

УДК 629.78/621.56

Перспективы использования многоструйных генераторов капельных потоков для сброса избыточного тепла от космических установок большой мощности

Бухаров Александр Васильевич

boukharov@mail.ru

SPIN-код: 7945-8013

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема сброса избыточного тепла от космических аппаратов и ее решение с помощью радиационных капельных холодильников излучателей (КХИ), в которых для отвода тепла используются монодисперсные потоки капель специального теплоносителя. В МЭИ разработаны многоструйные генераторы капельных потоков большой плотности с малым угловым отклонением осей струй друг от друга, эффективно работающие при высоких и низких температурах. На основании анализа результатов наземных экспериментов и экспериментов на космических станциях «Мир» и «МКС» в условиях микрогравитации и глубокого вакуума сделан вывод, что разработанные генераторы капельных потоков могут использоваться при проектировании КХИ для энергетических систем космического назначения.

Ключевые слова: радиационные капельные холодильники излучатели, монодисперсные потоки капель, микрогравитация, космический вакуум

Введение. Одной из важнейших проблем в области космических систем и технологий является создание новых перспективных систем теплоотвода от космических аппаратов. С точки зрения максимального теплоотвода особый интерес представляют радиационные капельные холодильники излучатели (КХИ), в которых для отвода тепла от космического аппарата используются монодисперсные потоки капель специального теплоносителя [1]. Такие теплообменники имеют следующие преимущества перед другими теплообменниками: высокую метеоритную безопасность; простой вывод и развертывание в космосе; управляемый и стабильный теплоотвод; длительное время непрерывной работы. По величине теплоотвода и отношению полезного веса системы теплоотвода к излучаемой тепловой мощности капельные теплообменники превосходят все известные космические теплообменники. Особенно эффективно их использование в тех случаях, когда мощность теплоотвода превышает 100–500 кВт.

Методы и материалы; результаты. Для исследования теплофизических и конструкционных проблем КХИ в МЭИ создан экспериментальный стенд [2], состоящий из следующих систем: вакуумной системы, системы подачи теплоносителя, системы генерации монодисперсных капель и измерительной системы. На стенде проведены исследования влияния вязкости теплоносителя, давления и температуры окружающей среды на устойчивость капельных потоков. На основании полученных результатов разработан многоструйный

генератор капельных потоков, эффективно работающий при высоких и низких температурах.

Впервые с помощью разработанного генератора монодисперсных капель были получены потоки большой плотности с малым угловым отклонением осей струй друг от друга. Максимально плотный поток состоял из 208 струй диаметром 200 мкм с угловым отклонением осей струй друг от друга, не превышающим 0,0005 рад.

К настоящему моменту Россия является единственной страной, которой удалось провести два успешных эксперимента по испытанию макета КХИ на орбитальных космических станциях «Мир» и «МКС» («Пелена-2» и Капля-2) в условиях микрогравитации и глубокого вакуума. Макет КХИ был разработан и изготовлен в результате совместных работ Центра Келдыша, Ракетно-космической корпорации «Энергия», ФГБОУ ВО «НИИУ «МЭИ» и ФГБОУ ВО «МАИ». В обоих экспериментах для получения капельной пелены использовались генераторы монодисперсных капель, разработанные в ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» [3].

Заключение. На основании анализа результатов наземных экспериментов и экспериментах на космических станциях «Мир» и «МКС» в условиях микрогравитации и глубокого вакуума можно сделать вывод, что разработанные генераторы капельного потока можно использовать при проектировании КХИ для энергетических систем космического назначения.

Список источников

- [1] Конюхов Г.В., Бухаров А.В. *Капельные холодильники-излучатели в космической энергетике*. Москва Янус-К, 2021, 232 с.
- [2] Бухаров А.В., Блюдов А.В. Экспериментальная установка для получения монодисперсных потоков вязких жидкостей. *Вестник МЭИ*, 2006, № 4, с. 11–15.
- [3] Bukharov A.V., *Konyukhov G.V., Konyukhov V.G.* On the Problem of Rejection of Low-Potential Heat from High-Power Space Systems. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 2020, vol. 93 (1), pp. 16–27. <https://doi.org/10.1007/s10891-020-02086-8>