

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



C332.5  
A-465

1/16-74

P3 - 7634

1227/2-74

Ю.А.Александров, И.М.Матора

О ВОЗМОЖНОСТИ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ  
НЕПОСРЕДСТВЕННЫХ  $n-e$ -СОУДАРЕНИЙ

**1973**

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

РЗ - 7634

Ю.А.Александров, И.М.Матора

О ВОЗМОЖНОСТИ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ  
НЕПОСРЕДСТВЕННЫХ  $n-e$ -СОУДАРЕНИЙ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Экспериментальная ядерная физика располагает теперь установками, позволяющими вести измерения непосредственных столкновений элементарных заряженных частиц на кольцевых встречных пучках. Получаемая информация представляет особую ценность в связи с тем, что парные взаимодействия частиц здесь являются "чистыми", т.к. и налетающие частицы, и частицы-мишени являются, в отличие от исследуемых в обычных условиях эксперимента, элементарными.

Не меньший интерес, несомненно, представит и установка для изучения непосредственных столкновений нейтрон-электрон, идея которой предлагается ниже. Предлагается, что установка может быть реализована на современном уровне развития техники.

Конечно, нельзя надеяться получить в течение разумного периода времени достаточную статистику, если изучать, например, взаимодействия прямых встречных пучков нейтронов /например, от стационарного реактора/ и электронов /например, от линейного индукционного ускорителя/. В этом случае выход  $I_1$  в 1 сек в  $1 \text{ см}^3$  объема взаимодействия будет

$$I_1 = \Phi_1 \tau f \sigma \frac{\Phi_2}{v_2}, \quad /1/$$

где  $\Phi_1$  - пиковый поток электронов, летящих из ускорителя,  $\tau$  - длительность импульса электронов,  $f$  - частота повторений импульсов,  $\sigma$  - сечение процесса взаимодействия,  $\Phi_2$  - поток нейтронов,  $v_2$  - их скорость /обычно нерелятивистская/.

Подстановка численных значений в /1/, определяемых возможностями современных ускорителей и реакторов, приводит к слишком малому значению  $I_1$ .

Однако необходимую статистику получить можно, если перед направлением пучка электронов на объем взаимодействия свернуть пучок в кольцо возможно меньшего радиуса. Тогда каждый электрон будет проходить через рабочий объем многократно, благодаря чему выход увеличится в  $n$  раз, где

$$n = \frac{\text{время существования кольца}}{\text{период обращения электрона в кольце}} \quad /2/$$

В случае ультрарелятивистских электронов время существования кольца определяется главным образом потерями энергии на синхротронное излучение. Если, например, это время принять равным 100 мксек, скорость электронов взять близкую к скорости света,  $c = 3 \cdot 10^{10}$  см/сек, то при диаметре кольца  $\sim 1$  м

$$n \approx 10^4.$$

Кроме этого, дополнительный выигрыш в выходе получится, если взять не непрерывный, а импульсный реактор с длительностью импульса  $T$ , близкой ко времени существования электронного кольца. По этой причине число взаимодействий возрастет во столько раз, во сколько пиковое значение потока нейтронов импульсного реактора  $\Phi_2^u$  будет больше, чем  $\Phi_2$ , а полное число столкновений  $I$  будет равно

$$I = k I_1, \quad /3/$$

где

$$k = n \frac{\Phi_2^u}{\Phi_2}. \quad /4/$$

Оценим  $I$ , которое может быть получено, например, на сооружаемой в ЛНФ ОИЯИ системе импульсный реактор ИБР-2 + линейный индукционный ускоритель ЛИУ-30. В этой системе достижимы следующие параметры /1/: пиковый поток тепловых нейтронов  $\Phi_2^u$  внутри замедлителя ожидается  $\sim 10^{17}$  н/см<sup>2</sup>сек, длительность импульса реактора  $T \sim 100$  мксек, частота повторений импульсов

$$5 \text{ 1/сек. При этих значениях } f \text{ и } T \quad \frac{\Phi_2^u}{\Phi_2} = \frac{1}{fT} = 2 \cdot 10^3.$$

От ускорителя в каждом импульсе ожидается  $\sim 10^{15}$  электронов, которые могут быть свернуты в кольцо с большим диаметром ( $\sim 1$  м) и малым ( $\sim 5$  см). Последнее не представит затруднений, т.к., хотя циркулирующий ток в кольце будет превосходить  $10^4$  а, действие объемного заряда почти полностью скомпенсируется известным множителем

$$1 - \frac{v^2}{c^2} < \frac{1}{3600} \text{ для энергий электронов } \geq 30 \text{ МэВ.}$$

В этих условиях время существования кольца будет больше чем 100 мксек. Если объем взаимодействия будет  $\sim 100$  см<sup>3</sup>, то число взаимодействий нейтрон-электрон с сечением процесса

$$\sigma = 5 \cdot 10^{-32} \text{ см}^2/\text{стерад} \text{ составит } 1 - 5 \text{ в сек, а}$$

скорость счета детектора с полезной площадью  $100$  см<sup>2</sup>, расположенного на расстоянии  $1$  м от объема взаимодействия, будет  $0,05$  отсчет/сек, что достаточно для проведения эксперимента.

Напомним, что по сравнению с установкой на прямых пучках от стационарного реактора с такой же средней мощностью и того же ЛИУ-30 выход был бы в  $k = 2 \cdot 10^7$  раз меньше.

Необходимое постоянное магнитное поле, удерживающее электронное кольцо, не превзойдет нескольких тысяч эрстед, и оно может быть без большого труда создано в непосредственной близости от реактора.

Конечно, представит значительную трудность проблема устранения фона от кулоновских взаимодействий электронов с ядрами остаточного газа, но она также разрешима уже теперь, так как давления остаточного газа в камере взаимодействия в  $10^{-10} - 10^{-12}$  тор достижимы. Кроме этого, если воспользоваться при экспериментах методом сравнения результатов с пучком нейтронов и без него, то возможно будет получить правильные данные и при больших давлениях.

*Литература*

1. И.М.Франк. Препринт ОИЯИ, РЗ-5754, Дубна, 1971.

*Рукопись поступила в издательский отдел  
25 декабря 1973 года.*