

Авторы благодарны Г. Т. Зацепину за полезные советы.

Поступило в Редакцию 16/IV 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Г л о т о в, А. В. Е л п и д и н с к и й, В. А. З а г р е б и н. В сб. «Космические лучи», № 9, 1967, стр. 31.

2. И. Р. Б а р а б а н о в, Г. Т. З а ц е п и н, А. А. П о м а н с к и й. Доклад на Юбилейной республиканской конференции УССР, Ужгород, 1967.  
3. Г. Е. К о ч а р о в, Г. А. К о р о л е в. «Изв. АН СССР. Сер. физ.», 25, 237 (1961).  
4. И. Р. Б а р а б а н о в, В. Б. В е ш н и к о в, А. А. П о м а н с к и й. «Приборы и техника эксперимента», № 2, 109 (1967).  
5. Г. Е. К о ч а р о в, В. О. Н а й д е н о в. Там же, № 3, 5 (1966).

## Увеличение относительного светового выхода жидких сцинтилляторов с помощью ультразвука

В. Г. ГРАЦИНСКИЙ, В. Г. ТЫМИНСКИЙ

УДК 539.1.074.3

В данной работе исследуется возможность использования ультразвука для повышения относительного светового выхода жидких сцинтилляционных детекторов. Как известно [1], звуковое поле умеренной интенсивности может породить в жидкости явление кавитации, при котором получается слабый свет, визуально наблюдаемый в темноте, так называемое явление звуколюминесценции. Спектр люминесценции непрерывный и простирается примерно от 7300 Å до области ультрафиолетового излучения.

В проведенных экспериментах применялось ультразвуковое поле, которое само по себе не приводит к люминесценции сцинтиллятора. В качестве источника ультразвуковых волн был использован импульсный излучатель из пермендюра. Цилиндр набирался из пластины толщиной 0,1 мм, склеенных в вакууме эпоксидной смолой. Высота цилиндра 40 мм, внутренний диаметр 50 мм, внешний — 70 мм. Преобразователь возбуждался от генератора электрических импульсов (рис. 1) с помощью разрядов конденсатора  $C_2$  через разрядник  $P_1$ . Начальное напряжение на конденсаторе около 1200 в. При таком возбуждении магнитоотриктор совершал импульсные колебания с собственной частотой ~30 кгц и максимальной амплитудой смещения внутренней поверхности около 2,5 мм. Согласно работе [2], интенсивность ультразвука в импульсе вблизи поверхности излучателя для воды составляет 10 вт/см<sup>2</sup>. Принимая для цилиндрических излучателей коэффициент концентрации 5—10 [2], можно считать, что интенсивность ультразвука в импульсе вблизи оси цилиндра составляет 50—100 вт/см<sup>2</sup>. Поскольку частота посылок импульсов составляла 100 гц (скважность ~0,01), средняя интенсивность ультразвука,

с которой облучалась исследуемая жидкость, имела величину порядка 0,5—1 вт/см<sup>2</sup>. Излучатель ультразвука помещали в стеклянный цилиндр (диаметром 75 мм и высотой 60 мм), объем которого заполняли исследуемым жидким сцинтиллятором (рис. 2). Оптический контакт между контейнером со сцинтиллятором и фотокатодом ФЭУ создавался вазелиновым маслом. Предварительно было установлено, что ультразвуковое поле не приводит к изменению работы ФЭУ. Все измерения проводили в идентичных условиях с использованием источника  $\gamma$ -излучения  $Co^{60}$ .

Исследовали несколько жидких сцинтилляторов (см. таблицу), [3, 4], для каждого из которых на ФЭУ измеряли амплитуды импульсов в интервале напряжений 1200—1800 в (через 100 в). Среднее значение амплитуд, полученных при указанных напряжениях, сравнивали с амплитудами импульсов от монокристалла стильбена. Ошибка измерений не превышала  $\pm 10\%$ .

