

Директор ФГБУН Института  
теоретической и прикладной механики  
им. С.А. Христиановича СО РАН,  
чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_ А.Н. Шиплюк  
«20» октября 2017 г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук по диссертации «Экспериментальное изучение методов генерации и управления проводящими потоками» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, выполненной в лаборатории № 4 «Физика быстропротекающих процессов» Института теоретической и прикладной механики им.С. А. Христиановича СО РАН.

Научный консультант Кацнельсон Савелий Семенович, д. ф.-м. н., профессор, в.н.с. лаборатории №4 «Физика быстропротекающих процессов» Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук.

В период подготовки диссертации соискатель Поздняков Георгий Алексеевич работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук в лаборатории № 4 «Физика быстропротекающих процессов» в должности стажера – исследователя, младшего научного сотрудника и старшего научного сотрудника. В 1977 г. окончил физический факультет Новосибирского Государственного Университета по специальности «физика». В 1997 г. защитил диссертацию “Экспериментальное исследование Т-слоя в модели дискового МГД-генератора на аргоне и парах натрия” на соискание ученой степени по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Диссертация посвящена экспериментальному изучению методов генерации и управления проводящими потоками.

## **2. Актуальность темы.**

Изучение движения и физико-химических процессов в электропроводящих газообразных и жидких средах в магнитном поле является одной из основополагающих областей знаний. Это – комплексная область науки, так как сюда входят исследования по астрофизике, термоядерному синтезу, аэродинамике больших скоростей, преобразованию видов энергии и т. д. Здесь следует отметить ряд сформировавшихся и развивающихся направлений: физика высокотемпературной плазмы; физика низкотемпературной плазмы. Для большинства прикладных задач, связанных с течением электропроводных сред в магнитном поле, исторически сложилось общее название – магнитная гидродинамика (МГД), включающее те или иные перечисленные выше направления исследований.

Среди всего многообразия фундаментальных проблем, которые могут быть сформулированы и разрешены в рамках магнитной гидродинамики, есть наиболее актуальные с точки зрения практического применения результатов.

Итак, актуальность темы определяется необходимостью получения новых знаний и разработкой новых методов управления разнообразными механическими и физико-химическими процессами в газах, плазме и жидкостях, которые были бы значимы как для развития фундаментальной науки, так для разработки перспективных технологий.

## **3. Научная новизна работы.**

В части работы, посвященной дисковому МГД-генератору, впервые предложено использование вогнутых электродных вставок, позволившее осуществить практически полный токосъем с генератора, без замыкания части тока помимо нагрузки. Также впервые исследовалась модель дискового МГД-генератора с T-слоем, работающего на плазме щелочного металла (натрия), для чего был разработан и изготовлен оригинальный импульсный электроэрозионный источник плазмы натрия с расходом до 1 кг/с. В части работы, посвященной

кондукционному дисковому МГД – насосу, впервые предложен и осуществлен способ внесения нанопорошков в расплав для модификации свойств конструкционных материалов, в частности, алюминия и его сплавов. Способ позволяет производить внесение нанодобавок без контакта с воздухом.

Впервые предложена схема и построен дисковый МГД-ускоритель плазмы, продемонстрирована его работоспособность и получен поток сильнонеравновесной плазмы со скоростью до 10 км/с на выходе. С помощью этого ускорителя проведен цикл исследований по пиролизу природного газа. Были обнаружены эффекты нанесения пленок различного состава на твердые поверхности, плазменного травления и сглаживания этих поверхностей в результате их обдува потоками плазмы различного состава, полученных с помощью этого ускорителя.

Впервые предложено применение линейных электродинамических ускорителей плазмы для модификации жаропрочных покрытий поверхностей конструкционных материалов. Продемонстрированы эффекты изменения структуры приповерхностных слоев, в том числе уплотнение и сглаживание жаропрочной защиты лопаток газовых турбин, предварительно нанесенных с помощью плазмотронного напыления.

Впервые экспериментально продемонстрирована возможность МГД-управления гиперзвуковым воздушным потоком с помощью придания проводимости потоку посредством его облучения электронной пушкой. Предложена конструкция электронной пушки, пригодной для управления потоком, в том числе, для инициирования в нем горения.

