

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО КОРОННОГО РАЗРЯДА С РАСШИРЕННОЙ ЗОНОЙ ИОНИЗАЦИИ ДЛЯ КОНВЕРСИИ ТОКСИЧНЫХ ГАЗООБРАЗНЫХ ОТХОДОВ

Бойко Н.И., д.т.н., Борцов А.В., Евдошенко Л.С., Зароченцев А.И., Иванов В.М.  
 Научно-исследовательский и проектно конструкторский институт "Молния"  
 Национального технического университета "Харьковский политехнический институт"  
 Украина, 61013, Харьков, ул. Шевченко, 47, НИПКИ "Молния" НТУ "ХПИ"  
 тел. (057) 7076183, факс (057) 7076183, e-mail: eft@kpi.kharkov.ua

*Представлено установку для конверсии токсичных газоподобных отходов за допомогою імпульсного коронного розряду з розширеною зоною іонізації з робочою напругою до 70 кВ, частотою проходження імпульсів до 2500 імпульсів за секунду та низькими питомими енерговитратами. Установка предназначена для работы на підприємствах, де потрібна конверсія газоподібних відходів. Імпульсний коронний розряд дозволяє уникнути небажаного нагріву газу.*

*Представлена установка для конверсии токсичных газообразных отходов при помощи импульсного коронного разряда с расширенной зоной ионизации с рабочим напряжением до 70 кВ, частотой следования импульсов до 2500 импульсов в секунду и низкими удельными энергозатратами. Установка предназначена для работы на предприятиях, где требуется конверсия газообразных отходов. Импульсный коронный разряд позволяет избежать нежелательного нагрева преобразуемого газа.*

### ВВЕДЕНИЕ

Коронный разряд с расширенной зоной ионизации отличается от обычного коронного разряда тем, что зона ионизации в нем занимает значительную часть рабочего объема электродной системы [1].

Нами создана, испытана и введена в эксплуатацию первая полномасштабная установка по очистке токсичных газов при помощи импульсного коронного разряда (ИКР) с расширенной зоной ионизации (ИКРРЗИ). Установка введена в эксплуатацию на предприятии "ЭЛГА" (город Шостка Сумской области, Украина). Проблема, которую требовалось решить при помощи ИКРРЗИ, состояла в том, что сложные и различные по химическому составу газообразные промышленные отходы не удавалось довести до экологически требуемых норм содержания в выбрасываемых в атмосферу газах по всем компонентам. Обработка исходных токсичных газообразных отходов велась термическими и химическими методами.

Известно, что возможности конверсии токсичных газов коронными разрядами велики [2]. При этом возможности конверсии токсичных газов при помощи ИКРРЗИ достоверно не изучены, особенно при большой требуемой производительности, составляющей десятки кубических метров в час при конверсии газов, различных по химическому составу.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ И РАБОТА УСТАНОВКИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКЕ

Технические характеристики установки ИКРРЗИ

1. Состав: транзисторный генератор исходных импульсов; высоковольтный импульсный трансформатор; электродная система, состоящая из двух коаксиальных трубчатых реакторов для получения ИКРРЗИ и конверсии исходных газообразных продуктов; соединительные провода.

2. Номинальная мощность, потребляемая от сети, Вт 500

3. Амплитуда рабочего импульсного напряжения на электродной системе, кВ 60-70  
 4. Номинальная частота следования импульсов в электродную систему, имп./с 2000-2500  
 5. Номинальная производительность, куб. м/ч 50

Из приведенных технических характеристик следует, что удельные энергозатраты при конверсии газов в ИКРРЗИ составляют (500 Вт/50 куб. м/ч)=10 Втч/куб.м. Это существенно меньше, чем в известных элетротехнологиях.

Особенностью работы установки является то, что удельные энергозатраты слабо возрастают или вообще не возрастают при использовании двух одинаковых коаксиальных реакторов вместо одного.

Установка ИКРРЗИ была встроена в уже имеющуюся на предприятии "ЭЛГА" технологическую цепочку конверсии газов химическими методами. На рис. 1 представлена схема комплексной обработки токсичных газов на предприятии "ЭЛГА" после введения в эксплуатацию установки ИКРРЗИ.

В таблице 1 представлены результаты конверсии газов с использованием ИКРРЗИ: концентрация вредных веществ в преобразуемом газе до реактора № 2 и после реактора № 2.

Следует отметить отсутствие недоокисленных веществ после второго реактора, таких как сернистый ангидрид и окись углерода.

В настоящее время на промышленных предприятиях Украины, где в атмосферу выбрасываются газообразные промышленные отходы, в том числе исходно токсичные, коронный разряд для очистки этих отходов широко не используется. С учетом того, что объемы самых разнообразных отходов в ближайшем будущем будут прогрессивно возрастать, проблема их эффективной экономичной переработки будет обостряться. Для ее решения целесообразно широко использовать ИКРРЗИ, получение активных частиц в котором как способ и устройство для его осуществле-

ния защищены патентом на изобретение № 71940 Украины и патентом на изобретение № 2211800 Российской Федерации.

