

*Письма в ЖЭТФ, том 13, стр. 691 – 694*

*20 июня 1971 г.*

## **ГЕНЕРАЦИЯ НЕЙТРОНОВ В ЛАЗЕРНОЙ $\text{CD}_2$ -ПЛАЗМЕ, НАГРЕВАЕМОЙ ИМПУЛЬСАМИ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ**

**Н. Г. Басов, В. А. Бойко, С. М. Захаров, О. Н. Крохин,  
Г. В. Склизков**

**1.** При нагревании лазерным излучением плазмы, содержащей ионы дейтерия к настоящему времени удалось зарегистрировать нейтроны как в случае использования импульсов пикосекундного [1, 2], так и наносекундного [3] диапазонов. Эти эксперименты различаются как режимом нагревания (теплопроводный и газодинамический режим) так и химическим составом мишени.

В настоящей работе сообщается о регистрации нейтронов при нагревании плазмы импульсом лазерного излучения с параметрами, близкими к [3], но в отличие от этой работы в качестве мишени был использован дейтерированный полиэтилен ( $\text{CD}_2$ )<sub>n</sub>. Наличие тяжелых ионов в дейтериевой плазме должно приводить, согласно [4], к возрастанию температуры и уменьшению плотности по сравнению с чистым дейтерием

$$T = T_D Z^{2/3} \left( \frac{2}{Z+1} \right)^{2/3} \left( \frac{A}{2} \right)^{2/9},$$

$$N = N_D Z^{-1} \left( \frac{2}{Z + 1} \right)^{1/2} \left( \frac{A}{2} \right)^{1/6},$$

где  $Z$ ,  $A$  – средний заряд и вес иона,  $T_D$ ,  $N_D$  – температура и плотность в случае чистого дейтерия.

2. Для нагревания использовался неодимовый лазер с пятью каскадами усиления. Схема эксперимента приведена на рис. 1. Луч лазера с помощью линзы с  $f = 100 \text{ мм}$  фокусировался на мишень из порошкообразного полиэтилена, расположенную в вакууме. Форма импульса излучения приведена на рис. 2, а. При необходимости луча не хуже  $5 \cdot 10^{-4} \text{ рад}$  размер нагреваемой площади определялся линзой и составлял  $1 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$ . Лазер давал энергию  $\sim 80 \text{ дж}$ , однако, для лучшей стабильности результатов, эксперименты велись при меньших значениях энергии. Фокусирование излучения производилось на поверхность мишени.

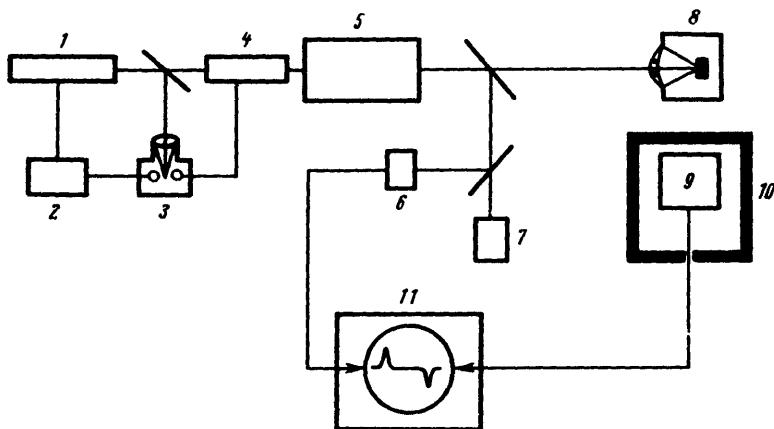
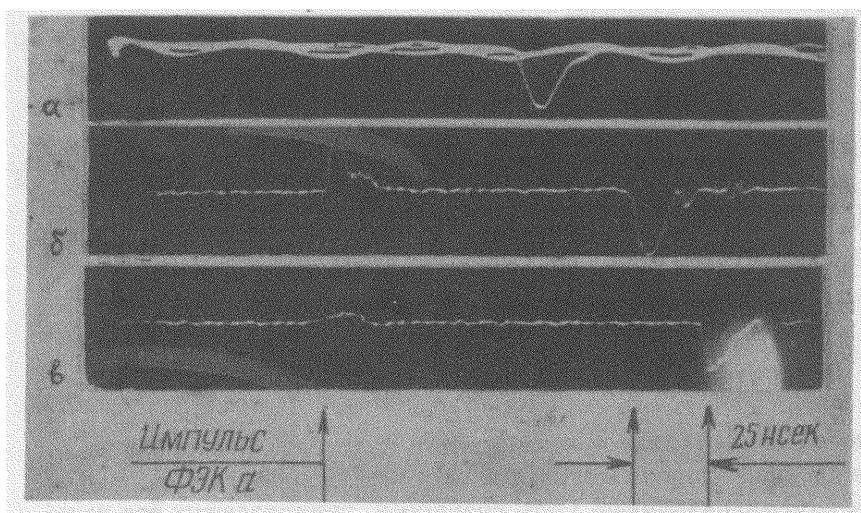


