

# Технические возможности

## Оглавление

Руководство по подключению .....	Ж2
Конструкционные материалы .....	Ж4
Компьютерная программа для выбора .....	Ж5
Ценность стандартов .....	Ж6
Выбор емкости внешнего поддона .....	Ж7
Основы фильтрации .....	Ж13
Опции ослабления шума .....	Ж25
Основы акустики .....	Ж33
Управление электродвигателем .....	Ж58
Устранение парения .....	Ж60
Важность ухода за оборудованием испарительного охлаждения	Ж62
Формулы .....	Ж70
Сменные детали .....	Ж71
Руководство по применению .....	Ж73
Словарь терминов .....	Ж83

# Руководство по подключению

## Введение

Ниже приведен обзор типов соединений, используемых ВАС. Точный тип соединения для конкретной модели ВАС можно найти на чертеже изделия или узнать в местном представительстве ВАС Balticare.

## С фаской для сварки

Этот тип соединений представляет собой отрезок трубы со "снятой фаской" на срезе. Фаска облегчает сварку на месте монтажа и обеспечивает сварку на полную глубину. Сварочный материал заполняет углубление между двумя коническими кромками, как показано на рисунке.

## С канавкой для механического сцепления

Этот тип соединения представляет собой отрезок трубы с канавкой для приема механической соединительной муфты.

## Круглый фланец с плоским торцом

Это стандартное соединение типа "болт-отверстие" в точках соединения, предназначенное для стыковки с фланцем EN 1092 с плоским торцом. Когда ВАС поставляет соединение такого типа для бассейна горячей воды, монтажные болты постоянно закреплены на соединительной пластине. Все прочие компоненты (трубы, гайки, болты, плоские шайбы и т.п.) поставляются другими производителями, если не указано иначе.

## С наружной резьбой

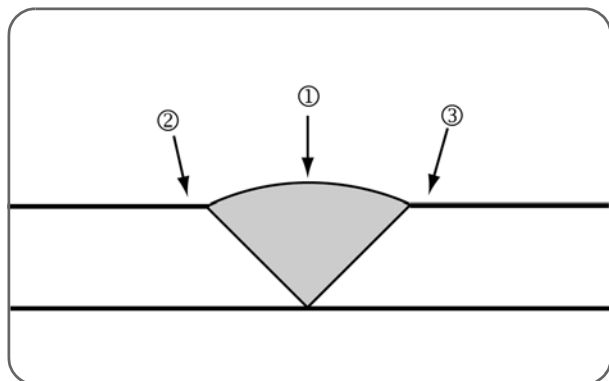
Этот тип соединения представляет собой отрезок трубы с наружной резьбой для соединения с трубой с внутренней резьбой (ТВР).

## Рукавное соединение

Рукавное (муфтовое) соединение используется для соединения двух примыкающих (ПВХ) труб двух различных секций одного изделия, например, трубопроводов насоса. Рукав изготовлен из резины и может выдерживать давление до 5 бар.

## Хомутное соединение

RVS соединение 4" или 6" с уплотнением из неопреновой резины (НБР) для соединения трубопроводов от сухого к влажному теплообменнику в гибридных охлаждающих установках



Сварка

1. Сварочный материал; 2. Конусный край монтируемого трубопровода; 3. Конусный край соединения ВАС.

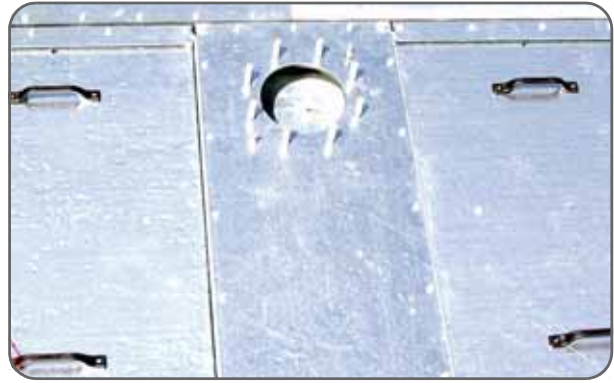


Соединение с канавкой

1. С канавкой для механического сцепления



Фланец с плоским торцом на панели бассейна холодной воды, предназначенный для стыковки с фланцем EN 1092.



Фланец с плоским торцом и монтажными болтами на панели бассейна горячей воды, предназначенный для стыковки с фланцем EN 1092.



Рукавное соединение



Хомутное соединение



ТНР соединение

# Конструкционные материалы

## Введение

Рабочая среда, желаемый срок службы и бюджет - все это влияет на выбор конструкционных материалов для установки испарительного охлаждения. Изделия ВАС доступны в исполнении из различных материалов, а их конструкции оптимизированы для длительного срока службы и легкого технического обслуживания. В результате владелец может добиться максимального достижения целей эксплуатации оборудования.

В этом разделе описаны конструкционные материалы, доступные для изделий ВАС. Для определения наилучших вариантов материалов для вашего конкретного проекта, проконсультируйтесь в местном представительстве ВАС Balticare.

## Оцинкованная сталь

Сталь Z-600 с горячим оцинкованием - самая толстая имеющаяся в продаже оцинкованная сталь, общепризнанная за ее прочность и стойкость к коррозии. Для обеспечения долговечности, сталь Z-600 с горячим оцинкованием используется как базовый материал для всех стальных изделий и деталей, а все открытые кромки после изготовления защищаются покрытием с повышенным содержанием цинка. При условии хорошего обслуживания и должной обработки воды, изделия из оцинкованной стали Z-600 обеспечат превосходный срок службы при условиях эксплуатации, нормально встречающихся при использовании для комфортного охлаждения и в промышленности.

## Защита Baltiplus

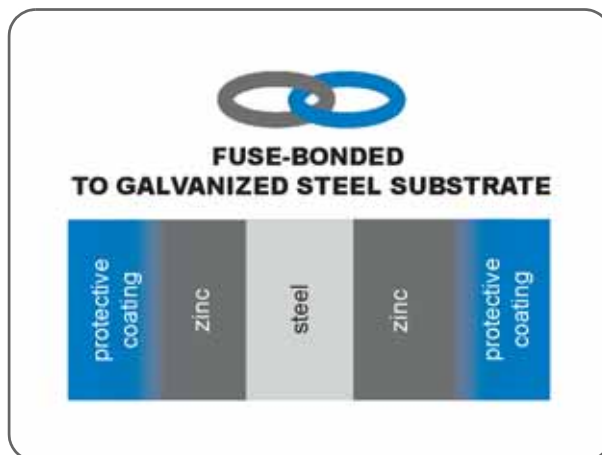
После изготовления сталь Z-600 с горячим оцинкованием покрывается защитным слоем полимерной краски.

## Система защиты от коррозии

### Baltibond®

Система защиты от коррозии BALTIBOND® - это уникальный системный подход для защиты оборудования испарительного охлаждения. Специальный гибридный полимер, состав которого обеспечивает крепкое сцепление, прочность и непроницаемость для жидкостей, наносится на поверхность из стали Z-600 с горячим оцинкованием методом электростатического напыления. Далее под воздействием тепла полимер проходит стадию термоотверждения и наплавления на подложку из оцинкованной стали.

Система защиты от коррозии BALTIBOND® может продлить срок службы оборудования и облегчает проблему "белой ржавчины", фактически устраняя необходимость периодической пассивации деталей из оцинкованной стали.



## Нержавеющая сталь

Для некоторых критических применений предпочтительнее использование нержавеющей стали. Для большинства линий своих изделий ВАС в качестве опционного материала предлагает нержавеющую сталь. Доступны две марки нержавеющей стали, AISI 304 (DIN Werkst. Nr. 1.4301) или AISI 316 (DIN Werkst. Nr. 1.4401 или 1.4404). Нержавеющая сталь AISI 316 рекомендуется для применений с концентрацией хлоридов в циркулирующей воде выше 250 промилле (миллионных долей).

## Компоненты конструкции

Кроме различных структурных материалов для своих установок, ВАС тщательно отбирает материалы, используемые для всех компонентов своих изделий. Дополнительные материалы, такие как стойкий к коррозии полиэфир, армированный стекловолокном (ПАС), поливинилхлорид (ПВХ), алюминий и медь используются для изготовления компонентов в тех случаях, когда необходимо обеспечить коррозионную стойкость, требуемую для изделия, работающего в режиме испарительного охлаждения.

## Выбор какого материала правильный для моего проекта?

В раздел продукции каждой градирни, градирни испарительного типа и испарительного конденсатора в данном каталоге включено и обсуждение вариантов конструкции. Эти разделы определяют доступность определенных материалов и комбинаций материалов для каждого изделия. Смотрите эти разделы для информации по конкретным изделиям. Местный торговый представитель ВАС Balticare может проконсультировать вас по должной конструкции изделия для вашего конкретного проекта.



# Компьютерная программа для выбора

## Легкая в использовании компьютерная программа выбора

ВАС разработала всеобъемлющую программу компьютерного отбора, которая симулирует работу холодильного и теплообменного оборудования в широком диапазоне климатических и эксплуатационных условий и выдает все технические данные, относящиеся к выбранной модели(ям).

Программа отбора предоставляет возможность производить отборы в широком диапазоне рабочих условий одновременно для различных линий продуктов, и за счет этого позволяет выполнять параллельное сравнение различных конфигураций изделий.

Для отобранных изделий часто имеется резервная мощность при проектных условиях. Отборы могут быть оптимизированы по максимизации потоков, температурам холодной и горячей воды, температурам по мокрому термометру, или по подходу к решению задачи.

## Выбор градирни

Программа выбора градирни обеспечивает выбор оборудования для применений, использующих в качестве технологической жидкости чистую или грязную воду.

## Выбор градирни с закрытым контуром / гибридного оборудования

Программа выбора градирен испарительного типа обеспечивает выбор оборудования для применений, использующих в качестве технологической жидкости воду, водные растворы этиленгликоля или пропиленгликоля.

## Выбор испарительного конденсатора / гибридного оборудования

Программа выбора испарительного конденсатора обеспечивает выбор оборудования для применений, использующих хладагенты R-717 (аммиак), R-22 и HFC.

## Выбор оборудования с режимом сухой и адиабатической работы

Программа выбора сухой и адиабатической работы обеспечивает выбор оборудования для применений, использующих в качестве технологической жидкости воду, водные растворы этиленгликоля или пропиленгликоля.

## Принадлежности

Программа выбора оценивает использование принадлежностей, которые могут повлиять на производительность (то есть, малозумных вентиляторов, шумоглушителей, теплообменников снижения парения, и т.п.)

## Данные о шуме

Для стандартных вариантов выбора программа выбора выдает справочные значения уровня шумов на любом расстоянии. Для инсталляций, чрезвычайно чувствительных к шумности, уровни шумов доступны также для изделий с малозумными вентиляторами и шумоглушителями.

## Сайт в Интернете

Доступ к программе выбора ВАС можно получить через наш сайт [www.BaltimoreAircoil.com](http://www.BaltimoreAircoil.com) (для Европы). Для работы с программой выбора в интерактивном режиме по запросу может быть предоставлен код доступа.

# Ценность стандартов

## Введение

Baltimore Aircoil искренне верит в ценность стандартов и программ независимой сертификации. Благодаря этой философии покупатели могут быть уверены в постоянном уровне производительности и качества при использовании изделий и услуг ВАС.

## ISO9001:2000

Это фундаментальное убеждение в первую очередь демонстрируется сертификацией ISO 9001:2000, полученной ВАС на дизайн, инженерию и производство изделий для испарительного охлаждения. Соответствие стандартам ISO 9001:2000 предлагает клиентам ВАС лучшее, более последовательное качество, надежную производительность и уверенность, что изделие будет доставлено в срок и в соответствии со спецификациями. Постоянное качество также снижает потенциал проблем при монтаже и эксплуатации. Любые проблемы, о которых сообщил клиент, быстро решаются, а также принимаются превентивные меры по предотвращению их повторного возникновения. Такой уровень работы обеспечивается за счет частого внутреннего обучения и аудитов, подкрепленных жесткими внешними аудитами, проводимыми независимым, ISO-аккредитованным регистратором. ISO 9001:2000 также требует демонстрации постоянного улучшения продукции, процессов и систем, что выгодно как ВАС, так и ее многочисленным клиентам.



## Европейские директивы и стандарты

Проектирование изделий ВАС производится с учетом Европейских директив и признанных стандартов. Примеры приведены ниже:

- European Machine Directive (Европейская машинная директива) 98/37/EC
- European Pressure Equipment Directive PED (Европейская директива по оборудованию, работающему под давлением) 97/23/EC
- Директива ATEX: 94/9/EC
- Директива по низковольтному оборудованию 73/23/ЕЕС, 93/68/EC
- Электромагнитная совместимость: 89/336/ЕЕС, 92/31/ЕЕС, 93/68/ЕЕС, 2004/10/EC
- EN 13741 Приемочные испытания тепловой производительности мокрых градирен с механической тягой.
- EN 14705 Метод измерения и оценки тепловой производительности мокрых градирен.

Кроме поддержки этих директив и стандартов, ВАС активно сотрудничает с промышленными организациями, такими как ASHRAE, ASME, CEN, ARI, CTI, EUROVENT и FM для улучшения их стандартов и технической документации, или разработки стандартов или руководств, если таковых в настоящее время не существует. Например, ВАС поддержала разработку документа "Рекомендуемые нормы и правила для содержания вашей охлаждающей системы эффективной и безопасной", и брошюры "Испарительное охлаждение, как эффективные технологии теплопередачи помогают защищать окружающую среду", опубликованных EUROVENT. Недавно ВАС поддержала разработку VDMA Einheitsblatt 24649 "Empfehlungen zum wirksamen und sicheren Betrieb einer Verdunstungskühlanlage". ВАС - активный член многочисленных торговых ассоциаций в США и Европе. ВАС активно приглашает покупателей, поставщиков и конкурентов присоединяться к нам для разработки и поддержки общепризнанных стандартов и программ сертификации ради блага индустрии и общества в целом. ВАС приветствует отклики на эту тему, которые можно послать на [info@BaltimoreAircoil.be](mailto:info@BaltimoreAircoil.be).



Рекомендованные Eurovent нормы и правила



Брошюра Eurovent по испарительному охлаждению



# Выбор емкости внешнего поддона

## Для градирни открытого типа

Внешние поддоны используются в системах испарительного охлаждения как средство защиты бассейна холодной воды от замерзания при работе в холодное время года. Внешний поддон обычно располагается в обогреваемом помещении, и может предотвратить необходимость приспособливания оборудования с испарительным охлаждением к зимним условиям. Внешний поддон должен обеспечивать достаточный объем хранения, чтобы принять в себя всю воду, которая стечет в него во время выключения системы, включая:

- Общий объем воды, содержащийся в градирне во время работы (объем градирни).
- Общий объем воды, содержащийся во всей системе трубопроводов, расположенных выше рабочего уровня воды в удаленном поддоне (объем трубопроводов системы).
- Объем воды, содержащийся в любом теплообменнике или другом оборудовании, расположенном выше рабочего уровня воды в удаленном поддоне, которая стечет в поддон, когда система охлаждения будет выключена (объем системных компонентов).

Максимальный объем воды, содержащейся в градирне, есть объем воды до уровня перелива. Кроме воды, имеющейся в бассейне холодной воды во время работы, этот объем будет учитывать воду в системе распределения, воду на увлажняющей поверхности, плюс допуск на внешний пролив из трубопроводов и другого оборудования. Этот упрощенный метод является консервативным подходом, поскольку он не будет учитывать любые сокращения объема за счет скоростей потока. Для получения конкретной информации для вашего проекта свяжитесь с местным представительством ВАС.

### Фактор безопасности

При проектировании емкости внешнего поддона проследите за тем, чтобы полезный доступный объем емкости был на 5% больше, чем общий требуемый объем. Полезный доступный объем - это объем между рабочим уровнем и уровнем перелива во внешнем поддоне. Минимальный рабочий уровень необходимо поддерживать во внешнем поддоне для предотвращения завихрений воздуха, попадающего в поддон через всасывающее соединение.

### Пример

VTL-059-H будет смонтирован в системе градирня/теплообменник, в которой будет использован внешний поддон. Объем воды, содержащейся в теплообменнике - 95 литров. Система была спроектирована с 10 метрами трубы с номинальным диаметром (НД) 100 мм, которая будет расположена выше рабочего уровня во внешнем поддоне. Каков правильный объем емкости внешнего поддона?

### Решение:

Из VTL-таблицы на стр. страницу 8, объем бассейна холодной воды на уровне перелива для VTL-059-H равен 555 литрам.

Из таблицы "Емкость труб" на стр. страницу 9, труба НД 100 будет содержать 8,2 литра воды на погонный метр трубы. Общий объем, содержащийся в трубе НД 100, равен 82 литрам.

Объем воды, содержащейся в теплообменнике градирни - 95 литров.

Общий требуемый объем:

Объем бассейна градирни на уровне перелива (555 литров)  
 + Объем труб системы (82 литра)  
 + Объем компонентов системы (95 литров)  
 = общий объем 732 литра  
 732 литра x 1,05 (страховочный коэффициент) = 770 литров требуется.

Исходя из этих расчетов, минимальный объем емкости внешнего поддона должен составлять 770 литров.



Таблица 1: Серия 3000D

Объемы бассейна холодной воды для S3000-D		
Номер модели	На рабочем уровне (л)	На уровне перелива (л)
S3 D240L - S3 D299 L	1597	3626
S3 D333L - S3 D379 L	1597	3857
S3 D455L - S3 D527 L	2036	4879
S3 D412L - S3 D436 L	2036	4614
S3 D552L - S3 D672 L	3285	6764
S3 D728L - S3 D828 L	3285	8312
S3 D872L - S3 D970 L	3285	9330
S3 D1056L - S3 D985 L	3285	10121
S3 D473L - S3 D501 L	2710	5863
S3 D583L - S3 D725 L	4201	8282
S3 D1132L - S3 D1301 L	4201	12154

Таблица 2: TXV

Объемы бассейна холодной воды для TXV		
Номер модели	На рабочем уровне (л)	На уровне перелива (л)
TXV 109 - TXV 154	508	1614
TXV 177 - TXV 193	679	2158
TXV 217 - TXV 237	720	2652
TXV 292 - TXV 333	720	3714
TXV 310 - TXV 425	820	4695
TXV 354 - TXV 500	1090	5624

Таблица 3: VTL

Объемы бассейна холодной воды для VTL		
Номер модели	На рабочем уровне (л)	На уровне перелива (л)
VTL 039 - VTL 079	290	555
VTL 076 - VTL 095	435	815
VTL 086 - VTL 137	580	1090
VTL 139 - VTL 215	875	1655
VTL 225	1170	2175
VTL 227	875	1655
VTL 238 - VTL 272	1170	2175





Таблица 4: VXT

Объемы бассейна холодной воды для VXT		
Номер модели VXT	На рабочем уровне (л)	На уровне перелива (л)
VXT 10 – VXT 25	45	100
VXT 30 – VXT 55	100	210
VXT 65 – VXT 85	150	325
VXT 95 – VXT 135	205	435
VXT 150 – VXT 185	275	580
VXT N215 – VXT N265	850	1850
VXT N310 – VXT N395	1220	2810
VXT 315 – VXT 400	1400	2300
VXT N430 – VXT N535	1630	3765
VXT 470 – VXT 600	2125	3490
VXT 630 – VXT 800	2850	4680
VXT 870 – VXT 1200	4300	7060

Таблица 5: Емкость труб

Номинальный размер трубы		Внутренний диаметр	Объем на погонный метр
Дюймы	мм	мм на основе трубы сортамента 40	Литров
3	80	77,9	4,8
4	100	102,3	8,2
6	150	154,1	18,7
8	200	202,7	32,3
10	250	254,5	50,9
12	300	303,3	72,3
14	350	333,5	87,4
16	400	381,1	114,1
18	450	428,8	144,4
20	500	478,0	179,5
24	600	574,9	259,6



## Для градирни с закрытым контуром или испарительного конденсатора

**Примечание:** В этом разделе приведены инструкции по выбору внешнего поддона только для градирен с закрытым контуром или испарительных конденсаторов.

Внешние поддоны используются в системах испарительного охлаждения как средство защиты бассейна холодной воды от замерзания при работе в холодное время года. Когда насос рециркуляции градирни с закрытым контуром или испарительного конденсатора не работает, вся циркулирующая вода стекает самотеком во внешний поддон. Внешний поддон обычно располагается в обогреваемом помещении, и может предотвратить необходимость приспособления бассейна холодной воды к зимним условиям.

Внешний поддон должен иметь такой размер, чтобы обеспечивать высоту всасывания для насоса, плюс компенсационный объем для приема всей воды, которая сольется в емкость поддона после отключения насоса. Этот компенсационный объем (также называемый сливным объемом) включает воду в оборудовании испарительного охлаждения и воду в трубопроводах между изделием и внешним поддоном. Объем воды в оборудовании испарительного охлаждения включает воду во взвешенном состоянии (вода в системе орошения и падающая сквозь секцию теплопередачи) и воду в бассейне холодной воды во время нормальной работы. В таблицах на стр. страницу 11 указан объем воды во взвешенном состоянии, плюс вода бассейна холодной воды, обозначенная как "объем бассейна на уровне перелива." Таблица "Емкость труб" на стр. страницу 9 может быть использована для расчета объема воды в трубопроводах между изделием и внешним поддоном (включая подъемные и сливные трубопроводы) для применений, где использованы трубы сортамента 40.

Чтобы выбрать внешний поддон для конкретного проекта, определите общий объем (объем оросительной воды, плюс объем трубопроводов) и выберите внешний поддон с полезным доступным объемом на 5% выше требуемого.

Гибридным градирням HFL с закрытым контуром не требуется внешний поддон. Благодаря малому объему используемой в них воды и уникальной конструкции поддона/племума, они могут переключаться с режима мокрой работы на сухую работу и наоборот без необходимости слива воды в поддон. Электрические подогреватели поддона защитят его от замерзания при наружных температурах до  $-25^{\circ}\text{C}$ , даже когда вентилятор(ы) работает.

### Замечания по применению

Стандартный центробежный насос с глухой муфтой, стандартно устанавливаемый на изделия ВАС, сконструирован и выбран специально для высоты напора и расхода, требуемых, когда насос смонтирован в изделии. **Этот насос не может быть использован для внешних поддонов, и поэтому не описывается.** При выборе насосов для внешних поддонов следует учитывать следующие факторы:

- Общую высоту напора от рабочего уровня внешнего поддона до входа в испарительное оборудование.
- Потери на трение в трубопроводах и клапанах.
- Для всех градирен с закрытым контуром и испарительных конденсаторов на входе в систему распределения воды требуется давление 14 кПа.
- Требуемый расход воды на орошение указан в таблицах на стр. страницу 11.

**В нагнетательную линию насоса всегда следует встраивать клапан, чтобы иметь возможность отрегулировать поток воды до необходимых значений расхода и давления.** Давление воды на входе должно измеряться манометром, вмонтированным в стояк подачи воды вблизи входа в изделие. Клапан следует настроить для создания указанного давления на входе, что обеспечит проектный расход воды.

**Точные значения давления на входе и расхода важны для правильной работы испарительного оборудования.** Повышенное давление (более 70 кПа) может вызвать утечки в системе распределения воды для орошения. Низкое давление или расход могут привести к неправильному увлажнению теплообменников, что отрицательно повлияет на тепловую производительность, спровоцирует образование известкового налета, а также может вызвать избыточное разбрызгивание.

В установках с внешним поддоном стандартный поплавковый клапан(ы) и сетчатый фильтр(ы) в бассейне холодной воды отсутствуют и заменены на выпускное соединение должного размера. В большинстве изделий выпускное соединение внешнего поддона расположено на днище. В более мелких изделиях серий VL и VX соединение расположено на конце боковой стенки изделия. Чтобы выяснить расположение выпускного соединения внешнего поддона, смотрите чертеж соответствующего изделия, который можно получить в местном представительстве ВАС Balticare или на [www.BaltimoreAircoil.com](http://www.BaltimoreAircoil.com).

Другим эффектом использования внешнего поддона является то, что рабочий вес испарительного изделия уменьшается (вклад в это уменьшение могут внести изменения конструкции, исключение встроенного насоса оросительной системы и/или изменения объема бассейна холодной воды).

### Пример

FXV-422 будет установлен в системе, в которой также будет использоваться внешний поддон. Система была спроектирована с 12 метрами трубы с НД 150 мм, которая будет расположена выше рабочего уровня во внешнем поддоне. Каков правильный объем внешнего поддона?

**Решение:**

Из таблицы – FXV-CXV-HXI-HXC на стр. страницу 11, объем воды для орошения у FXV-422 составляет 997 литров.

Из таблицы "Емкость труб" на стр. страницу 9, труба НД 150 будет содержать 18,7 литра воды на погонный метр. Общий объем воды, содержащейся в трубе НД 150, составляет 12 метров x 18,7 литра/метр = 225 литров.

Общий требуемый объем:

- Объем воды для орошения (997 литров)
- + Объем в трубопроводах системы (225 литров)
- = общий объем 1222 литра

1222 литра x 1,05 (страховочный коэффициент): 1283 литра требуются.

Исходя из этих расчетов, минимальный объем емкости внешнего поддона должен составлять 1283 литров.

Таблица 6: FXV – CXV - HXI - HXC

Объемы бассейнов холодной воды для CXV - FXV - HXI - HXC							
Номер модели CXV	Номер модели FXV	Номер модели HXI	Номер модели HXC	На рабочем уровне (л)	На уровне перелива (л)	Расход воды для орошения (л/с)	Размер на выпуске (3)
CXV 74 - 93	FXV 42x	HXI 42x		556	997	12	150
CXV 117 - 147	FXV 43x	HXI 43x	HXC 131 - 147	847	1519	18,3	150
CXV 153 - 193	FXV (Q)44x	HXI 44x	HXC 173 – 193	1137	2041	31,5	200
CXV 207 - 296	FXV (Q)54x	HXI (Q)54x	HXC 214 – 288	685	2217	45,1	200
CXV 338 - 435	FXV (Q)56x	HXI (Q)56x	HXC 379 – 424	1036	3350	56,8	200
CXV 283 - 327	FXV 64x	HXI (Q)64x	HXC 309	785	2852	45,1	200
CXV 416 - 481	FXV (Q)66x	HXI (Q)66x	HXC 468	1187	4311	56,8	200
CXV D645 - D792	FXV D288			3207	5308	113,6	300
CXV D791 - D944	FXV D364			4259	6587	113,6	300

Таблица 7: VXI - VXC

Объемы бассейна холодной воды для VXI - VXC					
Номер модели VXI	Номер модели VXC	На рабочем уровне (л)	На уровне перелива (л)	Расход воды для орошения (л/с)	Размер на выпуске (3)
(*VXI 9-x	VXC 14 - 28	45	100	2,2	65
(*VXI 18-x	VXC 36 - 65	100	210	4,7	80
(*VXI 27-x	VXC 72 - 97	150	325	7,1	100
(*VXI 36-x	VXC 110 - 135	205	435	9,5	100
(*VXI 50-x	VXC 150 - 205	275	580	13,9	150
(*VXI 70-x	VXC 221 - 265	850	1850	19,2	150
-	VXC 357 - 454	1400	2300	30,8	200
VXI 180-x	VXC 562 - 680	2125	3490	46,7	250
-	VXC 714 - 908	2125	3490	61,6	250
VXI 360-x	VXC 1124 - 1360	4300	6420	93,4	300
VXI C72	VXC C220-C287	805	1850	19,2	200
(*VXI 95-x	VXC S288 - S350	805	1850	25,2	150
VXI C108	VXC C326-C426	1220	2810	29,0	200
VXI 145-x	VXC S403 - S504	1220	2810	38,5	200
VXI 190-x	VXC S576 - S700	1820	3730	50,4	250
VXI 290-x	VXC S806 - S1010	2470	5690	77	300
VXI 144-x	VXC 495 - 516	1795	3410	39,1	200
VXI 215-x	VXC 715 - 804	2725	5175	56,8	250
VXI 288-x	VXC 990 - 1032	3655	6935	78,2	250
VXI 430-x	VXC 1430 - 1608	5515	10475	113,6	300



Таблица 8: VFL - VCL

Объемы бассейна холодной воды для VFL - VCL					
Номер модели VFL	Номер модели VCL	На рабочем уровне (л)	На уровне перелива (л)	Расход на орошение (л/с)	Размер на выпуске (3)
VFL 24X	VCL 042-079	290	555	5,9	100
VFL 36X	VCL 084-133	435	815	9,0	100
VFL 48X	VCL 131-159	580	1090	12,1	150
VFL 72X	VCL 167-258	875	1655	17,9	150
VFL 96X	VCL 239-321	1170	2175	24,2	200

**Примечания:**

1. Уровень перелива - это объем воды для орошения, и основан на максимальном рабочем уровне воды в бассейне холодной воды без колена в системе трубопроводов ниже выпускного соединения изделия.
2. Все объемы внешних поддонов приведены для моделей с выпускным соединением на дне и с указанным выше размером, за исключением моделей, помеченных звездочкой (\*), у которых выпускное соединение расположено на конце и имеет указанный выше размер.
3. Размер выпускного соединения относится только к системам с внешним поддоном. Расположение сливного соединения указано на сертифицированном чертеже изделия, или же его можно узнать в местном представительстве BAC Balticare.

# Основы фильтрации

## Введение

ВАС рекомендует устанавливать эффективную систему фильтрации во все системы охлаждения. На это имеется несколько очень веских причин.

### Должная фильтрация в градирне:

- Продлевает срок службы вашей установки и быстро окупает вложенные средства (обычный срок окупаемости 12-18 месяцев)
- Снижает риск вспышек "болезни легионеров"
- Поддерживает оптимальную эффективность теплопереноса в теплообменниках
- Помогает оптимизировать оборудование для обработки воды
- Снижает расходы на программы химической обработки, затраты на обслуживание и очистку, а также длительность простоев

В данном разделе о фильтрации приведен краткий обзор различных технологий и подходов к фильтрации воды в градирнях, включая преимущества и ограничения наиболее популярных систем фильтрации, используемых в системах охлаждения как с открытым, так и с закрытым контуром.

## Основные цели фильтрации жидкостей

При рассмотрении того, какой тип фильтрации станет оптимальным для вашей системы, важно принимать во внимание принципиальные цели фильтрации жидкостей, которые включают:

### 1. КАКИЕ твердые частицы вы хотите отфильтровать из жидкости?

Это выражается следующими показателями:

- Размер частиц (измеряется в микронах)
- Вес частиц (измеряется их удельным весом)
- Форма
- Объем

### 2. ГДЕ, или в какой точке системы вы хотите отфильтровать эти частицы, и какой эффект данный метод фильтрации окажет на скорость потока, потери давления и другие характеристики фильтруемой жидкости? С этими факторами связан и основной вопрос - какой из компонентов системы градирни нуждается в защите, которую обеспечивает данный метод фильтрации.

Для достижения ожидаемых результатов очень важно рассмотреть основные принципы фильтрации. Начнем с твердых частиц.

### Принцип № 1: твердые частицы

Загрязнение контуров испарительного охлаждения твердыми частицами может происходить из различных источников, включающих пыль из воздуха, воду подпитки, продукты коррозии и образование осадочных минералов. Типичным источником загрязнения закрытых контуров является износ конструкционных материалов или побочные продукты коррозии. Как в открытых установках, так и в установках с закрытым контуром, твердые частицы обычно загрязняют теплообменники, снижая эффективность теплопереноса, заставляя выполнять дополнительные процедуры отключения и очистки, и создавая возможную угрозу здоровью и безопасности. Прежде чем применять метод фильтрации для эффективного удаления загрязнений, важно сперва идентифицировать и определить тип этих частиц. Столь же важно выбрать метод фильтрации, понимая, где необходимо правильно установить оборудование, каков будет его размер, и каков потенциал выбранного решения.

Анализ частиц должен включать не только понимание того, частицы какого типа имеются в охлаждающей воде, но и какие из этих частиц вносят наибольший вклад в загрязнение и/или снижение эффективности теплообменника. Понимание типа частиц во многом определит наиболее подходящий тип фильтрации, который следует применить. Понимание размеров частиц определит уровень фильтрации, необходимый для достижения желаемой защиты теплообменника, И решит вопрос о возможных мерах, связанных с безопасностью и здоровьем. В сущности, для обеспечения должной защиты и безопасной работы системы охлаждающей воды и теплообменников не всегда критически важно удалять мельчайшие твердые частицы всех типов.

Имея представление о том, какие загрязнения должны быть отфильтрованы для достижения надежной и безопасной работы системы охлаждения, можно обратиться к обзору популярных методов фильтрации, который поможет выбрать устройства, подходящие для конкретного применения. Затем, используя объективный набор критериев отбора, можно определить наиболее подходящую систему фильтрации. Очевидными критериями становятся производительность и цена, однако когда целью является долгосрочная общая экономия, имеется несколько и других ключевых факторов, которые следует учитывать.

Каждый из методов фильтрования охлаждающей воды обещает свой уровень успеха относительно защиты теплообменников. Понимание базовой монтажной схемы для каждого метода раскрывает возможности этого



метода по удалению твердых частиц загрязнений. Накопленные с годами опыт и производительность позволяют сравнить различные методы, что может помочь оценить, каким потенциалом решения проблемы обладает каждый из них. Всесторонний обзор этих методов выявит их преимущества и ограничения.

Оседающие взвешенные твердые частицы, такие как песок, ил, ржавчина и осаждающиеся минералы, представляют несомненную проблему, поскольку они достаточно крупные, чтобы забивать форсунки и небольшие отверстия, и достаточно тяжелые, чтобы оседать в бассейнах градирен и внешних поддонах. Обычно эти частицы присутствуют в концентрациях достаточных, чтобы создавать проблемы во всей системе градирни.

Взвешенный мусор, такой как листья, травинки, тополиный пух, перья и различная органика, в избыточных концентрациях может забить форсунки и небольшие отверстия, перекрыв циркуляцию в системе. Такой тип примесей также проблематичен для наполнителя градирни. Поскольку такие загрязнители, как правило, не оседают, то маловероятно, что они создадут проблемы в бассейнах или внешних поддонах, но могут вызвать проблемы ниже теплообменников.

Во всем процессе анализа частиц предметом споров является размер частиц. Согласно одному из мнений, загрязнения размером 0,5 микрона и меньше не только количественно преобладают в воде градирни, но и наиболее ответственны за большинство проблем в градирнях. Согласно другому мнению, сверхмалые частицы (определяемые как частицы менее 5 микрон - примерно как клетки крови) и частицы, невидимые невооруженным глазом (40 микрон - размер частицы порошка талька или кончика человеческого волоса) не являются главным источником загрязнения и повышенной угрозы для здоровья в охлаждающих системах. При определении, какая система фильтрации станет лучшей для вашей системы, ВАС рекомендует руководствоваться здравым смыслом и принимать во внимание следующее:

- Частицы, способные забивать отверстия и ограничивать поток, должны быть удалены.
- В том, что касается риска для здоровья, то по рекомендациям Центра контроля заболеваний США (прямая связь с д-ром Барри Филдсом (Barry Fields), ЦКЗ), то реактивы для обработки воды в системе и биоцидные вещества будут работать эффективно и вступать в контакт со всеми бактериями в системе, если толщина осадка в бассейне градирни будет менее 1/16 дюйма (0,16 мм).
- "Ассоциация качества воды" - авторитет по стандартам питьевой воды в США, признает, что любые загрязнения размером менее 5 микрон чаще всего идентифицируются как бактерии, а такой загрязнитель удаляется не фильтрацией, а дезинфекцией.

Следует также принимать во внимание объем частиц. В таблице ниже приведен сравнительный и гипотетический пример на образце из одного триллиона частиц, разделенного на доли с различными размерами частиц. Как видно из таблицы, если 15% общего числа частиц крупнее 10 микрон, то эти 15% составляют более 99% от общего объема. В реальном контуре охлаждающей воды их может быть во много раз больше, но относительный показатель остается справедливым, и его важно учитывать в смысле того, какие из загрязнений должны вызывать наибольшее беспокойство. Этот факт необходимо учитывать при определении частиц, которые способны засорять небольшие отверстия в теплообменнике, забивать форсунки или накапливаться в наполнителе, бассейне или внешнем поддоне градирни, мешая добавленным в систему биоцидным веществам достигать бактерий.

Таблица 9: Размер частиц относительно Объема

Размер частиц (микроны)	Количество частиц (x миллион)	Общий объем (л)
0,45	212.500	0,1
1	212.500	1
3	212.500	3
5	212.500	15
<b>Итого:</b>	<b>850.000</b>	<b>18</b>
10	37.500	21
25	37.500	300
50	37.500	2.500
75	37.500	8.800
<b>Итого:</b>	<b>150.000</b>	<b>11.000</b>

Таблица выше, где представлен образец из одного триллиона частиц различного размера, показывает, что даже относительно небольшое число частиц размером 10-75 микрон может представлять собой очень большой объем частиц.





## Принцип № 2: где будет смонтирована фильтровальная установка, и как она повлияет на другие переменные

В каком месте комплекса градирни следует монтировать фильтровальную установку, и какой эффект она окажет на работу (и техобслуживание) градирни? Хотя на этот аспект фильтрации в градирне часто не обращают внимания, он очень важен. Решение о том, где именно разместить фильтровальную установку, нередко в первую очередь определяется тем, какое оборудование или компоненты нуждаются в защите от загрязнений, например, теплообменники, бассейн или внешний поддон градирни, наполнитель градирни и/или коллекторы/форсунки системы распределения воды.

