

Директору Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского
академику М.П. Егорову

Я, Никульшин Павел Анатольевич, д.х.н., согласен быть официальным оппонентом диссертационной работы Каленчука Александра Николаевича **«Гетерогенно-каталитические реакции гидрирования-дегидрирования полициклических углеводородов как основа для хранения химически связанного водорода и его выделения»**, представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности **02.00.15 – Кинетика и катализ** в диссертационный совет Д 002.222.02 при ФГБУН Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук.

Д.х.н., заместитель генерального директора по науке
Акционерного общества

«Всероссийский научно-исследовательский
Институт по переработке нефти»



П.А. Никульшин

28.12.2020

Подпись П.А. Никульшина заверяю:

Гл. специалист отдела по персоналу
и социальным программам

Акционерного общества «Всероссийский
научно-исследовательский
институт по переработке нефти»

И.Н. Воеводина

Сведения об официальных оппонентах

1. ФИО оппонента: Никульшин Павел Анатольевич

2. учёная степень и наименование отрасли науки, по которым им защищена диссертация: доктор химических наук 02.00.15 – Кинетика и катализ, 02.00.13 – Нефтехимия.

3. список публикаций оппонента:

1. Varakin, A.N., Mozhaev, A.V., Pimerzin, A.A., Nikulshin, P.A. Toward HYD/DEC selectivity control in hydrodeoxygenation over supported and unsupported Co(Ni)-MoS₂ catalysts. A key to effective dual-bed catalyst reactor for co-hydroprocessing of diesel and vegetable oil // *Catalysis Today*, 2020, 357, стр. 556–564
2. M. Nikulshina, P. Blanchard, C. Lancelot, A. Griboval-Constant, M. Marinova, V. Briois, P. Nikulshin, C. Lamonier, Genesis of active phase in MoW/Al₂O₃ hydrotreating catalysts monitored by HAADF and in situ QEXAFS combined to MCR-ALS analysis // *Applied Catalysis B: Environmental*, Volume 269, 15 July 2020, 118766
3. A. Kokliukhin, M. Nikulshina, A. Mozhaev, C. Lancelot, C. Lamonier, N. Nuns, P. Blanchard, A. Bugaev, P. Nikulshin, Bulk hydrotreating MoW_{12-n}S₂ catalysts based on SiMo_nW_{12-n} heteropolyacids prepared by alumina elimination method // *Catalysis Today* (2020), <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2020.07.018>
4. A. Kokliukhin, M. Nikulshina, A. Mozhaev, C. Lancelot, P. Blanchard, O. Mentré, M. Marinova, C. Lamonier, P. Nikulshin, The effect of the Mo/W ratio on the catalytic properties of alumina supported hydrotreating catalysts prepared from mixed SiMo₆W₆ and SiMo₉W₃ heteropolyacids // *Catalysis Today* (2020), <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2020.07.050>
5. M. Nikulshina, A. Mozhaev, C. Lancelot, P. Blanchard, M. Marinova, C. Lamonier, P. Nikulshin, Enhancing the hydrodesulfurization of 4,6-dimethyldibenzothiophene through the use of mixed MoWS₂ phase evidenced by HAADF // *Catalysis Today* 329 (2019) 24-34.
6. M. Nikulshina, A. Kokliukhin, A. Mozhaev, P. Nikulshin, CoMo/Al₂O₃ hydrotreating catalysts prepared from single Co₂Mo₁₀-heteropolyacid at extremely high metal loading // *Catalysis Communications* 127 (2019) 51–57.
7. D. Ishutenko, Yu. Anashkin, P. Nikulshin, The effect of carrier in KCoMoS-supported catalysts for hydro-upgrading of model FCC gasoline // *Applied Catalysis B: Environmental* 259 (2019) 118041.
8. M. Nikulshina, A. Mozhaev, C. Lancelot, M. Marinova, P. Blanchard, E. Payen, C. Lamonier, P. Nikulshin, MoW synergetic effect supported by HAADF for alumina based catalysts prepared from mixed SiMo_nW_{12-n} heteropolyacids // *Applied Catalysis B: Environmental* 224 (2018) 951–959.

