

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



С344.1и
Б-927

31-75

P13 - 8268

412/2-75

Л.Буссо, М.М.Кулюкин, В.И.Ляшенко, Нгуен Минь Као,
Г.Пираджино, Д.Б.Понтекорво, Р.Скримальо,
Т.М.Трошев, И.В.Фаломкин, Ю.А.Щербаков

КСЕНОНОВАЯ СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА
И ГЕЛИЕВАЯ КАМЕРА С ДОБАВКАМИ КСЕНОНА

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Л.Буссо,¹ М.М.Кулюкин, В.И.Ляшенко, Нгуен Минь Као,
Г.Пираджино,¹ Д.Б.Понтекорво, Р.Скримальо,²
Т.М.Трошев, И.В.Фаломкин, Ю.А.Щербаков

**КСЕНОНОВАЯ³ СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА
И ГЕЛИЕВАЯ КАМЕРА С ДОБАВКАМИ КСЕНОНА**

¹ Институт физики Туринского университета,
Италия.

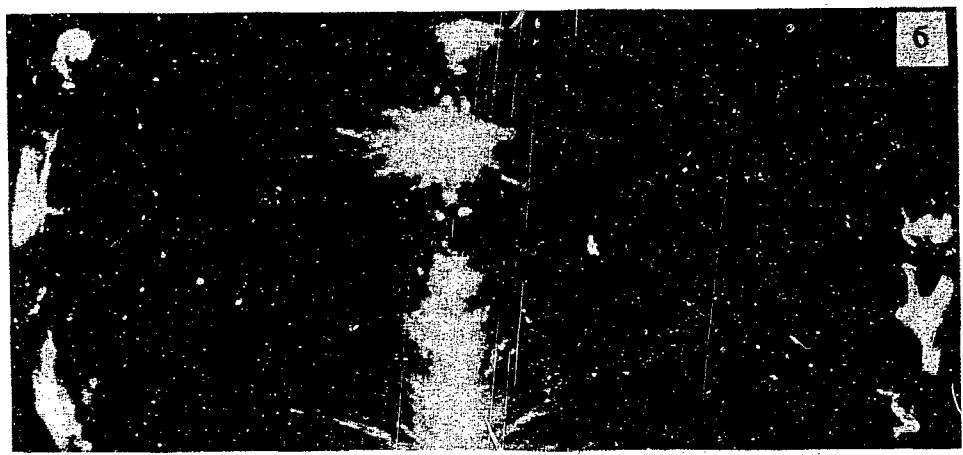
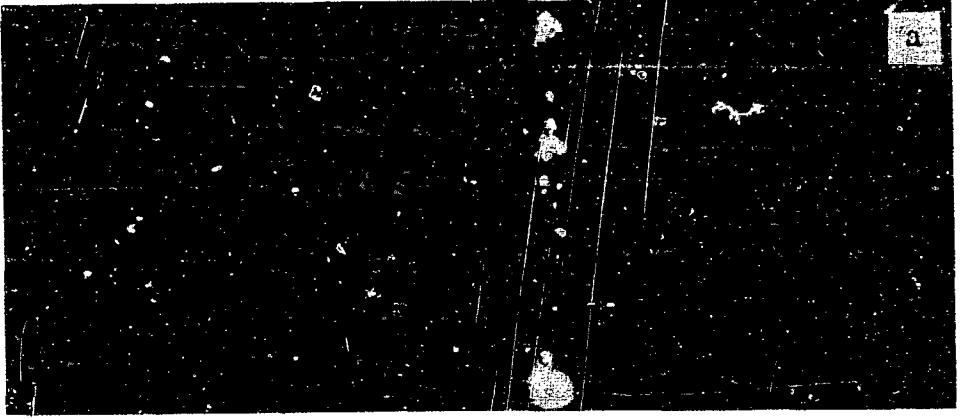
² Национальная лаборатория во Фраскати, Италия.

