

УДК 551.510

## АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ДОНЕЦКА ФОРМАЛЬДЕГИДОМ

И.В. Беляева, С.А. Орлова, Н.А. Боробова  
Донецкий национальный технический университет,  
Донецкий областной центр по гидрометеорологии

*В работе проведен анализ возможных источников выделения формальдегида в атмосферный воздух города Донецка, а также условий его образования в составе фотохимического смога, проведен анализ транспортных потоков в центре Донецка, рассчитаны выбросы формальдегида от автотранспорта, оценен вклад вторичного загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом.*

Анализ динамики изменения состояния атмосферного воздуха в г. Донецке за последние 5 лет показал, что в 2007-2009 г. увеличились концентрации ряда загрязняющих веществ, среди которых формальдегид, концентрация которого по сравнению с 2006 годом в 2008-2009 году увеличилась в 2,35 раза и составила 4,7 ПДК.

Целью работы является анализ источников выделения формальдегида и определение степени влияния вторичных фотохимических реакций образования формальдегида на уровень загрязнения атмосферного воздуха.

Анализ данных отчетности 2-тп (воздух) годовой предприятий г. Донецка показал, что в атмосферный воздух выбрасывается от 0,8 до 1,26 т формальдегида от стационарных источников выбросов, которыми являются предприятия машиностроительной, химической, пищевой промышленности. В таблице 1 приведены валовые выбросы формальдегида от стационарных источников выбросов г. Донецка.

На рисунке 1 приведена динамика выбросов формальдегида от стационарных источников выбросов, на рисунке 2 - среднегодовые концентрации формальдегида в атмосферном воздухе г. Донецка.

Анализ представленных данных показывает, что между этими двумя рядами данных наблюдается слабая связь. Это было подтверждено корреляционным анализом, в результате которого было получено регрессионное уравнение вида:

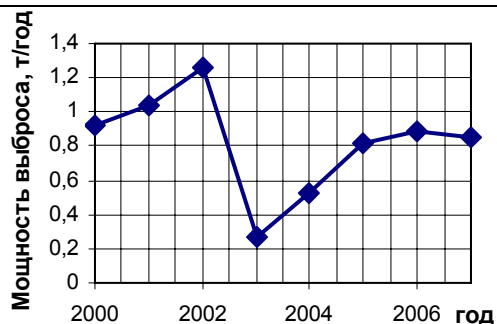
$$C = 1,58 - 0,66 \cdot M^2$$

с коэффициентом корреляции  $r = 0,32$  (где  $M$  – мощность выбросов формальдегида, т/год).

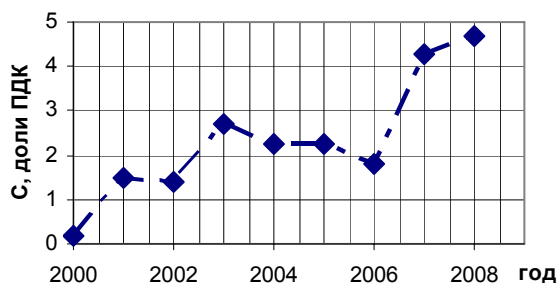
**Таблица 1**

Валовые выбросы формальдегида от стационарных источников выбросов г. Донецка (за 2002 год)

Название предприятия	Валовые выбросы, т/год
ОАО Донецкий завод газовой и электрической бытовой аппаратуры	0,017
АП «Шахта им. Засядько»	0,0432
ОАО «Донецкий мясокомбинат»	0,9591
АТЗТ „Донецкий химический завод”	0,0724
ОАО „Норд”	0,1320
ОАО „Донецкхим – химический завод”	0,0014
ДПП „Электромагнит”	0,0364
Всего:	1,262



**Рис. 1. Динамика выбросов формальдегида в атмосферном воздухе г. Донецка**



**Рис. 2. Среднегодовые концентрации формальдегида в атмосферном воздухе г. Донецка**

На основании данных инвентаризации источников выбросов предприятий города, которые выбрасывают в атмосферный воздух формальдегид, были проведены расчеты рассеивания выбросов этого вещества при неблагоприятных метеорологических условиях в программе ЭОЛ+.

В таблице 2 приведены данные по зонам влияния и максимальным приземным концентрациям, создаваемым предприятиями города.

**Таблица 2**

Зоны влияния предприятий г. Донецка по формальдегиду

Название предприятия	$C_{\max}^*$ , доли ПДК	Зона влияния предприятия, м
ОАО «Донецкий завод газовой и электрической и бытовой аппаратуры	0,06	150
АП «Шахта им. Засядько»	0,027	-
АТЗТ „Донецкий химический завод”	0,046	-

ОАО „Норд”	0,15	330
ОАО „Донецькхим – химический завод”	0,00059	-

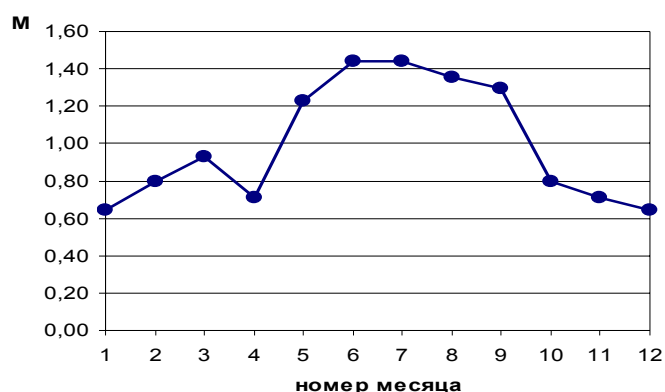
\* - максимальная приземная концентрация.