9. M. S. Nikulshina, P. Blanchard, A. Mozhaev, C. Lancelot, A. Griboval-Constant, M. Fournier, E. Payen, O. Mentré, V. Briois, P.A. Nikulshin, C. Lamonier, Molecular approach to prepare mixed MoW alumina supported hydrotreatment catalysts using $H_4SiMo_nW_{12-n}O_{40}$ heteropolyacids // *Catal. Sci. Technol.*, 8 (2018) 5557-5572.
10. Permyakov E.A., Dorokhov V.S., Maximov V.V., Nikulshin P.A., Pimerzin A.A., Kogan V.M. Computational and experimental study of the second metal effect on the structure and properties of bi-metallic MeMoS-sites in transition metal sulfide catalysts // *Catalysis Today* Volume 305, 1 May 2018, Pages 19-27.
11. Al. Pimerzin, A. Roganov, A. Mozhaev, K. Maslakov, P. Nikulshin, A. Pimerzin, Active phase transformation in industrial CoMo/Al₂O₃ hydrotreating catalyst during its deactivation and rejuvenation with organic chemicals treatment // *Fuel Processing Technology* 173 (2018) 56–65.
12. A.N. Varakin, A.V. Mozhaev, A.A. Pimerzin, P.A. Nikulshin, Comparable investigation of unsupported MoS₂ hydrodesulfurization catalysts prepared by different techniques: Advantages of support leaching method // *Applied Catalysis B: Environmental* 238 (2018) 498–508.
13. Сальников В.А., Минаев П.П., Можаяев А.В., Пимерзин А.А., Митягин В.А., Алаторцев Е.И., Овсиенко О.Л., Никульшин П.А. Влияние природы носителей CoMoS катализаторов на гидродеоксигенацию гваякола как модельного соединения бионефти // *Журнал прикладной химии*. 2018. Т. 91. № 2. С. 222-231.
14. Можаяев А.В., Никульшина М.С., Ланселот К., Бланшард П., Ламоньер К., Никульшин П.А. Различия в синергетических эффектах триметаллических катализаторов гидроочистки CoMoW/Al₂O₃ и NiMoW/Al₂O₃, полученных на основе смешанной Mo-W гетерополикислоты. *Наногетерогенный катализ*. 2018. Т. 3. № 2. С. 101-108.
15. Минаев П.П., Никульшина М.С., Можаяев А.В., Никульшин П.А. NiWS/Al₂O₃ катализатор глубокой гидроочистки дизельных фракций, полученный с использованием мезоструктурированного гидроксида алюминия. *Наногетерогенный катализ*. 2018. Т. 3. № 2. С. 89-94.
16. В. А. Сальников, П. П. Минаев, А. В. Можаяев, А. А. Пимерзин, В. А. Митягин, Е. И. Алаторцев, О. Л. Овсиенко, П. А. Никульшин. Влияние природы носителей CoMoS катализаторов на гидродеоксигенацию гваякола как модельного соединения бионефти // *Журнал прикладной химии*. 2018. Т. 91. Вып. 2, с. 222-231.

17. Р. Э. Болдушевский, А. И. Гусева, Н. Я. Виноградова, Е. Р. Наранов, А. Л. Максимов, П. А. Никульшин. Оценка гидрообессеривающей активности при разработке катализаторов деметаллизации тяжелого нефтяного сырья. Журнал прикладной химии. 2018. Т. 91. Вып. 12, с. 1784-1789.
18. А. Н. Варакин, А. В. Фослер, С. П. Веревкин, А. А. Пимерзин, П. А. Никульшин. Гидродеоксигенация олеиновой кислоты на массивных и нанесенных катализаторах (Ni)MoS₂ с целью получения грин-дизеля. Химия и технология топлив и масел. 2018. № 6 (610), с. 13-19.
19. В. А. Сальников, П. П. Минаев, А. В. Можаяев, П. А. Никульшин. Влияние эффекта зауглероживания носителей катализаторов CoMoS в гидродеоксигенации гваякола как модельного соединения бионефти. Химия и технология топлив и масел. 2018. № 6 (610), с. 20-27.

