



Виктор Гарсия

# McLean Cooling Technology – новые решения для систем охлаждения активного оборудования на российском рынке

В статье рассматриваются основные методы активного охлаждения электронного оборудования в шкафах, а также подробно рассказывается о решениях, предлагаемых в этой области компанией McLean (США).

## ВВЕДЕНИЕ

В процессе работы любых систем или устройств, независимо от их назначения и принципа действия, значительная часть потребляемой ими энергии в конечном итоге преобразуется в тепловую энергию – это вполне естественно и следует из фундаментальных физических принципов. Поэтому для поддержания системы в работоспособном состоянии необходимо отводить от неё избыточное тепло, и проблема эта не теряет актуальности, как минимум, с момента изобретения первой паровой машины. В настоящей статье мы, разумеется, не стремимся к всеобъемлющему освещению этого глобального вопроса и сосредоточимся на значительно более узкой задаче – методах охлаждения электронного оборудования, используемого как в промышленных системах управления, так и в области телекоммуникаций и информационных технологий. Актуальность данной задачи постоянно возрастает вместе с быстрым ростом количества используемого оборудования и увеличением плотности его упаковки на ограниченной площади или в объёме. Для удобства использования и технического обслуживания, а также для защиты от воздействия факторов внешней среды

электронное оборудование обычно размещается в шкафах или корпусах, и, таким образом, системы охлаждения становятся их неотъемлемой частью. Существуют множество различных систем охлаждения электронного оборудования и множество способов их классификации, однако если рассматривать только такие отрасли, как промышленность и ИТ, то можно выделить представленные в табл. 1 основные методы охлаждения.

Важным моментом здесь является соотношение температур внутри и снаружи корпуса, разделяющего системы охлаждения на два больших класса: системы, в которых температура внутри корпуса может превышать температуру окружающего воздуха (соответственно, более холодный наружный воздух можно использовать для охлаждения оборудования), и системы, в которых для обеспечения работоспособности оборудования требуется создать внутри корпуса температуру ниже, чем у окружающего воздуха. Понятно, что в последнем случае уже невозможно обойтись простыми системами вентиляции и требуются специализированные технические решения, среди которых можно выделить компрессорные холодильные агрегаты (кондиционе-

ры), воздушно-водяные теплообменники и термоэлектрические охладители на основе эффекта Пельтье.

Системы охлаждения в ИТ-индустрии имеют свои особенности, связанные, как правило, с возможностью размещения шкафов и стоек с оборудованием в специализированных помещениях, уже оборудованных системами теплоотвода, и находятся за рамками настоящей статьи.

Диаграмма на рис. 1 позволяет составить представление об относительном

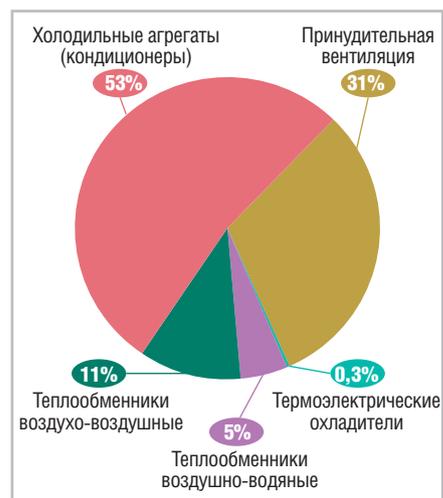
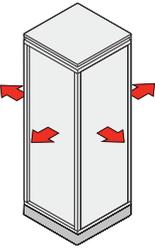
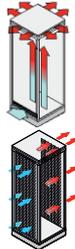
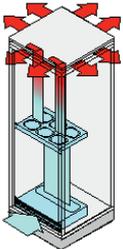
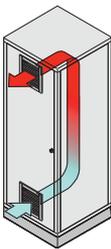
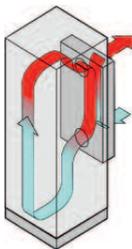
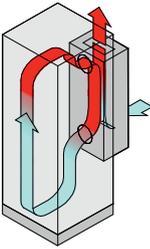
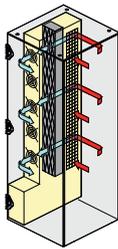


Рис. 1. Относительная распространённость различных технологий охлаждения в промышленных системах

