

УТВЕРЖДАЮ



Директор ФИЦ ХФ РАН  
д.х.н., проф. Надточено В.А.

«23» мая 2022 г.

## ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 5

заседания семинара отдела горения и взрыва

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Федерального исследовательского центра химической физики  
им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН)

от 16 мая 2022 г.

**Председатель:** главный научный сотрудник лаборатории горения  
ФИЦ ХФ РАН, д.ф.-м.н. Крупкин В.Г.

**Секретарь:** старший научный сотрудник лаборатории детонации  
ФИЦ ХФ РАН, к.ф.-м.н. Сметанюк В.А.

**Присутствовали:** д.ф.-м.н. Крупкин В.Г., д.ф.-м.н. Трошин К.Я., д.ф.-м.н.,  
Фролов С.М., д.ф.-м.н. Иванов В.С., д.ф.-м.н. Губин С.А., д.ф.-м.н. Марков  
В.В., д.ф.-м.н. Власов П.А., д.ф.-м.н. Басевич В.Я., д.ф.-м.н. Ермолаев Б.С.,  
к.ф.-м.н. Шамшин И.О., к.ф.-м.н. Сметанюк В.А., к.т.н. Авдеев К.А., к.ф.-м.н.  
Гусев П.А., к.ф.-м.н. Аксенов В.С., Зангиев А.Э., Мееров Д.Б.,  
Казаченко М.В., Силантьев А.С., Иноземцев А.В., Иноземцев Я.О.

**Повестка дня:** обсуждение диссертационной работы Коваля Алексея  
Сергеевича на тему: «Переходные режимы горения и детонация метано-  
воздушных смесей», представленной на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальности 1.3.17 — химическая физика,  
горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

**Слушали:** доклад инженера-исследователя лаборатории детонации ФИЦ ХФ  
РАН Коваля Алексея Сергеевича на тему: «Переходные режимы горения и  
детонация метано-воздушных смесей».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Федерального исследовательского центра химической физики им.  
Н.Н. Семенова Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН)

Диссертационная работа Ковалья Алексея Сергеевича «Переходные режимы горения и детонация метано-воздушных смесей» выполнена в лаборатории детонации ФИЦ ХФ РАН. В период подготовки диссертации Коваль А.С. работал в должности инженера-исследователя лаборатории детонации Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН).

В 2008 году Коваль А.С. окончил факультет физики и экономики высоких технологий Московского инженерно-физического института (МИФИ). По окончании обучения присвоена квалификация «Инженер-физик» по специальности «Физика кинетических явлений». В марте 2013 года принят на должность инженера-исследователя в лабораторию детонации ФИЦ ХФ РАН, где продолжает работу в настоящее время.

**Научный руководитель:** Сметанюк Виктор Алексеевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории детонации Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (ФИЦ ХФ РАН).

После доклада состоялось обсуждение работы. В обсуждении работы участвовали:

- д.ф.-м.н. Крупкин В.Г.,
- д.ф.-м.н. Губин С.А.,
- д.ф.-м.н. Трошин К.Я.,
- д.ф.-м.н. Власов П.А.,
- к.ф.-м.н. Аксенов В.С.,
- к.ф.-м.н. Шамшин И.О.



По докладу были заданы следующие вопросы:

1. д.ф.-м.н. Крупкин В.Г.: Насколько оправдана экспоненциальная интерполяция температурных кривых элементов горелки?

2. д.ф.-м.н. Губин С.А.: Какова величина ошибки при определении скорости фронта пламени в численном эксперименте?

3. д.ф.-м.н. Трошин К.Я.: При циклическом повторении стадий необходима продувка от продуктов предыдущего цикла. Это приводит к неравномерности состава по длине детонационного канала. Как оценивается степень неравномерности состава по длине канала?

4. д.ф.-м.н. Власов П.А.: Какие допущения при моделировании турбулентного фронта являются наиболее критичными?

5. к.ф.-м.н. Аксенов В.С.: Чем обоснован выбор метода смешения и образования топливо воздушной смеси? Каковы преобладающие требования к узлу смешения и инициирования?

6. к.ф.-м.н. Шамшин И.О.: Чем обусловлено рассогласование записей датчиков давления и датчиков свечения при определении положения фронта пламени?

