

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Кулешова Павла Сергеевича «РЕЗОНАНСНАЯ ДИСПЕРГАЦИЯ ЖИДКОЙ ФАЗЫ В ПАРОГАЗОВЫХ СРЕДАХ С ХИМИЧЕСКИМ РЕАГИРОВАНИЕМ» представленную на соискание научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы», отрасль «физико-математические науки».

В диссертационной работе изложены результаты исследований явления диспергации пленки водного конденсата в электрическом поле и оксидированных наночастиц алюминия при быстром нагреве, объединенные общим подходом, в основе которого лежат волновые и резонансные процессы в жидкостях. В первом случае диспергация пленки приводила к возникновению нового режима гетерогенной конденсации в парогазовой струе на микрокаплях воды, а во втором – к образованию паров алюминия при испарении кластеров алюминия и ускоренному воспламенению топливной смеси. В первом случае исследования выполнялись экспериментально, а во втором - вычислительными методами физико-химической кинетики.

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, четырех глав, заключения и приложения.

Основные результаты кандидатской диссертации:

Разработана и изготовлена экспериментальная установка по наблюдению конденсации парогазовой струи в коронном разряде. При протекании парогазового потока через капилляр в электрическом поле экспериментально обнаружена конденсация аэрозоля на фрагментах дробления пленки конденсата, определен диапазон условий ее существования.

Разработан механизм резонансной диспергации пленки конденсата в парогазовом потоке под действием сильного электрического поля, позволяющий рассчитать размер и дисперсность микрокапель и сконденсировавшихся на них капель аэрозоля, которые определяются резонансно-капиллярными эффектами, возникающими в пленке на срезе сопла под действием сильного электрического поля.

Экспериментально исследована интенсификация совместно протекающих явлений коронного разряда и испарения в парогазовой среде, получена эмпирическая формула без привлечения кинетической модели коронного разряда, объясняющая зависимость тока коронного разряда от температуры насыщенного водяного пара.

Разработан резонансный механизм диспергирования оксидированных наночастиц Al, который позволяет предсказать средний размер фрагментов

диспергации и уточнить их функцию распределения. Результаты удовлетворительно согласуются с известными экспериментами [Y. Ohkura, P. M. Rao, and X. Zheng Flash ignition of Al nanoparticles: mechanism and applications. Combust. Flame. 2011. 158:2544–2548]. Сформулированы необходимые условия диспергации и дано объяснение почему это явление не происходит в инертной атмосфере, но происходит в окислителе.

Предложенные механизмы резонансной диспергации и кинетики окисления Al совместно позволяют описать воспламенение наночастиц Al в разных окислительных средах в зависимости от их средних размеров и функции распределения. Результат удовлетворительно согласуется с известным экспериментом [D. Allen, H. Krier, N. Glumak Heat transfer effects in nano-aluminum combustion at hight temperature // Combust. Flame. 2014. 161. p. 295-302].

Разработанный соискателем способ получения аэрозоля конденсацией парогазовой струи на фрагментах дробления жидкой пленки в электрическом поле дает возможность управления средним размером и дисперсностью аэрозоля с помощью электрического поля, что может найти применение в новых видах промышленных генераторов аэрозоля. Результаты экспериментов по исследованному виду конденсации использовались в проекте ИНТАС №1817-01 “Экспериментальное и теоретическое исследование ионно-молекулярных кластеров в дозвуковом турбулентном потоке” (координатор В.В. Вышинский, ЦАГИ) в рамках изучения возможностей визуализации лидаром вихревого спутного следа за тяжелым самолетом при его посадке с целью оценки безопасности садящегося следом легкого самолета.

Исследованный метод резонансной диспергации быстрым нагревом в ударной волне оксидированных наночастиц металлов и металлоидов может найти свое применение в концепции воздушно-реактивного двигателя с целью уменьшения времени воспламенения наночастиц топлива и, соответственно, сокращения массо-габаритных характеристик двигателя, а также для повышения полноты сгорания топлива в нем. Предложенный механизм диспергации наночастиц Al использовался вместе с кинетическим механизмом окисления Al, как научный инструментарий, в расчетах физико-химической кинетики по грантам РФФИ: №18-08-00476_a, 17-01-00810_a, 16-29-01098-офи_m. На основе данных расчетов получен патент RU2701249 (в соавторстве с А.М. Савельевым) “Способ диспергирования трудновоспламеняемых наночастиц бора”, который может быть востребован при разработке двигательных установок летательных аппаратов и ракет.

Полученные результаты, несомненно имеют научную и практическую значимость. Соискатель Кулешов П.С. является квалифицированным научным работником способным самостоятельно выявлять актуальные научные проблемы, выдвигать научно обоснованные гипотезы об их физической природе и проводить проверку последних по имеющимся экспериментальным данным или проверять их в собственных экспериментах. Диссертация Кулешова П.С. является законченной научной-квалификационной работой и удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ. Считаю, что ее автору Кулешову П.С. может быть присуждена научная степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Научный руководитель:

Доктор физико-математических наук,

Профессор кафедры теоретической физики МГОУ



Кузнецов М. М.

Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
«Московский государственный областной университет».

Почтовый адрес: 141014, Московская область, г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24.

Телефон: (495) 780-09-43 Эл. почта: kaf-tfiz@mgou.ru

«04 сентября 2020 г.

Подпись
удостоверяю



ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ ДЕЛАМИ
МГОУ
ФОУЛЛИНА А.Ю.