

Справочное пособие

Оттайка воздухоохладителей горячим газом в коммерческих и полупромышленных холодильных системах



Оттайка воздухоохлаждающих горячим газом в коммерческих и полупромышленных холодильных системах

Во время работы холодильной установки на поверхности средне- и низкотемпературных воздухоохлаждающих образуются слои инея, толщина которого увеличивается с течением времени. Это приводит к падению производительности испарителя и блокированию циркуляции воздуха. Для удаления снеговой шубы воздухоохлаждающие необходимо периодически оттаивать.

Существует четыре основных способа оттайки.

Естественная оттайка

Это самый простой и дешевый способ, но он применим только для камер с температурой воздуха от +6 °C и выше. Естественная оттайка — самая продолжительная по времени, что приводит к большому простоем оборудования и оттаиванию продукции. Вентиляторы в момент оттайки продолжают работать.

Электрическая оттайка

Оттайка при помощи трубчатых электронагревателей (ТЭНов), расположенных внутри испарителя. При запуске оттайки отключаются вентиляторы воздухоохлаждающего, прекращается подача хладагента, после чего подается сигнал на включение ТЭНов. Оттайка прекращается по сигналу от таймера и/или при срабатывании термостата окончания оттайки после удаления слоя инея с поверхности теплообмена.

Реализация данного способа оттайки не представляет трудностей и не требует больших капиталовложений, но характеризуется существенно более высокими эксплуатационными затратами на электроэнергию по сравнению с другими решениями.

Оттайка теплоносителем

Гликоль, нагретый при помощи системы рекуперации тепла или от внешнего источника, подается в оттаиваемые трубки воздухоохлаждающего. В этом случае не требуется дополнительная электроэнергия на нагрев ТЭНов, но необходим внешний источник тепла. Стоимость воздухоохлаждающего существенно увеличивается, но стоимость подключения системы холодоснабжения к электросетям снижается, так как при гликолевой оттайке электроэнергию потребляют только насосы, перекачивающие гликоль.

Проведение оттайки теплым гликолем возможно при любом количестве воздухоохлаждающих. За дополнительной информацией по данному способу оттайки можно обратиться в [отдел тепловой автоматики компании «Дanfoss»](#).

Оттайка горячим газом

При этом способе оттайки часть горячего газа с линии нагнетания вместо конденсатора подается в испаритель. В этом случае не требуется дополнительная электроэнергия, как при оттайке ТЭНами, или другие внешние источники тепла.

При оттайке горячим газом воздухоохлаждающий прогревается равномерно, поэтому она проходит быстрее по сравнению с электрической, где нагрев происходит только в местах заложения ТЭНов и значительная часть потребляемой энергии расходуется на нагрев окружающего воздуха, а не трубок и ребер теплообменного аппарата.

Сокращение времени оттайки приводит к увеличению продолжительности работы холодильной установки в режиме охлаждения и лучшей сохранности продукции. Помимо этого, при оттайке горячим газом снижается стоимость воздухоохлаждающего (т. к. нет ТЭНов), так и стоимость подключения системы холодоснабжения к электросетям. Также преимуществом впрыска горячего газа в испаритель является удаление масла и возврат его в компрессор.

