

Во всех случаях реагент-осадитель и коагулянт приливали к исследуемой пробе при механическом перемешивании. После выпадения осадка раствор анализировали на присутствие ионов цинка.

Применение в качестве осадителя ортофосфата натрия приводит к значительному (свыше 90%) осаждению цинка в области высоких концентраций при обработке 100 мл технологических вод одним миллилитром реагента.

Для разрушения коллоидных растворов фосфатов к исследуемой технологической сточной воде помимо 5% раствора Na_3PO_4 приливали коагулянт 1% раствор $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. В этом случае в растворе быстро формируется аморфный хлопьевидный осадок желтовато-коричневого цвета и происходит быстрое осветление раствора. Проведенное исследование показало значительное снижение концентрации ионов тяжелых металлов. Данные, полученные в результате исследований, приведены в таблице 2.

Предлагается следующая технология обработки сточных вод гальванического производства: отработанные кислоты, щелочные стоки вместе с промывными отводятся в существующий усреднитель вместимостью 100 м³, где они периодически подвергаются перемешиванию сжатым воздухом. Из усреднителя сточные воды насосом перекачиваются в существующие модернизированные отстойники, представляющие собой горизонтальные отстойники, оснащенные тонкослойными модулями. После усреднителя в трубопровод с сужающей диафрагмой вводятся кислота до pH 6,5-7,5, раствор ортофосфата натрия и раствор коагулянта – сернокислого алюминия. После отстаивания в течение не менее 2 часов осветленная вода из зоны осветления отстойника выпускается самотеком в систему производственной канализации завода,

откуда она сбрасывается в систему хозяйственно-фекальной канализации г. Бреста.

Осадок состоит из нерастворимых фосфатов тяжелых металлов и продуктов гидролиза сернокислого алюминия. Осадок негорюч. Объем образующегося осадка зависит от исходных концентраций ионов тяжелых металлов и составляет 0,5...1,9% от объема сточных вод, т.е. 0,65...2,46 м³/сутки при влажности 97,6%. Осадок имеет хорошую влагоотдачу, удельное сопротивление 10,4 · 10¹⁰ см/г. Для его обезвоживания может быть использована вакуум-фильтрация, фильтр-прессование, центрифугирование. Например, при вакуум-фильтрации влажность осадка снижается до 89,7%, максимальный суточный объем осадка при этом составляет 0,55 м³/сутки.

В результате исследований установлено, что при осаждении ионов тяжелых металлов 5% раствором фосфата натрия в присутствии коагулянта - 1% раствора сульфата алюминия возможно удаление до 95% содержащихся в них ионов тяжелых металлов. Эффективно осуществляется осаждение ионов в широком диапазоне концентраций, что позволяет проводить обработку непосредственно после участка гальванопокрытий или после усреднения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. Водоотводящие системы промышленных предприятий: Учебник для вузов/Под ред. С.В.Яковлева. – М.: Стройиздат, 1990. – 511 с.
2. А.В. Когановский, Л.А. Кульский, Е.В. Сотникова, В.Л. Шмарук. Очистка промышленных сточных вод. – Киев: Техника, 1974.
3. Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. Очистка производственных сточных вод. - М.: Стройиздат, 1979.–320с.

УДК 662.613.5.002.631

Бубнов В.П., Минченко Е.М.

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ГАЗОВЫХ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ГОРОДА МИНСКА

При сжигании топлива на ТЭС в атмосферу вместе с дымовыми газами поступают различные загрязняющие вещества. Большинство из них относится к числу токсичных и даже в сравнительно невысоких концентрациях оказывает вредное воздействие на природу и человека. Одними из основных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу вместе с дымовыми газами ТЭС, являются оксиды азота.

Вопрос образования оксидов азота требует повышенного внимания, так как, рассеиваясь с дымовыми газами, окислы азота нарушают естественный баланс отдельных звеньев экологического равновесия. Окислы азота, попадая в легкие животных и дыхательные устья растений, приводят к их интоксикации, вызывая негативные последствия. При соединении NO_x с атмосферной влагой образуются слабые растворы азотистой и азотной кислоты. Выпадая с дождем, эти растворы подкисляют воды и почвы, что при определенных условиях также приводит к снижению урожайности и гибели фауны и флоры водоемов.