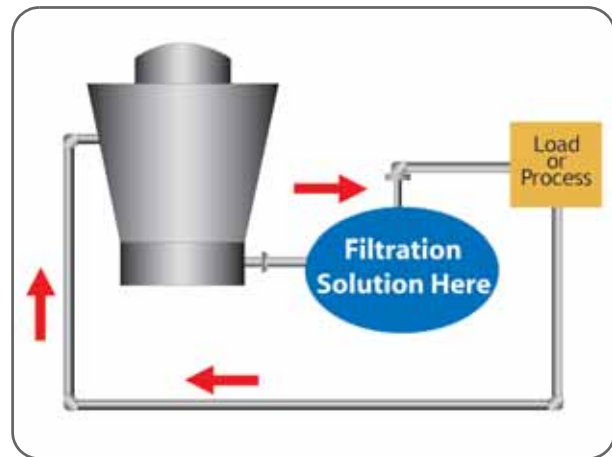
После решения этого вопроса, следующим шагом должна стать оценка расходов, связанных с проблемой: повышенные расходы на энергию и химикаты, простои, очистка, ремонт и/или замены, услуги сторонних организаций, сверхурочная работа и техобслуживание. Ожидаемые расходы станут важными, когда стоимость проблемы становится сравнимой со стоимостью ее решения.

В целом, имеются три подхода (обозначенные ниже "А", "Б" и "В") для ответа на вопрос о месте монтажа фильтровальной установки, каждый из них рассматривает проблему иначе и обладает собственными четкими достоинствами и преимуществами.

### ПОДХОД А: Полнопоточная фильтрация

В случае полнопоточной фильтрации фильтр обычно устанавливается в нагнетательной линии насоса холодильной системы, перед теплообменниками / охладителями. Размер фильтра подбирается исходя из полной производительности насоса, и он фильтрует всю воду, поступающую теплообменникам / охладителям - что и есть главное достоинство этого подхода. По оценкам, он увеличивает рабочий цикл теплообменника в десять раз, прежде чем возникает необходимость в техобслуживании (данные основаны на опыте пользователей, которые вели регистрацию "до и после").

Этот подход не решает напрямую проблему накопления твердых частиц в бассейне или внешнем поддоне. Хотя эффективная фильтрация может снизить общую концентрацию твердых частиц, само окружение градирни привлекает и порождает нежелательные твердые частицы, которые могут накапливаться в бассейне и поступать к теплообменнику. Полнопоточная фильтрация наиболее часто используется в новых установках, где может быть учтено воздействие системы фильтрации на требования к напору в системе и к занимаемой ей площади, и редко используется в модифицированных установках.

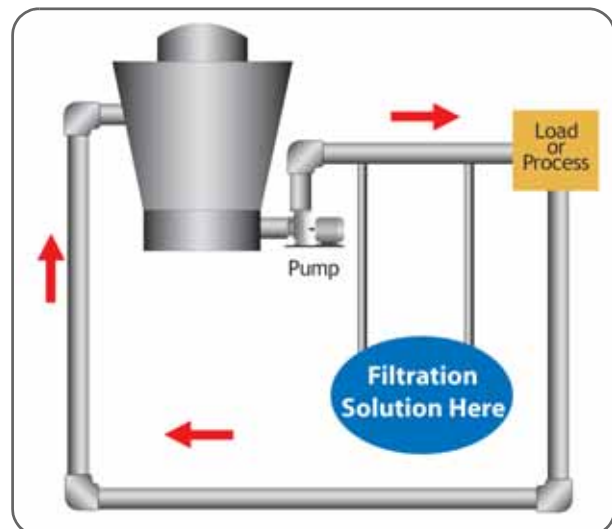


Полнопоточная защита

### ПОДХОД Б: Фильтрация с отводным контуром (или с боковым потоком)

Типичная система фильтрации с отводным контуром отводит примерно 5-20% полного потока, пропускает его через фильтр и возвращает в главный поток перед теплообменниками / охладителями. Логика этого метода заключается в фильтрации воды со скоростью, превышающей ожидаемое поступление загрязнений и объемный оборот воды в системе. В системах с закрытым контуром иногда используется меньший процент отводимой воды, но в открытых системах его обычно недостаточно для адекватного удаления поступающих твердых частиц. Местонахождение (например, вблизи открытых полей или в ветреных и пыльных местах) и сезонные условия (например, пыльца, сбор урожая или весеннее цветение) создают более высокий потенциал загрязнения, и для преодоления таких условий рекомендуется повысить процент воды, отводимой на фильтрацию.

По оценкам, этот подход увеличивает рабочий цикл теплообменников охлаждающих систем в три раза, прежде чем необходимость в техобслуживании становится острой (данные основаны на опыте пользователей, которые вели регистрацию "до и после"). Этот метод наиболее часто используется, когда



Защита с отводным контуром

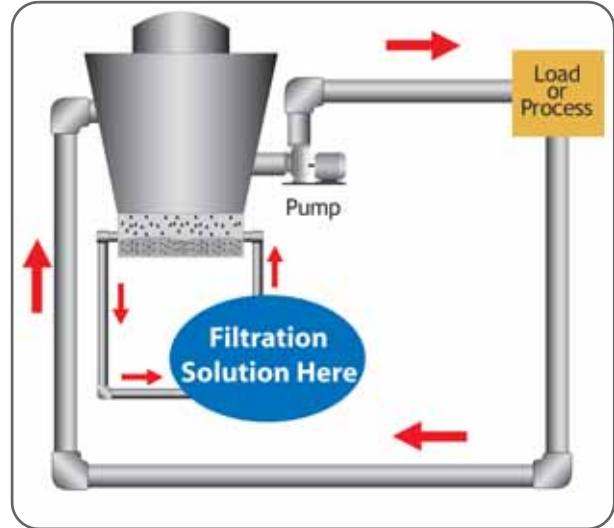
полный поток в системе чрезвычайно высок, из-за чего полнопоточная фильтрация становится финансово неосуществимой. Как и в случае полнопоточного метода, этот метод подход не решает напрямую проблему накопления твердых частиц в бассейне или внешнем поддоне. Фильтрация с боковым потоком широко и эффективно используется как в новых, так и существующих системах. Необходимо соблюдать осторожность при перенаправлении отводного потока обратно ко входу насоса, поскольку это снижает поток к теплообменникам, или может потребовать увеличения производительности насоса. В случае фильтрации с отводным контуром расположение фильтровальной установки очень важно для гарантированного направления загрязнений в фильтрующую систему. Рекомендуемая конфигурация трубопроводов при использовании подхода с боковой фильтрацией приведена на Рисунке.

За счет установки в магистрали полного потока Y-отвода или тройника, а также отбора воды из нижней части трубы, твердые частицы будут с большей вероятностью поступать в фильтр отводного контура, что повысит эффективность фильтрации по удалению твердых частиц из системы и снизит "унос".

#### ПОДХОД В: Очистка бассейна

По сравнению с двумя предыдущими подходами, фильтрация, конкретно ориентированная на контроль накопления твердых частиц в бассейне градирни или внешнем поддоне, является новинкой в индустрии ОВКВ. Однако поскольку этот подход контролирует попадание твердых частиц в систему фильтрации, буквально устраняет накопление твердых частиц в бассейне градирни, благотворно влияя на вопросы охраны здоровья и безопасности, и очень эффективно предотвращает попадание грязи на поверхности теплообмена, очистка бассейна стала в настоящее время одним из наиболее популярных и эффективных подходов к фильтрации.

Когда очистка бассейна используется как метод фильтрации, вода отводится из бассейна/поддона в пакет фильтров и возвращается в бассейн/поддон через систему специальных форсунок (см. пример на рисунке внизу), создавая управляемую турбулентность потока, предназначенную направлять все взвешенные частицы к всасывающему отверстию насоса системы очистки бассейна. Размер фильтровальной установки для очистки бассейна определяется площадью бассейна градирни или внешнего поддона.



Защита по методу очистки бассейна

#### Простое эмпирическое правило:

Глубина воды	Требуемая фильтрация, м <sup>3</sup> /ч
Менее 0,9 метра	0,2 м <sup>3</sup> /ч на 0,1 м <sup>2</sup>
Более 0,9 метра	0,3 м <sup>3</sup> /ч на 0,1 м <sup>2</sup>

Этот метод, несмотря на то, что его целью является предотвращение загрязнения бассейна или внешнего поддона, а не прямая защита теплообменника, очень эффективен для предотвращения попадания грязи в охлаждающую систему, и по оценкам увеличивает рабочий цикл теплообменника в восемь раз, прежде чем возникает необходимость в техобслуживании (данные основаны на опыте пользователей, которые вели регистрацию "до" и "после").

В отличие от упомянутых выше методов, очистка бассейна непосредственно нацелена на загрязнения, накапливающиеся в бассейне / поддоне. Очистка бассейна требует соответствующего использования системы форсунок с эффектом Вентури для повышения общей активности потока без необходимости использования насоса с высокой производительностью, за счет чего расходы на оборудование и электропитание насоса сводятся к минимуму. Эти форсунки и/или эжекторы увеличивают проходящий сквозь них поток в 5-6 раз, что позволяет использовать в фильтровальной



Эжектор очистителя поддона



установке фильтр и насос меньшего размера, поддерживая при этом активность потока на уровне, необходимом для "подметания" осаждаемых твердых частиц через бассейн / поддон к всасывающему отверстию насоса фильтровальной установки.

Важным элементом для эффективной работы этого подхода является соблюдение требований к потоку и давлению (не менее 1,4 бара) в выбранных эжекторах, что необходимо для получения достаточного потока, "выметающего" твердые частицы из бассейна / поддона и предотвращающего их накопление. Неадекватные поток / давление в этих эжекторах резко снижают их эффективность и способность системы направлять твердые частицы ко входу в насос и далее в фильтр. По существу, неадекватные поток / давление в результате приводят к такой же эффективности, как и у фильтра с отводным контуром.

## Популярное оборудование для фильтрации

В этом разделе описаны преимущества и недостатки каждого типа оборудования. Для быстрого сравнения смотрите таблицу "Преимущества и недостатки популярного фильтровального оборудования".

### Песочные фильтры

Широко известные песочные фильтры направляют жидкость в верхнюю часть корпуса и далее на поверхность подушки из песка или другого материала. По мере прохождения жидкости сквозь песчаную подушку загрязнения улавливаются верхним слоем песка. Жидкость постепенно проходит через фильтр, проходит в дренажную трубу у дна фильтротенка и выходит через выпускную трубу или коллектор. Во время процедуры очистки направление потока меняется на противоположное, вверх через выпуск / коллектор (или от других фильтротенков в системе, или от главного системного потока), при этом песчаная подушка разжижается, а обратный поток вымывает загрязнения через впускной трубопровод фильтра в линию обратной промывки для слива в канализацию. Песочные фильтры чаще всего устанавливаются в установках с отводным контуром. Перед их установкой в конфигурации с полнопоточной фильтрацией или очисткой бассейна следует принять меры предосторожности, поскольку возможно прерывание потока во время обратной промывки или из-за забивания фильтра.

**Удаление твердых частиц** - этот тип устройств наиболее пригоден для удаления легких твердых частиц, органики и других взвешенных загрязнителей. Хотя они и способны удалять более тяжелые твердые частицы, процедура очистки / обратной промывки делает их удаление из песочного фильтра очень трудным - что может привести к их остаточному накоплению, повышению перепада давления через фильтр, или чрезмерной частоте промывок. Когда песочные фильтры выбирают для удаления очень мелких частиц, необходимо или завышать их габариты для снижения потока через единицу площади, или использовать песок повышенного качества, что увеличивает как расходы, так и потерю давления через фильтр.

**Диапазон потоков** - общая площадь поверхности подушки песочного фильтра и номинальная скорость потока на квадратный метр (типично 14 л/с/м<sup>2</sup>) диктуют размер (диаметр) и/или количество фильтротенков в системе с песочными фильтрами. Хотя некоторые производители используют только один большой тенк, другие используют несколько тенков меньшего диаметра. Теоретически неограниченная пропускная способность нейтрализуется логикой размера и/или общей конфигурации системы с песочными фильтрами.

**Потеря давления** - потери давления варьируют от низкой (типично 7 кПа) до высокой (76 кПа). Очень низкая потеря давления через чистый песочный фильтр может оказаться быстро утраченной при фильтрации воды с высоким содержанием твердых частиц.

**Потеря воды** - во время цикла обратной промывки нередко теряются сотни, а то и тысячи галлонов воды. Значительный объем воды для подпитки может также потребовать значительной химической обработки. Как правило, часть песка также регулярно теряется во время обратной промывки, что требует периодического возмещения потерь.

**Обработка твердых частиц** - обработка твердых частиц обычно автоматизирована, так как они удаляются вместе с промывочной водой. Из-за высокого содержания жидкости во время цикла обратной промывки, концентрирование твердых частиц обычно не является практичным.

**Заменяемые детали** - типичные руководства по замене деталей для песочных фильтров насчитывают восемь и более страниц. В основном замены требуют движущиеся детали и электромеханическое оборудование для автоматической обратной промывки. За состоянием песка необходимо следить, а также периодически выбрасывать и заменять новым. Неправильная обратная промывка может также привести к накоплению загрязнений в песчаной подушке, что дает возможность для размножения и/или накопления опасных бактерий. Если в системе имеется масло или смазка, потребуется частая замена фильтрующего песка - который может быть признан опасным отходом, что усложнит процедуру его утилизации.

**Требования к техобслуживанию** - обратная промывка может запускаться вручную или автоматически. Ручной вариант, если систему не очищать регулярно и с должными промежутками, может породить риск образования

такого перепада давления, которое окажется чрезмерным и разрушительным для системы. Кроме того, редкие промывки позволяют загрязнениям глубоко проникать в песочную подушку, делая полную промывку песка еще более затруднительной, и приводят к накоплению грязи в фильтре, вынуждая увеличивать частоту промывок и потерю воды.

Даже если за системой должным образом следят, ее необходимо периодически выключать для удаления и замены песка. При использовании воды с высоким содержанием кальция (жесткой) в песчаной подушке нередко начинается накопление минерального осадка, который превращает песок в затвердевшую массу, промыть которую уже невозможно.

Для поддержания фильтра в должном рабочем состоянии обычно рекомендуется его ежемесячный осмотр.

**Требования к площади** - будьте готовы к тому, что относительно заданной скорости потока песочные фильтры потребуют для установки от 10 до 20 раз большей площади, чем другие типы оборудования для фильтрации. Конфигурации песочных фильтров также имеют ограничения по высоте потолка или трубопроводам.

**Преимущества:** Песочные фильтры удаляют мелкие и легкие частицы; улучшают прозрачность воды; легко автоматизируются; не требуют удаления твердых частиц; удаляют разнообразные твердые частицы; эффективны в широком диапазоне потоков и давлений.

**Недостатки:** Склонны к изменению или прерыванию потока по мере накопления твердых частиц; необходима обработка больших объемов промывной воды; может потребоваться интенсивное техобслуживание; тяжелые или осаждающиеся частицы забивают песок, требуя его частой замены; пространство для установки может стать проблемой; при нагрузке с большой концентрацией твердых частиц объем промывной воды может стать чрезмерным.

### Сепараторы

Для удаления твердых частиц, которые тяжелее воды, сепараторы используют центробежные силы, возбуждаемые тангенциальным впуском жидкости в сепаратор. Более эффективные конструкции для повышения скорости используют внутренние ускоряющие щели, а затем проводят осаждение в зоне с малой скоростью потока, необходимой для удаления отделяемых твердых частиц. Отделенные твердые частицы движутся по спирали вниз по периметру внутреннего сепараторного барабана и далее в камеру накопления осадка, расположенную под вихреотражательной пластиной. Качество удаления твердых частиц широко варьирует в зависимости от конструкции.

**Удаление твердых частиц** - доказано, что сепараторы способны удалять частицы размером 5-75 микрон, которые тяжелее воды. Поскольку испытанная производительность центробежных сепараторов широко варьирует в зависимости от производителя, мы поощряем третьих лиц проводить испытания для подтверждения фактической производительности при скоростях потока, соответствующих требованиям конкретного проекта.

**Диапазон потоков** - производительность отдельных сепараторных установок составляет от 0,7 м<sup>3</sup>/ч до 2895 м<sup>3</sup>/ч. Они легко соединяются для достижения еще более высоких (или переменных) скоростей потока.

**Потеря давления** - сепараторы работают непрерывно (без флуктуаций) со стабильной потерей давления всего 0,2-0,8 бара. Сравните с сетчатыми и барьерными фильтрами, в которых при загрязнении развивается очень высокая потеря давления.

**Потеря воды** - сепараторам не требуется обратная промывка. Периодическая очистка малым потоком жидкости или метод контролируемого слива могут свести потери жидкости практически к нулю. Выбранные варианты сбора твердых частиц обеспечивают минимальную потерю жидкости и легкое удаление / утилизацию собранных осадков.

**Обработка твердых частиц** - для эффективной и регулярной очистки накопительной камеры сепаратора от осадка, удаление отделенных твердых частиц должно выполняться автоматически с использованием вентиля с электронным приводом, запрограммированным на срабатывание через должные интервалы и на необходимую длительность. Осадки можно также концентрировать с помощью емкости для утилизации осадков. В емкости утилизации осадков отделенные твердые частицы постоянно смываются контролируемым потоком жидкости в емкость, оснащенную одним (или тремя, в зависимости от необходимого размера сепаратора) мешком из волоконного фетра для сбора частиц размером 1-50 микрон. Затем мешки вручную извлекаются и очищаются или выбрасываются.





**Заменяемые детали** - у сепараторов нет движущихся частей, а также фильтрующих элементов или песка, которые необходимо очищать или заменять. Приспособления для очистки сепаратора (мешочный фильтр или шаровой клапан с приводом) могут нуждаться в заменяемых деталях.

**Требования к техобслуживанию** - сепараторы можно очищать от отделенных твердых частиц без остановки системы. Легко автоматизируются на режим без техобслуживания. Не требуют очистки фильтра. Не требуется дублирующее оборудование.

**Требования к площади** - сепараторы компактны. Более крупные модели могут быть приспособлены под низкий или вертикальный профиль и/или под альтернативные конфигурации впуска/выпуска для подгонки под ограниченное пространство или подключение к имеющимся трубопроводам.

**Преимущества:** Удаляют разнообразные твердые частицы; нет движущихся частей; минимальные или отсутствующие требования к обслуживанию; постоянное падение давления лучше подходит для применений с очисткой бассейна; Могут быть установлены в магистраль полного потока без риска прерывания потока к главным теплообменникам; могут быть автоматизированы.

**Недостатки:** В основном удаляют лишь твердые частицы, которые тяжелее воды.

Таблица 10: Преимущества и недостатки популярного фильтровального оборудования

	Размер удаляемых частиц	Потеря давления	Требования к обслуживанию	Потеря воды
Песочные фильтры	Наилучшие для мелких легких частиц; избегать фильтрования тяжелых грубых частиц	Низкая, переменная	Обратная промывка, периодический осмотр, замена песка и электромеханических деталей	Потенциально чрезмерная
Сепараторы	От мелких до грубых и только органических	Низкая и постоянная	Только компоненты для очистки - периодический осмотр / уход	Нет или минимальная

**Примечание:**

Система обработки воды ВАС Dolphin стандартно используется как сепаратор для очистки бассейна. Порошок, который производится системой Dolphin, накапливается в бассейне. Система трубопроводов очистки бассейна с эжекторами не дает этому порошку осесть на дно бассейна. Сепаратор отбирает из бассейна воду, содержащую этот порошок, и возвращает ее уже профильтрованную и чистую.



## Системы фильтрации ВАС

### 1. Сепараторы для обводного контура

#### Особенности

- Доступны модели со скоростью потока от 2,5 до 76 л/с.
- Система автоматической очистки, снабженная промышленным шаровым клапаном с электроприводом и настраиваемым таймером очистки.
- Центробежный насос с глухим соединением, односторонним всасыванием и герметичным мотором с охлаждением от вентилятора (ГМОВ).
- Чугунный предварительный сетчатый фильтр со съемной корзиной из нержавеющей стали.
- Панель управления - корпус IP65 из стеклопластика, с пускателем мотора, сетевыми предохранителями, выключателем дверцы, 3-позиционным переключателем мотора насоса, регулируемым 24-часовым таймером очистки.
- Опорная рама - углеродистая сталь с наплавленным полиэфирным покрытием.
- Соединительные трубопроводы из углеродистой стали с порошковым полиэфирным покрытием, включают контроллер потока и изолирующий шаровой клапан.
- Опции: система пакетной утилизации (модель PF 63).



Сепаратор для обводного контура

#### Технические данные

Таблица 11: Сепаратор серии PF 64

Модель сепаратора	Объем циркуляции (м <sup>3</sup> /ч)	Мотор (кВт)	Впускное соединение (мм) (фланец DIN PN 10)	Выпускное соединение (мм) (фланец DIN PN 10)	Соединение очистки (мм)	Вес брутто (кг)	Рабочая масса (кг)
PF64-012-AP	9	1.1	50	32	25	80	87
PF64-015-AP	15	1.5	50	40	25	81	88
PF64-020-AP	23	2.2	50	50	25	117	143
PF64-025-AP	34	4	65	65	25	130	158
PF64-030-AP	45	4	80	80	25	151	181
PF64-040A-AP	64	5.5	100	100	32	200	257
PF64-040B-AP	91	7.5	100	100	32	223	281
PF64-050-AP	125	11	150	125	32	371	462
PF64-060A-AP	200	15	150	150	32	471	622
PF64-060B-AP	273	18.5	200	150	32	526	677

#### Применение

Сепараторные установки ВАС специально разработаны для удаления из технологических жидкостей грязи, песка, ила и взвешенных твердых частиц. Взвешенные частицы отделяются за счет использования центробежных сил и скапливаются в нижней камере очистки. Для слива отделенных твердых частиц в системе используется автоматическая очистка. Сепаратор будет удалять нежелательные загрязнения, что приводит к повышению эффективности системы и снижению эксплуатационных расходов. Комбинация соответствующей системы фильтрации с трубопроводами очистителя поддона обеспечивает эффективный метод предотвращения накопления осадка в бассейне холодной воды градирен.

Системы сепараторов серии PF 64 предлагают 95% эффективность отделения всех частиц размером 40 и более микрон и с удельным весом более 1,6. В комбинации с соответствующей программой водоподготовки они также очень эффективны для устранения более тяжелых типов органических загрязнений, присутствующих в циркулирующей воде.

За счет снижения количества питательных веществ, способствующих образованию биологических пленок, фильтрация также является эффективной мерой снижения риска неконтролируемого размножения бактерий legionella.



## Преимущества

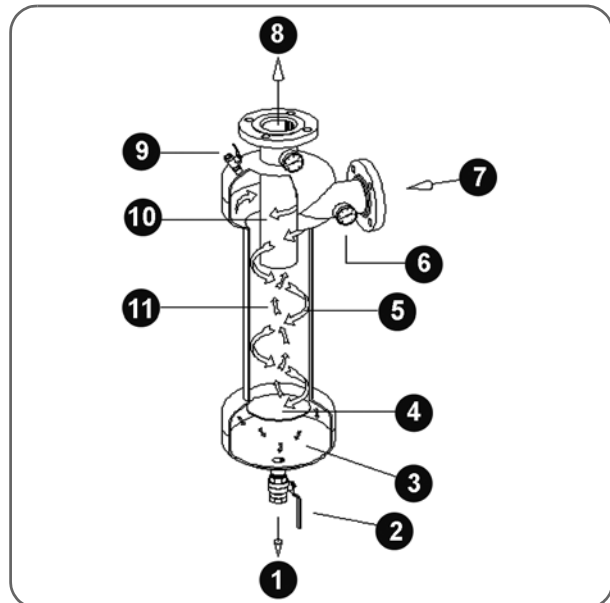
Система фильтрации ВАС, использующая сепаратор, обладает многочисленными преимуществами:

- Высокоэффективная фильтрация взвешенных и твердых частиц размером 40 и более микрон в циркулирующей воде.
- Разработана и оптимизирована для всего оборудования с испарительным охлаждением ВАС в комбинации с трубопроводами очистителя поддона.
- Полный комплект со встроенным насосом, органами управления и циклом обратной промывки.
- Легкая инсталляция благодаря монтажу на опорной раме и подключению к электросети в одной точке.
- Пригодна для фильтрации или только воды в поддоне, или всего объема системы для систем открытых градирен, или для нескольких параллельных блоков с использованием выделенного контура фильтрации.
- Круглогодичная усовершенствованная гигиена системы. Меньше физической очистки поддона градирни.
- Эффективное средство для снижения риска неконтролируемого размножения бактерий legionella в циркулирующей воде.
- Помощь для программы водоподготовки по контролю накипи, коррозии, загрязнений и размножения микроорганизмов.
- Дает экономию расходов на техобслуживание, потребление воды и ее обработку.
- Обеспечивает единую дозирующую систему для водоподготовки, используемую в общем контуре фильтрования для нескольких градирен с замкнутым контуром или испарительных конденсаторов, тем самым достигается экономия первоначальных затрат.
- Продлевает ожидаемый срок службы конструкционных материалов градирни, предотвращая коррозию под слоем осадков.
- Достигает оптимальной производительности фильтрации, когда используется в комбинации с трубопроводами очистителя поддона ВАС, снабженными эжекторами.

## Принцип работы

Принцип отделения твердых частиц от жидкости в сепараторе типа

1. Отходы (концентрированный слив);
2. Ручной выпускной клапан;
3. Накопительная камера собирает отделенные твердые частицы;
4. Отражательная пластина меняет осевое направление очищенной рабочей жидкости;
5. Нисходящее спиральное движение порождает мощные центробежные силы, отделяющие твердые частицы от жидкости;
6. 2 манометра;
7. Инфлюэнт (загрязненная жидкость);
8. Эффлюэнт (очищенная жидкость);
9. Клапан ручного выпуска воздуха;
10. Тангенциальный впуск рабочей жидкости;
11. Внутренний вихрь - чистая рабочая жидкость движется вверх спиральным потоком, выходящим из сепаратора



Сепаратор PF64

## 2. Фильтры с наполнителем для обводного контура

Разработаны для открытых применений с высоким давлением - 700 кПа.

### Особенности

- Доступны модели с нормами расхода от 1 до 12 л/с.
- Положительная фильтрация частиц до 10 микрон и выше (опционально 5 микрон).
- Корпус из углеродистой стали с наплавленным эпоксидным/полиэфирным покрытием, рассчитанный на 700 кПа (опционно доступны варианты для более высоких давлений и с кодовой маркировкой ASME).
- Трехходовые клапаны из промышленной бронзы и трубопроводы из углеродистой стали с полиэфирным порошковым покрытием.
- Центробежный насос с глухим соединением, односторонним всасыванием и ГМОВ мотором с чугунным предварительным сетчатым фильтром и съемной корзиной из нержавеющей стали.
- Опорная рама - углеродистая сталь с наплавленным полиэфирным покрытием.



Фильтр с наполнителем для обводного контура



- Панель автоматического управления - корпус IP65 из стеклопластика, с выключателем дверцы, сетевыми предохранителями, электрическим пускателем мотора, понижающим трансформатором, 3-позиционным переключателем мотора насоса, переключателем дифференциала давления, регулируемым электронным таймером и 24-часовым таймером обратной промывки.
- Промывка обратным потоком поступающей воды.

#### Технические данные

Таблица 12: Технические данные фильтров с наполнителем серии PF30

Модель фильтра	Объем циркуляции (м <sup>3</sup> /ч)	Мотор (кВт)	Впускное соединение (мм) (фланец DIN PN 10)	Выпускное соединение (мм) (фланец DIN PN 10)	Соединение слива после промывки (мм)	Вес брутто (кг)	Рабочий вес (кг)
PF3012-02-01	3.6	0.75	25	25	25	18	205
PF3018-02-01	7.92	0.75	40	40	40	270	345
PF3024-02-01	14.76	1.5	40	40	40	420	540
PF3030-02-01	22.68	2.2	50	50	50	510	665
PF3036-02-01	31.68	4	65	65	65	795	1040
PF3042-02-01	43.2	4	80	80	80	1085	1410

#### Применение

Комплекты фильтров с наполнителем ВАС специально разработаны для широкого набора применений по фильтрации промышленной воды. В постоянных фильтрах в качестве наполнителя используется кварцевый песок, который легко промывается обратным потоком воды. Фильтр обеспечивает превосходный метод удаления грязи, осадков и взвешенных твердых частиц из технологических жидкостей. Фильтр будет удалять нежелательные загрязнения, что приводит к повышению эффективности системы и снижению эксплуатационных расходов. Комбинация соответствующей системы фильтрации с трубопроводами очистителя поддона обеспечивает эффективный метод предотвращения накопления осадка в бассейне холодной воды градирен.

Фильтры серии PF 30 предлагают эффективную фильтрацию всех частиц размером от 10 микрон и выше (или 5 микрон, в зависимости от выбранного фильтрующего элемента), включая частицы с малым удельным весом. Они также очень эффективны для удаления органических частиц, присутствующих в циркулирующей воде, когда используются в комбинации с соответствующей программой обработки воды.

За счет снижения количества питательных веществ, способствующих образованию биологических пленок, фильтрация также является эффективной мерой снижения риска неконтролируемого размножения бактерий legionella.

#### Преимущества

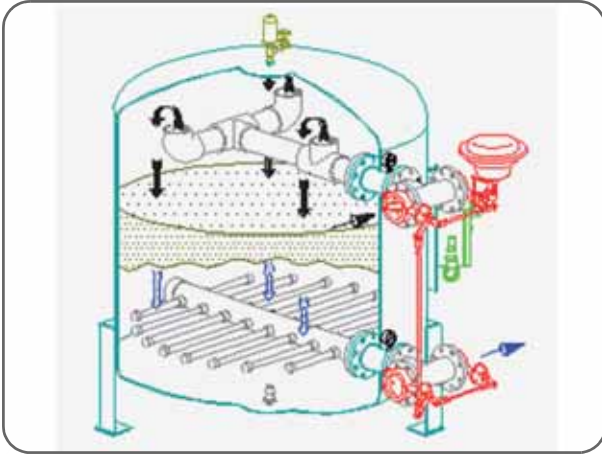
Система фильтрации ВАС, использующая фильтр с наполнителем, обладает многочисленными преимуществами:

- Высокоэффективная фильтрация в циркулирующей воде взвешенных и твердых частиц размером 10 и более микрон, или 5 микрон при использовании специального наполнителя. Превосходное удерживание легких частиц.
- Разработана и оптимизирована для всего оборудования с испарительным охлаждением ВАС в комбинации с трубопроводами очистителя поддона.
- Полный комплект со встроенным насосом, органами управления и циклом обратной промывки.
- Легкая инсталляция благодаря монтажу на опорной раме и подключению к электросети в одной точке.
- Пригодна для фильтрации или только воды в поддоне, или всего объема системы для систем открытых градирен, или для нескольких параллельных блоков с использованием выделенного контура фильтрации.
- Круглогодичная усовершенствованная гигиена системы. Меньше физической очистки поддона градирни.
- Эффективное средство для снижения риска неконтролируемого размножения бактерий legionella в циркулирующей воде.
- Помощь для программы водоподготовки по контролю накипи, коррозии, загрязнений и размножения микроорганизмов.
- Дает экономию расходов на техобслуживание, потребление воды и ее обработку.
- Обеспечивает единую дозирующую систему для водоподготовки, используемую в общем контуре фильтрования для нескольких градирен с замкнутым контуром или испарительных конденсаторов, тем самым достигается экономия первоначальных затрат.
- Продлевает ожидаемый срок службы конструкционных материалов градирни, предотвращая коррозию под слоем осадков.
- Достигает оптимальной производительности фильтрации, когда используется в комбинации с трубопроводами очистителя поддона ВАС, снабженными эжекторами.

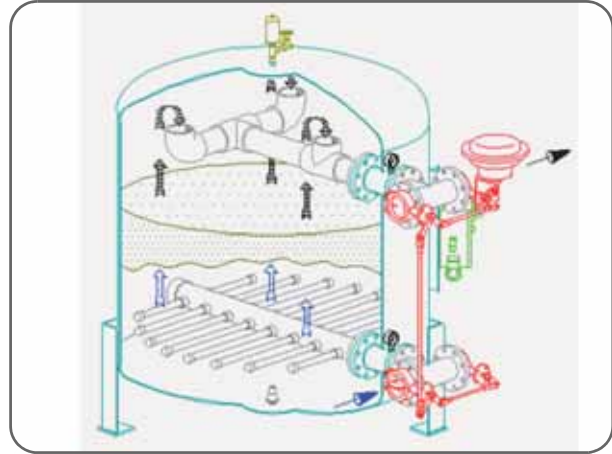


## Принцип работы

В цикле фильтрации инфлюэнт (вода, поступающая на очистку) направляется через серию клапанов в верхнюю часть фильтра, где равномерно распределяется над фильтрующим материалом. Далее он проходит под давлением сквозь фильтрующий материал, при этом взвешенные частицы улавливаются в пустотах, имеющих между частицами фильтрующего материала. Чистый эфлюэнт (выходящая жидкость) далее проходит через нижний слив и возвращается в первоначальный источник. По мере заполнения пустот в фильтрующем материале, фильтр начинает забиваться. Когда достигается максимальный перепад давлений, фильтру требуется обратная промывка.



Цикл фильтрации



Цикл обратной промывки

В цикле обратной промывки фильтр промывается за счет реверсирования потока проходящей сквозь него жидкости. Промывная жидкость подается в фильтр через нижний слив и поднимается сквозь фильтрующий материал. Поднимаясь, она заставляет частицы фильтрующего материала приподниматься и разделяться. Взаимное трение частиц фильтрующего материала вызывает очищающий эффект, за счет которого уловленные частицы осадка высвобождаются и образуют суспензию в промывной жидкости. Далее поток промывной жидкости увлекает суспензию к верхнему сливу и в канализацию.

## 3. Трубопровод очистителя поддона

### Особенности

Устанавливаемый на заводе или на месте трубопровод очистителя поддона включает несколько эжекторных форсунок, встроенных в трубы, расположенные в бассейне градирни. Эжекторы генерируют повышенный объем потока, и тем самым усиливают циркуляцию и перемешивание воды в бассейне. Эжекторы изготовлены из полипропилена, армированного стекловолокном, и не подвержены коррозии. Трубопроводы уложены на дно бассейна, поэтому эжекторы "подметают" воду в направлении отверстий во всасывающей трубе.



Трубопровод очистителя поддона, модель VX

1. Нагнетательная труба; 2. Эжектор; 3. Всасывающая труба



Эжектор

1. "Подметание": циркуляция 4 литров воды из поддона;  
2. 1 литр фильтрованной воды из нагнетательной линии;  
3. Эжектор; 4. Циркуляция 5 литров

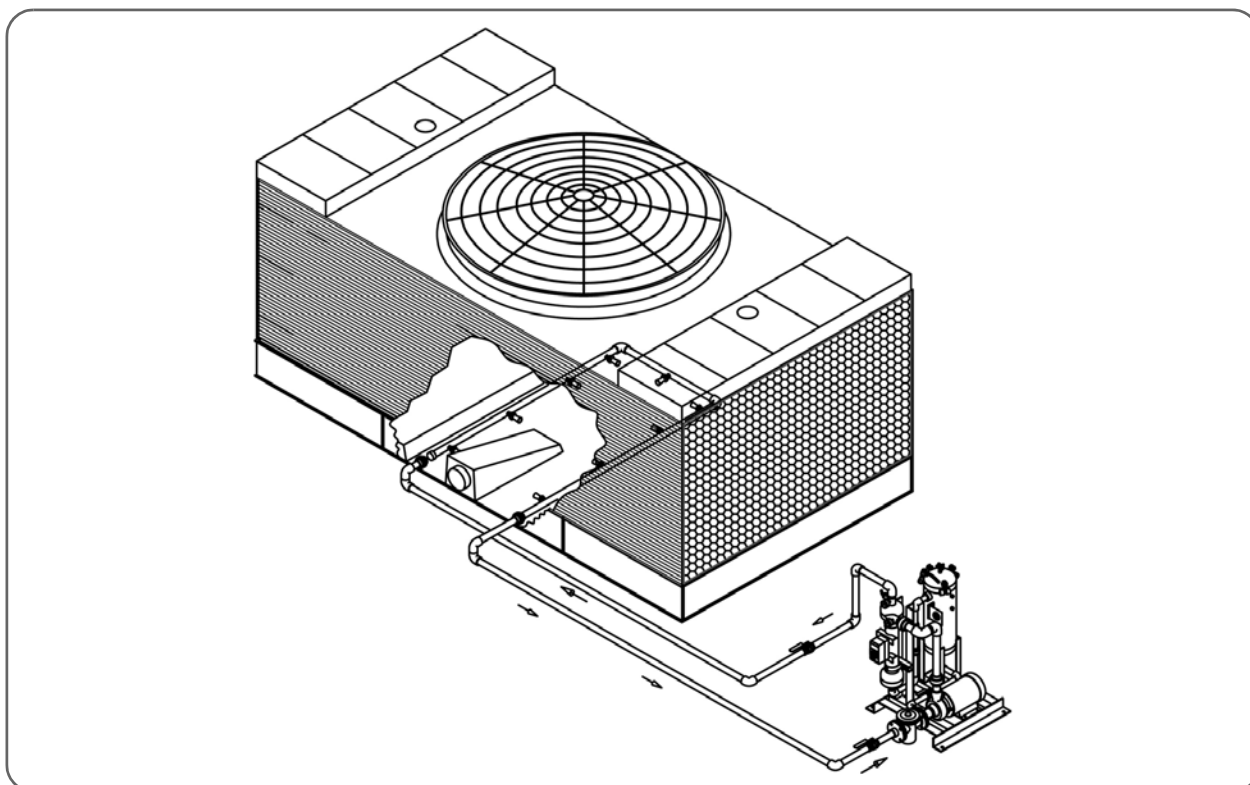
### Применение

Трубопровод очистителя поддона ВАС разработан для использования в комбинации с системами фильтрации ВАС. Соответствующая система фильтрации с трубопроводом очистителя поддона обеспечивает эффективный метод предотвращения накопления осадка в бассейне холодной воды градирен ВАС.

