

КОЛЛАПС И ПОПЯТНОЕ ДВИЖЕНИЕ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ТОРОИДАЛЬНЫХ ВИХРЕЙ В АККРЕЦИОННОМ ПОТОКЕ

Е. Ю. Банникова^{a,b}, В. М. Конторович^{a,b}, С. А. Пославский^b*

*^a Радиоастрономический институт национальной академии наук Украины
61002, Харьков, Украина*

*^b Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина
61077, Харьков, Украина*

Поступила в редакцию 21 марта 2013 г.

Получено решение задачи о взаимодействии двух соосных противоположно вращающихся кольцевых вихрей при наличии сходящегося (аккреционного) потока со стоком в центре симметрии. Показано, что вихри, которые удалялись бы друг от друга в отсутствие потока (задача, обратная задаче Гельмгольца), сближаются потоком, а затем выбрасываются с ускорением вдоль оси симметрии. При этом скорость выброса возрастает с ростом мощности стока. Однако если мощность стока превосходит некоторое критическое значение, которое зависит от начальных условий, выброса не происходит и вихри захватываются потоком и коллапсируют. Аналогичный захват и коллапс возможен и при движении одиночного вихря в потоке. Существенно отличие от плоского случая, где коллапса не происходит. Обнаруженное явление может найти применение при изучении нелинейных процессов в атмосферных вихрях, а также в активных ядрах галактик и атмосферах планет.

DOI: 10.7868/S0044451013080208

1. ВВЕДЕНИЕ

Взаимодействие кольцевых вихрей с потоками представляет значительный интерес и имеет многочисленные приложения (см. юбилейный выпуск журнала [1], посвященный 150-летию классической работы Гельмгольца [2], и приведенную там библиографию). В двумерной гидродинамике кольцевой вихрь, как известно, моделируется парой точечных вихрей с разными знаками циркуляции, расположенных симметрично относительно оси движения. В отсутствие потока движение пары происходит равномерно и прямолинейно вдоль оси симметрии [3]. При учете радиального потока характер движения становится существенно другим [4]. В расходящемся потоке расстояние между компонентами пары увеличивается, а скорость движения замедляется, а в сходящемся потоке ситуация меняется на противоположную: уменьшение расстояния между компонентами пары приводит к увеличению их скорости. В опре-

деленной области значений параметров вихрь может совершать попятное движение.

В связи с астрофизическими приложениями [5–10] представляет интерес также система из двух зеркально-симметричных кольцевых вихрей (дипольный тороидальный вихрь). В работе [11] исследовалась динамика дипольного тороидального вихря в радиальном потоке в $2D$ -описании. В этом приближении дипольный тороидальный вихрь можно представить четырьмя точечными вихрями. Хорошо известно, начиная с работы Гребли [12], что в результате лобового столкновения компоненты пар меняются местами, а новые пары разлетаются под прямым углом к направлению движения с исходными по величине скоростями. Присутствие центрального радиального потока приводит к эффекту либо замедления (расходящийся поток), либо ускорения (сходящийся поток) разлетающихся в противоположные стороны пар [11]. При этом скорость выбрасываемой пары в сходящемся (аккреционном) потоке зависит от отношения мощности потока к интенсивности вихря и может достигать больших значений. В работе [5] было показано, что эффект ускоренного выброса вихревой пары

*E-mail: vkont1001@yahoo.com