

Rittal – The System.

Faster – better – worldwide.

▶ **WHITE PAPER: энергоэффективный контроль микроклимата распределительных шкафов**



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



FRIEDHELM LOH GROUP

Энергоэффективный контроль микроклимата распределительных шкафов

Общее содержание

Условия современного бизнеса трансформировали понятие энергоэффективности из элемента роскоши для "зеленого" бизнеса в необходимость для любых операций, связанных с экономией энергии и затрат без влияния на производительность. Ограниченные бюджеты требуют достижения большего с меньшими затратами.

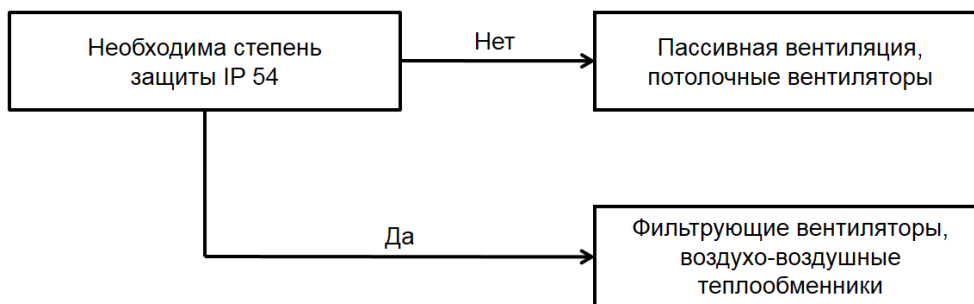
Сложная, чувствительная электроника и привода являются основой множества промышленных решений, и это оборудование часто размещается в распределительных шкафах, защищающих его от неблагоприятных внешних воздействий. В зависимости от температуры и условий окружающей среды, необходимо охлаждать шкафы для обеспечения производительности оборудования и предупреждения отказов из-за перегрева. Согласно данным исследовательской организации Rocky Mountain Institute, "имеются большие возможности экономии около 60% энергии и затрат в таких областях, как обогрев и охлаждение". Данный white paper описывает способы охлаждения корпусов, которые могут снизить энергопотребление и сэкономить средства.

Этап проектирования:

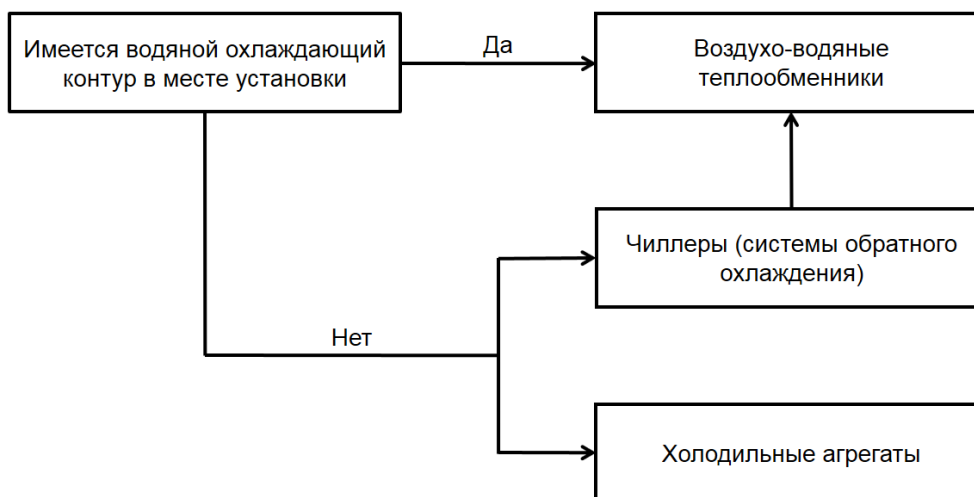
сколько охлаждения необходимо?

Главный вопрос при снижении затрат на охлаждение промышленных шкафов прост: "необходимо ли охлаждение для данного случая, и если да, какой мощности?" Важно оценить корректное значение количества холода, чтобы не расходовать излишнюю энергию на понижение температуры, а также не охлаждать то оборудование, которое не нуждается в охлаждении. Для определения конкретного решения по контролю микроклимата, необходимо ответить на три вопроса: каковы размеры шкафа? каково тепловыделение установленного оборудования? и, наконец, где будет установлен шкаф? При наличии данных, имеется возможность провести расчеты как вручную, так и с помощью программного обеспечения, например, Rittal Therm. В данном документе рассматривается ручной расчет. Первый шаг при выборе решения по контролю микроклимата – это воспользоваться диаграммой ниже для выбора вида продуктов, подходящих для заданной ситуации.