#### **4. Достоверность результатов.**

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается использованием в экспериментальных исследованиях точных, в большинстве своем, цифровых методов измерения электрических величин, неоднократной калибровкой использовавшихся датчиков собственного изготовления (датчики давления, магнитные зонды, шунты, пояса Роговского и трансформаторы тока). Достоверность результатов обеспечивалась так же за счет неоднократного повторения измерений и статистической обработки результатов. Исследования

структуры образцов проводились в специализированных лабораториях институтов СО РАН и швейцарского отделения ALSTOM Power.

## **5. Научная и практическая значимость работы.**

Обнаруженное улучшение электрического контакта между сверхзвуковым потоком плазмы и электродной вставкой, достигаемое за счет придания кривизны её поверхности и организации течения с отражением от поверхности, может быть использовано в МГД-генераторах, в том числе дисковых с Т-слоем. Разработанный метод внесения наночастиц в расплав и его гомогенизация в центробежном кондукционном МГД-насосе (ЦКН) позволяет получать конструкционные материалы с улучшенными характеристиками, поскольку предложенная схема внесения наноприсадок и гомогенизации расплава позволяет избежать контакта металла с атмосферой, что способствует повышению качества получаемого материала. Разработанные методики и полученные экспериментальные данные позволили верифицировать расчетно-численную модель такого насоса. Впервые показано, что существуют режимы работы дискового МГД-ускорителя плазменных потоков, при которых реализуется устойчивое ускорение плазмы. Экспериментально получены высокоскоростные потоки сильно неравновесной плазмы различного элементного и химического состава. Продемонстрировано, что с помощью этого уникального инструмента могут изучаться физико-химические процессы, как в потоках сильнонеравновесной плазмы, так и на поверхности, обтекаемой таким потоком в режимах, недоступных для других известных устройств. Это позволяет получать новые фундаментальные данные о физико-химических процессах, протекающих в плазме и при ее взаимодействии с поверхностями. Были получены новые экспериментальные результаты по пиролизу природного газа, по травлению поверхностей и нанесению покрытий различного состава. В перспективе МГД-ускорители могут использоваться в технологических процессах. Продемонстрировано воздействие плазменных сгустков, получаемых в электродинамических ускорителях плазмы, для улучшения качества и модификации структуры поверхности и приповерхностного слоя материалов, в том числе жаростойких, предварительно покрытых защитным слоем с помощью плазменного напыления. Предложенная методика дает

возможность управления свойствами материалов, что имеет как фундаментальное значение для развития материаловедения, так и практическое значение для развития новых технологий. По результатам этой части работы был получен европейский патент на способ модификации напыленного защитного слоя. Разработка сильноточного газоразрядного широкоапертурного источника электронных потоков, сохраняющего работоспособность при давлении, превышающем 1кПа и времени работы порядка сотен микросекунд позволили продемонстрировать возможность управления гиперзвуковым потоком с помощью наложения внешнего магнитного поля. Дальнейшие работы в этом направлении позволят получить новые данные для разработки физических и численно-расчетных моделей МГД-взаимодействия потоков, ионизованных электронным пучком. Создание указанного источника электронных потоков позволило предложить новый подход для объемного инициирования химических реакций, в частности, горения. Продолжение работ в этом направлении позволит получить новые данные о кинетике химических реакций и разрабатывать новые технологические процессы с использованием сильноточных широкоапертурных потоков электронов.

#### **6. Личный вклад автора.**

Задача об изучении модели дискового МГД-генератора с Т-слоем была сформулирована в соавторстве с научным консультантом Кацнельсоном С.С., идея применения вогнутых электродных вставок принадлежит автору. Автор самостоятельно проделал экспериментальную часть исследования модели генератора. Технология изготовления пьезодатчиков давления была передана автору Фомичевым В.П. В соавторстве с Кацнельсоном С.С. была поставлена задача исследования МГД-генератора с Т-слоем на плазме (парах) щелочного металла. Автору принадлежит разработка источника плазмы щелочного металла. Расчетно-теоретическая часть исследования МГД-генератора с Т-слоем на плазме щелочных металлов была выполнена с использованием программных кодов, предоставленных Кацнельсоном С.С.