### Преимущества

- Специально разработан и оптимизирован для оборудования испарительного охлаждения ВАС в комбинации с системами фильтрации ВАС.
- Устанавливается на заводе или монтируется на месте.
- Трубопровод очистителя поддона с эжекторами улучшает производительность системы фильтрации.
- Круглогодичная усовершенствованная гигиена системы.
- Снижает время простоя оборудования, требуется меньше очистки.
- Продлевает ожидаемый срок службы конструкционных материалов градирни, предотвращая коррозию под слоем осадков.

#### 4. Типичная схема фильтрации с трубопроводом очистителя поддона



Система фильтрации с трубопроводом очистителя поддона



# Опции ослабления шума

## Шумоглушители VX

### Эффективные и настраиваемые шумоглушители VX

Шум - это важный фактор, который следует принимать во внимание при выборе и применении оборудования для испарительного охлаждения. В зависимости от фактических местных условий, приемлемые уровни звукового давления могут сильно отличаться. Исходно малошумная конструкция изделий линии VX и широкий диапазон опций шумоглушения VX обеспечивают экономичные решения для широкого разнообразия акустических требований.

Компоновка	День	Ночь	Типичные критерии шумности и диапазон КШ
Стандартное изделие VX	База	-8 дБ (А)	Коммерческие зоны и легкая промышленность от КШ-45 до КШ-55
Изделие VX + XA	-9 дБ (А)	-17 дБ (А)	Торгово-промышленные помещения, лаборатории, рабочие зоны с людьми. от КШ-40 до КШ-45
Изделие VX + XB	-17 дБ (А)	-25 дБ (А)	Большие офисы, розничные магазины, где требуются приемлемые условия слышимости. от КШ-35 до КШ-40
Изделие VX + XC	-21 дБ (А)	-29 дБ (А)	Городская или жилая среда. от КШ-30 до КШ-35

Указанные величины снижения шумности выражены измеренным уровнем звукового давления в 15 м от воздухозаборника.  
День: полная скорость вентилятора. Ночь: скорость снижена наполовину.

### Использование в помещениях

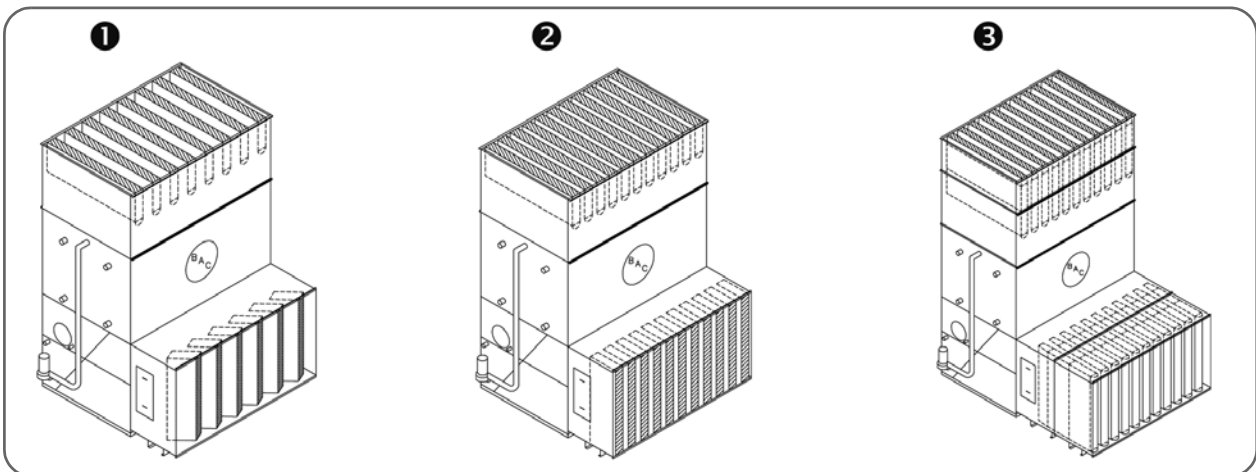
Данные направленного измерения шумности в свободном поле или общие уровни акустической мощности - обычно не лучшие способы описания акустического поведения оборудования для испарительного охлаждения VX, если оно установлено в помещении. В этих случаях наилучшим методом определения акустической эмиссии становятся уровни парциальной акустической мощности. Уровни парциальной акустической мощности выражают акустическую энергию, излучаемую от источника звука над одной направленной плоской поверхностью (впуск и выпуск воздуха).

Данные парциальной акустической мощности для моделей VX стали результатом исчерпывающих акустических измерений с использованием методологии параллелепипедного теста, и описывают звуковое излучение в помещениях.



Измерение шумности VX

### Варианты шумоглушителей VX



... because temperature matters



1. Шумоглушитель ХА	2. Шумоглушитель ХВ	3. Шумоглушитель ХС
Выпускной шумоглушитель с вертикальными глушителями	Выпускной шумоглушитель с вертикальными глушителями	Двойной выпускной шумоглушитель с вертикальными глушителями
Впускной шумоглушитель с глушителями под углом	Впускной шумоглушитель с дополнительными глушителями, все вертикальные	Двойной впускной шумоглушитель, все глушители вертикальные
Примерное расстояние между глушителями 300 мм	Примерное расстояние между глушителями 120 мм	Примерное расстояние между глушителями 120 мм

### Диапазон поставки

- Впускной шумоглушитель с камерой доступа и дверцами люков на обеих сторонах.
- Выпускной шумоглушитель с камерой доступа и дверцей люка на задней стенке.
- Акустические глушители на впуске и выпуске, с защитой гибкой тканью, заключенные в стальную оцинкованную раму, защищенную системой защиты от коррозии.
- Акустический материал, устойчивый к влаге, биологическому и химическому воздействию.
- Акустически изолированные панели монолитного днища, установленные под всей длиной изделия.
- Смазочные линии, продленные до впускной стороны шумоглушителя для облегчения смазки подшипников вала вентилятора.
- Внутренние экраны вентилятора со стороны впуска воздуха в изделие для защиты вентилятора и системы привода.
- Все стальные детали из оцинкованной стали Z600 с защитой BALTIPLUS.

### Опции шумоглушителей VX

- Все опции шумоглушителя VX могут быть поставлены с системой защиты от коррозии.
- Шумоглушители могут быть снабжены сетчатыми экранами на впуске и/или выпуске.
- Для дополнительной защиты глушителей имеются опционные перфорированные стальные листы.



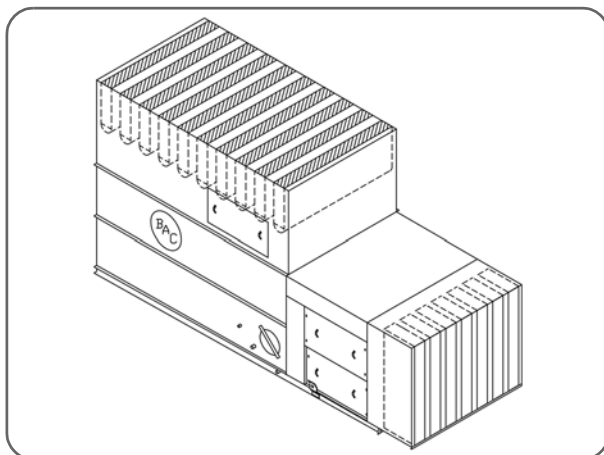
Стандартный акустический глушитель VX

## Шумоглушители VL

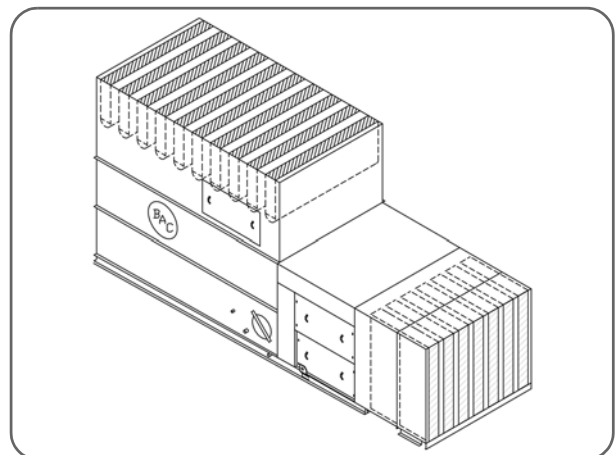
### Комбинация малой высоты и низкой шумности

Низкопрофильные изделия серии VL обеспечивают оптимальные решения для чувствительных к уровню шума инсталляций, где требуется оборудование небольшой высоты. Для удовлетворения конкретных требований к уровню шума и компоновке имеются различные комплекты шумоглушителей.

Для горизонтального впуска воздуха ВАС предлагает два варианта шумоглушителей:



Тип HS



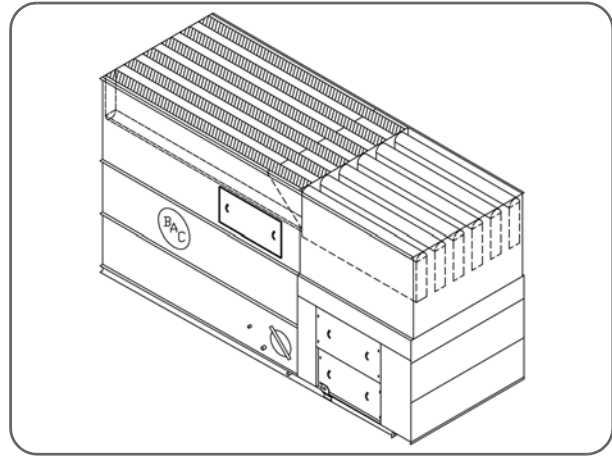
Тип HD с двойным впускным шумоглушителем



### Конфигурации вертикального воздухозаборника

В некоторых ситуациях компоновки может оказаться желательным установка низкопрофильных изделий серии VL в комплекте с шумоглушителем VS с вертикальным впуском и выпуском воздуха. Такие ситуации обычно ограничиваются необходимостью монтажа в помещениях, когда оборудование не может быть размещено по периметру здания.

Шумоглушители VS имеют на выпуске встроенные отражатели, которые направляют поток выбрасываемого воздуха в сторону от воздухозаборника. Однако рециркуляции выбрасываемого воздуха при любых погодных и ветровых условиях невозможно избежать полностью, особенно в случае больших многоблочных установок.



Тип VS

### Снижение шума

Компоновка	День	Ночь	Типичные критерии шумности и диапазон КШ
Стандартное изделие VL	База	-8 дБ (А)	Приемлемые рабочие условия в легкой промышленности и коммерческих зонах. от КШ-45 до КШ-55
Изделия VL + HS или VS	-17 дБ (А)	-25 дБ (А)	Большие офисы, розничные магазины, где требуются приемлемые условия слышимости. от КШ-35 до КШ-40
Изделия VL + HD	-21 дБ (А)	-29 дБ (А)	Хорошие условия слышимости, жилая среда. от КШ-30 до КШ-35

Указанные величины снижения шумности выражены измеренным уровнем звукового давления в 15 м от воздухозаборника. День: полная скорость вентилятора. Ночь: скорость снижена наполовину.

### Использование в помещениях

Благодаря низкой высоте, оборудование для испарительного охлаждения VL является предпочтительным выбором для применения в помещениях. В таких случаях эмиссия звука и процедура оценки существенно отличаются от открытых инсталляций со звуковым излучением в свободном поле. Для применений в помещениях наилучшим методом описания акустической эмиссии становятся уровни парциальной акустической мощности. Уровни парциальной акустической мощности выражают акустическую энергию, излучаемую источником звука над одной направленной плоской поверхностью (впуск и выпуск воздуха). Все шумоглушители для изделий низкопрофильной серии VL могут применяться в помещениях.

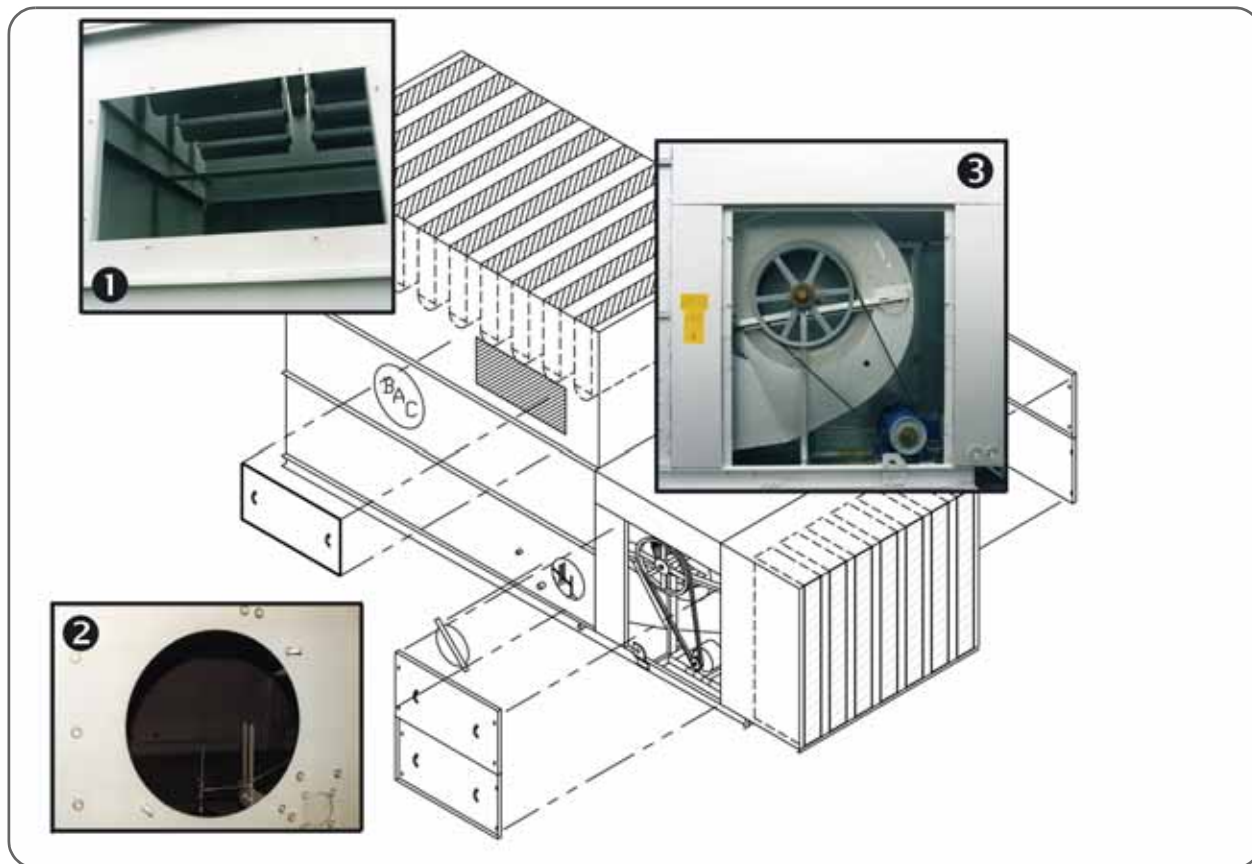
Данные парциальной акустической мощности для моделей VL стали результатом исчерпывающих акустических измерений с использованием методологии параллелепипедного теста, и описывают звуковое излучение в помещениях.



Измерение шумности VL

## Легкое обслуживание

У оборудования для испарительного охлаждения легкость обслуживания связана с легкостью доступа. Конструкция всех шумоглушителей VL обеспечивает легкий доступ к внутренним частям и компонентам изделия, требующего обслуживания.



**1. Дверца люка выпускного шумоглушителя:** дверца люка в выпускном шумоглушителе обеспечивает легкий доступ к системе орошения и глушителям шумоглушителя.

**2. Дверца люка поддона:** круглый люк для доступа к сетчатому фильтру и регулировки поплавка.

**3. Дверцы люка впускного шумоглушителя:** большие сдвоенные дверцы расположены на обеих сторонах впускного шумоглушителя. После их снятия возможен доступ к мотору и приводу вентилятора, а также к насосу оросительной воды.

### Диапазон стандартной поставки

- Впускной шумоглушитель с камерой доступа и большими дверцами люков на обеих сторонах изделия.
- Выпускной шумоглушитель с камерой доступа и дверцей люка.
- Панель дна со сливом (под секцией вентилятора).
- Акустические глушители с защитой гибкой ткани, заключенные в стальную оцинкованную раму, защищенную системой защиты от коррозии Baltibond®.
- Акустический материал, устойчивый к влаге, биологическому и химическому воздействию.
- Смазочные линии, продленные до впускной стороны шумоглушителя для облегчения смазки подшипников вала вентилятора.
- Все стальные детали из оцинкованной стали Z600 с защитой BALTIPLUS.

### Доступные опции

- Все опции шумоглушителя VL могут быть поставлены с системой защиты от коррозии BALTIBOND®.
- Для легкого доступа к насосу оросителя возможно его перемещение к соединительному концу трубопровода изделия.
- Шумоглушители могут быть снабжены сетчатыми экранами на впуске и/или выпуске.
- Для дополнительной защиты глушителей имеются опционные перфорированные стальные листы.



Перемещение насоса оросителя в изделии VL

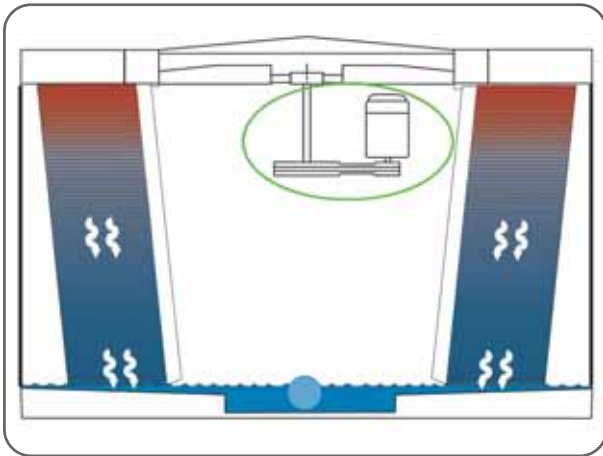
### Опции ослабления шума осевого вентилятора

#### Тихие энергоэкономичные решения

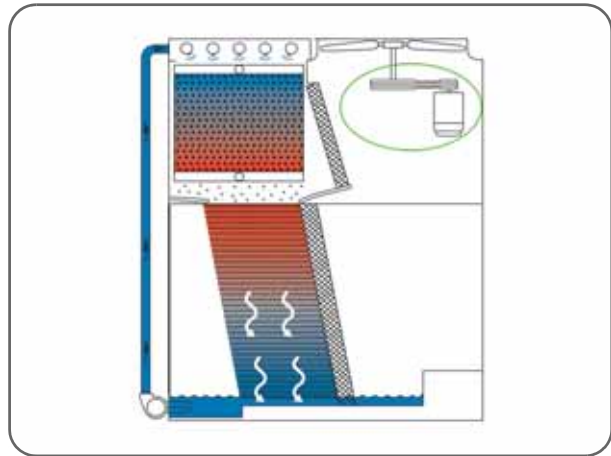
Тихими по своей сути изделиями ВАС с осевыми вентиляторами являются градирни серии 3000D, конденсаторы FXV-D и CXV-D, а также изделия серии 1500.

Конфигурация этих линеек изделий, с вытяжной тягой и перекрестным и комбинированным потоком, наделяет их четкими преимуществами в области энергоэффективности и звукового излучения.

- Порождаемый текущей водой шум сведен к минимуму за счет распределения воды самотеком и перекрестной компоновки наполнителя, который направляет воду в бассейн холодной воды без типичного для противоточных компоновок плеска. Это устраняет необходимость устанавливать дорогие водоглушители в секции поддона.
- Узел механического привода расположен внутри корпуса градирни.



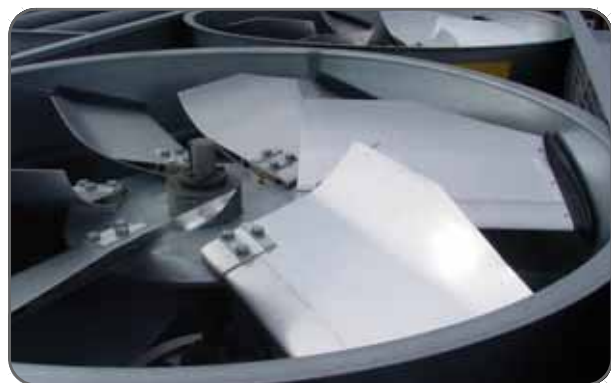
Изделия серий 3000-D, FXV-D, CXV-D



Изделия серии 1500

#### Стандартные малошумные вентиляторы

Все градирни серии 3000-D, конденсаторы FXV-D и CXV-D, а также серии 1500 и гибридные изделия HXI/HXS стандартно оснащены высокоэффективными малошумными вентиляторами. У этих вентиляторов особая ширина корда лопастей и компоновка задней кромки. Благодаря их низкой окружной скорости достигается низкая эмиссия звука.



Стандартный малошумный вентилятор для S3000-D, FXV-D и CXV-D





### Опционные "шепчущие" (Whisper Quiet) вентиляторы

Для применений, где требования к шумности чрезвычайно высоки, вместо стандартных малошумных вентиляторов могут быть использованы вентиляторы "Whisper Quiet" ("шепчущие").



### Градири серии 3000-D, конденсаторы FXV-D и CXV-D:

Опция вентилятора "Whisper Quiet" для изделий серий 3000D, FXV-D и CXV-D состоит из многолопастного вентилятора с лопастями аэродинамического профиля и исключительно широким кордом, что придает им оптимально высокую прочность для "шепчущей" работы.



Конструкция лопасти со специальным аэродинамическим профилем



Допустима индивидуальная регулировка или демонтаж во время остановки

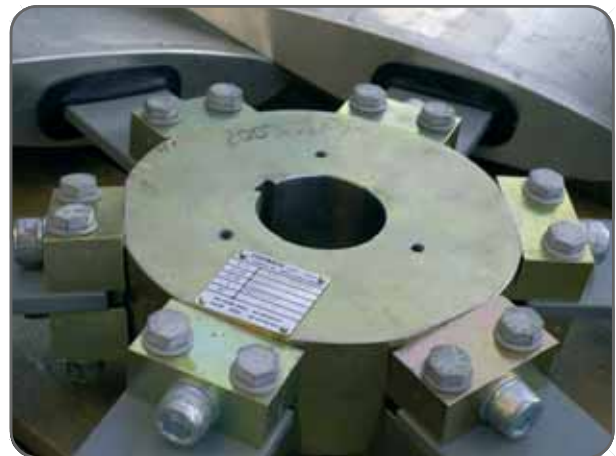
### Изделия серии 1500:

Для изделий серии 1500 опция вентилятора "Whisper Quiet" состоит из монолитной стальной ступицы с шарнирно закрепленными алюминиевыми лопастями специальной конструкции, допускающей индивидуальную регулировку или демонтаж во время остановки.

Высокая прочность лопастей специальной формы с уникальными концевыми насадками обеспечивает "шепчущую" работу.



Уникальный дизайн концевых насадок еще больше снижает шумность



Допустима индивидуальная регулировка или демонтаж во время остановки.



### Комплект шумоглушителя для вытяжной тяги

Для соответствия наиболее строгим акустическим требованиям, для градирен серии 3000D, конденсаторов FXV-D и CXV-D и изделий серии 1500 доступен (опционно) модуль шумоглушителя вытяжной тяги.

Модуль состоит из акустического кожуха для выпускного колпака вентилятора и впускного шумоглушителя на каждой стороне впуска воздуха. Впускные шумоглушители оборудованы уникальными круглыми глушителями со ступенчатой компоновкой. Для достижения оптимальной акустической производительности впускной и выпускной шумоглушители всегда монтируются вместе.

Модуль шумоглушителя доступен для стандартных малошумных вентиляторов и для некоторых моделей, оснащенных опционными "шепчущими" вентиляторами.



1. Впускной шумоглушитель накрывает секцию вентилятора;  
2. Впускной шумоглушитель (на каждой стороне впуска воздуха)

### Эффективность осевого вентилятора для малошумных применений

Типичные значения снижения звуковой эмиссии, достигаемые для изделий ВАС с осевыми вентиляторами (градирен серии 3000D, конденсаторов FXV-D и CXV-D и изделий серии 1500), приведены в таблице ниже.

Компоновка	День	Ночь	Применение
Стандартные малошумные вентиляторы	База	-8 дБ (А)	Городское и легкая промышленность
Стандартные малошумные вентиляторы с шумоглушителем	-5 дБ (А)	-13 дБ (А)	Пригороды и лаборатории
"Шепчущие" вентиляторы	-12 дБ (А)	-18 дБ (А)	Жилые и коммерческие районы
"Шепчущие" вентиляторы с шумоглушителем*	-15 дБ (А)	-20 дБ (А)	Домашнее и сельское

\*Доступны только для некоторых моделей.

### Диапазон поставки

- Стандартные изделия оснащены малошумными осевыми вентиляторами, состоящими из чугунной ступицы и нескольких алюминиевых лопастей с изменяемым шагом угла. Для оптимизации потока воздуха и минимизации шума лопасти имеют особые широкий корд и компоновку задней кромки.
- Лопасти опционных "шепчущих" вентиляторов для серии 3000 D и моделей FXV-D и CXV-D изготовлены из пластика, армированного стекловолокном и имеют особый аэродинамический профиль. Лопасти зафиксированы на стальной ступице с пластиковым покрытием с помощью алюминиевых фиксаторов и закреплены П-образными болтами для простой сборки на месте.
- Опционные "шепчущие" вентиляторы для изделий серии 1500 (TXV, FXV, CXV) состоят из монолитной стальной ступицы и шарнирно закрепленных алюминиевых лопастей особой формы, позволяющих производить простую сборку на месте, и уникальных концевых насадок.
- Собранный на заводе акустический выпускной кожух (поставляется в разобранном виде для монтажа на месте) изготовлен из толстостенной стали Z600 с горячим оцинкованием, защищенной системой защиты от коррозии (наружная окраска).
- Собранный и установленный на заводе впускной шумоглушитель изготовлен из толстостенной стали Z600 с горячим оцинкованием, защищенной системой защиты от коррозии Baltiplus (наружная окраска). Круглые акустические глушители, сконструированные для минимизации потери давления воздуха, с акустическими материалами, устойчивыми к влаге, биологическому и химическому воздействию.

... because temperature matters



ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

**Опции**

- Экраны на выбросе воздуха, устанавливаемые на выпускной шумоглушитель.
- Экраны на впуске воздуха, устанавливаемые на впускные шумоглушители.
- Шумоглушитель с системой защиты от коррозии BALTIBOND®. Все детали из оцинкованной стали и глушители защищены системой защиты от коррозии Baltibond®.

**Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа**

Тепловые и акустические свойства - партнеры в производительности оборудования для испарительного охлаждения, и поэтому должны определяться и оцениваться совместно. Тепловая производительность оборудования ВАС контролируется в научно-исследовательском и опытно-конструкторском центре ВАС, самом передовом в отрасли. Большие камеры для испытаний на воздействие окружающей среды и холодильные системы позволяют имитировать широкий диапазон климатических и системно-испытательных условий на оборудовании в натуральную величину. Акустические испытания проводятся на оборудовании с шумоглушением и без него, с различных направлений, расстояний и при разных скоростях вентиляторов. В ВАС программы тепловых и акустических испытаний идут рука об руку, обеспечивая надежные данные для широкого диапазона условий окружающей среды и работы.



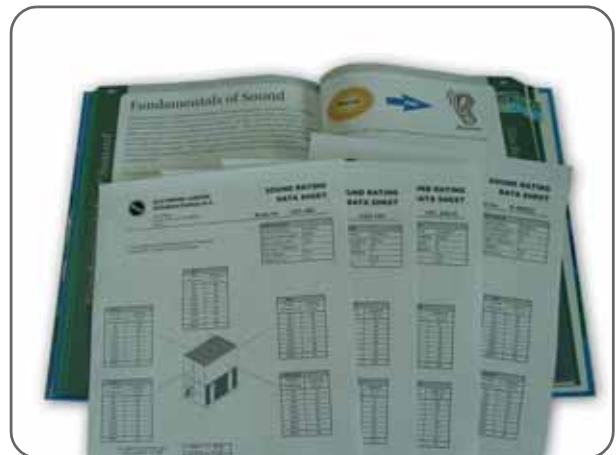
**Проверка номинальной тепловой производительности**



**Акустические измерения**

**Листки оценки шумности ВАС**

Для каждого из типов изделий ВАС предоставляет данные о звуковом давлении на октавную полосу и данные по акустической мощности для всех четырех сторон и верхней стороне изделия. Для применений в помещениях ВАС предоставляет данные о парциальной акустической мощности как на впуске, так и выбросе воздуха. Дополнительная информация по акустике приведена в главе "Основные понятия о звуке".





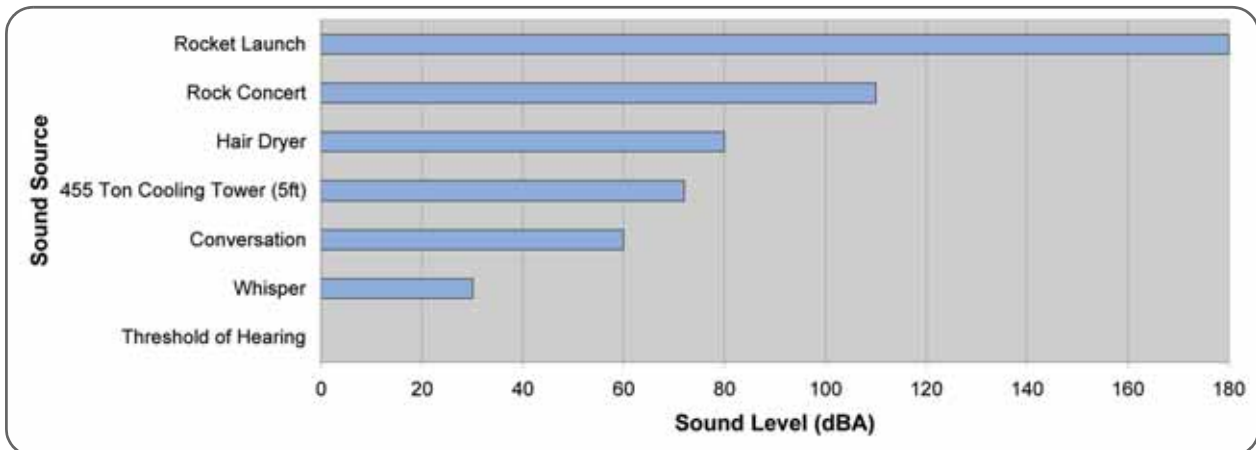
# Основы акустики

## Введение

Уровень шума - это важный фактор, который следует принимать во внимание при выборе механического оборудования. Целью данной статьи является описание процедуры для оценки уровней звукового давления, создаваемого холодильным оборудованием, для определения того, приемлемы ли эти уровни для соседей\*, живущих или работающих рядом с установкой. Кроме того, уровни звукового давления должны соответствовать требованиям местных норм и правил. Хотя чаще всего эти уровни находят приемлемыми, некоторые ситуации могут потребовать меньших уровней звукового давления, чем те, которые создает оборудование. В таком случае задачей производителя, инженера и владельца становится определение наилучшего способа снижения уровня звукового давления для конкретной установки. В данной статье описаны способы оценки воздействия на соседей шума, создаваемого оборудованием для испарительного охлаждения, и возможные методы снижения этого воздействия, если оно является потенциальной проблемой.

Процедура состоит из трех этапов, за которыми при необходимости следует четвертый:

1. Установить критерий шума для оборудования: то есть, определить уровни звукового давления, которые соседи сочтут для себя приемлемыми. Выясните также, какие соответствующие уровни звукового давления указаны в местных нормах и правилах. Для общего представления о том, как производимые градирней уровни звукового давления соотносятся с шумом других распространенных источников звука, смотрите диаграмму ниже.

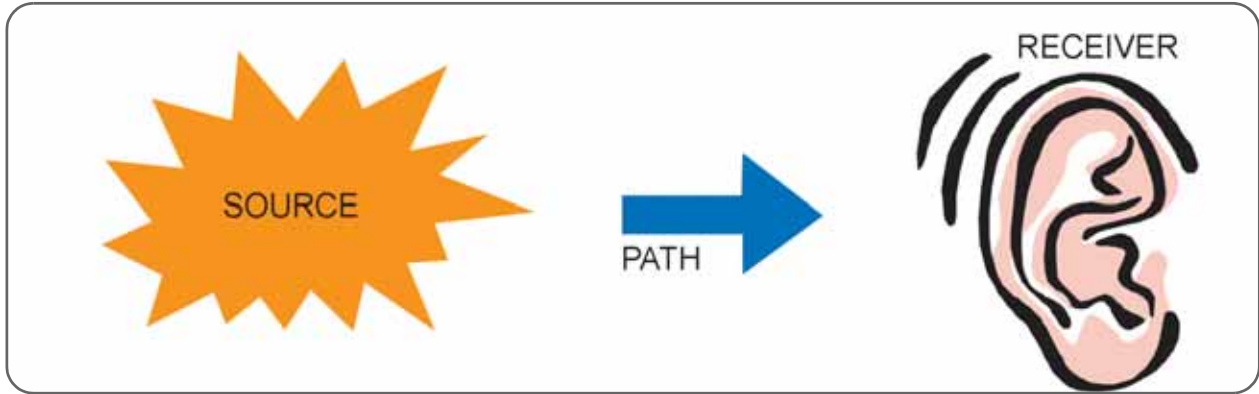


2. Оценить уровни звукового давления, которые будут создаваться оборудованием, учитывая эффекты геометрии оборудования, место его установки и расстояние от оборудования до соседей.\*
3. Сравнить критерий шума с ожидаемыми уровнями звукового давления, чтобы определить, будет ли уровень звукового давления от оборудования приемлемым.
4. В случае, если уровни звукового давления чрезмерны для условий конкретного места установки, следует определить метод для коррекции восприятия шума соседями. Есть три способа изменить воздействие нежелательных шумов на слушателей:
  - Модифицировать источник шума
  - Контролировать путь распространения шума
  - Уладить ожидания или удовлетворение слушателя, не забывая о том, что "шум" может быть понятием очень субъективным и сильно зависящим от восприятия

**Примечание:** \*В этой статье термин "сосед" используется для обозначения лица или группы лиц, которых необходимо защитить от избыточного звукового давления, порождаемого оборудованием для испарительного охлаждения. Оно включает не только находящихся в других зданиях, но и находящихся в здании, обслуживаемом этим оборудованием.

Некоторые из способов регулирования шума, создаваемого оборудованием ВАС, чтобы он оказывал более благоприятное воздействие на слушателей, включают:





- Измените место установки или позицию оборудования
- Если такое возможно, просто не включайте оборудование в критическое время (по ночам в жилых районах и днем в офисных парках)
- Установите второй мотор, двухскоростной мотор или частотно-регулируемый привод, чтобы изделие могло работать на пониженной скорости, когда полная мощность не требуется
- Используйте малозумный вентилятор
- Увеличьте размер оборудования сверх номинала и включайте вентилятор на пониженной скорости и мощности
- Соорудите звуковые барьеры (звуковые стены и т.п.) или используйте существующие барьеры (деревья, другие здания и др.), выбирая место для установки оборудования
- Установите шумоглушитель (имеются как впускные, так и выпускные варианты)

Данная статья включает также несколько приложений, предназначенных для облегчения понимания, и раскрывающих некоторые аспекты анализа звука. С вопросами по анализу звука или акустическими проблемами, относящимися к вашему проекту, обращайтесь в местное представительство VAC Balticare.

## Терминология и единицы измерения

В данной статье использованы следующие термины и единицы измерения, соответствующие принятым Европейским стандартам:

**Децибел (дБ)** - единица измерения, используемая в контроле звука (безразмерная, используется для логарифмического выражения отношения уровня звукового давления к контрольному (базовому) уровню).

**дБ(А)** - А-скорректированный уровень звукового давления.

**Холодильное оборудование** - в данной статье используется для обозначения в звуковом анализе всех линий изделий VAC (включающих открытые градирни, градирни с закрытым контуром, испарительные конденсаторы, сухие и адиабатические охладители).

**Частота** - количество повторений за единицу времени (единица измерения частоты герц (1 колебание/с)).

**Герц** - сокращенно Гц, единица измерения частоты, определяемая как "количество колебаний в секунду".

**Шум** - нежелательный звук.

**Критерии шума** - максимально допустимый уровень(и) звукового давления ( $L_p$ ) в конкретном месте. Критерии могут выражаться как одна общая величина или как индивидуальные октавные полосы. Величины и кривые КШ объяснены в таблице ниже.