Температура окружающей среды **ниже** температуры внутри шкафа



Температура окружающей среды **выше** температуры внутри шкафа



Для правильного расчета компонентов контроля микроклимата, необходимо знать площадь поверхности (размеры) шкафа, температуру окружающей среды и тепловыделение установленного оборудования в шкафу.

Как площадь поверхности связана с контролем микроклимата? При отсутствии энергии извне, тепло передается только в одном направлении – от горячей стороны к холодной. Примером этого может служить чашка кофе, остывающая через несколько минут после того, как она была поставлена на стол. Помещение холоднее, чем кофе, поэтому тепло покидает чашку и рассеивается в помещении. В случае контроля микроклимата необходимо определить, будет ли тепло из окружающей среды попадать вовнутрь шкафа, или тепло из шкафа будет рассеиваться наружу. Процесс передачи тепла происходит через поверхность шкафа, и тепло передается через стенки, крышу и основание.

Несмотря на то, что возможно рассчитать поверхность путем сложения площадей всех 4 стенок шкафа, определенная таким образом поверхность не всегда является поверхностью теплообмена. Например, когда шкаф размещен вплотную к стене. При установке шкафа у стены, стена будет нагреваться, создавая небольшую разность температуры между стеной и шкафом, что будет замедлять или предотвращать выход тепла из шкафа. Условием передачи тепла является разность температур, поэтому при отсутствии разности температур теплового потока не будет. По этой причине международными организациями было принято решение (DIN 57 660 часть 50 и VDE 660 часть 500) скорректировать поверхность шкафа для расчета.

Способ установки корпуса согласно МЭК 60 890

	Отдельный корпус, свободно стоящий		Первый или последний корпус, линейка у стены		Средний корпус у стены
	Отдельный корпус у стены		Средний корпус, свободно стоящая линейка		Средний корпус у стены с закрытой поверхностью крыши
	Первый или последний корпус, свободно стоящая линейка				

Способ установки согл. МЭК 60 890	Формула для расчета A	
	$A = 1,8 \times B \times (Ш + Г)$	+ 1,4 x Ш x Г
	$A = 1,4 \times Ш \times (B + Г)$	+ 1,8 x B x Г
	$A = 1,4 \times Г \times (Ш + B)$	+ 1,8 x Ш x B
	$A = 1,4 \times B \times (Ш + Г)$	+ 1,4 x Ш x Г
	$A = 1,8 \times Ш \times B$	+ 1,4 x Ш x Г + B x Г
	$A = 1,4 \times Ш \times (B + Г)$	+ B x Г
	$A = 1,4 \times Ш \times B$	+ 0,7 x Ш x Г + B x Г

A = эффективная поверхность шкафа
 Ш = ширина шкафа
 B = высота шкафа
 Г = глубина шкафа

Тепловыделение

Зная эффективную площадь поверхности шкафа, имеется возможность рассчитать тепловыделение внутри него с использованием разности температуры внутри шкафа и температуры окружающей среды (для готовой системы), либо путем суммирования данных по тепловыделению отдельных компонентов, используя информацию из соответствующих листов данных (в основном при компоновке новой системы).

Тепловой расчет для законченной системы

$$Q_e = Q_v - A \times k \times \Delta T$$

Где

Q_v – тепловыделение оборудования в шкафу, Вт

A – эффективная поверхность теплообмена, м²

$k = 5,5$ Вт/м²К (для листовой стали, для других материалов другие значения)

ΔT является разностью температуры снаружи и внутри шкафа ($T_i - T_u$).