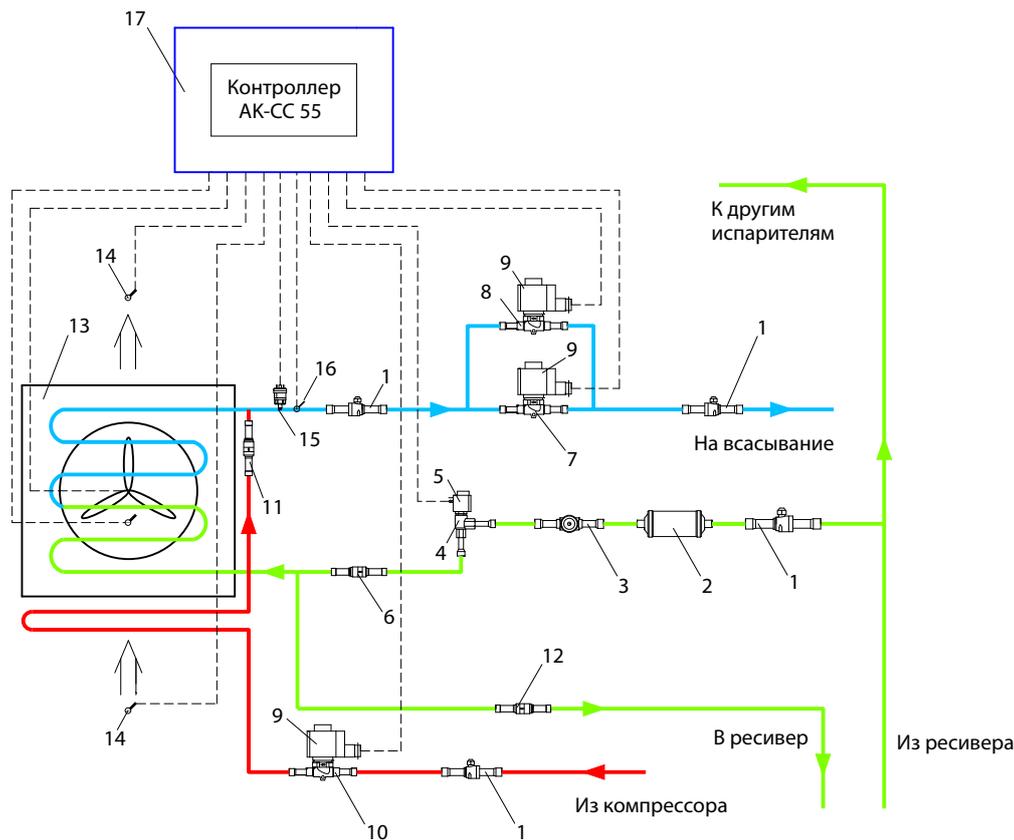
Для обеспечения достаточного расхода горячего газа данный способ следует использовать только для систем охлаждения с тремя и более испарителями.

Подробнее об оттайке горячим газом

Ниже показаны принципиальные схемы оттайки воздухоохлаждателя горячим газом. Они подходят для применения в коммерческих и полупромышленных холодильных системах. Для оттайки испарителей в промышленных системах холодоснабжения необходимо использовать принципиальные схемы из [«Руководства по проектированию промышленных холодильных систем»](#) компании Danfoss.

На схеме ниже в обвязке испарителя применены два электромагнитных клапана на линии всасывания.

Схема 1. Обвязка воздухоохлаждателя малой и средней мощности с электронным РВ при оттайке горячим газом



Спецификация	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Кран шаровой GBC	Фильтр-осушитель DML/DCL	Стекло смотровое SG	Электромагнитный расширительный клапан импульсного типа AKV/AKV P	Катушка электромагнитная Danfoss	Клапан обратный NRV	Клапан электромагнитный EVR	Клапан электромагнитный EVR	Катушка электромагнитная Danfoss	Клапан электромагнитный EVR	Клапан обратный NRV	Клапан обратный NRV	Воздухоохладитель	Датчик температуры EKS/AKS	Преобразователь давления AKS 32R/DST P110	Датчик температуры накладной AKS11	Контроллер AK-CC 55 Single coil

Этапы оттайки при схеме с двумя электромагнитными клапанами на линии всасывания

	Охлаждение	Вакуумирование	Закрытие клапана на всасывании	Оттайка	Выравнивание давления в испарителе D17 в АК-CC 55 Single Coil	Открытие клапана всасывания D06 в АК-CC 55 Single Coil	Задержка вентилятора D07 в АК-CC 55 Single Coil	Охлаждение
Линия жидкости (AKV/EVR)	■		■				■	
Линия подачи ГГ (EVR/ICSH или EVR+EVR)			■	■				
Линия всасывания (основной EVR)	■		■			■	■	
Линия всасывания (байпасный EVR)	■		■		■	■		
Вентилятор	■		■					■
Время (Danfoss), мин	–	2–5	0	15–45	2–5	2–5	1–4	–

Примечание. Временные интервалы зависят от размера ВОПа и режима его работы.

1. Охлаждение

Электромагнитный расширительный клапан импульсного типа AKV/AKV P (4) на линии подачи жидкого хладагента открыт, основной (7) электромагнитный клапан EVR на линии всасывания открыт, байпасный (8) электромагнитный клапаны EVR на линии всасывания закрыты. Электромагнитный клапан EVR (10) на линии подачи горячего газа закрыт. Вентилятор воздухоохладителя включен.

