

**Л. З. БОГУСЛАВСКИЙ**, канд. техн. наук, зав. отд., ИИПТ НАН Украины, Николаев;

**Л. Н. МИРОШНИЧЕНКО**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., ИИПТ НАН Украины, Николаев;

**В. В. ДИОРДИЙЧУК**, мл. науч. сотр., ИИПТ НАН Украины, Николаев;

**Д. В. ВИННИЧЕНКО**, мл. науч. сотр., ИИПТ НАН Украины, Николаев;

**Н. С. ЯРОШИНСКИЙ**, мл. науч. сотр., ИИПТ НАН Украины, Николаев

## **ИСПЫТАНИЯ МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ГАЗООЧИСТКИ РАЗНОИМПЕДАНСНОЙ ПЫЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Обоснована необходимость использования для повышения эффективности систем газоочистки дополнительного разноуровневого импульсного высоковольтного высокочастотного источника питания с дополнительными коронирующими электродами, обеспечивающего дозарядку разноимпедансной пыли экологически опасных промышленных объектов.

**Ключевые слова:** высоковольтный высокочастотный импульсный источник питания, дозарядка разноимпедансной пыли, повышение эффективности систем газоочистки.

**Введение.** Одним из приоритетных направлений внедрения научных результатов является решение экологических проблем, которые связаны с ухудшением состояния окружающей среды. Действующие газоочистные системы тепловых электростанций и других промышленных объектов при работе на высокозольном топливе не обеспечивают соблюдения европейских нормативных требований по уровню выбросов твердых частиц. Кроме того, отсутствие очистки от других вредных дополнительных газовых выбросов ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{CO}_x$ ) приводит к превышению норм ЕС в тысячу раз. Для обеспечения европейских норм газовых выбросов, особенно при использовании на ТЭС бурого угля, необходима дозарядка разноимпедансной пыли, для реализации которой необходим дополнительный разноуровневый импульсный высоковольтный высокочастотный источник, обеспечивающий стабильный разряд в различных газовых средах.

**Анализ предварительных исследований.** Способ повышения эффективности работы газоочистных систем путем изменения конструкции и параметров электрофильтров (ЭФ), обеспечивающий уменьшение скорости газов, увеличение числа полей и т.д., сопряжен с необходимостью капитальной реконструкции электродной системы и газового тракта котла, что пригодно, в основном, при конструировании новых промпредприятий. Один из способов

© Л. З. Богуславский, Л. Н. Мирошниченко, В. В. Диордийчук,  
Д. В. Винниченко, Н. С. Ярошинский, 2013

повышения эффективности работы существующих ЭФ, который не требует его капитальной реконструкции, это применение импульсных источников питания, формирующих специальные формы напряжения и систем автоматического регулирования их электрических параметров.

В частности зарубежными фирмами разрабатываются источники униполярного питания с высокочастотной связью с сетью на частотах более 20 кГц и создаются алгоритмы управления напряжением и отряхиванием осадительных электродов, способствующие уменьшению уровня вторичного пылеуноса.

Несмотря на большое количество исследований в этой области, проблема экологически чистого производства, проблема переработки и утилизации промышленных выбросов остается актуальной, особенно это касается систем с изменяющимся составом газовых выбросов.

В химическом составе выбросов есть разные классы веществ. Разрядно-импульсная обработка некоторых классов органических соединений может привести не только к утилизации вредных выбросов, но и синтезу новых углеродных наноматериалов.

Экстремальные физические параметры, которые возникают при разрядно-импульсной обработке углеродсодержащих веществ, позволяют интенсифицировать процессы очистки разноимпедансных газовых выбросов.

Создание источника питания с заданными статическими, динамическими, экономическими, энергетическими, экологическими, массогабаритными характеристиками во многом зависит от принципов, заложенных в проектные системы в целом. Институт импульсных процессов и технологий обладает достаточным опытом для создания подобных систем [1].

В данном случае могут быть разработаны унифицированные блоки с необходимыми (по требованиям промышленного объекта) параметрами мощности, напряжения, длительности и крутизны импульсов, обеспечивающие качество, надежность и стабильность работы систем электрофильтрации. Основная идея данной работы – создание комплексных систем газоочистки разноимпедансной пыли с дополнительными коронирующими электродами, предусматривающих суммирование постоянного высокого напряжения действующих газоочистных систем с дополнительным разноуровневым высоковольтным импульсным напряжением, что позволит интенсифицировать процесс газоочистки и получить новые данные по электрофизическим процессам деструкции газовых выбросов.

