

Сведения о выполненных работах в 2019 году

по проекту «**Экспериментально-теоретическое исследование процессов динамического взаимодействия консолидированной системы частиц дисперсной фазы в двухфазных потоках**»,

поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 15-19-10014

Руководитель д-р физ.-мат. наук Архипов Владимир Афанасьевич

За период выполнения проекта (2018-2019 годы) выполнен весь объем запланированных работ и получены новые научные результаты по закономерностям процессов динамического взаимодействия системы полидисперсных частиц дисперсной фазы с дисперсионной средой в двухфазных потоках.

Предложены новые технические решения по способам исследования и схемам экспериментальных установок для изучения динамического взаимодействия частиц дисперсной фазы с дисперсионной средой, защищенные патентами на изобретения. В частности, разработаны два способа для исследования скорости испарения капель, разработана установка для исследования разрушения макрообъема жидкости, разработан способ исследования закономерностей движения кластера твердых сферических полидисперсных частиц в вязкой жидкости, разработан способ получения потока капель с регулируемым дисперсным составом.

Получены новые экспериментальные данные по механизмам и закономерностям динамического взаимодействия частиц дисперсной фазы с дисперсионной средой применительно к следующим процессам: гравитационное осаждение совокупности твердых сферических полидисперсных частиц в жидкости, свободное падение макрообъема жидкости, испарение одиночной жидкой капли в условиях лучистого и конвективного нагрева, испарение группы моно- и полидисперсных капель жидкости в высокотемпературной среде, гравитационное осаждение консолидированной системы полидисперсных капель при стандартных атмосферных условиях, движение твердой сферической частицы в неизотермических условиях, движение частицы дисперсной фазы при вдуве потока массы с поверхности частицы.

Сформулирована модифицированная физико-математическая модель эволюции облака жидко-капельного аэрозоля в высокотемпературной дисперсионной среде с учетом закономерностей формирования начального облака полидисперсных капель, образующегося при разрушении макрообъема жидкости. В модифицированной физико-математической модели учтены полученные в рамках выполнения проекта экспериментальные данные по закономерностям формирования облака полидисперсных капель при разрушении макрообъема жидкости. Модель описывает гравитационное осаждение полидисперсного ансамбля капель с учетом аэродинамического сопротивления, направления и скорости ветра, процессов конвективного теплообмена и испарения капель, деформации капель за счет потери

устойчивости по механизмам Кельвина-Гельмгольца и Рэля-Тейлора, дробления капель при достижении критических значений чисел Бонда и Вебера.

Проведено численное моделирование движения, нагрева и испарения полидисперсных капель воды, поступающих в высокотемпературную среду.

Проведены параметрические расчеты процесса гравитационного осаждения облака полидисперсных капель с учетом динамических характеристик в процессе их движения и взаимодействия. Проведен анализ результатов расчетов эволюции облака капель при тушении пожаров сбросом жидкости с борта авиационного судна. Проведены расчеты траектории, температуры и размеров капель для типичных условий авиационного тушения пожаров.

Проведена оценка адекватности разработанной физико-математической модели эволюции облака полидисперсных капель на основе сравнения с экспериментальными и литературными данными.

На базе модифицированной физико-математической модели эволюции облака жидко-капельного аэрозоля при гравитационном осаждении в высокотемпературной среде с учетом закономерностей формирования начального облака полидисперсных капель созданы прикладные программы для расчета оптимальных параметров сброса жидкости, обеспечивающие максимальную эффективность технологии тушения пожаров с использованием авиации.

На основе проведенных экспериментальных исследований, теоретических расчетов, а также совместных работ с Главным управлением МЧС России по Томской области по внедрению и использованию полученных в рамках Проекта результатов в технологии авиационного пожаротушения предложены рекомендации по режимам сброса жидкости, обеспечивающие снижение ресурсо- и энергозатрат.

По результатам решения поставленных задач Проекта оформлены и направлены в ФИПС две заявки на изобретения, одно заявление на получение Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и получены три патента на изобретения, одно Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты, полученные при выполнении Проекта, несомненно, обладают научной значимостью. Во-первых, при решении задач Проекта получены принципиально новые результаты и расширены представления фундаментальной науки о механизмах и принципах взаимодействия частиц дисперсной фазы и дисперсионной среды в гетерогенных потоках. В частности, определено влияние структуры полидисперсного потока капель на полноту испарения капель жидкости; выявлены закономерности формирования потока полидисперсных капель путем импульсного выброса объема жидкости в зависимости от параметров жидкостного ядра (объема, коэффициента динамической вязкости, плотности, коэффициента поверхностного натяжения) и газовой среды (температуры, скорости); получены новые сведения о коэффициенте сопротивления частицы дисперсной фазы, движущейся в неизотермических условиях

и при вдуве газа с ее поверхности; расширена физико-математическая модель эволюции облака жидко-капельного аэрозоля с учетом закономерностей формирования начального облака полидисперсных капель, образующегося при разрушении макрообъема жидкости. Во-вторых, поставленные задачи Проекта решались комплексно – исследование общих принципов движения консолидированной системы полидисперсных частиц дополнено изучением закономерностей и влиянием процессов на границе раздела фаз на режим течения (испарение, деформация, дробление) с привлечением новых разработанных в рамках Проекта способов и установок для исследований. В-третьих, результаты Проекта расширяют фундаментальные теоретические знания о процессах динамического взаимодействия частиц дисперсной фазы в несущей дисперсионной среде в двухфазных потоках. На основе полученных результатов Проекта сформулированы новые актуальные научные задачи в области механики двухфазных сред.