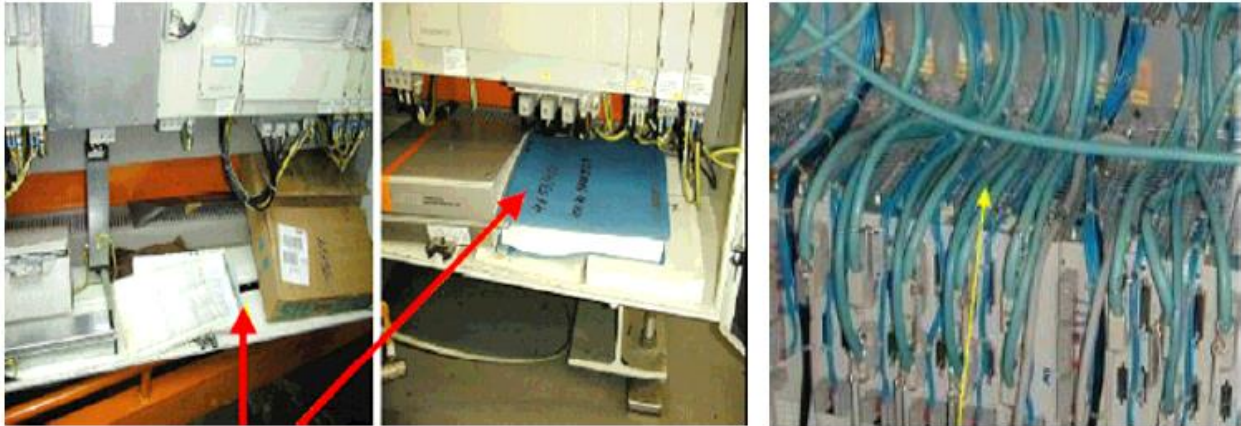
После расчета и определения тепловыделения внутри шкафа, при необходимости контроля микроклимата необходимо выбрать подходящее решение. Для различных требований имеются разные типы решений, включая фильтрующие вентиляторы, воздухо-воздушные теплообменники, холодильные агрегаты или воздухо-водяные теплообменники. Каждое решение имеет свои преимущества. С точки зрения энергоэффективности, фильтрующие вентиляторы и воздухо-воздушные теплообменники потребляют меньше энергии, но условием их использования является температура окружающей среды ниже, чем температура внутри шкафа. Если необходимо охлаждение до температур ниже, чем в окружающей среде, необходим холодильный агрегат или воздухо-водяной теплообменник.

Правильный выбор устройства очень важен для обеспечения энергоэффективности, но и другие факторы (расположение на корпусе и относительно внешней среды, общее обслуживание) могут значительно повлиять на повышение эффективности.

Этап монтажа:

монтаж компонентов внутри и снаружи шкафа

При монтаже компонентов, в т. ч. для контроля микроклимата, снаружи или внутри шкафа, необходимо обеспечить достаточно места для их эффективной работы.



В примерах выше показано, что кабели, техническая литература, запчасти и другие предметы блокируют ток воздуха сквозь компоненты внутри шкафов. Поэтому данные компоненты не будут охлаждаться эффективно, будет снижаться срок их службы, а вероятность отказов по причине перегрева будет увеличиваться. Для компонентов крайне важно обеспечить достаточно пространства для циркуляции воздуха. На фотографиях ниже показано, как можно убрать кабели и препятствия для обеспечения надлежащего тока воздуха в шкафу.



Кроме обеспечения достаточного пространства для циркуляции воздуха в шкафу, еще одной проблемой, влияющей на эффективность, является недостаток свободного пространства вокруг систем контроля микроклимата. В общем случае компоненты внутри шкафа должны располагаться не ближе 200 мм от мест выхода воздуха у систем контроля микроклимата, а собственный поток воздуха компонентов не должен быть направлен навстречу потоку воздуха от систем контроля микроклимата. Для обеспечения оптимального тока воздуха за пределами шкафа, необходимо соблюдать расстояние минимум 200-400 мм между устройством контроля микроклимата и рядом стоящими объектами.

Правильный монтаж систем контроля микроклимата в шкаф важен для эффективной работы. Если сфера применения не требует иного, обычно рекомендуется размещать фильтрующие вентиляторы в нижней части шкафа, а соответствующие выходные фильтры – в верхней части с противоположной стороны. Таким образом, вентилятор может забирать холодный воздух вблизи пола, а внутри корпуса создается перекрестная вентиляция для тепловода.

Еще одним путем повышения производительности является выбор расположения шкафа на этапе проектирование. Расположение шкафа вдали от источников тепла предупреждает чрезмерный нагрев и возможный ущерб.



Правильные расчет и проектирование являются путями получения максимальной отдачи от систем контроля микроклимата, однако способы повышения эффективности на этом не исчерпывается. Обслуживание агрегатов в течение всего срока службы повышает их производительность и снижает энергозатраты.

