

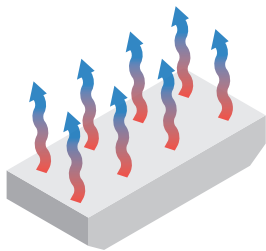
О проблеме выбора источника питания: охлаждение

Коллеги, на конференциях, выставках мы нередко слышим вопрос о целевом назначении наших, да и сторонних тоже, преобразователей напряжения. В том числе и с точки зрения способа охлаждения. Для каких приложений оптимальны те или иные серии, а для каких их использование может быть избыточным?

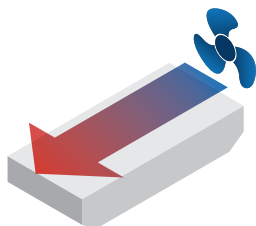
Предлагаем вашему вниманию небольшую статью, способную «пролить свет» на этот вопрос. Надеемся, что по прочтении вы сами для себя сможете определить – источники питания с каким типом охлаждения будут оптимальными в конкретном вашем проекте.

Для начала, немного теории – общеизвестно, что тепло может передаваться тремя способами: за счет теплопроводности, за счет конвекции¹ и за счет излучения. В свою очередь, конвекция бывает *естественной* (натуральной) и *вынужденной* (принудительной).

Естественная конвекция - передача тепла между горячей поверхностью твердого тела (например, источника питания) и прилегающей текучей средой (воздухом или охлаждающей жидкостью), усиленная естественным перемешиванием среды из-за разной плотности и температуры.



Вынужденная конвекция - когда струи и потоки тепла формируются с помощью дополнительных устройств или приспособлений (которыми обычно служат вентиляторы).



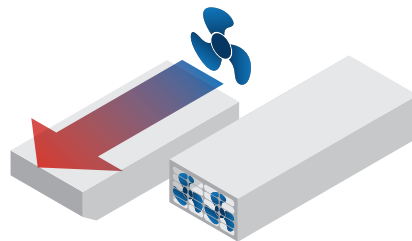
Все эти виды теплопереноса присутствуют в ИП, но преобладает, как правило, один. В соответствии с таковым и выделяют типы охлаждения ИП.

ИП с конвекционным охлаждением.

Этот тип, в свою очередь, делится на две разновидности:

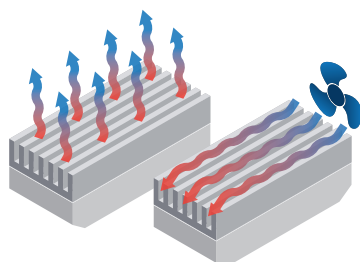
1) ИП, для охлаждения которых достаточно *естественной конвекции*, без дополнительных устройств. При этом, важно отметить, что необходимым условием в таких случаях является наличие свободного пространства вокруг ИП, для эффективного перемешивания слоёв воздуха. Без такового, при плотной компоновке, тем более в герметично закрытом устройстве, рано или поздно воздух нагреется до предельной температуры эксплуатации и сработает защита от перегрева – ИП «уйдёт» в защиту и выключится. В англоязычной литературе такие преобразователи называются *convection cooled*.

2) ИП, для охлаждения которых необходим усиленный, направленный поток воздуха, называют с *принудительным воздушным охлаждением*. Такой поток создаётся, как правило, с помощью вентиляторов – встроенных в модуль (*fan cooled*) или внешних (*forced air cooled*).



ИП с кондуктивным охлаждением.

В таких ИП тепло передаётся (вследствие теплопроводности) на радиатор, который, в свою очередь, может охлаждаться различными способами.



Материалом для радиатора может выступать как обычная металлическая (реже керамическая) пластина (в том числе и стенка корпуса или шкафа), так и то, что понимается под словом «радиатор» обычно – пластина с поверхностью ребристой или игольчатой формы. Его задача – увеличение площади контакта с охлаждающим агентом, в роли которого может выступать как газ (воздух, водород, гелий), так и жидкость (вода, гликоль, масло).

Иными словами, при кондуктивном охлаждении, тепло передаётся через «посредника». За рубежом такой тип охлаждения называется *baseplate-cooling* (теплосброс на базовую пластину) или *conduction cooling*. Теперь давайте рассмотрим особенности разных типов охлаждения, применительно к ИП и назначению конечного изделия.

Итак, по порядку.

1. Конвекционное охлаждение

1.1. Естественная конвекция.

Если в проекте есть много относительно свободного пространства, нет необходимости в герметичности, но зато важна надёжность, простота монтажа, обслуживания и замены ИП, то данный тип охлаждения – ваш выбор!

Показатель диапазона эксплуатации ИП тут – температура *окружающей среды*, т.к. модуль охлаждается этой самой средой.

Преимущества:

- Простота применения – не требуются расчёты, дополнительные устройства.
- Низкая стоимость внедрения – причины аналогичны предыдущему пункту.
- Отсутствие вентиляторов даёт как более высокую надёжность, так и минимальный шум, что важно для обитаемых помещений.

Недостатки:

- Как правило, габариты модулей с конвекционным охлаждением больше аналогичных с другими типами охлаждения из-за низкого коэффициента теплоотдачи (~10 Вт/м²/К), который может существенно уменьшиться в случае затронутой конвекции.
- Для больших мощностей – высокая стоимость самих модулей питания.
- Учитывая, что конвекция возможна только снизу вверх (из-за самой природы явления), ограничены возможности по расположению модулей в пространстве, иначе

¹ Конвекция – вид теплообмена, при котором внутренняя энергия передается струями и потоками. В нашем случае это тепло, образующееся в результате работы источника питания, КПД которого меньше 100%.

