

недостатков. Для решения задач массопереноса в турбулентной атмосфере широко используется диффузионно-конвективная модель [1], одним из основных параметров в которой является скорость оседания частиц u_z .

Для оценки скорости оседания u_z частиц выбросов, движущихся в турбулентной атмосфере, в данной работе использован полуэмпирический метод, основанный на математической обработке измеренных вдоль выбранного направления от точечного высотного источника загрязнения функций распределения загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятий. В качестве точечных высотных источников загрязнения были использованы алюминиевый завод (г. Красноярск) и угольная ТЭЦ (г. Новосибирск).

Выбросы высотных источников загрязнения могут переноситься на расстояния более 10-15 км. На больших расстояниях от предприятий количество загрязняющих веществ в воздухе сравнительно невелико, поэтому для проведения измерений требуются большие времена экспозиции. В данном случае для измерения функций распределения загрязняющих веществ выбросов предприятий используется метод активного биомониторинга с помощью мхов, период экспозиции для которого составляет от нескольких недель до нескольких лет. В нашем исследовании использован эпифитный мох *Pylaisia polyantha (Hedw.)* [2].

Функции распределения загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятий, вдоль выбранного направления были изучены для разных периодов экспозиции. Концентрации химических элементов в образцах мха были измерены методом НАА на исследовательском реакторе ИРТ-Т ТПУ.

На основе проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Полной ясности о механизмах перемещения мелкодисперсных частиц в вертикальном направлении в турбулентной атмосфере пока нет. Одним из основных механизмов оседания частиц может являться их движение в вертикальных восходящих или нисходящих потоках.

2. Скорость перемещения мелкодисперсных частиц выбросов промышленных предприятий к земной поверхности в несколько раз больше, чем скорость оседания частиц в неподвижном воздухе. Это различие связано с влиянием турбулентности атмосферы, а также возможным влиянием вертикальных нисходящих потоков.

3. У сравнительно крупных и тяжелых частиц выбросов ТЭЦ наблюдается движение преимущественно вниз, т.е. к поверхности земли, а в зоне влияния АЗ часть частиц перемещается преимущественно вверх.

4. Скорость ветра является одним из основных природных факторов, влияющих на скорость оседания частиц выбросов предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
2. Рыжакова Н. К., Борисенко А. Л., Меркулов В. Г., Рогова Н. С. Контроль состояния атмосферы с помощью мхов-биоиндикаторов // Оптика атмосферы и океана, 2009 – т. 22, – №1. – С. 101-104.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТУРБУЛЕНТНОЙ ДИФФУЗИИ

Тайлашева К.А., Рогова Н.С., Яковлева Ю.А.

Научный руководитель: Рыжакова Н.К., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: rogoval@tpu.ru

Загрязнение воздуха является одной из актуальных проблем экологического состояния атмосферы, поэтому изучение распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе является особенно важной задачей. Турбулентная диффузия наряду с конвективным переносом являются главными транспортными механизмами переноса промышленных выбросов в приземном слое атмосферы. Для описания пространственного распределения мелкодисперсных частиц выбросов в турбулентной атмосфере широко используется диффузионно-конвективная модель, одним из основных параметров которой является коэффициент вертикальной турбулентной диффузии k_z [1].

Величина коэффициента k_z зависит от состояния атмосферы и степени неоднородности подстилающей поверхности [2]. Для моделирования турбулентной диффузии используют полуэмпирические формулы, полученные для определенных состояний атмосферы, т.е. для небольших периодов наблюдения. Однако, с точки зрения изучения и прогнозирования пространственных распределений загрязняющих веществ основной интерес представляют усредненные за длительные периоды значения вертикальных коэффициентов турбулентной диффузии.

Для оценки коэффициента вертикальной турбулентной диффузии был использован полуэмпирический метод, основанный на математической обработке измеренных вдоль выбранного

направления от точечного высотного источника загрязнения функций распределения загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятий [3].

Для эксперимента были использованы угольная ТЭЦ, находящаяся в г. Новосибирск и алюминиевый завод, находящийся в г. Красноярск. Измерение функций распределения было проведено с помощью метода мхов-трансплантатов для разных периодов экспозиции. Определение содержания химических элементов в образцах мха проведено в научных подразделениях Томского политехнического университета: нейтронно-активационным методом на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т и методом атомно-эмиссионной спектроскопии на спектрометре iCAP6300 Duo научно-аналитического центра.

