

5. Ривкин Е.Ю., Родченков Б.С., Филатов В. М. Прочность сплавов циркония. – М.: Атомиздат, 1974. – 168 с.

6. Финкель В.А. Высокотемпературная рентгенография металлов.– М.: Металлургия, 1968 .– 204 с.

7. Штоббс Дж. Дж., Своллоу А. Дж. Влияние облучения на коррозию металлов /Коррозия конструкционных материалов водоохлаждаемых реакторов// Сб. Статей под ред. канд. хим. наук В.П. Погодина. – М.: Атомиздат, 1965.– 384 с.

**АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ  
ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ КАК  
СЛЕДСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ  
ПРОДУКТАМИ СГОРАНИЯ НАТУРАЛЬНЫХ ТОПЛИВ ТЭС**

В.Е. Губин, Д.В. Гвоздяков, С.А. Янковский

Научный руководитель: Г.В. Кузнецов, профессор, д. ф.-м.н.

Томский Политехнический Университет, г. Томск

E-mail: Jankovsky@tpu.ru

В последние годы в результате интенсивного загрязнения атмосферы Земли, продуктами сгорания различных органических топлив, по всему миру наблюдаются глобальные изменения климата, непредсказуемые пока в связи с отсутствием моделей достаточно достоверного прогноза последствий этих загрязнений.

Воздух является одним из самых главных человеческих ресурсов. Практически все современное производство связано с использованием воздушной среды. Окислителем при сжигании топлива на тепловых электростанциях и в двигателях машин и самолетов, является кислород. Без него существование химической промышленности и металлургии невозможно. Любое промышленное производство, так или иначе, является источником вредных выбросов, и в результате в атмосферу попадают различные окислы, сажа, дым и т.д. Распространяющиеся примеси влияют на формирование вихревых процессов и мощными турбулентными потоками могут быть перенесены на огромные расстояния сотни и тысячи километров от источника. В зависимости от химического состава примесь вызывает процессы разрушения биосферы, влияет на формирование климата на планете [1].

Основные виды заболеваний от загрязнения воздуха: бронхиты, астма, поражение верхних дыхательных путей, эмфизема легких; сердечнососудистые заболевания; болезни глаз.

Оксид углерода соединяется с гемоглобином крови. При его концентрации больше 0,4 % ухудшается острота зрения, при 2-5 % происходит поражение психомоторных функций головного мозга, при 5-10 % нарушается деятельность сердца и легких, а при 10% и больше наступает головная боль, спазмы, паралич легких, смерть. Оксиды серы  $SO_2$ ,  $SO_3$  и серная кислота также приводят к заболеваниям дыхательных путей и легких. Кислотные дожди уничтожают растения. Оксиды азота и продукты их взаимодействия с углеводородами, типа пероксилацетилнитрата (ПАН) вызывают воспаление глаз, спазмы грудной клетки, сильный кашель [2].

Вредные примеси разрушают литосферу. Диоксиды азота при концентрации 4-6 мг/м<sup>3</sup> приводит к эрозии плодородного слоя почвы, повышается кислотность, происходит ее высыхание, меняется цвет [2].

Большинство золоотвалов, являются источником излучения. В состав золы входят тяжелые элементы, которые с дождями попадают в грунтовые воды и тяжелые элементы таблицы Менделеева распространяются на очень большие территории в окрестности ТЭС [3].

Ущерб, вызванный воздействием загрязняющих веществ заводов и электростанций в промышленно развитых странах – таких, как Россия, США, Япония, Великобритания, Италия, Канада – составляет сотни миллионов и даже миллиарды долларов ежегодно [3].

В настоящее время в научных кругах всего мира повышение благосостояния населения стран связывается с энерговооруженностью экономики, т.е. развитием энергетики [4].

Одним из основных источников энергии является тепловая энергия, получаемая от сгорания угля, нефти, газа, торфа, горючих сланцев. Наиболее характерно для ТЭС химическое и тепловое загрязнение, так как в процессе преобразования энергии возникают значительные потери в виде тепловых отходов. Если обычное сгорание топлива бывает неполным, то при сжигании твердого топлива в котлах на ТЭС или ТЭЦ образуется большое количество золы, диоксида серы, канцерогенов. Они загрязняют окружающую среду и оказывают неблагоприятное воздействие на все компоненты природной среды [4].

Существует пять основных видов выбросов ТЭС:

- твердые частицы (зола, пыль, сажа);
- двуокись серы  $SO_2$ , (сернистый ангидрид);
- оксиды азота  $NO_x$  ( $NO$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_2$ );
- окись углерода (угарный газ  $CO$ );
- непредельные углеводороды  $C_mH_n$ .

Так, при коксовании 1 т угля образуется около 300 м<sup>3</sup> коксового газа. Он помимо водорода и метана, которые составляют 70-90 % его об-

щего объема, содержит около 4-5 % CO, 2-3 % углеводов, 5-10 % азота и его соединений.

Современная тепловая электростанция мощностью 2,4 млн. кВт расходует до 20 тыс. т угля в сутки и выбрасывает в атмосферу около 680 т оксидов серы, 200 т оксидов азота, 120-240 т твердых частиц (зола, сажа, пыль).

Общая масса антропогенного загрязнения атмосферы составляет около 700 млн.т/год.

Существует два направления по сокращению поступления вредных выбросов с дымовыми газами в окружающую среду:

- технологические мероприятия по подавлению и сокращению образования вредных веществ в процессе сжигания топлива;

- очистка дымовых газов.

Уровень вредных выбросов от антропогенной деятельности становится так велик, что приближается к уровню глобальных естественных вредных компонентов, поступающих в атмосферу, и даже превышает его.