Исследования показали, что наибольший ущерб почвам наносит загрязненный воздух, так как вредные вещества могут переноситься атмосферными потоками на значительные расстояния от источника выброса. Газы адсорбируются почвой или, взаимодействуя с атмосферной влагой, превращаются в

другие соединения, которые с осадками выпадают на землю. Привнесенные в почву они не остаются бездейственными, а вызывают позитивные или негативные последствия. Выбросы ТЭС приводят к изменению pH среды, разрушению почвенно-поглощающего комплекса, оказывают отрицательное воздействие на состав гумуса. Нарушение химического равновесия влечет за собой целый ряд процессов, вследствие которых изменяются физические свойства почв. Загрязненная почва теряет четкую структуру, характеризуется уменьшением общей порозности. Все это приводит к снижению ее водопроницаемости, уплотнению, на поверхности образуется корка, резко ухудшается водно-воздушный режим. Кислые дымовые газы снижают значение pH, т.е. подкисляют почву, что ведет к сокращению запаса ряда необходимых для растений питательных элементов, таких как кальций, магний и др.

В настоящее время методика расчета перехода загрязненных веществ, образующихся в результате работы энергоустановок, из атмосферы в почву отсутствует. Существуют только методики расчета распределения концентраций в атмосфере и механизм образования кислотных дождей из окислов азота и оксидов серы. Схема перехода оксида азота в азотную кислоту представлена на рисунке 1.

*Бубнов Владилан Павлович, д.т.н., профессор каф. экологии Белорусского национального технического университета.
Минченко Елизавета Михайловна, аспирантка каф. экологии Белорусского национального технического университета.
Беларусь, БНТУ, 220027, г. Минск, пр. Ф. Скорины, 65.*

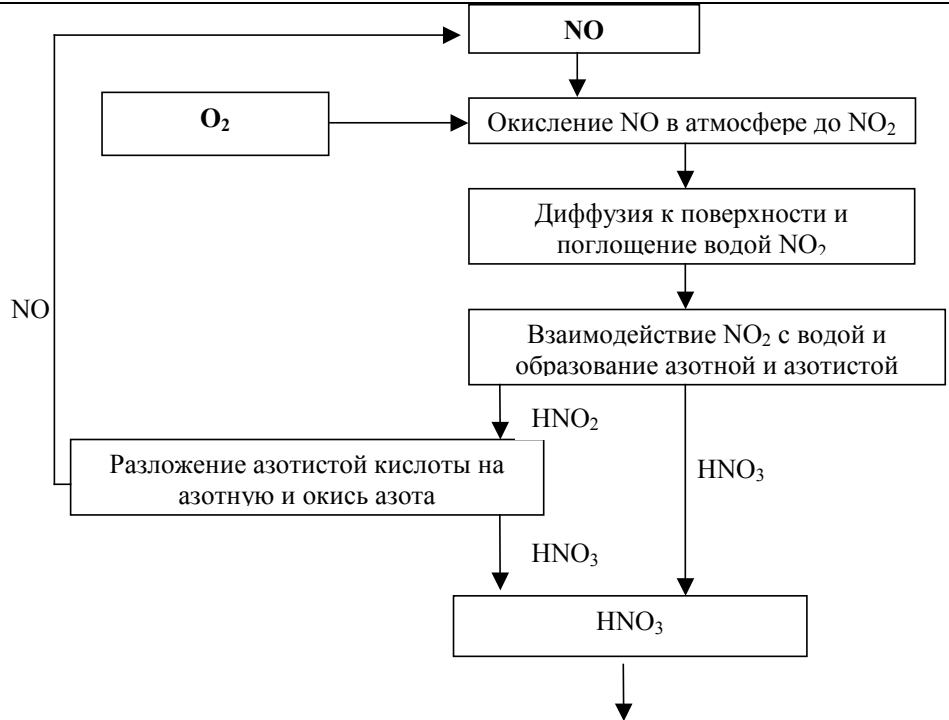


Рис. 1. Схема возможного образования азотной кислоты в атмосфере.

