

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.Р.09 РХТУ им. Д.И. Менделеева

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № 7/21

решение диссертационного совета

от 02.07.2021 г. № 1

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Лугвищуку Дмитрию Сергеевичу представившему диссертационную работу на тему «Парциальное окисление природного газа как способ получения углерода с луковичной структурой» по научной специальности 05.17.07 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, технические науки, принята к защите 26.05.2021, протокол № 5 Аттестационной комиссией РХТУ им. Д.И. Менделеева. Состав диссертационного совета утвержден в количестве 8 человек приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 686 СТ от «27» мая 2021 г.

Соискатель Лугвищук Дмитрий Сергеевич 1993 года рождения, в 2015 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова», город Москва, диплом 107705 номер 0746401.

В 2020 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного научного учреждения «Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов» г. Москва, г. Троицк, диплом серия 107705 номер 0012229.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Парциальное окисление природного газа как способ получения углерода с луковичной структурой» по научной специальности 05.17.07 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, технические науки защитил в 2021 году, в диссертационном совете, созданном на базе Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Соискатель работает младшим научным сотрудником в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в отделе новых химических технологий и наноматериалов федерального государственного бюджетного научного учреждения Технологический

институт сверхтвердых и новых углеродных материалов» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Научный руководитель - доктор химических наук Мордкович Владимир Зальманович.

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор, Жагфаров Фирдавес Гаптелфартович, и.о. заведующего кафедрой газохимии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»;

Доктор технических наук, профессор, Пешнев Борис Владимирович, и.о. зав кафедрой технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива им. А.Н. Башкирова Российского технического университета (РТУ МИРЭА) Института тонких химических технологий;

доктор технических наук, профессор, Клушин Виталий Николаевич, профессор кафедры промышленной экологии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»;

дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 13 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе в 6 публикациях в изданиях, индексируемых в международных базах данных, и в 6 публикациях в рецензируемых изданиях. Соискателем опубликовано 7 работ в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов. Монографий, депонированных рукописей, учебников и учебных пособий не имеет. Личный вклад соискателя состоит в поиске и анализе литературных данных по теме диссертационной работы, составлении принципиальных и технологических схем для рассматриваемого процесса, формулировка задач и анализ результатов физико-химических исследований углеродного материала, формулировании основных выводов и результатов работ по теме диссертации; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Lugvishchuk D.S.**, Mordkovich V.Z., Mitberg E.B., Karaeva A.R., et al. Natural gas partial oxidation process as a way to synthesize onion-like carbon // Fullerenes, Nanotub. Carbon Nanostructures. — 2020. — Vol. 28. — № 4. — P. 250–255.

2. **Lugvishchuk D.S.**, Mitberg E.B., Kulnitskiy B.A., Skryleva E.A., et al. Irreversible high pressure phase transformation of onion-like carbon due to shell confinement // Diam. Relat. Mater. — 2020. — Vol. 107. — P. 107908.

На диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва, *все положительные*. В отзывах указывается, что представляемая работа характеризуется высоким уровнем, имеет большое научное и практическое значение.

В отзыве доктора химических наук **Клюева Михаила Васильевича**, профессора кафедры фундаментальной и прикладной химии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» в качестве замечаний отмечено, что в автореферате не указана какова примерная стоимость возможных антиоблединительных составов и насколько они могут быть эффективнее используемых. Также уточняется, что если предложенные соискателем решения столь эффективны, то почему нет патентов на них.

В отзыве кандидата технических наук **Михайлова Андрея Михайловича**, начальника лаборатории водородных технологий КНТЦ экологической безопасности и энергоэффективности ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в качестве замечаний отмечено, что в автореферате не поясняется почему был использован 1М раствор NaPF_6 в качестве электролита и на чем основан этот выбор. Также были отмечены редакционные ошибки соискателя при использовании таких англоязычных аббревиатур как SMR, ATR и DRM в автореферате, при этом их расшифровка отсутствует.

В отзыве доктора технических наук **Николаева Александра Игоревича**, профессора кафедры технологии нефтехимического синтеза и искусственного жидкого топлива имени А.Н. Башкирова «МИРЭА – Российский технологический университет» отмечено, что к материалам, представленным в форме автореферата, замечаний нет.

В отзыве кандидата химических наук **Никитина Алексея Витальевича**, старшего научного сотрудника ФГБУН Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова РАН в качестве замечаний отмечено, что, из автореферата не совсем ясно, для каких прикладных задач будет требоваться сверхгидрофобное покрытие, будет ли оно востребовано. Также указано, что на некоторых рисунках (рис. 4, 5, 6, 8), приведенных автором в автореферате, наблюдается разное количество значимых цифр.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью, которая подтверждена значительным количеством научных публикаций в области изучения углеродных материалов процессов их получения, что позволяет оценить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработан и экспериментально продемонстрирован способ реализации процесса парциального окисления для одновременного получения углерода с луковичной структурой

(УЛС) с выходом до 63,57 г/ч на 1 нм³/ч природного газа (ПГ) и синтез-газа с мольным соотношением H₂/CO от 1,68 до 2,04 в зависимости от условий ведения процесса;

