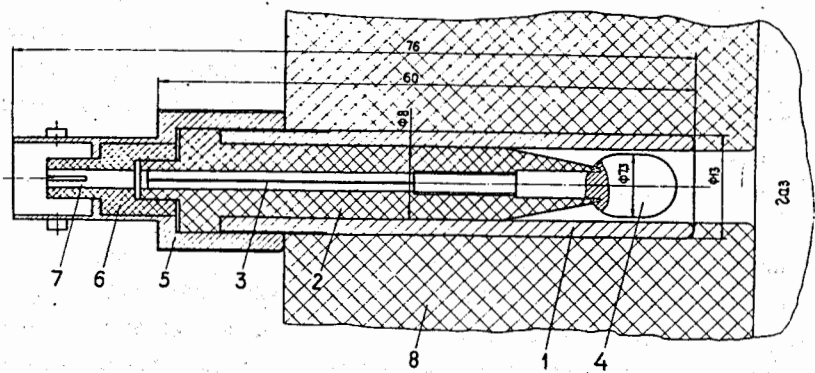
При работе искровых и стримерных камер, а также других газоразрядных детекторов заряженных частиц широко используется метод непрерывного контроля газа с помощью разрядника<sup>1/1</sup>, через который пропускается выходящий из камеры газ. Разрядник содержит одинаковые заземленный и высоковольтный электроды, помещенные в герметизированный стакан из оргстекла со штуцерами для подвода и отвода газа. Метод основан на зависимости потенциала зажигания газа в межэлектродном зазоре (0.8см) от его состава, в частности, от степени чистоты. О степени чистоты газа можно судить либо по величине напряжения зажигания ячейки, либо по частоте работы генератора с разрядно-релаксационной ячейкой (разрядником) при заданном напряжении питания.

Недостатками такого метода являются значительная погрешность измерений, зависящая от длины и качества трубопровода от камеры до контролирующего разрядника, величины протока газа через него, а также отсутствие возможности контроля без протока газа через камеру и разрядник. Погрешность возрастает при использовании в качестве трубопровода шлангов из вакуумной резины или другого материала с длительным гашением. Следует отметить, что корпус разрядника из оргстекла обладает тем же недостатком.

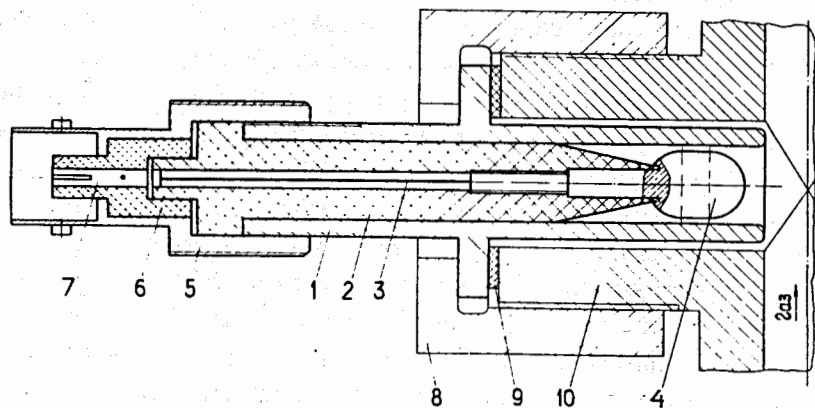
Лучшим вариантом было бы исключить любые трубопроводы и установить разрядник внутри или рядом с камерой. Однако обычное выполнение разрядника, аналогичное описанному в работе<sup>1/1</sup>, делает невозможным или значительно затрудняет такую установку. Кроме того, недостатком подобных устройств является также высокий уровень напряжения питания в рабочих условиях газоразрядного детектора ( $\approx 2$  кВ в условиях работы искровой камеры, наполненной неоном при атмосферном давлении), приводящий к быстрому окислению электродов и ухудшению стабильности работы, узкий диапазон измерений (от долей до нескольких процентов воздуха в неооне, при атмосферном давлении), а также наличие отдельных питающей и сигнальной цепей.

