

- [5] Архипов В.И., Казакова Л.П., Лебедев Э.А., Руденко А.И. // ФТП. 1987. Т. 21. В. 4. С. 724-727.
- [6] Spear W.E. // Phys. Soc. 1957. V. 70. N 45. P. 669-675.
- [7] Pfister G., Scher H. // Phys. Rev. 1977. V. 15. N 4. P. 2062-2083.
- [8] Коломиец Б.Т., Лебедев Э.А., Казакова Л.П. // ФТП. 1978. Т. 12. В. 9. С. 1771-1773.
- [9] Барановский С.Д., Бордовский Г.А., Казакова Л.П., Лебедев Э.А., Любин В.М., Савинова Н.А. // ФТП. 1984. Т. 18. В.6. С. 1016-1020.

Поступило в Редакцию
18 февраля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 12

26 июня 1990 г.

04; 05

© 1990

ЯДЕРНАЯ РЕАКЦИЯ НА КАТОДЕ В ГАЗОВОМ РАЗРЯДЕ

А.Б. Карабут, Я.Р. Кучеров,
И.Б. Савватимова

В настоящей работе приводятся данные по осуществлению ядерной реакции на катоде в газовом разряде в среде дейтерия.

Разряд зажигался (рис. 1) в водоохлаждаемой камере 1 между анодом 5 и сменным катодом 4, закрепленным на катододержателе 2. Катод был выполнен из Pb фольги толщиной 0.1 мм. Температура катода измерялась $W-Re$ и $X-K$ термopарами 3, градуировка обеспечивала абсолютную погрешность порядка одного градуса. Камера предварительно вакуумировалась и заполнялась дейтерием при давлении 2-10 мм рт.ст. В качестве источника электропитания использовался стабилизированный трансформаторный источник напряжения с величиной пульсации напряжения не более 5 %. Ток разряда изменялся в пределах (10-500) мА, напряжение горения разряда составляло (50-500) В. В основной серии экспериментов использовались катоды из палладия.

В эксперименте быстрые нейтроны регистрировались с помощью сцинтилляционных детекторов (датчики радиометров РУП-1) и газоразрядных (Ne^3) нейтронных датчиков типа СНМ-18. В датчике радиометра используется сцинтиллятор из ZnS , активированного серебром. Сигналы с обоих типов датчиков через предусилители,

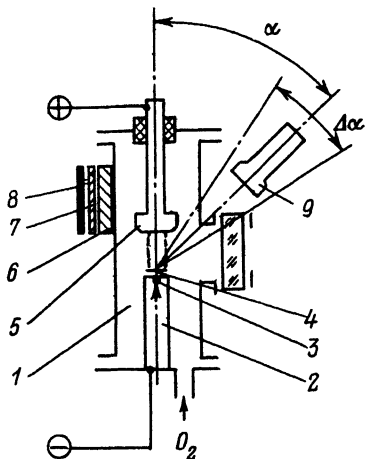


Рис. 1. Схема установки: 1 - камера, 2 - катододержатель, 3 - термопара, 4 - катод, 5 - анод, 6 - замедлитель, 7 - алюминиевая фольга, 8 - фотопленка, 9 - датчик быстрых нейтронов.

выполненные на микросхеме 544УД2, подавались на пересчетное устройство ПСО-2-4 и цифроречать БЗ-15.

Измерительные системы калибровались по источникам быстрых нейтронов на основе $Pu-Be$

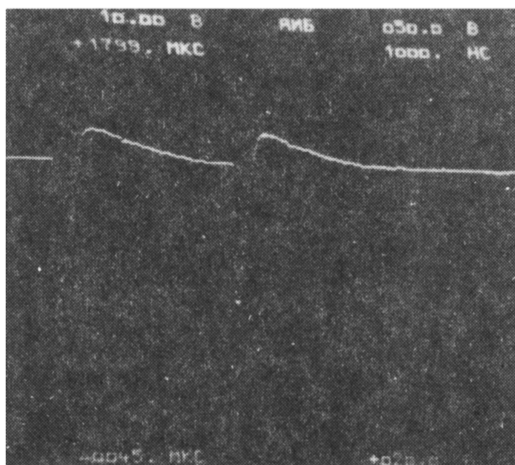
(интенсивность 10^6 нейтрон/с) и изотопа калифорния ^{252}Cf (10^8 нейтрон/с). Для перевода показаний пересчетного устройства в абсолютные значения нейтронного потока использовалась два радиометра РУП-1, шкала которых была откалибрована с точностью $\approx 10\%$. Абсолютная погрешность измерений нейтронного потока составляла $\approx 50\%$. Эффективность датчика $\approx 0,05$. Естественный фон системы регистрации быстрых нейтронов на основе датчиков СНМ-18 составлял $\approx 10^{-2}$ импульса в секунду. Наводки возникали в моменты изменения тока разряда. Их уровень определялся в экспериментах с разрядом в водороде при сохранении остальных параметров и составлял ≈ 10 импульсов в секунду. Для потока быстрых нейтронов интенсивностью $\approx 10^6$ н/с сигнал с датчика равен ≈ 2000 импульса в секунду.