Расчеты рассеивания выбросов формальдегида от стационарных источников выбросов предприятий г. Донецка при неблагоприятных метеорологических условиях показали, что максимальная приземная концентрация формальдегида в селитебной зоне равна 0,008 ПДК (это составляет примерно 3,6 % от реально наблюдаемой концентрации формальдегида на стационарных постах наблюдений).

Т.о., можно сделать вывод о том, что вклад стационарных источников в концентрацию формальдегида в атмосферном воздухе низкий.

Для учета выбросов формальдегида, поступающего в атмосферный воздух от автотранспорта, был проведен подсчет количества единиц автотранспорта в центральной части города по ул. Челюскинцев. На основании этих данных рассчитана мощность выбросов формальдегида от автотранспорта. Было установлено, что наибольшее количество формальдегида по ул. Челюскинцев поступает в атмосферный воздух от грузовых дизельных автомобилей и составляет 43 % от суммарного выброса формальдегида. По полученным данным мощности выбросов формальдегида в программе ЭОЛ+ проведен расчет рассеивания формальдегида от автотранспорта по ул. Челюскинцев. В результате расчета было установлено, что наибольшая концентрация формальдегида (0,8 ПДК) достигается на автотрассе, а на расстоянии 50 м от нее концентрация формальдегида менее 0,1 ПДК.

Анализ концентраций формальдегида в атмосферном воздухе г. Донецка показывает, что концентрация его изменяется в течение года. Предприятия, выбрасывающие формальдегид, не имеют сезонного характера работы, поэтому можно сделать вывод, что концентрация формальдегида в основном зависит выбросов автотранспорта и от метеорологических условий. На рисунке 3 представлен годовой ход изменения концентрации формальдегида за 2009 год. (М – отношение среднемесячной концентрации к среднегодовой концентрации формальдегида).



**Рис. 3. Годовой ход формальдегида в атмосферном воздухе г. Донецка**

Анализ данных годового хода формальдегида показал, что наибольшие концентрации формальдегида достигаются в мае-сентябре, когда на дорогах города наблюдается большее количество автотранспорта по сравнению зимними месяцами. Кроме того, летом более высокая температура воздуха, больше часов солнечного сияния, меньше осадков, больше дней с застоями воздуха, чем в осенне-зимний период. Все это способствует образованию большего количества формальдегида в атмосферном воздухе города за счет фотохимических реакций.

В работе проведен регрессионный анализ и получено уравнение зависимости концентрации формальдегида ( $c$ ) от метеорологических условий: температуры воздуха ( $T$ ), скорости ветра ( $V$ ), абсолютной влажности воздуха ( $A$ ), метеорологического уровня загрязнения ( $MYZ$ ), высоты слоя перемешивания ( $H$ ), средней скорости ветра в слое перемешивания ( $CV$ ) и инерционного фактора ( $iner$ ). В качестве инерционного фактора принята концентрация формальдегида за предыдущий период.

$$c = 0,0004 \cdot \frac{A}{V} - 0,067 \cdot \frac{1}{CV \cdot H} + 0,0003 \cdot \frac{A}{T} - 0,0003 \cdot A + 0,43 \cdot iner + 0,001 \cdot \frac{MYZ}{H}.$$

Полученное регрессионное уравнение позволяет проводить прогноз загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом в районе ул. Челюскинцев и проспекта Б. Хмельницкого при меняющихся метеорологических условиях.

Т.о., проведенные исследования показали, что большая часть формальдегида в атмосферном воздухе г. Донецка образуется в результате фотохимических реакций, протекающих между оксидами азота и предельными углеводородами топлива (часть несгоревшего топлива), которые выбрасываются из выхлопной трубы автомобилей и

имеют при этом достаточно высокое парциальное давление. Высокое парциальное давление оксидов азота и углеводородов - одно из необходимых условий протекания реакций образования в атмосферном воздухе формальдегида, являющегося одним из основных компонентов фотохимического смога.

### **Библиографический список**

1. Методики расчета выбросов загрязняющих веществ передвижными источниками. Киев, 2000. – 71 с.
2. ОНД-86. Госкомгидромет. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, 1987.-82с.
3. РД 52.04.306-92 Охрана природы. Атмосфера Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. – 480 с.
4. Л.Ф. Гольдовская. Химия окружающей среды.- Г.: Мир, 2005.- 296 с.