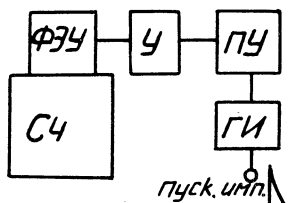


ДЕТЕКТОР С ЖИДКИМ СПИНТИЛЛЯТОРОМ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ

И. В. Волобуев, Б. В. Гранаткин, А. И. Исаков

При облучении твердой дейтериевой мишени короткими световыми импульсами от лазера образуется высокотемпературная плазма. Температура и плотность ее достаточны для протекания синтеза ядер D-D. Плазма становится источником быстрых нейтронов. Применительно к малоинтенсивному нейтронному выходу был разработан счетчик лазерных нейтронов, описанный в работах /1/, /2/. Принцип регистрации основан на замедлении быстрых нейтронов в водородосодержащем спинтиллаторе счетчика. Последующее поглощение тепловых нейтронов атомами водорода сопровождается испусканием γ -квантов, которые и регистрируются детектором. Наблюдающийся в настоящее время прогресс в лазерной технике приводит к постепенному увеличению нейтронного выхода за лазерную вспышку /3/. В связи с этим изменяются требования, предъявляемые к детекторам лазерных нейтронов. Требование высокой чувствительности постепенно заменяется требованиями повышения быстродействия и упрощения конструкции счетчиков. На рис. 1 представлена блок-схема счетчика быстрых нейтронов, разработанного с учетом новых требований. Принцип действия счетчика прежний /1/, /2/. Замедлителем нейтронов является жидкий спинтиллатор /4/, состоящий из растворителя уайт-спирита (C_nH_{2n+2} $n = 8 \div 12$), органического активатора типа ПЮ и сместителя спектров типа ЮЮП. Стоимость спинтиллатора в основном определяется стоимостью спинтиллирующих добавок и примерно в 50 раз дешевле стоимости пластмассового спинтиллатора на основе полистирола. Спинтиллатор зашит в алюминиевый контейнер размером 30 x 30 x 28 см³. Внутренняя поверхность контейнера покрыта белой эмалью типа ЕС 57/21.

Световые вспышки проходят через плексигласовый иллюминатор и регистрируются фотоумножителем ФЭУ-49. Сигнал с фотоумножителя после прохождения через диодный ограничитель и двухкаскадный быстродействующий усилитель с коэффициентом усиления ~ 80 и полосой пропускания ~ 13 МГц попадает на быстродействующее пересчетное устройство типа Ш-9. Ш-9 открывается на 300 мксек



Р и с. 1. Блок-схема регистрирующей аппаратуры счетчика СЧ - - счетчик, ФЭУ - фотоумножитель ФЭУ - 49, У - усилитель, ПУ - - пересчетное устройство Ш-9, ГИ - генератор импульсов Г-5-15.

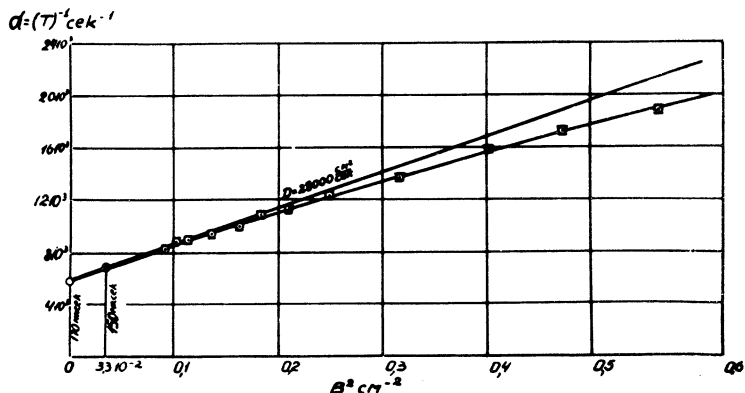
стартовым сигналом, задержанным на 40 мксек относительно лазерной вспышки и сформированным в генераторе импульсов типа Г5-15. Вместо Г5-15 можно использовать генератор сдвинутых импульсов типа Г5-7А. Тогда второй выход генератора служит для подачи запирающего импульса на модулирующие электроды фотоумножителей. Запирание фотоумножителей предотвратит возможную перегрузку ФЭУ-49 и электронной аппаратуры импульсами от рентгеновского излучения плазмы и от протонов отдачи.