Для изучения тех или иных рабочих характеристик стримерных и искровых камер широко применяются различные добавки к рабочему газу камеры. Так, для получения хорошо локализованных следов заряженных частиц в гелиевой стримерной камере применяются малые добавки тяжелых углеводородов ^{1,2/}, которые влияют на распределение интенсивности свечения вдоль разрядного канала. Однако применяемые добавки участвуют в химических реакциях в газовом разряде, и поэтому состав газа и характеристики камеры изменяются во время работы. В связи с этим интерес представляет возможность влияния на характеристики стримерной камеры добавок благородного газа, например, ксенона, который среди других инертных газов имеет наиболее низкие потенциалы возбуждения и ионизации. Кроме того, ксенон имеет самостоятельное значение как рабочий газ камеры при необходимости регистрировать гамма-кванты ^{3/}.

Настоящая работа посвящена изучению некоторых рабочих характеристик ксеноновой камеры, а также камеры, наполненной смесью благородных газов гелия и ксенона.

Экспериментальная установка

Эксперименты проводились с помощью стримерных камер, которые представляли собой сосуды объемом $250 \times 250 \times 100 \text{ мм}^3$, склеенные эпоксидным клеем К-115 из стеклянных пластин толщиной 6 мм и стеклянных цилиндров. При работе камера помещалась между внешними электродами. Высоковольтный электрод пред-



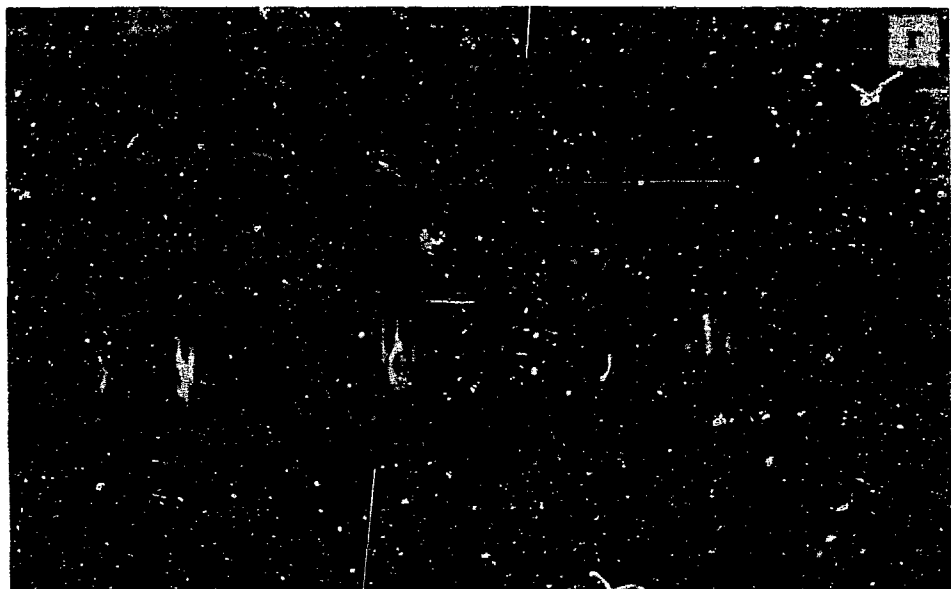


Рис. 1. Фотографии следов электронов в ксеноновой сцинтиляционной камере при различных давлениях: а, б, в - вид сверху при 75, 150, 300 тор, г, д - вид сбоку при 75 и 150 тор.

ставлял собой металлический диск, окруженный плексигласовым изолятором толщиной 8 мм. Вторым электродом служила сетка из медной проволоки диаметром 0,1 мм, расстояние между отдельными проволоками равнялось 5 мм. На высоковольтный электрод подавался высоковольтный импульс с временем нарастания 10-12 нсек и спадом в несколько микросекунд. Амплитуда высоковольтного импульса варьировалась в пределах 50 - 300 кВ. В камере наблюдались треки электронов от бета-источника (^{90}Sr). Эксперименты проводились с ксеноном и ксенон-гелиевой смесью. Добавка ксенона контролировалась по манометру при составлении исходной смеси с 10% ксенона, а затем оценка концентрации ксенона велась по кратности разбавления смеси гелием.

