

0.1. Бабенко М.А. К неустойчивости установившихся сдвиговых плоско-параллельных течений идеальной баротропной жидкости

В работе изучается задача линейной устойчивости стационарных сдвиговых плоско-параллельных течений невязкой баротропной жидкости по отношению к плоским возмущениям в плоском же бесконечном канале с параллельными твёрдыми неподвижными непроницаемыми стенками.

Актуальность работы обусловлена тем, что модель идеальной баротропной жидкости по-прежнему является одной из основных математических моделей в механике жидкости, газа и плазмы, а проблема устойчивости установившихся сдвиговых плоско-параллельных течений относительно малых плоских возмущений – фундаментальной задачей в газогидродинамике и смежных ей областях науки. Так, например, если в какой-то части атмосферы, которая представляет собой природную газогидродинамическую систему, возникают условия для роста малых возмущений, то в ней появляется возможность для формирования, нарастания и распространения многомасштабных и разнородных волновых и вихревых движений: планетарных волн, циклонов, антициклонов и т. п. Отслеживание возникновения таких условий не только поможет более точно предсказывать погоду, но и дополнительно позволит проверять на адекватность существующие прогностические методы.

В данной работе посредством прямого метода Ляпунова [1] рассматривается устойчивость стационарных сдвиговых плоско-параллельных течений невязкой баротропной жидкости по отношению к малым плоским возмущениям. Цель работы – доказать абсолютную линейную неустойчивость этих течений относительно данных возмущений.

В работе М. А. Гринфельда [2] достаточное условие линейной устойчивости получено в случае чисто эйлеровых возмущений величины отношения завихренности к плотности, когда лагранжевы возмущения этого отношения равны нулю, т. е. данное условие справедливо лишь для некоего подкласса малых плоских возмущений, что как раз и наводит на мысль об абсолютной линейной неустойчивости установившихся сдвиговых плоско-параллельных течений идеальной баротропной жидкости по отношению к плоским возмущениям.

Для достижения поставленной в этой работе цели удалось найти для функционала Ляпунова линейное обыкновенное дифференциальное неравенство второго порядка с постоянными коэффициентами [1]. В ходе интегрирования этого неравенства были обнаружены достаточные условия практической неустойчивости стационарных сдвиговых плоско-параллельных течений невязкой баротропной жидкости по линейному приближению. Если

данные условия выполнены, построена априорная экспоненциальная оценка снизу роста малых плоских возмущений, доказывающая абсолютную линейную неустойчивость изучаемых установившихся течений. Следовательно, достаточное условие линейной устойчивости М. А. Гринфельда носит формальный характер и верно только для некоторого неполного незамкнутого класса малых плоских возмущений. Кроме того, в отличие от работы М. А. Гринфельда [2], полученные здесь достаточные условия линейной практической неустойчивости справедливы также и для сверхзвуковых стационарных сдвиговых плоско-параллельных течений идеальной баротропной жидкости.

В заключение, стоит подчеркнуть, что обнаруженным условиям практической неустойчивости свойственна конструктивность, благодаря чему их можно использовать как механизм тестирования и/или контроля при осуществлении физических экспериментов и проведении численных расчётов. Более того, с помощью этих условий может быть разработан метод предсказания появления и дальнейшего наблюдения за эволюцией волновых и вихревых движений в атмосфере.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Губарев Ю. Г.
Список литературы

- [1] ГУБАРЕВ Ю. Г. Прямой метод Ляпунова. Устойчивость состояний покоя и стационарных течений жидкостей и газов / Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2012. 192 с.
- [2] Гринфельд М. А. Устойчивость плоских криволинейных течений идеальной баротропной жидкости // Механика жидкости и газа. 1981. № 5. С. 19–25.