Д.х.н., заместитель генерального директора по науке
Акционерного общества

«Всероссийский научно-исследовательский
Институт по переработке нефти»



П.А. Никульшин

111116, Москва, ул. Авиамоторная, 6, стр. 2

АО «ВНИИПН»

Тел. +7 (495) 787-48-87

e-mail: info@vniinp.ru

Подпись П.А. Никульшина заверяю:

Гл. специалист отдела по персоналу
и социальным программам

Акционерного общества «Всероссийский
научно-исследовательский
институт по переработке нефти»

И.Н. Воеводина

Отзыв

официального оппонента на диссертацию
Каленчука Александра Николаевича

«Гетерогенно-каталитические реакции гидрирования-дегидрирования полициклических углеводородов как основа для хранения химически связанного водорода и его выделения» по специальности 02.00.15 – Кинетика и катализ на соискание ученой степени доктора химических наук

Актуальность темы диссертации

На сегодняшний день поиск и исследования альтернативных углеводородному сырью источников энергии является перспективной задачей с точки зрения экологичности, возобновляемости, энергоэффективности и себестоимости. Интерес работ в данной научной области подтверждается стремительно растущим числом научных публикаций, а также увеличением числа программ финансовой поддержки данного рода исследований. Одним из наиболее распространенных альтернативных источников энергии является водород. Причем он обладает рядом неоспоримых преимуществ: теплота сгорания (как один из показателей качества энергоемкости топлива) водорода в три раза выше, чем у бензина и реактивного топлива и в два с половиной раза выше, чем у природного газа, а продукты сгорания лишены парниковых и токсичных канцерогенных газов. Пожалуй, единственным ограничением широкого использования водорода в качестве топлива, является отсутствие компактных систем безопасного хранения водорода, к которым предъявляется ряд требований по емкости водорода, высокой скорости заправки и низкой энергии высвобождения водорода, а также к экономической целесообразности и безопасности. Одной из прикладных задач современной водородной энергетики является поиск системы «субстрат-катализатор», отвечающей всем вышеперечисленным требованиям. Ароматическое сырье в виде индивидуальных би- и трициклических ароматических углеводородов с конденсированными и сочлененными бензольными кольцами имеют по отношению к другим видам сырья ряд преимуществ, таких как отсутствие разложения, осмоления, уноса паров, не большие габаритные размеры, обратимость реакции, минимальные потери субстрата, высокие скорости дегидрирования. Наряду с этим возможность прогнозирования реакций гидрирования/ дегидрирования для гомологического ряда полициклических соединений представляет отдельный интерес, однако нельзя забывать, что разработка и расширение области применения прогнозных расчетных методик для определения термодинамических параметров возможны только при условии достаточной экспериментальной изученности ключевых представителей типов углеводородных соединений, поэтому исследования

простейших представителей гомологического ряда бензол-нафталин-антрацен и бензол-бифенил-терфенил следует считать актуальными. Такие исследования позволят в дальнейшем расширить ресурсную базу, например, на более доступное высокоароматичное нефтяное сырье, с содержанием би-, трициклической ароматики на уровне 85 – 95% масс.

Отдельную научную ценность представляют исследования катализаторов реакций гидрирования/ дегидрирования, в частности, разработка триметаллического Pt/Cr/Ni катализатора оптимального состава с пониженным содержанием благородных металлов и с повышенными конверсией и селективностью, что является перспективным направлением в производстве катализаторов с целью использования водородного топлива.

Вышесказанное определяет безусловную актуальность представленных в диссертации Каленчука А.Н. результатов исследований, а именно: создание на основе экспериментальных и расчетных методов базы систем «субстрат-катализатор» для дальнейшего использования при оптимизации процессов получения водорода с конверсией и селективностью не менее 95% в многократных реакциях гидрирования-дегидрирования. Рассматриваемая диссертационная работа как по объектам исследования (полициклические ароматические углеводороды, катализаторы гидрирования-дегидрирования), так и по предмету исследования (кинетика и термодинамика химических реакций) отвечает запросам современной науки и химической технологии.

Новизна проведенных исследований и полученных результатов

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Результаты диссертации и научные положения, выносимые на защиту, являются новыми и оригинальными, обоснованы экспериментальными и теоретическими данными. Необходимо отметить следующие принципиальные моменты, свидетельствующие о новизне выполненных исследований:

1. Впервые исследованы закономерности протекания процессов глубокого гидрирования для конденсированных и сочлененных ароматических углеводородов с разной степенью конденсации (бензол, нафталин, антрацен, бифенил, изомеры терфенила) и реакций сопряжённого дегидрирования их нафтеновых аналогов на нанесённых полиметаллических катализаторах.

