

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМЫ В ИМПУЛЬСНОМ РАЗРЯДЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ГАЗООБРАЗНЫХ СИЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИХ ЯДОВИТЫХ ВЕЩЕСТВ

к.б.н. А.М. Грек, Ю.И. Гузий, А.В. Кобзарь
(представил д.б.н., проф. В.Д. Зинченко)

Рассмотрена возможность использования стриммерного разряда неравновесной плазмы для очистки воздуха от газообразных сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) в объектах коллективной защиты. Изложено описание установки и эксперимента конверсии некоторых веществ. Указаны достоинства и проблемы, требующие дальнейших исследований.

Исходя из возможной обстановки [1], как во время ведения боевых действий, так и в мирное время, можно предположить, что воздушная среда в районе нахождения подразделения может быть заражена отравляющими веществами (ОВ), боевыми токсическими химическими веществами (БТХВ), биологическими средствами (БС), продуктами горения при пожарах, СДЯВ.

На специальных объектах Вооруженных Сил Украины для очистки воздуха от различных примесей применяются средства, образующие системы фильтровентиляции [2], в состав которых входят:

- фильтры грубой очистки воздуха;
- предфильтры (тонкая очистка);
- фильтры поглотители.

Для очистки воздуха от БТХВ применяют фильтры поглотители (ФП). В то же время в фильтровентиляционных средствах очистка воздуха от паров компонентов ракетного топлива СДЯВ практически не осуществляется. Вопросы очистки воздуха от СДЯВ еще не отработаны, есть специальные противогазы для индивидуальной защиты от отдельных СДЯВ, системы же очистки отсутствуют. Очистка воздуха от СДЯВ представляет собой значительную трудность, т.к. требует разнообразия их химических поглотителей или нейтрализаторов [2].

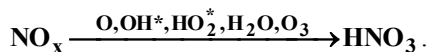
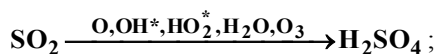
Проведенный нами анализ развития средств очистки воздуха от различного рода загрязнений показывает, что специалисты многих стран видят перспективу в развитии этих средств на пути использования новых нетрадиционных средств в сочетании с классическими способами.

В настоящее время наряду с существующими химико - каталитическими методами очистки воздуха (абсорбция и адсорбция, термоокисление

и каталитическое окисление) [3] активно внедряются новые нетрадиционные методы, основанные на использовании неравновесной плазмы в импульсном разряде [4]. Реакторы на основе импульсного коронного разряда (плазмохимические реакторы) рассматриваются как одни из перспективных. Основными преимуществами газоразрядных методов очистки являются возможность конверсии целого ряда органических и неорганических примесей в воздухе, относительная простота использования оборудования и технологичность. Высокое (до 100 кВ) импульсное напряжение прикладывается к электродной системе реакционной камеры, обеспечивающей возникновение стримерного коронного разряда. Такими электродными системами являются: коаксиальные цилиндры (внутренний электрод – провод малого диаметра или квадратного сечения) и ряд проводов между плоскостями, т.е. во многом аналогичные используемым в электрофильтрах. Реже встречаются другие электроды, например, ряд игл на одной плоскости или внутренний электрод в виде колючей проволоки, обеспечивающих либо особый вид разряда, либо снижение начального разрядного напряжения.

Процесс очистки воздуха от различных органических и неорганических примесей может осуществляться путем пропускания газозвушной смеси через зону импульсного коронного разряда, создающего высокоактивные промежуточные частицы (ионы, радикалы), которые вступают в радиационно - химические реакции с молекулами загрязняющего газа (пара). В результате сложных реакций происходит преобразование (конверсия) газообразных примесей в аэрозоли, твердые продукты или химические соединения в газообразном состоянии, но с более низкой степенью токсичности.

В настоящее время в теории очистки отходящих дымовых газов от ТЭС достаточно подробно исследованы процессы удаления сернистого ангидрида (SO_2) и окислов азота (NO_x) из воздуха с помощью стримерной короны. Для них брутто-процессы окисления активными частицами могут быть записаны следующим образом:



Для нейтрализации образующихся кислот можно использовать щелочной реагент (аммиак). Образующиеся в виде аэрозоля соли могут удаляться обычным электрофильтром.

В случае газообразных органических веществ в большинстве случаев происходит их конверсия в простейшие жидкие органические кислоты.

