

РАСЧЕТ ПРИЗЕМНЫХ СРЕДНЕГОДОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОКСИДОВ АЗОТА ОТ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ г.МОСКВЫ

Расчет производится в соответствии с тремя методиками расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД-86, уточненной модели МЭИ и методу Гаусса. Методика расчета МЭИ основана на нормативной методике ОНД-86, однако имеет существенные различия: точка максимума концентраций располагается ближе к источнику выбросов, что связано с влиянием городской застройки, рассеивание примеси в направлении, перпендикулярном движению факела, больше, степень трансформации оксидов азота неполная (около 50 %). При расчете подъема факела учтена также ствольность труб.

The paper addresses issues of spreading of effluents in urban atmosphere. There have been considered three models of simulation. There are Russian officially approved norms OND-86, model of Moscow Power Engineering Institute (MPEI's model), and Gauss model. MPEI's model is based on approaches of OND-86 and has some differences. Consider to OND-86 in MPEI's model the maximum of ground concentration locates closer to the source of effluents, cross dispersion is wider because of urban terrestrial and boundary layers, the rate of NO to NO₂ transformation is about 50 %. The MPEI's model includes also differences of smoke plume rise above multi-shaft stacks.

The results of simulations represent as graphic fields of average year ground concentrations. The paper highlights commonalities and differences of different models applications.

При сжигании топлива на ТЭЦ в атмосферу вместе с дымовыми газами поступают различные загрязняющие вещества. Большинство этих веществ относится к числу токсичных и даже в сравнительно невысоких концентрациях оказывает вредное воздействие на природу и человека. Одним из таких веществ, выбрасываемых в атмосферу вместе с дымовыми газами ТЭЦ и котельных, является оксид азота.

Особенно сложно вопросы обеспечения чистоты атмосферы решаются в крупных городах (например, в Москве с населением около 8,4 млн человек) из-за большого сосредоточения источников выбросов, которыми являются не только ТЭЦ, но и другие промышленные предприятия, отопительные котельные, автотранспорт.

Решение этих вопросов требует комплексных мер по определению общей картины загрязнения, отработке методов прогнозирования загазованности атмосферы и установлению приоритетов снижения концентраций вредных веществ в атмосфере.

Первым этапом работы стал расчет поля среднегодовых приземных концентраций оксидов азота от выбросов предприятий теплоэнергетики. Расчет рассеивания производился в соответствии с тремя методиками расчета концентраций вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, в атмосферном воздухе: ОНД-86 [1], уточненной модели МЭИ [2] и методу Гаусса [3]. Методика МЭИ основана на нормативной методике ОНД-86, однако имеет существенные различия: точка максимума концентраций располагается ближе к источнику выбросов, что связано с влиянием городской застройки; рассеивание примеси в направлении, перпендикулярном движению факела больше; степень трансформации оксидов азота неполная (около 50 %). Кроме того, при расчете подъема факела учитывается ствольность труб.

В результате проведения работ создана компьютерная программа, которая на основе геометрических характеристик источников выбросов, среднегодовых данных о тем-

пературе и объеме выбрасываемой газовой смеси, массовых выбросах оксидов азота, коэффициенте среднегодовой нагрузки каждого источника, коэффициенте использования времени, плотности атмосферного воздуха, розе ветров, степени трансформации оксидов азота и различных постоянных коэффициентах, характеризующих метеоусловия, выбрасываемые вредные вещества и тип местности, на которой производятся выбросы, производит расчет поля среднегодовых приземных концентраций от выбросов точечных источников (ТЭЦ и котельные).

