

Термоэлектрические системы для термостабилизации малогабаритной радиоэлектронной аппаратуры

Т. А. ИСМАИЛОВ, О. В. ЕВДУЛОВ
Дагестанский государственный
технический университет

В последние десятилетия радиоэлектронные комплексы комплектуются теплонагруженными радиоэлектронными приборами. Однако постоянно растущие требования к стабильности характеристик комплексов обуславливают необходимость поддержания заданных температурных параметров.

Для решения этой задачи наиболее приемлемо применение полупроводниковых термоэлектрических систем охлаждения, которые позволяют не только понижать температуру в малом объеме, но и стабилизировать ее на заданном уровне с высокой точностью.

Сотрудниками лаборатории термоэлектричества Дагестанского государственного технического университета разработан ряд специальных термоэлектрических систем.

Термоэлектрическая система проточного типа для термостабилизации элементов малогабаритной радиоэлектронной аппаратуры с высокими тепловыделениями. В настоящее время один из распространенных методов отвода теплоты от элементов малогабаритной радиоэлектронной аппаратуры с высокими тепловыделениями заключается в принудительном охлаждении путем прокачивания охлаждающей жидкости через каналы в узлах охлаждаемого прибора. Часто используется схема охлаждения [1], в которой теплообмен между тепловы-

Designs of the devices for cooling and thermal stabilization of elements of small dimensions for radio electronics equipment are considered. The advantages and disadvantages of different types of devices are described, and their fields of application are indicated.

деляющим элементом радиоэлектронной аппаратуры и жидкостью происходит в условиях вынужденной конвекции в замкнутом контуре. При этом для отвода теплоты от контура служит теплообменник, а движение жидкости обеспечивает нагнетатель.

Недостаток указанных систем охлаждения состоит в невозможности поддержания с высокой точностью температуры элемента радиоэлектронной аппаратуры на заданном уровне вследствие большой погрешности при термостатировании охлаждающей жидкости.

Для повышения точности термостабилизации радиоэлементов, уменьшения габаритных размеров и упрощения конструкции термостабилизатора предложено устройство, изображенное на рис. 1 [2]. Оно содержит тонкостенный металлический контейнер 1 с плавящимся рабочим веществом 2. С внутренней стороны плоской поверхности крышки 3 контейнера расположены металлические штыри 4, погруженные в плавящееся рабочее вещество, а с внешней — элемент радиоэлектронной аппаратуры 5 и змеевик 6, представляющий собой тонкостенную металлическую трубку, по которой протекает охлаждающая жид-

кость. Часть змеевика, находящаяся в контейнере с плавящимся рабочим веществом, выполнена в форме спирали, окружающей металлические штыри крышки. Зазор между трубкой и штырем составляет 10...15 мм. Течение жидкости по змеевику обеспечивает нагнетатель 7, охлаждение жидкости — термоэлектрическая батарея 8, питаемая от источника электроэнергии 9. Для снижения влияния температуры окружающей среды применяется теплоизоляция 10.

Устройство работает следующим образом. Теплота, поступающая от элемента радиоэлектронной аппаратуры, передается через крышку и штыри рабочему веществу. Рабочее вещество нагревается и плавится. При его плавлении температура крышки и радиоэлемента не изменяется. Теплота от рабочего вещества отводится к жидкости, протекающей по змеевику и охлаждаемой посредством термоэлектрической батареи.

Устройство для охлаждения электронных плат и микросборок. В ряде случаев при использовании полупроводниковых термоэлектрических преобразователей целесообразно неравномерное охлаждение. Это позволяет охлаждать различные элемен-

