

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ БОЛЬШИХ УДЕЛЬНЫХ
ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЙ, ПРОИЗВОДИМЫХ ЯДЕРНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

П. И. Голубничий, П. И. Лядошкин, Г. С. Каложный,
В. Г. Кудленко, С. И. Масленников, К. Ф. Озлов, В. И. Яковлев

УДК 53.082.4; 53.082.7

Предложен метод детектирования ядерных частиц с большим удельным энерговыделением, основанный на прямой регистрации кавитационных эффектов, производимых частицами. Проанализированы особенности метода и перечислены возможные эксперименты, где он был бы наиболее эффективен.

Сравнительно недавно /Г-3/ было обнаружено наличие короткоживущего плазменного состояния, реализующегося при коллапсе неоднородности, образующейся в жидкости при различных типах искрового разряда (например, при иницировании микроразрядов высоковольтным импульсом, взрывом тонких проводников или сфокусированным лазерным излучением). Речь идет о возникновении световой вспышки ($E \approx 10^{-12}$ Дж, $t \approx 10^{-6} - 10^{-8}$ сек) и соответствующего ей ударноакустического импульса ($A > 10^3$ бар), сдвинутых относительно момента иницирования на время, равное периоду пульсации образующейся неоднородности (кавитационной полости) $T \approx 1,83 R_{\max} (\rho/P)^{1/2}$, где P - гидростатическое давление, ρ - плотность жидкости /4/. Указанный параметр можно считать фактически временем жизни неоднородности. Заметим, что предельный размер неоднородностей (со стороны минимальных радиусов), от которых был с уверенностью зарегистрирован эффект, составляет $R_{\max} \approx 10^{-2}$ см, а при иницировании их ультразвуком (см., например, /5/) $R_{\max} \approx 3 \cdot 10^{-3} - 10^{-2}$ см.

Это позволяет, по-видимому, сделать вывод, что характер обсуждаемого класса явлений не зависит от способа иницирования неоднородности.

В настоящей работе мы хотим указать на имеющуюся, на наш взгляд, уже в настоящее время возможность прямой регистрации ка-

витационных эффектов (типа обнаруженных в /1-3/), т.е. на возможность прямой регистрации быстротекающих плазмоакустических макроявлений, имеющих место при коллапсе неоднородностей, инициированных ядерными частицами, обладающими необходимой энергией E и достаточными удельными потерями dE/dx . Другими словами речь идет о принципиальной возможности создания плазмоакустического (кавитационного) способа детектирования ядерных агентов, характеризующихся определенными значениями E и dE/dx .

Рассмотрим, какие имеются основания для подобного утверждения.

1. Из вылепведенных данных следует, что фактически работа детектора по указанному принципу уже промоделирована вплоть до минимальных размеров неоднородности $r \approx 3 \cdot 10^{-5} - 10^{-2}$ см (это могло бы соответствовать энерговыделению частицы с $E > 2000$ Мэв и $dE/d(\rho x) > (1-3) \cdot 10^4$ Мэв.г⁻¹.см²). Укажем, что такие численные значения E и $dE/d(\rho x)$ получаются при аппроксимации данных, приведенных в /6/. В настоящее время мы проводим экспериментальные исследования, направленные на снижение минимальных размеров неоднородностей, от которых был бы с уверенностью зарегистрирован эффект (в том числе и при инициировании неоднородностей нейтронами или ядерными осколками деления).

2. Имеется ряд работ, в которых экспериментально показано, что при обычных термодинамических условиях в жидкостях существуют микроскопические парогазовые зародыши (неоднородности), инициированные непосредственно нейтронами или осколками деления /7-9/. Так, в /9/ приведены данные о возбуждении мощным ультразвуком сонолюминесцентных явлений в жидкостях на зародышах, инициированных быстрыми нейтронами ($E \approx 10$ Мэв).

3. В работе /10/ приведены теоретические расчеты предполагаемого гидродинамического эффекта при торможении осколков деления в жидкости. Показано, что развивающиеся в области трека в этот момент (т.е. в момент инициирования зародыша) давления составляют примерно 50 кбар.