Наличие потока нейтронов устанавливалось по форме импульсов с датчиков СНМ-18 при помощи осциллографов С1-102 и С9-8 (рис. 2). При этом форма импульсов наводок существенно отличается от формы нейтронных сигналов.

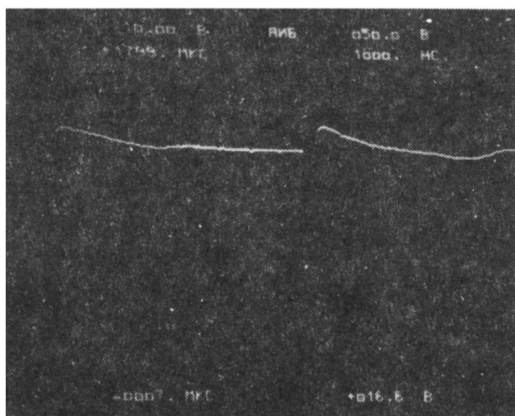
Распределение вторичного проникающего излучения фиксировалось на фотопленке 7 марки РТ-1 через замедлитель из оргстекла 6 и алюминиевую фольгу.

При горении разряда в дейтерии максимальная величина регистрируемого нейтронного потока составила ≈ 2000 н/(см²·с) на расстоянии 1 м (РУП-1) и $1,04 \cdot 10^4$ импульсов в секунду на расстоянии 0,3 м (СНМ-18). Размещение различных металлических экранов между разрядной камерой и датчиками не влияет на их показания. Слой парафина толщиной 20 мм несколько увеличивает регистрируемый сигнал, а слой парафина в 100 мм и 1 мм листового кадмия снижают сигнал. Ввиду непостоянства значения потока нейтронов во времени количественные измерения эффективности замедления провести затруднительно.

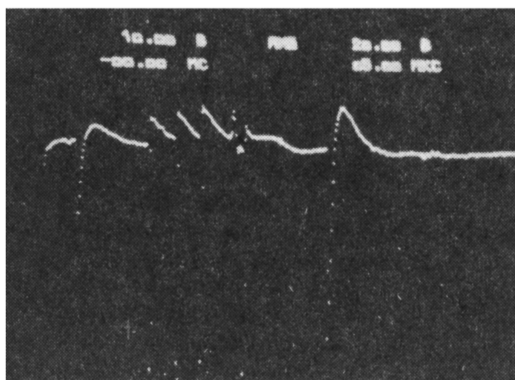
Выход нейтронов начинается спустя некоторое время $\Delta\tau$ после зажигания разряда. Значение $\Delta\tau$ уменьшалось при увеличении тока разряда.



а



б



в

Рис. 2. Осциллограммы сигналов с датчика СНМ-18: а - поток нейтронов от $Pu-Be$ источника (10^6 нейтрон/с), б, в - поток нейтронов с катода газового разряда в дейтерии; (б - единичный импульс, в - "пакет" импульсов).

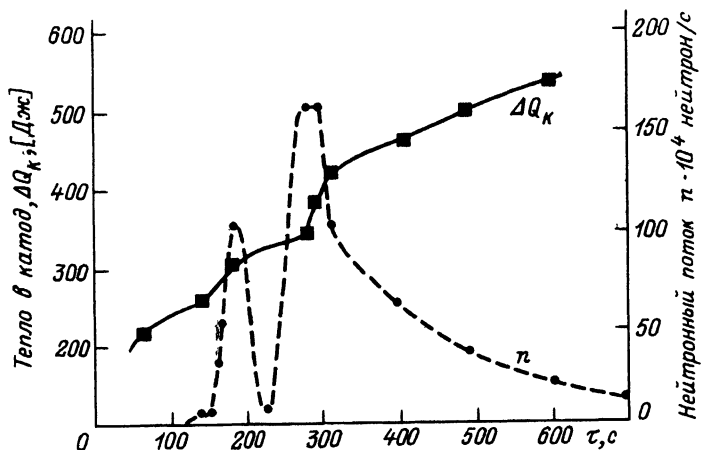


Рис. 3. Изменение потока быстрых нейтронов и тепла, поступающего в палладиевый катод от времени эксперимента при постоянном токе разряда.