Экспериментальные результаты

При работе камеры с чистым ксеноном наблюдается резкая зависимость качества треков в камере от давления. Как и в гелии ^{4/}, наблюдается исчезновение треков на фоне общего свечения газа, но это исчезновение в ксеноновой стримерной камере происходит уже при низких давлениях. При повышении давления от 75 до 150 тор поперечный размер стримера /вид сбоку/ в чистом ксеноне увеличивается, а с дальнейшим увеличением давления треки исчезают. На рис. 1 показаны фотографии треков в ксеноновой стримерной камере при давлениях 75, 150 и 300 тор. Видно, что при давлении 300 тор трек исчезает /на фотографии присутствуют только хаотически разбросанные по всему объему камеры стримеры/. Ранее были получены фотографии только в смеси неона с 15% ксенона ^{3, 5/}. При этом также наблюдалось исчезновение треков при дальнейшем увеличении примеси ксенона. Такое же ограничение по концентрации ксенона мы имеем в смеси ксенон-гелий. Поскольку при таких концентрациях разряд идет уже только в ксеноне, а гелий /или неон/ можно считать "наполнением", не оказывающим существенного влияния на разряд, то существенным является парциальное давление ксенона."

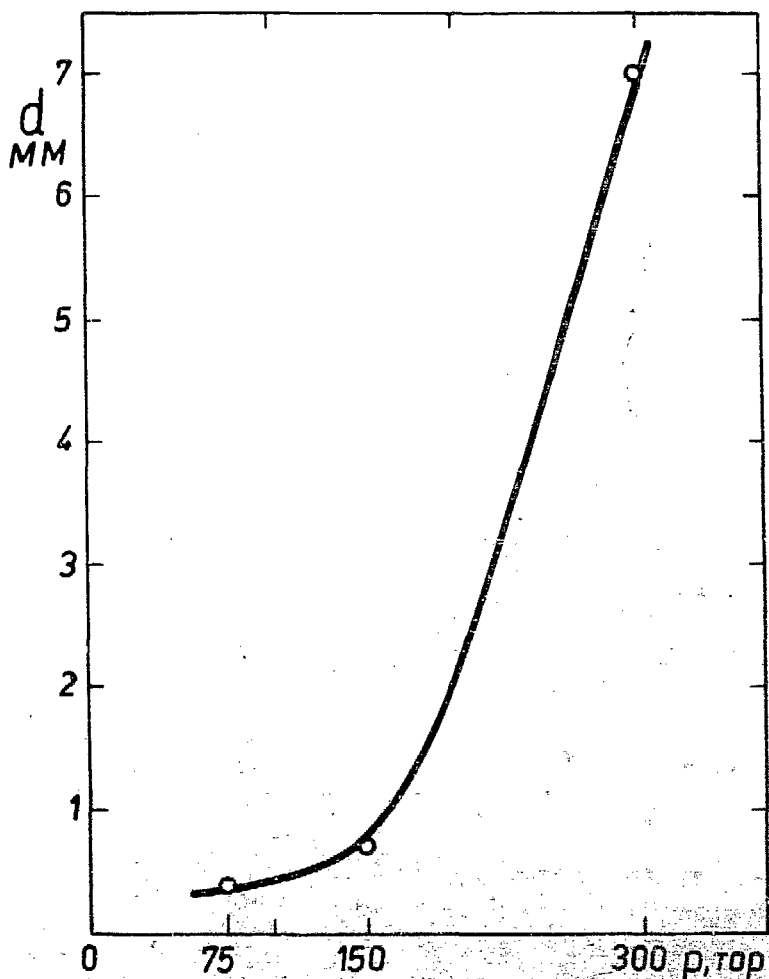


Рис. 2. Зависимость среднеквадратичного разброса стримеров от давления.

