

# Высокоэффективное охлаждение в ограниченном пространстве

Компания Murata разработала компактное низкопрофильное охлаждающее устройство, которое способно нагнетать воздух под высоким давлением и предназначено для замены вентиляторов в компактном оборудовании или для местного охлаждения элементов системы.

Технологии управления тепловыми режимами приобретают все большее значение по мере уменьшения размеров электронного оборудования. Так как устройства потребительской электроники становятся все более компактными, рассеивание тепла происходит во все сокращающемся объеме воздуха внутри корпуса. В то же время, сокращение физического объема пространства дополнительно ограничивает размеры самих охлаждающих устройств. Поэтому в настоящее время перед разработчиками электроники встала проблема предельных возможностей традиционных технологий охлаждения, таких как громоздкие вентиляторы постоянного тока.

Для того, чтобы обеспечить требования новых разработок, компания Murata создала миниатюрное устройство охлаждения, которое позволяет заменить вентиляторы в компактном электронном оборудовании, — пьезоэлектрический микровоздуходув, который входит в состав растущей линейки микромеханотронных устройств. Микровоздуходув, показанный на рисунке 1, имеет размеры 20×20 мм, а высота его профиля (без сопла) составляет всего 1,85 мм. Устройство имеет пьезоэлектрическую диафрагму, которая колеблется в вертикальном направлении при приложении синусоидального напряжения, нагнетая и выталкивая воздух из устройства через расположенное сверху сопло. Диафрагма способна создавать поток воздуха со скоростью до 0,8 л/мин и давлением до 1,5 кПа при нормальных условиях эксплуатации (при работе устройства от переменного напряжения с размахом 15 В на частоте 25 кГц). На рисунке 2а приведена зависимость расхода воздуха от давления на выходе устройства при различных рабочих условиях.

На рисунке 2б приведена фотография микровоздуходува в действии, а также изображение потока воздуха, зафиксированного при данных условиях. Воздуходув способен создавать высокое давление воздуха, поэтому его можно использовать в качестве воздушного насоса, а его высокая скорость воздушного потока означает, что он идеально подходит для местного охлаждения и рассеивания тепла от конкретных устройств или сильно нагреваемых областей в системе. В потребительском электронном устройстве даже можно при необходимости использовать несколько микровоздуходувов для индивидуального охлаждения каждой микросхемы. Поскольку пьезоэлектрическая диафрагма потребляет весьма небольшой ток, микровоздуходув оказывается достаточно эффективным, чтобы его можно было использовать на нескольких участках, даже в устройствах с батарейным питанием.

Микровоздуходув можно сконфигурировать для работы в двух режимах. Если сопло устройства направить на компонент или область, которые необходимо охладить, то имеется возможность либо обдуть подложку прохладным воздухом (с температурой окружающей среды), либо отводить от подложки нагретый воздух, который затем можно отвести из корпуса. Примеры обеих конфигураций

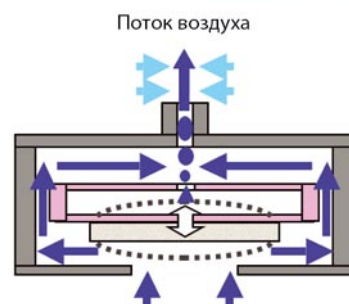
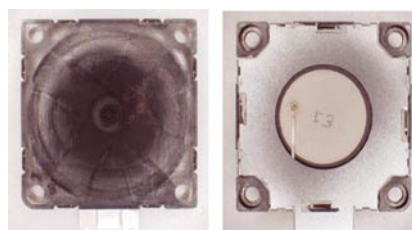


Рис. 1. Микровоздуходув компании Murata: внешний вид (вверху) и вид в разрезе, на котором показан поток воздуха, протекающего через устройство (внизу)

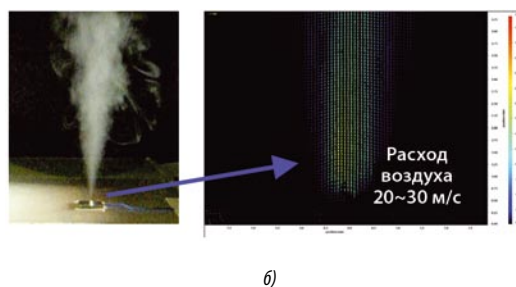
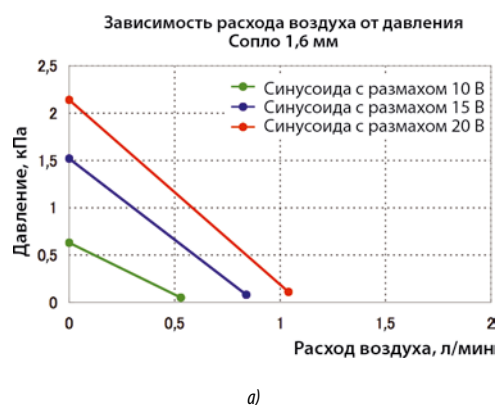


Рис. 2. Зависимость расхода воздуха от давления на выходе микровоздуходува при нормальных условиях эксплуатации, в том числе при трех значениях рабочего напряжения (при частоте 25 кГц)

