

ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ФОНОНІВ У ГРАФЕНОВИХ НАНОСТРУКТУРАХ. ШВИДКІ ВИСОКОЧАСТОТНІ ФОНОНИ У КВАЗІЗГИНАЛЬНІЙ МОДИ

Мінакова К.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Для квазізгинальних фононів у графенових наноструктурах на основі аналізу частотних залежностей групових швидкостей та величин пробігу за період коливань встановлено важливі особливості характеру поширення даних квазічастинок. Показано, що квазізгинальні акустичні фонони на частотному інтервалі $\omega \in (0, \omega_{Af}(M))$ є пропагонами, тобто вільно поширюються вздовж усіх напрямків зворотного 2D простору. Причому завдяки властивій їм квадратичній дисперсії в довгохвильовій області, на відміну від пропагонів у звичайних «дебаївських» кристалах, частотна залежність їх групової швидкості дуже немонотонна. Величини $\omega_{Af}(M)$ та $\omega_{Of}(M)$ є для квазізгинальних фононів пропагон - дифузонними межами, а інтервал між цими частотами, на яких мають місце особливості ван Хофа, які мають властивий 2D структурам вид логарифмічних розбіжностей, є дифузонною зоною. Саме квазівигинні дифузони формують при частоті дотику акустичної та оптичної квазівигинних мод $\omega = \omega_{Af}(K) = \omega_{Of}(K)$ на спектральній щільності квазівигинних коливань V-подібну сингулярність, аналогічну дираківській особливості на електронній DOS графені. При $\omega > \omega_{Of}(M)$ квазізгинальні фонони є оптичними. Ці фонони також вільно поширюються вздовж усіх напрямків, формуючи оптичну пропагонну зону. Частотна залежність групових швидкостей фононів у ній також дуже немонотонна. Величина пробігу фононів за період коливань спадає повільно і при $\omega > \omega^{**} \approx 24 \text{ THz}$ стає менше відстані між найближчими сусідами. На інтервалі $\omega \in (\omega^{**}, \omega_{Of}(\Gamma))$ квазізгинальні оптичні фонони фактично локалізовані на вузлах (локони).

Умови формування та характеристики локалізованих станів як у смугі квазінеперервного спектру, так і за його межами визначає реальна частина функції Гріна [1]. Поведінка цієї величини для квазізгинальних фононів графенових наноструктур у пропагонній, дифузонній та локонній зонах спектра суттєво різна. У дифузонній зоні ДПС (на околицях частоти, відповідної K-точці першої зони Бриллюена) утворення квазілокалізованих станів найбільш ймовірно. Прикладом такої локалізації квазічастинок (електронів поблизу фермового рівня та фононів поблизу частоти) є утворення локалізованих станів поблизу zigzag-кордону графенового моношару [2].

Reference:

- [1] Lifshits, I.M., JETP, 22, 475, 1952 (inRussian).
- [2] Eremenko V. The Phonon Mediated Anomalies of Thermal Expansion in Transition-Metal Compounds and Emergent Nanostructures / V. Eremenko, V. Sirenko, A. Dolbin, S. Feodosyev, I. Gospodarev, E. Syrkin, I. Bondar, K. Minakova // Solid State Phenomena - 2017 - **V. 257** - P. 81-85.