2. Откачка

Режим откачки при оттайке горячим газом позволяет избежать гидроудара из-за наличия жидкого хладагента во внутреннем объеме воздухоохладителя. При этом оставшаяся в испарителе парожидкостная смесь полезно используется в целях охлаждения.

В режиме откачки прекращается подача жидкого хладагента в испаритель, а компрессор продолжает откачивать пары хладагента из воздухоохладителя до полного выкипания жидкости при включенном вентиляторе. Электромагнитный расширительный клапан AKV/AKV P (4) на жидкостной линии закрыт. Основной электромагнитный клапан EVR (7) на линии всасывании открыт, байпасный EVR (8) — закрыт. Электромагнитный клапан EVR (10) на линии подачи горячего газа закрыт. Вентилятор воздухоохладителя включен.

3. Оттайка

Электромагнитные клапаны EVR (7 и 8) на линии всасывания закрыты. Вентилятор воздухоохладителя отключается. Электромагнитный расширительный клапан AKV/AKV P (4) на линии подачи жидкого хладагента закрыт. Открывается электромагнитный клапан EVR (10) на линии подачи горячего газа, куда поступает газ с нагнетания компрессора. Далее горячий газ поступает в воздухоохладитель.

По мере прохождения по трубкам воздухоохладителя горячий газ охлаждается и конденсируется. Сконденсировавшаяся жидкость (парожидкостная смесь) поступает в ресивер через обратный клапан NRV (12) на дренажной линии. Он необходим, чтобы предотвратить прямое поступление хладагента из ресивера в воздухоохладитель.

Если поддон воздухоохлаждающего тоже оттаивается горячим газом, то необходимо предусмотреть установку обратного клапана NRV (11) на выходе трубопровода оттайки из поддона. В режиме охлаждения обратный клапан предотвращает попадание хладагента в этот трубопровод и исключает риск его обледенения и блокирования слива талой воды.

4. Задержка откачки

Электромагнитный расширительный клапан AKV/AKV P (4) на линии подачи жидкости и основной электромагнитный клапан EVR (7) на линии всасывания закрыты. Электромагнитный клапан EVR (10) на линии горячего газа закрыт. Вентилятор воздухоохлаждающего выключен. Открывается байпасный электромагнитный клапан EVR (8) на линии всасывания, что предотвращает возможность гидроудара при последующем открытии основного электромагнитного клапана на линии всасывания.

5. Задержка дренажа

Электромагнитный расширительный клапан AKV/AKV P (4) на линии подачи жидкости по-прежнему закрыт, задержка в его открытии необходима для слива конденсата, образовавшегося в процессе оттайки, с поверхности воздухоохлаждающего. Вентилятор воздухоохлаждающего выключен. Электромагнитный клапан EVR (10) на линии горячего газа закрыт. Основной электромагнитный клапан EVR (7) на линии всасывания открывается.

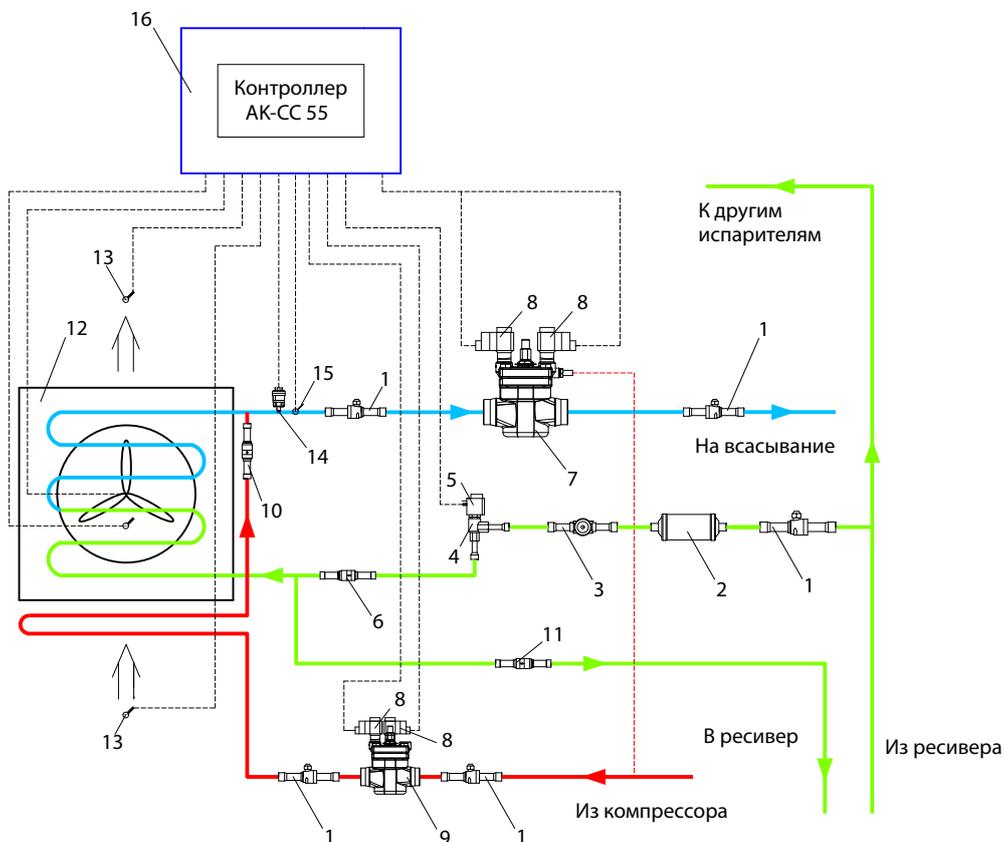
6. Задержка запуска вентилятора воздухоохлаждающего