40-микросекундная задержка начала регистрации нейтронов относительно лазерной вспышки определялась "рабочим диапазоном регистрации" счетчика, т.е. временным интервалом, в котором спад нейтронной плотности имеет чисто экспоненциальный характер. Для описываемого счетчика он простирается от 40 до 800 мксек.

Так же, как в работах /1/, /2/ исследовались эффективность и быстродействие счетчика. Измеренное значение эффективности счетчика для DD-нейтронов составляет $0,06 \pm 0,008$. При такой эффективности фон от радиоактивных загрязнений помещения и материала счетчика составляет $1,3 \cdot 10^3$ импульсов в секунду, т.е. менее одного импульса за интервал регистрации - 300 мксек. Из-

меренное значение мертвого времени счетчика и регистрирующей системы $(0,2 \pm 0,05) \cdot 10^{-6}$ сек.

Для определения эффективности детектора необходимо знание времени жизни нейтронов T в замедлителе счетчика уайт-спирите.



Р и с. 2. Зависимость декремента затухания нейтронной плотности $\alpha = 1/T$ в уайт-спирите от геометрического параметра.

рите. T зависит от размеров замедлителя. На рис. 2 представлен график зависимости декремента затухания нейтронной плотности $\alpha = 1/T$ от так называемого геометрического параметра замедлителя B^2 , связанного с размерами замедлителя. В случае замедлителя цилиндрической формы $B^2 = (2,405)^2(R + Z_0)^{-2} + \pi^2(H + 2Z_0)^{-2}$, для замедлителя призматической формы $B^2 = \pi^2[(a + 2Z_0)^{-2} + (b + 2Z_0)^{-2} + (c + 2Z_0)^{-2}]$, где R и H - соответственно радиус и высота цилиндрического блока замедлителя, a , b , c - длины ребер призмы, $Z_0 = 2,13D/\bar{v}$ - длина экстраполяции, D и \bar{v} - соответственно, коэффициент диффузии и скорость тепловых нейтронов в уайт-спирите. Из измеренной параболической зависимости $\alpha(B^2) = (1/T_0) + DB^2 - cB^4$ методом наименьших квадратов найдены коэффициент диффузии $D = (28000 \pm 2000)$ $\text{см}^2/\text{сек}$ и коэффициент диффузионного охлаждения $c = (7000 \pm 3500)$ $\text{см}^4/\text{сек}$ для тепловых нейтронов в уайт-спирите при

комнатной температуре. $T_0 = (\Sigma_2 \bar{v})^{-1}$ - среднее время жизни нейтронов в бесконечно большом объеме уайт-спирита. В соответствии с литературными данными /5/ при расчете D и C для комнатной температуры (16°C) T_0 принимали равным $T_0 = 170$ мксек. Значение времени жизни тепловых нейтронов T, взятое из графика рис. 2 для геометрического параметра $B^2 = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-2}$, соответствующего размерам замедлителя нашего счетчика, хорошо совпадает с величиной $T = (150 \pm 3) \cdot 10^{-6}$ сек, полученной из непосредственных измерений затухания нейтронной плотности в нашем сцинтилляционном счетчике.

Измерения были выполнены с помощью временного многоканального анализатора типа АИ-256. Источником нейтронов служил импульсный генератор DD- и DT-нейтронов.

Авторы благодарят О. Г. Ряжскую за предоставление жидкого сцинтиллятора и обсуждение работы, А. А. Тихомирова и Д. Н. Горбунова за помощь в работе и полезные консультации.

Поступила в редакцию
6 июня 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. Б. В. Гранаткин, А. И. Исаков, О. Г. Ряжская, А. А. Тихомиров, Препринт ФИАН № 70, 1972 г.
2. Б. В. Гранаткин, А. И. Исаков, А. А. Тихомиров. "Краткие сообщения по физике" № 6, 62 (1972).
3. Н. Г. Басов, О. Н. Крожин, Г. В. Склизков, С. И. Федотов, А. С. Шкапов. Препринт ФИАН № 123, 1971 г.
4. А. В. Воеводский, В. Л. Дадькин, О. Г. Ряжская, ПТЭ, I, 85 (1970).
5. К. Бекурц, К. Виртц. Нейтронная физика. Атомиздат, 1968 г.