Кроме вышеописанных особенностей, следует отметить, что стримеры в ксеноне имеют резко выраженные области яркого свечения в районе первичной лавины, поэтому при малых давлениях треки имеют хорошую локализацию. При повышении давления характер отдельных стримеров не изменяется, но наблюдается значительный разброс ярко светящихся участков на стримерах, расположенных вдоль трека. Этот разброс эквивалентен разбросу стримеров в направлении, перпендикулярном электрическому полю /рис. 2/. Все это говорит о значительном вкладе вторичной ионизации, вызываемой фотонами, чо-

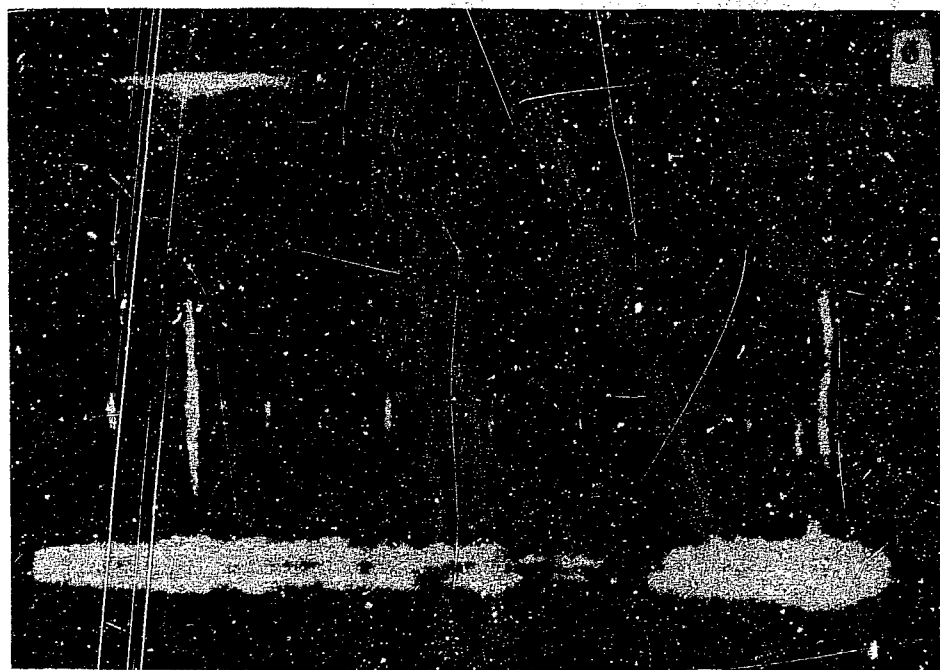
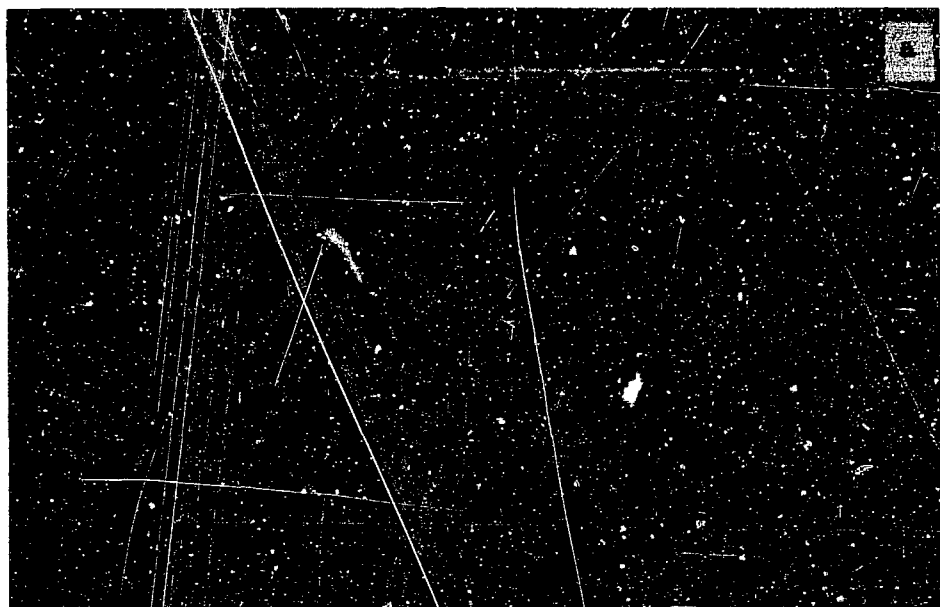


