

Оценка радиационного воздействия струнно-вихревых солитонов

Шишкин Александр Львович, г. Дубна
 ООО «Внедренческая фирма АВК-БЕТА»
 Татур Вадим Юрьевич, г. Москва
 Фонд перспективных технологий и новаций

Аннотация. Приводятся расчеты поражающего фактора в виде струнно-вихревых солитонов (СВС), который является одним из главных в радиационном воздействии на материалы, электронику и биологические организмы. Приведены характеристики микрократеров на поверхности фотопленок от СВС. Обращено внимание на необходимость создания защиты от СВС и проведения дополнительных исследований.

Ключевые слова: струнно-вихревые солитоны, МагнетоТороЭлектрические кластеры, поражающие факторы, защита от нового излучения

Начало этой работы положил О.Д. Маслов осенью 2010 года. К этому времени было осознано, что многочисленные и разнообразные следы на рентгеновских фотопленках не являются дефектами пленки, а остаются как след от взрывной распаковки МагнетоТороЭлектрического кластера [1,2] с выбросом потока электронов, в том числе, ускоренных до 6-10 кэВ. Например, это часто встречающийся след на фотопленках в виде «зонтика» или «птички» (фото 1).

По предложению О.Д.Маслов были проведены исследования поверхности фотопленки под «птичкой», где были обнаружены микрократеры (фото 2). Стало понятно, что мы с соавторами [1,2] зафиксировали новый вид излучения.



Фото 1. Объекты в виде «зонтика» и/или «птичек»

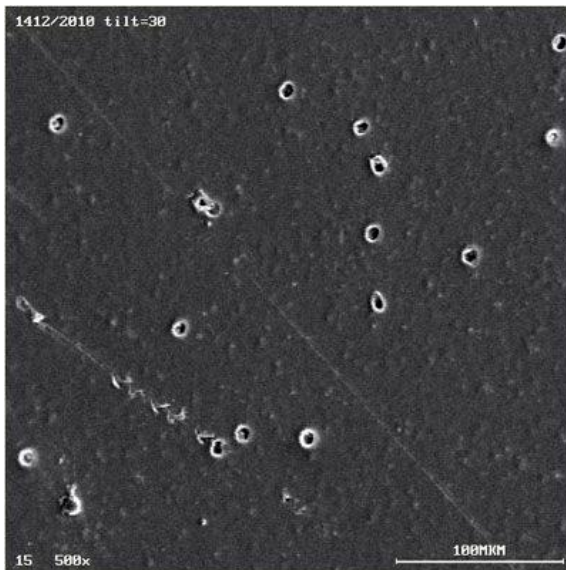


Фото 2. Микрократеры при 500-т кратном увеличении

Результаты анализа экспериментов

В работах [1,2] описаны следы от воздействия «нейтринно»-кластерного излучения, в том числе, от струнно-вихревых солитонов (СВС), которые на рентгеновских пленках оставляют следы в виде микрократеров. Авторы

[2] утверждают, что именно СВС являются «одним из главных поражающих факторов радиационного воздействия сопутствующего ионизирующего излучения на материалы, электронику и биологические организмы». На основе экспериментальных данных сделана попытка оценить уровень радиационного воздействия СВС.

На фото 3 показан поперечный профиль микрократера (МК). Вещество из внутренней полости МК выброшено струнно-вихревым солитоном и располагается в виде отвала. Поэтому при просмотре этого объекта на микроскопе с нижней подсветкой внутренняя часть МК будет светлой, а отвал отображается как темный ободок.

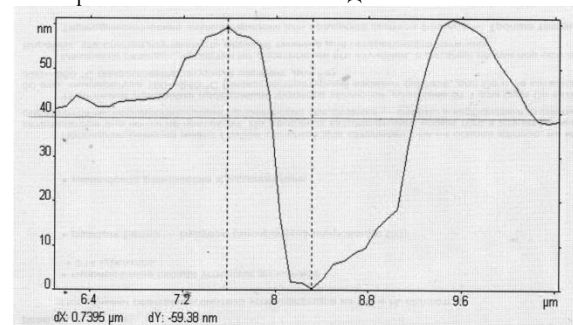


Фото 3. Микрократер при поперечном сканировании

Экспериментально установлено [1], что диаметр (d) выемки микрократера прямо пропорционален атомному весу (A) выпавшего из оболочки изотопного ядра:

$$d = 0,078 \cdot A, \text{ мкм}$$

МК, показанный на фото 3, имеет диаметр в плоскости фотопленки около 1,1 мкм и глубину, также от плоскости пленки – 38 нм. Этот след соответствует СВС азота [1]. На основании длительных наблюдений авторы **предполагают, что величина объема микрократера не зависит от атомного веса (A) и является постоянной.** Косвенным подтверждением данного предположения является то, что микрократеры с маленькими диаметрами более глубокие, чем большие МК, и поэтому на кадрах отображаются более яркими.