2. Впервые для мета-изомера пары терфенил/пергидротерфенил проведено сравнительное исследование влияния состава носителей (активированный уголь, сибунит и углеродные нанотрубки, Al_2O_3 и SiO_2) на возможность достижения конверсии и селективности не менее 95% за один цикл без потери субстрата в обратимой реакции гидрирования-дегидрирования каталитическими нанесёнными системами (Pt, Pd) и Pt/Ni/Cr.

3. Впервые изучены конкурентные реакции, включая конденсацию и взаимную изомеризацию структурных и конформационных изомеров. Показано влияние конкурентных реакций на цикличность обратимой реакции

гидрирования-дегидрирования. Установлена роль твист-конформации центрального углеводородного цикла в маршрутах процессов дегидрирования изомеров пергидротерфенила. Показано, что при гидрировании антрацена стадия трансформации 9,10-дигидро-антрацена в 1,2,3,4-тетрагидроантрацен влияет на выход конформационных изомеров окта- и пергидроантрацена.

4. Для катализа на системе Pt/Сибунит каждого из исследованных моно-, би- и трициклических соединений впервые проведено количественное сравнение способности полициклических углеводородов к связыванию и выделению водорода в реакциях гидрирования-дегидрирования. Обоснован выбор пары бифенил/бициклогексил для применения в системе «субстрат-катализатор» в качестве носителя водорода как лучшего кандидата среди исследуемых полициклических углеводородов, содержащих шестичленные циклы.

5. Впервые установлены основные закономерности, связывающие изменение зарядового состояния наночастиц Pt в одно-, двух- и трёхкомпонентных PtCrNi-системах, нанесённых на окисленный углеродный носитель сибунит, с их каталитической активностью при генерации водорода при дегидрировании бициклогексила. Установлено стабилизирующее действие функциональных групп окисленного носителя, выступающих в качестве электроноакцепторных центров, взаимодействие которых с наночастицами платины приводит к повышению дисперсности металла и подавлению процессов агломерации наночастиц.

6. Установлено совместное влияние Cr и Ni на повышение каталитической активности в реакции дегидрирования бициклогексила систем Pt/C.

К числу наиболее существенных научных результатов диссертационной работы следует отнести:

1. Выбор и исследование носителя, способного обеспечить наименьшую степень протекания побочных реакций крекинга и гидрогенолиза, снижающих ёмкость по H₂. Сравнение каталитической активности нанесённых каталитических систем на основе Pt и Pd, в т.ч. промотированных другими металлами (Ni, Cr и др.).

2. Изучение процессов глубокого гидрирования ключевых представителей ароматических соединений с разной степенью конденсации (бензол, нафталин, антрацен, бифенил, изомеры терфенила) и сопряжённого дегидрирования их нафтеновых аналогов (циклогексан, декалин, пергидроантрацен, бициклогексил, изомеры пергидротерфенила) в присутствии специально предложенной для этих целей каталитической системы.

3. Обоснование выбора пары бифенил- бициклогексил как наилучшего кандидата для применения в системе «субстрат-катализатор».

4. Исследование механизма повышения активности катализатора за счет взаимодействия наночастиц платины с промотирующими переходными

металлами Ni, Cr в реакции каталитического дегидрирования на примере бициклогексила.

5. Разработка новых подходов к созданию гетерогенных катализаторов с низким содержанием благородных металлов, что повысит перспективу широкого применения катализатора с целью дальнейшего использования в коммерческих системах «субстрат-катализатор».

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации Каленчука А.Н., в целом достоверны и соответствуют полученным результатам. Выбор объектов и цели исследования обоснованы, логичны и своевременны, что следует из анализа большинства доступных литературных источников, посвященных изучению способов и систем хранения водорода и катализаторов для его извлечения. Основные положения, выносимые на защиту, и выводы диссертационной работы, основаны на конкретном и достаточном материале, полученном с применением экспериментальных и современных методов исследования, аргументированы, следуют из обобщения полученных экспериментальных и теоретических результатов, приведенных схем реакций и находятся в согласии с современными научными положениями термодинамики и гетерогенного катализа.