– установлено влияние основных параметров процесса парциального окисления на синтез углерода с луковичной структурой. Одновременное получение синтез-газа и углерода с луковичной структурой возможно в интервале мольных соотношений O₂/ПГ от 0,65 до 0,75;

– выявлено, что уменьшение линейной скорости потока в зоне конверсии и на выходе из сопла положительно сказывается на выходе углерода с луковичной структурой и конверсии ПГ;

– установлены физико-химические закономерности изменения свойств углерода с луковичной структурой, полученного в процессе парциального окисления при различных мольных соотношениях O₂/ПГ. Регулирование мольного соотношения сырьевых газов позволяет влиять на физико-химические свойства углерода с луковичной структурой;

– впервые проведено исследование углерода с луковичной структурой, полученного в процессе парциального окисления, в условиях высокого давления (до 48 ГПа) с применением пластических деформаций в алмазных наковальнях и установлено, что углерод с луковичной структурой подвергается частично обратимому фазовому переходу под давлением.

– показано, что защитное покрытие на основе суспензии УЛС/гексан с концентрацией углеродного компонента 2-3 мг/мл обладает сверхгидрофобностью. Краевой угол смачивания капли на поверхности покрытия составляет 152° уже на 6-7 слое, с углом началом скольжения капли 3,7°. Также обнаружено, что углерод с луковичной структурой может быть использован в качестве анода в натрий-ионных батареях. Обратимая электрическая емкость, полученная в безводном электролите 1М NaPF₆, после трех циклов составляла 96 мА·ч/г с кулоновской эффективностью более 49%.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказана возможность получения углеродного материала с высокой добавленной стоимостью в процессе парциального окисления природного газа, поиск фундаментально-прикладных свойств углеродных материалов позволяет расширить границы полученных результатов и проводить дополнительные исследования в совершенно неожиданных областях науки и техники. Новый подход к применению и синтезу углеродных материалов, получаемых из природных энергоносителей, позволят обеспечить развитие науки о химии материалов в Российской Федерации и в мире.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован широкий спектр методик физико-химического анализа с применением стандартных технических средств измерения и контроля технологических параметров.

Проведена модернизация процесса парциального окисления под одновременное получение синтез-газа заданного состава и углерода с луковичной структурой.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: из результатов исследования, представленных автором, научное значение имеют данные, представляющие собой информацию о закономерностях реализации процесса парциального окисления природного газа техническим кислородом, обеспечивающих возможность его эффективной переработки в стабильном режиме с параллельным получением двух товарных продуктов – синтез-газа и УЛС. С научной точки зрения значительную ценность представляет также выявленное в работе влияние значений ключевых параметров реализуемой технологии на выход и технические (в том числе физико-химические) характеристики её целевых продуктов.

Практическая важность выполненного исследования является более многосторонней, так как наряду с предложением разработанной технологии автором достаточно детально оценена эффективность использования полученных образцов УЛС и продуктов их модифицирования отжигом в воздушной атмосфере в решении достаточно широкого круга весьма важных прикладных задач.

Результаты работы могут быть рекомендованы для изучения и внедрения в научных и образовательных организациях, а также на действующих и вновь проектируемых предприятиях по переработке природного газа, в частности «Газпром», «Роснефть», «Новатек», «Газпромнефть» и др.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– достоверность полученных в работе экспериментальных данных обеспечена современными методами физико-химического анализа и применением стандартных технических средств измерения и контроля технологических параметров;

– выводы диссертации обоснованы, не вызывают сомнения и согласуются с современными представлениями об углеродных материалах, в частности данным по углероду с луковичной структурой.

Личный вклад соискателя состоит в проведении всех экспериментальных исследований, в том числе приготовление реагентов, монтаж и модернизация установки, отладка оборудования, анализ состава реагентов и продуктов процесса парциального окисления. А также проведение физико-химического анализа углерода с луковичной структурой и описание полученных результатов.

Диссертационный совет пришёл к выводу, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержатся новые научно обоснованные технические решения, основанные на переработке природного газа в процессе

парциального окисления кислородом с целью получения синтез-газа и углерода с луковичной структурой, для которого было предложено несколько практических применений, имеющих существенное значение для развития страны.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.17.07 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ по следующим пунктам:

4. Подготовка продуктов переработки нефти и газа для нефтехимического синтеза.

10. Электродные технологии и технологии производства углеродных материалов различного назначения, технический углерод. Новые виды сырьевых углеродистых материалов.

По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

На заседании диссертационного совета РХТУ.Р.09 02.07.2021 принято решение о присуждении ученой степени кандидата технических наук Лугвищуку Дмитрию Сергеевичу

Присутствовало на заседании 7 членов совета, в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации 7, в том числе в режиме видеоконференции – нет.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали:

«за» – 7,

«против» – нет,

«воздержались» – нет.

Председатель диссертационного совета _____ д.х.н., профессор Бухаркина Т.В.

Ученый секретарь диссертационного совета _____ д.х.н., профессор Козловский Р.А.

Дата «02» июля 2021 г.