Задача о разработке ЦКН для перекачки расплавов металлов и внесения в них наночастиц была сформулирована Кацнельсоном С.С. Экспериментальная часть исследований выполнена автором самостоятельно.

Задача о модификации поверхностей обработкой плазменными сгустками, генерируемыми электродинамическими ускорителями сформулирована Кацнельсоном С.С. Эксперименты, включая модернизацию, разработку и изготовление установок выполнены автором самостоятельно. Исследование образцов проводилось Сидельниковой О.Н. (ИХТТиМХ) и в лабораториях швейцарского отделения ALSTOM Power.

Задача о разработке и исследовании дискового МГД-ускорителя плазмы сформулирована автором самостоятельно. Оценочный расчет установок и выбор режимов их работы проделаны автором самостоятельно. Планирование экспериментов, в том числе выбор объектов для изучения, и собственно эксперименты проводилось автором самостоятельно. Изучение полученных образцов проводилось в рамках выполнения интеграционных проектов в организациях – соисполнителях (ИФП СО РАН, ИНХ СО РАН, ИК СО РАН).

Автор принимал участие в исследованиях о МГД-управлении гиперзвуковым потоком в части разработки магнитной системы, разработки системы ионизации электронным пучком и части измерительных методик. Автор самостоятельно занимался планированием и отладкой экспериментов на импульсной аэродинамической установке с использованием электронной пушки собственной разработки. Эксперименты, в которых был впервые продемонстрирован эффект МГД-управления гиперзвуковым потоком, ионизированным электронным пучком, проводились под руководством автора. Теневые картины получены с помощью прибора Теплера, предоставленного Павловым А.А. Схема сильнооточного широкоапертурного источника электронных потоков предложена автором самостоятельно. Задача об иницировании горения с помощью этого источника сформулирована автором самостоятельно. Часть работ по исследованию собственно источника и изучению процессов иницирования горения проводились совместно с Головновым И.А.

## **7. Автором представляется к защите:**

- Впервые обнаруженный эффект существенного увеличения доли тока, протекающего через нагрузку, в модели дискового МГД-генератора с Т-слоем при сверхзвуковом течении плазмы. Эффект вызван использованием вогнутых электродных вставок, связан с отражением потока от их поверхностей;
- Впервые экспериментально продемонстрированная возможность использования потока плазмы щелочного металла в качестве рабочего тела в МГД-генераторе с Т-слоем;
- Эффект гомогенизации наноприсадок в расплаве металла в центробежном кондукционном МГД-насосе;
- Эффект повышения качества путем модификации, в том числе уплотнения, приповерхностного слоя конструкционных материалов посредством воздействия на него плазменными сгустками, полученными в электродинамических ускорителях плазмы;
- Принцип генерации и ускорения плазменных потоков плазмы в дисковом МГД-ускорителе;
- Схемы технологических процессов – пиролиза природного газа, травления поверхностей, нанесения тонких слоев различного состава, сглаживания поверхностей, основанных на применении высокоэнтальпийных потоков сильнонеравновесной плазмы, получаемых с помощью разработанного автором дискового МГД-ускорителя плазмы;
- Результаты экспериментальных исследований по воздействию электронного пучка на сверхзвуковые потоки газа с целью организации МГД-управления и инициирования химических реакций, в том числе, горения.

### **Апробация работы.**

Основные результаты докладывались на Международных, Всесоюзных и Всероссийских научных конференциях:

1. Гриднев Н.П., Кацнельсон С.С., Поздняков Г.А., Фомин В.М., Фомичёв В.П., Яненко Н.Н. Дисковый МГД-генератор с неоднородным по проводимости потоком // VIII Международная конференция по МГД-преобразованию энергии. Москва, 1983 г.