Рис. 3. Фотографии /вид сбоку/ следов электронов: а - в чистом гелии; б - в смеси гелия и 3,5% ксенона.

являющимися на первых стадиях стримерного разряда, в механизм исчезновения трека при повышении давления.

Хорошая локализация следов в ксеноне при низких давлениях позволила надеяться на получение локализации треков и в смеси с гелием. Зависимость формы газового разряда в гелии от концентрации примеси ксенона исследовалась при фиксированном давлении смеси 710 тор. Как и в случае углеводородных добавок, при введении ксенона наблюдается сужение ярко светящейся области разряда и появление характерных локализованных областей на стримерных разрядах по треку.

На рис. 3 показаны фотографии, снятые через боковую стенку камеры в случае чистого гелия и в смеси гелия с 3,5% ксенона. То, что эффект наступает при достаточно большой $> 1\%$ концентрации ксенона, и факт независимости числа стримеров с резкой локализацией от напряжения, по-видимому, говорит о том, что локализация свечения обязана разряду в ксеноне, а не воздействию ксенона

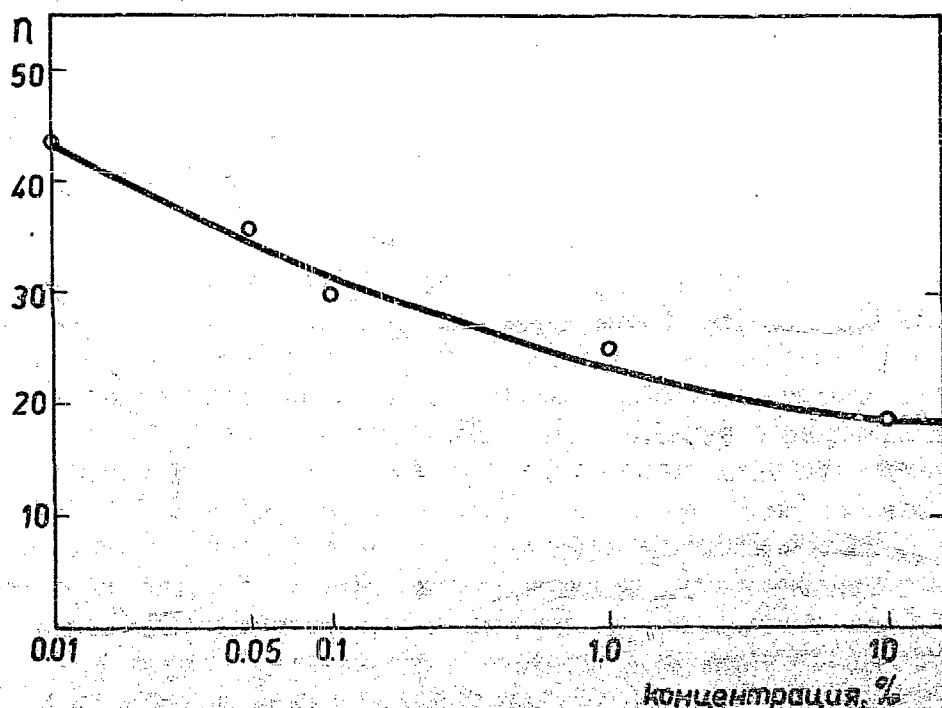


Рис. 2. Зависимость числа стримеров на единицу длины следа /20 см/ от концентрации ксенона.