Как видно из результатов измерений, приведенных в таблице, ультразвуковое поле при облучении жидких сцинтилляторов  $\gamma$ -квантами приводит к увеличению

### Относительная амплитуда импульсов (ОАИ) жидких сцинтилляционных счетчиков при облучении их ультразвуком (объем жидкости 50 см<sup>3</sup>)

Растворитель	Активаторы на 1 л растворителя	ОАИ	Увеличение ОАИ при облучении ультразвуком
Толуол	4 г PPO; 0,05 г PPOP	0,65	1,25
Ксилол	0,05 г PPOP	0,70	1,25
Фенилциклогексан	0,05 г PPOP	0,65	1,33
Вазелиновое масло	4 г PPO; 0,05 г PPOP; 100 г нафталина	0,60	2,00
Полиэтиленоксановая жидкость № 5 (ТУ 2416—54)	4 г PPO; 0,1 г PPOP; 100 г нафталина	0,60	3,0—4,0
Стильбен	—	1,00	—

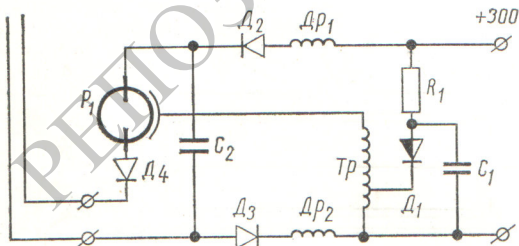


Рис. 1. Схема электрического генератора для возбуждения магнитоотриктора:

$R_1$  — 390 ком;  $C_1$  — 0,025 мкф;  $D_1$  — Д227И;  $D_{P1}$  —  $D_{P2}$  ( $L = 1$  гн,  $R = 50$  ом);  $D_2$  —  $D_4$  — Д226Б;  $C_2 = 0,5 \cdot 1200$  в;  $P_1$  — ИСК-25.

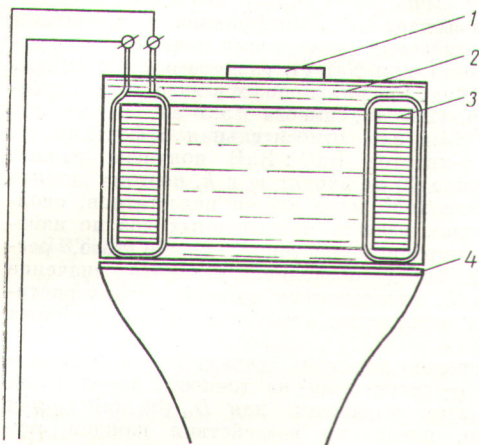


Рис. 2. Кювета с жидким сцинтиллятором:

1 — источник  $\gamma$ -излучения; 2 — сцинтиллирующая жидкость; 3 — магнитострикционный излучатель; 4 — фотокатод ФЭУ.

амплитуды импульсов с ФЭУ. Причем для растворов из толуола, ксилола и фенилциклогексана увеличение амплитуды импульсов незначительно (в 1,25 — 1,33 раза), тогда как для полиэтилсилоксановой жидкости амплитуда импульсов увеличилась в 3—4 раза.

## Определение дозы облучения легких дочерними продуктами радона по $\gamma$ -излучению грудной клетки

Л. С. РУЗЕР, С. А. УРУСОВ

Известно, что поглощенная доза определяется как отношение энергии, израсходованной ионизирующей частицей в ткани, к массе облучаемой ткани:  $D = \frac{\Delta E}{\Delta m}$ .

Энергия  $\Delta E$ , поглощенная в ткани, зависит от активности изотопов в дыхательной системе  $A(\theta)$ . В свою очередь, эта активность для случая вдыхания связана с концентрацией  $q$  изотопа в воздухе, скоростью  $v_t$  вдыхания и коэффициентом  $k$  задержки аэрозолей в легких:

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m} \int A(\theta) d\theta, \quad (1)$$

где  $A(\theta) = qv_t k \theta$ ;  $E$  — энергия  $\alpha$ -частиц или средняя энергия  $\beta$ -частиц, испускаемых ядрами радиоактивного изотопа;  $\theta$  — время вдыхания.