Электромагнитный расширительный клапан AKV/AKV P (4) на линии подачи жидкости открывается. Парожидкостная смесь направляется в воздухоохлаждающий и начинается процесс кипения хладагента. Электромагнитный клапан EVR (10) на линии горячего газа закрыт. Основной и байпасный электромагнитные клапаны EVR (7 и 8) на линии всасывания открыты. Вентилятор испарителя по-прежнему выключен.

Задержка включения вентилятора связана с тем, что на момент окончания оттайки трубки и ребра воздухоохлаждающего имеют высокую температуру и преждевременный запуск вентилятора может привести к повышению температуры воздуха в камере и уносу капель с ламелей на продукт.

Схема оттайки горячим газом с применением двухступенчатых электромагнитных клапанов выглядит следующим образом:

Схема 2. Обвязка воздухоохлаждителя высокой мощности с электронным РВ при оттайке горячим газом



Спецификация	
1	Кран шаровой GBC
2	Фильтр-осушитель DML/DCL
3	Стекло смотровое SG
4	Электромагнитный расширительный клапан импульсного типа АКВ/АКВ Р
5	Катушка электромагнитная Danfoss
6	Клапан обратный NRV
7	Клапан электромагнитный двухступенчатый ICLX
8	Катушка электромагнитная Danfoss
9	Клапан электромагнитный двухступенчатый ICSH
10	Клапан обратный NRV
11	Клапан обратный NRV
12	Воздухоохладитель
13	Датчик температуры EKS/АКС
14	Преобразователь давления АКС 32R/DST P110
15	Датчик температуры накладной АКС11
16	Контроллер АК-СС 55 Single coil

Этапы оттайки при схеме с двухступенчатыми электромагнитными клапанами

	Охлаждение	Вакуумирование	Закрытие клапана на всасывании D23 в АК-СС 55 Single Coil	Оттайка	Выравнивание давления в испарителе D17 в АК-СС 55 Single Coil	Открытие клапана всасывания D06 в АК-СС 55 Single Coil	Задержка вентилятора D07 в АК-СС 55 Single Coil	Охлаждение
Линия жидкости (AKV/EVR)	■						■	■
Линия подачи ГГ (EVR/ICSH или EVR+EVR)			▨	■				
Линия всасывания (ICLX)	■					■		
Вентилятор	■							■
Время (Danfoss), мин	–	2–5	2–3	15–45	2–5	10*	1–4	–

Примечание. Временные интервалы зависят от размера ВОПа и режима его работы.

1. Охлаждение

Электромагнитный расширительный клапан импульсного типа АКV/AKV P (4) на линии подачи жидкого хладагента открыт, двухступенчатый электромагнитный клапан ICLX (7) на линии всасывания открыт. Двухступенчатый электромагнитный клапан ICSH (9) на линии подачи горячего газа закрыт. Вентилятор воздухоохлаждателя включен.