Таблица 1

Основные методы охлаждения активного оборудования

	ЕСТЕСТВЕННАЯ КОНВЕКЦИЯ, ИЗЛУЧЕНИЕ	СВОБОДНАЯ КОНВЕКЦИЯ	ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ КОНВЕКЦИЯ	НАГНЕТАТЕЛЬНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ	ВОЗДУШНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ	КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА	ВОДЯНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ
Модель охлаждения							
Стандартные изделия	Закрытые шкафы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перфорированные двери</li> <li>• Листовой металл с вентиляцией</li> <li>• Приподнятая крышка</li> <li>• Вентиляционные прорези</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 19" приточный вентилятор</li> <li>• Вентилятор в крышке</li> <li>• Вытяжной вентилятор</li> <li>• Вентилятор в приподнятой крышке</li> </ul>	Вентилятор с фильтром	Теплообменник воздух-воздух	Кондиционер	Теплообменник воздух-вода
Класс защиты	Не ниже IP55	IP20 (макс.)	IP20 (макс.)	IP54 (макс.)	IP54 (макс.)	IP55	Не ниже IP55
Уровень шума системы охлаждения	0	0 55...65 дБА	34...67 дБА	39...71 дБА	55...75 дБА	60...81 дБА	50...60 дБА
Условия окружающей среды*	$T_i > T_u$	$T_i > T_u$	$T_i > T_u$	$T_i > T_u$	$T_i > T_u$	$T_i \leq 55^\circ\text{C}$	$T_u \leq 70^\circ\text{C}$
Тип помещения	Офисные или промышленные	Охлаждаемое помещение	Охлаждаемое помещение	Промышленное	Промышленное	Промышленное	Офисные или промышленные
Диапазон мощности охлаждения	< 500 Вт	от 500 Вт до 10-15 кВт**	< 2 кВт	< 2 кВт	< 100 Вт/К	< 5 (10-12) кВт ***	40 кВт

\*  $T_i$  – внутренняя температура,  $T_u$  – наружная температура (окружающей среды).

\*\* Большие мощности только при охлаждении установленного оборудования встроенными вентиляторами, например у серверов.

\*\*\* Большие мощности только при специальной организации воздушных потоков.



Рис. 2. Производственная площадка Pentair Technical Products в г. Анока (штат Миннесота)

уровне распространённости различных технологий охлаждения в промышленных системах; из неё видно, что наиболее популярным является использование кондиционеров.

### McLEAN – НОВОЕ ИМЯ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Компания McLean Cooling Technology, основанная в конце 1970-х годов в США в городе Миннеаполис-Сент-Пол (штат Миннесота), в настоящий момент является одним из лидеров на американском рынке оборудования для охлаждения активного оборудования в шкафах и предлагает широкий набор продуктов и решений. В 2005 году компания была куплена корпорацией Pentair и включена в состав подразделения Pentair Technical Products (рис. 2), также объединяющего хорошо известные на российском рынке компании Schroff и Hoffman, специализирующиеся на разработке и производстве шкафов и корпусов для электронного оборудования, что обеспечило синергический эффект и возможность предлагать рынку комплексные решения по размещению, защите и охлаждению активного оборудования. Кроме того, вхождение в состав такой крупной корпорации, как Pentair, имеющей годовой оборот более 3 млрд долларов США, сеть торговых представительств по всему миру и глобальную систему логистики, обеспечило компании McLean доступ к дополнительным инвестиционным ресурсам, направленным на развитие производства и разработку новых изделий, и позволило улучшить сервис и поддержку клиентов по всему миру. Поэтому вывод в 2011 году на российский рынок продукции McLean Cooling Technology

выглядит вполне оправданным, особенно с учётом того обстоятельства, что многие линии холодильных агрегатов McLean имеют диапазон рабочих температур от  $-40^{\circ}\text{C}$ , что очень востребовано в России.

### Основные линейки продукции

Компания McLean предлагает своим клиентам широкий ассортимент решений по охлаждению оборудования в шкафах и корпусах. Их можно разделить на следующие группы:

- компрессорные холодильные агрегаты (кондиционеры) для установки как внутри помещений (в том числе в условиях промышленных загрязнений), так и на улице — основная линейка продукции;
- воздухо-воздушные теплообменники для установки внутри помещений

или на улице с отводимой тепловой мощностью до 3 кВт;

- термоэлектрические охладители;
- системы водяного охлаждения рядов шкафов (для применения в дата-центрах) с отводимой тепловой мощностью до 58 кВт на стойку охлаждения;
- системы вентиляции очищенным воздухом с фильтрами, обеспечивающими степень защиты от проникновения воды и пыли до IP55.

