

УДК 504.064.3: 629.331.001.57

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ В УСЛОВИЯХ НЕОДНОРОДНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ

Сабельников Д. А., магистрант; Хламов М. Г., доцент, к.т.н.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Охрана окружающей среды от загрязнений становится одной из наиболее актуальных проблем науки и техники. Для проведения эффективных природоохранных мероприятий необходим качественный контроль за состоянием выбросов в окружающую среду от всех источников загрязнения. Сложность в оперативном и точном определении количества выбросов в атмосферу состоит в учете влияющих факторов, таких как диффузия и перенос примесей, устойчивость атмосферы (температура, давление, скорость, направление и размах вихрей ветра, интенсивность турбулентности). Массовая доля выбросов в мире, приходящаяся на транспорт, с каждым годом возрастает [1]. Поэтому в качестве источника загрязнения в приведенных исследованиях выбран автотранспорт.

Цель работы состоит в разработке математической модели для определения количества выбрасываемых автомобилем вредных веществ в атмосферу.

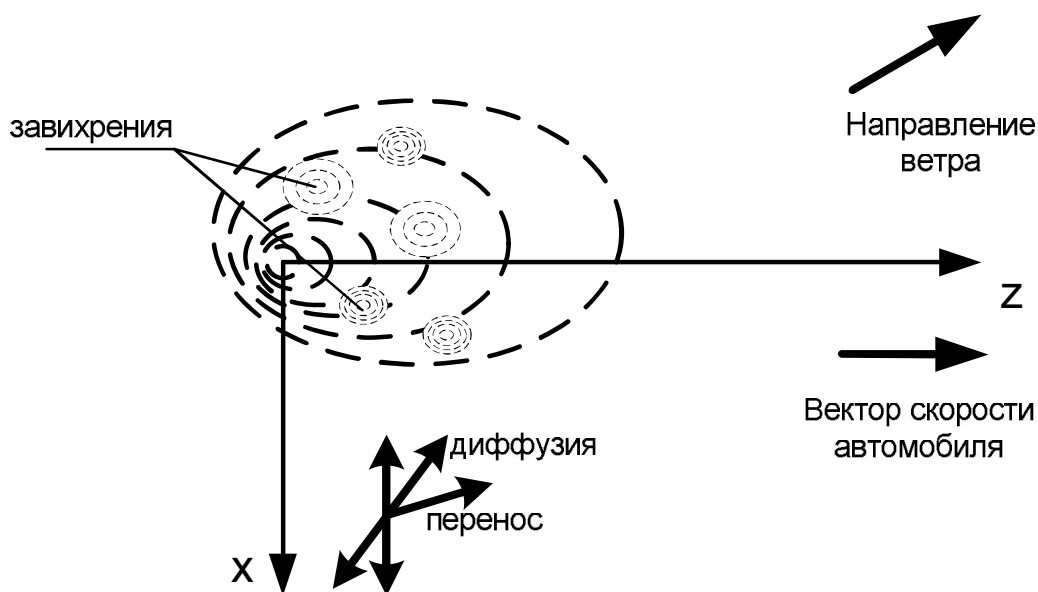


Рисунок 1 – Поведения выхлопа в атмосфере

В качестве источника выбросов рассматривается легковой автомобиль, находящийся в движении. Для описания процесса рассеивания газообразных продуктов выброса используется

модель нестационарного переноса [1]. Так как наибольшую долю среди токсичных веществ занимает оксид углерода, то его концентрация и будет определяться. При составлении математической модели были использованы следующие основные уравнения: уравнения газовой диффузии, уравнение переноса и распространения примесей и уравнение движения. Считая автомобиль точечным источником выброса в определенные моменты времени, поместим трехмерную декартовую систему координат непосредственно в источник выбросов. При это ось OZ – вдоль дороги, ось OX – определяет ширину дороги и ось OY – перпендикулярно осям OZ и OX соответственно. Рассмотрим поведение выхлопа в плоскости XZ, без учета сложных погодных условий (рисунок 1). Также обозначим на рисунке 1 все влияющие величины, которые будут учтены в математической модели. Концентрация оксида углерода в районе выброса будет описываться уравнением 1.

$$C_{CO}(x, y, z, t, V_A, V_B) = C_{\text{фонаглоб}}(x, y, z, t) + C_{\text{фоналок}}(x, y, z, t) + C_{\text{авто}}(x, y, z, t, V_A, V_B), \quad (1)$$

где $C_{CO}(x, y, z, t, V_A, V_B)$ - суммарная концентрация оксида углерода в районе выброса; $C_{\text{фонаглоб}}(x, y, z, t)$ - глобальная фоновая концентрация; $C_{\text{фоналок}}(x, y, z, t)$ - локальная фоновая концентрация, которая характерна данной местности; $C_{\text{авто}}(x, y, z, t, V_A, V_B)$ - концентрация, вносимая отработанными газами автотранспорта.

Глобальная и фоновая концентрации имеют среднестатистическое значение для определенной местности, участка трассы и погодных условий и определяется экспериментально либо на основе статистических данных. Концентрация, вносимая отработанными газами автомобиля, содержит постоянную и турбулентную составляющие. При этом постоянная составляющая характеризует основную концентрацию CO в выбросах автомобиля и является функцией от пространственных координат (x,y,z), максимальной концентрации оксида углерода, времени (t), скорости автомобиля и ветра (Va, Vb), направления ветра, высоты расположения источника выбросов. Турбулентная составляющая, характеризующая газовую диффузию в турбулентном потоке автомобильного выхлопа, является функцией от координат (x,y,z), времени (t) и скорости автомобиля (Va). Решение данного уравнения покажем в виде графика распределения концентрации оксида углерода по оси X при $t = 0,02$ с, $Z = 0,05$ м, и разрезами по Y ($Y = Y_0$; $Y = Y_0 + 0,08$; $Y = Y_0 + 0,16$; $Y = Y_0 + 0,24$). Где $Y_0 = 0,25$ м – типовое расположение выхлопной трубы, $V_a = 15$ км/ч, $V_b = 0$ м/с, при этом фоновая и локальная концентрация не учитывались.