Оценку энергии, выделенной СВС на фотопленке, можно сделать по объему ($V_{кр}$) микрократера. Если аппроксимировать выемку МК конусом, где высоте конуса $h_{кр}$ соответствует глубина выемки, а площадь ($S_{кр}$) конуса равняется площади МК в плоскости фотопленки, то

$$V_{кр} = S_{кр} \cdot h_{кр} / 3, \text{ или } 1,6 \cdot A^2 \cdot h_{кр} \cdot 10^{15} \text{ м}^3$$

Тогда, если энергия необходимая для испарения этого объема материала задается формулой

$$Q_{кр} = c \cdot \rho \cdot V_{кр} \cdot \Delta T, \text{ где}$$

c – удельная теплоемкость материала фотопленки, ρ – плотность материала фотопленки, ΔT – разность темпера-

тур между температурой пленки при измерении и температурой испарения, то поглощенную дозу (D) с учетом одинаковости геометрических параметров кратеров можно рассчитать по формуле:

$$D = k_1 \cdot c \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot N \cdot S_{\text{пл}} \cdot h_{\text{кр}} / (3 \cdot S_{\text{пл}} \cdot \rho \cdot \Delta L) =$$

$$= k_1 \cdot c \cdot \Delta T \cdot N \cdot V_{\text{кр}} / V_{\text{пл}}$$

где k_1 - градуировочный коэффициент, N - количество кратеров от воздействия, $S_{\text{пл}}$ - площадь кадра используемой фотопленки, ΔL - толщина поврежденного слоя кадра, $V_{\text{пл}}$ - объем кадра поврежденной фотопленки

По результатам экспериментов с точностью 10% было определено, что высота кратера $h_{\text{кр}} = 7,5 \cdot 10^6 / A^2$.

С учетом величины площади кратера, рассчитанной через его диаметр, объем МК, образованного от СВС азота (фото 3), равен $1,2 \cdot 10^{20} \text{ м}^3$.

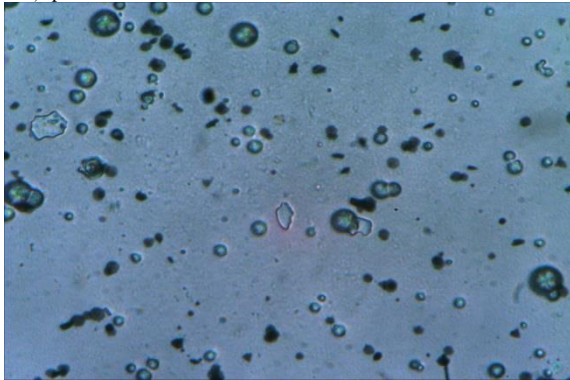


Фото 4. Микрократеры на кадре 1_17 рентгеновской фотопленки

Грубую оценку выделенной энергии можно сделать через энергию, которую требуется затратить на нагрев воды, расположенной в объеме микрократера, на 100°C . Эта энергия будет равна $3,78 \cdot 10^{12} \text{ Дж} = 23,6 \text{ МэВ}$. Толщина поврежденного слоя пленки равняется 40 нм, плотность материала близка к 10^3 кг/м^3 . В случае, если будет обнаружен один микрократер на 1 см^2 облученного слоя фотопленки весом $4 \cdot 10^9 \text{ кг}$, то поглощенная доза будет равна $9,45 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$, или $9,45 \cdot 10^4 \text{ Гр}$.

На фото 4 показан кадр размером 220 мкм на 165 мкм фотопленки ($S_{\text{пл}} = 3,63 \cdot 10^8 \text{ м}^2$, $\Delta L = 4 \cdot 10^8$, поэтому $V_{\text{пл}} = 1,45 \cdot 10^{15} \text{ м}^3$, $m_{\text{пл}} = 1,45 \cdot 10^{12} \text{ кг}$ для воды), которая длительное время находилась за свинцовой защитой в рентгеновском кабинете, а затем в течение 20-ти минут подвергалась облучению от СВС, генерируемых кавитатором.