Этап эксплуатации:

эффективная эксплуатация – фильтрующие вентиляторы и холодильные агрегаты

Обслуживание фильтрующих вентиляторов достаточно простое, так как имеется возможность визуально оценить загрязненность фильтра и необходимость его замены. Само обслуживание нетрудоёмкое, но является важным шагом по повышению эффективности работы вентилятора. Регулярное обслуживание необходимо и для холодильных агрегатов. Чтобы понять, какое обслуживание необходимо, следует упрощенно рассмотреть принцип работы холодильного агрегата.

Холодильный агрегат имеет две стороны – горячую и холодную. "Горячая" сторона находится снаружи агрегата, а "холодная" – внутри. С обеих сторон расположены теплообменники, а именно: конденсатор снаружи и испаритель внутри. Между теплообменниками циркулирует хладагент, передавая тепло изнутри наружу. Для циркуляции воздуха через теплообменники предусмотрены вентиляторы, и в случае блокирования или засорения теплообменника грязью эффективность агрегата падает – агрегат работает с большей нагрузкой, потребляется больше энергии, а эффективная мощность охлаждения снижается.

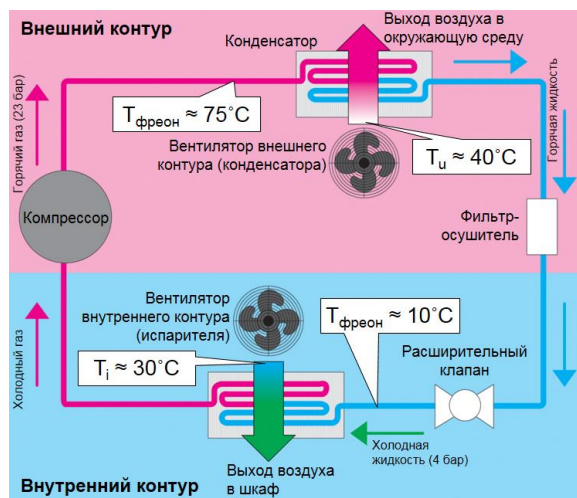


Схема типового контура охлаждения



Загрязненный теплообменник конденсатора

Для предотвращения загрязнения теплообменника, пластины теплообменника могут иметь покрытие, например, Rittal RiNano, которое защищает от прилипания грязи, масла и прочих субстанций, либо может быть установлен фильтр для задерживания частиц перед пластинами. Если используется фильтр, необходимая чистка и частота замен фильтра будут зависеть от окружающей среды, в которой работает агрегат. Имеется 3 типа фильтров, каждый из которых предназначен для различных условий окружающей среды. Металлические фильтры используются при наличии масла в воздухе, ворсяные фильтры – при наличии ворсинок в воздухе, и, наконец, фильтры из полиуретана эффективны в особо пыльной среде.

Воздухо-водяные теплообменники и энергоэффективность

Воздухо-водяные теплообменники используются в более неблагоприятных условиях, чем фильтрующие вентиляторы и, как холодильные агрегаты, могут охлаждать воздух внутри шкафа до температур ниже, чем в окружающей среде. Воздухо-водяные теплообменники требуют наличия источника охлажденной воды. Охлажденная вода циркулирует через теплообменник, а встроенный вентилятор обеспечивает циркуляцию воздуха. Тепло передается от внутреннего пространства шкафа воде, которая поглощает тепло и отводится на чиллер, где вода охлаждается и затем подается обратно.

Воздухо-водяные теплообменники требуют малых энергозатрат и считаются эффективным, не требующим обслуживания решением. Воздухо-водяные теплообменники требуют наличия источника охлажденной воды, однако многие производства таковым располагают, например, для охлаждения процессов штамповки металла и пластика. Промышленные чиллеры обычно имеют большие размеры и необходимы для работы производств. Такие крупные системы изначально более эффективны за счет их размера, так как в целом чем крупнее система, тем более эффективно она работает.

Чтобы обеспечить максимальную эффективность системы жидкостного охлаждения, используемые трубопроводы должны быть изолированы и не должны находиться в горячих зонах. Также важно устанавливать чиллер вдали от источников тепла, например, печей.