2. Поздняков Г.А., Фомичёв В.П. Определение плотности электронов и температуры плазмы по измерениям поглощения лазерного излучения  $\lambda=10,6$  мкм и давления // VII Всесоюзная конференция по генераторам низкотемпературной плазмы. Алма-Ата, 1977.
3. Gridnev N.P., Katsnelson S.S., Pozdnyakov G.A., Fomichev V.P. Results of study on disk MHD channel with radial flow // IX International Conference on MHD Electrical Power Generation. Tsucuba. 1986.
4. С. С. Кацнельсон, Поздняков Г.А., А. V. Zagorski Импульсная плазма в технологиях напыления // Международный Семинар «Гидродинамика высоких плотностей энергии», Новосибирск, август 2003.
5. Pozdnyakov G.A., Pravdin S.S., Bobrovnikova E.Yu. Acceleration of a Gas Flow in the Disk MHD-channel. // XII International Conference on the Methods of Aerophysical Research ICMAR-2004, Novosibirsk, 2004.
6. Golovnov I. A., Pozdnyakov G.A. The observation of the combustion initiated by a free electrons cloud // 13th International Space Planes and Hypersonics Systems and Technologies, Capua, Italy, 16-20 May, 2005.
7. S. S. Katsnelson, Pozdnyakov G.A. Estimation of Possible Kinetic Combustion Machinery of Oxygen-Hydrogen Mixture under Influence of Low Energy Heavy-Current Electron Beam (about 10 keV), Based on Semi-Empirical Representations // 13th International Space Planes and Hypersonics Systems and Technologies, Capua, Italy, 16-20 May, 2005.
8. Pozdnyakov G.A., Pravdin S.S., Bobrovnikova E.Y., Snytnikov V.N., Mizchenko T.I. Application of disk MHD-accelerator in gas-core chemical endothermic reactor // XV International Conference on MHD Energy Conversion and VI International Workshop on Magnetoplasma Aerodynamics, Moscow 2005.
9. I.A. Golovnov, A.A. Pavlov, A.I. Pavlov, G.A. Pozdnyakov, S.S. Pravdin, V.M. Fomin, V.P. Fomichev, V.I. Yakovlev, N.D. Malmuth. MHD-effect upon location of a bow shock wedge at a supersonic flow around // XV International Conference on MHD Energy Conversion and VI International Workshop on Magnetoplasma Aerodynamics, Moscow 2005.
10. Головнов И.А., Маслов А.А., Малмус Н., Поздняков Г.А., Правдин С.С., Фомин В.М. Фомичев В.П., Яковлев В.И. Стенд для исследований МГД –



эффектов в гиперзвуковых потоках// V Международное совещание по магнитоплазменной аэродинамике в аэрокосмических приложениях Москва, 2003.

11. Головнов И.А., Маслов А.А., Малмус Н., Поздняков Г.А., Правдин С.С., Фомин В.М. Фомичев В.П., Яковлев В.И. МГД-взаимодействие в гиперзвуковых потоках// V Международное совещание по магнитоплазменной аэродинамике в аэрокосмических приложениях Москва, 2003.
12. V.M. Fomin, V.P. Fomichev, I.A. Golovnov, A.A. Pavlov, G.A. Pozdnyakov, N.D. Malmuth S.S. Pravdin, V.I. Yakovlev. Study of MHD-interaction in hypersonic flow //The 5th International Workshop on Magneto- and Plasma Aerodynamics for Aerospace Applications. Moscow, 2003.
13. Головнов И.А., Маслов А.А., Павлов А.А., Поздняков Г.А., Правдин С.С., Фомин В.М. Фомичев В.П., Яковлев В.И. Особенности МГД-воздействия на сверхзвуковой поток воздуха, ионизированного электронным пучком при обтекании клина // XII International Conference on the Methods of Aerophysical Research ICMAR-2004, Novosibirsk, 2004.
14. Денисова Н.В., Кацнельсон С.С., Поздняков Г.А. Исследование пространственной структуры взаимодействия высокоэнтальпийного сгустка плазмы с неподвижной средой метана с использованием методов томографии // XIII International Conference on the Methods of Aerophysical Research ICMAR-2007, Novosibirsk, 2007.
15. G.A. Pozdnyakov, Katsnelson S.S. The action of a low-energy electron beam on a supersonic stream //7th International Workshop on Magnetoplasma Aerodynamics, Moscow, 17-19 April, 2007.
16. Denisova N.V., Katsnelson S.S., Pozdnyakov G.A. Visualization of fast plasma-chemical processes using computer tomography method //7th International Workshop on Magnetoplasma Aerodynamics, Moscow, 17-19 April, 2007.
17. M.A. Goldfeld, S.S. Katsnelson, G.A. Pozdnyakov. Plasma initiation of the chemical reactions in a supersonic stream on the example of hydrogen and natural gas combustion reaction // 8th International Symposium on Experimental and Computational Aerothermodynamics of Internal Flows 8th ISAIF, July 2-5, 2007, Lyon, France.