Для определения классов веществ, поддающихся удалению из воз-

духа, нами была создана экспериментальная установка [5], состоящая из трубчатой камеры с коаксиально натянутым на изоляторах высоковольтным электродом и высоковольтного генератора. Через камеру пропускали поток воздуха с примесями. Измерение концентрации примесей на входе и на выходе камеры производилось электрофотометрически. Было установлено, что конверсия под действием импульсной короны возможна для большого класса органических и неорганических веществ, в том числе СДЯВ. Сводные данные о степени конверсии некоторых СДЯВ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Степень конверсии некоторых СДЯВ

СДЯВ	Концентрация об. %	Степень очистки, %	Конечный продукт
Аммиак	0,02	~ 90	Нитрат аммония
SO₂	4	~ 80	Серная кислота
NO_x	0,2	90	Азотная кислота
Бензол	0,05	70	Гидрохинон
Фенол	0,01	95	Гидрохинон

Оказавшиеся на выходе конечные продукты имеют низкую летучесть и не представляют особой опасности, но их необходимо периодически удалять из реактора.

Проведенные эксперименты позволяют предположить, что под действием импульсной короны происходит холодный катализ, что позволяет создавать установки для разрушения особо опасных соединений.

В этом случае установка для очистки может работать в замкнутом цикле с многочисленными прогонами газа через реакторную камеру до получения безвредных веществ, либо в статическом режиме.

Если сформулировать достоинства данной технологии, то они следующие:

- аппаратная универсальность методики очистки;
- отсутствие катализаторов;
- возможность применения стандартного оборудования, выпускаемого промышленностью для очистки газов;
- экологически чистые процессы с наработкой легко утилизируемых веществ;
- относительно небольшие энергозатраты (5 - 50 Вт·ч/м³).

Но вместе с тем существуют и некоторые сложности в создании и эксплуатации таких средств:

- создание специальной формы импульсов накачки;
- проблема остаточного озона и простых устройств для контроля его концентрации на выходе реактора (длительное пребывание людей в

атмосфере, содержащей 10^{-5} % озона вызывает головные боли и раздражает дыхательные пути и глаза. Санитарная норма озона в помещениях $0,1 \text{ мг/м}^3$).

Для разработки систем очистки воздуха от СДЯВ для ОКЗ, требуются предварительные исследования процессов очистки воздуха от газов для каждого конкретного источника загрязнений, так как процесс генерации импульсной короны и процесс очистки в значительной степени определяются физико-химическими параметрами газоздушных смесей: комбинацией загрязнителей, температурой, влажностью, составом газа, запыленностью, наличием аэрозолей, причем реальную ситуацию смоделировать довольно проблематично.

Данные исследования дают возможность предположить о перспективности использования плазмохимического реактора в качестве вспомогательного устройства к ФВУ ОКЗ, для очистки газоздушных смесей СДЯВ на случай разрушений (аварий) химически опасных объектов как в мирное, так и в военное время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирдеев В.В., Лаврик В.П. *Выявление и оценка химической и радиационной обстановки: Методическое пособие.* – Х.: ХВУ, 1997. – 103 с.
2. Владимиров В.А. *Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них.* – М.: Воениздат, 1989. – 230 с.
3. Страус В. *Промышленная очистка газов.* – М.: Машиностроение, 1981. – 322 с.
4. Белоусова Э.В., Понизовский А.З., Гончаров В.А., Шведчиков А.П. и др. *Очистка атмосферного воздуха от органических примесей с помощью импульсной стриммерной короны // Материалы научно - практического семинара “Радиационные процессы в экологии и ресурсосбережении”* – М.: Энергоатомиздат. – 1991. – С. 23.
5. Понизовский А.З., Понизовский Л.З. *Оптимизация параметров электрофизических установок для очистки воздуха от экологически вредных газообразных примесей // Электротехника.* – 1993. – №3. – С. 59 - 67.

Поступила 26.02.2002

ГРЕК Анатолий Минович, канд. биол. наук, доцент ХВУ. В 1968 году окончил ХАН. Область научных интересов – экологическая безопасность.

ГУЗИЙ Юрий Иванович, ст. преп. ХВУ. В 1995 году окончил ХВУ. Область научных интересов – электрофизическая очистка воздуха.

КОБЗАРЬ Андрей Витальевич, адъюнкт ХВУ. В 1992 году окончил ХВВАУРЭ. Область научных интересов – построение систем управления качеством окружающей среды.