Для полного ознакомления с ассортиментом продукции McLean необходимо изучить весь каталог и web-сайт компании, в рамках же настоящей статьи будут подробно рассмотрены только две наиболее перспективные для российского рынка группы изделий — компрессорные холодильные агрегаты (кондиционеры) и термоэлектрические охладители.

### Кондиционеры McLEAN: Немного теории

Компрессорный холодильный агрегат в общем состоит из тех же основных узлов, что и обычный холодильник (рис. 3):

- **компрессор** — двигатель и насос для обеспечения циркуляции хладагента;
- **радиатор испарителя** — алюминиевый, находится на внутренней стороне кондиционера (в шкафу);
- **радиатор конденсера** — алюминиевый, находится на внешней стороне кондиционера (вне шкафа);
- **хладагент** — химический состав, переносящий тепло между внутренним радиатором испарителя и наружным радиатором конденсера, удаляя таким образом тепло из шкафа;



Рис. 3. Основные компоненты холодильного агрегата

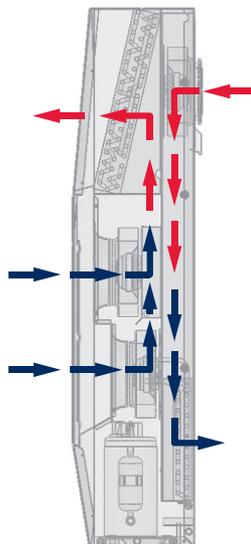


Рис. 4. Схема организации воздушных потоков в кондиционере



Рис. 5. Кондиционер серии GENESIS в настенном исполнении

● **вентиляторы** — осевые или тангенциальные, предназначены для обеспечения интенсивной циркуляции воздуха через радиаторы испарителя и конденсера.

Схема движения воздуха в кондиционере показана на рис. 4.

Важно отметить, что в кондиционере потоки внутреннего и наружного воздуха полностью изолированы друг от друга, и он, как и обычный бытовой кондиционер, эффективен только в герметично закрытом шкафу. Кондиционер может устанавливаться на любую поверхность шкафа — двери, боковые стенки, а также на крышу. На боковые поверхности шкафа кондиционер может устанавливаться с различным заглублением — от полностью скрытого в шкафу до навешенного снаружи. В базовое оснащение всех кондиционеров McLean входят термостат или контроллер с цифровым дисплеем и функцией подачи сигнала тревоги при перегреве, система сбора и удаления конденсата, высококачественные тангенциальные вентиляторы на подшипниках качения с пониженным уровнем шума. Конструкция кондиционеров обеспечивает лёгкий доступ к внутренним компонентам для технического обслуживания и возможность монтажа

силами одного человека. В качестве хладагента используется безопасный для озонового слоя Земли хладон R134a. Если кондиционер поставляется отдельно, то в его комплект входят подробное руководство по монтажу и специальный картонный шаблон для разметки отверстий в стенке шкафа, который перед установкой кондиционера наклеивается на шкаф. Все кондиционеры McLean перед отправкой покупателям проходят 100-процентное тестирование на заводе.

Далее мы кратко рассмотрим основные серии кондиционеров от компании McLean.

### **Кондиционеры для применения внутри помещений серии GENESIS**

Кондиционеры серии GENESIS — недорогие устройства начального уровня, предназначенные для применения в обычных помещениях и устанавливающиеся на боковые стенки и двери (рис. 5) или крышу (рис. 6) шкафов с охлаждаемым оборудованием. Диапазон мощностей охлаждения кондиционеров данной серии от 300 Вт до 3 кВт, питание от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В или трёхфазной сети напряжением 400 В. Управ-



**Рис. 6. Кондиционер серии GENESIS в потолочном исполнении**

ление кондиционером в базовой конфигурации осуществляется при помощи механического термостата.

