

УДК 621.3.002.5

**ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ КОМПЛЕКС С ДВУМЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫМИ ГЕНЕРАТОРАМИ ИМПУЛЬСОВ, РЕГУЛИРУЮЩИМИ РЕЖИМЫ КОРОННОГО И БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ**

**Н.И.Бойко**, докт.техн.наук., **Л.С.Евдошенко**, **А.И.Зароченцев**, **В.М.Иванов**, **С.Ф.Коняга**,  
**Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» Национального технического университета «Харьковский политехнический институт»**,  
 ул. Шевченко 47, г. Харьков, 61013, Украина,  
 тел./факс +38 (057) 7076183, E-mail: [eft@kpi.kharkov.ua](mailto:eft@kpi.kharkov.ua)

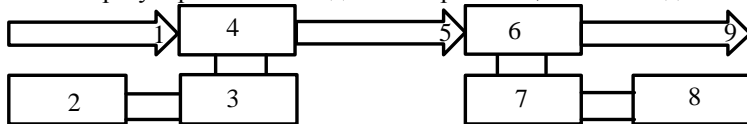
*На основе проведенных исследований создан высоковольтный комплекс, генераторы которого формируют до 50000 импульсов в 1 секунду. Комплекс состоит из двух независимых генераторов разрядных импульсов, двух различных импульсных трансформаторов и двух реакторов с объёмными разрядами: коронным и барьерным. В генераторах предусмотрена плавная независимая регулировка напряжения и частоты разрядных импульсов. Комплекс предназначен для использования в энергетике, в частности, при разработке таких новых электро-технологий, как риформинг газообразных углеводородов в синтез-газ. Библиограф. 1, рис. 1.*

**Ключевые слова:** высоковольтный генератор, регулирование, частота, коронный и барьерный разряды.

При разработке высоковольтных электротехнических комплексов, использующих высокочастотные генераторы разрядных импульсов для формирования коронного и барьерного объёмных разрядов одной из наиболее сложных электротехнических проблем является регулирование частоты и выходного напряжения генераторов в широком диапазоне. В тоже время для повышения энергоэффективности новых технологий обработки углеводородсодержащих газов необходимо не только повышать частоту разрядных импульсов, но и обеспечить указанное регулирование их параметров разрядных импульсов.

Известно использование высоковольтных синусоидальных в лабораторной технологии риформинга углеводородсодержащих газов с использованием синергического воздействия высоковольтных разрядов, температуры и никелиевого катализатора [1]. Для разработки промышленной технологии необходимо существенно повысить напряжение и частоту разрядных импульсов, а также ввести предварительную обработку газов.

Авторами разработан высоковольтный комплекс, в котором первичная объёмная обработка газов осуществляется высокочастотными импульсными коронными разрядами, а вторичная – барьерными. В таком комплексе напряжение на выходе генераторов разрядных импульсов повышено до 50 кВ, а частота – до 5 тыс. имп./с при коронной обработке и до 50 тыс. имп./с при барьерной обработке. При этом разрядные импульсы формируются несинусоидальной формы, но с отрицательными всплесками для уменьшения намагничивания сердечников импульсных трансформаторов. Для согласования режимов указанных объёмных разрядов в генераторах применяется плавное регулирование выходного напряжения, частоты и длительности разрядных импульсов.



Структурная схема высоковольтного электротехнического комплекса с двумя высокочастотными генераторами и двумя плазмохимическими реакторами для последовательной обработки газа импульсными коронными и барьерными разрядами показана на рисунке, где 1 – газ с водяным паром, подлежащий риформингу при температуре более 400 С; 2 – первый генератор исходных импульсов; 3 – импульсный трансформатор на замкнутом магнитопроводе из трансформаторной стали; 4 – реактор с коронным разрядом; 5 – газ, предварительно обработанный в реакторе с коронным разрядом; 6 – реактор с барьерным разрядом, заполненный промышленным никелевым катализатором; 7 – импульсный трансформатор на ферритовом магнитопроводе с малым зазором (примерно 0,1 мм); 8 – второй генератор исходных импульсов; 9 – газ после риформинга в плазмохимических реакторах 4 и 6.

Генератор 2 формирует разрядные импульсы с плавно регулируемым напряжением и частотой до 5000 имп./с. Импульсы поступают на повышающий импульсный трансформатор 3 с коэффициентом трансформации 140. Импульсы напряжения отрицательной полярности с выхода трансформатора подаются на реактор 4. Максимальное напряжения на реакторе ограничивается его пробивным напряжением, составляющим несколько десятков киловольт. Реактор 4 выполнен согласно патенту на изобретение 71940 (Украина). Он имеет коаксиальную форму длиной  $\approx 900$  мм и содержит два электрода: внутренний и внешний. Внутренний высоковольтный электрод представляет собой центральный металлический стержень, на который нанизаны с шагом  $\approx 20$  мм тонкие коронирующие диски диаметром 50 мм. Внешний трубчатый электрод имеет внутренний диаметр 150 мм. Внутренний электрод крепится во внешнем электроде при помощи изоляторов из кварцевого стекла.