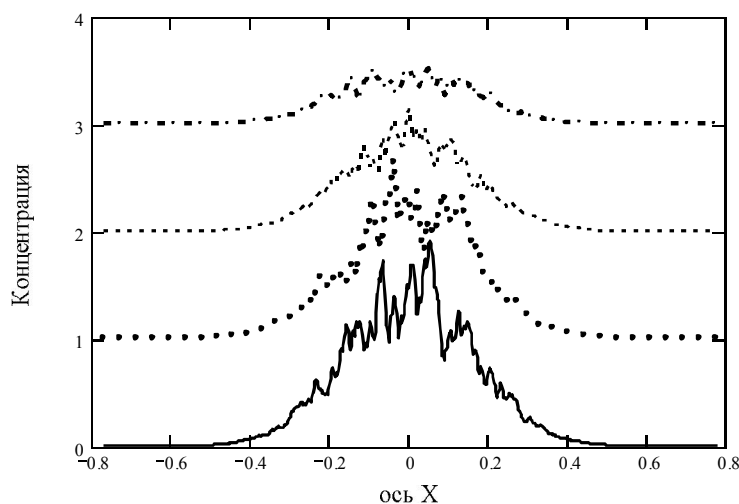


Рисунок 2 – Распределение концентрации оксида углерода по оси X при $t = 0,02$ с, $Z = 0,05$ м ($Y = Y_0$ м – сплошная линия, $Y = (Y_0 + 0,08)$ м – точечная линия, $Y = (Y_0 + 0,16)$ м – пунктирная линия, $Y = (Y_0 + 0,24)$ м – штрихпунктирная линия)

Для удобного отображения графики смещены друг относительно друга на единицу (рисунок 2).

Выводы: предложена математическая модель распределения концентрации CO в выбросах автомобильного транспорта. Получены качественные и количественные характеристики распределения CO в выхлопе автомобиля. Разработанная математическая модель позволяет определить с высокой вероятностью распределение концентрации примесей в газовом пространстве с учетом большинства влияющих величин. При определенных допущениях, а именно: скорость движения автомобиля положить равным нулю – математическая модель может быть адаптирована для определения краткосрочных выбросов ядовитых веществ от стационарных источников выбросов.

Перечень ссылок

1. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды/ Марчук Г. И. – М.: Наука, 1982. – 320 с.

УДК 681.5.08

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФИЛЯ ПРОХОДНЫХ ПЛАМЕННЫХ ПЕЧЕЙ И СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ИИС

Томилин Е.М., аспирант; Чичикало Н.И., д.т.н., профессор

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

В настоящее время проходные печи применяются для тепловой обработки различных заготовок в непрерывном режиме. Это могут быть металлические слябы, керамические изделия, литейные формы и пр. По типу используемого топлива печи делят на топливные (пламенные) и электрические.

Рассмотрим толкательную термическую печь на газе для прокатки форм для литья. Чтобы получить температурный профиль теплового агрегата, проведены экспериментальные исследования, для чего всё его пространство разбито на условные зоны – сегменты. В требуемых точках съема информации установлены датчики для непосредственного оценивания температур (зоны б, г, д, е), а определение температур остальных зон (а, в, ж) выполнено косвенно. На рис. 1, изображен экспериментальный сегмент печи с указанием способов определения температур.

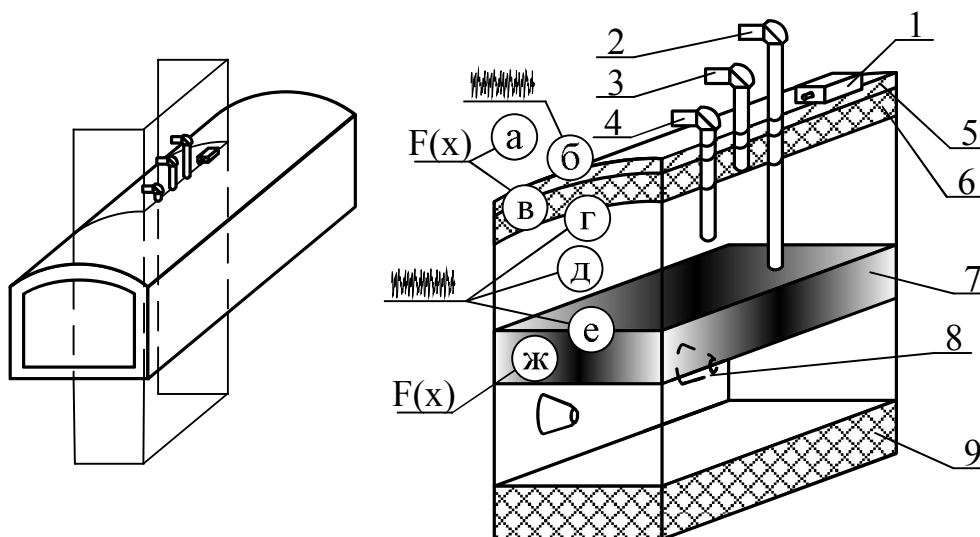


Рисунок 1 – Схема установки датчиков и способов определения составляющих температурного профиля проходной печи