Достоверность представленных в диссертации результатов обусловлена надежностью использованных экспериментальных методов: для субстрата – статический (автоклав) и динамический (проточная установка) методы исследования равновесия реакций гидрирования/ дегидрирования, хроматография, масс-спектрометрия, ЯМР и теоретических методов: HSC расчет и конформационный анализ. Для характеристики катализаторов исчерпывающую информацию автор получил методами – РФЭС, ТПВ, СЭМ, ПЭМ, магнитометрия, рентгенофазовый анализ, порометрии, хемосорбции CO. Оценить надежность полученных результатов можно также хорошей воспроизводимостью, относительно малой погрешностью и взаимной согласованностью полученных различными методами значений конверсии в равновесной области. Обработка экспериментальных данных анализа катализаторов выполнена корректно с использованием литературной базы физико-химических характеристик исследуемых металлов.

Особо следует отметить проведенную автором тщательную работу по минимизации примесей в водороде при помощи различного типа мембран и постановке отдельной хроматографической методики с калибровкой по обнаружению и количественной оценке примесей ароматических углеводородов в выделившемся водороде.

В работе также представлены обоснованные рекомендации об особенностях применения декалина, и об ограничении в применении

изомеров пергидротерфенила, и пергидроаценафтена. Наряду с этим выделены рекомендации по составу, морфологии и текстуре наиболее эффективных катализаторов выделения водорода.

Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке методологических подходов к прогнозированию и практическому обоснованию определения компонентов системы «субстрат-катализатор» и создании на их основе новой химической системы аккумуляции, хранения химически связанного водорода и его выделения на основе циклической пары бифенил-бициклогексил, способной к поглощению и выделению водорода с конверсией 95% за один цикл гидрирования-дегидрирования. Такие исследования позволят, в дальнейшем, расширить ресурсную базу на более доступное высокоароматичное нефтяное сырье (экстракты «зеленых масел» пиролиза керосина, экстракты легких газойлей термических процессов) с содержанием би-, трициклической ароматики на уровне 85 – 95% масс.

Практическая значимость результатов диссертации определяется тем, что разработаны и синтезированы нанесённые катализаторы Pt-Cr-Ni/C с исключительно низким содержанием Pt (0,1% мас.) на основе окисленного сибунита, которые имеют большую активность по сравнению с известными ранее катализаторами и могут быть рекомендованы для создания систем хранения и транспортировки химически связанного водорода, а также выделения химически чистого водорода на основе реакций гидрирования-дегидрирования полициклических углеводородов. Данные, полученные при разработке каталитических систем, расширяют представление о влиянии электронных и размерных эффектов катализаторов на реакцию дегидрирования бициклического нафтенного субстрата.

Общая характеристика диссертационной работы

Содержание отдельных глав, диссертации в целом и автореферата изложено довольно четко и последовательно. Существенных недостатков общего характера, которые могли бы значительно изменить или опровергнуть представленные автором результаты, характер их обсуждения, корректность выводов и научных положений, в диссертации не обнаружено. Цель исследования и решаемые задачи четко сформулированы и по сути определяют стиль и порядок представления экспериментального и теоретического материала. Результаты исследования, сформулированные в виде выводов и научных положений, отражают взаимосвязь отдельных

этапов работы, ее внутреннее единство и направленность на решение поставленной цели.

Несмотря на то, что в тексте диссертации встречается некоторое количество опечаток, отсутствие расшифровок в формулах, большого количества сокращенных обозначений, не вынесенных в список сокращений, качество оформления работы следует признать довольно хорошим. Представлялось бы целесообразным в литературном обзоре посвятить раздел характеристикам катализаторов: физико-химическим свойствам и сравнению активности, это сделало бы последующий скрининг катализаторов более обоснованным.