### **Универсальные кондиционеры серии SPECTRACOOOL**

Серия SPECTRACOOOL является основной в программе поставок компании, в ней представлен широкий выбор моделей (рис. 7), в базовом варианте предназначенных также для установки в помещении на боковые стенки или двери шкафов. При этом некоторые модели кондиционеров можно заказать и в исполнении для наружной установки. Отличительной особенностью кондиционеров данной серии является использование роторных компрессоров, более эффективных и менее шумных, чем традиционные аксиальные, а также пылеустойчивых радиаторов



Рис. 7. Кондиционеры серии SPECTRACOOL

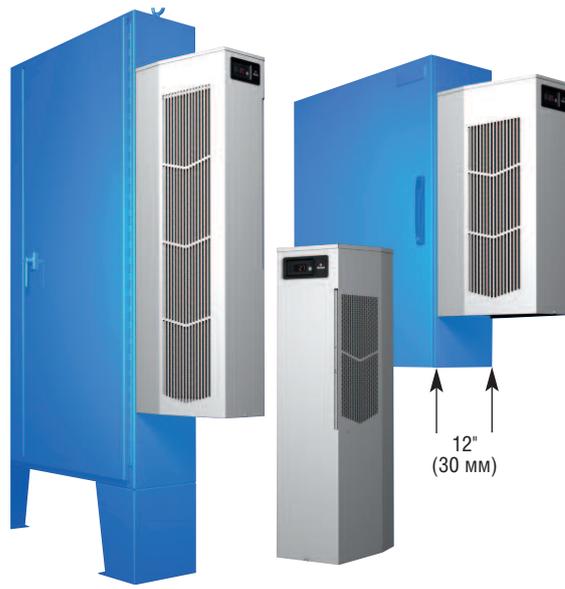


Рис. 8. Кондиционеры серии SPECTRACOOL NARROW



Рис. 9. Кондиционеры серии PROAIR

конденсера со специальным покрытием, что в большинстве случаев позволяет эксплуатировать кондиционер без фильтров, тем самым снижая потребность в его чистке и техническом обслуживании. Помимо этого кондиционер оснащается системой испарения конденсата и не нуждается в дренажной трубке и внешней ёмкости для его сбора. Корпус кондиционера изготовлен целиком из высококачественной листовой стали; для моделей уличного исполнения корпус может быть изготовлен из нержавеющей стали и имеет цельный лёгкосъёмный наружный кожух, при снятии которого открывается удобный доступ ко всем компонентам кондиционера. Кроме того, модели уличного исполнения имеют диапазон рабочих температур от  $-40$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ , оснащаются подогревателем компрессора для предотвращения застывания в нём масла при отрицательных температурах наружного воздуха и могут иметь дополнительный калорифер для поддержания в шкафу заданной рабочей температуры в зимний период, что избавляет пользователя от необходимости устанавливать отдельный нагреватель. Диапазон мощностей охлаждения кондиционеров данной серии от 1100 Вт до 6 кВт, питание от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В или трёхфазной сети напряжением 400 В.

#### Узкие кондиционеры серии SPECTRACOOL NARROW для установки на настенные корпуса

В сентябре 2011 года начались поставки кондиционеров серии SPEC-

TRACOOL NARROW, предназначенных для установки на настенные электротехнические шкафы и корпуса небольшой глубины (рис. 8). Данные кондиционеры используют те же компоненты и имеют те же описанные ранее преимущества, что и кондиционеры SPECTRACOOL, но собраны в низкопрофильных корпусах глубиной всего 300 мм, позволяющих крепить кондиционер на боковой поверхности электротехнического корпуса глубиной также от 300 мм. Диапазон мощностей охлаждения кондиционеров данной серии от 1100 Вт до 3,5 кВт, питание от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В или трёхфазной сети напряжением 400 В.

#### Кондиционеры для тяжёлых промышленных условий серии PROAIR

Кондиционеры серии PROAIR (рис. 9) были специально разработаны для применения в тяжёлых промышленных условиях, характеризующихся расширенным диапазоном рабочих температур от  $-40$  до  $+55^{\circ}\text{C}$  и воздействием коррозионно-активных химических веществ. Кондиционеры серии PROAIR устанавливаются на боковую стенку шкафа. По основным характеристикам они аналогичны кондиционерам серии SPECTRACOOL, но в отличие от них имеют закрытый с боков корпус из нержавеющей стали и могут применяться на предприятиях нефтехимического комплекса, в пищевой и фармацевтической промышленности, а также в системах управления ком-

плексами водоподготовки, водораспределения и канализации. Кроме того, кондиционеры PROAIR оснащаются специальными электромагнитными фильтрами для снижения создаваемого кондиционером уровня помех. Диапазон мощностей охлаждения кондиционеров данной серии от 400 Вт до 2,4 кВт, питание от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В или трёхфазной сети напряжением 400 В.