Сами агрегаты должны отвечать современным требованиям по увеличению эффективности в системах оборотного жидкостного охлаждения. На этапе проектирования необходимо закладывать в проект чиллеры, оснащенные компрессорами и насосами с инверторным управлением, а также ЕС-двигателями на вентиляторе конденсатора. Таким требованиям отвечают, например, чиллеры Rittal линейки Blue e+, экономия электроэнергии составляет порядка 70 %.

Холодильные агрегаты и коэффициент энергоэффективности

Чтобы точно определить необходимый типоразмер и эффективность холодильного агрегата, необходимо знать, какое количество тепла отводится от шкафа и какое количество энергии для этого необходимо.

Для систем бытового кондиционирования используется показатель SEER (сезонный коэффициент энергоэффективности). В отличие от бытовых систем, промышленные холодильные агрегаты обычно работают круглый год 24 часа в сутки, так как компоненты внутри шкафа всегда выделяют тепло, когда оборудование включено. В случае с промышленными агрегатами, мерой эффективности является коэффициент, представляющий собой отношение мощности охлаждения к величине энергопотребления. Этот расчет производится при определенной температуре снаружи и внутри шкафа (как правило, 35° С и внутри, и снаружи). Показатель изменяется при различных температурах, что позволяет сравнивать производителей оборудования путем оценки эффективности по единому стандарту.

Современные производства нередко оснащены высокоточным оборудованием, которое требует прецизионное поддержание температуры внутри распределительного шкафа автоматикой. Задачей производителей климатического оборудования для шкафов является

обеспечение энергоэффективности, и вместе с тем высокой точности поддержания определенного уровня температуры. С такими задачами может справиться только высокотехнологичное оборудование, такое как агрегаты из новейшей линейки холодильного оборудования Blue e + производства Rittal. В моноблочных холодильных агрегатах используется запатентованный способ охлаждения: традиционный «компрессорный» тип охлаждения соседствует с пассивным контуром «тепловых трубок», который соединяет теплообменник испарителя и теплообменник конденсатора медными фреоновыми трубками без использования запорно-регулирующих устройств. Благодаря этому, достигается около 75 % экономии электроэнергии, поскольку при определенном тепловом режиме снаружи и внутри шкафа, компрессор установки работает на низких оборотах или не работает вообще, при этом теплосъем происходит с помощью «тепловых трубок». К средствам увеличения точности поддержания холодопроизводительности и энергоэффективности можно отнести использование инверторных компрессора и вентиляторов внешнего и внутреннего контуров, PID- контроллера, а также возможность подключения холодильного агрегата напрямую к системам учета и контроля электроэнергии всего здания посредством различных протоколов связи (такие, как Profinet, SNMP, Modbus TCP и CANopen и так далее). Это может быть организовано на оборудовании Rittal серии Blue e+ в совместной работе с IoT interface.

Резюме

Создание эффективных и энергосберегающих решений для промышленного контроля микроклимата включает в себя 3 этапа – проектирование, монтаж и эксплуатация.

На этапе проектирования должны быть выполнены общая компоновка, тепловой расчет и выбор способа контроля микроклимата. При проектировании распределительного шкафа, необходимо обращать внимание на ток воздуха внутри шкафа. Определение необходимой мощности охлаждения и среды, в которой будет размещен шкаф – это ключевые факторы для выбора типа и мощности решения по охлаждению.

На этапе проектирования и монтажа необходимы внимание к деталям и корректный монтаж компонентов в шкафу и компонентов контроля микроклимата, в соответствии с проектом, чтобы достичь показателей энергоэффективности. При этом рекомендуется проверить уплотнение корпуса и прочие места, которые могут повлиять на бесперебойную работу оборудования.

На этапе эксплуатации, необходим контроль мощности систем контроля микроклимата, а также должно проводиться техническое обслуживание для увеличения срока службы компонентов.

Использование современных агрегатов, имеющих в своем составе инверторы для плавного и точного регулирования мощности, компрессоров и насосов, а также вентиляторов с ЕС-управлением, позволяют потребителям экономить значительную долю потребляемой электроэнергии.

Rittal – The System.

Faster – better – worldwide.

- Enclosures
- Power Distribution
- Climate Control
- IT Infrastructure
- Software & Services

ООО "Риттал"

Россия · 125252 г. Москва, ул. Авиаконструктора Микояна, 12 (4-й этаж)

Тел. +7 (495) 775 02 30 · Факс +7 (495) 775 02 39

E-mail: info@rittal.ru · www.rittal.ru

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