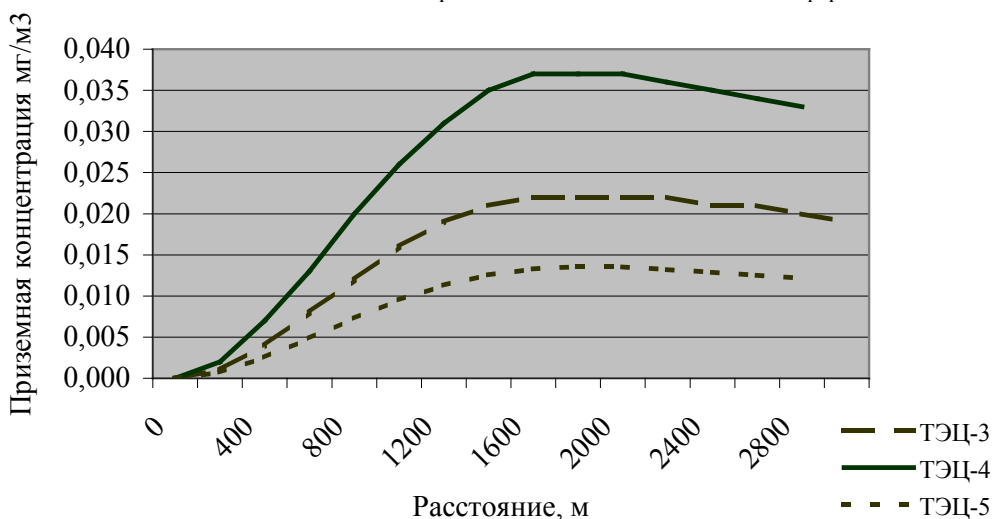


Рис. 2. Приземные концентрации диоксида азота в выбросах от ТЭЦ по оси x (методика ОНД-86).

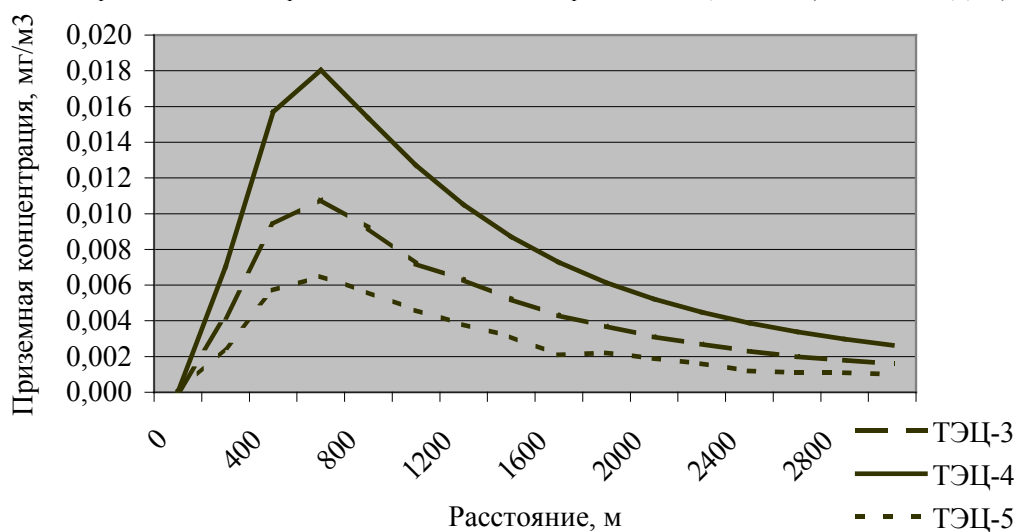


Рис. 3. Приземные концентрации диоксида азота в выбросах от ТЭЦ по оси x (методика МЭИ).

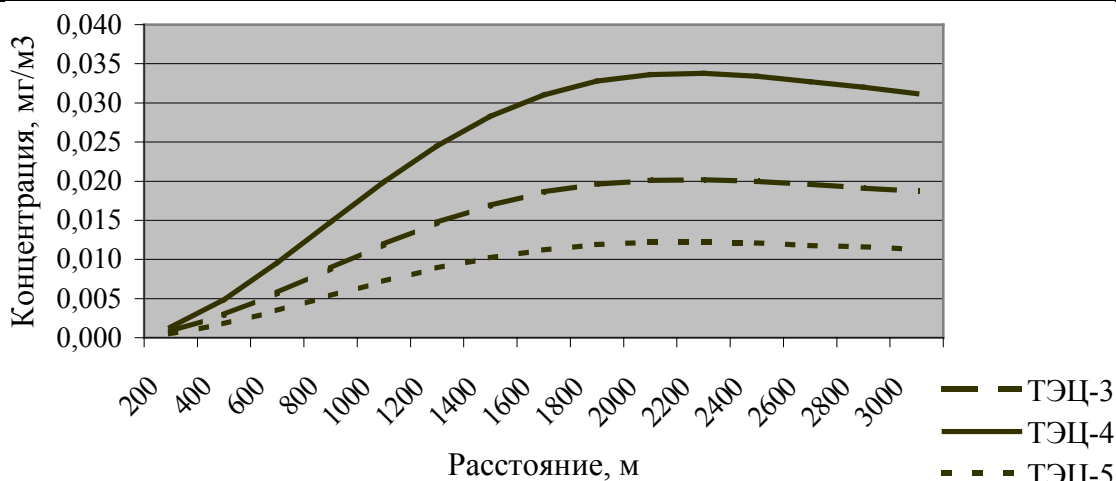


Рис. 4. Распределение концентраций диоксида азота на уровне почвы вдоль оси х.