**Октавная полоса** - диапазон звуковых частот, при котором наивысшая частота вдвое больше самой низкой частоты. Полосы идентифицируются по их средним частотам ("идентификационным частотам"), которая является среднегеометрической величиной из верхней и нижней граничных частот. Эти средние частоты и ширина полос приведены в таблице ниже. В некоторых таблицах акустических данных эти восемь октавных полос также называются их "номерами полос", поэтому номера полос также перечислены как таковые в данной статье, в добавление "Программе звуковой оценки VAC" и "Программное обеспечение VAC для выбора".

**Звук** - слуховое ощущение; быстрые и небольшие флуктуации, к которым наше ухо обладает большей или меньшей чувствительностью; небольшие возмущения состояния окружающей среды (в большинстве случаев окружающего воздуха), которые распространяются со скоростью, характерной для этой среды.

**Уровень звукового давления ( $L_p$ ) в дБ** - отношение звукового давления к пороговому давлению, определяемое как:

$$L_p = 20 \log P / 0.0002 (\text{дБ}), \text{ пороговое давление } 0,0002 \text{ микробара.}$$

Пороговое давление, использованное в данной статье, это давно применяемая и принятая величина в 0,0002

микробара. Эта же величина может быть выражена другим способом, который может быть использован в других публикациях, и составляет  $20 \times 10^{-6}$  паскалей ( $\text{Н/м}^2$ ).

**Уровень звуковой мощности (Lw) в дБ** - мера общей акустической мощности, излучаемой данным источником звука, определяемая как:

$$Lw = 10 \log (W/10^{-12}) \text{ дБ, пороговое значение } 10^{-12}.$$

Стандартное пороговое значение мощности, используемое в литературе ВАС, составляет  $10^{-12}$  ватт. Для устранения возможных недоразумений, пороговое значение мощности всегда следует указывать, как в "уровень звуковой мощности 94 дБ с пороговым значением  $10^{-12}$  ватт."

**Изделие** - один блок холодильного оборудования.

## Установка критерия шума

### Введение

В начале любого акустического анализа необходимо установить, какой уровень звукового давления в конкретном месте будут считать приемлемым те, на кого он может воздействовать. Этот приемлемый уровень звукового давления называется "критерием шума" для такой ситуации, и важно понимать, что в различных ситуациях он может широко варьировать.

Процедура выявления критерия шума включает учет следующих факторов:

1. Род занятий людей поблизости от холодильного оборудования, на которых будет воздействовать шум
  2. Степень шумоглушения, которую обеспечивают акустические барьеры или стены, расположенные между оборудованием и людьми, которые могут его слышать
  3. Наличие уличного фонового шума, который может помочь замаскировать шум оборудования
- Исходя из этих факторов, мы можем вывести окончательный критерий шума для конкретной установки.

Человеческое ухо способно различать звуки в частотном диапазоне от 20 до 20000 Гц. Разумеется, этому есть и исключения, но для большинства практических целей этот диапазон можно принять как рабочий. Далее, для большинства инженерных применений этот диапазон подразделяется на восемь частотных полос, называемых "октавные полосы", которые перекрывают диапазон акустических частот примерно так же, как октавы в пианино перекрывают диапазон высот звука. Восемь октавных полос, используемых в данной статье, имеют следующие идентификационные средние частоты и диапазоны:

Номер полосы	Средняя частота (Гц)	Прибл. диапазон частот (Гц)
1	63	44-88
2	125	88-176
3	250	176-353
4	500	353-707
5	1000	707-1414
6	2000	1414-2828
7	4000	2828-5656
8	8000	5656-11312

Когда уровни звукового давления отображают графически, их чаще всего подразделяют на это восемь октавных полос. За счет этого можно наблюдать изменение уровня звукового давления при варьировании частоты. Это изменение важно в любой ситуации, потому что люди проявляют иную чувствительность к низкочастотным звукам и иначе на них реагируют, чем на высокочастотные звуки. Кроме того, инженерные решения для низкочастотных звуков резко отличаются от решений для низкочастотных звуков.

### Деятельность соседей в помещениях

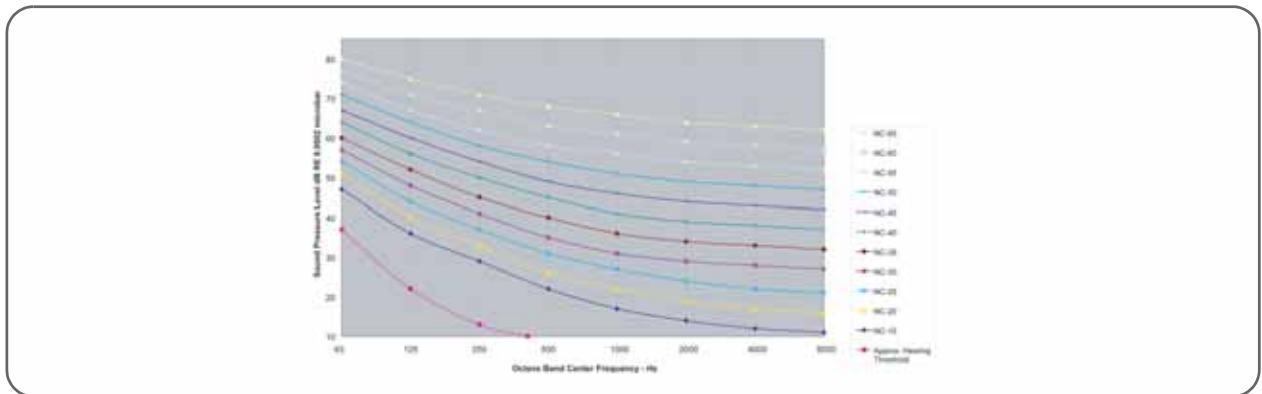
По результатам исследований реальных жизненных ситуаций, в ходе которых люди оценивали шумность во время различной рабочей или повседневной деятельности в помещениях по шкале от "комфортablyно" до "приемлемо", "мешающая" и даже "неприемлемая", были построены "кривые критерия шума" (кривые "КШ"). Эти "КШ" кривые отображены на графике ниже. Каждая кривая отображает приемлемый баланс уровней низкочастотного и высокочастотного звуковых давлений для конкретных ситуаций, и приведенная в соответствие в условиями слышимости, связанными с уровнем шума. Нижние кривые КШ описывают настолько низкие уровни звукового давления, что они не мешают отдыху или сну, или обеспечивают превосходную слышимость, в то время как верхние кривые КШ описывают весьма шумные рабочие зоны, где даже разговоры становятся затруднительными и ограниченными. Эти кривые могут быть использованы для здания желаемых целевых уровней шумности почти для всех типовых функциональных зон в помещениях, где необходимо соблюсти определенные акустические требования.



Обратите внимание, что у графика кривых по оси абсцисс отложены восемь октавных частотных полос, а по оси ординат - уровни звукового давления в децибелах (дБ) относительно стандартного порогового давления 0,0002 микробара. Для удобства в таблице ниже для каждого из критериев шума приведены уровни звукового давления на средней частоте каждой из октавных полос.

**Таблица А: Уровни звукового давления октавных полос (дБ относительно 0,0002 микробара) кривых критерия шума (КШ) для помещений**

Критерий шума	Средняя частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	8500	1000	2000	4000	8000
КШ-15	47	36	29	22	17	14	12	11
КШ-20	51	40	33	26	22	19	17	16
КШ-25	54	44	37	31	27	24	22	21
КШ-30	57	48	41	35	31	29	28	27
КШ-35	60	52	45	40	36	34	33	32
КШ-40	64	56	50	45	41	39	38	37
КШ-45	67	60	54	49	46	44	43	42
КШ-50	71	64	58	54	51	49	48	47
КШ-55	74	67	62	58	56	54	53	52
КШ-60	77	71	67	63	61	59	58	57
КШ-65	80	75	71	68	66	64	63	62



**Рисунок 1. Кривые критерия шума "КШ". Уровни звукового давления октавной полосы ассоциированы с условиями критерия шума в Таблице Б.**

Таблица Б используется совместно с кривыми КШ, в ней перечислены некоторые типичные виды деятельности в помещениях, для которых требуется уровень фоновых шумов в диапазоне от КШ-15 до КШ-55. Возможно, некоторые необычные акустические требования будет нелегко отнести к одной из этих групп. Может возникнуть необходимость применения специфических критериев для этих особых ситуаций, или же назначить критерий, основанный на сходстве с одним из критериев, приведенных в таблице.

**Важно подчеркнуть, что кривые КШ основаны на различной деятельности в помещениях, и должны использоваться только для них.**

Первый шаг в разработке критерия шума для холодильного оборудования - выбрать из таблицы Б вид деятельности, наиболее точно описывающий, чем будут заниматься "соседи" в помещениях поблизости от установки, когда она будет работать. Если при этом окажутся применимы два или более соседних условия, то следует выбрать самый низкий уровень КШ. Соответствующие значения КШ на графике выше или в Таблице А дадут для этого выбора уровни звукового давления восьми октавных полос, выраженные в децибелах. Целью является удержание громкости шума, который слышит сосед у себя дома или в здании, на этом уровне звукового давления, или ниже.

Таблица Б: Примерный перечень критериев шума для деятельности соседей в помещениях\*

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	ПРИМЕРНЫЙ ДИАПАЗОН КРИТЕРИЕВ ШУМА
<b>Сон, отдых, релаксация</b>	
Дома, квартиры, отели, больницы, и т.п. Пригородные и городские Городские	от КШ-20 до КШ-25 от КШ-25 до КШ-30
<b>Требуется превосходная слышимость</b>	
Концертные залы, студии звукозаписи, и т.п.	от КШ-15 до КШ-20
<b>Требуется очень хорошая слышимость</b>	
Аудитории, театры Большие помещения для собраний и конференций	от КШ-20 до КШ-25 от КШ-25 до КШ-30
<b>Требуется хорошая слышимость</b>	
Частные офисы, школьные классы, библиотеки, малые конференц-залы, прослушивание радио- и телепередач дома, и т.п.	от КШ-30 до КШ-35
<b>Желательна четкая слышимость</b>	
Большие офисы, рестораны, магазины, и т.п.	от КШ-35 до КШ-40
<b>Допустима умеренно четкая слышимость</b>	
Зоны работы оргтехники, вестибюли, кафетерии, зоны лабораторной работы, помещения проектировщиков, удовлетворительное пользование телефоном, и т.п.	от КШ-40 до КШ-45
<b>Приемлемые рабочие условия с минимальными помехами для разговоров</b>	
Станочные цеха, промышленные зоны, коммерческие зоны наподобие гаражей, кухонь, прачечных и т.п.	от КШ-45 до КШ-55

**Примечание:** \* В "Руководстве ASHRAE" величины КШ для каждой ситуации обычно даются с диапазоном в 10 дБ, предоставляя пользователю выбрать конкретное значение КШ для собственных нужд. В интересах более уверенного достижения удовлетворительных условий для соседей, значения в Таблице Б представляют собой более умеренные нижние 5 дБ от величины ASHRAE.

### Ослабления шума, обеспечиваемое конструкциями стен

Соседи, находящиеся или у себя дома, или на улице возле него, могут слышать шум оборудования, установленного вне помещений. Если они находятся на улице, то могут оценивать этот шум относительно более или менее постоянного фонового шума в этом районе. Если они находятся в помещении, то склонны оценивать шум по тому, насколько он слышимый, узнаваемый или навязчивый

Когда уличный шум проникает в здание, он ослабевает, даже если в здании есть открытые окна. Фактическая степень ослабления шума зависит от конструкции здания, ориентации, площади стен, площади окон, площади открытых окон, звукопоглощения в помещениях и, вероятно, некоторых других факторов. Примерные величины ослабления шума, обеспечиваемые некоторыми типовыми конструкциями здания, приведены в таблице ниже.

Для удобства идентификации перечисленные конструкции стен обозначены буквами от А до Ж и описаны в примечаниях под таблицей В. Обратите внимание, что А обозначает отсутствие и стены, и ослабления шума, и что в случае А выбранная кривая КШ будет применима к особому варианту уличной деятельности, например, крытой галерее, уличному ресторану или террасе.

Выбрав в таблице ниже конструкцию стены, наиболее близкую к конструкции здания, где находятся соседи, и сложив, полоса за полосой, величины ослабления шума из таблицы В с кривыми КШ для помещений, мы получим уровни уличного звукового давления, которые дадут нам желаемые величины КШ в помещении, когда в него попадет шум оборудования, прошедший сквозь стены. Следовательно, этот второй шаг даст нам "пробный критерий уличного шума", основанный на слышимости в помещениях соседнего здания.

Таблица В: Приблизительные величины ослабления шума (дБ), обеспечиваемые типовыми конструкциями наружных стен

Частота октавной полосы	Тип стены (см. примечания ниже)						
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
(Гц)							
63	0	9	13	19	14	24	32
125	0	10	14	20	20	25	34
250	0	11	15	22	26	27	36

Частота октавной полосы (Гц)	Тип стены (см. примечания ниже)						
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
500	0	12	16	24	28	30	38
1000	0	13	17	26	29	33	42
2000	0	14	18	28	30	38	48
4000	0	15	19	30	31	43	53
8000	0	16	20	30	33	48	58

**А:** Нет стены; уличные условия

**Б:** Любая типовая конструкция стены, открытые окна составляют около 5% площади наружной стены

**В:** Любая типовая конструкция стены, маленькие вентиляционные окна (форточки) составляют около 1% площади наружной стены, все окна закрыты

**Г:** Любая типовая конструкция стены; закрытые, но открываемые окна составляют около 10-20% площади наружной стены

**Д:** Конструкция из сплошного стекла толщиной 6 мм составляет более 50% площади наружной стены

**Е:** Сплошная стена 100 кг/м<sup>2</sup> без окон, щелей или отверстий

**Ж:** Сплошная стена 250 кг/м<sup>2</sup> без окон, щелей или отверстий

### Фоновый уличный шум

Не исключено, что в относительно шумном районе фоновый уличный шум окажется даже выше, чем "пробный критерий уличного шума". В этом случае стабильный фоновый шум в этом районе может замаскировать шум холодильного оборудования и возобладать в качестве регулирующего критерия уличного шума. Третьим этапом в разработке критерия шума как раз и является выявление наличия такой ситуации.

Наилучшим способом выяснить это станет проведение нескольких измерений уровня звукового давления, чтобы получить средний минимальный фоновый уровень для самых тихих периодов, во время которых планируется включать оборудование, или для периодов, когда жалобы на шум наиболее вероятны; например, ночью в жилых районах, где холодильное оборудование работает по ночам, или днем в офисных районах, где холодильное оборудование работает днем.

В случае, если измерения фонового шума провести нельзя, для оценки примерного фонового уличного шума можно воспользоваться таблицами Г и Д и Рисунком 2. В таблице Г следует определить условие, наиболее близко описывающее район или уличное движение поблизости от холодильного оборудования в самое тихое время суток, когда оборудование будет работать. Для выбранного условия находим на графике кривую, которая дает оценку уровней звукового давления среднего минимального уличного фонового шума. Значения уровней звукового давления для кривых на этом графике приведены также в таблице ниже.

Необходимо предупредить, что эти оценки следует использовать только как аппроксимации фоновых шумов, и что фактические местные шумовые условия могут меняться в широком диапазоне.

**Таблица Г: Оценка фонового уличного шума, основанная на общем типе жилого района и местной интенсивности уличного движения**

УСЛОВИЕ	№ КРИВОЙ на РИСУНКЕ 2 или в ТАБЛИЦЕ Д
1. Ночь, сельская местность, нет активного местного движения транспорта	1
2. День, сельская местность, нет активного местного движения транспорта	2
3. Ночь, пригород; нет активного местного движения транспорта	2
4. День, пригород; нет активного местного движения транспорта	3
5. Ночь, город; нет активного местного движения транспорта	3
6. День, город; нет активного местного движения транспорта	4
7. Ночь, деловой или коммерческий район	4
8. День, деловой или коммерческий район	5
9. Ночь, промышленная или производственная зона	5
10. День, промышленная или производственная зона	6
11. Ближе 100 м от непостоянного малого уличного движения	4
12. Ближе 100 м от постоянного малого уличного движения	5
13. Ближе 100 м от постоянного среднего уличного движения	6
14. Ближе 100 м от постоянного плотного уличного движения	7



УСЛОВИЕ	№ КРИВОЙ на РИСУНКЕ 2 или в ТАБЛИЦЕ Д
15. От 100 до 300 м от непостоянного малого уличного движения	3
16. От 100 до 300 м от постоянного малого уличного движения	4
17. От 100 до 300 м от постоянного среднего уличного движения	5
18. От 100 до 300 м от постоянного плотного уличного движения	6
19. От 300 до 600 м от непостоянного малого уличного движения	2
20. От 300 до 600 м от постоянного малого уличного движения	3
21. От 300 до 600 м от постоянного среднего уличного движения	4
22. От 300 до 600 м от постоянного плотного уличного движения	5
23. От 600 до 1200 м от непостоянного малого уличного движения	1
24. От 600 до 1200 м от постоянного малого уличного движения	2
25. От 600 до 1200 м от постоянного среднего уличного движения	3

(Определите соответствующие условия, которые лучше всего описывают исследуемый район в наиболее критическое время суток, то есть днем или ночью. Затем по соответствующей кривой на Рисунке 2 или в Таблице Д определите средние минимальные уровни фонового шума, которые будут использованы в акустическом анализе. Если найдено несколько подходящих условий, используйте кривую с наименьшим номером.)

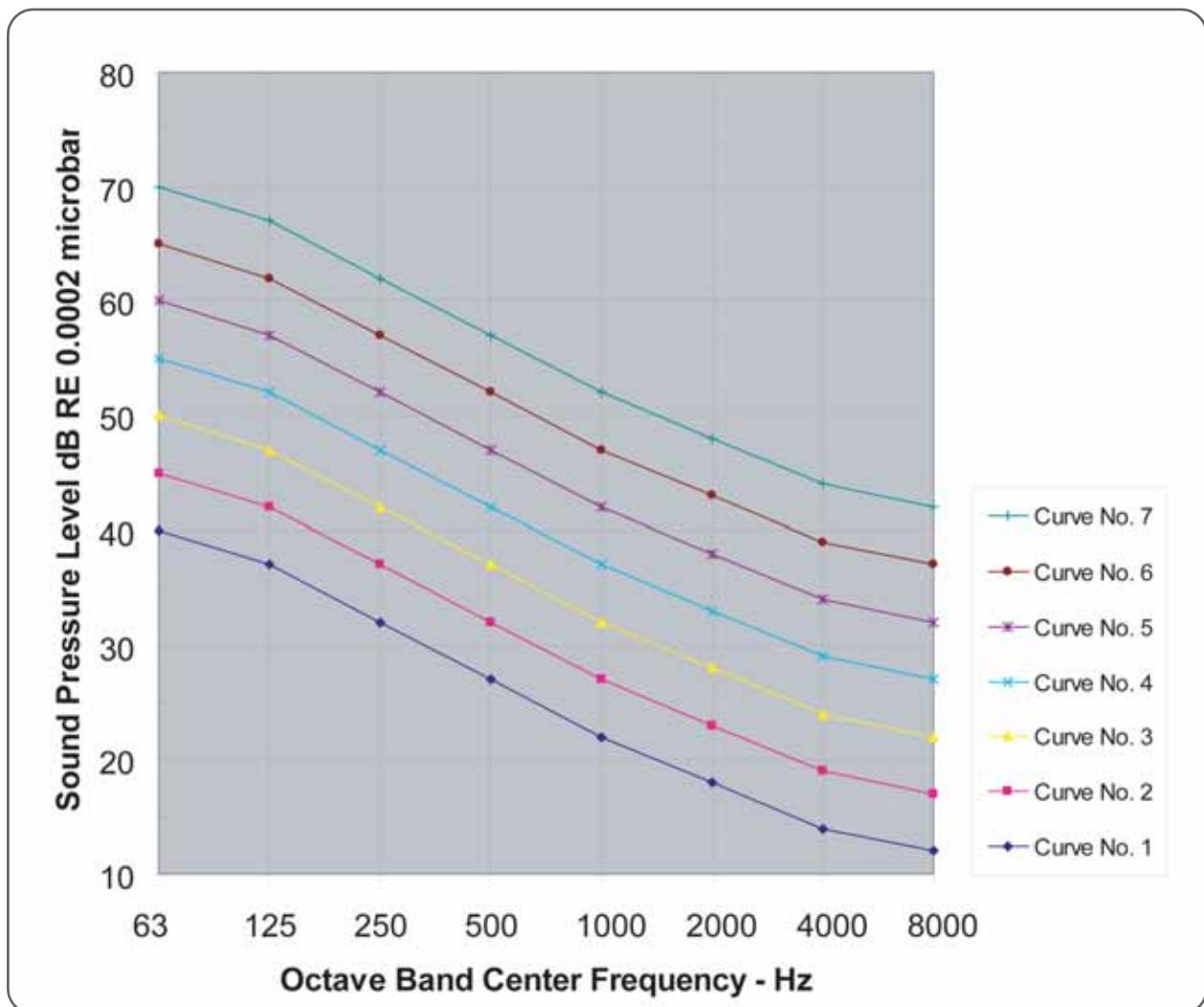


Рисунок 2. Примерные средние минимальные уровни звукового давления уличного фонового шума, ассоциированные с условиями в Таблице Г.

Таблица Д: Уровни звукового давления октавной полосы (дБ) кривых фонового уличного шума на рисунке выше

№ КРИВОЙ на РИСУНКЕ 2	СРЕДНЯЯ ЧАСТОТА ОКТАВНОЙ ПОЛОСЫ, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	40	37	32	27	22	18	14	12
2	45	42	37	32	27	23	19	17
3	50	47	42	37	32	28	24	22
4	55	52	47	42	37	33	29	27
5	60	57	52	47	42	38	34	32
6	65	62	57	52	47	43	39	37
7	70	67	62	57	52	48	44	42

### Окончательный критерий шума

Теперь измеренные или определенные уровни среднего минимального фонового шума необходимо сравнить, полоса за полосой, с "пробным критерием уличного шума", определенным выше. Большие из этих величин (для каждой из частотных полос) теперь станут уровнями звукового давления октавной полосы, которые являются "окончательным критерием уличного шума" для установки оборудования.

Как правило, любой новый вторгающийся звук оценивается по сравнению с уже имеющимся фоновым шумом. Если громкость нового звука выше громкости существующего фона, соседи его заметят, он станет им мешать, и они будут протестовать. С другой стороны, если новый звук едва слышен на фоне прежних звуков, он останется относительно незамеченным. Следовательно, если издаваемый оборудованием шум равен по громкости или ниже окончательного критерия шума, он не будет услышан и замечен, и наша цель будет достигнута.

Если имеются два или более критерия, относящиеся к конкретной установке, то следует произвести анализ каждой из ситуаций и использовать самый низкий из окончательных критериев.

### Муниципальные правила и постановления

Если имеются местные нормы и постановления, регламентирующие уровни шума, то необходимо проверить, соответствуют ли ожидаемые уровни шума проектируемой установки (включая любые предусмотренные меры по контролю шума) требованиям этих норм. В зависимости от формы и языка этих норм, может оказаться необходимым использовать указанные в нормах уровни звукового давления при анализе критерия шума.

### Пример

Подводя итог этой процедуре, рассмотрим установку градирни возле кампуса колледжа, в 91 метре от здания с аудиториями. Колледж расположен в большом городе, и мимо одного угла кампуса, примерно в 450 м от здания с аудиториями, проходят две главные улицы. В теплую погоду градирня будет работать и днем, и ночью. Циркуляция воздуха в аудиториях обеспечивается только открытыми окнами. Определите критерий шума для градирни.

**Этапы для этого примера приведены в образце "Рабочей таблицы по оценке шума", являющейся Приложением Г к данной статье.**

**Этап 1.** Определите условие деятельности соседей по Таблице Б. Для "условий хорошей слышимости" в типовой аудитории выберите критерий шума КШ-30.

**Этап 2.** В указанные поля под пунктом 2 "Рабочей таблицы по оценке шума" впишите уровни звукового давления для частот октавных полос кривой КШ-30, взятые из Рисунка 2 или Таблицы А.

**Этап 3.** В Таблице В определите тип стены, наиболее соответствующий наружной стене здания с аудиториями. Поскольку летом окна обычно открыты, можно выбрать стену типа Б. Впишите значения для стены типа Б в поля пункта 3.

**Этап 4.** Сложите величины этапов 2 и 3, и введите суммы в поля пункта 4. Это "пробный критерий уличного шума".

**Этап 5.** В поля пункта 5 введите или измеренные уровни звукового давления среднего минимального фонового шума, или фоновые значения, полученные с использованием рисунка 2 и таблиц Г и Д. В этом примере мы будем считать, что уличное движение лучше всего описывается позицией "от 300 до 600 метров от постоянного плотного уличного движения". Это указывает на кривую 5 из Рисунка 2 и Таблицы Д, значения которых далее вводятся в поля пункта 5.

**Этап 6.** В поля пункта для каждой из частотных полос введите наибольшее значение величин из пункта 4 или пункта 5. Это "окончательный критерий шума".



Обратите внимание, что в этом примере значения пункта 4 равны или выше значений пункта 5 для всех полос. Таким образом, окончательный критерий шума по существу базируется на критерии шума для аудитории и типе стены. Однако оценки фонового уличного шума для полос 250 и 500 Гц равна "пробному критерию уличного шума". Если бы они в этом примере были выше, то их более высокие значения были бы использованы для задания окончательного критерия шума на этих полосах.

Мы попытаемся удержать уровни звукового давления всех октавных полос для выбранной градирни равными или меньшими, чем значения этапа 6. Если имеется норматив уровня шума, то для нашего анализа это станет подходящей точкой для проверки соответствия норматива и окончательного критерия уличного шума, полученного на этапе 6. Если полученный нами критерий ниже нормативных уровней для указанного расстояния, то акустический анализ даст результаты, соответствующие нормативу.

Оставшиеся этапы примера оценки шума будут объяснены в дальнейших разделах данной статьи, по мере описания всей процедуры оценки шума.

## Уровни шума для холодильного оборудования

### Введение

Теперь, когда мы установили приемлемый критерий шума, следующим этапом станет изучение источника шума и определение уровня шума, создаваемого оборудованием на территории соседей - в тех же терминах уровня звукового давления, которые были использованы для критерия шума. Целью данного раздела будет обсуждение фактических уровней звукового давления холодильного оборудования ВАС, и демонстрация того, как эти уровни могут быть скорректированы для различных расстояний и определенных геометрических компоновок.

Нашей главной заботой станут ориентация оборудования и расстояние от него до самого "критичного соседа". Там, где это возможно, расстояние между оборудованием и соседом необходимо поддерживать как можно большим, а оборудование следует ориентировать так, чтобы в направлении соседей излучался наименьший шум.

Звуковые показатели холодильного оборудования могут быть выражены как в терминах уровней звукового давления, так и уровней звуковой мощности, и оба они могут оказаться необходимыми для проведения исчерпывающего акустического анализа в конкретной ситуации. Однако при оценке шумности чрезвычайно важны уровни звукового давления октавных полос для предполагаемого оборудования, и важно иметь очень точные сведения о характеристиках направленности звуков, создаваемых оборудованием.

Для общего использования, желаемые данные о направленности дадут уровни звукового давления, измеренные в четырех различных горизонтальных направлениях (каждая из боковых сторон изделия), и в одном вертикальном (верхняя сторона изделия). Главными требованиями для измерения шумовых показателей оборудования, устанавливаемого вне помещений, являются:

1. Должны использоваться точно откалиброванные звукометрические приборы.
2. Данные об уровнях звукового давления октавных полос обязательны.
3. Данные об уровне шума должны отражать истинные эффекты направленности звуков, издаваемых оборудованием (во время измерения поблизости не должно быть зданий или препятствий, искажающих реальную картину звукового излучения).
4. Должно быть определено расстояние, на котором проводится измерение.

Некоторое оборудование оценивается в показателях общей излучаемой звуковой мощности, выражаемой как уровень звуковой мощности. Уровень звуковой мощности - правомерный показатель для сравнения суммы звуков, излучаемых оборудованием, но его серьезным недостатком является то, что он не отражает эффекты направленности этих звуков. Если имеются только данные об уровне звуковой мощности, то результирующая конверсия в уровень звукового давления для конкретного месторасположения даст менее точные результаты, чем при использовании данных о направленных уровнях звукового давления. Звуки, создаваемые холодильным оборудованием, имеют направленность, и сведения об уровнях звукового давления необходимы для расчета фактической шумности в любом направлении вокруг установки.

### Система простого числового показателя

Было сделано много попыток выразить частотный спектр и уровень давления (интенсивность) звуков, используя систему с одним числовым значением. Наиболее распространенным из используемых методов являются **А-В-С**-взвешивающие фильтры шумомеров.

Шумомеры с **А-В-С**-взвешивающими фильтрами пытаются симулировать реакцию человеческого уха на звуки с различной интенсивностью давления. При относительно низком уровне звукового давления человеческое ухо значительно более чувствительно к высокочастотным звукам, чем к низкочастотным. Однако эта разница

становится менее заметной при более высоких уровнях звукового давления, когда чувствительность уха к высокочастотным и низкочастотным звукам почти выравнивается.

Взвешивающий фильтр **A**-шкалы предназначен для симулирования реакции уха на звуки низкого давления (ниже 55 дБ). Фильтр **B**-шкалы предназначен для симулирования реакции уха на звуки среднего давления (от 55 до 85 дБ). Фильтр **C**-шкалы предназначен для обеспечения почти одинакового отклика на все частоты, и используется для аппроксимации реакции уха при повышенных уровнях звукового давления (выше 85 дБ).

Частота октавной полосы (Гц)	Поправка для А-фильтра
63	-26
125	-16
250	-9
500	-3
1000	0
2000	+1
4000	+1
8000	-1

Из-за простоты формулировки измерения по шкале **A-B-C** использовались в некоторых постановлениях, касающихся шумности, и в данных по шумности оборудования. Они могут иметь ценность в некоторых ситуациях, когда требуется сравнение шумности, но малоценны для инженерной оценки шумов, испускаемых холодильным оборудованием, поскольку не содержат сведений о частотном спектре шума. Например, градири двух разных типов могут иметь одинаковые показатели по шкале А, но у одной большая часть звуковой энергии может излучаться в низкочастотном спектре, а у другой в высокочастотном. Простой числовой показатель не укажет на эту разницу, а это может привести к неоптимальным, а иногда и дорогим решениям.

#### Сравнение холодильного оборудования с центробежным и осевым вентилятором

На основе всестороннего изучения данных измерений, выполненных на нескольких смонтированных градириях, было обнаружено, что общие уровни звукового давления у градири с центробежными вентиляторами на 5-7 дБ ниже, чем у градири с осевыми вентиляторами при той же производительности, даже при том, что потребляемая мощность у осевых вентиляторов примерно вдвое ниже. Для сравнения это означает, что градири с осевым вентилятором, чтобы быть такой же тихой, как градири с центробежным вентилятором, должна располагаться вдвое дальше от соседей (снижение шума на 6 дБ с каждым удвоением расстояния, см. таблицу E). Частотный спектр и структуры излучения для этих двух типов изделий также отличаются. Для любого сравнения конкретных градири следует использовать данные реальных замеров, выполненных производителем.

#### Оценки шумности ВАС

ВАС замеряет уровни шумов, излучаемых ее изделиями в пяти основных направлениях (четыре горизонтальных и одно вертикальное), на расстоянии 1,5 и 15 метров. В образце справочного листка оценки шумности указаны пять основных направлений и акустические данные, имеющиеся для градири ВАС. Как видно из справочного листка, данные предоставлены пятью блоками, относящимися к уровням звукового давления, измеренного в пяти основных направлениях на расстоянии 15 м от градири. Если возникает необходимость оценить уровень звукового давления в каком-то промежуточном направлении, например, посередине между правым углом и впуском воздуха, это можно сделать, усреднив или интерполировав представленные данные.

Кроме пяти наборов уровней звукового давления, измеренных на двух расстояниях, справочный листок содержит расчетные уровни звуковой мощности относительно порогового уровня мощности  $10^{-12}$  ватт. Текущие акустические данные для всего оборудования ВАС можно получить в местном представительстве ВАС Balticare.

Поскольку здесь были упомянуты уровни звуковой мощности, сейчас подходящий момент, чтобы отметить, что Приложения А, Б и В приведены в конце данной статьи, чтобы предоставить базовую информацию, относящуюся к уровням звуковой мощности и другим расчетам, которые могут иногда потребоваться для акустической оценки. В Приложении А описан упрощенный метод расчета уровня звуковой мощности для изделия, для которого проведены пять наборов измерения уровня звукового давления. В Приложении Б описана процедура расчета среднего уровня звукового давления на заданном расстоянии, если известен уровень звуковой мощности. В Приложении В приведена простая процедура сложения величин, выраженных в децибелах. Такое требуется, например, во время преобразования уровней звукового давления в уровни звуковой мощности, или при расчете общего уровня звукового давления на основе уровней восьми индивидуальных октавных полос, или при сложении двух или более источников звука.





**BALTIMORE AIRCOIL  
INTERNATIONAL N.V.**

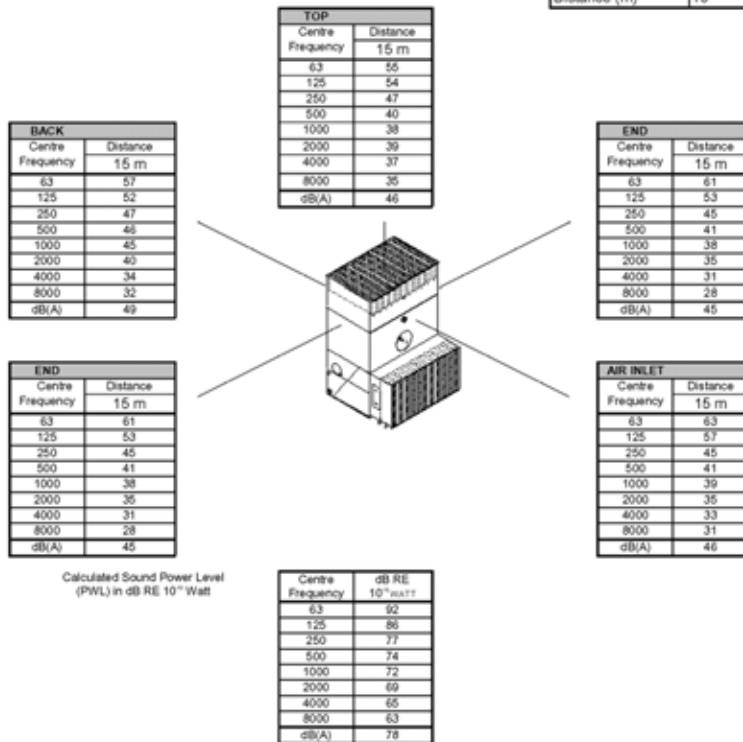
Industriepark  
B-2220 HEIST-OP-DEN-BERG  
Belgium

**SOUND RATING  
DATA SHEET**

Model No. VXT-185

Octave Band and A-Weighted Sound Pressure  
Levels (SPL) in dB RE 0.0002 Microbar.

INPUT DATA	
Indoor/Outdoor	Outdoor
Sound Attenuation	XB
Motor Size (kW)	22
Number of Motors	1
Fan Speed	Full
Distance (m)	15



Note: Sound data are free field data valid for unit installation without elevation, not taking into account any reflections.

### Эффект расстояния свыше 15 м

В любой реальной ситуации обычно необходимо определить уровни звукового давления оборудования на ином расстоянии, чем 1,5 и 15 м, приведенные в справочных листках ВАС. В этом разделе описаны поправки на расстояние для оценки уровней звукового давления на расстояниях, превышающих 15 м.

Для больших, по сравнению с размерами изделия, расстояний, ослабление шума с расстоянием подчиняется "закону обратных квадратов", то есть, при каждом удвоении расстояния от изделия уровень звукового давления снижается на 6 дБ. Таким образом, для расстояний более 15 м закон обратных квадратов справедлив, и поправка на расстояние весьма проста. В Таблице Е приведены величины снижения уровня звукового давления для расстояний от 15 до 800 м. Чтобы получить значение уровня звукового давления оборудования на интересующем расстоянии, величину, приведенную в Таблице Е, следует вычесть из величины уровня звукового давления на расстоянии 15 м.

Для относительно коротких расстояний (менее 30 м) для всех восьми частотных полос применимы одни и те же значения поправок. На больших расстояниях (свыше 30 м) высокочастотная звуковая энергия поглощается воздухом, и величины поправок для высокочастотных полос становятся больше. При расстояниях свыше 150 м на распространение звука могут влиять ветер и температура воздуха, но поскольку это величины переменные, они в данной статье не рассматриваются, а величины поправок в Таблице Е отражают более или менее "средние" условия распространения звука.

Если критическое расстояние попадает в интервал между значениями, приведенными в левой колонке Таблицы Е, интерполируйте величину ослабления шума до ближайшего 1 дБ. Не пытайтесь использовать доли децибела.