Описываемый газоразрядный датчик<sup>2/2</sup> свободен от этих недостатков. На рис. 1а,б приведены эскизы двух вариантов датчиков, разработанных и использованных для контроля газа в стримерной камере, заполненной неоном при атмосферном давлении. Один из них (рис. 1а) предназначен для установки непосредственно в стенке камеры около ее заземленного электрода, другой (рис. 1б) — в самом электроде камеры или любом месте системы газообеспечения, в том числе в трубопроводе. Заземляемый электрод датчика выполнен в виде латунной трубки-1, внутри которой с помощью центрирующей втулки (фторопласт)-2 с токопроводом-3 установлен второй электрод-4, также из латуни. Этот электрод плотно ввернут во втулку-2, обеспечивая надежную герметизацию их стыка. В свою

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА



а



б

Рис.1. Эскиз конструкции газоразрядного датчика, установленного: а - в стенке стримерной камеры, б - в трубопроводе.

очередь, трубка-1 ввернута в корпус-5, обеспечивая герметизацию стыка трубки и втулки-2. В корпусе-5 также установлена центрирующая трубка из фторопласта-6 с пангой-7. В качестве корпуса-5 и панги-7 использованы соответствующие детали коаксиального соединителя типа СР-50-83Ф.

Датчики (рис.1а) были вклеены с помощью эпоксидного клея в стенках пенопластового корпуса-8 стримерной камеры /3/ около ее заземленного электрода. Трубка датчика, приведенного на рис.1б, снабжена фланцем, который накидной гайкой-8 через герметизирующую прокладку-9 прижимается к штуцеру-10 трубопровода. Питание датчика и съем сигнала производится по коаксиальному кабелю типа РК-50-2-13, который одновременно выполняет роль питающей и сигнальной цепей, а емкость кабеля служит в качестве разрядной емкости при возникновении пробоя в межэлектродном зазоре датчика.

Если при работе стримерной камеры состав газа меняется в основном за счет натекающего из атмосферы воздуха, то уровень его содержания внутри объема определяет величину ее времени памяти /4/. Напряжение питания датчика в рабочем режиме составляет приблизительно 300 В и зависит от заданной концентрации воздуха, а точность определения порога срабатывания при заданной частоте, например, 5-10 раз в минуту, составляет не более 1-2 В, что обеспечивает достаточно жесткий контроль газа.

Если же предварительно проградуировать датчики по содержанию воздуха в неоне (рис.2), то появляется возможность не только контроля, но и измерения его концентраций в камере. Широкий диапазон измерения концентрации воздуха—у в камере большого объема позволяет выбрать оптимальные условия ее ввода в рабочий режим как по времени, так и по материальным затратам, поскольку в рабочем режиме  $u \approx 0.3-0.8$ , при новом пуске  $u=100$ , а при длительном перерыве - любое промежуточное значение. Понятно, что при этом требуется источник питания с более высоким напряжением. В воздухе пробой межэлектродного зазора датчика происходит при напряжении около 2.3 кВ (рис.2).

Датчик в эксплуатации очень удобен, так как с нуля оператора позволяет контролировать газ как в камере, так и в любом месте системы газообеспечения, включая регенерацию, причем независимо от наличия и величины потока.

При соответствующей точности изготовления дателей разброс измерений разными датчиками можно свести к минимуму (меньше 10%). Для уменьшения разброса рабочие поверхности должны быть полированы, а с целью повышения стабильности и долговечности—позолочены. С той же целью выбрана и форма внутреннего электрода—цилиндр со сферическими торцами, хотя в первых датчиках использовалась шаровая форма.