В создании парникового эффекта вклад диоксида углерода оценивается в 65%, метана около 20 %, оксида азота – 5 %, а остальные составляют другие компоненты, включая хлор- и фтороуглеводороды, оказывающие влияние на климат [4].

В настоящее время на прилегающих к станциям территориях ТЭС оценка загрязнения окружающей среды производится преимущественно экспериментальным способом. Современная техника и технологии позволяют определять состав всех загрязняющих компонентов продуктов сгорания различных топлив. Такой способ не дает возможности определения концентрации вредных примесей и формирования вихревых процессов на больших территориях и на различных высотах, так как измерения производятся в отдельных точках. Для оценки загрязнения необходим расчет поля среднегодовых приземных концентраций оксидов азота от выбросов предприятий теплоэнергетики. Необходимо отметить, что экспериментальный метод позволяет дать оценку уже произведенным выбросам [5].

Процесс распространения промышленных выбросов происходит за счет их переноса воздушными массами и диффузии, обусловленной турбулентными пульсациями воздуха. Затем вредные вещества распадаются на изолированные вихревые образования, увлекаемые на большие расстояния от источника.

Пограничный слой атмосферы (ПСА) является ключевым звеном климатической системы, поскольку с помощью механизмов турбулентного переноса он регулирует преобразование энергии солнечной радиа-

ции, поглощенной подстилающей поверхностью, в энергию движений в атмосфере, контролирует уровень диссипации кинетической энергии и обеспечивает тепловлагоперенос между атмосферой и деятельным слоем суши.

Прогнозирование образования вихревых процессов, является актуальной задачей в настоящее время.

Математическое моделирование образования вихревых структур в результате рассеяния примесей, которое на основе геометрических характеристик источника выбросов, среднегодовых данных температуры, влажности и объема выбрасываемой смеси, загрязняющих веществ, коэффициента среднегодовой нагрузки оборудования каждого источника, плотности атмосферного воздуха, розы ветров, степени трансформации оксидов азота и других факторов, характеризующих метеоусловия, позволяет производить расчет поля среднегодовых приземных концентраций примесей, которые формируют вихревые процессы от выбросов точечных источников, таких как ТЭС [5].

Можно предположить, что формирование вихревых процессов, рассчитанное при помощи математического моделирования, будет наиболее точно, и позволит контролировать их появление, перемещение и распространение с ними приземных концентраций вредных примесей.

Уравнения (Фурье-Кирхгофа) нестационарного переноса тепла теплопроводностью с применением метода конечных разностей и современных программ для создания трехмерной математической модели, позволят решить поставленную задачу [6].

Обзор литературы показал, что в настоящее время применение математического моделирования для оценки формирования вихревых структур в атмосфере Земли в результате загрязнения окружающей среды продуктами сгорания натуральных топлив ТЭС ограничивается лишь исследованиями загрязнения воздушного бассейна. Имеющиеся модели позволяют определить концентрацию твердых частиц и различных оксидов, однако, полученные данные не описывают последствия функционирования предприятий энергетики, в том числе не прогнозируют формирование вихревых процессов в результате загрязнения воздушного бассейна вредными выбросами.

Решение задачи создания математической модели влияния вредных выбросов на процессы формирования вихревых структур в атмосфере, позволит достаточно точно их прогнозировать и оценивать масштабы антропогенного воздействия на окружающую среду.

#### **Литература:**

1. Копытов В.Ф. Защита воздушного бассейна от загрязнений. М., 1973, с. 8.

2. Батеньков В.А.. Охрана биосферы. Изд-во Алтайского ун-та, Барнаул, 2002.
3. Сонькин Л. Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы / Л. Р. Сонькин. – Л. : Гидрометеопиздат, 1991. – 223 с.
4. Гаврилов В. П. Рассеяние примеси от стационарных источников в приземном слое атмосферы / В. П. Гаврилов, Ю. К. Горматюк // Метеорология и гидрология. – 1989. – № 2. – С. 37–47.
5. Рогалев Н.Д., Прохоров В.Б., Курдюкова Г.Н., Хатунцева Н.В. Исследование загрязнения воздушного бассейна Москвы выбросами предприятий теплоэнергетики и автотранспорта // Теплоэнергетика. 2003. №12.
6. Пасконов В. М. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена / В. М. Пасконов, В. И. Полежаев, Л. А. Чудов. – М. : Наука, 1984. – 288 с.
7. Панин Б. Д. Параметризация физических процессов в модели атмосферы на вложенной сетке / Б. Д. Панин, Р. П. Репинская, У. Фонлей // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 6. – С. 5–20.

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСПРОЛИВНОЙ ПОВЕРКИ ВИХРЕВЫХ РАСХОДОМЕРОВ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

М.С Лурье, А.С. Фролов

Сибирский Государственный технологический университет», г. Красноярск

E-mail: Frolov-A84@mail.ru

В последние годы в России появился новый класс приборов для измерения расхода, который получил название вихревых погружных кондуктометрических расходомеров и водосчетчиков. В них, тело обтекания (ТО) расходомера помещается непосредственно в рабочий трубопровод. Приемник-преобразователь вихревых колебаний (ППВК) устанавливается в специальном канале обратной связи (КОС). ППВК представляет собой два электрода, один из которых колеблется в такт с частотой вихреобразования, при этом частота изменения электрического сопротивления межэлектродного промежутка (МЭП) является выходным сигналом несущим информацию о расходе.

Особенностями данных приборов являются: низкая стоимость, практически независимая от типоразмера (250 \$ – 500 \$); простота монтажа; малая погрешность (менее 2 %), позволяющая применять его в