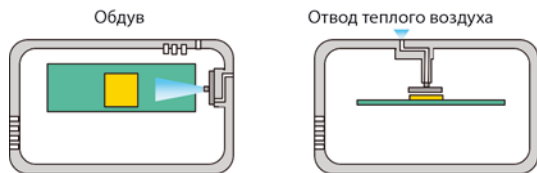


Рис. 3. Микровоздуходув в режимах обдува и отвода тепла. На рисунке зеленым цветом показана печатная плата с охлаждаемой микросхемой (обозначена желтым цветом) внутри компактного корпуса (обозначен серым цветом)

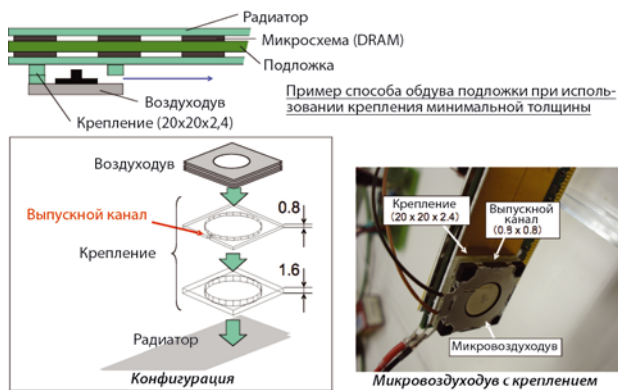


Рис. 4. Схема эксперимента по применению микровоздуходува

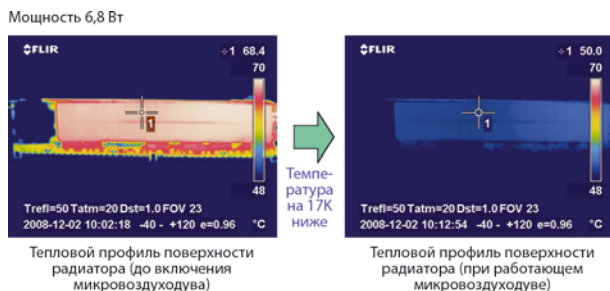


Рис. 5. Результаты эксперимента по применению микровоздуходува

показаны на рисунке 3. В режиме обдува точечное охлаждение достигается за счет высокой скорости воздушного потока — всю систему можно охладить наружным воздухом. Режим отвода теплого воздуха можно использовать, когда на печатной плате имеется определенная сильно нагретая область, которую нужно интенсивно охлаждать. Этот режим может обеспечить эффект вентиляции, если объем воздуха достаточно мал.

В качестве примера применения данной технологии компания Murata провела испытания микровоздуходува, установив его на модуле памяти. DRAM-модуль был оснащен обычными радиаторами, а микровоздуходув использовался для дополнительного принудительного охлаждения. Для того, чтобы закрепить микровоздуходув, было изготовлено специальное приспособление с высотой профиля 2,4 мм. Общая высота профиля крепежного приспособления вместе с микровоздуходувом составила всего 4,25 мм, что отвечает требованиям по условиям применения этого устройства в ограниченном пространстве. На рисунке 4 показана схема этого эксперимента. Испытания проводились на открытом воздухе, а не в условиях ограниченного пространства корпуса, чтобы обеспечить точное измерение температуры с помощью термовидеокамеры.

Результаты этого эксперимента показаны на рисунке 5. Слева приведено распределение температуры поверхности радиатора DRAM-модуля при отключенном микровоздуходуве, а справа — при работающем микровоздуходуве. Как видно из рисунка, разница в температуре поверхности составила 17К. Зная, что DRAM-модуль рассеивает мощность 6,8 Вт, можно рассчитать разницу теплового сопротивления радиатора при отключенном и работающем микровоздуходуве. Тепловое сопротивление радиатора без дополнительного охлаждения составило 6,3 К/Вт, а при работающем микровоздуходуве — 3,8 К/Вт, т.е. была получено существенное снижение температуры — около 40%.

Данный пьезоэлектрический микровоздуходув можно использовать для принудительного охлаждения в ограниченном пространстве в потребительской, промышленной и автомобильной электронике. В потребительских приложениях микровоздуходувы найдут применение для охлаждения ПЗС-датчиков изображения компактных видеокамер и микросхем процессоров, в частности графических и центральных процессоров. В промышленных приложениях, помимо точечного охлаждения микросхем, микровоздуходув можно также успешно применять для охлаждения источников питания. В современных автомобилях его можно использовать для охлаждения светодиодных фар. Еще одной сферой применения микровоздуходува, как в потребительских, так и промышленных приложениях, является охлаждение подсветки LCD-панелей.

Микровоздуходув можно также использовать в качестве воздушного насоса, компрессора для промышленного оборудования или аккумуляторов и просто для удаления пыли. Среди прочих применений можно назвать насосы для аквариумов и ионизаторы. Используя подобную технологию, компания Murata в настоящее время разрабатывает жидкостный насос (микронасос), который найдет применение в приложениях на базе топливных элементов.