

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ

Н.К. Рыжакова¹, Н.С. Рогова¹, Е.А. Покровская¹,
К.А. Тайлашева¹, А.Л. Борисенко²

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

² *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Математическое моделирование массопереноса широко используется для изучения распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Одной из важнейших проблем моделирования является понимание физики вертикальных перемещений мелкодисперсных частиц в приземном слое атмосферы. В современных моделях перенос в вертикальном направлении описывается движением частиц в турбулентных потоках с учетом сил гравитации. Совпадение результатов моделирования с экспериментом удается получить для устойчивых состояний атмосферы. Однако в условиях атмосферной неустойчивости перемещение частиц в вертикальном направлении возможно также в восходящих или нисходящих конвективных потоках. В работе проведены оценки средних значений вертикальной компоненты скорости мелкодисперсных частиц выбросов угольной ТЭЦ. Результаты получены с помощью полуэмпирического метода, основанного на использовании аналитического решения стационарного диффузионно-конвективного уравнения переноса и измеренного горизонтального профиля уровня загрязнения в приземном слое атмосферы. Из-за малости потоков частиц профиль измерен с помощью метода мхов-биомониторов, который обеспечивает большие времена экспозиции. Концентрации химических элементов, содержащихся в выбросах и накопленных за время экспозиции во мхах, измерены с помощью нейтронно-активационного анализа.

Ключевые слова: *мелкодисперсные частицы выбросов промышленных предприятий, механизмы переноса частиц в вертикальном направлении, вертикальная компонента скорости, турбулентная атмосфера, диффузионно-конвективное уравнение переноса, метод мхов-биомониторов, нейтронно-активационный анализ, концентрации химических элементов в образцах мха, регрессионный анализ.*

Введение

Проблема моделирования вертикальных движений мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе является одной из важнейших. От величины вертикальной компоненты скорости зависит дальность переноса выбросов промышленных предприятий, частиц пыли вблизи автодорог и количество осевших на земную поверхность частиц. Повышенный интерес к содержанию мелкодисперсных частиц в воздухе обусловлен их сильным токсическим и канцерогенным действием [1–4]. Отметим, что твердые частицы выбросов теплоэнергетических предприятий представляют особую опасность для здоровья человека из-за большого содержания тяжелых металлов.

В современных моделях вертикальное перемещение частиц в приземном слое атмосферы описывается обычно турбулентной диффузией в поле сил гравитации. Совпадение результатов моделирования с экспериментом удается получить для устойчивых состояний атмосферы [5]. Однако в условиях атмосферной неустойчивости перемещение частиц в вертикальном направлении возможно также в восходящих или нисходящих конвективных потоках. Необходимо подчеркнуть, что процесс движения частиц неправильной формы в приземном слое турбулентной атмосферы является очень сложным. Следовательно, представляется невозможным построить строгую математическую модель для его описания. В подобных случаях для решения практических задач используют эмпирические или полуэмпирические подходы. Например, в работе [6] при изучении процесса перемещения частиц пыли вблизи грунтовых дорог измеряли поток и распределение частиц пыли по размерам. Измерения проводили с помощью массива многоканальных счетчиков в вертикальном направлении и в горизонтальной плоскости в направлении ветра. В исследовании показано, что: 1) влияние турбулентности атмосферы на осаждение частиц возрастает с увеличением их размеров; 2) для мелкодисперсных частиц с размерами не более 15 мкм скорость Стокса является нижней границей скорости оседания; 3) на значения скорости оседания сильное влияние оказывают скорость и направление ветра. Отметим, что вывод об увеличении влияния турбулентности на скорость осаждения частиц с ростом их размеров подтверждается также в экспериментальных исследованиях, опубликованных в работе [7].

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>