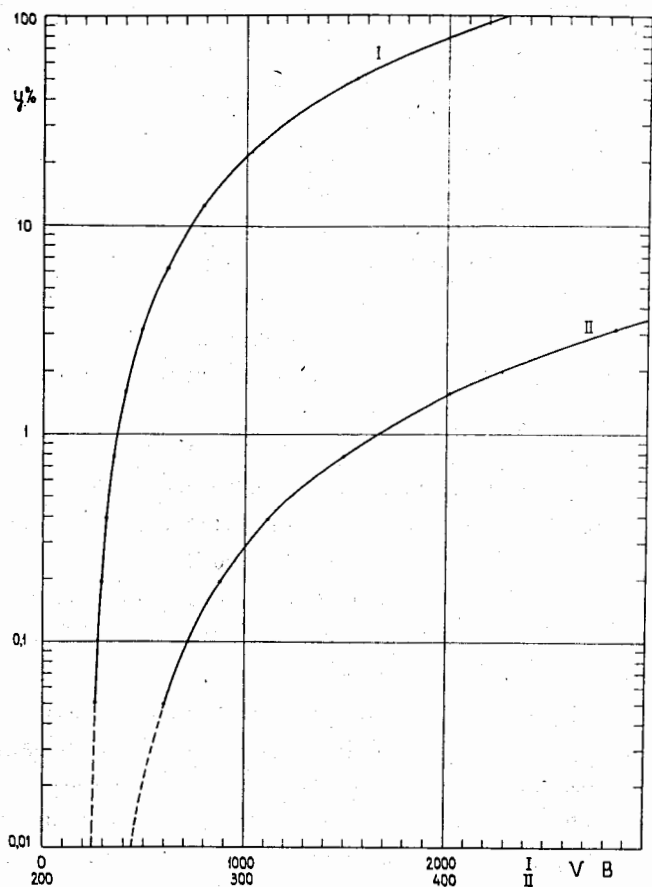


Рис.2. Градуировочные кривые концентрации (y) воздуха в неоне при атмосферном давлении и комнатной температуре в зависимости от напряжения (V) срабатывания датчика:

- I - диапазон  $y = (0,05 - 100)\%$  воздуха,
- II - диапазон  $y = (0,05 - 3,3)\%$  воздуха.

Размеры датчика могут быть иными. Длина определяется толщиной стенки камеры или удобствами эксплуатации. Диаметр трубки зависит от состава контролируемого газа, его давления, температуры, а также от материала электродов. Описанный датчик достаточно универсален для контроля инертных газов с примесью воздуха при нормальных условиях. При дальнейшем сокращении диаметра трубки датчика необходимо учесть ряд условий. Известно, что напряжение зажигания—V самостоятельного разряда в однородном электрическом поле зависит от произведения давления газа—p на расстояние между электродами—d (кривая Пашена), которое имеет минимум при определенных для каждого газа значениях  $pd$ . Например, для неона  $V \approx 300$  В при  $pd \approx 4$  мПа ( $\approx 5$  см·тор). Это напряжение может быть снижено путем подбора соответствующего материала катода, например, из щелочноземельного металла. Однако присутствие кислорода в примеси контролируемого газа приводит к быстрому окислению электродов и искажению измерений. Поэтому необходимо использовать стойкий к окислению материал.

Таким образом, наименьшее напряжение питания датчика, а следовательно, и диаметр его трубки соответствуют минимуму кривой Пашена. Для достижения более высокой точности измерений рабочая область значений  $pd$  должна быть выбрана в том месте кривых, где максимальна относительная разница напряжений зажигания основного газа и примеси. Сравнение кривых для разных газов показывает, что работа датчика на левой ветви кривой Пашена затруднена, так как помимо роста напряжения зажигания возникает неоднозначность между составом газа и напряжением зажигания.

С другой стороны, для создания в межэлектродном зазоре достаточно однородного электрического поля необходимо, чтобы величина этого зазора была, по крайней мере, на порядок меньше внутреннего радиуса трубки, а внутренний электрод был утоплен в трубке на расстояние не менее ее радиуса, так как в сильно неоднородном поле создаются благоприятные условия для возникновения одной из форм тлеющего разряда, что приводит к существенному сужению диапазона контроля газа. Не следует также внутренний электрод утопливать в трубке слишком глубоко, так как выравнивание концентрации газа происходит за счет естественного газообмена и время выравнивания будет расти.