2. Откачка

Режим откачки при оттайке горячим газом позволяет избежать гидроудара из-за наличия жидкого хладагента во внутреннем объеме воздухоохлаждателя. При этом оставшаяся в испарителе парожидкостная смесь полезно используется в целях охлаждения.

В режиме откачки прекращается подача жидкого хладагента в испаритель, а компрессор продолжает откачивать пары хладагента из воздухоохлаждателя до полного выкипания жидкости при включенном вентиляторе. Электромагнитный расширительный клапан АКV/AKV P (4) на жидкостной линии закрыт. Двухступенчатый электромагнитный клапан ICLX (7) на линии всасывании открыт. Двухступенчатый электромагнитный клапан ICSH (9) на линии подачи горячего газа закрыт. Вентилятор воздухоохлаждателя включен.

3. Оттайка

Двухступенчатый электромагнитный клапан ICLX (7) на линии всасывания закрыт. Вентилятор воздухоохлаждателя отключается. Электромагнитный расширительный клапан АКV/AKV P (4) на линии подачи жидкого хладагента закрыт. Открывается двухступенчатый электромагнитный клапан ICSH (9) на линии подачи горячего газа. В начальный момент времени он открывается на 20 %, а через определенный заданный интервал происходит его 100 % открытие. Задержка в открытии клапана необходима, чтобы избежать гидроудара при подаче горячего газа в воздухоохлаждатель.

По мере прохождения по трубкам воздухоохлаждателя горячий газ охлаждается и конденсируется. Сконденсировавшаяся жидкость (парожидкостная смесь) поступает в ресивер через обратный клапан NRV (11) на дренажной линии. Он необходим, чтобы предотвратить прямое поступление хладагента из ресивера в воздухоохлаждатель.

Если поддон воздухоохлаждателя тоже оттаивается горячим газом, то необходимо предусмотреть установку обратного клапана NRV (10) на выходе трубопровода оттайки из поддона. В режиме охлаждения обратный клапан предотвращает попадание хладагента в этот трубопровод и исключает риск его обледенения и блокирования слива талой воды.

4 и 5. Задержка откачки и задержка дренажа

Электромагнитный расширительный клапан AKV/AKV P (4) на линии подачи жидкости и двухступенчатый электромагнитный клапан ICLX (7) на линии всасывания закрыты. Двухступенчатый электромагнитный клапан ICSH (9) на линии горячего газа закрыт. Вентилятор воздухоохладителя выключен. Начинает открываться двухступенчатый электромагнитный клапан ICLX (7) на линии всасывания. В начальный момент времени он открывается на 10 %, далее при достижении определенного перепада давления на клапане происходит его 100 % открытие. Это предотвращает возможность гидроудара.

6. Задержка запуска вентилятора воздухоохладителя

Электромагнитный расширительный клапан AKV/AKV P (4) на линии подачи жидкости открывается. Парожидкостная смесь направляется в воздухоохладитель и начинается процесс кипения хладагента. Двухступенчатый электромагнитный клапан ICSH (9) на линии горячего газа закрыт. Двухступенчатый электромагнитный клапан ICLX (7) на линии всасывания открыт. Вентилятор испарителя по-прежнему выключен.

Задержка включения вентилятора связана с тем, что на момент окончания оттайки трубки и ребра воздухоохладителя имеют высокую температуру и преждевременный запуск вентилятора может привести к повышению температуры воздуха в камере и уносу капель с ламелей на продукт.