Для оценок вертикального коэффициента турбулентной диффузии k_z использованы функции распределения только тех химических элементов, для которых наблюдается зависимость концентраций химических элементов во мхах от расстояния, характеризующаяся наличием максимума. Данное условие необходимо для использования при оценках k_z аналитического решения диффузионно-конвективного уравнения, полученного для монодисперсных выбросов. В расчетах параметров переноса по формулам при определении средней скорости ветра использованы данные Gismeteo, приведенные для высоты 10 м за разные периоды экспозиции при НАА и АЭС.

В работе показано, что усредненные значения k_z возрастают с увеличением средней скорости ветра и степени неоднородности подстилающей поверхности. Выявленные для длительных промежутков времени закономерности хорошо согласуются с результатами, полученными при малых периодах наблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
2. Лайхтман Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 342 с.
3. Ryzhakova (Rizhakova), Nadezhda Kirillovna. Use of moss biomonitors for turbulent transport coefficient estimation for industrial emissions [Electronic resource] / N. K. Ryzhakova (Rizhakova), A.L. Borisenko, V.O. Babicheva // Atmospheric Pollution Research. - 2017 - Vol. 8 - №. 5. - p. 997-1004.

БИОМОНИТОРИНГ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ВЫБРОСОВ КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рогова Н.С., Бирюков К.П., Тайлашева К.А.

Научный руководитель: Рыжакова Н.К., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: rogoва@tpu.ru

Контроль загрязнения атмосферного воздуха является одной из важнейших задач индустриально развитых стран. Особый интерес представляют зоны влияния крупных предприятий топливно-энергетической и металлургической промышленности, простирающиеся на расстояния более 10-15 км. В Российской Федерации измерение содержания вредных веществ проводят на подфакельных постах, которые перемещаются в соответствии с направлением факела источников выбросов [1]. Данный способ контроля является трудоемким, к тому же измеряются разовые концентрации ограниченного числа вредных веществ.

В настоящее время широкое применение нашел метод биомониторинга загрязнения атмосферного воздуха с помощью мхов [2, 3]. Традиционно мхи отбирают в точках, равномерно распределенных на исследуемой территории. В Томском политехническом университете разработан менее трудоемкий способ биомониторинга, основанный на измерении уровня загрязнения вдоль какого-либо направления. На основе полученной зависимости и розы ветров можно прогнозировать размеры зон влияния предприятий и расстояния с максимальным уровнем загрязнения вдоль других направлений.

В работе представлены пространственные распределения загрязняющих веществ в зонах влияния угольной ТЭЦ (г. Новосибирск) и алюминиевого завода (г. Красноярск). Распределения получены методом регрессионного анализа концентраций химических элементов в образцах мхов, экспонированных на разных расстояниях от предприятий вдоль выбранных направлений. В исследовании использованы периоды экспозиции, равные 2, 8 и 11 месяцев в зоне действия алюминиевого завода, 2 и 8 месяцев – в зоне влияния ТЭЦ. Измерения проведены в научных подразделениях ТПУ на исследовательском реакторе ИРТ-Т и атомно-эмиссионном спектрометре iCAP6300 DUO научно-аналитического центра. В исследовании определены: методом АЭС концентрации 21 химического элемента (Al, Ag, B, Ba, Be, Bi, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Pb, Sn, Si, Sr, Ti, V, W, Zr.); методом НАА – 22 элемента (Sm, Mo, Ce, Ca, Lu, U, Tb, Th, Cr, Yb, Hf, Ba, Sr, Nd, Br, As, Sb, Cs, Sc, Rb, Fe, Zn, Ta, Co, Na, Eu, K, La).

В зоне влияния угольной ТЭЦ обнаружено большое содержание As, Ca, Ce, Cs, Hf, La, Lu, Mo, Sb, Sc, Sm, Tb, Th, U, Yb, Zn, для которых максимальные концентрации выше фоновых концентраций в несколько раз и более. В зоне влияния Красноярского алюминиевого завода максимальные