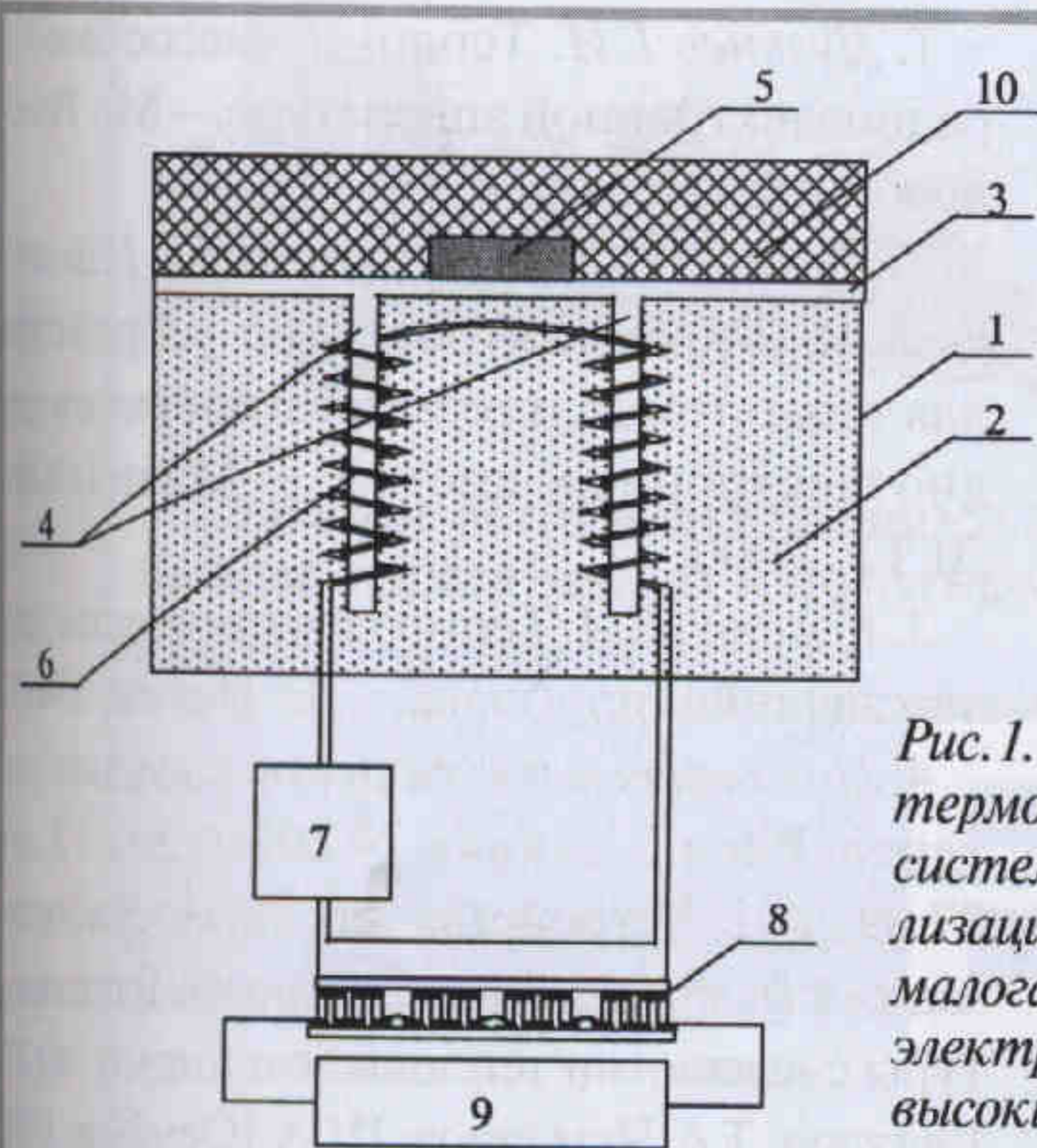


Рис. 1. Конструкция термоэлектрической системы для термостабилизации элементов малогабаритной радиоэлектронной аппаратуры с высокими тепловыделениями проточного типа