Технический  
ВОЗМОЖНОСТИ





Таблица Е: Снижение уровня звукового давления (в дБ) на расстояниях свыше 15 м

Расстояние (м)	Средняя частота октавной полосы, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
15	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2	2	2	2	2	2	2	2
25	4	4	4	4	4	4	4	4
30	6	6	6	6	6	6	7	7
37,5	8	8	8	8	8	8	9	10
50	10	10	10	10	10	10	11	12
60	12	12	12	12	12	13	14	15
75	14	14	14	14	14	15	16	18
100	16	16	16	16	16	17	18	21
120	18	18	18	18	19	19	21	24
150	20	20	20	20	21	22	24	27
200	22	22	22	22	23	24	27	31
240	24	24	24	25	25	26	30	35
300	26	26	26	27	27	29	34	40
400	28	28	28	29	30	32	38	46
480	30	30	30	31	32	35	43	53
600	32	32	32	33	35	38	47	61
800	34	34	34	36	38	42	53	70

### Эффект расстояния от 1,5 до 15 м

В этом разделе описаны поправки для оценки уровней звукового давления на близких расстояниях от 1,5 до 15 м. Когда расстояние от источника звука мало по сравнению с размерами источника, "закон обратных квадратов" уже не всегда точно описывает изменения громкости звука с расстоянием. Поэтому для относительно коротких расстояний от 1,5 до 15 м может оказаться необходимым принять некоторые вариации уровня звукового давления, которые уже не столь прямолинейны, как в случае расстояний свыше 15 м. Таблица Ж позволяет оценивать уровни звукового давления на этих коротких расстояниях при условии, что уровни звукового давления на расстоянии 1,5 м и 15 м известны.

Для иллюстрации применения Таблицы Ж примем, что уровень звукового давления установки на конкретной частотной полосе равен 68 дБ на расстоянии 1,5 м, и 54 дБ на расстоянии 15 м. Разность этих величин равна 14 дБ. В Таблице Ж находим колонку "13-15 дБ" под заголовком "Если разность между уровнями 1,5 м и 15 м равна". Цифры в этой колонке - это значения (в дБ), которые надо прибавить к уровню звукового давления в 54 дБ для 15 м, чтобы получить уровень звукового давления на каком-либо желаемом более коротком расстоянии. Если, например, мы хотим узнать "уровень звукового давления" этой установки на расстоянии м, то нам надо прибавить 8 дБ к величине 54 дБ для расстояния 15 м, чтобы получить 63 дБ как уровень звукового давления на желаемом расстоянии м.

Далее, на таких близких расстояниях разность величин уровней звукового давления между 1,5 и 15 м может не быть постоянной для всех частотных полос, поэтому описанную процедуру необходимо выполнить для каждой из октавных полос. Например, для одной частотной полосы разность может составлять 12 дБ, а для другой полосы она может быть 15 или 16 дБ.

Ближняя интерполяция уровней звукового давления по своей сути несколько ненадежна, поэтому не следует удивляться, если на очень близких расстояниях начнут проявляться какие-нибудь странности или противоречия в данных. Во всяком случае, использованный здесь метод дает вполне пригодные для работы результаты.



Таблица Ж: Параметры интерполяции для получения уровней звукового давления (в дБ) на расстояниях от 1,5 до 15 м

Расстояние, для которого нужен УЗД (м)	Если разность между уровнями 1,5 и 15 м равна:						
	4-6 дБ	7-9 дБ	10-12 дБ	13-15 дБ	16-18 дБ	19-21 дБ*	22-24 дБ
	Для получения УЗД для желаемого расстояния, прибавить следующие значения к УЗД для 15 м:						
15	0	0	0	0	0	0	0
13,5	0	0	1	1	1	1	1
12	1	1	1	2	2	2	2
10,5	1	1	2	3	3	3	3
9	2	2	3	4	4	4	5
7,5	2	3	4	5	5	6	7
6	2	4	5	6	7	8	9
4,5	3	5	6	8	9	10	12
3	4	6	8	10	12	14	16
1,5	5	8	11	14	17	20	23

\*Значения в этой колонке основаны на вариации, подчиняющейся "закону обратных квадратов" во всем диапазоне от 15 до 1,5 м. В остальных колонках приведены вариации, не следующие "закону обратных квадратов".

### Отражающие стены и ограждения

До сих пор обсуждалось то, что с акустической точки зрения может считаться "простой инсталляцией", когда требовалось учитывать лишь расстояние до соседей и относительную ориентацию установки.

Однако часто геометрия инсталляции включает расположенные неподалеку отражающие стены или здания, что увеличивает акустическую сложность места монтажа. Рассмотрим три типичные ситуации:

- Случаи, когда отражающие стены меняют картину излучения звука от установки к соседям
- Случаи, когда находящиеся поблизости стены ограничивают установку и вызывают повышение уровня локальных (ближних) шумов
- Случаи, когда установка находится в колодце, и звук излучается из верхней части колодца

### Эффект отражающих стен

Перечислим несколько факторов, влияющих на величину отраженного шума:

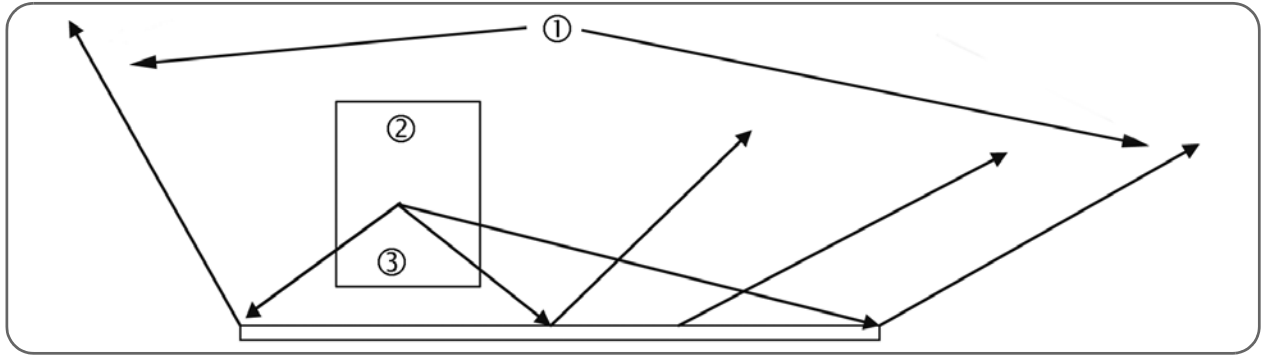
1. Картина излучения звука оборудованием (направленность)
2. Излучающая площадь оборудования
3. Ориентация оборудования
4. Расстояние от установки до соседей
5. Расстояние от оборудования до отражающей стены
6. Площадь отражающей стены
7. Различные углы падения и отражения между оборудованием, стеной и соседями

Из-за наличия такого количества переменных величин, мы не будем пытаться разрабатывать жесткую процедуру для оценки влияния отражающей стены. Скорее, мы хотим предупредить, что если поблизости от оборудования имеется большая отражающая поверхность, ее следует считать потенциальным отражателем звуков. Если оборудование ориентировано таким образом, что самая шумная его сторона уже направлена в сторону соседей, то влияние отражающей стены можно проигнорировать! Однако если это не так, то для того, чтобы отраженный звук стал проблемой, необходимо выполнение следующих условий:

8. Площадь отражающей стены не менее чем втрое больше площади той стороны оборудования, которая обращена к стене
9. Расстояние от установки до отражающей стены равно менее половины расстояния от оборудования до соседей
10. Если из центра каждой установки провести оптические лучи ко всем частям отражающей стены, а потом отобразить лучи, отраженные от стены, то соседи располагаются в угловом створе отраженных лучей (см. рисунок ниже)

Если каждое из этих трех условий выполняется, то уровни звукового давления на соседей могут быть выше, чем в случае, если бы стены не было.





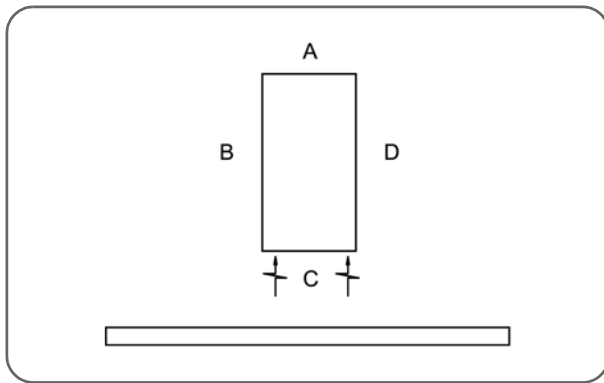
Соседняя зона, попадающая под воздействие отражающей стены

1. Соседняя зона, попадающая под воздействие отражающей стены; 2. Градирня; 3. Впуск воздуха.

На Рисунках 3 и 4 показано несколько типичных отражательных стен в различных ориентациях, а также предложены примерные корректировки уровня звукового давления в направлениях **A**, **B**, **C**, и **D** (наружу). Эти корректировки следует производить, пользуясь уровнями звукового давления на расстоянии 15 м. Рисунок 3 применим к установкам с одним впуском воздуха, а Рисунок 4 - к установкам с двумя впусками воздуха.

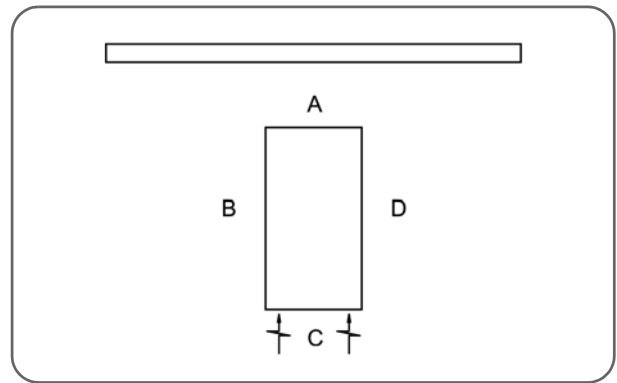
Например, для Случая 1, если сосед расположен напротив стороны **A** изделия, примените корректировку "A" величины уровня звукового давления на расстоянии 15 м, а потом внесите необходимую поправку на расстояние до соседа. Если ситуация такая, как описано в Случае 9, и сосед находится в направлении **D**, то будет применена корректировка "D", чтобы прийти к уровню звукового давления на расстоянии 15 м от изделия.

Рисунок 3. Для изделий с одним воздухозаборником



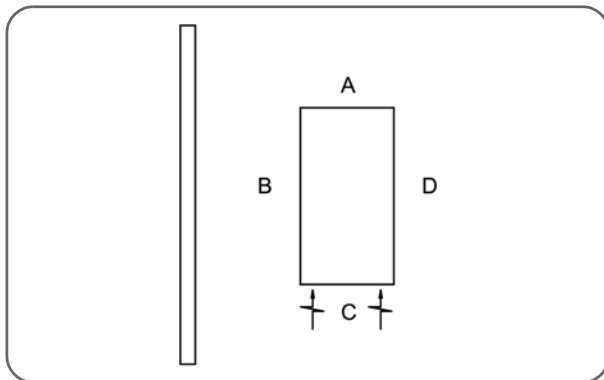
Случай 1

A. Взять среднее от уровней A и C; B. Взять среднее от уровней B и C; C. Не применимо; D. Взять среднее от уровней D и C.



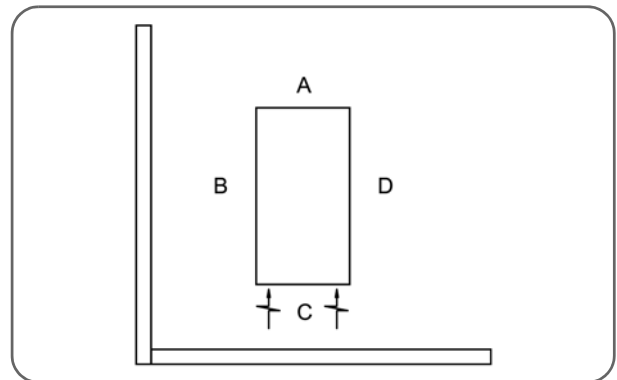
Случай 2

A. Не применимо; B. Взять большее от уровня B или среднее от уровней B и A; C. Уровни C без изменений; D. Взять большее от уровня D или среднее от уровней D и A.



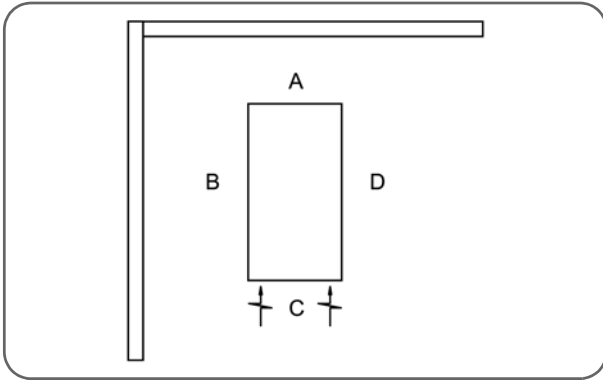
Случай 3

A. Взять большее от уровня A или среднее от уровней A и B; B. Не применимо; C. Уровни C без изменений; D. Добавить 2 дБ к уровням D.



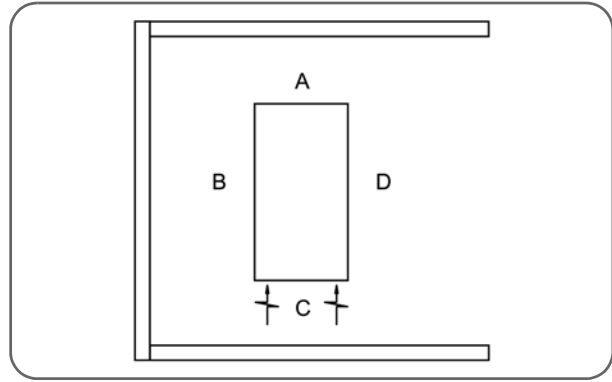
Случай 4

A. Взять среднее от уровней A и C; B. Не применимо; C. Не применимо; D. Взять среднее от уровней D и C.



Случай 5

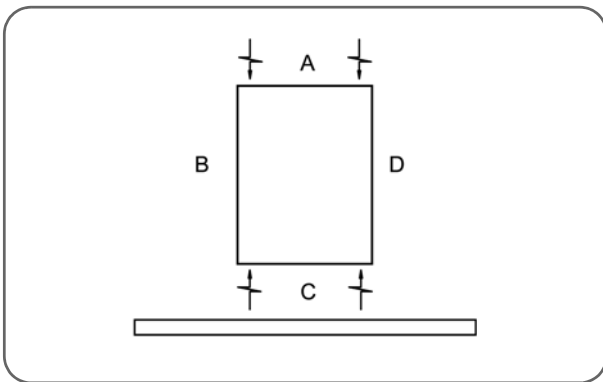
A. Не применимо; B. Не применимо; C. Уровни C без изменений; D. Взять среднее от уровней A, C и D.



Случай 6

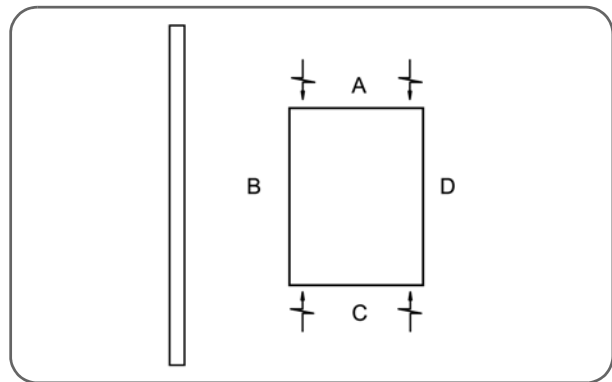
В случае звукового излучения

Рисунок 4. Для изделий с двумя воздухозаборниками



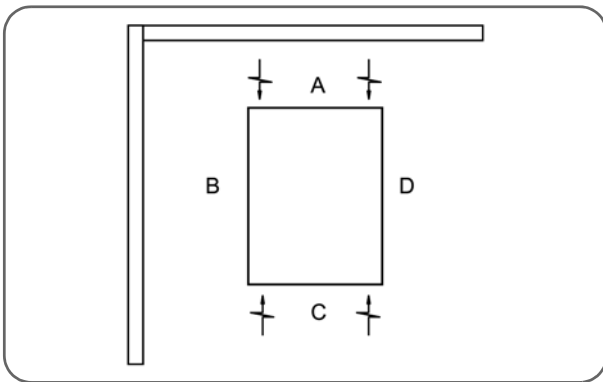
Случай 7

A. Добавить 2 дБ к уровням A; B. Взять среднее от уровней B и C; C. Не применимо; D. Взять среднее от уровней C и D.



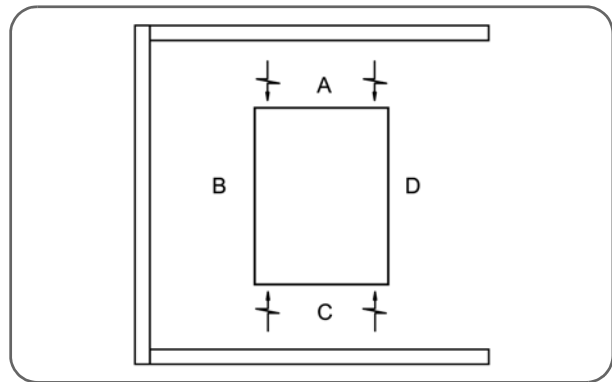
Случай 8

A. Уровни A без изменений; B. Не применимо; C. Уровни C без изменений; D. Добавить 3 дБ к уровням D.



Случай 9

A. Не применимо; B. Не применимо; C. Добавить 2 дБ к уровням C; D. Добавить 3 дБ к уровням D.



Случай 10

В случае звукового излучения

Эти схемы и связанные с ними величины корректировки эффекта показанных отражающих поверхностей должны использоваться для корректировки базовых

### Накопление уровней шума на близком расстоянии

Холодильное оборудование иногда располагается очень близко к стене здания, внутри "дворика", образованного двумя или тремя окружающими стенами, или даже в специально выделенном помещении или зоне для механического оборудования внутри здания. В случае таких инсталляций главной заботой может стать шум в непосредственной близости (1,5-3 м) от установки(ок), а не уровень шума, излучаемого и отражаемого в сторону кого-либо из соседей.

В таких ситуациях мы можем использовать Таблицу Ж для определения приблизительных уровней звукового давления на интересующих нас коротких расстояниях, а затем добавить инкремент, учитывающий накопление уровней шума. Здесь проблема также определяется геометрией компоновки, и нет возможности привести общее решение, которое охватило бы все множество возможных компоновок. В качестве приблизительного решения для такой ситуации мы рекомендуем уровни звукового давления вблизи установки на 5 дБ, признавая при этом, что диапазон повышения может быть как всего 2-3 дБ (открытый двор), так и 10-15 дБ (закрытое помещение для механического оборудования). Такая корректировка должна быть проведена со значениями всех восьми октавных полос.

### Звуковое излучение из четырехстороннего ограждения ("колодца")

Холодильное оборудование иногда устанавливается внутри четырехстороннего ограждения или "колодца", из которого все звуки исходят более или менее вертикально, а потом "переливаются" через края колодца. Простое обобщенное решение этой проблемы невозможно, но разумная аппроксимация может быть выполнена.

В то время как боковые стены служат барьером на пути нормального звукового излучения в горизонтальных направлениях, четырехстороннее ограждение стремится "усреднить" любые направленные характеристики свободного поля, присущие изделию, и заставляет усредненные звуки излучаться из верхней части колодца во всех направлениях, в которых звук может свободно распространяться исходя из геометрии окружающего пространства. В Приложении Б описана процедура расчета уровней звукового давления для данных уровней звуковой мощности на различных расстояниях и при нескольких картинах излучения.

В типичном проиллюстрированном случае, когда звуки из колодца излучаются по полусфере, уровни звукового давления установки на расстоянии 15 м можно определить, вычтя 32 дБ из уровней звуковой мощности установки.

Следует отметить, что этот метод оценки является аппроксимацией. Фактические уровни звука могут быть несколько ниже в высокочастотной области, и слегка ниже в низкочастотном диапазоне, в зависимости от расположения соседей относительно оборудования. Если боковая стенка колодца служит четким барьером для излучаемого звука, величины затухания в барьерной стене могут быть применены к проблеме таким же образом, как и описанная в данной статье процедура оценки шума для инсталляций открытого типа.

### Пример (продолжение)

Теперь давайте подведем итог Этапа 2 процесса оценки звука, взглянув на источник звука и скорректировав его по расстоянию и направлению. Это даст уровни звукового давления оборудования для той же точки, в которой в предыдущем примере был рассчитан окончательный критерий шума.

Теперь нас интересуют пункты 7-11 в образце "Рабочей таблицы по оценке шумности" (см. Приложение Г), где описаны уровни звукового давления градирни, экстраполированные до расстояния 90 м. Продолжим поэтапную процедуру работы с "Рабочей таблицей по оценке шумности" с того места, где остановились.

**Этап 7.** Решим вопрос о предпочтительной ориентации градирни на месте ее установки. Из справочного листа оценки шумности ВАС определяем уровни звукового давления на расстоянии 15 м от стороны градирни, направленной к аудиториям колледжа. Примем, что один из торцов ("допустимых выпускных сторон") находится здесь, поскольку они самые тихие. Введем значения уровней звукового давления в ячейки пункта 7 "Рабочей таблицы по оценке шумности".

**Этап 8.** Впишем расстояние "90 м" в соответствующую ячейку пункта 8, и найдем в Таблице Е значения поправок для расстояния 90 м. Впишем эти величины в восемь ячеек пункта 8.

**Этап 9.** Уровни звукового давления для 90 м будут меньше, чем для 15 м, поэтому вычтем величины пункта 8 из величин пункта 7 и впишем разность в ячейки пункта 9. Это и будут уровни звукового давления сразу за пределами аудиторий колледжа, в 90 м от градирни.

**Этап 10.** Если бы имело место усиление звука из-за наличия отражающей стены, соответствующей одному из условий на Рисунках 3 или 4, то на этом этапе были бы внесены поправки в ячейки пункта 10. Если бы имелась проблема накопления звукового давления из-за наличия вокруг градирни близко расположенных и огораживающих стен, то в ячейки пункта 10 было бы вписано "+5 дБ". Поскольку к данному примеру ни одно из этих условий не относится, то в каждую ячейку пункта 10 мы впишем "0".

**Этап 11.** Пункт 11 - это сумма пунктов 9 и 10. Это уровень звукового давления градирни на расстоянии 90 м.

## Сравнение критерия шума и уровней шума для холодильного оборудования

### Пример (продолжение)

На основе материала, изложенного в двух предыдущих разделах, теперь можно определить, является ли конкретная градирня удовлетворительной (с акустической точки зрения) в данном месте установки и для данного набора обстоятельств. Теперь анализ состоит в сравнении уровней шумности оцениваемой градирни с критерием шума, определенным для данной ситуации с соседями. Сравнение можно выполнить, построив графики уровней шума и критериев шума, как показано на Рисунке 5, или просто сравнив две группы значений, полоса за полосой. Сейчас нас интересуют пункты 12-13.

**Этап 12.** Просто для упрощения следующего шага, скопируем в ячейки пункта 12 значения, взятые из пункта 6 "Окончательный критерий шума".

**Этап 13.** Вычитая "Окончательный критерий шума" (пункт 12) из "Результирующих уровней звукового давления градирни" (пункт 11), мы определяем, превышает ли шумность градирни критерий шума. Любая положительная разность означает превышение критерия шума. Любая отрицательная разность означает, что уровень шума градирни ниже критерия, и что снижения шума на этой частотной полосе не требуется, и в эту ячейку мы вписываем "0".

Если уровни шумности градирни во всех восьми октавных полосах ниже значений критерия, то проблем с шумностью быть не должно. Если два-три уровня шумности градирни превышают величины критерия всего на 1-3 дБ, то проблем с шумностью, вероятно, не будет. Если уровни шумности нескольких октавных полос превышают критерий на 5-10 дБ или более, то следует ожидать проблему с шумностью - и чем больше превышение, тем вернее наступит проблема, если не принять подходящие меры.

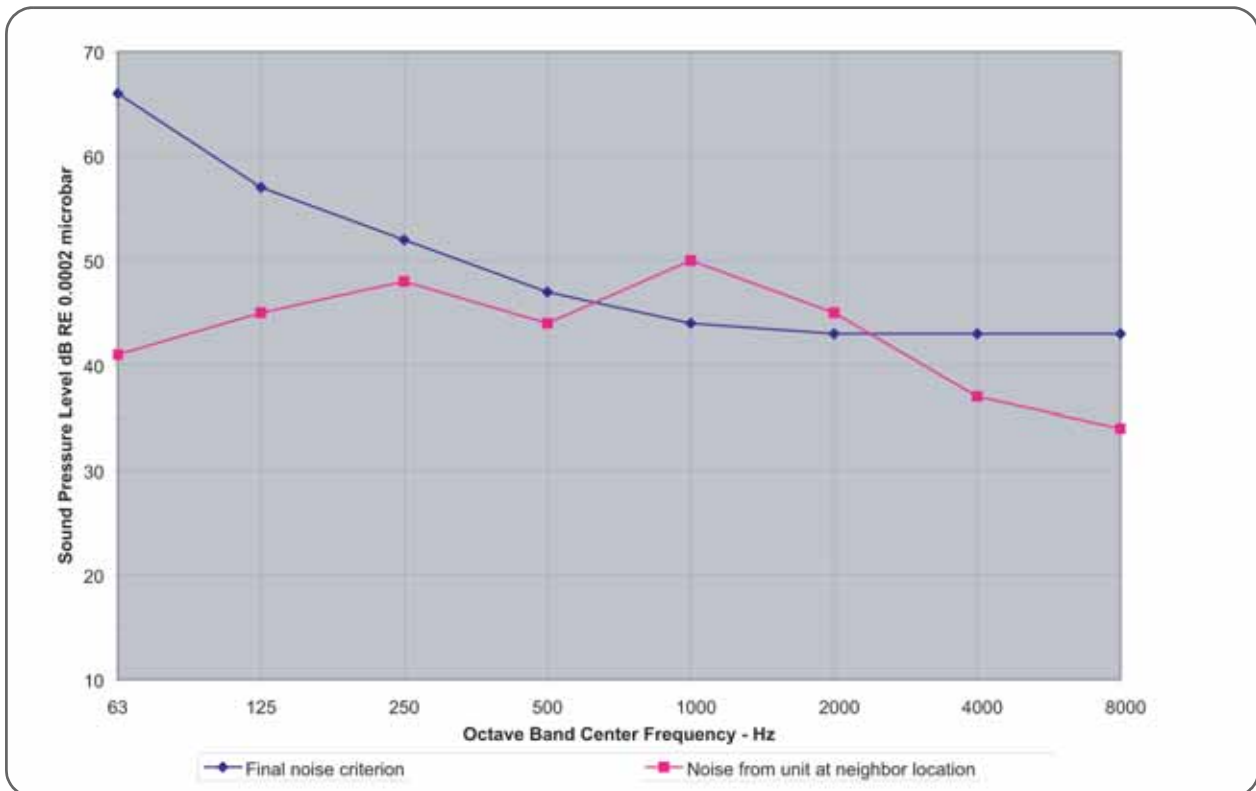


Рисунок 5. Сравнение окончательного критерия шума с уровнями шумности оборудования

### Фактор здравого смысла

В этом месте следует сделать некоторые замечания по поводу общей надежности этого подхода, и воспользоваться этой возможностью для введения понятия "фактор здравого смысла". В той же степени, в какой исходный критерий отбора базировался в основном на низком диапазоне значений КШ для различных оцениваемых окружающих условий, так и представленные здесь выводы могут быть в какой-то степени консервативными. По этой причине решения, принимаемые на основе этого подхода, обычно приводят к принятию уровня шума, испускаемого оборудованием. Как уже объяснялось при изложении этой процедуры, было сделано несколько аппроксимаций (какие как степень ослабления шума стенами различного типа, оценки городского и уличного фонового шума, и так далее). Эти аппроксимации могут привести к некоторой





изменчивости результатов при анализе различных проектов, хотя считается, что небольшая изменчивость может быть согласована с данной процедурой без чрезмерного изменения результатов.

Практический опыт показывает, что если критерий основан на том, что люди по ночам спят, то этот критерий не должен быть превышен, и, следовательно, необходимо следовать выводам, полученным в ходе данной процедуры. Однако в тех случаях, когда критерий основывается на какой-либо иной, менее критичной дневной активности, а фоновый шум нередко значительно превышает использованные здесь средние минимальные значения, то мы не очень рискуем, если превысим критерий примерно на 5 дБ. В подобных случаях критерий не следует превышать больше, чем на 5 дБ, из опасения серьезных возражений. Если принято решение, что допустимо превысить критерий шумности на целых 10 дБ или более, то необходимо рассмотреть меры по снабжению инсталляции средствами для ослабления шума, даже если они могли и не быть включены в первоначальный проект.

В свете изложенного выше, если владелец оборудования, архитектор или инженер решать придерживаться консервативного подхода, или даже допустить некоторый избыточный уровень шума для конкретного проекта (то есть допустить, что шумность оборудования будет слегка превышать фоновый шум, и поэтому шум при ее работе будет опознаваемым и, возможно, мешающим для соседей), такая возможность предоставляется в пунктах 14 и 15 "Рабочей таблицы по оценке шумности".

**Этап 14.** Впишите "фактор здравого смысла" владельца градирни. В случае "консервативного подхода" впишите 0 дБ в ячейки пункта 14 рабочей таблицы. Если вы сознательно допускаете, что шум градирни может слегка превышать допустимые уровни, впишите 5 дБ в ячейки пункта 14.

**Этап 15.** Окончательное требование к снижению шума для градирни является разностью (для каждой полосы), полученной вычитанием пункта 14 из пункта 13. Так мы получаем величины шумоглушения для каждой из октавных полос, необходимые для снижения шума градирни до приемлемого уровня. Краткое обсуждение методов контроля шумности оборудования для испарительного охлаждения приведено в следующем разделе.

**Этап 16.** Ослабление шума можно осуществить несколькими способами, и количественные величины для возможных этапов ослабления шума обсуждаются в следующем разделе. Этап 16 "Рабочей таблицы по оценке шума" должен включать величины снижения шума, достигаемые за счет использования двухскоростных моторов вентиляторов, приводов Baltiguard, частотно-регулируемых приводов, малошумных вентиляторов, звуковых барьеров, а также любых иных специальных акустических методов и средств. Другими приемлемыми решениями могут стать применение оборудования с повышенной номинальной производительностью и использование стратегической компоновки.

## Контроль шумности холодильного оборудования

### Введение

Требуемая для холодильного оборудования величина ослабления шума - это всего лишь превышение уровней звукового давления оборудования над уровнями примененных критериев шума. Численно это выражается значениями (в дБ) в пункте 15 "Рабочей таблицы по оценке шума", когда проведены конкретные расчеты. Намек на то, станет ли ослабление шума простой или сложной проблемой, кроется в основном в величине и частотном распределении необходимого шумопонижения.

Условия работы могут позволять несколько снизить шумность за счет стратегического расположения оборудования, управления моторами вентиляторов, установки опционного малошумного вентилятора, или возведения звукового барьера между оборудованием и соседями. Необходимость в дополнительном ослаблении шума может быть реализована путем установки блоков шумоглушителей или за счет других акустических приемов и средств, которые, как правило, весьма легко обеспечивают снижение высокочастотного шума, но обычно требуют много веса и пространства для снижения высокочастотного шума.

### Стратегическое позиционирование

При снижении уровней звукового давления холодильного оборудования первой и наиболее экономичной стратегией является анализ компоновки оборудования. "Стратегическое позиционирование" включает два аспекта. Во-первых, убедитесь, что самая тихая сторона оборудования ориентирована в звукочувствительном направлении. Эта опция в случае изделий с одной стороной впуска воздуха должна всегда рассматриваться в первую очередь. Далее, воспользуйтесь преимуществом любых уже имеющихся звуковых барьеров, которые могут помочь в заглушении шума оборудования, излучаемого к соседям. Например, если на месте установки оборудования имеется здание или ангар, расположите оборудование так, чтобы они блокировали прямой путь между оборудованием и соседями, действуя как звуковой барьер. Деревья и кусты - тоже хороший пример барьеров, которые сильно снижают уровень шума на территории соседей.

### Управление мотором вентилятора

Включение оборудование на различных скоростях за счет использования частотно-регулируемых приводов, приводов Baltiguard или двухскоростных моторов - практичный вариант контроля шумности, если пониженную нагрузку на оборудование можно сделать совпадающей с периодами, когда требуются низкие уровни звукового давления. Для многих установок кондиционирования воздуха это нормальная ночная ситуация.



Мотор вентилятора на 1500-750 об/мин, работающий на скорости 750 об/мин, обеспечит установке ВАС около 60% производительности от полной нагрузки, и даст примерно такое (в дБ) снижение шума на следующих октавных полосах:

Полоса частот, Гц							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4	6	8	10	8	8	6	4

В той же степени, в какой эти снижения шума (в дБ) можно предвидеть для работы при половинной скорости, в такой же степени эти цифры применимы для уровней звуковой мощности и звукового давления. Кроме того, эти аппроксимации достаточно точны, чтобы применяться для градирен как с центробежными, так и с осевыми вентиляторами.

Кроме работы оборудования на половинной скорости в критические к шуму ночные часы, полезно выяснить, можно ли совсем отключать его на ночь. Это полностью исключит любой шум, производимый оборудованием, однако предварительно необходимо изучить систему и ее тепловую нагрузку, чтобы понять, реальная ли такая опция.

В некоторых случаях люди возражают не против равномерного шума оборудования, а против внезапной остановки и запуска системы вентилятора. В этом отношении важно правильно настроить управляющую последовательность градири, чтобы избежать чрезмерной цикличности работы моторов вентиляторов, а также защитить их от перегрева. Частотно-регулируемые приводы (ЧРП) решают эту проблему, позволяя плавно запускать вентиляторы, после чего скорость вентиляторов можно столь же плавно повышать или понижать в зависимости от требуемой нагрузки. Проще говоря, ЧРП позволяет мотору вентилятора работать со скоростью, позволяющей удовлетворять требования к температуре воды на выпуске, а не постоянно на полной скорости. Понижение скорости мотора, и, следовательно, скорости вращения вентилятора, может существенно снизить уровни шума. Обеспечивая постепенный запуск, ЧРП также сводит резкий шум, раздающийся при включении и выключении мотора.



Рисунок 6. Градирия ВАС с осевым вентилятором, работающим от привода Baltiguard



Рисунок 7. При возможности выключайте градири на ночь для устранения шума



Рисунок 8. ЧРП со встроенным шунтом



Рисунок 9. Осевые вентиляторы

#### Превышение номинальной производительности оборудования

Если позволяют место и бюджет, то для конкретного проекта может оказаться выгодным установить оборудование с большей номинальной производительностью и эксплуатировать его при пониженных скоростях вентиляторов. Как обсуждалось в предыдущем разделе, снижение скорости мотора снижает скорость

вентилятора, а поскольку шумность вентилятора прямо пропорциональна скорости его вращения, шумность также снижается.

### Малошумные вентиляторы

Другой возможностью снизить производимый оборудованием шум является выбор малошумного вентилятора. Такие вентиляторы обеспечивают большую производительность по сравнению с обычными, поэтому могут перемещать такой же объем воздуха, работая на половинной скорости.

### Барьерные стены

Для обеспечения шумоглушения можно использовать барьерные стены. В некоторых случаях барьерные стены уже имеются благодаря архитектурным особенностям на месте монтажа, а в остальных случаях их специально возводят для обеспечения необходимого ослабления шума.

Если брать первый случай, то стена, скрывающая установку, может также снижать излучаемый градирней шум, особенно высокочастотный (более широко понимаемый здесь как четыре верхние октавные частотные полосы). Однако такие барьерные стены должны "скрывать" из прямой видимости весь источник звука, если смотреть на него со стороны соседей. Щели или закрытые жалюзи или решетки отверстия в барьерной стене резко снижают ее способность к шумоглушению. Сплошная стена, равная по высоте установке, и расположенная рядом с ней, обеспечивает следующие примерные значения шумоглушения:

ПОЛОСА ЧАСТОТ, Гц							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
4	5	5	5	5	6	7	8

Когда требуется более сильное шумоглушение, может быть спроектирована и специально возведена более крупная барьерная стена. Однако из-за многочисленных геометрических и материальных соображений место для нее следует тщательно подбирать.

Например, барьерная стена, которая (1) простирается не менее чем на 1-1,5 м за пределы прямой видимости как в горизонтальном, так и вертикальном направлениях, (2) расположена в пределах 1,5-2,5 м от градирни и (3) изготовлена из твердого непроницаемого материала с плотностью не менее 85 г/м<sup>2</sup>, будет обеспечивать примерно такое шумоглушение:

ПОЛОСА ЧАСТОТ, Гц							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	5	6	8	10	12	14	16

Более крупная и плотная барьерная стена обеспечит еще более сильное шумоглушение. Однако для максимальной эффективности барьерная стена должна быть расположена как можно ближе к источнику звука, а поблизости не должно быть отражающих поверхностей, которые могут отражать звуки вокруг барьера.

Разработку конструкции барьерных стен и другой акустической обработки, такие как изготовленные на заказ вентиляционные камеры и акустические глушители, лучше предоставить инженерам-акустикам или консультантам, и изготовителям оборудования для поглощения шума.