На этом кадре зарегистрировано 86 микрократеров, что соответствует поглощенной дозе около $2,24 \cdot 10^2 \text{ Дж/кг}$ или $2,24 \cdot 10^2 \text{ Гр}$, из них около $0,75 \cdot 10^2 \text{ Гр}$ относится к излучению от кавитатора. Важный прикладной характер данных исследований заключается в том, что с помощью фотопленок удалось обнаружить два локальных (шириной до 0,6 см) направления излучения, каждый с мощностью поглощенной дозы по $2,24 \cdot 10^2 \text{ Гр/час}$. Сразу оговоримся, что полученные оценки относятся к тонкому поврежденному слою. Если за основу взять всю толщину пленки (0,8 мм) и две поврежденные поверхности, то величина поглощенной дозы пленкой будет ниже максимальной в 10^4 раз. Поэтому мощность поглощенной дозы от кавитатора оценивается величиной $2,24 \cdot 10^2 \text{ Гр/час}$.

Попробуем произвести расчет поражающего фактора СВС на примере микрообъектов, например, эритроцитов,

которые по форме напоминают двояко вогнутый диск со средним диаметром диска 8,5 мкм, с толщиной диска -2 мкм. Величина $S_{\text{пл}} \cdot \rho \cdot \Delta L$ соответствует весу микрообъекта. Средний объем эритроцита - 93 мкм^3 , поэтому средняя масса эритроцита оценивается величиной 10^{15} кг . Если СВС попадает в эритроцит, то поглощенная доза D рассчитывается как

$$D = 3,78 \cdot 10^{12} (\text{Дж}) / 10^{13} (\text{кг}) = 37,8 \text{ Дж/кг} = 37,8 \text{ Гр}$$

При такой величине поглощенной дозы с высокой долей вероятности эритроцит будет поврежден смертельно.

Поглощенная доза для лейкоцитов, средняя масса которых на порядок больше массы эритроцита, оценивается величиной 3,78 Гр. Эта поглощенная доза может быть и не губельны для лейкоцита, но повреждения, нанесенные СВС, могут привести к лейкемии.

Заключение.

1. При прохождении через материал солитоны оставляют следы только на поверхности. Поэтому, например, в пачке фотопластинок струнно-вихревые солитоны повреждают только поверхности фотопластинок, если между ними имеется щель более высоты «буравника» солитона (h):

$$h = k / A^2,$$

где A - атомный вес выпавшего из оболочки ядра, $k = 7,5 \cdot 10^6 \text{ м}$ - коэффициент, определенный экспериментально. Учитывая свойства СВС преобразовываться при прохождении через вещество в солитоны, соответствующие атомам этого вещества, то можно оценить допустимую щель между листами фотопластинок в 29-30 нм, что соответствует СВС кислорода.

Интересно, что немного преобразуя Формулу Ридберга, описывающей длины волн в спектрах излучения атомов химических элементов

$$\lambda = n_1^2 \cdot n_2^2 / [(n_1^2 - n_2^2) \cdot (R \cdot Z^2)],$$

где R - константа Ридберга ($\approx 1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$), Z - атомный номер, n - номера орбит для генерации излучения λ , полагая $Z \approx A/2$, получим

$$\lambda = k_1 / A^2, \text{ где}$$

$$k_1 = 4 \cdot n_1^2 \cdot n_2^2 / [(n_1^2 - n_2^2) \cdot R],$$

для азота $A = 28$, $n_1 = 4$ и $n_2 = 3$ имеем $k_1 = 7,48 \cdot 10^6 \text{ м}$, а $\lambda \approx h = 3,8 \cdot 10^8 \text{ м}$

2. В организме человека будут подвергаться повреждению от СВС рыхлые органы, например, легкие, пищевой тракт, суставы, костные полости, эритроциты, лейкоциты, а также поверхности глаз, полостей рта, носа и ушей.

3. Грубые оценки вреда от СВС можно легко уточнить путем градуировки методики с помощью источников ионизирующих излучений.

4. Авторы настоятельно призывает научное сообщество к изучению обнаруженного явления, так как от этого зависит здоровье многочисленных экспериментаторов и обслуживающего персонала как при проведении исследований с высоковольтными разрядами, с фемтосекундными лазерами, так и при эксплуатации (помимо ядерно-физических установок) турбин и кавитаторов.

Настоящую работу посвящаем памяти Фангиля Ахматгареевича Гареева, Валентина Петровича Зрелова и Олега Дмитриевича Маслова.

www.esa-conference.ru

Литература:

1. Шишкин А.Л., Баранов В.А., Виноградова А.В., Дубовик В.М., Татур В.Ю. «Исследование характеристик МагнетороЭлектрических излучений с помощью фотопленочных детекторов» // «Академия Тринитаризма», М., публ.17244, 21.01.2012, URL: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/004a/02311041.htm> (дата обращения 20.11.2017)
2. Шишкин А.Л., Дубовик В.М., Куролес В.К., Татур В.Ю., Исследование характеристик «нейтринно»-кластерного излучения // «Академия Тринитаризма», М., публ.23979, 20.11.2017, URL: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001f/00163510.htm> (дата обращения 20.11.2017)