

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1
Тел. (499) 263-63-91 Факс (499) 267-48-44
E-mail: bauman@bmstu.ru
ОГРН 1027739051779
ИНН 7701002520 КПП 770101001

30.12.2020 № 01.03 - 10/545
на № 184-1 от 11.11.2020

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки

Институт электрофизики и
электроэнергетики РАН

Председателю диссертационного
совета Д 999.137.03, академику
РАН

В.Ю. Хомичу

Уважаемый Владислав Юрьевич!

Направляю Вам отзыв на диссертационную работу Маланичева Виктора Евгеньевича «Исследование воздействия барьера разряда на основные компоненты природного газа при атмосферном давлении» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.13 – «Электрофизика, электрофизические установки» в объединенный диссертационный совет Д 999.137.03 на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Института электрофизики и электроэнергетики Российской академии наук, федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук, федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (191186, г. Санкт-Петербург, Дворцовая наб. д. 18).

Приложение:

1. Отзыв ведущей организации, 7 листов, 1 экз.

Первый проректор-проректор
по научной работе и стратегическому развитию,
д.т.н., доцент

С уважением
Б.Н. Коробец

Б.Н. Коробец

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор - проректор



по научной работе и стратегическому

развитию, д. т. н., доцент

Коробец Б. Н.

«30» декабря 2020 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный
исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

на диссертационную работу МАЛАНИЧЕВА Виктора Евгеньевича
**«Исследование воздействия барьерного разряда на основные компоненты
природного газа при атмосферном давлении»** представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
01.04.13 – «Электрофизика, электрофизические установки» в объединенный
диссертационный совет Д 999.137.03.

Диссертационная работа посвящена экспериментальному исследованию
процесса воздействия барьерного разряда на основные компоненты
природного газа при атмосферном давлении. Целью работы является
разработка и создание экспериментальной электрофизической установки на
основе барьерного разряда, а также исследование, анализ и выявление
закономерностей процесса воздействия барьерного разряда атмосферного
давления на основные компоненты природного газа при питании разряда
прямоугольными высоковольтными импульсами.

Тема диссертационной работы является актуальной, так как в диссертации рассматривается одно из перспективных направлений развития технологии конверсии природного газа, а именно использование барьерного разряда для прямого синтеза более сложных углеводородов, а также в роли предварительного этапа в процессе парциального окисления метана.

В рамках диссертации экспериментально исследованы электрофизические параметры барьерного разряда, для этого был разработана и создана установка включающая плазмохимические реакторы с различной конфигурацией газоразрядной ячейки. Проведено численное моделирование процесса развития разряда в 0-мерном и 1-мерном приближении, рассчитаны основные параметры плазмы. Рассмотрено влияние скорости обновления среды на степень неоднородности плазмы барьерного разряда.

Научная новизна

В представленной диссертационной работе впервые было экспериментально исследовано двухэтапное воздействие на природный газ, которое включало в себя: предварительную обработку барьерным разрядом и дальнейшее парциальное окисление кислородом воздуха. Было оценено влияние такого воздействия на выход синтез-газа. Впервые для инициации плазмохимических процессов барьерным разрядом в природном газе был использован генератор прямоугольных импульсов на основе биполярных транзисторов с изолированным затвором с регулируемыми параметрами, который позволил реализовать скорости нарастания и спада 7 напряжения импульсов питания от 110 до 250 кВ/мкс. Получены экспериментальные зависимости степени конверсии метана и синтеза сложных углеводородов в природном газе от удельного энерговлекада при воздействии барьерным разрядом с амплитудой прямоугольных импульсов напряжения 15 кВ, частоте 4 кГц и длительности импульсов 60 мкс.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

Полученные в работе результаты исследования процесса воздействия барьерного разряда на основные компоненты природного газа при атмосферном давлении могут быть использованы для усовершенствования технологии получения синтез-газа и плазменного пиролиза метана. Результаты математического моделирования могут использоваться для инженерных расчётов при создании перспективных плазмохимических установок прямого синтеза сложных углеводородов. Разработанная и созданная автором работы электрофизическая установка может применяться для дальнейших исследований плазмохимических процессов в углеводородах, а также в других газовых средах.

Достоверность основных результатов

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе результатов обеспечивается грамотным использованием современного экспериментального оборудования и современных обоснованных методов исследования, корректной постановкой цели и задач диссертационной работы. Также достоверность результатов обеспечивается хорошим соответствием между экспериментальными результатами, данными, рассчитанными теоретически, и информацией, опубликованной в настоящее время по теме диссертации.