На рис. 2 представлена электрическая схема замещения основного зарядно-разрядного контура установки. Транзисторный ключ состоит из восьми включенных параллельно биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT). Все восемь транзисторов управляются одной микросхемой – драйвером. Транзисторы расположены каждый на своём отдельном радиаторе. Охлаждение радиаторов усилено при помощи компактных вентиляторов. Использование восьми транзисторов в ключе позволило избежать чрезмерного их нагрева при длительной (часы) непрерывной работе.

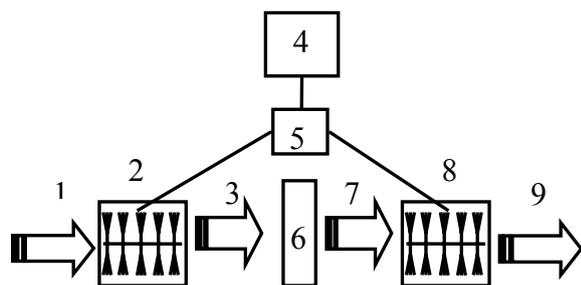


Рис. 1. Схема конверсии токсичных газовых отходов при помощи химических методов и ИКРРЗИ:  
1 - газ, подлежащий конверсии; 2 - реактор № 1 с ИКРРЗИ; 3 - газ после реактора № 1; 4 - транзисторный генератор импульсов; 5 - импульсный трансформатор по схеме Тесла; 6 - химический реактор; 7 - газ после химического реактора; 8 - реактор № 2 с ИКРРЗИ; 9 - газ, выбрасываемый в атмосферу

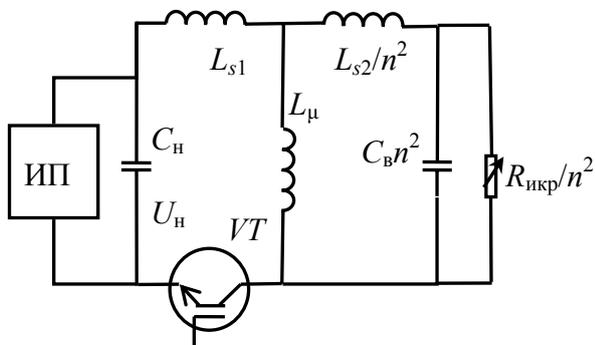


Рис. 2. Простейшая схема замещения зарядно-разрядного контура электродной системы с ИКРРЗИИ:  
 $C_n$  – низковольтная емкость, предварительно заряженная от внешнего источника питания ИП до напряжения  $U_n$ ;  $C_{вn^2}$  – емкость электродной системы;  $L_{s1}$ ,  $L_{s2}$  – индуктивность рассеяния низковольтной и высоковольтной обмотки трансформатора соответственно;  $L_{\mu}$  – индуктивность намагничения;  $n$  – коэффициент трансформации;  $VT$  – транзисторный ключ;  $R_{икр}$  – нелинейное сопротивление импульсного коронного разряда

Таблица 1  
Результаты замеров концентрации вредных веществ при конверсии газообразных отходов на предприятии "ЭЛГА" (г. Шостка Сумской области, Украина)

№ п/п	Название вещества	Концентрация вещества до очистки в оконечном ИКР-реакторе, мг/м <sup>3</sup>	Концентрация вещества после очистки в оконечном ИКР-реакторе, мг/м <sup>3</sup>
1	Бензол	0,72	0,62
2	Толуол	0,72	0,62
3	Ксилол	2,87	2,5
4	Окислы азота	129,3	112,6
5	Аммиак	8,0	не обнаружен
6	Фенол	не обнаружен	не обнаружен
7	Формальдегид	не обнаружен	не обнаружен
8	Соляная кислота	4,1	3,7
9	Уксусная кислота	70,4	56,3
10	Сажа	17,95	14,39
11	Сернистый ангидрид	11,02	не обнаружен
12	Метанол	13,23	12,93
13	Ацетон	26,76	не обнаружен
14	Бензин	535,2	66,3
15	Окись углерода	26,76	не обнаружена

## ВЫВОДЫ

Создана установка для конверсии токсичных газообразных отходов не тепловым или химическим методом, а при помощи импульсного коронного разряда с расширенной зоной ионизации.

Установка позволила очистить токсичные газообразные отходы (при использовании совместно с химическими методами) от таких вредных веществ, от которых невозможно было избавиться при использовании тепловых или (и) химических методов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бойко Н.И., Евдошенко Л.С., Зароченцев А.И., Иванов В.М. Импульсный коронный разряд с расширенной зоной ионизации: физические основы получения и перспективные области применения // Электротехника и электромеханика. – 2004. - № 3. – С. 98-104.
- [2] Высоковольтные электротехнологии / О.А. Аношин, А.А. Белогловский, И.П. Верещагин и др.; Под ред. И.П. Верещагина – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 204 с.

Поступила 13.10.2006