Рисунок 10. Архитектурные стены, возведенные вокруг градирен с закрытым контуром



## Шумоглушение

Существенной особенностью оборудования как с осевыми, так и центробежными вентиляторами является то, что шум, если он вообще представляет проблему, может быть устранен относительно простым блоком шумоглушения. Ниже приведена фотография градирни ВАС серии 3000 (с осевым вентилятором), снабженной шумоглушителями на впуске и выбросе воздуха. Впускной шумоглушитель вентилятора снабжен уникальными круглыми акустическими глушителями со ступенчатой компоновкой, а выпускной шумоглушитель представляет собой камеру с внутренней облицовкой.

Чтобы быть эффективными, камеры с облицовкой (1) должны быть достаточно большими, (2) иметь толстую звукопоглощающую облицовку, и (3) иметь такую конструкцию, чтобы проходящий сквозь нее звук не распространялся по прямой линии. В зависимости от того, в какой степени камера шумоглушителя отвечает этим требованиям, ее эффективность шумоглушения может составлять 5-10 дБ для низкочастотного шума, и до 10-20 дБ для высокочастотного шума.

Блоки шумоглушителей ВАС проектируются, испытываются и номинируются ВАС, что гарантирует ответственность одного изготовителя. Они обеспечивают снижение шума в горизонтальном направлении до 25 дБ на полосах средних частот. Чтобы оптимально и экономично удовлетворить большое разнообразие акустических требований, ВАС предлагает многочисленные альтернативные варианты шумоглушения. Блоки шумоглушителей имеются для моделей с центробежными и осевыми вентиляторами. Точные величины шумоглушения, обеспечиваемые этими блоками, можно выяснить в местном представительстве ВАС.

### Эффект опций ослабления шума на производительность оборудования

Стоимость шумоглушения, включая влияние на производительность, необходимо оценить в сравнении с более простыми методами, например, выбор установки с избыточной номинальной производительностью ради удовлетворения критериев шумности для проекта. Необходимо отметить, что при установке и малошумных вентиляторов, и "добавочных" шумоглушителей, снижение уровней шума часто достигается за счет уменьшения воздушного потока. Чтобы скомпенсировать снижение тепловой производительности из-за этого снижения воздушного потока, разработчику системы необходимо соответственно отрегулировать номинальные параметры, установленные производителем.

Звукоотражательные стены также следует применять с осторожностью. Барьерные стены необходимо располагать на достаточном удалении от градирни, чтобы предотвратить рециркуляцию влажного выбрасываемого воздуха. Если этому принципу не следовать, то теплый воздух может попасть в воздухозаборник, увеличивая температуру установки по мокрому термометру, что, в свою очередь, снизит охлаждающую способность градирни.

## Резюме

В этой статье изложен простой и прямой метод оценки, позволяющий определить, издает ли (или будет ли издавать) данная холодильная установка избыточный шум. В ней также приведена общая информация о методах, которые могут быть использованы для снижения этого шума.

Через свои представительства ВАС может предоставить надежные данные об уровнях шумности своих открытых градирен, градирен с закрытым контуром, испарительных конденсаторов и сухих адиабатических охладителей. Для консультаций по конкретным проектным применениям обращайтесь в местное представительство ВАС Balticare.

### Благодарность:

ВАС выражает искреннюю признательность Марку Е. Шефферу (Mark E. Schaeffer), Р.Е. (Президенту "Шеффер акустикс инк." из Пэсифик Пэлисейдс, Калифорния) за его вклад в эту статью.



Рисунок 11. Градирня ВАС серии 3000, снабженная шумоглушителями на впуске и выбросе воздуха



## Приложение А

### Расчет уровня звуковой мощности ( $L_w$ ) на основе измеренных уровней звукового давления ( $L_p$ )

Звуковая мощность - мера общей акустической мощности, излучаемой источником звука "Уровень звуковой мощности" - звуковая мощность, выраженная в децибелах и измеренная относительно пороговой мощности  $10^{-12}$  ватт.

Звуковая мощность как таковая напрямую не измеряется. Это рассчитываемая величина, получаемая из результатов измерений уровней звукового давления, измеренных в подходящем количестве точек. Даже при измерениях в реверберационных или полуреверберационных камерах и использовании стандартного эталонного источника звука, уровень звуковой мощности рассчитывается на основе измерения уровней звукового давления. В данном обсуждении технические детали по расчету уровня звуковой мощности не приводятся, а вместо этого описана очень простая процедура по определению примерного уровня звуковой мощности холодильного оборудования для случая, когда уровень звукового давления измеряется в четырех горизонтальных позициях (каждая из позиций находится на конкретном расстоянии от каждой из четырех сторон), и в одной вертикальной позиции сверху над установкой. Позиции для измерения могут располагаться на любом расстоянии в пределах от 2 до 4 величин самого большого размера изделия, обычно его длины.

Измерение уровней звукового давления должно проводиться точными и откалиброванными приборами, а акустические данные сниматься по восьми стандартным октавным частотным полосам. Измерения должны проводиться в фактических условиях свободного поля, то есть, вне помещения и в зоне, не имеющих близко расположенных отражающих поверхностей. При этом предполагается, что изделие расположено на грунте или на платформе достаточно близко к уровню грунта.

Примерный уровень звуковой мощности в каждой из восьми октавных полос это сумма (от сложения децибел) пяти отдельных уровней звукового давления в каждой октавной полосе, плюс поправочный член ( $K$ ), который есть функция от числа позиций измерения, расстояния, на котором производилось измерение, и величины пороговой мощности. В форме уравнения это может быть выражено как:

$$L_w = BL_p + K$$

Суммирование (децибел) нескольких уровней звукового давления описано в Приложении В, а поправочные коэффициенты для соответствующих условий приведены ниже в Таблице А. Использование пяти позиций измерения и суммирование (децибел) пяти измерений автоматически вводят в рассчитываемый уровень звуковой мощности характеристики направленности изделия. В описываемом упрощенном методе поправка на направленность не требуется.

Для иллюстрации этой процедуры предположим, что мы хотим оценить уровень звуковой мощности ( $L_w$ ) на одной октавной полосе для случая с пятью позициями измерения, расположенными в 15 м от градирни. Примем, что пять уровней звукового давления, измеренные на конкретной частотной полосе, дали значения 56, 53, 59, 53 и 47 дБ (относительно уровня 0,0002 микробара).

Используя метод сложения децибел, описанный в Приложении В, мы получим сумму этих пяти уровней звукового давления, равную 62 дБ. Далее из Таблицы А выясняем, что для расстояния измерения 15 м поправочный член составляет 25 дБ относительно  $10^{-12}$  ватт. Для этого примера,

$$\begin{aligned} L_w &= BL_p + K \\ &= 62 + 25 \\ &= 87 \text{ дБ} \end{aligned}$$

Такую же процедуру можно повторить для всех октавных полос и получить полное значение  $L_w$  градирни. Приведенная здесь процедура рассчитана на измерения в пяти конкретных, указанных выше позициях, и может не быть полностью применимой в других ситуациях. Точность процедуры менее 1 дБ, поэтому доли децибела не должны использоваться, и на них нельзя полагаться.

Поправочный член  $K$ , используемый при конвертации уровней звукового давления ( $L_p$ ) в уровень звуковой мощности для описанной выше процедуры с пятью позициями измерений

**Таблица А**

Расстояние измерения (до акустического центра) (м)	Поправочный член $K$ для $L_w$ относительно $10^{-12}$ ватт (дБ)
7,5	19
9	20
10,5	21
12	23
13,5	24
15	25





Расстояние измерения (до акустического центра) (м)	Поправочный член К для Lw относительно 10-12 ватт (дБ)
18,5	26
21	27
24	29
27	30
30	31

## Приложение Б

**Расчет среднего уровня звукового давления (Lp) для данного уровня звуковой мощности (Lw)**  
 Для целей сравнения иногда может оказаться необходимым оценить примерный средний уровень звукового давления, излучаемого изделием, для которого известен только уровень звуковой мощности. Есть также некоторые применения, которые лучше всего оцениваются после обратной конвертации звуковой мощности в средние уровни звукового давления. Такую оценку обеспечит процедура, описанная в данном приложении.

Важно понимать, что получаемая в результате величина есть средний уровень звукового давления, которое теоретически будет излучаться одинаково во всех направлениях от изделия. На практике изделие, вероятно, не будет излучать одни и те же уровни во всех направлениях, но когда известен только уровень звукового давления, узнать характеристики направленности невозможно.

Средний уровень звукового давления на желаемом расстоянии получают, вычитая из уровня звуковой мощности на любой данной октавной частотной полосе соответствующий поправочный член (С) из Таблицы Б. В форме уравнения это отношение выражается как

$$L_p \text{ средн.} = L_w - C$$

В качестве примера предположим, что мы хотим узнать среднее звуковое давление на расстоянии 15 м от градирни, известный уровень звуковой мощности для которой составляет 87 дБ относительно 10<sup>-12</sup> ватт. (Обратите внимание, что это аналог примера, данного в Приложении А.) В Таблице Б для расстояния 15 м находим значение поправочного члена 32 дБ.

$$\begin{aligned} L_p \text{ средн.} &= L_w - C \\ &= 87 - 32 \\ &= 55 \text{ дБ} \end{aligned}$$

Сравнивая это значение с пятью уровнями из примера в Приложении А, мы видим, что хотя это и среднее значение, в реальности оно не равно любому из уровней для любого из пяти измеренных направлений. Еще раз обратите внимание, что среднее значение не претендует на демонстрацию характеристик направленности источника звука.

Если две конкурирующие градирни оцениваются на пригодность к установке в конкретном месте, то сравнение уровня звуковой мощности или среднего уровня звукового давления может стать общим показателем сравнительной шумности двух изделий, но более тщательное сравнение должно принимать во внимание фактические уровни шумов, излучаемых в конкретном критическом направлении(ях).

Поправочный член С, используемый при конвертации уровня звуковой мощности в средний уровень звукового давления для описанной выше процедуры с пятью позициями измерений.

**Таблица Б**

Расстояние измерения (до акустического центра) (м)	Поправочный член С для Lw относительно 10-12 ватт (дБ)
7,5	26
9	27
10,5	28
12	30
13,5	31
15	32
18,5	33
21	34
24	36
27	37
30	38

**Примечание:** Поправочный член  $C$  основан на равномерном полусферическом излучении звука. Это условие применимо для типичной установки изделия на грунте или изделия, расположенного на большой крыше. Если условия таковы, что звук будет излучаться в пределах большего угла, например,  $3/4$  сферы, добавьте к значению  $C$  3 дБ. При излучении в пределах  $1/4$  сферы вычтите из величины  $C$  3 дБ.

Для расстояний выше 30 м рассчитайте средний  $L_p$  для 15 м, используя приведенный здесь метод, затем экстраполируйте на нужное расстояние, используя величины снижения  $L_p$  из Таблицы 6 в разделе "Эффект расстояния свыше 15 м".

## Приложение В

### Сложение децибел

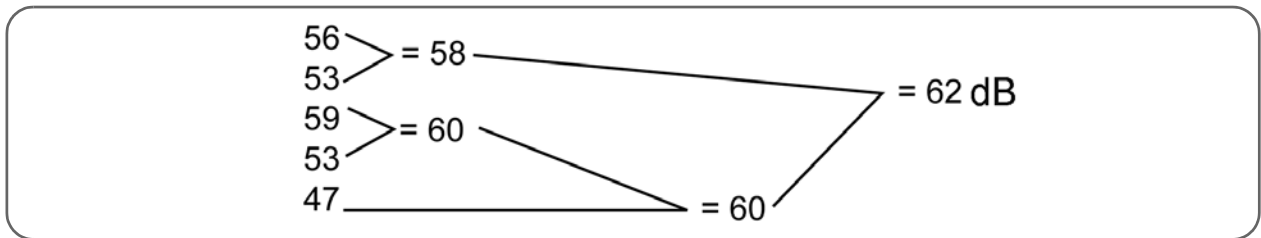
Поскольку децибелы являются величинами логарифмическими, их нельзя складывать путем нормального алгебраического сложения. Например, 63 дБ плюс 63 дБ не равно 126 дБ, а лишь 66 дБ.

Очень простой, но адекватный способ сложения децибелов приведен ниже:

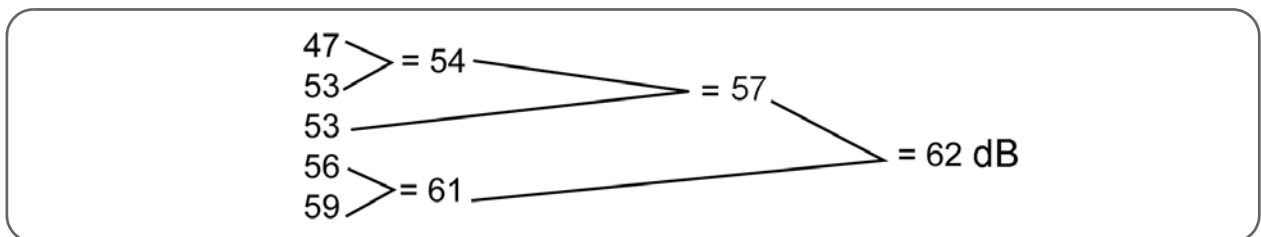
Когда две величины децибелов отличаются на:	Добавить эту величину к большей величине
0 или 1 дБ	3 дБ
2 или 3 дБ	2 дБ
от 4 до 8 дБ	1 дБ
9 дБ или больше	0 дБ

Когда надо сложить несколько значений децибелов, проведите описанную выше операцию с любыми двумя цифрами за раз, порядок не имеет значения. Продолжайте сложение, пока не останется только одно число.

Для иллюстрации сложим пять уровней шума, использованных в примере в Приложении Б.



Или, допустим, что те же числа мы расположили в другом порядке:



Иногда сложение в различной последовательности дает суммы, которые могут отличаться на 1 дБ, но для акустики такая разница не слишком значительна. В целом, показанная упрощенная процедура сложения даст суммы с точностью до ближайшего 1 дБ. Такая степень точности для материала, изложенного в данной статье, считается приемлемой.

## Приложение Г

### Рабочая таблица по оценке шумности ВАС

Проект \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Адрес \_\_\_\_\_ Инженер \_\_\_\_\_

Архитектор \_\_\_\_\_ Модель ВАС \_\_\_\_\_

Пункты	Средняя частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Этап: Критерий шума</b>								
1. Определите подходящий КШ для деятельности соседей по Таблице Б								
2. Впишите уровни звукового давления (Lp) для выбранного КШ (Значения берите из Рис. 1 или Таблицы А)								
3. Впишите величины ослабления шума, обеспечиваемые конструкциями стен. (Значения берите из Таблицы С)								
4. Выведите пробный критерий уличного шума для изделия. (Пункт 2 плюс пункт 3)								
5. Впишите средние минимальные уровни фонового уличного шума, измеренные или оцененные по Рис. 2 и Таблицам Г и Д)								
6. Установите окончательный КШ фонового уличного шума. (Большее значение (по октавной полосе) из пунктов 4 и 5)								
<b>Этап: Уровни звукового давления</b>								
7. Впишите величину уровня звукового давления установки на расстоянии 15 м.								
8. Впишите поправку на расстояние для корректировки шума изделия на расстоянии ___ м в направлении к соседям. (Для расстояния более 15 м смотрите Таблицу Е; для расстояния менее 15 м смотрите Таблицу Ж)								
9. Установите уличный Lp установки на территории соседей. (Пункт 7 минус пункт 8 для расстояний более 15 м. Пункт 7 плюс пункт 8 для расстояний менее 15 м.)								
10. Примените поправку на отражение для условий на месте монтажа установки. Смотрите эффект отражающих стен на Рис. 3 и 4, или прибавьте 5 дБ на накопление шума вблизи установки. Если отражения нет, то поправка 0 дБ.								
11. Впишите результирующий Lp установки на территории соседей. (Пункт 9 плюс пункт 10)								
<b>Этап: Сравнение критериев с уровнями</b>								
12. Скопируйте уровни из пункта 6. Это критерий уличного шума для критических соседей.								
13. Выясните пробное снижение шума, требуемое для установки. (Пункт 11 минус пункт 12. Для отрицательных значений впишите "0")								
14. Примените фактор здравого смысла. (При консервативном подходе впишите "0" на всех полосах. Чтобы допустить шум, слегка превышающий фоновый уровень, впишите "5")								
15. Впишите окончательное требование по снижению шума для проекта. (Пункт 13 минут пункт 14)								
16. Если используются методы шумоглушения, укажите расчетную или измеренную величину шумоглушения. (Должна как минимум равняться пункту 15)								



ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

# Управление электродвигателем

## Введение

Панели управления двигателями ВАС, включая частотно-регулируемые приводы (ЧРП), специально разработаны для легкого подключения к изделиям ВАС и сконструированы для соответствия специфическим эксплуатационным требованиям, характерным для оборудования с испарительным охлаждением.

Устройства управления электромоторами ВАС предлагают:

**Ответственность одного поставщика:** ВАС разработала приборы управления с учетом точных технических параметров электромоторов вентиляторов, и обеспечивает вас решением от одного поставщика.

**Использование в помещениях и вне помещений:** ВАС предлагает универсальные корпуса устройств, пригодные для монтажа как в машинном зале, так и вне помещений рядом с установкой.

**Компоненты промышленного качества:** Удовлетворяя потребности индустрии в частотно-регулируемом приводе в наилучшем режиме работы, устройства управления электромоторами ВАС признаны действительно дружественными к окружающей среде. Тщательный выбор компонентов промышленного качества, изготовленных по новейшим технологиям, обеспечивает полную защиту электродвигателей для испарительных градирен.

**Легкий монтаж:** Устройство управления электромотором ВАС - это компактный, требующий минимального обслуживания, надежный привод для трехфазного переменного тока (АСЗ), обеспечивающий легкий монтаж благодаря концепции конструирования из готовых блоков.

**Энергосбережение:** Испарительные системы с водяным охлаждением, как для комфортного охлаждения, так и для промышленных применений, обеспечивают существенную круглогодичную экономию электроэнергии по сравнению с альтернативами на воздушном охлаждении. Для полного использования этого преимущества и эксплуатации системы на пике ее эффективности при любых комбинациях атмосферных условий и нагрузок чрезвычайно важно должное управление системой. Технический опыт ВАС в этой области способен продемонстрировать, как экономия энергии может также сэкономить и воду при использовании устройств управления электромоторами ВАС для истинно "зеленого" решения проблем.

## Особенности конструкции

- Стальной корпус, окрашенный эпоксидной краской
  - Изоляция класса IP 54
  - Охлаждение от вентилятора с независимым термостатом
  - Противоконденсационные обогреватели
  - Противодождевой экран для защиты в холодную или жаркую погоду
- 3-контактный главный выключатель
  - Пригоден для трехфазного переменного тока
  - Рубильник, фиксируемый в положении "ВЫКЛ"
  - НО / НЗ контакты для вспомогательной панели управления
- Частотно-регулируемый привод (ЧРП)
  - Укомплектован фильтрами электромагнитной совместимости в соответствии с EN50081 и EN50082
  - Съёмная клавишная панель с поворотной кнопкой
  - Индикаторы готовности, работы и неисправности
  - Программируемые кнопки и индикаторы
  - Отслеживает скорость двигателя, фактическую температуру или контрольную точку температуры воды
  - Соответствие Европейской сертификации (CE) с EN 61800 и EN 20178
  - Интерфейс RS 485
- Контроллер ВАС-TPU-01
  - Используется как контроллер температуры / преобразователь сигнала
  - Вход сигнала датчика 0-10 вольт



Настройка клавиатуры

- Датчики ВАС типа ОТ-ЕММ
  - Платиновый датчик температуры РТ 100
  - Выходной сигнал 0 10 вольт
- Ручной 3-контактный обходной выключатель (шунт)
  - Автоматический или ручной выключатель ЧРП
- Ручной пусковой переключатель со "звезды" на "треугольник"
  - Управляющее устройство шунта для ручного управления мотором вентилятора

## Функции и опции по заказу

### Частотно-регулируемые приводы (ЧРП)

#### ЧРП обеспечивает много преимуществ, включая:

1. Точный контроль температуры выходящей жидкости является более эффективным и надежным методом изменения воздушного потока по сравнению с периодической работой вентиляторов, заслонками вентилятора или механическими устройствами изменения скорости.
2. Плавное включение, выключение и разгон продлевают срок службы механической системы (вентиляторы, электродвигатели, ремни, подшипники и т.п.), одновременно снижая необходимость в техобслуживании.
3. Функция плавного включения минимизирует шум при запуске, а плавный разгон делает шум градирни менее заметным для соседей.



Типичное устройство ЧРП

#### Стандартный ЧРП

включает корпус, блок питания 24 В постоянного тока, силовой трансформатор управления, автоматический сетевой выключатель, фиксируемый рубильник-выключатель, ручной шунт, вентилятор охлаждения и программируемую клавишную панель ЧРП.

#### Защитная блокировка цепи

, позволяющая быстрый перезапуск, стандартна для всех ЧРП ВАС. Автоматический сетевой выключатель механически связан с поворотным выключателем, смонтированным на лицевой стороне панели.

#### Клавишная панель с пользовательским интерфейсом

управляет автоматическими режимами. Мультимониторный дисплей отображает скорость вентилятора, контрольную точку, измеренную температуру и коды неисправностей.

#### Управление приводом вентилятора

Устройства управления электромоторами ВАС - это энергосберегающие устройства для тщательного отслеживания температуры выходящей жидкости вашей градирни.

Устройства управления электромоторами ВАС идеально подходят для управления градирней в тех случаях, когда важнейшими параметрами являются надежность, энергосбережение и низкая первоначальная стоимость.

## Технические условия

### Управление оборудованием (опционное)

**Частотно-регулируемый привод(ы):** Каждое изделие должно быть оснащено частотно-регулируемым приводом (ЧРП). Поставщиком ЧРП должен быть производитель оборудования для испарительного охлаждения. ЧРП должен иметь ручной шунт, съемную клавишную панель и автоматический сетевой выключатель. Защита цепи плавкими предохранителями неприемлема. ЧРП должен поставляться в корпусе с классом изоляции IP 54.

Рассчитанный на тяжелые условия работы не плавкий предохранительный выключатель должен быть поставлен производителем оборудования для испарительного охлаждения. Выключатель должен быть перебросным и 3-контактным. Выключатель должен иметь тройной замок и ясно видимую рукоятку включения/выключения.

Датчик температуры должен быть поставлен в комплекте с устройством управления, а в комплекте с ЧРП должен быть поставлен контроллер температуры.

**Опция:** Должен быть обеспечен входной разъем для вибрационного выключателя.

*Примечание:* С вопросами наличия устройстве управления электромоторами ВАС для конкретной серии изделий обращайтесь в местное представительство ВАС.

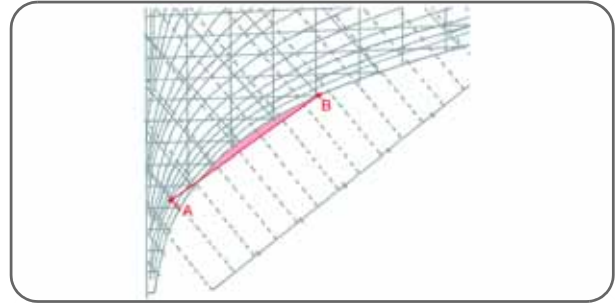




# Устранение парения

## Испарительное охлаждение и парение

- Воздух входит в состоянии А.
- Воздух отбирает тепло и влагу в испарительном жидкостном охладителе (состояние на выпуске В).
- Наружный воздух служит тепловой нагрузкой выбрасываемому воздуху (линия АВ).
- Пересечение линии насыщения приводит к образованию видимого парения.
- Большая площадь пересечения: больше парения, малая площадь пересечения: меньше парения.

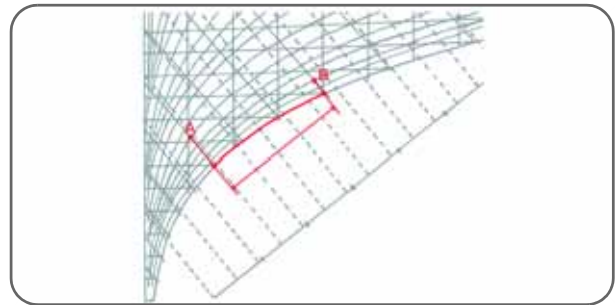


*Примечание: Парение возникает из-за конденсации водяного пара и безвредно для окружающей среды.*

## Состояние окружающего воздуха

Температура и относительная влажность входящего воздуха влияют на состояние выбрасываемого воздуха. В зависимости от состояния входящего воздуха, выбрасываемый воздух НЕ ВСЕГДА 100% НАСЫЩЕН.

- Сухой наружный воздух: выбрасываемый воздух имеет низкую относительную влажность и высокую температуру.
- Влажный наружный воздух: выбрасываемый воздух имеет высокую относительную влажность и меньшую температуру.
- Теплый наружный воздух: выбрасываемый воздух имеет пониженную относительную влажность и повышенную температуру.
- Холодный наружный воздух: выбрасываемый воздух имеет повышенную относительную влажность и пониженную температуру.
- Выбрасываемый воздух открытых градирен как правило более насыщен, чем выбрасываемый воздух установок с испарительным охлаждением.



## ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ПАРЕНИЯ ТРЕБУЕТ:

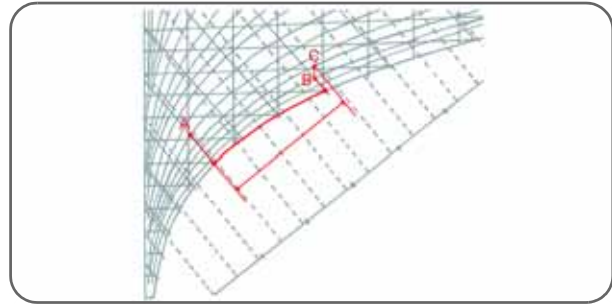
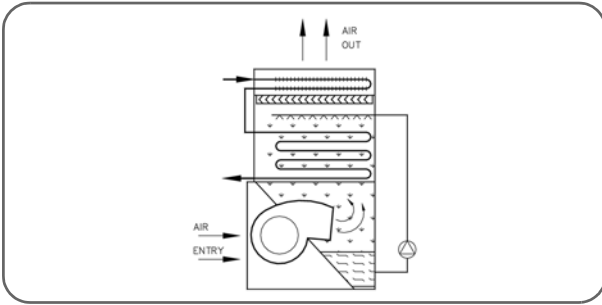
Знания климатических условий (наружный воздух), в которых оборудование будет работать. Глубокого понимания испарительного теплопереноса для определения относительной влажности и температуры выбрасываемого воздуха в преобладающих климатических условиях.

## Факторы, влияющие на парение

- Высокая влажность наружного и выбрасываемого воздуха повышают потенциал парения, и наоборот.
- Большая разность температур между выбрасываемым и наружным воздухом повышает потенциал парения, и наоборот.
- Высокое соотношение тепловой нагрузки и воздушного потока создают большую разность температур и высокий потенциал парения, и наоборот (как правило, соотношение тепловой нагрузки и воздушного потока у изделий с испарительным охлаждением меньше).

Кроме выбора оборудования, образование парения является функцией фактической тепловой нагрузки и климатических условий, и требует оценки в широком диапазоне условий эксплуатации. ВАС предоставляет методику проведения такой оценки.

## Теплообменники снижения Парения



Теплообменники снижения парения с большой поверхностью устанавливаются в потоке выбрасываемого воздуха изделий с испарительным охлаждением и подсоединяются последовательно с "мокрым" теплообменником. Для эффективной работы им необходимы низкие перепады давления воздуха и воды. Их применение дает:

- Значительное продление работы в сухом режиме.
- Эффективное повышение температуры выбрасываемого воздуха, снижающее или устраняющее парение во время работы во влажном режиме.
- Дополнительный перенос сухого тепла во время работы во влажном режиме, что экономит воду и расходы на ее обработку.

Подбора размера теплообменника снижения парения и предсказание его производительности требуют тщательной оценки термодинамики и поведения воздушного потока, а также понимания влияния климатических условий. ВАС может предоставить теплообменники снижения парения необходимого размера и точные данные по производительности.

### Стратегия контроля производительности

Контроль производительности оборудования с испарительным охлаждением оказывает существенное влияние на возникновение парения.

- Отсутствие контроля производительности приводит к самому низкому соотношению тепловая нагрузка / воздушный поток и низкому потенциалу парения.
- Двойные приводы (BALFIGUARD) и двухскоростные двигатели повышают соотношение тепловая нагрузка / воздушный поток, а приемлемое устранение парения достигается с помощью теплообменников снижения парения.
- Модулирующий контроль производительности по воздуху дает в результате самое высокое соотношение тепловая нагрузка / воздушный поток, что создает наивысший потенциал парения.

Стратегии оперативного управления и контроля производительности - составная часть процесса оценки парения. За руководством и помощью обращайтесь в местное представительство ВАС Balticare.



# Важность ухода за оборудованием испарительного охлаждения

## Обслуживание и модернизация градирни... что она вам дает? Хотите сэкономить время, деньги и энергию, и продлить срок службы?

Установки с испарительным отводом тепла дают владельцам зданий и операторам возможность использовать преимущество в экономии эксплуатационных расходов, изначально присущее системам с водяным охлаждением. Установка, за которой хорошо ухаживают, позволяет всей системе охлаждения работать с оптимальной эффективностью за счет сбережения как воды, так и энергии.

Градирня выбирается для того, чтобы подавать в систему жидкость (обычно воду) с конкретной расчетной температурой и с конкретной нормой расхода (л/с). Если температура подаваемой в систему жидкости выше желаемой, страдает производительность системы.

Владельцы получают выигрш на эксплуатационных расходах, когда внедряют программу регулярного и всестороннего ухода за градирней.

В наше время владельцы зданий вынуждены постоянно искать методы снижения эксплуатационных расходов, и стремятся узнать, как получить от своих систем максимум эффективности с минимальными затратами. Следовательно, владельцы мотивированы покупать системы оборудования, которые экономичны, надежны и просты в уходе. При должном уходе и обслуживании системы с водяным охлаждением соответствуют этим требованиям.

Когда дело касается ухода, градирня нередко становится забытым компонентом системы. Это хороший пример выражения "с глаз долой, из сердца вон". Только что установленная градирня надежно снабжает систему жидкостью с расчетной температурой и расходом. Однако поскольку процесс отвода тепла создает вокруг градирни "ураганную" обстановку, а сама она является естественным "отмывателем воздуха", то для дальнейшей работы с номинальной производительностью ей требуются регулярные осмотры и уход.

### А Возможность экономии

Владельцы и операторы, имеющие практические знания о профилактическом обслуживании и модернизации градирен, получают от своего оборудования максимальную отдачу. Их усилия могут принести такие благоприятные результаты, как:

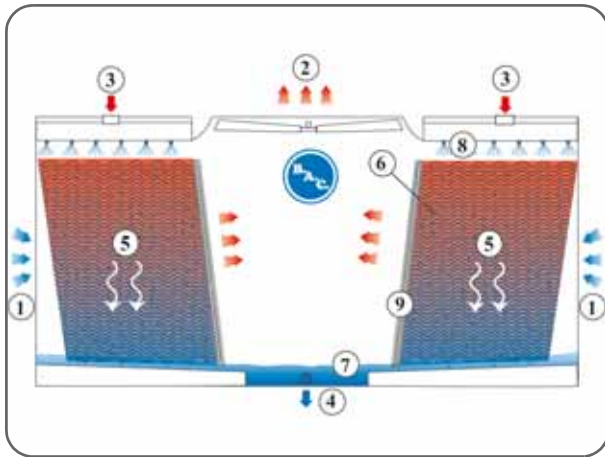
- бесперебойная и надежная работа
- увеличение ожидаемого срока службы градирни
- поддержание и потенциальное улучшение производительности

В этой главе будет рассмотрено регламентное обслуживание и предложены способы улучшения производительности градирни.



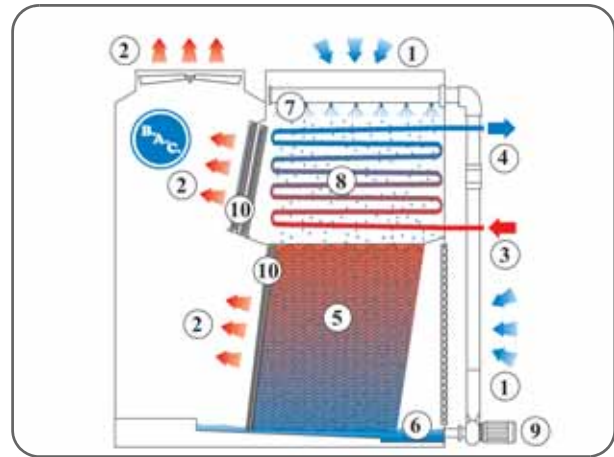
## Основные принципы работы градирни

В градирне открытого типа теплая вода от источника тепла равномерно распределяется (самотеком или под давлением) через систему форсунок по поверхности теплопередачи, называемой "наполнитель" или "увлажняющая поверхность", одновременно через градирню продувается или протягивается воздух, заставляя небольшую часть воды испаряться. Процесс испарения отводит тепло из оставшейся воды и охлаждает ее, после чего она собирается в бассейн холодной воды градирни и снова подается к источнику тепла (обычно конденсатору с водяным охлаждением или другому теплообменнику).



Градирня открытого типа

1. Впуск воздуха; 2. Выпуск воздуха; 3. Впуск горячей воды; 4. Выпуск охлажденной воды; 5. Вода; 6. Увлажняющая поверхность; 7. Бассейн холодной воды; 8. Система распределения воды; 9. Каплеуловители.



Градирня с закрытым контуром

1. Впуск воздуха; 2. Выпуск воздуха; 3. Впуск жидкости; 4. Выпуск жидкости; 5. Увлажняющая поверхность; 6. Бассейн холодной воды; 7. Система распределения воды; 8. Теплообменник; 9. Насос воды для орошения; 10. Каплеуловители.

Аналогично, в градирне с закрытым контуром или в испарительном конденсаторе тепло из жидкости или пара, проходящих через секцию теплообменника, отводится не напрямую, а за счет орошения секции теплообменника рециркулирующей водой, небольшая часть которой при этом также испаряется.

Температура, с которой охлажденная жидкость возвращается в систему, определяет производительность градирни. Эта температура может варьировать в зависимости от фактической тепловой нагрузки, расхода воды, воздушного потока и параметров входящего воздуха.

## Профилактическое обслуживание

Плановое профилактическое обслуживание чрезвычайно важно для постоянного поддержания желаемой температуры и расхода, а также играет важную роль в максимальном продлении срока эксплуатации градирни. В наше время производители, осознающие важность ухода и обслуживания, предлагают многие функции и особенности конструкции, которые упрощают эти процедуры, экономя время и деньги.

Для оптимальной работы все компоненты градирни должны содержаться чистыми и свободными от мусора. Ниже описаны стандартные процедуры ухода, обеспечивающие оптимизированную эксплуатацию. Эти процедуры могут помочь предотвратить потерю эффективности секции теплообмена за счет сохранения оптимального расхода воды и воздуха, а также предотвратить коррозию в градирне.

Частота обслуживания во многом определяется состоянием циркулирующей воды, чистотой наружного воздуха, поступающего в градирню, и внешней средой, в которой она работает. Более подробная информация изложена в "Руководстве по эксплуатации и обслуживанию" ВАС.

## Сетчатый фильтр

Для производительности градирни фундаментально важен метод минимизации контакта между мусором, заносимым вместе с водой и воздухом, и компонентами системы. Это достигается с помощью сетчатых фильтров. Сетчатые фильтры в градирне предотвращают попадание мусора в водяной контур конденсатора. Сетчатые фильтры в бассейне холодной воды не дают мусору попасть в насос. В некоторых градирнях имеются предварительные сетчатые фильтры с малым перепадом давления, расположенные выше бассейна горячей воды и предотвращающие забивание форсунок системы распределения воды. Эта дополнительная особенность устраняет необходимость доступа к распределительным форсункам. Оба вида фильтров следует регулярно осматривать и при необходимости очищать. Конструкции некоторых градирен допускают внешний





доступ к сетчатым фильтрам, что позволяет производить уход за ними без необходимости выключения установки.



Осмотр сетчатого фильтра бассейна холодной воды



Очистка сетчатого фильтра бассейна горячей воды

## Распределение воды

Система распределения воды должна равномерно распределять воду над секцией наполнителя или секцией теплообменника с помощью системы самотечного распределения или системы разбрызгивания под давлением. Если будет обнаружено, что вода распределяется неравномерно, необходимо проверить форсунки. Забитые форсунки следует прочистить, соблюдая рекомендации изготовителя.

В системе с самотечным распределением к форсункам можно получить доступ снаружи, осмотреть и прочистить, если снять панели бассейна горячей воды на отсеке вентилятора. В большинстве систем распределения под давлением используются форсунки и ответвления, закрепленные защелкивающимися резиновыми втулками, которые позволяют легко извлечь эти компоненты для очистки и промывки от мусора.



