

УДК 533.951.7—8;523

СВЕРХАЛЬВЕНОВСКИЕ ПУЧКИ И КИНЕТИЧЕСКИЕ АЛЬВЕНОВСКИЕ ВОЛНЫ В КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ / Войтенко Ю. М.*(Препринт / АН УССР. Ин-т теорет. физики; ИТФ-89-9Р)*

Проведенный в работах А. Хасагавы учет конечного гирорадиуса протонов $\rho_p = V_{\text{тр}}/\Omega_p$ привел к обнаружению ряда кинетических свойств альвеновских волн, распространяющихся под углом к внешнему магнитному полю B_0 . Кинетические альвеновские волны (КАВ) — обычное явление в космической плазме, отличающейся наличием неоднородностей и потоковых структур. Они должны играть важную роль в ее динамике. Ранее основное внимание уделялось изучению трансформации поверхностных колебаний в КАВ и последующему нагреву плазмы.

В настоящей работе в качестве источника КАВ рассмотрена неустойчивость сверхальвеновского $V_0 > V_A$ проникающего потока в плазме с отношением газокинетического давления к магнитному $\beta < 1$. Это условие хорошо выполняется в большей части солнечной короны, в магнитосфере Земли и многих других областях. Найдены инкременты развития неустойчивости КАВ в гидродинамическом и кинетическом режимах. Получены квазилинейные спектры пучковой неустойчивости КАВ произвольной дисперсии и токовой неустойчивости слабодиспергирующих КАВ. Предложена модификация МГД-уравнений, позволившая рассчитать матричные элементы трехволнового взаимодействия КАВ произвольной дисперсии

$$v_{123} = \frac{i\omega_1}{B_0} \left\{ \left[\frac{\omega_3}{k_{3z}} + \frac{\kappa_3^2}{\kappa_1^2} \frac{\omega_1}{k_{1z}} + \left(\frac{\kappa_2^2}{\kappa_1^2 R_1} + \frac{\kappa_2^2}{R_3} \frac{T_e}{T_p} \right) \frac{V_A^4}{V_1 V_2 V_3} \right] - [2 \leftrightarrow 3] \right\} [\mathbf{k}_2 \times \mathbf{k}_3]_z,$$

где $1, 2, 3, \equiv k_1, k_2, k_3$; $R_n = [1 - L_0(\kappa)]/\kappa^2$, $L_0 = I_0(\kappa^2)e^{-\kappa^2}$.

С помощью этого выражения найдено время нелинейного распада и колмогоровские спектры слабой турбулентности КАВ. Для сильнодиспергирующих КАВ ($\kappa > 1$) инкремент распадной неустойчивости

$$\gamma_{\text{нел}} \approx 0.7 (V_A/\rho_p) \kappa^2 (B_k/B_0)$$

и энергетические спектры в интервале прозрачности

$$W_k^{(1)} \sim k_z^{-1/2} k_{\perp}^{-7/2}; \quad W_k^{(2)} \sim k_z^{-1/2} k_{\perp}^{-3}.$$

Полученные результаты использованы при изучении процессов генерации КАВ в корональных магнитных петлях на Солнце, во взаимодействующем с кометой Галлея солнечном ветре и в магнитосфере Земли.