#### Кондиционеры для установки на улице серии Т

Кондиционеры серии Т (рис. 10) предназначены для точного регулирования температурного режима в шкафах, установленных на улице, в плохих погодных условиях. Они устанавливаются на поверхности боковой стенки шкафа или с различным заглублением,



Рис. 10. Кондиционеры для установки на улице серии Т

имеют герметичный корпус, защищённый от воздействия дождя и ветра, и расширенный диапазон рабочих температур от  $-40$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ . В кондиционерах серии Т используются роторные компрессоры с системой подогрева масла, радиаторы с пылеотражающим покрытием, не требующие применения фильтров, и двойное количество вентиляторов в контуре конденсера для обеспечения частичного резервирования. Кроме

того, они комплектуются термостатом для надёжной работы при отрицательных температурах и калорифером для поддержания в шкафу заданной рабочей температуры в зимний период. Кондиционеры серии Т имеют самый широкий диапазон мощностей охлаждения от 230 Вт до 17,5 кВт, питание от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В или трёхфазной сети напряжением 400 В.

### ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОХЛАДИТЕЛИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ПЕЛЬТЬЕ

Термоэлектрические охладители для небольших шкафов и корпусов были впервые предложены компанией McLean в августе 2011 года. В основе их лежит эффект Пельтье — выделение или поглощение тепла при прохождении электрического тока через контакт (спай) двух различных проводников (выделение тепла сменяется поглощением при изменении направления тока).

Для металлов эффект пренебрежимо мал, но при использовании в качестве контактной пары некоторых видов полупроводников *p*- и *n*-типа (обычно используют теллурид висмута, легированный примесями селена и сурьмы, — для такой пары контактов эффект имеет максимальную величину) и объединении нескольких таких контактных переходов в плоскую батарею, называемую элементом Пельтье, можно получить на противоположных сторонах элемента разность температур до 70°C. Если при этом охлаждать нагретую сторону элемента потоком холодного воздуха, то холодная сторона элемента будет остывать еще больше. Внешний вид и принцип действия термоэлектрического охладителя для шкафов показаны на рис. 11.

Достоинства термоэлектрических охладителей очевидны:

- отсутствие движущихся деталей (за исключением вентиляторов), компрессора, проблем с поддержанием герметичности системы с высоким давлением хладагента;
- низкий уровень шума;
- компактность — возможность установки на небольшие корпуса;
- возможность работы в помещении или на улице в любом пространственном положении;
- возможность работы без фильтров — нет необходимости в частом техническом обслуживании.

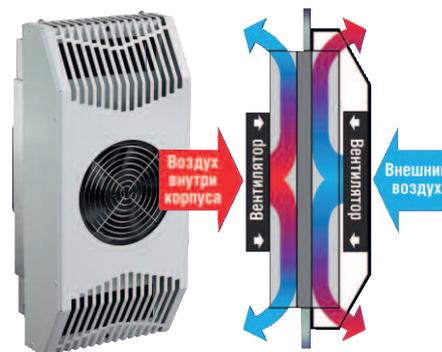


Рис. 11. Внешний вид и принцип действия термоэлектрического охладителя

Однако широкое применение термоэлектрических охладителей сдерживается их недостатками:

- низкая агрегатная мощность охлаждения — до 200 Вт;
- не очень высокий КПД термоэлектрического эффекта;
- в случае применения для охлаждения высокочувствительной электроники — необходимость следить за поддержанием относительной влажности в корпусе в допустимых пределах, так как при постоянно включенном охладителе вся влага в корпусе оседает на элементе Пельтье и влажность станет равной нулю.

В целом можно сказать, что применение термоэлектрических охладителей открывает совершенно новые возможности по охлаждению малогабаритных корпусов, устанавливаемых в уличных условиях в самых разнообразных местах, например на столбах, мачтах освещения, светофорах и т.д. Термоэлектрические охладители имеют диапазон мощностей охлаждения от 60 до 200 Вт и питаются от сети постоянного тока напряжением 24 или 48 В.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложение компании McLean будет безусловно интересно российским клиентам, решающим проблемы охлаждения активного оборудования, установленного как в помещении, так и на улице. Следует ещё отметить, что, кроме представленных в каталоге изделий, компания McLean разрабатывает и производит множество систем охлаждения по требованиям конкретных заказчиков, а также интенсивно работает над созданием сервисной службы в России, что максимально расширяет поле для возможного сотрудничества. ●

**Автор — сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**