

УДК 66.097.004.18-66

М.И. Ворожбян, Н.А. Мороз

*Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков*

## ОБ АКТУАЛЬНЫХ АСПЕКТАХ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЙ КИОТСКОГО ПРОТОКОЛА В ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНАХ СО СЛОЖНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКОЙ

*Совершенствование производства, с точки зрения уменьшения выбросов оксидов азота в окружающую среду – важная задача для практических и теоретических исследований. Представленные результаты свидетельствуют о снижении концентрации  $NO_x$  в отходящих газах производства за счет использования эффекта гидродинамической кавитации, что является реальным вкладом в снижение выбросов парниковых газов.*

**Ключевые слова:** гидродинамическая кавитация, оксиды азота, очистка газовых примесей, абсорбционная колонна, концентрация.

### Постановка проблемы

Проблема изменения климата возникла на политической арене в середине 80-х годов прошлого столетия. Мировым сообществом была предпринята инициатива по разработке и введению в силу двух соглашений: Рамочная Конвенция ООН об изменении климата и Киотский протокол. Протокол был ратифицирован 181 страной мира, в том числе Украиной, и действует с февраля 2004 г.

Внедрению данных соглашений может способствовать модернизация таких отраслей как: сельское хозяйство, химическая промышленность (производство азотной кислоты, цементное производство), металлургия (литейное производство), нефтепереработка, теплоэнергетика, угольная промышленность.

Согласно Центральной геофизической обсерватории Министерства по вопросам чрезвычайных ситуаций в рейтинг самых загрязненных городов Украины вошли 5 городов, три из которых в Луганской области – это Лисичанск, Рубежное и Северодонецк, так называемый треугольник с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. При составлении рейтинга учитывался индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). В городах Луганщины уровень загрязнения воздуха оценивается как высокий или повышенный.

В общем, на территории Украины в течение 1992–2013 годов уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризовался как высокий. Мониторинг состояния загрязнения атмосферного воздуха в виде наблюдений гидрометеорологических организаций осуществляется в 53 городах Украины (в том числе, во всех областных центрах). Как поясняют в Министерстве экологии и природных ресурсов,

высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах связан со значительными концентрациями формальдегида, диоксида азота, фенола, бензапирена, фтористого водорода, оксида углерода, взвешенных веществ.

### Анализ последних исследований и публикаций

На предприятиях по производству азотных удобрений используются и создаются значительные объемы опасных материалов, в том числе сырья, промежуточных и конечных продуктов. Выбросы в атмосферу с предприятий, производящих азотные удобрения, обычно состоят из парниковых газов (в основном диоксида углерода и оксидов азота), других газообразных неорганических соединений и выбросов твердых частиц.

Данная проблема затрагивается рядом авторов, где рассматриваются возможные варианты воздействия на ее решение [1–4]. Рассмотрен международный опыт в процессе управления выбросами парниковых газов. Сделан анализ намерения развитых и развивающихся стран по выработке обязательств в будущем международном соглашении по проблемам воздействия на климат. Что касается технологии азотной кислоты, то важным является снижение выбросов оксидов азота и попадание данных соединений в атмосферу должно сокращаться и контролироваться.

Рассматривая возможность интенсифицировать процесс кислотообразования с помощью воздействия на воду с использованием свойств воды, которые она приобретает после эффекта гидродинамической кавитации. Эффект воздействия этого явления уже представлен в различных отраслях. В технологии калийных удобрений обосновано целесообразность использования кавитационной активации жидких сред в

устройствах гидродинамического типа с точки зрения ресурсосбережения. Осуществление данной технологии обеспечивает увеличение выхода удобрений на 8–11 % при использовании одинакового количества лангбейнитной руды и т.д. [5].

### Изложение основного материала

Актуальной проблемой, стоящей перед химической промышленностью, является увеличение выпуска азотных удобрений, что ставит соответствующие задачи по производству сырьевого компонента азотной кислоты. Это многотоннажное производство, и хотя бы частичное улучшение его показателей может принести ощутимый суммарный экономический и экологический эффект. Все более возрастающие требования к энергосбережению, к уменьшению вредных выбросов в атмосферу ставят задачи модернизации существующих технологий.

Актуальность проблемы увеличивается с учетом региона, в котором располагается данное производство, а именно ЧАО «Северодонецкое объединение «Азот» в г. Северодонецке.

