

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПРОФИЛИ ТУРБУЛЕНТНЫХ МОМЕНТОВ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГЛУБИННЫХ ГАЗОВ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ЗЕМЛИ

А.Н. Вульфсон, О.О. Бородин
ИПНГ РАН, Москва, e-mail: vulfson@ipng.ru

Известно, что состояния повышенной геологической активности земной коры сопровождаются выделением потоков глубинных газов в атмосферу. Выявление этих потоков представляет определенный интерес в связи с проблемой мониторинга активности геологических разломов, весьма актуальной при эксплуатации подземных трубопроводов для транспортировки нефти и газа. Очевидно, что глубинные газы полностью увлекаются потоками воздуха и их движение носит турбулентный характер. В условиях свободной турбулентной конвекции для описания концентраций глубинных газов обычно используют турбулентную теорию Мони́на – Обухова [1] (подробнее об этом см. в [2]).

В настоящей работе показано, что распределение турбулентных концентраций и их высших моментов над поверхностью Земли может быть получено также на основе гидродинамических соображений, дополняющих теорию подобия. Для этого рассмотрено гидродинамическое описание изолированного «спонтанного» термика приземного конвективного слоя атмосферы, которое реализовано на базе интегральной модели квазистационарной турбулентной струи, уточняющей модель [8] (подробнее об этом см. в [4]).

Предложена простейшая статистическая модель ансамбля динамически идентичных термиков. В рамках этой модели конвективные термики поднимаются в неподвижном окружении, их динамические параметры соответствуют уравнениям изолированной квазистационарной струи, а диаметры носят случайный характер. Наглядное представление об ансамбле конвективных термиков получено в лабораторных экспериментах [5] (рис. 1). Статистическая теория ансамбля конвективных термиков, использующая теорию Больцмана, рассмотрена в [6].

Показано, что ансамбль термиков, всплывающих в неподвижном окружении, формирует турбулентные моменты приземного конвективного слоя. Выполнено сопоставление аналитических выражений высших турбулентных моментов вертикальной скорости и температуры с известными экспериментальными данными от второго до четвертого порядков включительно.

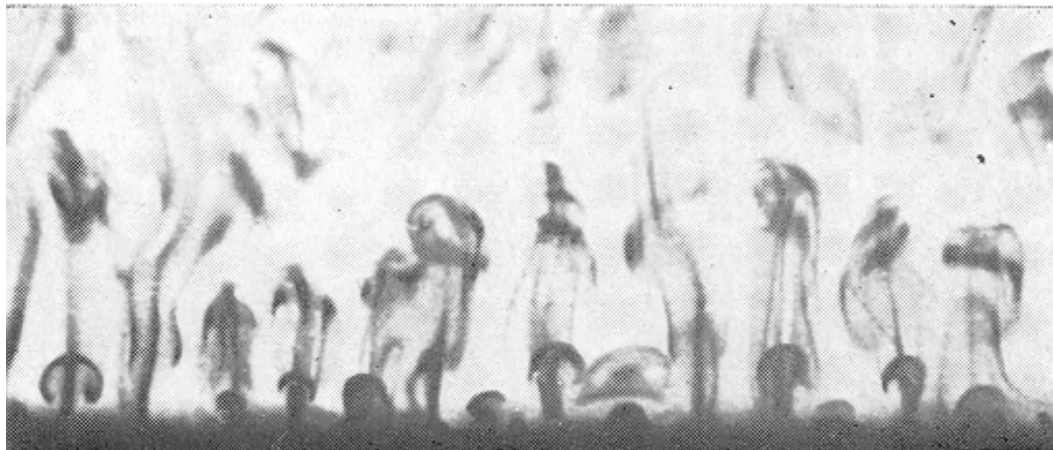


Рис. 1. Ансамбль термиков под слоем воды, поднимающихся над нагретой однородной горизонтальной поверхностью

ЛИТЕРАТУРА

1. *Монин А.С., Обухов А.М.* Основные закономерности турбулентного перемешивания в приземном слое атмосферы // Тр. Геофиз. Ин-та АН СССР. 1954. № 24(151). С. 163–187.
2. *Вульфсон А.Н., Володин И.А., Бородин О.О.* Локальная теория подобия и универсальные профили турбулентных характеристик конвективного пограничного слоя // Метеорология и гидрология. 2004. № 10. С. 5–15.
3. *Batchelor G.K.* Heat convection and buoyancy effects in fluids // Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 1954. Vol. 80, N 345. P. 339–358.
4. *Вульфсон А.Н., Бородин О.О.* Ансамбль динамически идентичных термиков и вертикальные профили турбулентных моментов конвективного приземного слоя атмосферы // Метеорология и гидрология. 2009. № 8. С. 15–26.
5. *Sparow E.M., Husar R.B., Goldstein R.J.* Observation and other characteristics of thermals // J. Fluid. Mech. 1970. Vol. 41. P. 793-800.
6. *Вульфсон А.Н., Бородин О.О.* Статистическая теория Больцмана и асимптотика распределения спонтанных струй по температурам в конвективном приземном слое атмосферы // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2008. Т. 44, № 6. С.779-785.