18. S.S. Katsnelson, G.A. Pozdnyakov Initiation of chemical processes under the action of an impulse high-enthalpy plasma stream //8th International Symposium on Experimental and Computational Aerothermodynamics of Internal Flows 8th ISAIIF, July 2-5, 2007, Lyon, France.
19. Denisova N.V., Katsnelson S.S., Pozdnyakov G.A. Tomographic diagnostics of processes in a plasma-chemical reactor.// 38th AIAA Plasmadynamics and Lasers Conference In conjunction with the 16<sup>th</sup> International Conference on MHD Energy Conference 25 - 28 June 2007, Miami, FL.
20. А.И.Голубов,. С. С Кацнельсон, Г.А. Поздняков Взаимодействие плазменной струи ЭДУ с химически активной средой //XII Международная конференция по генерации мегагауссных магнитных полей и родственным экспериментам Июль 13 – 18, 2008, Новосибирск.
21. S.S. Katsnelson, G.A. Pozdnyakov, A.I. Masliy, O.N. Sidelnikova The influence of a pulse high energy plasma flow on the surface of titanium with and without platinum coating // International Conference “Chemistry, Chemical engineering and Biotechnology” 11-16 Sep. 2006, Tomsk, Russia.
22. С. С Кацнельсон, Г.А. Поздняков Применение магнитогидродинамических ускорителей плазмы для модификации твердых поверхностей // III Всероссийской конференции «Взаимодействие высококонцентрированных потоков энергии с материалами в перспективных технологиях и медицине», Новосибирск, 2009.
23. S.N. Svistasheva, G.A. Pozdnyakov Monitoring Technological Conditions for Preparing DLC Films in Supersonic Flow of Hydrocarbon Plasma. //2<sup>nd</sup> International Conference on Optical Electronic and Electrical Materials (OEEM 2012), Shanghai, China, 2012.
24. Свиташева С.Н., Поздняков Г.А., Настаушев Ю.В. Свойства алмазоподобных пленок, выращенных в сверхзвуковом потоке углеводородной плазмы // Первая международная конференция «Развитие нанотехнологий: задачи международных и региональных научно-образовательных и научно-производственных центров». Барнаул, 12-15 сентября 2012.
25. Т.А. Гаврилова, Ф.Н. Дульцев, А.В. Жданов, А.С. Кожухов, Ю.В. Настаушев, Поздняков Г.А., Е.В.Федосенко Применение дискового МГД-ускорителя

плазмы для нанесения тонких пленок алмазоподобного углерода на стекло и кремний //V Всероссийская конференция “Взаимодействие высококонцентрированных потоков энергии с материалами в перспективных технологиях и медицине”, тезисы, Т2., С.149-151, Новосибирск, 26 - 29 марта 2013 г.