Система распределения воды под давлением



Бассейн горячей воды с самотечной системой распределения



## Бассейн холодной воды

Поскольку определенное количество мусора рано или поздно все же попадет в градирню, конструкция изделия должна обеспечивать его удаление. Хорошо сконструированный бассейн холодной воды имеет наклон в сторону сетчатого фильтра, что не дает грязи (которая может ускорить коррозию) накапливаться на всей площади бассейна холодной воды. Бассейн следует поддерживать в чистоте, периодически смывая грязь из системы через канализационный слив градирни. Другим способом добиться этого является установка трубопроводов очистителя бассейна в комплекте с блоком фильтрации воды или сепаратором. Фильтрация воды снижает расходы на уход и обслуживание, уменьшая количество грязи в охлаждающей воде системы, что, в свою очередь, сокращает время на очистку бассейнов холодной воды. Оно также снижает расходы на обработку воды, поскольку химикаты для обработки воды в чистой воде работают эффективнее. Посторонние частицы в грязной воде могут адсорбировать химикаты для ее обработки, что требует еще больше химикатов, чтобы должным образом обработать всю воду в системе.



Бассейн холодной воды с трубопроводами очистителя бассейна

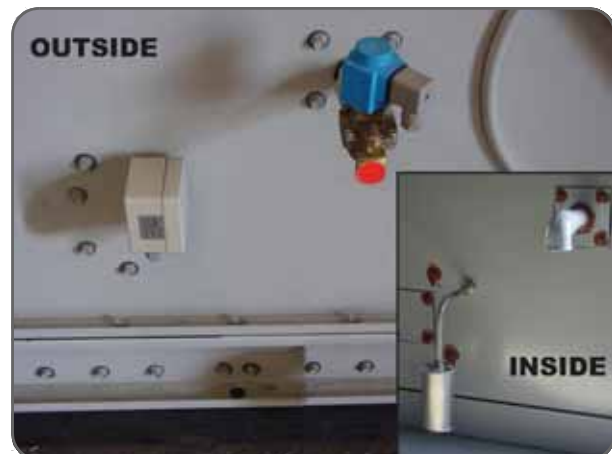
## Подпитка

Хотя большая часть воды в системе является оборотной, определенное ее количество необходимо добавлять для возмещения воды, утраченной за счет испарения и слива. Подпитка - это вода, добавляемая для предотвращения накопления твердых частиц в оборотной вода. Система подпиточной воды обеспечивает возмещение воды посредством узла из механического поплавка и клапана, или узла электронного датчика уровня воды (с электромагнитным клапаном), который измеряет глубину воды в бассейне холодной воды. Для обеспечения правильного отключения клапана и избежания "дребезга", давление подачи подпиточной воды обычно поддерживают в пределах от 1 до 3,5 бар. Если давление подачи выше 3,5, установите клапан понижения давления.

Рабочий уровень воды в бассейне будет меняться в зависимости от тепловой нагрузки системы (степени испарения), применяемой нормы выпуска воды и давления в системе подачи подпиточной воды. Некоторые конструкции градирен предоставляют внешний доступ к узлу подпиточной воды, что позволяет легко проверить уровень воды в бассейне и выполнить регулировку клапана подпитки без необходимости выключения градирни. Уровень воды в бассейне следует отрегулировать в соответствии с рекомендациями ВАС так, чтобы воздух не попадал во всасывающую линию насоса, но не был настолько высоким, чтобы вода зря уходила через перелив, когда градирню выключают.



Механическое управление уровнем воды



Электронное управление уровнем воды

## Слив

Для предотвращения накопления твердых частиц в оборотной воде градирня должна быть оснащена выпускным трубопроводом (включающим измерительное соединение и проходной запорный вентиль), подсоединенным к канализации. В градирне с закрытым контуром или испарительном конденсаторе с насосом оборотной воды дозирующий клапан для регулировки количества сливаемой воды следует установить в нагнетательной линии насоса. Хотя простейшей системой является выпускной клапан с ручной регулировкой, настройка правильного количества сливаемой воды может стать проблемой, потому что нагрузка градирни в течение дня меняется. Эту проблему решает измеритель электропроводности, подсоединенный к электромагнитному клапану и постоянно поддерживающий должные циклы концентрации. Также рекомендуется установить отдельный счетчик для измерения объема сливаемой воды, поскольку в канализацию сливается меньше воды, чем подается в градирню. Это может уменьшить счета за слив в канализацию.

Объем сливаемой воды необходимо отрегулировать так, чтобы предотвратить накопление примесей в оборотной воде. Это во многом зависит от качества местной воды и степени испарения. Постоянный слив и пополнение пресной водой предотвратят накопление примесей. Для получения конкретных рекомендаций обращайтесь к местным специалистам по обработке воды.

## Система механического привода

Механическая система привода вентилятора имеет несколько компонентов, которые следует регулярно проверять. Многие из этих компонентов работают на высокой скорости. Прежде чем приступить к работам с механической системой, выполните полагающиеся процедуры отключения и безопасности работ, включая блокировку выключателей электромоторов.

Обычно вентиляторы градирни работают от систем ременного или зубчатого привода. Для обеспечения надежной и бесперебойной работы они требуют регламентного обслуживания. Системы ременного привода популярны, надежны, предлагают регулировку в одной точке, и не имеют предела понижения скорости, если это требуется для применений с переменной скоростью. Если возникает проблема, то обычно требуется лишь простая замена ремня, а заменяемые компоненты легко доступны.

При должном уходе зубчатые приводы обеспечивают надежную работу. Если возникает проблема, ее решение может оказаться более сложным, если она связана с редуктором или требуется замена. Некоторые производители предлагают обе системы для удовлетворения потребностей или предпочтений пользователей. Для обеспечения должной работы системы ременного привода выполняйте натяжение ремней в соответствии с указаниями производителя. В системах зубчатого привода следует регулярно проверять уровень и качество масла, а также выравнивание осей, в соответствии с рекомендациями производителя.

При запуске нового изделия смазка подшипников вала вентилятора обычно не требуется, поскольку большинство изделий поставляется с заводской смазкой. Однако при запуске в начале сезона замените смазку подшипников вала вентилятора на новую (в соответствии с рекомендациями производителя). Подшипники вала вентилятора необходимо смазывать через каждые 2000 часов работы или каждые три месяца (смотря что наступит раньше). Подшипники электромотора необходимо смазывать в соответствии с рекомендациями производителя. Для максимального срока службы лучше всего устанавливать электромоторы класса "для работы в градирнях".

## Важность чистой работы

Компоненты градирни должны содержаться чистыми и свободными от мусора. Пренебрежение этими требованиями приведет к повышению температуры воды в системе выше желаемой, что обернется повышенным расходом энергии по двум причинам. Во-первых, система (охладитель) станет потреблять больше энергии из-за того, что для удовлетворения нагрузки ей придется работать при давлении конденсации (напоре) выше необходимого из-за повышенной температуры жидкости, покидающей градирню. Повышение температуры всего на 1°C может привести к повышению потребления энергии охладителем на 6%. Во-вторых,



Система механического ременного привода

пытаясь довести температуру холодной воды до номинальной, градирня будет вынуждена дольше работать при повышенной мощности вентилятора.

## Распространенные проблемы: причины, следствия и решения

Независимо от того, насколько часто проводится регламентное обслуживание, проблемы с градирнями, как и у любого механического устройства, могут иногда возникать неожиданно. Эти проблемы включают повышенные температуры выходящей воды, капельный унос и коррозию. В случае возникновения любой из этих проблем выполните перечисленные действия и обратитесь за поддержкой в представительство производителя градирни или к специалистами по обработке воды.

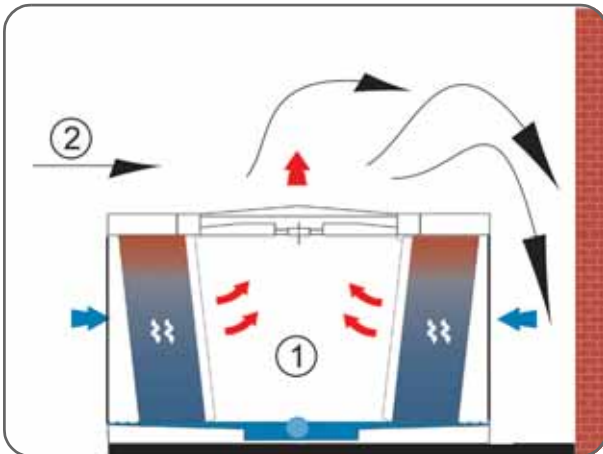
**Проверьте тепловую нагрузку:** Если фактическая тепловая нагрузка превышает номинальную, для которой градирня была выбрана, температура воды на выходе будет превышать проектное значение.

**Проверьте расход воды и ее распределение:** Осмотрите систему распределения воды и убедитесь, что распределительные форсунки чистые, правильно установлены и равномерно разбрызгивают воду над наполнителем. В установках с противотоком измерьте давление на входе в градирню и сравните его с номинальным давлением, приведенным ВАС. В градирнях с самотечной системой распределения рабочий уровень в бассейне горячей воды (как правило от 5 до 13 см) может быть скоррелирован под конкретную норму расхода.



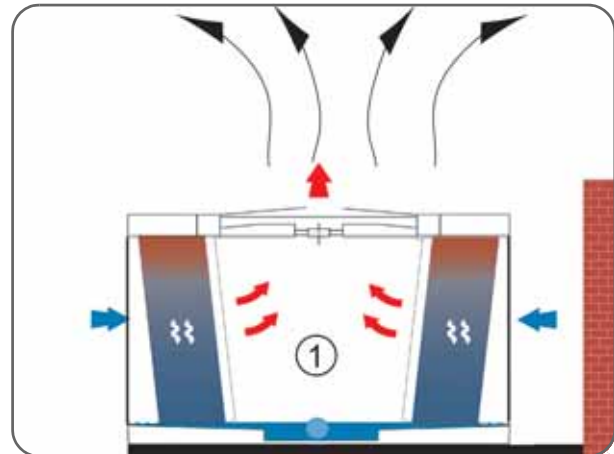
Осмотр форсунок

**Проверьте воздушный поток:** Градирни должны быть установлены в местах, где к воздухозаборникам беспрепятственно поступает свежий воздух. Выброс воздуха из градирни тоже должен происходить как минимум на высоте окружающих стен, чтобы снизить вероятность того, что горячий и влажный выбрасываемый воздух попадет в воздухозаборники, создавая искусственное завышение температуры входящего воздуха по мокрому термометру и температуры выходящей воды. Для обеспечения полного номинального воздушного потока система привода градирни должна быть отрегулирована в соответствии с "Руководством по эксплуатации и обслуживанию" ВАС.



Неправильная ориентация градирни относительно соседних стен

1. Градирня с вытяжной тягой; 2. Преобладающий ветер



Правильная ориентация градирни относительно соседних стен

1. Градирня с вытяжной тягой

Градирню и окружающую ее зону следует проверить на наличие препятствий для воздушного потока, которые могут блокировать воздухозаборники. Для обеспечения должного воздушного потока проверьте наличие засорения или неправильного распределения воды по наполнителю, а также правильность работы заслонок регулирования производительности в градирнях с центробежными вентиляторами. Заслонки - аэродинамические лопасти, расположенные в корпусе вентилятора в потоке выбрасываемого воздуха -



помогают выполнять точную регулировку температуры и сберегают энергию, приводя воздушный поток градирни в соответствие с фактической тепловой нагрузкой.

Хотя заслонки еще можно увидеть в более старых и пока работающих установках, в современных градирнях для контроля производительности склонны использовать преимущества технологии частотно-регулируемых приводов (ЧРП). ЧРП помогают сберегать энергию, лучше справляются с подстройкой под нагрузку, и помогают снижать износ системы привода.

**Проверьте условия окружающей среды:** Градирни выбираются для того, чтобы выдавать воду с требуемой температурой при номинальной тепловой нагрузке и температуре входящего воздуха по мокрому термометру. В тех случаях, когда фактическая входная температура по мокрому термометру выше номинальной, температура воды на выходе тоже будет выше. В результате снижается эффективность.

Капельный унос возникает, когда воздух проходит через градирню и уносит из нее капельки воды. Для удаления капелек в потоке выбрасываемого воздуха устанавливаются каплеуловители. В хорошо ухоженной системе эффективные каплеуловители снижают потери из-за капельного уноса до ничтожного процента от номинального расхода воды.

Если возникает повышенный капельный унос, проверьте правильность установки, расположение и общее состояние каплеуловителей. Осмотрите наполнитель и убедитесь, что он равномерно распределен, не засорен и не заблокирован, а также проверьте потоки воды и воздуха, как описано выше. При необходимости отремонтируйте или замените каплеуловители.



Осмотр теплообменника



Осмотр каплеуловителя

Коррозия всегда является проблемой для градирен из-за их способности "вымывать" загрязнения из воздуха. Эти загрязнения вызывают образование известкового налета и коррозию, и после длительного воздействия повреждают компоненты системы.

Если постоянный слив из системы неэффективен для борьбы с известковым налетом или коррозией, может оказаться необходимой химическая обработка. Успешная программа химической обработки или водоподготовки должна соответствовать конкретным рекомендациям производителя, обеспечивать эффективный микробиологический контроль, и быть совместимой с конструкционными материалами системы в качестве составной части общей программы обработки воды.

Потенциальные загрязнения воздушного происхождения и биологическое загрязнение (такое, как Legionella) следует контролировать за счет использования биоцидных веществ, и такую обработку необходимо начать при вводе системы в эксплуатацию, после чего регулярно продолжать. ASHRAE предприняла профилактические шаги по объяснению проблемы Legionella и способов ее решения, издав руководство ASHRAE 12 – 2000 под названием "Минимизация риска легионеллеза, связанного с водяными системами зданий". Свяжитесь с ASHRAE для получения экземпляра этого важного документа.

## Улучшение производительности

Более старые и структурно крепкие градирни можно модифицировать с помощью комплектов для модернизации для:

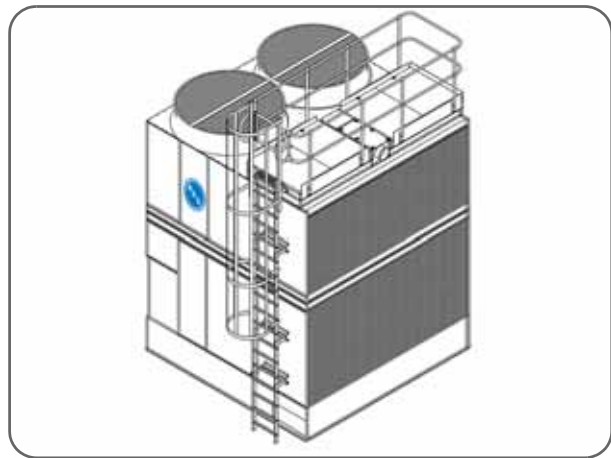
- сбережения энергии
- восстановления или повышения производительности
- облегчения ухода и обслуживания

Для сбережения энергии к системе механического привода могут быть добавлены двухскоростные моторы или частотно-регулируемые приводы (ЧРП), или система вентилятора Baltiguard®. ЧРП предлагают широкий диапазон скоростей для требований параллельной работы, а маломощные вспомогательные электромоторы добавляют преимущество избыточности системы на случай отказа главного электромотора. Популярный подход к сбережению энергии использует систему с вспомогательным электромотором, которым управляет ЧРП.

Для улучшения производительности системы распределения воды имеются комплекты для замены старых небольших форсунок на форсунки новой конструкции с большими незабивающимися отверстиями. В настоящее время имеются и комплекты для модернизации, позволяющие легко заменить оригинальный наполнитель, который может оказаться забитым известковым налетом или грязью из воздуха. Для облегчения ухода и обслуживания к существующим градирням могут также быть добавлены ремонтные платформы.



Установка комплекта модернизации



Ремонтные платформы и лестница

## Заключение

Уделяя регулярное внимание градирне, забытому компоненту системы, путем осуществления систематической и всеохватной программы ухода и технического обслуживания, вы сможете сберегать время, деньги и электроэнергию, одновременно продлевая ожидаемый срок службы градирни. Хорошо ухоженная градирня становится кандидатом на применение комплектов модификации, предназначенных для улучшения ее производительности и продления срока службы. Планово-предупредительный ремонт экономит деньги владельцам и операторам. Если вы еще не выполняете регулярное регламентное обслуживание вашей градирни, запускайте программу всестороннего технического обслуживания уже сегодня.

За дополнительной информацией о том, как начать такую программу, обращайтесь в местное представительство ВАС Balticare.





# Формулы

## Законы вентилятора

Законы вентилятора можно применить, чтобы примерно оценить производительность оборудования при другой скорости вентилятора:

$$\text{Поток 2} = \text{Поток 1} (\text{кВт2/кВт1})^{1/3}$$

## Формулы

**Диапазон** = температура на входе - температура на выходе

**Подход** = температура на выходе - температура по мокрому термометру

### Отведенное тепло:

$$\text{Отвод тепла (кВт)} = \text{Расход (л/с)} \times \text{диапазон (}^\circ\text{C)} \times 4,186$$

### Пересчет температур:

Градусы по Фаренгейту в градусы по Цельсию:  $\text{Темп (}^\circ\text{C)} = 0,55565 \text{ темп (}^\circ\text{F)} - 32$

Градусы по Цельсию в градусы по Фаренгейту:  $\text{Темп (}^\circ\text{F)} = 1,8 \text{ темп (}^\circ\text{C)} + 32$

### Основанная электрическая:

$$E = I \times R$$

E = напряжение (вольты), I = ток (амперы), R = сопротивление (омы)

# Сменные детали

Запчасти от ВАС "идеально подходят" для вашей градирни. Эти детали изначально спроектированы, сконструированы и изготовлены для работы в условиях градирни. Это правильные детали, с конкурентоспособными ценами, и ВАС предлагает наилучшие поставки запчастей в отрасли.

ВАС поддерживает запас наиболее ходовых запасных частей и комплектов для модификации в своем главном Центре распределения запчастей, и может поставить другие детали, часто в течение суток, из любого из двух своих производственных предприятий, стратегически расположенных в Европе.

Даже несмотря на возможность такой быстрой поставки, для сведения к минимуму любого возможного простоя мы все же рекомендуем держать на вашем местном складе некоторые наиболее важные запасные части для аварийного ремонта.

## Основные рекомендуемые запасные части

- Комплект подшипников
- Поплавковый клапан или ремонтный комплект
- Поплавок
- Электромагнитный клапан (если изделие оснащено электронным устройством контроля уровня воды)
- Приводная лента или комплект ремней
- Комплект форсунок со втулками
- Подогреватель поддона и выключатель низкого уровня воды
- Прокладка двери
- Сетчатый фильтр (впускной и выпускной)
- Втулки для вентилятора и привода



ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

## Детали, рекомендуемые на случай длительного простоя

- Насос оросительной воды для изделий с теплообменником
- Вентилятор или колеса вентиляторов
- Вал вентилятора
- Шкивы привода
- Мотор вентилятора



# Руководство по применению

## Введение

Удовлетворительная работа холодильного оборудования зависит от ее правильного выбора и должного внимания к общему дизайну системы, монтажу, обработке воды и техническому обслуживанию. Целью данного документа является выделение главных пунктов, которые должны быть приняты во внимание при проектировании системы с оборудованием испарительного охлаждения ВАС.

## Конфигурации оборудования

Оборудование испарительного охлаждения ВАС имеется в следующих конфигурациях:

	Градирни	Градирни испарительного типа с закрытым контуром	Испарительные конденсаторы
Противоток	VXT, VTL, RCT, IMT	VXI, VFL	VXC, VXC-C, VCL
Поперечный поток	Series 3000D, TXV		
Комбинированный поток		FXV, HXI	CXV, HXC

## Тепловая нагрузка:

Выбор конкретной модели основывается на тепловой нагрузке и температуре по мокрому термометру. Тепловые показатели основаны на температуре по мокрому термометру воздуха, поступающего в изделие, и не принимают во внимание рециркуляцию влажного и теплого выбрасываемого воздуха, которая может иногда происходить при определенных погодных и ветровых условиях. Верификация показателей подразумевает испытание в соответствии с признанным стандартом, и применение допусков, записанных во время испытания и примененных к результатам испытания.

## Условия эксплуатации

	Градирни		Градирни испарительного типа с закрытым контуром		Испарительные конденсаторы	
	Противоток	Поперечный поток	Противоток	Комбинированный поток	Противоток	Комбинированный поток
Номинальное давление в стандартном теплообменнике (бар)	Не применимо	Не применимо	10	10	22	22
Номинальное давление в теплообменнике высокого давления (кПа)	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо	28	28
Макс. давление на входе в ороситель (кПа)	50	Не применимо	14	14	14	14
Станд. просвет между листами наполнителя (мм) <sup>(1)</sup>	14	19	Не применимо	19	Не применимо	19
Температура на впуске, макс. (°C) <sup>(2)</sup>	55	50	80	60	120	120
Температура на впуске CPVC, макс. (°C)	65	58	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо
Температура на впуске PP, макс. (°C) <sup>(3)</sup>	80	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо	Не применимо
Температура на выпуске, мин. (°C)	5	5	10	10	-20	-20
Давление в механическом клапане подпитки (кПа) <sup>(4)</sup>	100-500	100-500	100-500	100-500	100-500	100-500

(1) Наполнитель VACount® (PVC или CPVC) имеет просвет между листами 14 мм и используется во всех градирнях с противотоком, за исключением IMT и RCT. Для этих линеек изделий стандартными опциями просвета наполнителя являются 12 или 19 мм. Другие опции доступны по требованию. У наполнителя PP просветы 12 мм для VXT и VTL, и 12 или 19 мм для IMT или RCT.

(2) Для конструкционных материалов из ориентированного пластика и полиэфира, армированного стекловолокном (ПАС), максимальная температура на впуске 60°C.

(3) Высокотемпературные (80°C) проекты требуют специального высокотемпературного исполнения градирни.

(4) Для должной работы изделия необходимо обеспечить адекватный источник подпиточной воды с диапазоном давлений на входе, пригодном для работы клапана подпитки. Для таких случаев имеются на выбор альтернативные модели клапанов.

## Совместимость конструкционных материалов

### Наполнитель градирен

Поверхность теплопередачи изготавливается из пленки и совместима с водой, используемой в большинстве применений градирни. В случаях, если охлаждаемая вода загрязнена крупными твердыми частицами, маслами, смазками или органикой, необходимо использовать альтернативные поверхности теплопередачи с большим просветом между листами.

### Градирни с закрытым контуром и теплообменники конденсаторов

Стандартный теплообменник представляет собой непрерывную спиральную стальную трубку с гладкой поверхностью. Он рассчитан на небольшой перепад давлений и имеет наклонные трубки для слива жидкости самотеком. Змеевик заключен в стальную раму, а вся конструкция подвергнута горячему оцинкованию после изготовления.

Жидкости, циркулирующие внутри теплообменников, должны быть совместимы с конструкционным материалом теплообменника, то есть

- углеродистая сталь для стандартных теплообменников с горячим оцинкованием
- нержавеющая сталь AISI 304L или 316L (опции)
- оцинкованная сталь для опции очищаемых теплообменников (VXI, FXV)

Стандартные теплообменники могут содержать некоторые загрязнения, такие как углерод, оксид железа и частички после сварки. Внутреннее состояние теплообменника, включая влажный воздух, следует принимать во внимание, когда используются галогенуглеродные хладагенты (или фреоны) и чувствительные компоненты системы, такие как электронные дросселирующие устройства или полугерметичные компрессоры. При монтаже следует принять необходимые меры предосторожности, включая полную очистку и вакуумирование, а также установку фильтров/осушителей для безопасной работы этих компонентов в соединении с теплообменниками конденсатора. Вполне нормально, что в первый год эксплуатации патроны фильтров придется заменять чаще.

## Качество воды

Испарительное охлаждение осуществляется за счет испарения небольшой доли воды. При испарении воды первоначально растворенные в ней вещества остаются в системе. Концентрация этих растворенных веществ быстро возрастает и может стать недопустимо высокой. Кроме того, в оборотную воду часто попадают частицы из воздуха и биологические загрязнители, потому что испарительный охладитель "промывает" воздух.

Если не осуществлять эффективный контроль этих примесей и загрязнителей, они могут вызвать образование известкового налета, коррозию, появление ила или биологического обрастания, которые снижают эффективность теплопередачи и повышают эксплуатационные расходы системы.

Для оптимальной эффективности теплопередачи и максимального продления срока службы оборудования качество подпиточной и оборотной воды необходимо поддерживать в указанных ниже пределах.

### Подпиточная вода

Подпиточная вода для испарительной установки должна иметь жесткость по CaCO<sub>3</sub> не менее 30 ч.м. (частей на миллион).

В тех случаях, когда для достижения этого необходимо применение смягчителя жесткости воды, подаваемую в испарительную установку воде не следует смягчать всю, а смешивать с исходной несмягченной водой для достижения минимальной жесткости по CaCO<sub>3</sub> в диапазоне от 30 до 70 ч.м.

Поддержание минимальной жесткости подпиточной воды нейтрализует коррозионные свойства полностью смягченной воды и снижает зависимость от ингибиторов коррозии для защиты системы.

### Качество оборотной воды (циклы концентрации)

Качество рециркулирующей воды связано с водой подпитки через **циклы концентрации**.

Например: если в данной подпиточной воде концентрация хлоридов составляет 45 ч.м., то в системе допустимы  $150 / 45 = 3,33$  цикла концентрации без превышения концентрации хлоридов в 150 ч.м., допустимой для изделий из оцинкованной стали / цинка-алюминия или с защитой Baltiplus.

Обратите внимание, что такие расчеты необходимо провести для **всех** указанных в руководстве параметров (сульфаты, щелочность и др.), и использовать наименьшее из полученных значений циклов концентрации.







**Таблица 13: Нормативы качества циркулирующей воды для защиты Baltiplus**

	Защита Baltiplus
рН	от 7.0 до 9.0
Жесткость по (CaCO <sub>3</sub> )	от 30 до 500 мг/л
Щелочность по (CaCO <sub>3</sub> )	500 мг/л макс.
Общее количество растворенных твердых веществ	1000 мг/л макс.
Хлориды	125 мг/л макс.
Сульфаты	125 мг/мл макс.
Электропроводность	1200 мСм/см
Хлоринация (по свободному хлору): постоянная	1 мг/л макс.
Хлоринация (по свободному хлору): порционное дозирование для чистки и дезинфекции	5-15 мг/л макс., не более, чем на 6 часов

**Таблица 14: Нормативы качества циркулирующей воды для системы защиты от коррозии Baltibond®**

	Система защиты от коррозии BALTIBOND®
рН	от 6.5 до 9.0
Жесткость (по CaCO <sub>3</sub> )	от 30 до 500 мг/л
Щелочность (по CaCO <sub>3</sub> )	500 мг/мл макс.
Общее количество растворенных твердых веществ	1500 мг/мл макс.
Хлориды	250 мг/мл макс.
Сульфаты	250 мг/мл макс.
Электропроводность	1800 мСм/см
Хлоринация (по свободному хлору): постоянная	2 мг/л макс.
Хлоринация (по свободному хлору): порционное дозирование для чистки и дезинфекции	макс. 5-15 мг/л не более 6 часов

**Таблица 15: Нормативы качества циркулирующей воды для пластикового композита**

	Пластиковый композит
рН	от 6.5 до 9.0
Жесткость по (CaCO <sub>3</sub> )	от 30 до 500 мг/л
Щелочность по (CaCO <sub>3</sub> )	500 мг/мл макс.
Общее количество растворенных твердых веществ	1500 мг/мл макс.
Хлориды	250 мг/мл макс.
Сульфаты	250 мг/мл макс.
Электропроводность	1800 мСм/см
Хлоринация (по свободному хлору): постоянная	2 мг/л макс.
Хлоринация (по свободному хлору): порционное дозирование для чистки и дезинфекции	макс. 5-15 мг/л не более 6 часов

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Таблица 16: Нормативы качества циркулирующей воды для нержавеющей стали

	SST AISI 304	SST AISI 316
pH	от 6.5 до 9.0	от 6.5 до 9.0
Жесткость (CaCO <sub>3</sub> )	от 50 до 500 мг/л	от 50 до 500 мг/л
Щелочь (CaCO <sub>3</sub> )	500 мг/мл макс.	500 мг/мл макс.
Общее количество растворенных твердых веществ	1500 мг/мл макс.	1500 мг/мл макс.
Хлориды	250 мг/мл макс.	500 мг/мл макс.
Сульфаты	250 мг/мл макс.	500 мг/мл макс.
Электропроводность	2500 мСм/см	2500 мСм/см
Хлоринация (по свободному хлору): постоянная	2 мг/л макс.	2 мг/л макс.
Хлоринация (по свободному хлору): порционное дозирование для чистки и дезинфекции	макс. 5-15 мг/л не более 6 часов	макс. 5-15 мг/л не более 6 часов

### Продувка

Для предотвращения избыточного накопления примесей в оборотной воде, небольшое ее количество необходимо **сливать**. Во многих местностях этот постоянный слив и возмещение свежей подпиточной водой будут поддерживать концентрацию примесей в системе на приемлемом уровне.

**Объем слива** будет зависеть от количества циклов концентрации, необходимых для сохранения качества оборотной воды, и от **объема испарения**.

После определения количества циклов концентрации объем слива можно рассчитать по следующему уравнению:  $V = E / (N - 1)$

Где V = объем слива в л/с; E = объем испарения в л/с; N = количество циклов концентрации.

Максимальный объем испарения можно определить одним из следующих методов:

1. Объем испарения равен примерно 1,8 литра на 1000 ккал отвода тепла.
2. Объем испарения равен примерно 1,8 литра на 4180 кДж отвода тепла.
3. Объем испарения = расход воды (л/с) x диапазон (ЧС) x 0,0018
4. Объем испарения = общий отвод тепла (кВт) / 2322 = л/с

### Примеры:

**Метод № 2:** При расходе воды 10 л/с и диапазоне охлаждения 10 ЧС объем испарения составит 0,18 л/с (10 л/с x 10 ЧС x 0,0018 = 0,18 л/с)

**Метод № 4:** Расчетная нагрузка составляет 418 кВт, следовательно, объем испарения равен 0,18 л/с (418 / 2322 = 0,18 л/с)

*Примечание:* Описанный выше метод расчета не следует использовать для определения потребления воды испарительным холодильным оборудованием. Кроме тепловой нагрузки и качества воды, потребление воды зависит от климатических условий, стратегии контроля производительности и конфигурации оборудования. Поэтому расчеты потребления воды сложны и не должны основываться на максимальном объеме испарения, происходящего в условиях сухого наружного воздуха. Описанные выше методы расчета пригодны только для оценки необходимого объема слива.

### Общий объем подпиточной воды

Объем подпиточной воды = объем испарения + объем слива + потери на разбрызгивание

Объемы испарения и слива подсчитываются, как описано выше. При условии, что оборудование правильно оснащено высокоэффективными каплеуловителями, которым обеспечен надлежащий уход (стандартно поставляются Baltimore Aircoil), потери на разбрызгивание могут считаться несущественными по сравнению с объемами испарения и слива.

Обратите внимание, что если другие компоненты системы требуют применения более жестких требований к качеству оборотной воды, то должны применяться более жесткие требования.

## Обработка воды

Необходимо соблюдать следующие указания по обработке воды:

1. Химикаты для обработки воды или нехимические системы должны быть совместимы с конструкционными материалами, использованными в холодильной системе, включая само оборудование испарительного охлаждения.
2. В случае химической обработки воды химикаты должны добавляться в оборотную воду системой автоматической подачи. Это предотвратит локальные высокие концентрации химикатов, что может вызвать коррозию. Химикаты для обработки воды предпочтительно добавлять в систему охлаждения в нагнетательную линию насоса оборотной воды. Химикаты не следует добавлять в концентрированной форме, и не добавлять порциями непосредственно в бассейн холодной воды оборудования испарительного охлаждения.
3. Обработка воды кислотами не рекомендуется. Кислотная обработка может рассматриваться для градирен открытого типа, оснащенных защитой от коррозии BALTIBOND® или изготовленных из нержавеющей стали, но при условии соблюдения указанных выше требований.
4. До применения конкретной программы обработки воды следует проконсультироваться с компетентной компанией по обработке воды. Кроме наличия дозирующего и контрольного оборудования и химикатов, программа должна включать регулярный ежемесячный мониторинг качества оборотной и подпиточной воды.

## Контроль биологического загрязнения и обработка воды

Неконтролируемое размножение водорослей, слизи и других микроорганизмов может снизить эффективность теплопередачи и способствовать размножению в оборотной воде потенциально опасных микроорганизмов, таких как Legionella. Соответственно, после первого заполнения системы водой следует регулярно проводить мероприятия по обработке воды, специально предназначенные для ее биологического контроля, в соответствии с любыми существующими (национальными, региональными) правилами, или в соответствии с принятыми нормами, такими как EUROVENT 9-5 и 9-6.

Настоятельно рекомендуется регулярно проверять биологическое загрязнение циркулирующей воды (например, еженедельно проводить TAB-тест с погружаемыми пластинками) и записывать все результаты. (TAB = Total Aerobic Bacteria = общее содержание аэробных бактерий)

Кроме контроля биологического загрязнения, который необходимо проводить всегда, может оказаться необходимым введение режима обработки воды для предотвращения образования известкового налета или коррозии.

Для гарантированного выявления любого риска и реализации защитных мер рекомендуется пригласить эксперта-специалиста для выполнения анализа рисков. Рекомендуется также разработать план эксплуатации холодильной системы.

## Место установки

Каждая градирня, испарительный охладитель или конденсатор должны быть установлены и расположены таким образом, чтобы предотвратить попадание выбрасываемого теплого воздуха и содержащихся в нем капелек, которые могут содержать загрязнения, такие как Legionella, в вентиляционные системы или открытые окна зданий. Для обеспечения полной тепловой производительности, место для установки оборудования необходимо выбрать так, чтобы там обеспечивалась беспрепятственная подача воздуха ко всей площади воздухозаборника. Кроме того, должен быть обеспечен доступ ко всем точкам для технического обслуживания и осмотра. При расположении внутри ограждений или возле стен прилегающих зданий, верхняя часть установки должна быть вровень или выше прилегающих стен, чтобы снизить вероятность попадания теплого и влажного выбрасываемого воздуха обратно в воздухозаборник(и).

Чтобы этого добиться, в некоторых случаях оборудование необходимо устанавливать на возвышении или снабжать выпускными колпаками или воздуховодами. В случае установки на возвышениях (более 300 мм над поверхностью), изделия серии VX необходимо оснастить панелью монолитного днища для обеспечения защиты подвижных частей и втягивания воздуха в градирню горизонтально, а не через дно (впуск воздуха через дно можно обсудить, но это требует снижения номинальной скорости вентилятора для предотвращения перегрузки мотора).

При установке оборудования с центробежным вентилятором и усиленной тягой в помещении, обычной практикой является применение воздухопроводов на впуске и выбросе воздуха. Конструкция таких воздухопроводов должна обеспечивать равномерное распределение воздуха и минимальный перепад давления, и должны быть предусмотрены люки доступа, позволяющие проникнуть в воздухопровод, а из него - в саму установку. В некоторых случаях помещение, где расположено оборудование, может использоваться как пленум впуска воздуха, и в такой ситуации необходим только выпускной воздухопровод. В подобных случаях необходимо принять меры по предотвращению изменчивого распределения воздуха при включении вентиляторов и/или блоков оборудования, например, за счет использования на выбросе заслонок положительного давления.



## Трубопроводы

### Общие указания

Трубопроводы должны быть подобраны по размеру и установлены в соответствии с общепринятыми нормами. Тупиковых ответвлений и условий, вызывающих застой воды в трубах, следует избегать. Если требуется более одного впускного подсоединения, необходимо установить балансировочные клапаны для балансировки потока к каждому впуску. В зависимости от конструкции гидравлического контура, может также оказаться необходимой установка балансировочных клапанов перед всасывающими соединениями градирен. Установка запорных вентилей диктуется необходимостью (автоматически или вручную) изолировать блоки или градирни для контроля производительности или ухода. В случае, если оборудование установлено на вибробалках, в соединительные трубопроводы необходимо встроить компенсаторы.

### Открытые градирни

Поскольку емкость поддона любой градирни ограничена, он может вместить лишь определенное количество воды, сливающейся из системы в градирню, когда насос циркуляции воды выключают. Поэтому монтируйте все теплообменники и как можно больше трубопроводов ниже рабочего уровня воды в поддоне градирни. В представительстве ВАС Balticare вам могут предоставить информацию о емкости имеющихся для дренажа системы поддонов для конкретной модели и условий эксплуатации.

Когда несколько градирен используются как общая система, смонтируйте выравнивающие линии между поддонами градирен для обеспечения сбалансированного уровня воды. Стандартные выравнивающие линии проектированы на максимальную разницу уровней воды (между поддонами) в 25 мм и выравнивающий поток в 15% от расхода оборотной воды в самой большой из градирен системы при условии, что градирни располагаются поблизости друг от друга. Для правильной работы соединительный трубопровод (поставляется другими производителями) должен иметь один и тот же диаметр по всей своей длине. Если желательна гидравлическая изоляция отдельных блоков, необходим запорный вентиль в выравнивающем трубопроводе.

### Градирни испарительного типа с закрытым контуром

Жидкостные трубопроводы должны обеспечивать гибкость при сжатии и расширении между компонентами системы. Все жидкостные трубопроводы должны поддерживаться независимыми подвесками или опорами, а не опираться на оборудование. В полностью закрытой системе следует установить расширительный бак для продувки воздуха из системы и как емкость для расширения жидкости.