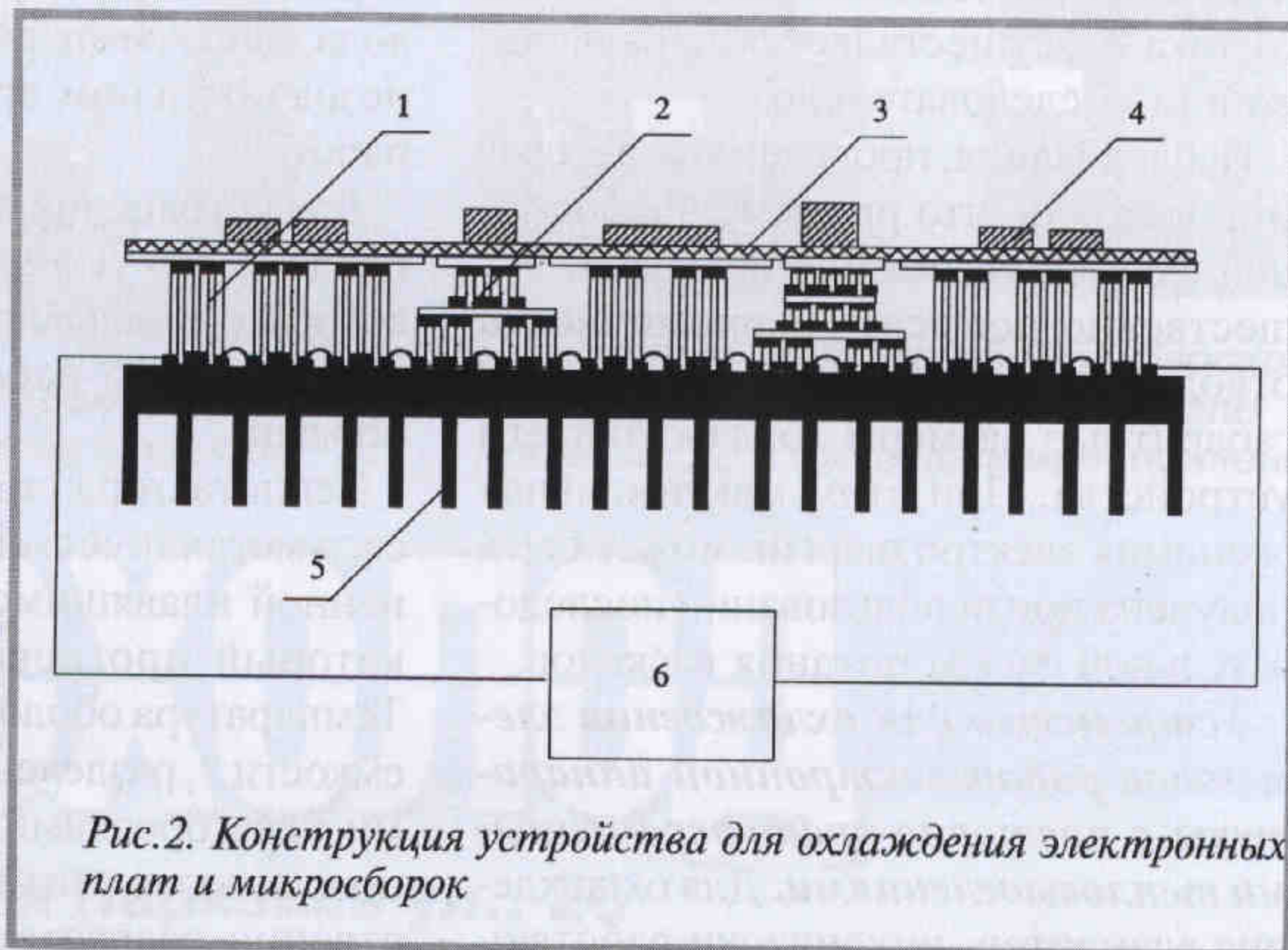


Рис. 2. Конструкция устройства для охлаждения электронных плат и микросборок

ты и узлы радиоэлектронной аппаратуры с различной степенью интенсивности в зависимости от их тепловыделений [3]. Достоинство такого способа охлаждения состоит в его высокой экономичности.

В лаборатории термоэлектричества Дагестанского государственного технического университета разработано устройство, позволяющее реализовать неравномерное охлаждение электронных плат, микросборок и других конструкций, представляющих собой плоскую поверхность с установленными на ней радиоэлементами.

Охлаждающее устройство (рис.2) содержит каскадную термоэлектрическую батарею. Нижний базовый каскад представлен базовой термоэлектрической батареей 1. Верхние каскады образованы дополнительными термоэлектрическими батареями 2.

Устройство работает следующим образом.