их эффективная эксплуатация невозможна.

– Не могут работать в разреженной атмосфере и в условиях невесомости.

Таким образом, оптимально применять ИП с конвекционным охлаждением там, где требуется надёжность и простота внедрения. Отсюда и основные сферы применения:

- Промышленная автоматизация, в частности решения на DIN-рейку.
- Системы безопасности - решения на DIN-рейку.
- Приёмопередающие базовые станции (BTS – Base Transceiver Station) сотовой связи.

Примеры ИП с конвекционным охлаждением производства KB Системы: все модули серии КАН-Д, а также МАА20/30-СБ(СВ), МАА30/75-СГ(СД)².



1.2. Принудительная конвекция.

Данный вариант является наиболее распространённым – воздушное охлаждение с помощью встроенного или внешнего вентилятора. Он будет корректным либо в случае бюджетных решений, где цена важнее надёжности, либо в сфере больших мощностей, широкого функционала, высокой энергетической плотности (но не на пике прогресса, где уже давно обосновалось жидкостное охлаждение).

Важным нюансом является и отсутствие герметичности в таких ИП, за редкими исключениями.

Как и для охлаждения натуральной конвекцией, показателем диапазона эксплуатации будет температура окружающей среды.

Преимущества:

- Компактные размеры из-за высоких коэффициентов теплоотдачи (~100 Вт/м²/К).
- Высокая надёжность встроенных в ИП электролитических конденсаторов, т. к. конденсаторы имеют температуру близкую к температуре окружающей среды. В современных ИП электролитические конденсаторы часто лимитируют надёжность всего устройства.
- Готовое решение, требующее для корректного охлаждения только наличие свободного пространства для забора и выдува воздуха.
- В отличие от конвекционного охлаждения, шире возможности по расположению ИП в системе.
- Низкая стоимость как самого ИП, так и работ по его установке/проектированию в изделии.
- При внешнем вентиляторе – возможность ограничиться одним вентилятором на всё устройство.

Недостатки аналогичны конвекционному охлаждению, плюс:

- Относительно низкая надёжность из-за вентиляторов – как с точки зрения их конструкции, так и с позиции попадания в них посторонних предметов (песок, пыль, влага, насекомые).
- В случае выхода из строя вентилятора – сложности с его заменой (особенно в случае встроенного вентилятора).
- Шум от вентилятора.
- Высокая цена и небольшой выбор надёжных вентиляторов.

Примерами продуктов производства KB Системы можно назвать серии ИБП, КАН, КАП.



2. Кондуктивное охлаждение

И завершает нашу статью описание ИП с кондуктивным типом охлаждения. Как показывает опыт, нередко с ним знакомы, и то поверхностно, даже не все разработчики. А между тем, такие преобразователи зачастую позволяют решать задачи, непосильные для ИП с другими типами охлаждения. Когда нужна либо герметичность изделия, либо пиковая энергетическая плотность, и в обоих случаях с максимальной надёжностью и/или с редким обслуживанием – на этом поле ИП с кондуктивным типом охлаждения зачастую остаются единственным выбором.

Показателем диапазона эксплуатации такого ИП является максимальная температура корпуса. Как следствие, у разработчика, при проектировании своего изделия, появляется дополнительная задача – использовать в своем изделии такое сочетание ИП + радиатор + теплоноситель + нагрузка, при котором именно температура корпуса ИП не превышает заданное значение.

Преимущества:

- Высокая гибкость решения – в зависимости от задачи, можно реализовать охлаждение ИП двумя способами:
 - 1) с меньшим радиатором с принудительной конвекцией (даёт компактность системы питания);
 - 2) большим радиатором при натуральной конвекции (даёт высокую надёжность, снижение уровня шума, возможность реализации герметичных систем (защищённых от пыли, влаги, насекомых).
- Возможность реализации систем с максимальной энергетической плотностью (с помощью жидкостного охлаждения).
- Минимум ограничений в размещении ИП.

Недостатки:

- При одинаковой схмотехнике, мощность модулей с кондуктивным охлаждением в 2–2,5 раза ниже мощности модулей со встроенными вентиляторами; сложность разработки и дороговизна тепловых интерфейсов таких ИП. Как следствие – высокая цена.
- Малый ассортимент продукции на рынке для мощностей от 60 Вт.
- Повышенные требования к квалификации разработчика конечного изделия – требуется опыт в проведение тепловых расчётов.
- Относительная сложность монтажа ИП с радиатором.

ИП с данным типом охлаждения в большей степени востребованы в сферах, предъявляющих повышенные требования к надёжности, безотказности, устойчивости к внешним воздействующим факторам, компактности (высокой энергетической плотности).

- Вычислительные модули с жидкостным охлаждением.
- ОПК (в особенности РЛС, РЭБ, системы связи, мобильные системы).
- Атомная энергетика.
- Добывающая промышленность.
- Авиация, флот – как гражданские, так и не очень.

Примером модулей с кондуктивным типом охлаждения являются все серии МАА.



Выбор, безусловно, за вами, уважаемые читатели. Действительно универсальных решений нет – для некоторых проектов нередко бывает сложно (а иногда и почти невозможно) найти ИП с оптимальным соотношением параметров. Посему, желаем вам удачи в решении столь нелёгкой задачи!

P.S. А при желании – обращайтесь в нашу службу техподдержки. Чем сможем – поможем!

² Более мощные модули серии МАА также возможно эксплуатировать с конвекционным охлаждением, но с некоторым снижением мощности.