Генератор 8 формирует импульсы с регулируемым напряжением и частотой до 50 тыс. имп./с. Импульсы поступают на повышающий импульсный трансформатор 7 с коэффициентом трансформации 40 и затем на реактор 6, который выполнен коаксиальным с диэлектрическим барьером из кварцевого стекла. Централь-

ний высоковольтный стержневой электрод отделен от диэлектрического барьера (цилиндрической формы наружным диаметром 110 мм и толщиной стенки 4 мм) кольцами никелевого промышленного катализатора. Кольцо катализатора – цилиндрическое с центральным отверстием диаметром 4 мм. Наружный диаметр и высота кольца примерно 17 мм. Диэлектрический барьер отделен от внешнего трубчатого электрода диаметром 200 мм реактора 6 также кольцами катализатора. Реактор 6 заполнен катализатором и имеет длину 700 мм.

Генераторы 2 и 8 работают независимо друг от друга и потребляемую от сети мощность до 5 кВт. Высоковольтные электроды реакторов 4 и 6 гальванически развязаны, а внешние трубчатые электроды реакторов соединены накоротко. Оба высоковольтные высокочастотные генераторы разрядных импульсов выполнены на основе схемы Тесла, для которой соблюдено условие  $C_p \ll C_0$ , где  $C_p$  – приведенная ёмкость высоковольтной нагрузки - реактора,  $C_0$  – ёмкость исходного низковольтного ёмкостного накопителя энергии.

1. Nozaki T., Muto N., Kado S., Okazaki K. Dissociation of vibrationally excited methane on Ni catalyst. Part 1. Application to methane steam reforming // Catalysis Today. – 2004. – Vol. 89. – Pp. 57–65.

УДК 621.3.002.5

**Високовольтний комплекс з двома високочастотними генераторами імпульсів, регулюючими режими коронного і бар'єрного розрядів при обробці газоподібних вуглеводородів**

**М.І.Бойко, докт.техн.наук, Л.С.Євдошенко, О.І.Зароченцев, В.М.Іванов, С.Ф.Коняга, Науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут «Молнія» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», вул. Шевченка, 47, м. Харків, 61013, Україна, тел./факс +38 (057) 7076183, E-mail: [eft@kpi.kharkov.ua](mailto:eft@kpi.kharkov.ua)**

*На основі проведених досліджень створено високовольтний комплекс, генератори якого забезпечують частоту проходження до 50000 імпульсів за 1 секунду. Комплекс складається з двох незалежних генераторів розрядних імпульсів, двох різних імпульсних трансформаторів і двох реакторів з об'ємними розрядами: коронним і бар'єрним. В генераторах передбачено незалежне регулювання напруги і частоти розрядних імпульсів. Комплекс призначено для використання в енергетиці, зокрема, при розробці таких нових електротехнологій, як риформінг газоподібних вуглеводнів у синтез-газ. Бібл. 1, рис. 1.*

**Ключові слова:** високовольтний генератор, регулювання, частота, коронний і бар'єрний розряди.

**The high-voltage complex with two high-frequency pulse generators for regulating the modes of corona discharges and barrier ones during a treatment of gas hydrocarbons**

**M.I.Boyko, L.S.Yevdoshenko, O.I.Zarochentsev, V.M.Ivanov, S.F.Koniaga, Scientific-research and project-design institute "Molniiia" of the National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute", 47 Shevchenko str., Kharkov, 61013, Ukraine. Tel./fax +38 (057) 7076183, E-mail: [eft@kpi.kharkov.ua](mailto:eft@kpi.kharkov.ua)**

*On the basis of fulfilled researches it has been created the high-voltage complex the generators of which provide for a frequency of pulse repetition rate up to 50000 pulses per 1 second. The complex consists of two independent generators of the discharge pulses, two different pulse transformers and two reactors with the volume discharges: corona and barrier discharges. The generators have been made with independent regulation of voltage and discharge pulse frequency. The complex is destined for use in power engineering, in particular at development such new technologies as reforming of gas hydrocarbons into synthesis gas. Reference 1, figure 1.*

**Key words:** high-voltage generator, corona discharge, barrier discharge, reactor, catalyst.

1. Nozaki T., Muto N., Kado S., Okazaki K. Dissociation of vibrationally excited methane on Ni catalyst. Part 1. Application to methane steam reforming // Catalysis Today. – 2004. – Vol. 89. – Pp. 57–65.

Надійшла 23.12.2011

Received 23.12.2011