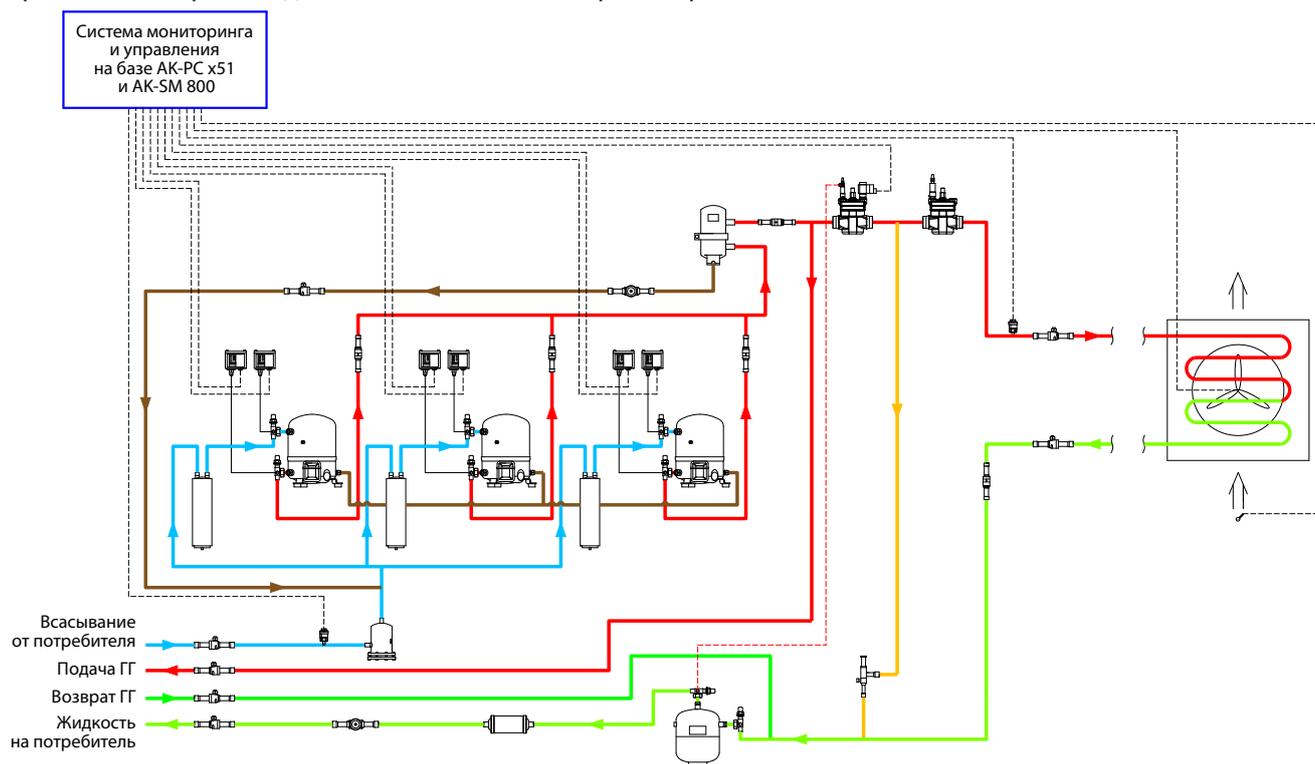
Обвязка холодильной машины при оттайке горячим газом

Чтобы осуществить оттайку горячим газом и вернуть хладагент в требуемую линию, необходимо создать перепад давления с помощью регулирующих клапанов.