Для короткоживущих продуктов распада радона поглощенная доза определяется выражением [1]

$$D_{\alpha}(\theta) = qv_t k [q_A X_A(\theta) + q_B X_B(\theta) + q_C X_C(\theta)], \quad (2)$$

где  $q_A$ ,  $q_B$  и  $q_C$  — концентрации соответственно  $RaA$ ,  $RaB$  и  $RaC$ ;  $X_A(\theta)$ ,  $X_B(\theta)$  и  $X_C(\theta)$  характеризуют соответственно вклад  $RaA$ ,  $RaB$  и  $RaC$  в поглощенную дозу.

Вследствие колебаний величины  $v_t$  и недостаточно точного знания коэффициента задержки  $k$  неопределенность в величине активности  $A(\theta)$  изотопов, попавших в дыхательную систему, будет весьма большой.

Помимо  $\gamma$ -излучения представляет интерес выяснение аналогичного эффекта при регистрации  $\alpha$ -частиц. Для этого действию ультразвука был подвергнут жидкий диоксановый сцинтиллятор, регистрирующий  $\alpha$ -излучение  $U^{233}$ . При действии ультразвука эффективность сцинтиллятора увеличилась на 60%.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что ультразвуковое поле повышает относительный световой выход жидких сцинтилляторов и может быть использовано в сцинтилляционных счетчиках при регистрации частиц низких энергий.

В дальнейших исследованиях интересно выяснить механизм действия ультразвука на различные сцинтилляторы и связь его со свойствами используемых жидкостей.

В заключение авторы выражают глубокую признательность доктору геолого-минералогических наук В. Л. Шашкину за ценные советы и внимание к работе, а также научным сотрудникам ОИЯИ Л. Я. Жильдовой и Е. Н. Матвеевой за помощь в выполнении экспериментов.

Поступило в Редакцию 14/V 1968 г.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Методы и приборы ультразвуковых исследований. Под ред. У. Мезона. М., «Мир», 1967.
2. И. М а т а у ш е к. Ультразвуковая техника. М., Металлургиздат, 1962.
3. Л. Я. Ж и л ь д о в а и др. «Приборы и техника эксперимента», № 1, 79 (1967).
4. И. И. З е м с к о в а и др. Там же, № 10, 68 (1968).

УДК 541.182.3:539.128.4

По данным работы [2],  $v_t$  изменяется в зависимости от физической нагрузки в пределах 5—40 л/мин, величины  $q_A$ ,  $q_B$ ,  $q_C$  при постоянном источнике радоноразделения зависят от условий вентиляции, характера производимых работ (бурение, погрузка с использованием механизмов, работающих на сжатом воздухе), изменения местоположения работника в «эманатории» с разными концентрациями и в различных точках и т. д. Коэффициент  $k$  зависит от запыленности, величины  $v_t$ , индивидуального строения органов дыхания и т. д. Следует учитывать, что существующие методы измерения концентраций продуктов распада радона имеют значительные погрешности [3, 4].

В работе [5] предложен метод измерения  $\gamma$ -излучения производных радона, осевших в легких. В литературе [6] описаны методы определения  $\gamma$ -активности тела человека чувствительностью в теле порядка  $10^{-10}$  кюри. В рассматриваемом случае задача значительно упрощается вследствие того, что активность порядка  $10^{-8}$  кюри дочерних радона, накопившихся в легких при концентрациях в воздухе на уровне предельно допустимых, локализована в грудной клетке.

В настоящей работе учтен вклад  $RaB$  в  $\gamma$ -излучение грудной клетки, оценено влияние изменения концентраций дочерних продуктов радона во вдыхаемом воздухе на регистрируемую дозу, описана транспортная установка для проведения измерений в полевых условиях.