

The background of the cover is a composite image of space. In the upper right, the Earth and Moon are visible against a dark sky. A bright sun or star is in the upper center. In the lower right, a satellite with a long boom and solar panels is shown in orbit around Earth. The left side of the cover features a close-up of a planetary surface with a large crater.

**КАПЕЛЬНЫЕ ХОЛОДИЛЬНИКИ -
ИЗЛУЧАТЕЛИ В КОСМИЧЕСКОЙ
ЭНЕРГЕТИКЕ**

Г.В. Коныхов

А.В. Бухаров

Г.В. Колюхов, А.В. Бухаров

**Капельные
холодильники-излучатели
в космической энергетике**



Москва
Янус-К
2021



Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 21-18-00039, не подлежит продаже

УДК 621.039.5
ББК 31.46-046-03
К 655

Конюхов Г.В., Бухаров А.В. **Капельные холодильники-излучатели
в космической энергетике.** – М.: Янус-К, 2021 – 232 с.

ISBN 978-5-8037-0836-0

Системно представлены результаты исследований монодисперсных капельных потоков, разработки и создания экспериментальных модулей капельного холодильника-излучателя для наземных испытаний и испытаний в условиях микрогравитации и глубокого вакуума.

Разработаны модели процессов и соответствующие методы расчетов, корректность которых подтверждается результатами выполненных экспериментальных исследований.

Приводятся результаты испытаний экспериментальных модулей капельного холодильника-излучателя на борту орбитальной станции «Мир» и Международной космической станции.

Рассмотрены перспективы использования капельных холодильников-излучателей в космической энергетике.

Для научных работников, инженеров, аспирантов, исследующих проблемные задачи теплофизики и конкретные задачи теплофизики при разработке энергетических систем космических аппаратов.

© Г.В. Конюхов, А.В. Бухаров, 2021

ISBN 978-5-8037-0836-0

Предисловие	5
Введение	7
Глава 1. Тенденции развития космической энергетики и систем отвода низкопотенциального тепла от космических энергоустановок	9
1.1. Тенденции развития космической энергетики	9
1.2. Холодильники-излучатели для отвода низкопотенциального тепла	13
1.2.1. Основные типы холодильников-излучателей системы отвода низкопотенциального тепла в замкнутых термодинамических циклах космических энергоустановок	14
1.2.2. Массовые характеристики холодильников-излучателей	30
1.2.3. Ядерные энергетические установки с капельным холодильником-излучателем.	38
Глава 2. Проблемы генерации потока капель и теплообмена в капельных холодильниках-излучателях (КХИ)	41
2.1. Анализ процессов генерации капель и теплообмена в КХИ	42
2.1.1. Капиллярный распад струй теплоносителя	42
2.1.2. Проблемы теплообмена для капельной пелены	44
2.1.3. Теплоносители для капельных холодильников-излучателей	48
Глава 3. Система сбора потока капель для замыкания цикла в контуре теплоносителя КХИ	60
3.1. Пассивный заборник капель	60
3.2. Активный заборник капель	64
3.3. Некоторые схемы насоса КХИ	67
3.4. Системы тепловой стабилизации КХИ	70
Глава 4. Результаты исследования рабочего процесса в капельном холодильнике-излучателе на орбитальных станциях	72
4.1. Эксперимент «Пелена-2» на орбитальной станции «Мир»	72
4.2. Эксперимент «Капля-2» на МКС	86

Глава 5. Экспериментальные установки и методика исследований . . .	93
5.1. Экспериментальные установки	93
5.2. Методология определения характеристик капельных потоков . . .	105
5.2.1. Методы определения скорости и размера капель	105
5.2.2. Методика автоматизированной прецизионной диагностики характеристик капельных потоков	110
5.2.3. Методика определения параллельности струй	111
5.2.4. Методика определения формы и диаметра струи	113
Глава 6. Генерация потока монодисперсных капель	115
6.1. Требования к системе генерации монодисперсных капель	117
6.2. Конструкция и основные элементы системы генерации монодисперсных капельных потоков	118
6.2.1. Основные элементы генераторов монодисперсных капель . . .	118
6.2.2. Выходные насадки генераторов ВКРС	122
6.3. Тестирование основных элементов системы генерации монодисперсных капельных потоков	126
Глава 7. Рабочий процесс в наземных условиях	133
7.1. Факторы, влияющие на изменение первоначальной структуры капельного потока	133
7.2. Экспериментальное исследование влияния на устойчивость капельных потоков давления окружающей среды и разброса капель по размерам и скорости	138
7.3. Влияние электризации на устойчивость капельных потоков при их движении в условиях космического пространства	145
Глава 8. Перспективы использования капельных холодильников- излучателей в космической энергетике	150
8.1. Перспективы использования КХИ на энергоемких околоземных орбитах	150
8.2. Перспективы использования КХИ для решения задач, требующих высокого уровня энергодвигательного обеспечения . .	158
8.3. Перспективы использования КХИ в задачах для дальнего космоса.	182
Заключение	213
Список литературы	216
Список сокращений и условных обозначений.	228