К числу других замечаний и пожеланий частного характера в работе можно отнести следующие:

1. В качестве объектов исследования были выбраны три позиционных изомера терфенила, при этом выбор конденсированного трициклического соединения ограничился лишь аценафтенем и совсем не рассматривался фенантрен, с чем это связано?
2. Для системы бензола в качестве недостатка выделено высокое давление насыщенного пара, однако, например, индана также содержит одно бензольное кольцо, имеет низкое значение давления насыщенного пара и совсем не был рассмотрен, даже в литобзоре, как, впрочем, и флуорен. Требуется пояснение.
3. Квантово-химические расчеты заканчиваются сравнением энтальпий, энтропийные факторы не рассматриваются, хотя очевидно после гидрирования одного ароматического кольца возникают стерические препятствия. Эти результаты следовало бы представить, а также показать принципы, заложенные в работе по исследованию/созданию каталитических систем.
4. Не вполне понятен выбор двух различных установок: автоклава для гидрирования и проточной системы для дегидрирования. Казалось логичным проводить все эксперименты в одних аппаратурных условиях.
5. Оценивались ли диффузионные затруднения при гидрировании на протоке? Данные табл. 5 диссертации указывают, что наблюдается снижение конверсии субстрата при переходе на крупное зерно катализатора с 0,1 до 1.5-1.8 мм на катализаторе 1%Pt/C.
6. Для всех систем гидрирование/дегидрирование проводили на катализаторе Pt/Сиб и только для антрацена гидрирование на Pt/АС, а катализатор дегидрирования антрацена вообще не указан, проводился ли эксперимент для антрацена на Pt/Сиб и почему не представлен в работе?
7. Не представлен состав газовой фазы в реакциях дегидрирования и содержания водорода в ней, хотя ГХ анализ описан в экспериментальной части.
8. Для прогнозирования свойств структура – свойства целесообразно предусмотреть перевод полученных термодинамических величин в

газовую фазу, поскольку для газовой фазы существует большое количество расчетных методов прогнозирования, например, аддитивных, эмпирических, квантово-химических.

9. В работе не хватает сравнения удельной каталитической активности с наиболее эффективными каталитическими системами, хотя бы из открытых источников.
10. Физико-химическое состояние отработанных катализаторов (состояние платины, дисперсность и проч.) не описано, как и степень их зауглероживания. Возникает вопрос о стабильности и количестве циклов, которая способна обеспечить без потери активности и селективности лучшая каталитическая система.

Приведенные выше замечания не имеют принципиального характера и не могут повлиять на положительную оценку работы в целом. Диссертационная работа оставляет приятное впечатление, достаточно компактна, содержит необходимую для всестороннего анализа информацию.

Содержание автореферата в целом соответствует содержанию диссертационной работы и адекватно отражает полученные результаты и основные положения, выносимые на защиту.

Основные результаты диссертации опубликованы в 30 публикациях, индексируемых в Web of Science и Scopus и входящих в список ВАК, а также в публикациях и тезисах 3 международных и 6 российских конференций с иностранным участием.

Тема и содержание диссертационной работы Каленчука А.Н. соответствуют специальности 02.00.15 – «Кинетика и катализ» по химическим наукам и свидетельствует о том, что её автор владеет как экспериментальными, так и теоретическими методами изучения катализа на уровне соответствующем ученой степени доктора химических наук.

Замечания по диссертационной работе в целом

В целом, несмотря на отмеченные недостатки и замечания, рассматриваемая диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему комплексного исследования гетерогенно-каталитических реакций гидрирования-дегидрирования полициклических углеводородов как основы для хранения химически-связанного водорода и его выделения. Научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для развития и расширения ресурсной базы веществ – систем хранения водорода, а также разработки новых высокоэффективных катализаторов выделения водорода, для последующего использования его в качестве топлива двигателей.

Диссертационная работа Каленчука Александра Николаевича по поставленным задачам, уровню их решения, актуальности и научной новизне безусловно удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям (п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых

степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842), а ее автор – Каленчук А.Н. – заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.15 – Кинетика и катализ.

Д.х.н., зам. генерального директора по науке
Акционерного общества «Всероссийский
научно-исследовательский
институт по переработке нефти»
02.00.15 – Кинетика и катализ
02.00.13 – Нефтехимия



П.А. Никульшин

31.03.2021

111116, Москва, ул. Авиамоторная, 6, стр. 2

АО «ВНИИПН»

Тел. (495)7874887

e-mail: nikulshinpa@vniinp.ru

Подпись П.А. Никульшина заверяю:

Начальник отдела по персоналу и
социальным программам
Акционерного общества «Всероссийский
научно-исследовательский
институт по переработке нефти»

И.Н. Воеводина