15. *Хачатурян А. Г.* Теория фазовых превращений и структура твердых растворов. М., 1974.

16. *Klower J.* Factors affecting the oxidation behavior of thin Fe-Cr-Al Fails. Pt 1. Effect of foil dimensions // Mater. and Corros. 1998. V. 49, № 10.

А. С. Голубин, Н. Т. Шардаков,
Г. В. Денисов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА

Оксиды азота NO и NO_2 относятся к вредным веществам 2-го и 3-го классов опасности соответственно [1]. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота являются топливоиспользующие установки энергетики и других отраслей промышленности. В соответствии с законодательством РФ строительство новых или увеличение мощности существующих источников загрязнения атмосферного воздуха может производиться только в том случае, если создаваемая выбросами этих источников максимальная приземная концентрация загрязняющих веществ с учетом фонового загрязнения не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК). С другой стороны, крупные населенные пункты с развитой промышленностью часто сталкиваются с проблемой превышения фонового загрязнения ПДК. В таких случаях строительство новых и увеличение мощности старых источников выбросов невозможны без соответствующих атмосфероохранных мероприятий. В индустриально развитых странах наряду с нормированием приземных концентраций действуют правила, регламентирующие предельно разрешенные концентрации (ПРК) вредных веществ в отходящих газах топливоиспользующих установок. С учетом этих требований совершенно необходимым условием развития промышленности является разработка и внедрение новых высокоэффективных методов утилизации отходов.

Из предлагаемых безреагентных методов утилизации отходов наиболее изучен процесс очистки дымовых газов тепловых электростанций от оксидов азота и серы непрерывными и импульсными пучками электронов. Основным недостатком, препятствующим внедрению этого способа очист-

ки дымовых газов, является относительно высокая энергоемкость и сложное аппаратурное оформление.

Известна способность некоторых оксидов металлов, в силу своих полупроводниковых свойств, выступать в качестве фотокатализаторов в реакциях разложения [2]. Так, на поверхности ZnO под действием света происходит разложение N_2O. При этом образуется азот и ионы O^-. Разложение оксидов азота под действием света происходит и на поверхности TiO_2.

Приведенные примеры показывают, что метод фотокаталитического разложения может оказаться достаточно перспективным при очистке газовой атмосферы от оксидов азота. Его преимущество заключается в отсутствии вредных продуктов процесса очистки (продуктами разложения являются кислород и азот) и наличии возможности использования энергии солнечного света. Несмотря на перспективность данного метода, его внедрение пока даже не рассматривается. Причиной является отсутствие надежных экспериментальных данных о механизме и кинетике фотокаталитического разложения оксидов азота.

В наши задачи входили разработка блок-схемы установки для изучения процессов фотокаталитического разложения (рис. 1), сборка действующего макета и проверка работоспособности отдельных узлов установки.

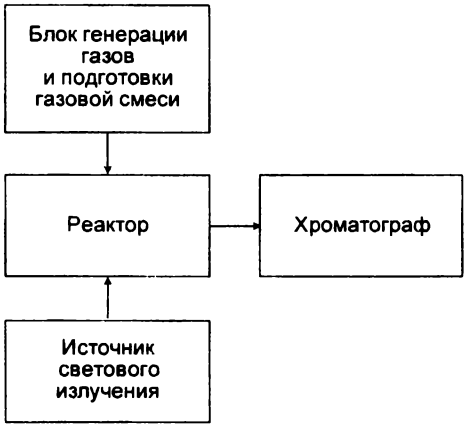


Рис. 1. Блок-схема установки для изучения процессов фотокаталитического разложения оксидов азота

Блок генерации газов выполнен на основе аппарата Киппа, в котором в зависимости от конкретной задачи могут быть получены оксиды N_2O, NO или NO_2. Блок включает также измеритель скорости подачи газа, систему осушки газа, запорную газовую арматуру. Все соединения выполнены из трубок ПВХ, инертных по отношению к оксидам азота.

Химический реактор создан на базе герметичной электрохимической ячейки ЯЭ-2. Для возможности ввода в реактор ультрафиолетового излучения входное окно ячейки сделано из оптического кварцевого стекла. Катализатор в виде порошка засыпается на дно ячейки, оксиды азота вводятся и выводятся из ячейки через герметичные вводы.

В качестве источника светового излучения выбран светосильный монохроматор МДР-2, позволяющий получать излучение в диапазоне от ближней ИК-области до средней УФ-области.

Для анализа состава газов в установку включен газовый хроматограф «Цвет-100». В качестве датчика использован катарометр – детектор теплопроводности, собранный по мостовой схеме.

Отработку отдельных узлов установки выполняли в следующем порядке:

1. В газогенераторе взаимодействием 15%-го раствора азотной кислоты с медной стружкой получали оксид азота (II)

$$3Cu + 8HNO_3 = 2NO + 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O,$$

который со скоростью 200 мл в мин направляли в химический реактор.