26. M.A. Goldfeld, S.S. Katsnelson, G.A. Pozdnyakov Investigation of plasma bunch for artificialignition of fuel in supersonic flow // 5<sup>th</sup> European Conference for Aeronautics and Space Sciences (EUCASS 2013), Munich, July 1-5, 2013.
27. Yu.V. Nastaushev, T.A. Gavrilova, E.V. Fedosenko, F.N. Dultsev, G.A. Pozdnyakov DLC films formed by means of pulsed supersonic plasma flow deposition (SPFD) ASCO-NANOMAT, Second Asian School-Conference on Physics and Technology of Nanostructured Materials, Vladivostok, August 20-27, 2013.
28. S.S. Katsnelson, G.A. Pozdnyakov Computer modeling of operation of the conductive MHD centrifugal pump // 11th World Congress on Computational Mechanics (WCCM XI), 5th European Conference on Computational Mechanics (ECCM V), 6th European Conference on Computational Fluid Dynamics (ECFD VI) Barselona, 2014.
29. S.S. Katsnelson, G.A. Pozdnyakov Experimental study for verification computational modeling of operation of the conductive mhd centrifugal pump // 11th World Congress on Computational Mechanics (WCCM XI), 5th European Conference on Computational Mechanics (ECCM V), 6th European Conference on Computational Fluid Dynamics (ECFD VI) Barselona, 2014.
30. M.A. Goldfeld, G.A. Pozdnyakov Ignition of Hydrocarbon-Air Supersonic Flow by Volumetric Ionization // Proceedings of the 12th International Symposium on Experimental Computational Aerothermodynamics of Internal Flows 13-16July 2015, Lerici, Italy.
31. S.S. Katsnelson, G.A. Pozdnyakov, D.A. Alexandrovsky On the initiation of combustion by means of supersonic high-enthalpy jet// Proceedings of the 30th International Symposium on Shock Waves (ISSW30), pp 344-347 19-24 July 2015, Tel-Aviv, Izrael.

## 8. Публикации.

1. С.С. Кацнельсон, Н.П. Гриднев, Г.А. Поздняков. Магнитогидродинамический источник света с высокотемпературным токовым слоем // ИФЖ. – 2003. – №1 – С.114-119.
2. С.С. Кацнельсон, А.М. Оришич, Г.А. Поздняков. Экспериментальное исследование МГД-источника света с Т-слоем // ПМТФ. – 2003. – Т.44, №5 – С.23-29
3. С.С. Кацнельсон, А.И. Маслий, Г.А. Поздняков, О.Н. Сидельникова. Воздействие импульсного высокоэнтальпийного потока плазмы на титан и титан с платиновым покрытием // Физика и химия обработки материалов. – 2005. – №2. – С.42-48.
4. С.С. Кацнельсон, Г.А. Поздняков Инициирование процессов горения водород-но-кислородной смеси под воздействием сильноточного электронного пучка низкой энергии.// ФГВ. – 2007. – Т.43, №2, – С.10-17
5. Г.А. Поздняков Дисконый газофазный магнитогидродинамический ускоритель// Письма в ЖТФ. – 2007. – Т.33, вып.11 – С.52-56
6. Н.В. Денисова, С.С. Кацнельсон, Г.А. Поздняков Визуализация быстропотекающих плазмонимических процессов на основе метода компьютерной томографии// Физика плазмы. – 2007. – Т.33, № 11. – С.1042-1047
7. A.I. Golubov, S.S. Katsnelson, G.A. Pozdnyakov Interaction of a high-enthalpy plasma jet with surfaces and chemically active media// IEEE transactions on plasma science. – 2010. – V.38, #8. – P.1840-1849.
8. Свиташева С.Н., Поздняков Г.А., Щеглов Д.В., Настаушев Ю.В. Оптические свойства и морфология алмазоподобных пленок, полученных в сверхзвуковом потоке углеводородной плазмы// Автометрия – 2011. – Т.47, №5 – С.59-66
9. Svitashева S.N., Pozdnyakov G.A. Monitoring Technological Conditions for Preparing DLC Films in Supersonic Flow of Hydrocarbon Plasma.// Key Engineering Materials. – 2013 – V.538 – P.281-284.

