01

КВАНТОВО-ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ И МЕХАНИЗМ ХОЛОДНОГО ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

© *Н.Н.Фимин*

Подавляющее большинство существующих моделей холодного ядерного синтеза [1] базируется на использовании аппарата квантовой механики "чистых состояний". Таким образом, фактически игнорируется весьма существенная особенность процессов насыщения дейтерием палладия, а именно — наличие диффузионного потока дейтонов высокой интенсивности. Вполне целесообразным представляется провести последовательный анализ эффектов корреляции при их движении в кристаллической решетке как с точки зрения их явного электромагнитного взаимодействия в многочастичном ансамбле, так и с точки зрения квантовой статистики.

Оптимальным формализмом в этом случае несомненно является вигнеровское представление квантовой механики, использующее в качестве основного понятие "функции Вигнера" или квазивероятности [2]. Рассмотрим с использованием данной методы механизм низкотемпературного синтеза.

Фактически, дейтоны в решетке являются тяжелыми поляронами малого радиуса; но при адсорбции входе электролиза, а тем более ионной имплантации, псевдоатомы дейтерия обладают достаточной кинетической энергией, чтобы оправдать применимость для описания эволюции исследуемой системы квантового уравнения Лиувилля (Власова–Вигнера) [3].

Ограничимся анализом наиболее простой постановки задачи: система "дейтоны в решетке" одномерна, наличествует слабое вырождение, внешнее поле пока полагаем отсутствующим; в стационарном случае пусть $f_1(x,p) = f_0(|p|) + f(x,p)$, $f_0 \gg f$, где $f_1(x,p)$ — одночастичная функция Вигнера, $f_0(|p|)$ — распределение Бозе, отвечающее температуре дейтонов T, а уравнение Лиувилля теперь

$$(p/m)\cdot\partial f/\partial x = \hat{A}\Big\{[f_0(p_1)\cdot f(x_2,p_2)] + [f(x_2,p_2)\cdot f(x,p_1)]\Big\},$$

$$\hat{A}[\cdot] = 2iN(2\pi)^{-2} \int \Big\{ U\left(|x - x_2 + x_3|\right) - U\left(|x - x_2 - x_3|\right) \times$$
$$\times \exp(2ix_3(p_1 - p)) \times [.] \cdot d_2 dx_3 dp_1 dp_2, \qquad \hbar = 1, \qquad (1)$$

где N — число дейтонов в системе, $U(|.|)$ — межчастичный потенциал взаимодействия, m — масса дейтона.

Для рассмотрения задачи на ветвление решений добавим сюда "граничное условие".

$$f_1(-\infty, p) = f_0(|p - \eta|), \qquad m^{-1} \cdot \eta \equiv \sigma \geqslant 0, \qquad (2)$$

где σ — свободный параметр бифуркационной задачи. Определим нелинейный оператор $\hat{W}(\sigma; f) \equiv (v + \sigma) \cdot \partial f / \partial x - \hat{A}\{[f_0 \cdot f] + [f \cdot f]\} = 0$, $v = p/m - \sigma$, причем производная Фреше $\hat{B}(\sigma_0) = \hat{W}'(\sigma_0; f)\Big|_{f=0}$ определяет условие возникновения нетривиального решения (1), (2) при $\sigma = \sigma_0$, где σ_0 — некоторая критическая величина (фактически скорость звука в системе). Если применить к $\hat{B}(\sigma_0)$ преобразование Фурье $\hat{F}\Psi(x) = (2\pi)^{-1/2} \cdot \int \Psi(x) \cdot \exp(ix\lambda) \cdot dx$, то получим обобщенную задачу на собственные значения: $i\lambda(v + \sigma_0)\hat{F}f = \hat{F}\hat{A}\{[f_0(p_1)f(x_2, p_2)]\}$.

Поскольку область значений $R(\hat{B}(\sigma_0))$ не замкнута, мы не можем применить классический метод Ляпунова–Шмидта исследования явления ветвления решений нелинейных уравнений [4]. Используем его модификацию, описанную для больцмановского аналога рассматриваемой задачи в работе [5]. В результате получим, как прямое следствие (1), (2), интегродифференциальное уравнение разветвления [6], переходящее при учете членов только порядка $O(\lambda)$ в одномерное стационарное проинтегрированное уравнение Бюргерса (уравнение Риккати):

$$dn(x)/dx = \lambda(\sigma_0) \cdot n(x) + \lambda_1(\sigma_0) \cdot n^2(x), \qquad (3)$$

где $n(x) = \int f(x,p) \cdot dp/(2\pi)$ — плотность дейтонов, λ, λ_1 — некоторые коэффициенты. Уравнение (3) позволяет сделать вывод о наличии "слабого разрыва"; физическое решение его имеет вид

$$n(x) = (n(\infty)/2) \cdot (1 + \mathrm{th}(\lambda[x - x_0]/2)). \qquad (4)$$

При переходе к нестационарному описанию необходима замена переменных (автомодельная): $x \to x - pt/m$. Диффузионный фронт с "кинкоподобным" профилем, согласно

[7], является фрактальным объектом, в котором — как в неупорядоченной системе — должна происходить "андерсоновская локализация" волновых функций дейтонов [8], что неизбежно приводит к ядерным реакциям синтеза (за счет перекрытия волновых функций на "фронте волны").

"Включение" внешнего потенциала не приводит к существенным изменениям вышеизложенных рассуждений, так как вносит в (1) лишь линейное (по f) слагаемое.

Качественные выводы, которые отсюда можно сделать, довольно просто можно проверить входе экспериментов: 1) нейтронная и теплоэмиссия своими (основными) источниками имеют квазидвумерные поверхности, перемещающиеся в глубь электрода; 2) существует критическая величина кинетической энергии дейтонов при имплантации или критическая напряженность электрического поля при электролизе, необходимые для начала реакций синтеза; 3) в регионе "разрыва" возможно возникновение бозе-конденсата (очевидно, ненулевой энергии) дейтонов, сопровождающееся наличием условий для возникновения ударных волн разрежения (фазовый переход 1-го рода, система уже трехмерна); это может приводить к наличию акустических эффектов и явлению механического разрушения палладиевого образца.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 94–02–06688.

Список литературы

[1] *Fleischmann M., Pons S.* // J. Electroanal. Chem. 1989. V. 261. P. 301–308.
[2] *Климонтович Ю.Л.* Статистическая физика. М.: Наука, 1981. 608 с.
[3] *Силин В.П.* Введение в кинетическую теорию газов. М.: Наука, 1971. 332 с.
[4] *Треногин В.А.* Функциональный анализ. М.: Наука, 1993. 440 с.
[5] *Nicolaenko B., Thurber J.K.* // Journ. de Mecanique. 1975. V. 14. N 2. P. 305–338.
[6] *Фимин Н.Н.* Применение методов нелинейного функционального анализа к исследованию свойств уравнения Власова–Вигнера. Препринт ИПМ им. Келдыша № 63. 1995. 16 с.
[7] *Sapoval B.* et al. J. Physique Lett. 1983. V. 46. N 4. P. L149–L156.
[8] *Дубинов А.Е., Селемир В.Д.* Фракталы в прикладной физике. / Под ред. Дубинова А.Е. Арзамас-16. ВНИИЭФ. 1995. С. 5–19.

Поступило в Редакцию
5 января 1996 г.