Базовая термоэлектрическая батарея 1 обеспечивает начальный уровень охлаждения электронной платы 3 с элементами 4, характеризующимися относительно небольшими тепловыделениями. Дополнительные термоэлектрические батареи 2, образующие верхние каскады, расположены под элементами 4, характеризующимися большими тепловыделениями. Эти батареи предназначены для дополнительного теплосъема в соответствии с уровнем тепловыделений каждого из элементов 4. Теплота отводится от тепловыделяющих спаев каскадной термоэлектрической батареи посредством среды, протекающей через змеевик 5. Эта среда в зависимости от отводимой мощности может быть воздухом или жидкостью. Питание каскадов термоэлектрической батареи от источника постоянного электрического тока 6 осуществляется параллельно или последовательно.

Исследования, проведенные авторами, показали, что применение подобной схемы охлаждения позволяет существенно повысить экономичность отвода теплоты, а также уменьшить габаритные размеры охлаждающего устройства. При этом максимальная экономия электроэнергии может быть получена при использовании последовательной схемы питания каскадов.

Устройство для охлаждения элементов радиоэлектронной аппаратуры с повторно-кратковременными тепловыделениями. Для охлаждения элементов циклически работаю-

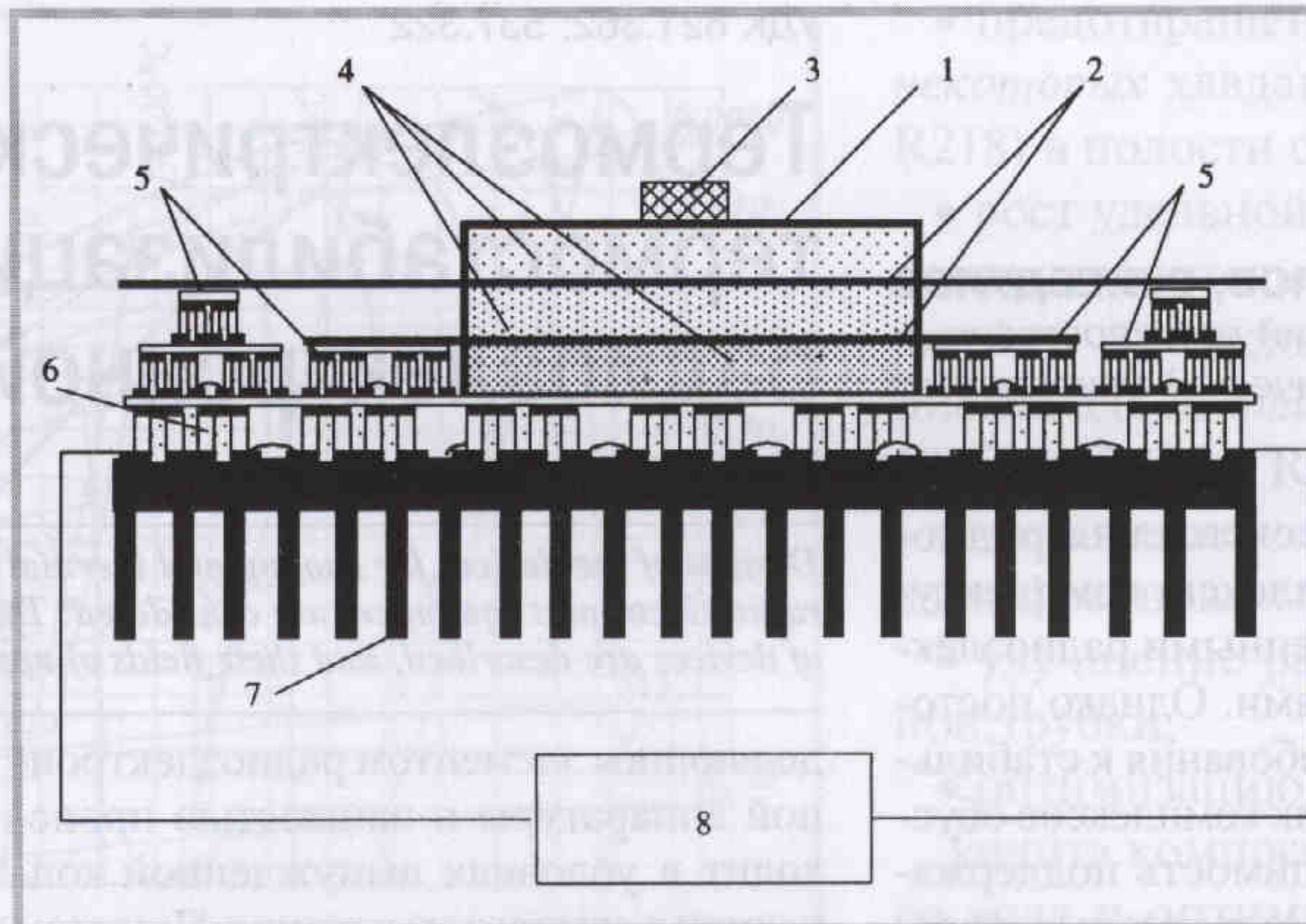


Рис.3. Конструкция устройства для охлаждения элементов радиоэлектронной аппаратуры с повторно-кратковременными тепловыделениями

щей аппаратуры в настоящее время применяют охлаждающие системы, основанные на использовании фазовых превращений плавящихся рабочих веществ.

Типичное устройство для охлаждения аппаратуры такого типа представляет собой тонкостенную металлическую емкость, заполненную рабочим веществом, на которую устанавливаются тепловыделяющие элементы [4]. Теплота, выделяемая аппаратурой, поглощается плавящимся веществом.

Недостаток подобного способа охлаждения состоит в том, что для продвижения границы раздела фаз внутри плавящегося вещества требуется постоянное повышение температуры наружного слоя из-за термического сопротивления возрастающей толщины плавящегося рабочего вещества.