2. Через 20 мин, после полного вытеснения воздуха из химического реактора оксидом азота, из реактора отбирали пробу для анализа. О полном вытеснении воздуха из реактора судили по исчезновению в нем рыжей окраски, обусловленной появлением NO_2 в результате взаимодействия оксида азота (II) с кислородом воздуха

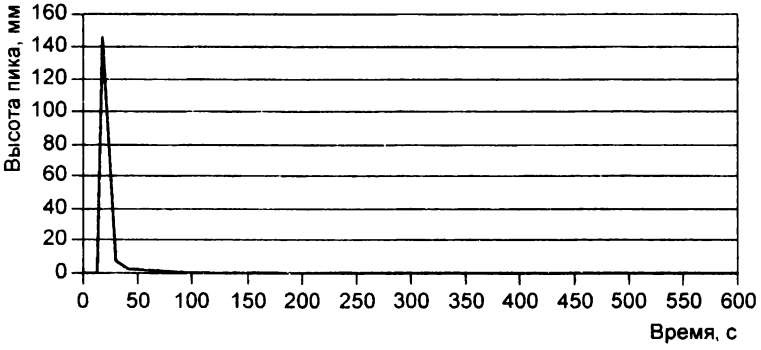
$$2NO + O_2 = 2NO_2.$$

3. Анализ пробы выполняли в следующем режиме:

- скорость подачи газа-носителя – 30 мл/мин;
- температура хроматографических колонок – 80 °С;
- температура датчика теплопроводности – 110 °С;
- используемый сорбент – «Хромотон».

Время выхода пробы при заданных условиях анализа составило 15 с (рис. 2, *а*). Такое же время выхода имела и проба воздуха (рис. 2, *б*), что свидетельствует о невозможности разделения с помощью данного сорбента NO и N_2 (основной составляющей воздуха).

а



б

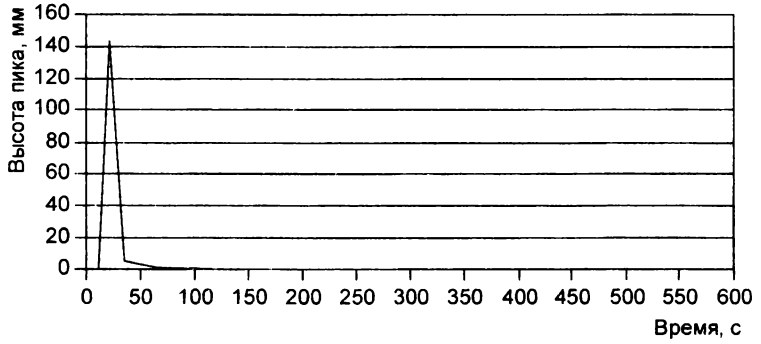


Рис. 2. Хроматограммы воздуха (*а*) и NO (*б*)

Используемый для анализа сорбент марки «Хромотон» не обладает селективностью по отношению к газам NO и N_2, время выхода газов NO и N_2 составляет 15 с.

Библиографический список

1. *Внуков А. К.* Защита атмосферы от выбросов энергообъектов: Справ. М., 1992.

2. *Моррисон С.* Химическая физика поверхности твердого тела / Пер. с англ. А. Я. Шульмана; Под ред. Ф. Ф. Волькенштейна. М., 1980.

Г. В. Харина, А. В. Иванова,
Х. З. Брайнина

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ТИОЛОВ

В последние годы появились многочисленные свидетельства ключевой роли тиолов в различных биологических и биохимических реакциях. Биотиолы участвуют во многих клеточных функциях, таких как биосинтез, клеточное деление, детоксикация. Окислительно-восстановительные изменения некоторых тиолсодержащих белков могут быть включены в число ключевых регуляторных факторов ферментов и клеточной пролиферации. Например, установлено, что глутатион играет важную роль в метаболизме лекарств, кальция, в функции тромбоцитов и биологических мембран. Глутатионовая антипероксидная система защищает хрусталик глаза от развития катаракты, в эритроцитах она защищает гемоглобин от денатурации H_2O_2 и тормозит пероксидацию липидов [4].

Тиолы, присутствующие в клетках и тканях человека и животных, характеризуются разнообразием строения и свойств. Среди этих веществ различают тиолы небелковой природы (низкомолекулярные кислоторастворимые вещества) и высокомолекулярные соединения – белки. К числу первых из них относятся: аминокислота – цистеин, содержащий цистеиновый остаток – *HS*-глутатион, меркаптопроизводное аминокислоты гистидина – эрготионеин, гомоцистеин как промежуточный продукт в метаболизме метионина, димеркаптофолиевая кислота, кофермент *A* и некоторые другие соединения. Белковые тиолы можно разделить на растворимые и нерастворимые в воде, т. е. на соединения, сульфгидрильные группы которых входят в состав растворимых белков (например, гемоглобина) или нерастворимых структурных белков (белки клеточных мембран).