В экспериментах обнаружен пороговый температурный эффект протекания ядерной реакции. При превышении температуры палладиевого электрода выше 500 К (нагрев осуществлялся до 1300 К) реакция прекращалась. При этом выдержка при высокой температуре и предварительное дейтерирование палладия приводят к снижению интенсивности реакции. Предварительное гидрирование в среде водорода повышает температурный порог регистрации реакции до ≈ 800 К. Наблюдается сильная зависимость интенсивности реакции от качества поверхности катода. Для одинаковых образцов имеется 100%-я воспроизводимость результатов. Для отдельных типов образцов проведено более десяти экспериментов.

При работе с палладиевым катодом средняя величина нейтронного потока резко растет с увеличением тока разряда. При этом наблюдаются характерные „пакеты“ импульсов на фоне среднего сигнала. Длительность пакетов составляет 10^{-4} – 10^{-2} секунды, а пакет может содержать от нескольких до $\approx 10^3$ импульсов. Появление пакета носит случайный характер.

Из распределения нейтронного потока во времени (рис. 3) можно предположить, что существует некоторое предельное суммарное число актов ядерной реакции на единицу поверхности, что связано с деградацией поверхностного слоя катода. По нашим оценкам для палладия оно составляет 10^8 – 10^{10} н/см².

По результатам измерения тепла, поступающего в катод, наблюдается (рис. 3) связь прироста температуры с ростом интенсивности нейтронного излучения при постоянном токе разряда.

Измеренный максимальный поток нейтронов с единицы площади палладиевого катода равен $\approx 10^7$ н/(см²·с).

Поступило в Редакцию

2 августа 1989 г.

В окончательной редакции

с 1 апреля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 12

26 июня 1990 г.

02; 03; 04

© 1990

РОЛЬ ЭЛЕКТРОННО-ВОЗБУЖДЕННЫХ МОЛЕКУЛ АЗОТА В ПРОЦЕССАХ ОКИСЛЕНИЯ АЗОТНОЙ КОМПОНЕНТЫ ВОЗДУХА ПРИ ИМПУЛЬСНОМ РАЗРЯДЕ

И.А. К о с с ы й, А.Ю. К о с т и н с к и й,
А.А. М а т в е е в, В.П. С и л а к о в

До настоящего времени исследования процессов окисления атмосферного азота в низкотемпературной плазме стимулировались главным образом необходимостью решения плазмохимической задачи эффективного связывания свободного азота [1]. Однако с постановкой проблемы беспроводной передачи энергии на большие расстояния [2,3] и появлением проекта ретрансляции радиоволн искусственными ионизированными областями [4, 5] их значение заметно возрастает. В рамках проекта предусматривается длительное поддержание достаточно мощным СВЧ излучением разрядов в стратосфере, которые, как указывалось в [6], могут привести к локальной деградации озонового слоя.

Моделирование плазмохимических процессов, протекающих при электрическом разряде в газовых смесях из молекул N_2 и O_2 большинство авторов проводило на основе реакций с участием атомов N и O , которые образуются за счет диссоциации исходных молекул электронным ударом. В некоторых случаях [7] в реакциях типа $N_2 + e \rightarrow 2N + e$ учитывалось появление электронно-возбужденных атомов $N(^2D)$, эффективно окисляющихся молекулами кислорода, находящихся в состоянии $a^1\Delta_g$, на процесс формирования озонной компоненты смеси в послеразрядный период.

В данной работе исследуется роль электронно-возбужденных молекул азота при осуществлении импульсного разряда в воздушной смеси ($[N_2] : [O_2] = 4 : 1$). Реакции с участием этих частиц могут радикально сказаться на физико-химической кинетике явлений в условиях, когда приведенные электрические поля E_{eff} близки к пробойным ($E_{eff}/n \approx 10^{-15}$ В·см², где n – концентрация нейт-