

В четверг, 6 ноября 2025 г., 16-00, каб. 323, ул. Вавилова, дом 40,
3-й этаж, состоится заседание семинара:

“Методы решения задач математической физики”

(рук.: акад. С.И.Безродных, акад. Ю.Г.Евтушенко,
В.И.Власов, С.Я.Степанов)

Д О К Л А Д

**Кинетические эффекты и аналогия Рейнольдса в
классических течениях гидрогазодинамики**

А.В. Бутковский

(ЦАГИ)

А Н Н О Т А Ц И Я

Исследование кинетических эффектов, таких как термоэффузия и парадокс Кнудсена началось сразу вслед за возникновением кинетической теории [1] и сопровождало ее развитие вплоть до настоящего времени [2]. Исследование таких эффектов позволяет глубже понять процессы тепломассопереноса в неравновесных течениях разреженного газа, возникающих в вакуумной и авиационно-космической технике, нанотехнологиях, экологии.

В работе обнаружены и исследованы новые эффекты нарушения монотонной зависимости и перемены знака потоков импульса и энергии газа от числа Кнудсена, температуры и скоростей граничных поверхностей [3]–[7]. Исследуются плоская и цилиндрические задачи Куэтта, задача Рэлея и задача об обтекании пластины под нулевым углом атаки. В случаях плоского течения Куэтта и обтекания пластины найденные эффекты частично были исследованы ранее. В случае цилиндрических течений Куэтта и в случае задачи Рэлея подобные кинетические эффекты не были известны.

В частности, показано что в задаче Рэлея при определенных параметрах в определенные моменты времени потоки энергии и импульсов, передаваемых пластине, достигают максимума; поток энергии, отдаваемый пластиной, также достигает максимума; знак потока энергии, передаваемой пластине, меняется. В цилиндрическом течении Куэтта с неподвижным внутренним цилиндром потоки энергии и импульсов, передаваемые цилиндрическим поверхностям, имеют максимум как функции угловой скорости внешнего цилиндра. Напряжение трения и потоки энергии, передаваемые цилиндрам, при малых Kn и больших скоростях вращения внешнего цилиндра резко уменьшаются при достижении

определенной скорости вращения внешнего цилиндра. В течении Куэтта с неподвижным внешним цилиндром величина потока нормально-го импульса, передаваемого вращающемуся внутреннему цилиндру, как функция его скорости имеет минимум.

Список литературы

- [1] Паттерсон Г.Н., Молекулярное течение газов. М.: Гос. изд. физ-мат. лит., 1960, 272 с.
- [2] В.В. Аристов, С.А. Забелок, А.А. Фролова, Неклассический перенос в неравновесных течениях разреженного газа, УФН, 195, (3), 276 (2025).
- [3] A.A. Abramov and A.V. Butkovskii, Reynolds analogy for the Rayleigh problem at various flow modes, Physical Review E, 94, 013110 (2016).
- [4] A.A. Abramov, A.V. Butkovskii and O.G. Buzykin, Rarefied gas flow past a flat plate at zero angle of attack, Phys. Fluids 32, 087108 (2020).
- [5] A.A. Abramov, V.Yu. Alexandrov, A.V. Butkovskii, O.G. Buzykin, Cylindrical Couette flow with fixed outer cylinder: Rarefied effects, Phys. Fluids 33, 097111 (2021).
- [6] А.А. Абрамов, В.Ю. Александров, А.В. Бутковский, Коэффициент аналогии Рейнольдса в продольной цилиндрической задаче Куэтта: от режима сплошной среды до свободномолекулярного, Ж. вычисл. математики и мат. физики, 63, № 2, 317 (2023).
- [7] A.A. Abramov, A.V. Butkovskii and O.G. Buzykin, Rarefied cylindrical Couette problem: Effect of a very sharp transition from weakly rarefied flow near the inner cylinder to free molecular flow at very low average Knudsen numbers, Phys. Fluids 36, 077122 (2024).