Апробация работы

Основные результаты работы докладывались на 12 международных и российских конференциях: Всероссийская (с международным участием) конференция «Физика низкотемпературной плазмы» (Казань, 2014), 7-ой Международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии (Плён, 2014), Международный конгресс по физике плазмы (Лиссабон, Португалия, 2014), 14-ый Международный симпозиум по низкотемпературной плазмохимии атмосферного давления. (Цинновиц, Германия, 2014), 22-ой Международный симпозиум по плазмохимии (Антверпен, Бельгия, 2015), 8-ая

Международная конференция по физике плазмы и плазменным технологиям, Всероссийская (с международным участием) конференция «Физика низкотемпературной плазмы» (Казань, 2017), 28-ой Симпозиум по физике плазмы и плазменным технологиям (Прага, Чешская Республика, 2018), 14-я Международная конференция по модификации материалов пучками частиц и потоками плазмы (Томск, 2018), 24-ый Международный симпозиум по плазмохимии (Неаполь, Италия, 2019), 9-ый Международный симпозиум по Электрогидродинамике (Санкт-Петербург, 2019), Научно-практическая конференция учёных России и Хорватии (Москва, 2019).

Публикации

Основные результаты по теме диссертации опубликованы автором в полной мере в 17 научных изданиях, 7 из которых – статьи в журналах, рецензируемых ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 10 – тезисы докладов.

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Полный объем диссертации составляет 113 страниц, включая 55 рисунков и 6 таблиц. Список литературы включает 122 источника.

Во введении обосновывается актуальность исследований, проводимых в диссертационной работе, формулируются цель и задачи работы, излагается научная новизна и практическая значимость работы, представлены выносимые на защиту научные положения.

В первой главе диссертации представлен обзор работ, посвященных воздействию различных типов разрядов на природный газ, представлены различные существующие конструктивные решения генераторов плазмы. Описаны области исследования и достигнутые результаты.

Вторая глава диссертации посвящена описанию разработанных и созданных экспериментальных электрофизических установок для исследования систем генерации низкотемпературной плазмы применительно к инициации и стимуляции химических процессов при атмосферном давлении. Детально изложены схемы электропитания стенда и газоснабжения. Представлены конструкции плазмохимических реакторов, используемых в экспериментах.

В третьей главе диссертации представлено исследование влияния таких параметров, как скорость движения газа в разрядном промежутке, частота импульсов напряжения, сопротивление внешней цепи, на режим горения барьерного разряда, а также приведено исследование влияния материала диэлектрика и величины токоограничивающего резистора на степень неоднородности разряда. Установлено, что для диэлектрика Al_2O_3 начало разрядного процесса происходило при нарастающем фронте импульса напряжения на разрядном промежутке (напряжение было в диапазоне от 12 до 16 кВ) или сразу после него (напряжение 6 - 8 кВ). Для органического стекла разряд происходит с гораздо большими временными задержками после начала импульса напряжения и имеет некоторый вероятностный разброс по времени.

Четвертая глава диссертации посвящена моделированию газоразрядных процессов в природном газе, а также экспериментальному исследованию процесса воздействия барьерного разряда на природный газ атмосферного давления. Проведено моделирование развития разряда и его влияния на газовую смесь в 0-мерном и 1- мерном приближении.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Замечания

По содержанию работы Маланичева Виктора Евгеньевича имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации, в главе 2, не сказано, проводилась ли калибровка разработанной электрофизической установки и диагностического оборудования, и если проводилась, то каким образом.
2. В главе 4.1 в случае экспериментов с предварительной обработкой смеси газов барьерным разрядом нет информации о том, в каком режиме работал разряд.
3. В тексте автореферата не указаны явно геометрические конфигурации плазмохимических реакторов, которые использовались в экспериментах. Только в заключении присутствует фраза «... с миллиметровыми разрядными промежутками».

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку рассматриваемой диссертации. Полученные в ней результаты и выводы обоснованы и достоверны, что подтверждается сравнением полученных результатов с большим массивом доступных экспериментальных данных и с результатами аналогичных расчетов по другим теоретическим моделям, используемым в настоящее время в научном сообществе. Личный вклад Маланичева Виктора Евгеньевича представляется определяющим, все основные результаты диссертации получены лично автором. Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертации.

Заключение по работе

Диссертация Маланичева Виктора Евгеньевича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, которая удовлетворяет всем критериям, установленным п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК (№ 842 от 24 сентября 2013 г.). Маланичев Виктор Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.13 – «Электрофизика, электрофизические установки».

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на научном семинаре кафедры плазменных энергетических установок факультета «Энергомашиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана 16 декабря 2020 г.

Заведующий кафедрой
плазменных энергетических установок
МГТУ им. Н. Э. Баумана
Д.т.н., доцент



А.В. Семенкин