

УДК 524.5

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ГИГАНТСКИХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОБЛАКАХ. I. СПЕКТРЫ В ИНЕРЦИОННОМ ИНТЕРВАЛЕ / Огульчанский Я. Ю.

(Препринт / АН УССР. Ин-т теорет. физики; ИТФ-88-167Е)

В настоящее время много внимания уделяется исследованию гигантских молекулярных облаков (ГМО) и происходящих в них процессов звездообразования. Для решения проблемы строения таких облаков важно определить роль внутренних движений в них. Как известно, внутренние случайные движения в ГМО в основном сверхзвуковые. Свойства таких случайных сверхзвуковых движений — сверхзвуковой турбулентности (СЗТ) существенно отличаются от свойств турбулентности в несжимаемой жидкости. Детального описания СЗТ пока нет. Однако можно делать выводы о корреляционных свойствах физических величин на масштабах l инерционного интервала: $l_0 \leq l \leq L$ (l_0 и L — внутренний и внешний масштабы турбулентности). Один из известных примеров — колмогоровский спектр турбулентности в несжимаемой жидкости. В данной работе на основании метода, предложенного С. С. Моисеевым и др., найдены некоторые спектральные характеристики стационарной, однородной и изотропной СЗТ, поддерживаемой случайной силой, имеющей гауссовское распределение вероятности и дельта-коррелированной по времени. В частности, для спектра кинетической энергии СЗТ в изотермической среде получено в инерционном интервале $E(k) = \bar{\epsilon} \rho_0^{-2/3} k^{-5/3} f\left(\frac{\bar{\epsilon}}{kc_0^3}\right)$, где ρ_0 — средняя плотность; $\bar{\epsilon}$ — средняя диссипация в единице объема; c_0 — скорость звука. Вид функции f удастся определить только для некоторых предельных случаев, однако ясно, что уменьшение E с увеличением k более крутое, чем в случае несжимаемой жидкости. Для СЗТ в среде с показателем адиабаты $\gamma \neq 1$ найдены выражения для спектров, содержащих величину $s = \frac{\gamma}{\gamma-1} \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^{\gamma-1}$. Эти выражения в инерционном интервале не содержат произвольных функций и имеют степенной вид. В работе также анализируется влияние магнитного поля в ГМО на спектры турбулентности и обсуждаются в свете полученных результатов данные наблюдений СЗТ в ГМО.

Основные выводы: 1. В турбулентной среде ГМО должен существовать протяженный диапазон масштабов, где инерционные турбулентные спектры имеют степенной характер. Полученный спектр кинетической энергии более крутой по сравнению с колмогоровским; 2. Для ГМО и областей в них с магнитным полем, в которых выполняется условие $xn(l) (T/10 \text{ K})^{1/2} (l/1 \text{ пк}) \leq 10^{-3}$ (x — степень ионизации, n (см^{-3}) — концентрация), спектр турбулентности такой же, что и в немагнитных облаках. При более высокой степени ионизации реализуется спектр, соответствующий МГД-турбулентности полностью ионизованного вещества; 3. Длина корреляции наблюдаемых статистических характеристик в ГМО-флюктуациях центроидов скорости значительно меньше длины корреляции флюктуаций скорости и не противоречит существованию спектра.