Докладчик подробно ответил на все заданные вопросы.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

**Личное участие соискателя.** В диссертации представлены результаты исследований, выполненных самим автором или при его непосредственном участии. Личный вклад автора состоит в формулировке научной проблемы, разработке экспериментальных методов ее решения, в анализе и обобщении полученных результатов и формулировке выводов. Все стенды и экспериментальные образцы импульсно-детонационных горелочных устройств были разработаны лично автором.

**Степень достоверности результатов** подтверждаются использованием апробированных измерительных методик, непротиворечивостью получаемых

результатов и их удовлетворительным согласием с результатами численных расчетов, а также воспроизводимостью результатов при неизменных условиях экспериментов.

**Научная новизна.** Ниже перечислены новые научные результаты, полученные в работе: (1) В системах, содержащих сообщающиеся каналы разного диаметра и турбулизирующие препятствия были впервые определены условия, в которых режимы быстрого дефлаграционного горения, близкие к детонационным, возникают при зажигании источником, не генерирующим интенсивных волн давления. Показано, что такие процессы могут быть более опасными и разрушительными, чем процессы горения в загроможденных каналах постоянного диаметра. (2) Впервые была экспериментально доказана возможность организации быстрого перехода горения в детонацию (ПГД) в метано-воздушных смесях в каналах околопредельного диаметра в условиях раздельной и непрерывной подачи топливных компонентов. (3) На основе экспериментальных исследований разработанного лабораторного образца метано-воздушной импульсно-детонационной горелки была впервые доказана возможность циклического быстрого ПГД в трубах околопредельного диаметра на расстояниях до 5.5 м, в условиях высокоскоростного течения с раздельной подачей топливных компонентов, что открывает возможности для практического применения горелок данного типа. (4) При испытаниях лабораторного образца метано-воздушной импульсно-детонационной горелки при отсутствии принудительного охлаждения были исследованы параметры теплового режима и определены узлы, требующие дополнительного охлаждения. (5) Впервые экспериментально доказано, что турбулентность, создаваемая перекрестными сверхзвуковыми струями топливных компонентов (природный газ и кислород), позволяет обеспечить быстрый ПГД на расстояниях до четырех калибров трубы за времена порядка сотен микросекунд без использования каких-либо препятствий-турбулизаторов.



**Теоретическая и практическая значимость.** В диссертации представлены новые научные основы проектирования энергосберегающих и энергоэффективных импульсно-детонационных горелочных устройств на природном газе, применение которых позволит значительно повысить эффективность технологий скоростного нагрева, переработки отходов, а также теплоэнергетических технологий.

**Ценность научных работ** соискателя подтверждена в ходе их представления и обсуждения на конференциях: II Всероссийской молодежной конференции «Успехи химической физики» (г. Черноголовка, Россия 2013); Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Энергоэффективность: опыт и перспективы» (г. Москва, Россия 2013); Международной конференции по горению и взрыву «COMBEX-2013» (г. Рамсау, Австрия 2013); IX Международном коллоквиуме по импульсной и непрерывной детонации «ICPCD 2014» (г. Пушкин, Россия 2014); IV Минском международном коллоквиуме по физике ударных волн, горения и детонации (г. Минск, Беларусь 2015).

По материалам диссертации опубликовано 15 печатных работ, из них 6 работ опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Материалы диссертации полностью изложены в опубликованных работах.

Диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, и «Изменений, которые вносятся в Положение о присуждении ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации № 335 от 21 апреля 2016 года, и является научно-квалификационной работой, в которой исследованы переходные режимы горения и детонации и разработаны теоретические и экспериментальные основы проектирования импульсно-детонационных горелочных устройств на природном газе. Диссертация рекомендуется к защите на соискание ученой

степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 — химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Заключение принято на заседании отдела горения и взрыва ФИЦ ХФ РАН.  
Присутствовали на заседании 20 чел. Результаты голосования:

«За» — 20,

«Против» — нет,

«Воздержался» — нет.

Председатель семинара

г.н.с. лаборатории горения ФИЦ ХФ РАН

д.ф.-м.н.

 В.Г. Крупкин

Секретарь семинара

с.н.с. лаборатории детонации ФИЦ ХФ РАН

к.ф.-м.н.

 В.А. Сметанюк