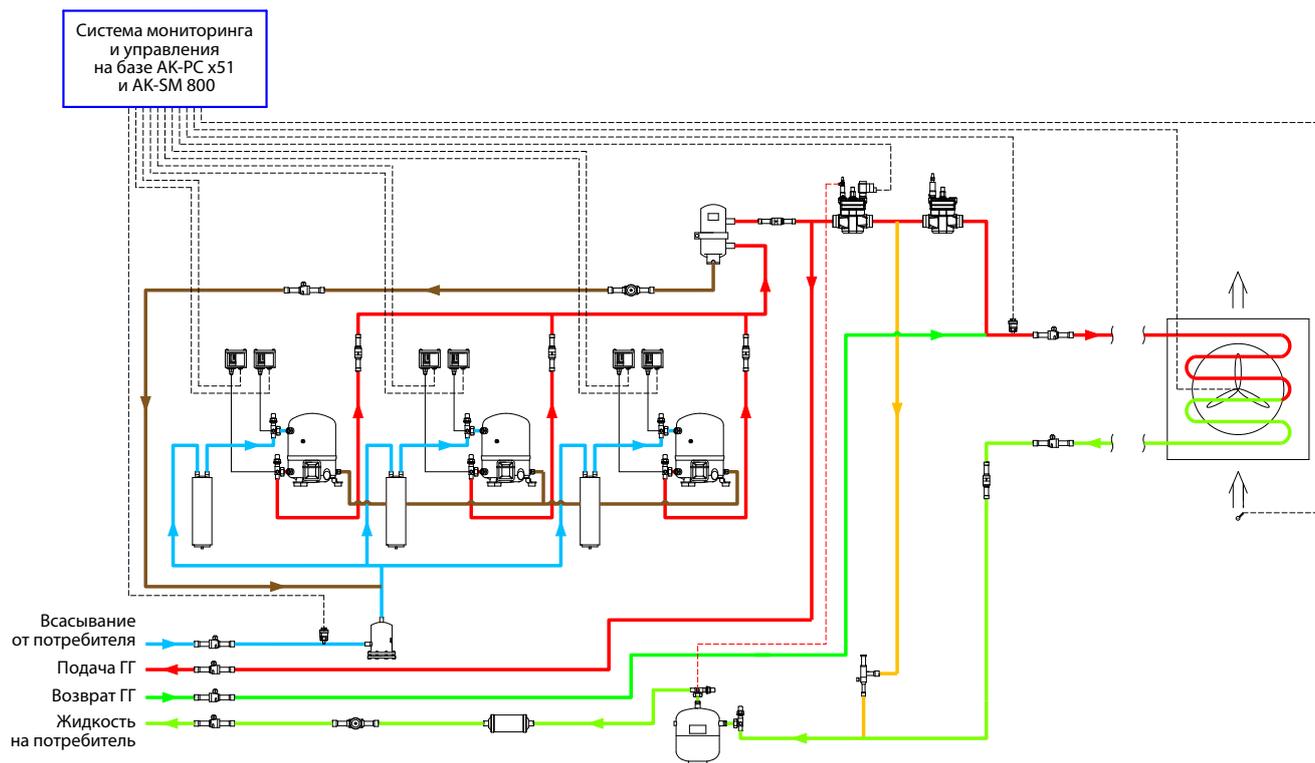
В приведенных ниже схемах (вар. 1 и 2) регулирующий клапан установлен на линии нагнетания. В момент начала оттайки в линии подачи горячего газа давление поднимается на величину настроенного на клапане дифференциала. Это позволяет хладагенту дойти до воздухоохладителя, оттаять его и вернуться в ресивер, либо в конденсатор.

Данные варианты обвязки требуют, чтобы компрессор начинал работать при давлении $P = P_{\text{конд.}} + \Delta P_{\text{клапана}}$. Это увеличивает степень сжатия компрессора и влечет за собой незначительные дополнительные затраты электроэнергии.

Вариант 1. Возврат хладагента после оттайки в ресивер



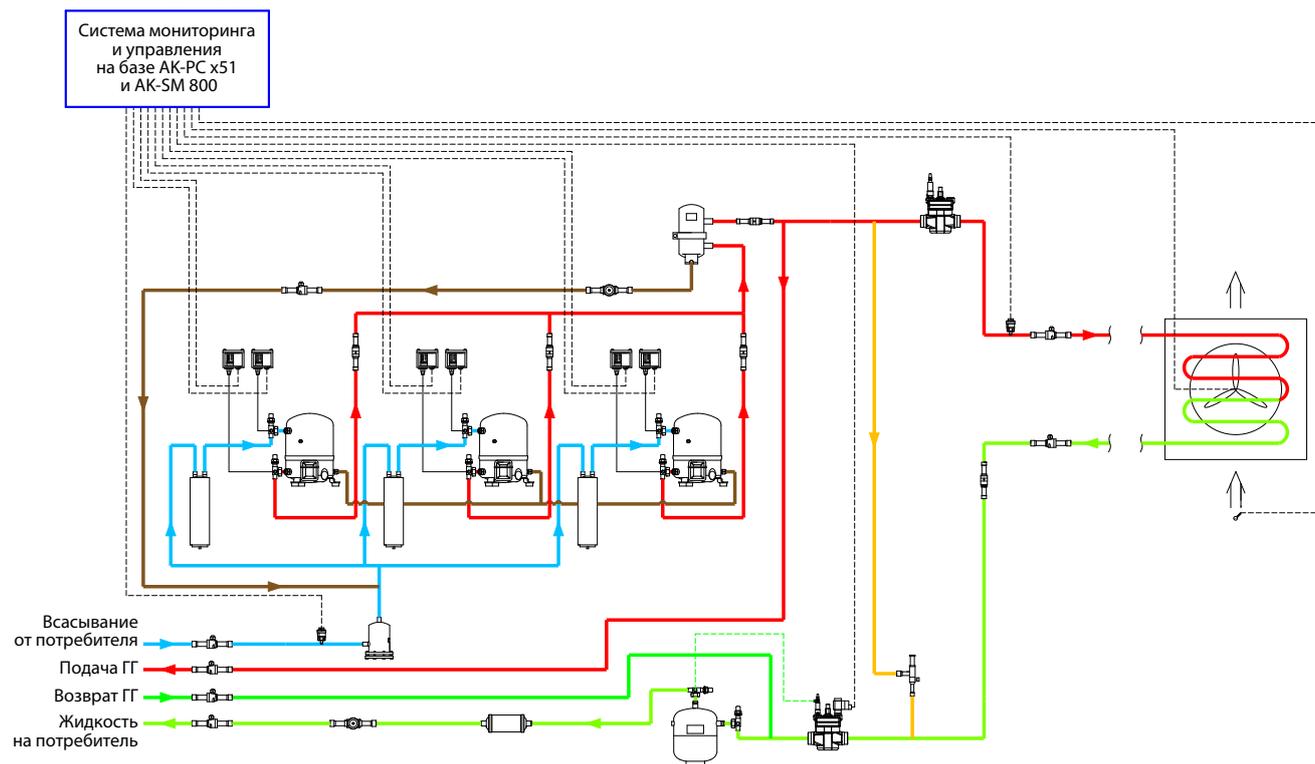
Вариант 2. Возврат хладагента после оттайки в конденсатор