К современным тенденциям развития технологии азотной кислоты относится снижение выбросов оксидов азота. Согласно Киотскому протокола, закись азота признана одним из шести парниковых газов, содержание которых в атмосфере должно сокращаться и контролироваться.

Рассматривая принципиально технологическую схему производства азотной кислоты, следует направить усилия на увеличение степени переработки оксидов азота с использованием эффекта гидродинамической кавитации.

На сегодняшний день с нашей точки зрения есть возможность интенсифицировать процесс кислотообразования с помощью использования новейших достижений в области использования свойств воды, которые она приобретает после эффекта гидродинамической кавитации. Нами были проведены лабораторные исследования, в результате чего было подтверждено мнение ряда авторов [6–10] по изменению этих свойств после режима кавитации. Возникновение эффекта кавитации, как правило, сопровождается:

- электризацией пузырьков на границе между жидкой и газовой средами;
- фазовыми переходами, которые протекают на поверхности кавитационных пузырьков;
- интенсивным перемешиванием технологических реагентов в областях турбулентных зон;
- рядом окислительно-восстановительных реакций, которые идут в воде между растворенными веществами и продуктами расщепления воды, возникающими в кавитационных пузырьках и переходящими в раствор после их захлопывания;
- образование свободных радикалов, полимеризация и т.д.

Вследствие вышеперечисленных процессов, вода приобретает новые свойства, что дает

возможность использовать эти свойства в химических процессах с целью синтеза веществ, что, по нашему мнению, позволяет ускорить в том числе и процесс кислотообразования, и это нашло свое отражение в таком показателе, как степень абсорбции оксида азота, который при исследованиях (с использованием кавитированной воды вместо существующей) увеличивается на 15- 20%.

Промышленные испытания проводились в несколько этапов, в том числе при различных температурных режимах окружающей среды. Основная задача данных исследований была определить количественное и качественное влияние кавитации на показатели производства и на содержание оксидов азота в отходящих газах.

Подготовка воды осуществлялась за счет кавитирующего устройства в различном количестве из общего объема и далее подавалась на абсорбцию. При этом снимались основные показатели производства. Результаты исследования представлены на рис. 1 и рис. 2.

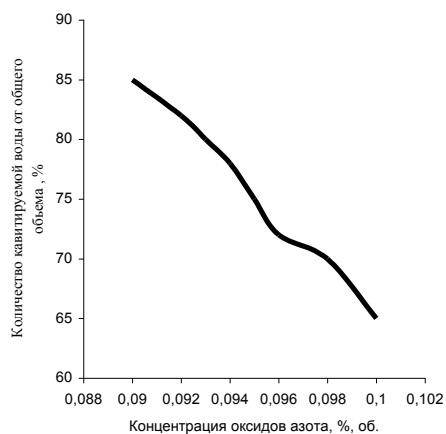


Рис. 1 Зависимость концентрации оксидов азота от количества кавитируемой воды

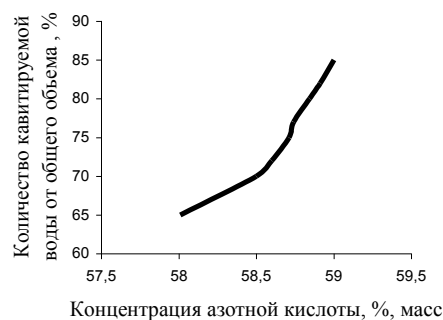


Рис. 2 Зависимость концентрации азотной кислоты от количества подаваемой кавитируемой воды

Полученные данные свидетельствуют о влиянии эффекта кавитации на степень поглощения оксидов азота в сторону ее увеличения. Таким образом, экспериментально было подтверждено положительное влияние кавитационной обработки

воды на ее абсорбционную способность. Но при этом очень важно отметить, что и основной производственный показатель также увеличился, т.е. концентрация азотной кислоты (рис 2).

Данные исследования и результаты могут иметь перспективу для усовершенствования и интенсификации технологических процессов и технологий поглощения других газов в различных отраслях и системах очистки газовых выбросов.