Другим недостатком охлаждающего устройства такого типа является значительное превалирование длительности перерыва между включениями радиоэлементов над временем работы радиоэлементов в «пиковом» режиме. Это в значительной степени ограничивает его применение для отвода теплоты от радиоэлементов при незначительном времени перерыва в работе.

Для устранения данных недостатков предложено устройство, конструкция которого приведена на рис.3.

Устройство работает следующим образом.

Теплота от радиоэлемента 3 передается металлической емкости 1, заполненной плавящимся наполнителем 4, который прогревается и плавится. Температура оболочки металлической емкости 1, разделенной металлическими перегородками 2, и соответственно радиоэлемента 3 не будет существенно возрастать по сравнению с

температурой плавления наполнителя 4, находящегося в самом верхнем отсеке, пока существуют обе фазы (твердая и жидкая). После окончания цикла работы радиоэлемента 3 наполнители 4 остывают и затвердевают вследствие отвода теплоты каскадной термоэлектрической батареей. Использование каскадной термоэлектрической батареи в предлагаемом исполнении позволит интенсифицировать процесс охлаждения и затвердевания наполнителей 4. Основной теплоотвод от металлической емкости 1 с наполнителями 4 осуществляется базовым каскадом 6 термоэлектрической батареи. Термоэлектрические модули 5, образующие верхние каскады термоэлектрической батареи, интенсифицируют процесс охлаждения наполнителей 4. Для отвода теплоты от тепловыделяющего спаев каскадной термоэлектрической батареи используется радиатор 7. Питание каскадной термоэлектрической батареи осуществляется источником постоянного электрического тока 8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дульнев Г.И. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. — М.: Высшая школа, 1984.
2. Исмаилов Т.А., Аминов М.С., Гаджиев Х.М. Термоэлектрические устройства для теплоотвода и термостабилизации радиоэлектронных систем. — Махачкала ДГТУ, 2000.
3. Коленко Е.А. Термоэлектрические охлаждающие приборы. — Л.: Наука, 1967.
4. Положительное решение о выдаче патента РФ по заявке №2000123232 от 27.09.2001. Устройство для термостабилизации элементов радиоэлектронной аппаратуры с высокими тепловыделениями / О.В. Евдулов, Т.А.Исмаилов, Ш.А.Юсуфов, Г.И. Аминов / Н 05 К 7/20, Н 01 L 23/34.