Рис. 1. Схема эксперимента: 1 – неодимовый лазер с модулированной добротностью, 2 – генератор прямоугольных импульсов, 3 – разрядник с лазерным поджигом, формирующий импульс на обрезающий затвор 4, 5 – система усиительных каскадов, 6 – коаксиальный фотоэлемент (ФЭК), 7 – калориметр, 8 – камера с мишенью, 9 – сцинтилляционный детектор, 10 – свинцовый экран, 11 – осциллограф

Рентгеновское и нейтронное излучение регистрировалось с помощью фотоумножителя с пластическим сцинтиллятором имеющим размеры: диаметр 8 см, длина 8 см. Фотоумножитель регистрировал световую вспышку от протонов отдачи в случае регистрации нейтронов и от фотонов и комптон-электронов при регистрации рентгеновского излучения.

3. На рис. 2, б, в приведены импульсы от нейтронного детектора при расстоянии сцинтиллятора от мишени 10 и 60 см, соответственно. В качестве временной отметки служил импульс лазера с коаксиального фотоэлемента, регистрируемый на той же развертке. Время пролета нейтронов регистрировалось по относительной задержке нейтронных им-

пульсов. Это время составляло **25 нсек**, что соответствует скорости нейтронов  $2 \cdot 10^9$  см/сек, приобретаемой в результате реакции. При этом сцинтиллятор и фотоумножитель экранировались свинцовым экраном толщиной 1,5 см для защиты от жесткого рентгеневского излучения, энергия квантов которого оценивалась в специальных экспериментах с толстым Al (1,5 см) и Cu (0,5 см) фильтрами. Эти измерения, проведенные при меньшей мощности лазера, показали наличие квантов с энергией 100 кэв и выше. По всей видимости эти  $\gamma$ -кванты выбиваются из стенок камеры быстрыми электронами, так как при перекрытии толстым свинцовым фильтром (заведомо не пропускающим  $\gamma$ -кванты) зоны прямой видимости детектора из точки фокуса не приводило к заметному уменьшению потока. Механизм образования быстрых электронов в лазерной плазме не ясен.



**Рис. 2.** *a* – осциллограмма импульса лазера, частота калибровочной синусоиды 100 миц; *б, в* – осциллограммы импульсов с детектора нейтронов, расположенного от мишени на расстоянии 10 и 60 см, соответственно, в начале развертки регистрируется усиленный по амплитуде импульс лазера

Минимальное количество нейтронов легко оценивается из того факта, что на расстоянии 60 см фотоумножителем регистрировался не менее одного нейтрона. Это дает для общего количества нейтронов не менее  $10^3$ . Нейтроны регистрировались при уменьшении энергии до 14 дж.

В заключение отметим, что применение тяжелых мишений в режиме неравновесного нагрева, как было отмечено в работе [5], может окаться перспективным для получения мощных источников нейтронов.

Физический институт  
им. П.Н.Лебедева  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
12 мая 1971 г.

## Литература

- [1] N.G.Basov, P.G.Kriukov, S.D.Zakharov, Yu.V.Senatski, S.V.Tchekalin.  
IEEE J.Quantum Electronics, QE-4, 864, 1968.
  - [2] G.W.Gobeli, J.C.Bushnell, P.S.Peercy, E.D.Jones. Phys. Rev., 188,  
300, 1969.
  - [3] F.Floux, D.Cognard, L.Denoend, G.Piar, D.Parisot, J.L.Bobin, F.De-  
lobean, C.Fauguignon. Phys. Rev., A, 1, 821, 1970.
  - [4] O.N.Krokhin. Proc. of the Intern. School of Physics Enrico Fermi,  
Course XLVIII, Academic Press NY - L, 1971.
  - [5] Ю.В.Афанасьев, Э.М.Беленов, О.Н.Крохин, И.А.Полуэктов. Письма  
в ЖЭТФ, 13, 257, 1971.
-