Поле концентраций загрязняющих веществ представляет собой расчетный прямоугольник, стороны которого разбиваются на отрезки с заданным шагом по длине и ширине. При этом образуется расчетная сетка, в каждой узловой точке которой и определяется значение концентраций в приземном слое атмосферы

Расчет среднегодовой концентрации по методике ОНД-86 и уточненной методике МЭИ производится по формуле

$$\bar{c}(x, y) = \sum_{k=1}^m [f_{\text{ср}} l \Theta_{\text{ср}} p(\varphi) \sum_{j=1}^n c(x, y) p(u_j)],$$

а формула расчета осредненных концентраций по методу Гаусса имеет вид

$$\bar{c}(x, y) = \sum_{k=1}^m [f_{\text{ср}} l \Theta_{\text{ср}} p(\varphi) \sum_{j=1}^z c(x, y) p(u_j, S_j)],$$

где $\bar{c}(x, y)$ – осредненное значение концентрации, мг/м³; x и y – координаты расчетной точки; m – число румбов розы ветров; n – число шагов перебора вероятностей скорости ветра; z – число шагов перебора совместной вероятности скорости ветра u_j и класса устойчивости атмосферы S_j ; $f_{\text{ср}}$ и l – коэффициенты нагрузки и учета рабочего времени, $\Theta_{\text{ср}}$ – коэффициент, учитывающий сокращение выбросов вследствие проводимых природоохранных мероприятий; $p(\varphi)$ – вероятность направления ветра за период осреднения, $c(x, y)$ – разовая концентрация, рассчитанная по одной из методик, мг/м³; $p(u_j)$ – вероятность скорости ветра за го-

довой период осреднения, используемая в расчетах осредненных концентраций по методике ОНД-86 и уточненной методике МЭИ; $p(u_j, S_j)$ – совместная вероятность скорости ветра и класса устойчивости атмосферы, используемая в расчетах осредненных концентраций по методу Гаусса за годовой период осреднения.

Результаты расчета представляются в графическом виде изолиниями концентраций на расчетном прямоугольнике или раскрашенной поверхностью. В результате расчета получают максимум концентрации, среднюю концентрацию рассчитанного поля и площадь территорий, загрязненных выбросами с приземной концентрацией в пределах одного шага расчетной шкалы.

Расчеты производились для условий работы энергокомплекса Москвы в 2001 г. и перспективного развития до 2010 г. [4]. Учитывались следующие показатели (на основе данных АО «Мосэнерго»):

- прирост мощности за счет ввода новых мощностей и замены оборудования на электрических станциях;
- изменение топливного баланса (доля использования газа и мазута меняется менее, чем на 0,5 %, поэтому не принималась во внимание).

Выводы

1. Поле приземных концентраций оксидов азота, рассчитанное на основе уточненной методике МЭИ, наиболее точно соответствует результатам натурных исследований.

2. Значения приземных концентраций, рассчитанных по методике ОНД-86, сильно завышены, так как этот метод не учитывает в полной мере трансформации оксидов азота и повышенной шероховатости подстилающей поверхности, обусловленной городской застройкой, ствольности труб, а также особенностей распределения концентраций продольной и поперечной оси факела.

3. Конфигурация поля, рассчитанного по методу Гаусса, не совпадает с результатами натурных исследований, что говорит о неточности уравнений кривых Пасквилла

Гиффорда для коэффициентов горизонтальной и вертикальной диффузии [3]. Численные значения площади загрязнения со среднегодовой концентрацией, превышающей ПДК, почти в 3 раза превышают аналогичные значения в случае расчета по методике ОНД-86.

4. Доля выбросов, привносимая крупными РТС и КТС, ничтожно мала и практически не влияет на величину площади загрязнения.

5. К 2010 г., если не будут приняты меры по снижению выбросов оксидов азота, в Москве, появится территория загрязнения с концентрацией, превышающей ПДК, пло-

щадью 24 км² (методика ОНД-МЭИ) или площади загрязнения с концентрацией, превышающей ПДК, увеличатся в 1,5-2 раза (методика Гаусса).

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Л.: Гидрометеоздат, 1987.
2. Волков Э.П. Контроль загазованности атмосферы выбросами ТЭС. М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Атмосферная турбулентность и моделирование распространения примесей. Л.: Гидрометеоздат, 1985.
4. Волков Э.П. Экологические аспекты развития теплоэлектроцентралей Москвы / Э.П. Волков, В.Б. Прохоров, Н.И. Серебрянников, Н.Д. Роголев // Теплоэнергетика. 1990. № 9.