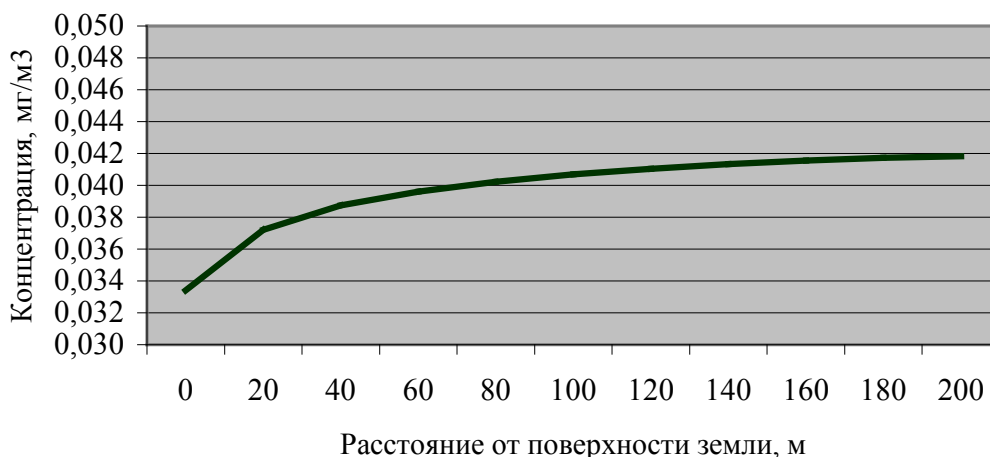
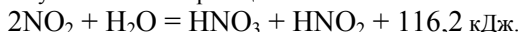


Рис. 5. Распределение концентрации диоксида азота по вертикали.

Первой фазой процесса превращения оксидов азота в азотную кислоту является экзотермическое окисление окиси азота молекулярным кислородом в двуокись: $2NO + O_2 = 2NO_2 + 124 \text{ кДж}$. Двуокись под воздействием диффузионного переноса проникает в капли атмосферной воды или в водоемы и растворяется в них. Взаимодействуя с водой, NO_2 превращается в азотную и азотистую кислоты. Азотистая кислота в свою очередь распадается на азотную и NO .

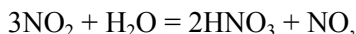
Двуокись азота взаимодействует с водой, образуя азотную и азотистую кислоты по реакции:



Азотистая кислота является непрочным соединением и в обычных условиях распадается с выделением монооксида азота и азотной кислоты:



Сложив два последних уравнения, получим итоговую запись реакции



из которой видно, что 2/3 поглощенного NO_2 превращается в азотную кислоту и 1/3 восстанавливается до NO .

Таким образом, выбросы оксидов азота, трансформируясь в атмосфере, в конечном итоге попадают на почву.

На данном этапе работы были проведены исследования распределения концентрации по вертикальным и горизонтальным осям. Расчет рассеивания выбросов диоксида азота для основных энергопроизводящих предприятий г. Минска

(ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, ТЭЦ-5) проводился по двум методикам: ОНД-86 и уточненной модели МЭИ.

Расчет приземной концентрации диоксида азота по методике ОНД-86 проводился по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{V \Delta T}}$$

Обозначения в формуле: A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы; H – высота источника выбросов, м; F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере; M – массовый выброс загрязняющего вещества, г/с; m и n коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса; V – расход газовой смеси, м³/с; ΔT – разность температур воздуха и газа, К; η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности.

Методика МЭИ основана на нормативной методике ОНД-86, однако имеет существенные отличия, связанные с особыми условиями города: коэффициент шероховатости подстилающей поверхности $\eta = 0,8$; расстояние, на котором наблюдается максимум приземных концентраций, на 7,5 раза ближе к источнику выброса; учитывается в расчетах степень трансформации оксидов азота в зависимости от времени года.

Распределение концентраций по горизонтали представлено на рисунках 2, 3.

Таким образом, из расчетов видно, что по методике ОНД-86 максимальная концентрация достигается на большем