### Выводы

Таким образом, подтверждено влияние гидродинамической кавитации на абсорбционные свойства воды и водных растворов азотной кислоты в отношении поглощения оксидов азота. Установлено снижение их концентрации в отходящих газах абсорбции, что является весьма существенным для региона «большой химии», который составляют города Северодонецк, Лисичанск и Рубежное. Это является определенным вкладом в решение проблемы уменьшения вредных выбросов в атмосферу и таким образом выполняются условия Киотского протокола по предотвращению парникового эффекта.

### Литература

1. Другов, Ю.С. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды и почвы. Практическое руководство [Текст] / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – СПб.: Теза, 1999. – 622 с.
2. Носков, А.С. Технологические методы защиты атмосферы от вредных выбросов на предприятиях энергетики [Текст] / А.С. Носков, З.П. Пай. – Новосибирск: СО РАН, ГПНТБ, 1996. – 156 с.
3. Колесников, В.П. Образование и распределение оксида азота (I) в производстве азотной кислоты [Текст] / В.П. Колесников, А.И. Михайличенко, Л.В. Пешкова // Химическая технология. – 2005. №5. – С. 5–8.
4. Юрченко, Э.Н. Некоторые особенности восстановления оксидов азота компонентами природного газа в присутствии оксида алюминия [Текст] / Э.Н. Юрченко, А.Е. Феофилов, А.В. Малкин // Журнал прикладной химии, 1997. – Т. 70. – вып.4. – С. 608–613.

5. Вітенько, Т.М. Механізм та кінетичні закономірності інтенсифікуючої дії гідродинамічної кавітації у хіміко-технологічних процесах [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.08 / Т.М. Вітенько. – Львів, 2010. – 36 с.
6. Ивченко, В.М. Кинетика кавитационного воздействия на элементы гидротехнических сооружений и гидроэнергетического оборудования [Текст] / В.М. Ивченко, В.А. Кулагин, С.А. Есиков, Н.Л. Лаврик // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – Л.: Энергоатомиздат. – 1987. – Т. 200. – С. 43–18.
7. Немчин, А.Ф. Суперкавитирующие технологические аппараты [Текст] / А.Ф. Немчин // Гидродинамика больших скоростей. – Красноярск: КрПИ, 1987. – С. 15 – 19.
8. Кривоуцкий, А.С. Изменение физико-химических свойств воды под воздействием гидродинамической кавитации [Текст] / А.С. Кривоуцкий, В.А. Кулагин // Социальные проблемы инженерной экологии, природопользования и ресурсосбережения: Материалы НТК ИПЦ КГТУ. – Красноярск (Россия), 2003. – Вып. IX. – С. 61–74.
9. Вітенько, Т.М. Гідродинамічна кавітація як один із способів активації рідких середовищ [Текст] / Т.М. Вітенько, О.Р. Гащин // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2006. – Том 2, №28. – С. 22–24.
10. Федоткин, И.М. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности [Текст] / И.М. Федоткин, И.С. Гулый. – К.: АО "ГЛАЗ", 2000. – 684 с.

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.Г. Брусенцов, Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков

**Автор:** ВОРОЖБИЯН Михаил Иванович  
Украинская государственная академия  
железнодорожного транспорта, Харьков, доктор  
технических наук, профессор.  
E-mail – JSJS77@ukr.net

**Автор:** МОРОЗ Николай Александрович  
Украинская государственная академия  
железнодорожного транспорта, Харьков, кандидат  
технических наук, доцент.  
E-mail – ssekre@ua.fm

### ABOUT ACTUAL ASPECTS OF PRACTICAL REALIZATION OF KIOTSKI PROTOCOL STATUTES IN THE SEPARATE REGIONS WITH TOUGH ECONOMIC SITUATION/ENVIROMENT

M.I. Vorozhbiian, M.A. Moroz

*The problem of climatic changes with industry development and urbanization of technogenic environment came out of the second half of past century. A process improvement from point of view emission reductions of nitrogen oxides and other resurgent gas to the environment it is an important of interest at this time problem. Discharge to the atmosphere from enterprises productive nitric fertilizers usually consist of hotbed gases (mainly carbonic oxide and nitrogen oxide) other gaseous inorganic compounds and particulate emission. Results which testify to the impoverishment of NOx in the waste gas of production with using effect of hydrodynamic cavitations are presented in the research work and it is the real contribution to the emission abatement of greenhouse gas.*

**Keywords:** hydrodynamic cavitation, nitrogen oxides, decontaminating trace gases, column absorber, concentration.