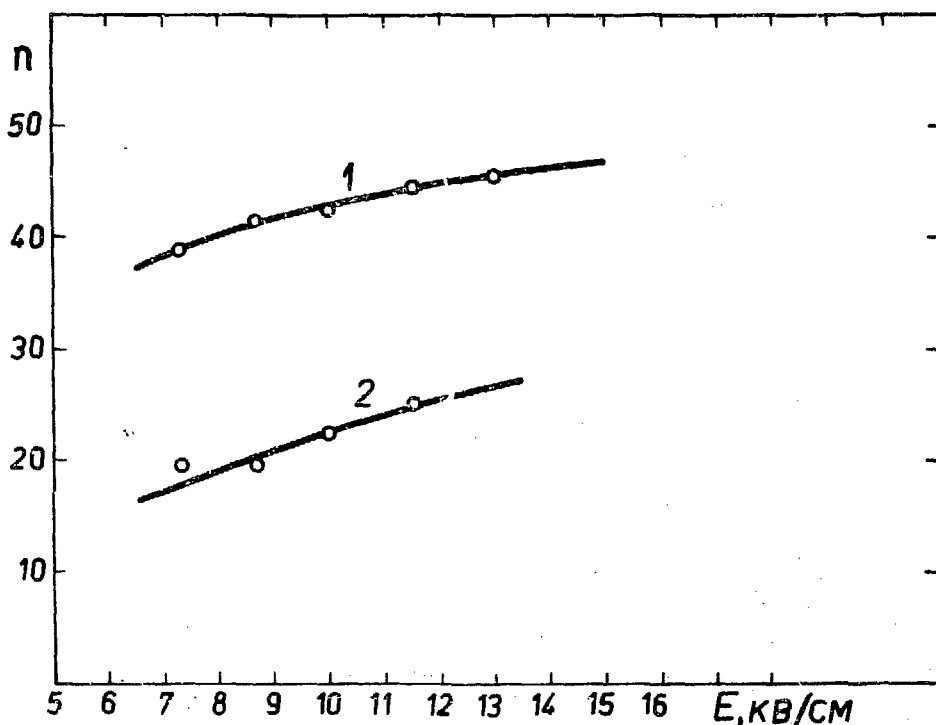


Рис. 5. Зависимость числа стримеров на преке от напряженности электрического поля: 1 - в чистом гелии; 2 - в смеси гелия и 1% ксенона.

на разряд в гелии. В пользу этого мнения говорит и изменение цвета разряда /спектр сдвигается в коротковолновую часть/.

Несколько неожиданной особенностью гелий-ксеноновой смеси является снижение числа стримеров на единицу длины следа при увеличении концентрации ксенона /см. рис. 4/; причем количество стримеров в гелий-ксеноновой смеси меньше, чем в чистом ксеноне, при одинаковом парциальном давлении ксенона. Такое поведение разряда можно было бы объяснить при малых концентрациях ксенона, допустив, что разряд идет в гелии, а примесь ксенона снижает среднюю энергию электронов, что эквивалентно снижению величины электрического поля и, как следствие, снижению числа регистрируемых стримеров. Однако неизменный характер зависимости и при больших концентрациях заставляет отнести этот эффект за счет больших флуктуаций в скоростях развития стримеров

в смеси и подавления части стримеров на поздних стадиях развития разряда. В пользу такого представления говорит и некоторый рост общего числа стримеров в зависимости от напряжения. На рис. 5 представлена зависимость общего числа стримеров от напряженности электрического поля.

Важной характеристикой стримерной камеры является время памяти. Как оказалось, добавка ксенона практически не влияет на время памяти /в пределах до 16 мксек/ гелиевой стримерной камеры, как видно из рис. 6. Такое поведение указывает на слабый вклад в механизм памяти времени жизни метастабильных атомов при исследуемых концентрациях.