Всего для стримерной камеры спектрометра ГИБС были изготовлены и градуированы шесть датчиков описанной конструкции, два из которых были установлены непосредственно в стенках камеры, а другие - в трубопроводах на входе и выходе газа. При этом использованы источники питания производства "Полон" - блоки 1904 в стандарте КАМАК (нестабильность  $\leq 0,1\%$  за 24 часа,

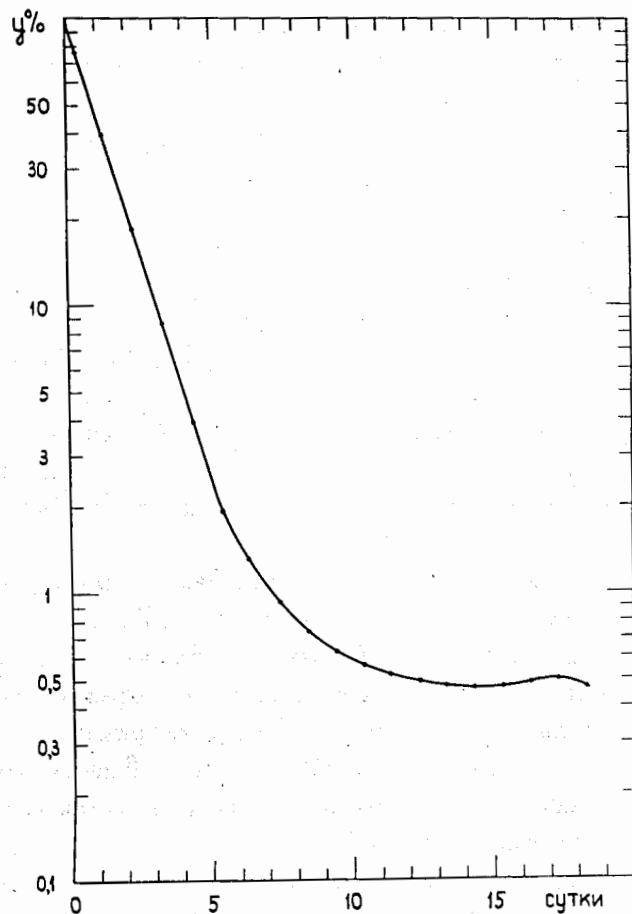


Рис.3. Концентрация воздуха (у) в стримерной камере, измеренная с помощью описанного датчика.

регулировка от 0 до 2,5 кВ с точностью установки  $\pm 1\%$ ), размещенные в стандартных крейтах вместе с регистрирующей электроникой, так что контроль и измерения осуществлялись дистанционно. Сигнал датчика, возникающий при пробое его межэлектродного зазора, снимается через разделительную емкость с центральной жилы коаксиального кабеля со стороны источника питания.

На рис.3 приведена кривая концентрации воздуха в стримерной камере, полученная с помощью описанных датчиков в одном из сеансов работы установки на синхрофазотроне, в процессе ввода камеры в рабочий режим. Требуемый уровень концентрации воздуха поддерживался с помощью регулировки величины протока неона через камеру в зависимости от показаний газоразрядных датчиков.

В заключение авторы выражают благодарность за изготовление датчиков Соловьеву В.Н., за их монтаж в корпусе стримерной камеры Графову Н.Н.

#### Литература

1. А.Ф.Писарев, В.М.Шешунов, ПТЭ, 1970, N2, стр. 191.
2. А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин, С.А.Рожнятовская, а.с. N 1620925, ОИПТЗ, 1991, N2, с.133.
3. В.Д.Аксиненко, Г.Л.Варденга, Н.С.Глаголева и др., препринт ОИЯИ N P13-92-91, 1992 г.
4. А.Т.Матюшин, В.Т.Матюшин, Ж.Ж.Мусульманбеков, Н.Н.Нургожин, ПТЭ, 1977, N1, стр.35.

Рукопись поступила в издательский отдел  
4 марта 1992 года.