Для возможности полного осушения теплообменников в системе трубопроводов следует установить устройство для снятия вакуума или вентиляционное отверстие в верхней точке, и слив в нижней точке.

### Испарительные конденсаторы

Смотрите раздел "Технические руководства по конденсатору". В системах с поплавковыми клапанами высокого давления обеспечьте, чтобы трубопровод от выпуска конденсатора к клапану (ам) имел размер, рассчитанный на малую скорость хладагента (0,5 м/с), чтобы работе клапана не мешал мгновенно выделяющийся газ, а также правильную установку выравнивающей линии. В системах с охлаждением масла в термосифоне обеспечьте адекватное выравнивание и достаточную разницу в высоте между конденсатором(ами) и приемником.

Стандартные теплообменники конденсатора изготавливаются из углеродистой стали и подвергаются горячему оцинкованию после изготовления, и могут содержать некоторые загрязнения, такие как углерод, оксид железа и частички после сварки. Внутреннее состояние теплообменника, включая влажный воздух, следует принимать во внимание, когда используются галогенуглеродные хладагенты (или фреоны) и чувствительные компоненты системы, такие как электронные дросселирующие устройства или полугерметичные компрессоры. Монтажник должен принять необходимые меры предосторожности при монтаже для защиты работы этих компонентов, подсоединенных к теплообменникам конденсатора.

## Контроль производительности

### Общие указания

Большая часть холодильных систем в течение рабочего сезона подвергается значительным изменениям тепловой нагрузки и температур окружающей среды. С изменением температуры по мокрому термометру производительность оборудования испарительного охлаждения существенно варьирует. Для предотвращения замерзания внутри установки при работе в условиях минусовых наружных температур и/или если желательна разумно постоянная температура охлаждающей воды, требуется какой-либо вариант контроля производительности. Предпочтительным методом контроля является снижение воздушного потока через установку для адаптации тепловой нагрузки к условиям окружающей среды. Не рекомендуется для контроля производительности менять расход воды (или хладагента). Независимо от выбранного метода контроля производительности, сперва необходимо включить насос оборотной воды, а уже потом мотор вентилятора(ов). В то же время в условиях минусовых наружных температур следует избегать длительной работы только насоса оборотной воды при отключенном вентиляторе(ах).





### Цикличная работа вентилятора

Простейшим методом контроля производительности, пригодным для многоблочных систем, является цикличная работа вентилятора. Количество шагов контроля, доступных при цикличной работе вентиляторов, в целом определяется количеством моторов вентиляторов, однако в некоторых моделях два мотора вентилятора должны одновременно работать циклично для предотвращения неравномерного распределения воздуха. За дополнительной информацией обращайтесь в местное представительство BAC Balticare. Чем больше шагов цикличной работы вентилятора доступно, тем лучше контроль температуры охлаждающей воды. Быстрые циклы включения-выключения могут вызвать перегрев двигателя вентилятора. Рекомендуется установить органы управления таким образом, чтобы допускать не более 6 циклов включения/выключения в час.

В системах на аммиаке большинство испарителей питается через поплавковые клапаны или поплавковые реле высокого или низкого давления, которые менее чувствительны к изменениям напора. В системе такого типа цикличная работа вентилятора испарительного конденсатора обычно обеспечивает удовлетворительный контроль производительности в стороне высокого давления системы, где испарительный конденсатор может иметь несколько моторов вентиляторов, которые можно циклично включать поочередно.

В системах на галогенуглеродах обычно используются испарители, контролируемые клапанами теплового расширения. Для из правильной работы требуется разумно постоянная разность давлений до и после клапана теплового расширения. Следовательно, в системе такого типа требуется более точная степень контроля производительности испарительного конденсатора, чем может быть достигнута за счет цикличной работы вентиляторов (См. "Выходные заслонки вентилятора с плавным регулированием").

### Многоскоростные приводы

Количество доступных шагов цикличной работы вентилятора может быть увеличено за счет использования многоскоростных приводов. Этого можно добиться или путем установки многоскоростных моторов (Dahlander/двухскоростной с отдельными обмотками), или системы привода BALTIGUARD®.

При половине номинальной скорости вентилятора (Dahlander/двухскоростной с отдельными обмотками) номинальная производительность градирни будет составлять около 60%; при 2/3 номинальной скорости вентилятора (BALTIGUARD) номинальная производительность градирни будет составлять около 70%. При переключении с высокой на низкую скорость необходимо предусмотреть паузу не менее 15 секунд, чтобы дать вентилятору(ам) возможность снизить скорость перед включением низкоскоростного привода.

### Контроль производительности с плавной регулировкой

Плавная регулировка производительности рекомендуется в тех случаях, когда желателен более точный контроль температуры охлаждающей воды или давления конденсации, и особенно если предвидится бесплатное охлаждение в условиях отрицательных наружных температур. Плавное регулирование производительности может быть достигнуто с помощью выходных заслонок вентилятора с плавной регулировкой. Выходные заслонки вентилятора меняют воздушный поток, приводя производительность градирни в соответствие с тепловой нагрузкой системы и условиями окружающей среды. Когда заслонки достигают нижнего положения, двигатели заслонок переключают мотор(ы) вентилятора на низкую скорость, а затем отключают его.

Заслонки плавной регулировки также снижают энергопотребление мотора вентилятора, которое примерно пропорционально снижению воздушного потока по мере того, как заслонки приближаются к положению "закрыто". Выходные заслонки с плавной регулировкой доступны также для конденсаторов с центробежным вентилятором.



**Изделия с одноконтурным теплообменником**

Регулировка с помощью заслонок рекомендуется для любой системы, использующей испарители, управляемые клапанами теплового расширения. У конденсатора с одним контуром датчик давления конденсации расположен в нагнетательной линии компрессора или в приемнике (см. рисунок рядом). Контроллер давления электрически подсоединен к мотору заслонок, и когда давление конденсации меняется, в мотор заслонок посылается сигнал на изменение положения заслонок и обеспечение более или менее требуемого воздушного потока.

**Изделия с многоконтурным теплообменником**

В многоконтурных конденсаторах, где необходимо управлять давлением конденсации в двух или более контурах, датчик и контроллер температуры оросительной воды, расположенный в поддоне, замещается датчиками давления конденсации в нескольких контурах теплообменника. Даже при очень малой нагрузке в одном контуре температура конденсации в нем не может упасть ниже температуры оросительной воды. Примечание: Эта система не может обеспечить контроль, если поддон осушен для сухой работы конденсатора зимой.

Как альтернатива выходным заслонкам вентилятора с плавной регулировкой могут быть установлены устройства регулировки скорости вращения вентилятора. В таких случаях следует предпринять меры для предотвращения работы при "критической скорости" вентилятора или вблизи нее. Проконсультируйтесь в представительстве ВАС или ВАС Balticare насчет любых применений, где используются устройства регулировки скорости вращения вентилятора, чтобы определить, может ли возникнуть ситуация с работой вентилятора на критической скорости, и пригоден ли для данного проекта мотор вентилятора, который предполагается выбрать. Для таких применений моторы вентилятора должны быть оснащены термисторами с положительным температурным коэффициентом для защиты мотора от перегрева. Если устройства регулировки скорости вращения вентилятора используются в соединении с изолированными рельсами, изолирующая подвеска должна иметь высокий прогиб, а минимальная скорость непрерывной работы вентилятора ограничена, чтобы избежать возникновения резонансных колебаний с подвеской.

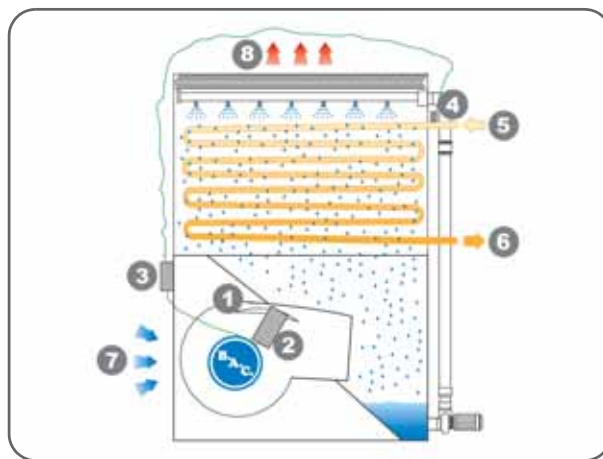
Плавная регулировка производительности является наилучшим способом точного контроля температуры охлаждающей воды, однако даже при ее использовании будут возникать определенные колебания температуры охлаждающей воды или давления конденсации, особенно в условиях малой тепловой нагрузки или во время запуска. В установках с градирнями открытого типа или с закрытым контуром, где такие колебания недопустимы (запуск абсорбционного охладителя), для стабилизации температуры необходимо предусмотреть дополнительный байпас.

**Сухая работа (только для изделий с теплообменниками)**

Зимой, когда тепловая нагрузка может быть снижена, а наружная температура намного ниже номинальной, оборудование может работать в сухом режиме, то есть без потока оборотной воды. Это снижает способность изделия точнее подстраиваться под сниженную нагрузку.

Сухая работа испарительной установки задумана как сезонный процесс. Циклическую работу насоса оборотной воды не следует использовать для регулировки производительности. Во время сухой работы и в режиме орошения производительность сильно различается, поэтому такой метод регулировки производительности часто приводит к коротким циклам включения и выключения насоса оборотной воды. Кроме того, попеременное смачивание и высыхание теплообменника способствует образованию известкового налета на его поверхности.

Установки испарительного охлаждения не следует эксплуатировать в сухом режиме при минусовых наружных температурах, если оборотная вода находится в поддоне изделия. Проходящий через установку поток холодного воздуха может заморозить эту воду, даже если для защиты от замерзания были установлены электрические подогреватели или паровые змеевики. Эти обогреватели предназначены для предотвращения замерзания только когда насосы и вентилятор отключены. Кроме того, турбулентный воздух, создаваемый вентиляторами, будет разбрызгивать воду внутри изделия и вызывать обледенение на холодных поверхностях. Если желательна работа в сухом режиме, рекомендуется полностью слить воду из установки.



**Испарительный конденсатор с выходными заслонками вентилятора с плавной регулировкой (изделие с одноконтурным теплообменником)**

1. Выходные заслонки вентилятора с плавной регулировкой;
2. Привод заслонок вентилятора;
3. Клеммная коробка;
4. Датчик;
5. Впуск пара;
6. Выпуск конденсата;
7. Впуск воздуха;
8. Выброс воздуха



## Безопасная работа зимой

### Общие указания

За исключением случаев, когда система отключена и осушена на зимний период, необходимо принять меры по защите системы от замерзания зимой во время работы и простоев. Защита от замерзания во время работы достигается выбором адекватного метода регулировки производительности. При разумных постоянных тепловых нагрузках и температуре охлаждающей воды или конденсации выше 15°C, шаговая регулировка производительности обычно является достаточной. В случае переменных нагрузок, особенно в сочетании с бесплатным охлаждением зимой, рекомендуется плавная регулировка производительности.

Когда установку выключают при минусовых наружных температурах, необходимо защитить воду в поддоне от замерзания. Это можно осуществить установкой электрических нагревателей поддона. Мощность стандартных электрических нагревателей рассчитана на поддержание температуры воды в поддоне +4°C, когда наружная температура падает до -18°C.

Все нагреватели поддона имеют шесть клемм питания и одну клемму заземления. Нагреватели с шестью клеммами могут быть соединены "звездой" в 3-фазной сети 400 вольт, или "треугольником" в 3-фазной сети 230 вольт. Альтернативно все нагреватели можно использовать в однофазной сети 230 вольт, если их клеммы соединены параллельно. Мощность нагревателей необходимо подобрать такой, чтобы они поддерживали температуру воды в поддоне +4°C при соответствующей наружной температуре (например, -18°C). Они устанавливаются вместе с термостатом нагревателя и выключателем низкого уровня воды, который предотвращает включение нагревателей, когда вода из поддона слита.

Альтернативой вспомогательному обогреву всего поддона служит слив воды из него в отдельную емкость, установленную в помещении, защищенном от замерзания. Размер внешнего поддона должна быть достаточной, чтобы вместить воду, слитую из наружных трубопроводов, системы распределения воды из градирни, воды с поверхности наполнителя или теплообменника, поддона градирни, а также воды, необходимой для предотвращения завихрений внутри внешнего поддона.

Кроме поддона, все обнаженные водяные трубопроводы, насосы и линии подпитки, включая механические или электрические клапаны, которые не осушаются после выключения установки, должны быть обмотаны электронагревательной лентой и изолированы.

### Защита градирен с закрытым контуром и теплообменников сухой и адиабатической работы

В тех случаях, когда система это позволяет, наилучшей защитой теплообменника от замерзания является использование раствора антифриза. Когда это невозможно, система должна быть спроектирована так, чтобы обеспечивать следующие условия:

1. Постоянно поддерживать рекомендованный минимальный поток (см. Технические данные изделий ВАС) через теплообменник(и).
2. Поддерживать такую тепловую нагрузку на циркулирующую жидкость, чтобы температура жидкости, выходящей из охладителя, не падала ниже 10°C. (данные о тепловых потерях см. в разделе "Технические данные")

Осушение теплообменника(ов) не рекомендуется в качестве нормального метода защиты от замерзания, кроме тех случаев, когда они изготовлены из нержавеющей стали или очищаемого типа. Для стандартных теплообменников с горячим оцинкованием осушение допустимо в качестве аварийного метода защиты от замерзания. Для этой цели необходимо установить клапан автоматического слива и воздушный клапан для осушения теплообменника(ов) в случае остановки потока или падения температуры жидкости ниже 10°C, когда температура наружного воздуха ниже нуля.

## Парение и его устранение

Капельки воды в потоке выбрасываемого воздуха могут образоваться за счет конденсации влаги из теплого и влажного выбрасываемого воздуха при контакте с более холодным наружным воздухом. Конденсация такого типа создает парение, которое можно часто увидеть зимой над установками испарительного охлаждения. Образующийся при конденсации пар состоит из капелек чистой воды, и поэтому безвреден. Иногда видимое парение считается помехой, и в этих случаях необходимо принять меры к минимизации или устранению парения. В подобных ситуациях обращайтесь в местное представительство ВАС Balticare.

## Электропроводка и органы управления

Подсоединение проводов к электрическим компонентам должно осуществляться через подходящие атмосферостойкие кабельные салники. Неиспользованные клеммы должны быть заглушены атмосферостойкими заглушками.

Если моторы были оснащены термисторами с положительным температурным коэффициентом, их следует включить в цепь управления как средство защиты мотора от перегрева. Также настоятельно рекомендуется использование нагревателей, предотвращающих конденсацию.

## Запуск электромоторов вентиляторов

Электромоторы вентиляторов мощностью до 5,5 кВт по заводской табличке можно нормально запускать напрямую от сети (НОС). При мощности выше указанной мотор следует запускать, используя пусковой переключатель со "звезды" на "треугольник", а не НОС. НОС-запуск требует большого стартового тока и сообщает приводам вентиляторов большой пусковой крутящий момент. В соответствии с требованиями проекта, в качестве альтернативы запуску через пусковой переключатель со "звезды" на "треугольник" можно использовать электронный стартер или частотно-регулируемый привод. Во всех случаях в цепь управления следует встроить средства защиты мотора от перегрева.

## Шум

Данные от шумности ВАС предоставляет в виде данных об уровнях звукового давления в 5 направлениях, измеренные на расстоянии 1,5 и 15 м от оборудования, а также общие уровни звуковой мощности. Они имеются для оборудования с шумоглушителями или без них, и должны служить базой для любой акустической спецификации и гарантией при монтаже вне помещений. При монтаже в помещениях предпочтительнее указывать уровни парциальной акустической мощности для зон впуска и выброса воздуха. Для получения данных об уровнях звукового давления, относящихся к установкам в помещениях, обращайтесь в представительство ВАС Balticare.

## Обслуживание

Регулярное техническое обслуживание в соответствии с подходящим "Руководством по эксплуатации и обслуживанию" ВАС и местными нормами и правилами чрезвычайно важно для эффективной и безопасной работы градирни, испарительного охладителя или конденсатора. Необходимо организовать, выполнять и документировать программу регулярного технического обслуживания и осмотров. Для должного выполнения техобслуживания и осмотров, и в зависимости от условий на месте установки, может оказаться необходимой установка лестниц, защитных ограждений, лестничных маршей, платформ доступа с перилами и планками ограждения для безопасности и удобства авторизованного сервисного и обслуживающего персонала.

## Меры безопасности

По вопросам безопасной эксплуатации незащищенного оборудования, подвергающегося воздействию ветра со скоростью выше 120 км/ч и установленного выше 30 м от земли, обращайтесь в местное представительство ВАС Balticare.

По вопросам безопасной эксплуатации оборудования, установленного в районах с умеренной и высокой сейсмической опасностью, обращайтесь в местное представительство ВАС Balticare.

# Словарь терминов

**Кондиционирование воздуха:** управление температурой, влажностью, чистотой (качеством) и перемещением воздуха в замкнутом пространстве.

**Воздушный поток:** распределение или перемещение воздуха через пространство, обычно измеряется литрами в минуту (л/мин).

**Устройство перемещения воздуха:** центральный компонент системы ОВКВ, который распределяет кондиционированный воздух в различные места.

**Водоросли:** небольшие, обычно водные растения, которым для роста требуется свет.

**Внешняя среда:** окружающая атмосфера.

**Температура внешнего воздуха:** температура окружающего воздуха, например, температура наружного воздуха вокруг здания.

**Подход:** разность между температурой выходящей воды и температурой наружного воздуха по мокрому термометру.

**ARI:** Air-Conditioning and Refrigeration Institute (Институт кондиционирования воздуха и охлаждения).

**ASHRAE:** American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (Американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха).

**Биоцид:** химическое вещество, способное убивать микроорганизмы.

**Биологические загрязнители:** живые организмы или агенты, происходящие от этих организмов (например, вирусы, бактерии, грибки, антигены млекопитающих и птиц), которые могут попасть в организм человека воздушно-капельным путем и вызвать различные виды воздействия на здоровье, включая аллергические реакции, нарушение дыхательных функций, аллергические и инфекционные заболевания. Также называются "микробиологические" или "микробные".

**Слив:** вода, специально удаляемая из оборудования испарительного охлаждения для контроля концентрации растворенных твердых веществ в системе.

**Байпасное соединение:** соединение, устанавливаемое на входе в бассейн холодной воды градирни, позволяющее обходить секцию теплопередачи, когда насосы в системе работают, но испарительное охлаждение не требуется.

**Производительность:** отдача или продуктивность единицы оборудования. Производительность испарительного охлаждения измеряется в кВт.

**Вынос:** чрезмерный капельный унос.

**Корпус:** наружные панели установки испарительного охлаждения.

**Камера:** наименьшая часть установки, способная работать независимо; несколько камер часто используются совместно, образуя "установку" с большей производительностью.

**Цельсий (С):** температурная шкала, основанная на точках замерзания (0 градусов) и кипения (100 градусов) воды. Также известна под названием стоградусной шкалы. *Пересчет в градусы Фаренгейта:  $eF = 1.8(eC) + 32$*

**Заправка:** количество хладагента, заправляемое в холодильное устройство.

**Охладитель:** устройство, выдающее охлажденную воду для нужд ОВКВ и промышленных применений.

**Циркулирующая вода:** см. "Оборотная вода".

**Когенерация:** одновременное производство в одном устройстве двух или более форм полезной энергии из одного источника топлива, например, тепловой энергии и электрической или механической мощности.

**Теплообменник:** трубка, часто снабженная ребрами, по которой для нагрева или охлаждения пропускается газ или жидкость, обменивающийся тепловой энергией с окружающим воздухом или водой.

**Бассейн холодной воды:** накопительный поддон, куда стекает холодная вода, прошедшая через установку испарительного охлаждения.

**Комбинированный поток:** использование для теплопереноса в градирне с закрытым контуром или испарительном конденсаторе одновременно и теплообменника, и увлажняющей поверхности. Конструкции с комбинированным потоком снижают испарение в секции теплообменника.

**Комфортное охлаждение:** процесс обработки воздуха для приведения его температуры в соответствие с комфортными требованиями людей, находящихся в кондиционируемом помещении.

**Коммерческий:** коммерческий сектор обычно определяется как непромышленный бизнес; эта классификация включает отели, рестораны, офисные здания, магазины, образовательные учреждения, и т.п.



**Ввод в эксплуатацию:** сдача здания в эксплуатацию, включающая проверку и регулировку ОВКВ, электрических, канализационных и других систем для обеспечения их должного функционирования и соответствия проектным критериям. Ввод в эксплуатацию также включает инструктаж эксплуатационного персонала по использованию систем здания.

**Компрессор:** насос холодильного механизма, который всасывает газ низкого давления на охлаждающей стороне холодильного цикла и подает сжатый газ в контур высокого давления холодильного цикла. Компрессор поддерживает адекватное давление, обеспечивая поток достаточного количества жидкого хладагента для удовлетворения холодильных потребностей системы.

**Теплопроводность:** передача тепла через твердое вещество. Передача тепловой энергии через вещество (твердое, жидкое или газообразное) за счет движения соседних атомов и молекул без сильного смещения частиц.

**Контактор:** переключатель, используемый для замыкания или размыкания электрической цепи.

**Конвекция:** перемещение тепла потоком воздуха.

**Градирня:** любое устройство, в котором атмосферный воздух и вода совместно распределяются по поверхности теплопередачи для понижения температуры воды посредством испарительного охлаждения.

**Ингибиторы коррозии:** химические вещества, предназначенные для предотвращения или замедления водной коррозии металлов.

**Противоток:** поток воздуха, движущийся противоположно потоку воды.

**Поперечный поток:** поток воздуха под прямым углом к направлению потока воды.

**CTI:** The Cooling Technology Institute (Институт холодильных технологий) - организация, объединяющая владельцев и операторов оборудования испарительного охлаждения, производителей оборудования и поставщиков комплектующих и специалистов по обработке воды, которая пропагандирует и содействует применению для общественного блага дружественных к окружающей среде систем испарительной теплопередачи посредством образования, исследований, разработки стандартов, отношений с правительствами и обмена технической информацией.

**Ток:** поток электронов в проводнике электричества. Сила тока измеряется в амперах.

**Заслонка:** подвижные пластины, которые можно открывать или закрывать для регулировки потока воздуха через пространство.

**Децибел (дБ):** децибел обозначает относительную громкость звука. Это безразмерная единица измерения, используемая для контроля шума. Выражает по логарифмической шкале уровень звука относительно порогового уровня (0,0002 микробара).

**Цикл размораживания:** процесс удаления льда или инея, образовавшегося в оборудовании в течение зимы.

**Дельта (или дельта T, или ДТ):** разность температур. Часто используется в контексте разности температур воды на входе и выходе градирни или градирни с закрытым контуром.

**Потребность (коммуальная):** расход, с каким электричество или природный газ поставляется в систему или системой, частью системы или единицей оборудования в данный момент или в среднем за определенный период. Потребность в электричестве обычно выражается в киловаттах.

**Счета за потребление:** потребность в электричестве, за которую платит крупный потребитель. Может основываться на максимальном потреблении клиента в течение контрактного года, на предыдущем максимуме или на согласованном минимуме. Измеряется в киловаттах.

**Пиковый тариф:** сумма, которую платит крупный потребитель электричества за потребление на пиковом уровне.

**Расчетные условия:** набор условий, характерный для местного климата и ожидаемого использования здания, применяемый для расчета тепловой нагрузки в здании.

**Точка росы:** температура, при которой водяной пар в воздухе становится насыщенным и начинает конденсироваться, образуя росу.

**Капельный унос:** водная аэрозоль, выносимая из установки испарительного охлаждения потоком выбрасываемого воздуха.

**Каплеуловитель:** компонент большинства установок испарительного охлаждения, предназначенный для удаления капелле воды из проходящего сквозь него воздуха.

**Температура по сухому термометру (СТ):** температура, измеренная стандартным термометром. Мера физической температуры воздуха.

**Эффективность:** соотношение показателей на выходе к показателям на входе для любой системы.

**Электрический резистивный нагреватель:** устройство, выделяющее тепло за счет электрического сопротивления.

**Энергия:** в широком смысле, энергия есть способность выполнять работу. В электроэнергетике энергия определяется более узко как количество электричества, поставленного в течение времени, и обычно выражается в киловаттах.

**Система регулирования энергии:** система управления, предназначенная для регулирования потребления энергии в здании за счет управления работой систем, потребляющих энергию, таких как отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (ОВКВ), освещение и системы нагрева воды.







**Температура воды на входе:** температура жидкости, возвращающейся в оборудование испарительного охлаждения из источника тепла системы.

**Энтальпия:** термодинамическая функция системы, эквивалент суммы внутренней энергии системы, плюс произведение ее объема на давление, осуществляемое на нее окружающей средой.

**Выравнивающее соединение:** соединение в бассейне холодной воды, позволяющее трубопроводу (называемому "выравнивающей линией") соединять бассейны двух установок, выравнивающая линия служит для корректировки разницы уровней воды, которая может возникнуть во время работы.

**Испарительное охлаждение:** охлаждение, осуществляющееся за счет обмена скрытого тепла в форме испарения.

**Внешний сливаемый объем:** объем воды, содержащейся в любых внешних трубопроводах и теплообменниках, который сливается обратно в установку при выключении насоса, и равный общему сливаемому объему за вычетом воды, оставшейся в установке и ее системе распределения.

**Внешнее статическое давление:** давление, налагаемое на холодильное оборудование внешними источниками, такими как воздуховоды и шумоглушители.

**Фаренгейт (F):** температурная шкала, в которой точка кипения воды равна 212 градусам, а точка ее замерзания равна 32 градусам при нормальном атмосферном давлении. *Пересчет в градусы Цельсия:  $^{\circ}C = (^{\circ}F - 32)/1,8$*

**Вентилятор, осевой:** устройство для перемещения воздуха, состоящее из лопастей, ориентированных вокруг центральной оси, обычно в аэродинамическом кожухе; как правило, осевые вентиляторы перемещают большие объемы воздуха при меньших давлениях по сравнению с центробежными вентиляторами такой же мощности.

**Вентилятор, центробежный:** устройство для перемещения воздуха, состоящее из лопастей, ориентированных параллельно центральной оси и ограниченных ободом и ступицей; как правило, осевые вентиляторы перемещают меньшие объемы воздуха, но при большем давлении по сравнению с осевыми вентиляторами такой же мощности.

**Вентиляторный доводчик:** оконечное устройство, доставляющее кондиционированный воздух непосредственно в жилое помещение.

**Крыша отсека вентилятора:** обработанная поверхность, прилегающая к горизонтально смонтированному осевому вентилятору, иногда используется как рабочая поверхность для проведения техобслуживания после обеспечения мер безопасности (поручни, лестница и т.п.).

**Полиэфир, армированный стекловолокном (ПАС):** не подверженный коррозии композитный материал, состоящий из полиэфирной смолы (связующее), армирующего стекловолокна и других добавок.

**Наполнитель:** См. "Увлажняющая поверхность".

**Фильтрация:** процесс отделения твердых частиц от жидкости с помощью фильтрующего материала, сквозь который проходит только жидкость.

**Водоводная коробка:** короткий канал, который соединяет две градирни и позволяет воде перетекать из бассейна холодной воды одной из них в бассейн другой; служит для корректировки разницы уровней воды, которая может возникнуть во время работы, и как правило имеет большую пропускную способность, чем выравнивающая линия.

**Напорная тяга:** относится к расположению вентилятора(ов) в оборудовании испарительного охлаждения. В оборудовании с напорной тягой вентиляторы расположены на впуске воздуха, чтобы "проталкивать" его через установку.

**Засорение:** налет органики или других отложений на поверхностях теплопередачи, вызывающий снижение эффективности.

**Частота:** количество колебаний переменного тока в секунду. Стандартная частота в электросетях Европы 50 колебаний в секунду (50 Гц).

**Ток полной нагрузки (ТПН):** ток, потребляемый электромотором при полной нагрузке.

**Теплообменник:** устройство для передачи тепловой энергии от источника в теплоотводную среду.

**Тепловой насос:** устройство, способное как обогревать, так и охлаждать помещение, в зависимости от потребностей пользователя. Тепловые насосы обычно управляются индивидуально, поэтому тепловой насос в одной комнате может ее обогревать, а тепловой насос в соседней комнате может работать на охлаждение.

**Теплопередача:** перемещение тепла из одного места в другое.

**Герц (Гц):** единица частоты колебаний электромагнитных волн, равная одному колебанию в секунду.

**Бассейн горячей воды:** сборочный лоток, куда поступает горячая вода в установке испарительного охлаждения с системой самотечного распределения.

**Влажность:** количество влаги в воздухе.

**ОВКВ:** отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

**Вытяжная тяга:** относится к расположению вентилятора(ов) в оборудовании испарительного охлаждения. В оборудовании с вытяжной тягой вентиляторы расположены на выпуске воздуха, чтобы "вытягивать" его через установку.

**Промышленный:** промышленный сектор обычно определяется как производство, строительство, горное дело, сельское хозяйство, рыболовство и лесозаготовки.

**Интерференция:** попадание теплого воздуха, выбрасываемого из одной установки испарительного охлаждения, в воздухозаборник соседней установки. Чтобы избежать интерференции, необходимо тщательно соблюдать указания по планировке, разработанные изготовителем оборудования.

**Инвертор:** См. "Частотно-регулируемый привод".

**ISO 9001:2000:** всеобъемлющий и международно признанный стандарт, описывающий все аспекты управления качеством разработки, конструирования и производства продукции.

(л/с): единица измерения нормы расхода жидкости (литров в секунду).

**Скрытая теплота:** теплота, вызывающая изменение фазового состояния, но не вызывающая изменение температуры. Например, это теплота, вызывающая переход жидкости в пар, но не меняющая ее температуру.

**Температура воды на выходе:** температура жидкости, выходящей из оборудования испарительного охлаждения для возврата к источнику тепла в системе.

**Легионелла:** род бактерий; большинство видов этого рода способны вызывать заболевания у людей. БЛ, "болезнь легионеров" - это напоминающее пневмонию заболевание, вызываемое одним из родов *Legionella*.

**Затраты за срок службы:** затраты, необходимые для приобретения, эксплуатации и обслуживания единицы оборудования на протяжении срока его службы.

**Нагрузка:** потребность в услуге или производительности, обеспечиваемой машиной или системой, то есть объем отвода тепла, требуемый от оборудования испарительного охлаждения.

**Жалюзи:** наклонные пластины, позволяющие пропускать воздух, но предотвращающие выброс капелек воды.

**м<sup>3</sup>/с (кубометр в секунду):** стандартная единица измерения воздушного потока, показывающая, сколько кубометров воздуха проходит через стационарную точку в секунду.

**Подпиточная вода:** вода, добавляемая к оборотной воде для компенсации потерь на испарение и слив.

**NEMA:** National Electrical Manufacturing Association (Национальная ассоциация электротехнической промышленности).

**Форсунка:** устройство, используемое для регулировки и направления потока жидкости.

**Миллионная часть (ppm, промилле):** единица, означающая сравнение массы к массе, объема к объему, массы к объему, и т.п., обычно используется для выражения концентрации растворенных твердых веществ в оборотной воде оборудования испарительного охлаждения.

**Пленум (вентиляционная камера):** открытая зона в установке испарительного охлаждения с поперечным потоком, через которую протягивается воздух перед выбросом в атмосферу.

**Парение:** насыщенный выбрасываемый воздух, образующий видимое облако над оборудованием испарительного охлаждения при определенных условиях температуры и влажности.

**Поливинилхлорид (ПВХ):** полимер винилхлорида, часто используемый для изготовления поверхности теплопередачи (в виде пленки) и трубопроводов в оборудовании испарительного охлаждения заводской сборки.

**Мощность:** норма передачи энергии. Электричество, используемое как энергия, также называется мощностью.

**Профилактическое обслуживание:** регулярное техническое обслуживание, проводимое для снижения вероятности внезапного или неожиданного отказа оборудования.

**Сливаемый объем:** вода, которая собирается в бассейне холодной воды установки, когда насосы системы выключены.

**Насос, оросительный:** устройство перемещения воды в градирне с закрытым контуром или испарительном конденсаторе для подачи оросительной воды из бассейна в систему распределения воды для смачивания поверхности теплопередачи.

**Насос, системный:** устройство перемещения охлаждаемой жидкости (воды в градирне; воды, раствора гликоля или другой жидкости в градирне с закрытым контуром) в градирню и далее обратно в систему по замкнутому контуру.

**Диапазон:** разность температур воды на входе и выходе установки испарительного охлаждения. См. также "Дельта".

**Оборотная вода:** вода, циркулирующая по поверхности теплообменника или наполнителя в установке испарительного охлаждения.

**Рециркуляция:** ситуация, возникающая, когда теплый выбрасываемый воздух снова попадает в воздухозаборники установки испарительного охлаждения. Чтобы избежать рециркуляции, необходимо тщательно соблюдать указания по планировке, разработанные изготовителем оборудования.





**Утилизация:** переработка или возврат отработанного хладагента производителю или переработчику для уничтожения или повторного использования.

**Хладагент:** вещество, способное конденсироваться из пара в жидкость, и в процессе конденсации понижать температуру.

**Заправка хладагента:** количество хладагента в системе.

**Модификация:** широкий термин, применимый к любому изменению после первоначальной покупки, например, добавлению оборудования или принадлежностей к существующей установке.

**Температура насыщения:** также называется точкой кипения или температурой конденсации. Это температура, при которой хладагент переходит из жидкого состояния в парообразное, или наоборот.

**Известковый налет (накипь):** накопление твердых веществ из содержащихся в воде минералов, чаще всего называемых осадками жесткости, то есть кальция и магния.

**Ингибитор известкового налета:** вещество, добавляемое в воду для предотвращения образования известкового налета.

**Сухое (физическое) тепло:** теплота, вызывающая изменение температуры, но не вызывающая изменение фазового состояния.

**Сепаратор:** устройство, использующее центробежные силы для отделения твердых частиц из суспензии; используется для удаления осадков из систем испарительного охлаждения.

**Контрольная точка:** температура, на которую установлен термостат для поддержания желаемой температуры в обогреваемом пространстве.

**Шумоглушитель:** компонент, установленный на впуске или выбросе воздуха из установки испарительного охлаждения для снижения шума.

**Удельная теплоемкость:** количество теплоты (в кДж), необходимое, чтобы повысить температуру одного килограмма вещества на один градус Цельсия.

**Сетчатый фильтр:** фильтра, применяемый для удаления из жидкости крупных взвешенных частиц.

**Недогретая жидкость:** жидкий хладагент, охлажденный ниже температуры насыщения.

**Всасывающее соединение:** выпускное соединение, через которое выходящая вода закачивается обратно в охладитель.

**Поддон:** бассейн холодной воды установки испарительного охлаждения.

**Перегретый пар:** пар хладагента, нагретый выше температуры насыщения.

**Термоаккумуляция (энергии):** технология, снижающая количество электричества, необходимое для комфортного кондиционирования в периоды пиковых коммунальных нагрузок. Система термоаккумулятора здания может, например, использовать энергию по дешевому ночному тарифу для накопления льда по ночам, а затем использовать лед для охлаждения в течение дня.

**Термостат:** устройство регулировки температуры, состоящее из нескольких датчиков и реле, которое отслеживает и контролирует функции системы обогрева и охлаждения.

**Общий объем слива:** сумма объема воды, содержащейся в установке и ее системе распределения во время работы, и объема воды в любых внешних трубопроводах и теплообменниках, который сливается обратно в установку при выключении насоса.

**Клапан:** любое устройство, используемое для регулировки потока жидкости по трубопроводу.

**Частотно-регулируемый привод (ЧРП):** электронное устройство, управляющее скоростью вращения электромотора за счет управления частотой напряжения, подаваемого на этот мотор. Также известен под названием инвертор.

**Температура по мокрому термометру:** температура, при которой вода, испаряясь в воздух, может достигнуть точки насыщения при той же температуре.

**Увлажняющая поверхность:** Поверхность теплопередачи, на которой взаимодействуют воздух и вода; также называется наполнитель.

© Baltimore Aircoil International nv, 2009

Все права сохранены за Baltimore Aircoil International nv.

Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена, сохранена или переслана в любой форме или любыми средствами, будь то графическими, электронными или механическими, включая фотокопирование, запись или любые иные системы хранения информации, без предварительного письменного разрешения Baltimore Aircoil International nv.

Данное издание "ЕС - Справочник по изделиям и их применению" был издан в Бельгии фирмой  
Baltimore Aircoil International nv  
Industriepark, Zone A, B-2220 Heist-op-den-Berg

Baltimore Aircoil International nv использовала все разумные усилия для обеспечения того, чтобы данные и информация, содержащиеся в данной книге, были как можно более точными и современными на момент публикации. Однако не утверждается, что они абсолютно точные или полные. Могут иногда случаться ошибки и пропуски. Baltimore Aircoil International nv не принимает на себя ответственность, и явно отрицает любые обязательства перед любой из сторон за любые потери или ущербы, финансовые или иные, вызванные ошибками или пропусками в данном издании "ЕС - Справочник по изделиям и их применению", независимо от того, возникли ли они по невнимательности или по любой иной причине.





*...because temperature matters*

**Baltimore Aircoil International nv**, Industriepark, 2220 Heist-op-den-Berg, Belgium  
info@BaltimoreAircoil.be - [www.BaltimoreAircoil.com](http://www.BaltimoreAircoil.com)