10. Katsnelson S.S., Pozdnyakov G.A. Experimental study of a centrifugal conductive MHD pump// IEEE transactions on plasma science. – 2012. – V.40, #12. – P.3528-3532.
11. Кацнельсон С.С., Поздняков Г.А. Моделирование режимов работы центробежного кондукционного магнетогидродинамического насоса// ПМТФ. – 2013 – Т.54, №5. – С. 81-87.
12. M.A. Goldfeld, S.S. Katsnelson, G.A. Pozdnyakov. Investigation of plasma bunch for artificial ignition of fuel in supersonic flow // Proceedings of EUCASS. – 2013 ISBN: 978-84-941531-0-5
13. F.N. Dultsev, E.A. Kolosovsky, Y.V. Nastaushev, G.A. Pozdnyakov. Investigation of the properties of amorphous carbon films obtained in a supersonic gas jet //Surface and Coatings Technology. – 2014. – V.246, 15 May – P.46 – 51.
14. Yu.V. Nastaushev, G.A. Pozdnyakov, T.A. Gavrilova, E.V. Fedosenko, F.N. Dultsev. Diamond-Like Carbon Films Formed by Means of Pulsed Supersonic Plasma Flow Deposition //Solid State Phenomena. – 2014. – V.213. – P.137-142
15. Katsnelson, S.S., Pozdnyakov, G.A., Experimental study for verification computational modeling of operation of the conductive MHD centrifugal pump // Proceedings of 11th World Congress on Computational Mechanics, WCCM 2014, 5th European Conference on Computational Mechanics, ECCM 2014 and 6th European Conference on Computational Fluid Dynamics, ECFD. – 2014. – P.2280-2285
16. Katsnelson, S.S., Pozdnyakov, G.A., Computer modeling of operation of the conductive MHD centrifugal pump // Proceedings of 11th World Congress on Computational Mechanics, WCCM 2014, 5th European Conference on Computational Mechanics, ECCM 2014 and 6th European Conference on Computational Fluid Dynamics, ECFD. – 2014. – P.7325-7332.
17. M.A. Goldfeld, G.A. Pozdnyakov Ignition of Hydrocarbon-Air Supersonic Flow by Volumetric Ionization Journal of Thermal Science. – 2015. – V.24, No.6 – P.583-590

18. Yu. V. Fedoseeva, G.A. Pozdnyakov, A.V. Okotrub, M.A. Kanygin, Yu. V. Nastaushev, O.Y. Vilkov, L.G. Bulusheva. Effect of substrate temperature on the structure of amorphous oxygenated hydrocarbon films grown with a pulsed supersonic methane plasma flow//Applied Surface Science. . – 2016. . – V.385. – P.464–471.

#### ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТЫ ПОЛУЧЕНЫ ПАТЕНТЫ:

1. Фомин В.М., Фомичев В.П., Правдин С.С., Поздняков Г.А., Шепеленко В.Н., Пармон В.Н., Снытников В.Н., Снытников Вл.Н., Стояновский В.О. Способ проведения газофазных реакций. Патент RU 2222569
2. Method for treating the bond coating of component/ Khan Abdus (CH); Zagorski Alexandre (CH); Katsnelson Savelii S (RU); Pozdniakov Georgij A (RU). EP1215301, C23C8/36, 2002-06-19.

#### 9. УЧИТЫВАЯ ВЫШЕИЗЛОЖЕННОЕ, ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертация Позднякова Г.А. «Экспериментальное изучение методов генерации и управления проводящими потоками» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Опубликованные по теме диссертации научные работы отражают ее содержание.

Диссертация «Экспериментальное изучение методов генерации и управления проводящими потоками» Позднякова Георгия Алексеевича рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05. – механика жидкости, газа и плазмы.

Заключение принято на заседании семинара «Теоретическая и прикладная механика» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук.

На заседании присутствовали: академик РАН Фомин В.М., чл.-корр. РАН Шиплюк А.Н., д.т.н. Жаркова Г.М., д.т.н. Корнилов В.И., д.ф.-м.н. Косарев В.Ф., д.ф.-м.н. Бойко В.М., д.т.н. Баев В.К., д.ф.-м.н. Кацнельсон С.С., к.ф.-м.н. Бедарев И.А.,

д.т.н. Лебига В.А., д.ф.-м.н. Федоров А.В., д.ф.- м.н. Медведев А.Е., к.ф.-м.н. Краус Е.И., д.т.н. Солоненко О.П., д.ф.-м.н. Козлов В.В., к.т.н. Маликов А.Г., д.ф.-м.н. Денисова Н.В., д.ф.-м.н. Маслов А.А., д.т.н. Фомичев В.П., д.ф.-м.н. Поплавский С.В., д.ф.-м.н. Поплавская Т.В.

"за" – 21 чел., "против" – 0 чел., "воздержалось" – 0 чел., протокол № 38 от 20 октября 2017 г.

Председатель семинара

чл.-корр. РАН

А.Н. Шиплюк

Секретарь семинара

к.ф.-м.н.

Е.И. Головнева