**Цель работы** – повышение эффективности систем газоочистки разноимпедансной пыли путем интенсификации электрофизических процессов деструкции газовых выбросов с помощью дополнительных коронирующих электродов и разноуровневых высоковольтных высокочастотных источников питания, позволяющих варьировать частоту следования и параметры импульса.

**Задачи исследования** – испытания макета комплексной системы газо-

очистки для изменяющихся напряжений и частот следования импульсов при различных положениях дополнительных коронирующих электродов.

**Материалы исследований.** Представленная работа проведена на разработанном в [2] стенде и является продолжением экспериментальных исследований [1], касающихся электрофизических процессов, которые происходят при высоковольтном высокочастотном импульсном разряде в разноимпедансной газовой среде. Возможности лабораторного стенда позволяли получать уровни постоянного напряжения в диапазоне от 3 до 50 кВ и импульсного на уровне до 30 кВ. Частота следования импульсов могла возрастать до 25 Гц.

При проведении эксперимента были сняты исходные вольтамперные характеристики нагрузки на постоянном напряжении без дополнительных коронирующих электродов и с различными положениями дополнительных коронирующих электродов. Для этого на выходе основного источника устанавливалось минимальное постоянное напряжение, при котором начинал протекать минимальный регистрируемый ток. После чего напряжение плавно повышалось, и регистрировался ток, протекающий через нагрузку, при последовательном увеличении напряжения на 5 кВ.

На последующем этапе были получены вольтамперные характеристики (ВАХ) модели нагрузки при совместной работе источника постоянного и импульсного напряжения.

Первоначально были получены ВАХ без дополнительных коронирующих электродов (рис. 1).

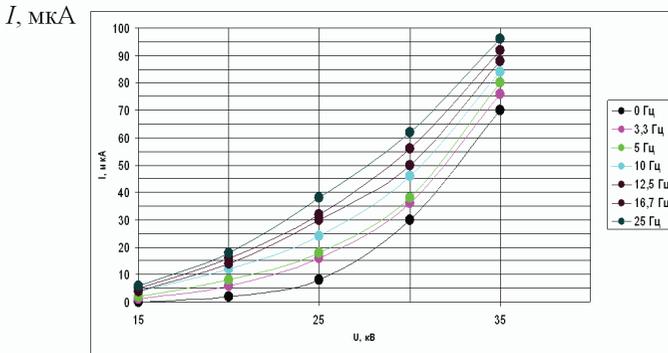


Рисунок 1 – ВАХ нагрузки без дополнительных коронирующих электродов для различных частот следования импульсов напряжения

Как следует из приведенных зависимостей, увеличением частоты следования импульсов до 25 Гц возможно на треть увеличить ток нагрузки при прочих равных условиях.

Следующий этап исследований касался определения зависимости ВАХ

от положения дополнительных коронирующих электродов. Дополнительные коронирующие электроды поочередно устанавливались в положения 1–5 (рис. 2). После чего первым в работу включался источник импульсного питания с установленной частотой следования импульсов (5, 10, 25 Гц). Затем включался источник постоянного напряжения с установленным минимальным напряжением. Постоянное напряжение плавно повышалось, и регистрировался ток, протекающий через нагрузку при увеличении напряжения на 5 кВ.

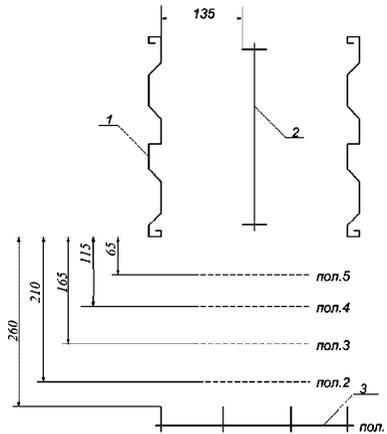


Рисунок 2 – Схема макета электродной системы (вид сверху):

1 – осадительные электроды; 2 – основные коронирующие электроды; 3 – дополнительные коронирующие электроды; пол. 1 – 5 – положения дополнительных коронирующих электродов

Исследования были проведены для всех положений дополнительных коронирующих электродов.