Работа камеры с органической добавкой при повышенном давлении /4/ сопровождается изменением ее харак-

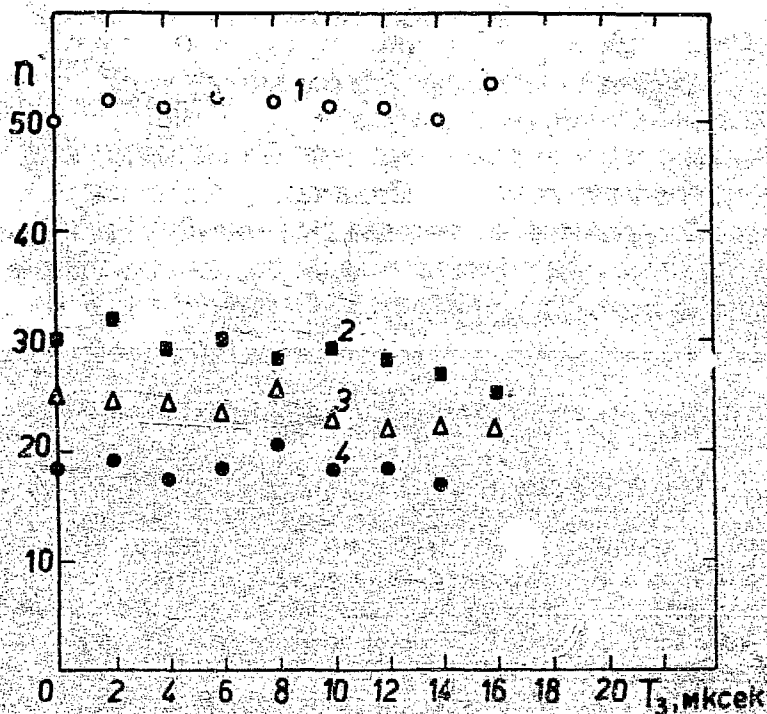


Рис. 6. Число стримеров на единицу длины следа /20 см/ как функция задержки высоковольтного импульса при различных концентрациях ксенона: 1 - чистый гелий; 2 - 0,1% ксенона; 3 - 1% ксенона; 4 - 10% ксенона.

терности /яркости, локализации следов, величины рабочей зоны/ в зависимости от числа срабатываний, что связано, по-видимому, с изменением первоначально введенных веществ под действием электрического разряда. Примесь ксенона позволяет получить треки при давлении смеси до 4 атм. В этом случае ксенон работает, по-видимому, как эквивалент органической добавки /вследствие большой разницы в положении электронных уровней гелия и ксенона/. При концентрации ксенона 0,04% в смеси гелий-ксенон при давлении 4 атм в камере наблюдались треки электронов хорошего качества, причем характер треков не изменился после 5000 срабатываний, хотя при органической добавке такое число срабатываний уже приводило к заметному изменению качества треков.

Заключение

Исследование характеристик гелиевой стримерной камеры с добавкой ксенона показывает, что ксенон может быть использован как добавка к гелию для улучшения работы камеры и расширения диапазона давлений в камере, наполненной гелием. Показана возможность работы стримерной камеры с чистым ксеноном. Получены фотографии следов электронов в камере, наполненной чистым ксеноном, вплоть до давления 150 тор.

Литература

1. И.И.Громова, В.И.Никаноров, Г.Петер, А.Ф.Писарев. Исследование характеристик разрядных камер, наполненных неоном с различными добавками. Р-1498, Дубна, 1964.
2. I.V.Falomkin, M.M.Kulyukin, G.Pontecorvo, Yu.A.Shcherbakov. Nucl.Instr. and Meth., 53, 267 (1967).
3. К.М.Авакян, Э.М.Матевосян. ПТЭ, 5, 68 /1970/.
4. I.V.Falomkin, M.M.Kulyukin, D.V.Pontecorvo, Yu.A.Shcherbakov. Nuovo Cim., 34, 1394 (1964).
5. Э.С.Беляков, М.П.Лорикян и др. ПТЭ, 6, 43 /1973/.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 сентября 1974 года.