По нашим данным (см. также /3/) для событий, инициированных коротким лазерным импульсом ($t_d \sim 10^{-8}$ сек), ударно-акустические импульсы при инициировании неоднородности и при ее коллапсе сравнимы по величине. Отсюда следует, что примерно таких

же давлений (т.е. порядка десятков килобар) следует ожидать и при коллапсе объекта, инициируемого ядерными осколками деления.

Укажем далее на некоторые особенности и возможности обсуждаемого метода детектирования.

1) Наличие ударноакустического импульса (или ударноакустического импульса и светового импульсов - если вещество детектора прозрачно), как нового признака при отборе событий, резко улучшает фоновые условия при проведении определенного круга экспериментов.

2) Возможность (по крайней мере, в ряде случаев) определения энергии частицы.

3) Хорошее временное разрешение (10^{-5} - 10^{-7} сек).

4) Удовлетворительное пространственное разрешение (~ 1 см), определяющееся точностью нахождения координат события системой гидрофонов.

5) Принципиальная возможность иметь детекторы с неограниченно большими рабочими объемами. Можно также указать на возможность широкого варьирования состава рабочей среды (от ртути до обычной воды).

Использование предложенного метода возможно в следующих экспериментах:

1) Эксперименты по обнаружению любых частиц, обладающих необходимой энергией и достаточно большими удельными потерями, в том числе эксперименты по обнаружению таких гипотетических частиц, как монополю Дирака и тахионы (в соответствии с большинством теоретических работ /11,12/ этим частицам приписывается довольно интенсивное взаимодействие с веществом). Заметим, что для предложенного способа детектирования в принципе не важен механизм взаимодействия частицы со средой (лишь бы взаимодействие было достаточно интенсивным), так как из общих соображений ясно, что в конце концов любой вид потерь приведет к диссипации значительной доли энергии в виде тепла, что и необходимо для возникновения микроскопических парогазовых неоднородностей.

2) Исследование электроннофотонных каскадов, возникающих при ядерных взаимодействиях, особенно в области энергий $\sim 10^{14}$ - 10^{15} эв.

3) Применение предложенного способа детектирования будет, вероятно, также возможно при решении вопросов, связанных с дози-

метрии мощных нейтронных потоков и дозиметрией жидких сред с различной концентрацией делящихся ядерных материалов.

Авторы пользуются случаем поблагодарить Ряжскую О. Г. за интерес к работе и полезное обсуждение ряда вопросов.

Поступила в редакцию
15 марта 1976 г.

Л и т е р а т у р а

1. В. Г. Бенъковский, П. И. Голубничий, С. И. Масленников, К. Ф. Олзоев. ЖСП, 21, 154 (1974).
2. А. А. Бузуков, В. С. Тесленко. Письма в ЖЭТФ, 14, № 5, 286 (1971).
3. А. Г. Акманов, В. Г. Бенъковский, П. И. Голубничий, С. И. Масленников, В. Г. Шеманин. Акустический журнал, 19, 649 (1973).
4. К. А. Наугольных, Н. А. Рой. Электрические разряды в воде. М., "Наука", 1971 г.
5. Физика и техника мощного ультразвука. Под редакцией Л. Д. Розенберга, (Кн. II). М., "Наука", 1968 г.
6. P. Marietti, D. Sette, F. Wanderlingh. J. Acoust. Soc. Amer., 45, 515 (1969).
7. C. West. Nucl. Instr. Methods, 33, 361 (1965).
8. R. D. Finch. J. Acoust. Soc. Amer., 36, 87 (1964).
9. B. Hahn, R. W. Peacock. Nuovo Chim., 28, N 2, 334 (1963).
10. В. И. Гольдманский, Е. Я. Ланцбург, Р. А. Ямпольский. Письма в ЖЭТФ, 21, № 6, 365 (1975).
11. "Монополю Дирака". Сб. ст. под ред. Болотовского Б. Н. "Мир", М., 1970 г.
12. В. С. Барашенков. УФН, 114, 133 (1974).