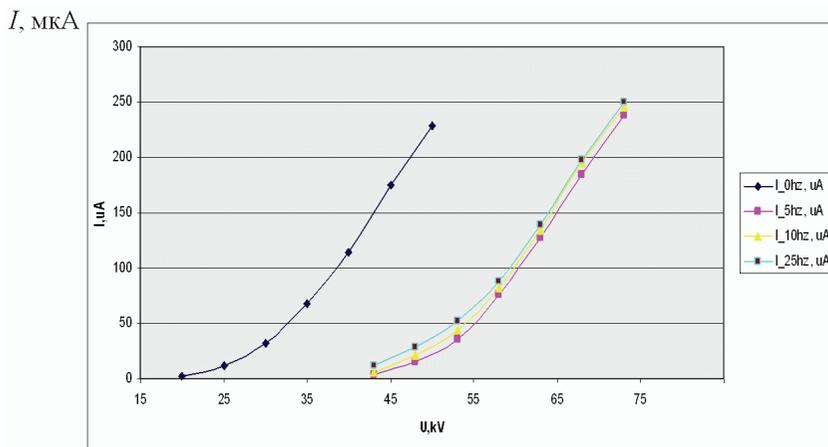
Результаты снятия ВАХ для положений 1 и 5 дополнительных коронирующих электродов приведены на рис. 3.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что изменение положения коронирующего электрода существенно влияет на изменения тока нагрузки, например, в положении 5 дополнительных коронирующих электродов ток нагрузки может быть увеличен на порядок.

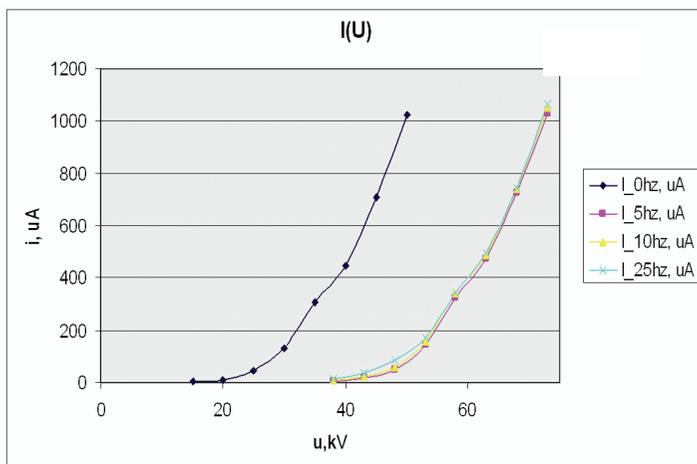
В работе исследованы зависимости мощности отдаваемой в нагрузку комбинированной системой питания от частоты следования высоковольтных импульсов при различных напряжениях. Результаты исследований приведены на рис. 4.

Приведенные зависимости показывают, какую долю мощности вносит импульсный источник питания в нагрузку. Разброс кривых можно объяснить нелинейностью ВАХ нагрузки. Область насыщения, к которой подходят кри-

вые в районе частоты в 25 Гц, можно объяснить максимальной нагрузкой на источник импульсного питания и спадом его нагрузочной характеристики.



*a*



*б*

Рисунок 3 – ВАХ при различных частотах следования импульсов для положения 1 (*a*) и 5 (*б*) дополнительных коронирующих электродов

**Выводы.** Проведенные исследования подтвердили правомерность основной идеи данной работы. Создание комплексных систем газоочистки разноимпеданной пыли с дополнительными коронирующими электродами с суммированием постоянного высокого напряжения действующих газоочистных систем с дополнительным разноуровневым высоковольтным импульсным напряжением позволяет интенсифицировать процесс газоочистки.

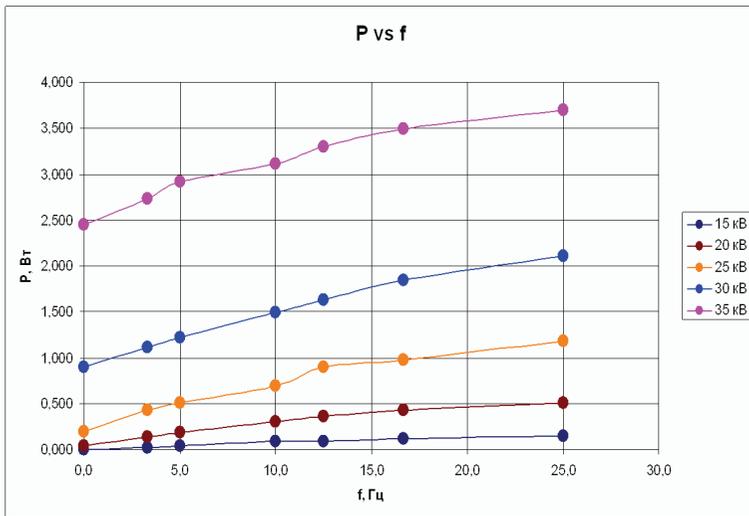


Рисунок 4 – Зависимость мощности отдаваемой в нагрузку комбинированной системой питания от частоты следования высоковольтных импульсов при различных напряжениях

