

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сафронова Андрея Александровича «Исследование процессов формирования капельного потока и радиационного теплообмена в бескаркасных системах отвода низкопотенциального тепла в космосе», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы».

В диссертации А.А. Сафронова проведен комплекс исследований, направленных на моделирование основных рабочих процессов в бескаркасных системах отвода низкопотенциального тепла в космосе - капельных холодильниках-излучателях (КХИ).

Идея КХИ состоит в радиационном остывании специальным образом сгенерированного свободно распространяющегося в космосе капельного потока. В работе исследован процесс формирования дисперсного потока методом вынужденного капиллярного распада струй теплоносителя, а также проведено моделирование радиационного теплообмена в сформированном капельном потоке.

Актуальность диссертации определяется тем, что системы отвода тепла – наиболее проблемная часть энергетических установок космических аппаратов. Площадь поверхности, масса и метеоритная уязвимость классических панельных излучателей быстро возрастают при повышении отводимой мощности. Бронирование поверхности неприемлемо повышает массу конструкции. Капельные холодильники-излучатели имеют преимущества по сравнению с классическими излучателями в части метеоритной уязвимости, а также теплового сопротивления между нагретым теплоносителем и излучающей поверхностью.

Используемый в КХИ теплоноситель должен обладать низкой испаряемостью. Все потенциальные рабочие тела, удовлетворяющие этому требованию, имеют высокую вязкость, влияющую на процесс капиллярного распада. Безразмерное число Онезорге, определяющее закономерности развития капиллярных возмущений, в распадающихся струях теплоносителя КХИ оказывается близким к единице. В диссертационной работе теоретически исследован вынужденный капиллярный распад таких струй. Разработана аналитическая модель развития малых возмущений в струе ньютоновской жидкости. Исследован процесс автомодельного утончения перетяжки, соединяющей зародыши капель. Теоретически рассчитана и экспериментально измерена зависимость размеров основных и сателлитных капель от безразмерного волнового числа для различных значений числа

Онезорге. Экспериментально обнаружено и теоретически описано явление образования микросателлитных капель в результате развития гидродинамических неустойчивостей в жидкой тонкой перетяжке, соединяющей зародыши капель.

Предложена модель радиационного теплообмена в дисперсном потоке, рассчитано поле температуры в нем, а также тепловая мощность КХИ. Исследован процесс установления равновесного профиля температуры в радиационно охлаждающемся потоке; описаны волновые явления, сопровождающие этот процесс.

Можно выделить следующие недостатки диссертации. В работе подробно исследовано развитие гидродинамических неустойчивостей капиллярного течения в тонкой перетяжке, соединяющей зародыши капель. Однако не приведены ни расчеты, ни экспериментальные измерения скорости движения образовавшихся микросателлитов относительно основных капель. Кроме того, не исследовано взаимодействие микросателлитов с образовавшимися каплями большого размера и не дан ответ на вопрос: будет ли происходить процесс коагуляции частиц, или же они упруго отразятся после столкновения. Перечисленные недостатки работы носят рекомендательный характер и не снижают значимости полученных в диссертации результатов.

На основе анализа содержания автореферата диссертации, основных защищаемых положений, результатов и выводов, можно сделать заключение о том, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п. 9 Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24.09.2013г. Автор Сафронов Андрей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «механика жидкости, газа и плазмы».

Рецензент согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Научный сотрудник,  
лаборатории 501 ИКИ РАН, к.т.н.



И.А. Шашкова

Подпись И.А. Шашковой заверяю:  
Ученый секретарь ИКИ РАН, к.ф.-м.н.



А.М. Садовский