

Н.М. Баннікова, О.Й. Соколовський (Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний університет)

Узагальнені рівняння Гросса-Пітаєвського для надплинного бозе-газу при наявності квазічастинок в гідродинамічному стані

Обговорюються нерівноважні стани бозе-газу при наявності конденсату за умови, що боголюбівські квазічастинки газу утворюють підсистему у гідродинамічному стані. Розгляд ґрунтується на ідеях Боголюбова, стосовних теорії надплинного бозе-газу, а також на його методі скороченого опису нерівноважних станів (див. посилання на відповідні піонерські роботи Боголюбова в [1]). Використовується підхід нашої роботи [2], в якій стан системи описувався модулем хвильової функції конденсату $\eta(x, t)$, його швидкістю $v_l(x, t)$ та функцією розподілу (ФР) квазічастинок $f_p(x, t)$ (кінетичні параметри скороченого опису (ПСО)). На відміну від розгляду цієї роботи статистичний оператор системи нами розраховується на основі нового інтегрального рівняння та нового означення ФР $f_p(x, t)$. Розрахунки виконуються у теорії збурень за малою взаємодією між частинками $\Phi(|x|)$ та малими градієнтами ПСО $\eta(x, t)$, $v_l(x, t)$, $f_p(x, t)$. Малий параметр теорії λ визначається так, що справедливі оцінки: $\Phi(|x|) \sim \lambda^2$, $\eta(x, t) \sim \lambda^{-1}$, $\frac{\partial v_l(x, t)}{\partial x_n} \sim \lambda$, $\frac{\partial \eta(x, t)}{\partial x_n} \sim \lambda$, $\frac{\partial f_p(x, t)}{\partial x_n} \sim \lambda$. Оцінка для амплітуди $\eta(x, t)$ дозволяє побудувати теорію збурень в термінах боголюбівських квазічастинок, а не безпосередньо бозонів, з яких складається система. Використання параметра малості взаємодії для оцінки градієнтів кінетичних ПСО припустимо, оскільки ці градієнти з часом зменшуються. На основі одержаних кінетичних рівнянь вивчено гідродинамічні стани системи з використанням як гідродинамічних ПСО модуля хвильової функції конденсату $\eta(x, t)$, його швидкості $v_l(x, t)$, швидкості газу квазічастинок в системі спокою конденсату $\omega_n(x, t)$ та температури цього газу $T(x, t)$. Таким чином, на відміну від стандартної гідродинаміки надплинної бозе-рідини замість повної густини маси газу використовується функція $\eta(x, t)$. Гідродинамічна ФР квазічастинок будується методом Чепмена-Енскога, узагальненим на основі функціональної гіпотези Боголюбова $f_p(x, t) \xrightarrow[t \gg \tau_0]{} f_p(x, \eta(t), T(t), \omega(t), v(t))$ (вважаємо, що $\frac{\partial \omega_l(x, t)}{\partial x_n} \sim \lambda$, $\frac{\partial T(x, t)}{\partial x_n} \sim \lambda$). Система рівнянь для гідродинамічних ПСО, доповнена рівнянням для фази хвильової функції конденсату $\varphi(x, t)$, і дає наше узагальнення рівнянь Гросса-Пітаєвського.

Робота підтримувалася Державним фондом фундаментальних досліджень України (проект № 25.2/102).

- [1] Ахиезер А.И., Пелетминский С.В. Методы статистической физики. — М.:Наука, 1977, 368 с.
- [2] Соколовский А.И., Пелетминский С.В., Щелоков В.С. //Теор. мат. физ. — 1977. — **30**, №1, р.57.