Исследованные зависимости мощности, отдаваемой в нагрузку комбинированной системой питания, от частоты следования высоковольтных импульсов при различных напряжениях и положениях дополнительных коронирующих электродов показали возможность при определенных условиях изменять на порядок ток нагрузки.

**Список литературы. 1.** *Богуславский Л.З.* Влияние режимов работы высоковольтного источника питания на формирование стримерного коронного разряда и эффективность систем газоочистки / *Л.З. Богуславский, Л.Н. Мирошниченко, Ю.Г. Казарян, Н.С. Ярошинский* // Технічна електродинаміка. Тем. вип. Силова електроніка та енергоефективність. – Ч. 1. – 2011. – С. 44-49. **2.** *Богуславский Л.З.* Создание макетных образцов высоковольтного оборудования комплексных систем электрофльтрации экологически опасных промышленных выбросов / *Л.З. Богуславский, Л.Н. Мирошниченко, В.В.Диордийчук, Д.В.Винниченко, Н.С.Ярошинский* // Вестник «ХПИ». Тем. вып. «Техника и электрофизика высоких напряжений». – Х.: НТУ «ХПИ», 2012. – № 52 (958). – С. 31-39.

*Поступила в редколлегию 25.03.2013*

УДК 621.3.015.3:537.523.3:697.946

**Испытания макетного образца комплексной системы газоочистки разноимпеданной пыли экологически опасных промышленных объектов / Л. З. Богуславский, Л.Н. Мирошниченко, В.В. Диордийчук, Д. В. Винниченко, Н. С. Ярошинский** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. – Х.: НТУ «ХПІ», 2013. – № 27 (1000). – С. 21-27. – Бібліогр.: 2 назв.

Наведено результати випробування макетного зразка для електрофізичних досліджень комплексних систем електрофільтрації екологічно небезпечних промислових викидів.

**Ключові слова:** додаткове високовольтне імпульсне джерело живлення, комплексні системи електрофільтрації, екологічно небезпечні промислові викиди.

It is described high voltage high power pulse current generator creation applied for electropulse installations. The result of studying processes of high voltage impulse and it's characteristics is attached. References 2, figures 4.

**Key words:** high voltage high frequency pulse current generator, high voltage charge processes, high frequency pulse, exhausted gas treatment.

УДК 621.762.4:537.527.3:542.86

**Л. З. БОГУСЛАВСКИЙ**, канд. техн. наук, зав. отд., ИИПТ НАН Украины, Николаев;

**Я. П. СТРУК**, вед. инженер, ИИПТ НАН Украины;

**В. В. ДИОРДИЙЧУК**, мл. науч. сотр., ИИПТ НАН Украины;

**Л. Е. ОВЧИННИКОВА**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., ИИПТ НАН Украины

### **ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ ТОКА ЭНЕРГИЕЙ 120 КДЖ С ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫМ ВЫХОДОМ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНЫХ УСТАНОВОК**

Разработан генератор импульсов тока с 4-х канальным разрядным контуром энергией 30 кДж на канал, работающий поочередно на 8 электродных систем с частотой 10 имп./мин. для мобильных электрогидроимпульсных установок

**Ключевые слова:** генератор импульсов тока, разрядный контур, мобильная электрогидроимпульсная установка.

**Введение.** Генераторы импульсов тока (ГИТ) являются основным энергетическим элементом электрогидроимпульсных установок (ЭГУ), обеспечивающим накопление энергии в электрическом поле конденсаторной батареи с последующим импульсным выделением ее в канале разряда технологического узла ЭГУ. Источником технологического воздействия является импульс давления, генерируемый каналом высоковольтного разряда в жидкости, который возникает между электродами или электродом и изделием. Преимущества электрогидроимпульсных установок, позволяющих осуществлять концентрированное, управляемо-дозированное воздействие заданной локализации с достижением высоких удельных энергетических показателей, обеспечивают им непрерывное расширение сфер применения.

© Л. З. Богуславский, Я. П. Струк, В. В. Диордийчук, Л. Е. Овчинникова, 2013