В предложенном ниже варианте регулирующий клапан устанавливается на линии слива хладагента в ресивер. В момент начала оттайки в жидкостной линии происходит снижение давления на величину дифференциала, настроенного на клапане регуляторе. Этот перепад давления позволит хладагенту дойти до воздухоохладителя, оттаять его и вернуться в ресивер.

Данный вариант обвязки не влечет за собой переход компрессора на более высокое давление нагнетания, и, соответственно, помогает избежать дополнительных энергозатрат.

Вариант 3. Регулирующий клапан на линии слива хладагента в ресивер



Примеры расчетов

В качестве примера расчета рассмотрим систему из пяти испарителей на одной централи со следующим режимом работы:

- Хладагент R404A, схема с непосредственным кипением (dx).
- Температура кипения $T_0 = -10\text{ °C}$.
- Температура конденсации $T_k = 45\text{ °C}$.
- Перегрев $SH = 8\text{ K}$.
- Переохлаждение $SB = 2\text{ K}$.
- $Q_{\text{возд-ля}} = 15\text{ кВт}$.
- $Q_{\text{общ.}} = 75\text{ кВт}$.

Перед началом расчета необходимо проверить и проанализировать систему, оценить какое количество испарителей можно оттаивать одновременно (не более 30 %).

Подбор компонентов осуществляется в программе [Coolselector®2](#).

Параметры воздухоохлаждателя

Производительность:		Кипение:		Конденсация:		Дополнительно:	
Холодопр-ть:	15,00 kW	Температура точки росы:	-10,0 °C	Температура точки росы:	45,0 °C	<input type="checkbox"/> Температура нагнетания:	67,8 °C
Массовый расход:	523,8 kg/h	Полезный перегрев:	8,0 K	Переохлаждение:	2,0 K		
Теплопроизводительность:	21,51 kW	Дополнительный перегрев:	0 K	Дополнительное переохлаждение:	0 K		

Сначала необходимо подобрать электромагнитный клапан на линии подачи горячего газа исходя из принципов, описанных ранее.

Производительность:		Кипение:		Конденсация:		Дополнительно:	
Холодопр-ть:	15,00 kW	Температура точки росы:	-10,0 °C	Температура точки росы:	45,0 °C	<input type="checkbox"/> Температура нагнетания:	67,8 °C
Массовый расход:	523,8 kg/h	Полезный перегрев:	8,0 K	Переохлаждение:	2,0 K		
Теплопроизводительность:	21,51 kW	Дополнительный перегрев:	0 K	Дополнительное переохлаждение:	0 K		

Критерии выбора:			
<input type="radio"/> Перепад давления:	0,100 bar	<input type="radio"/> Падение температуры насыщения:	0,1 K
<input checked="" type="radio"/> Скорость:	12,00 m/s		

Линия нагнетания (DX-схема, R404A, Электромагнитный клапан).

Выбор: EVR 15 v2 Коды заказа не выбраны

Выбранный	Тип	NS	Kv [m ³ /h]	DP_100 [bar]	DP_min [bar]	Kv_calc [m ³ /h]	DP [bar]	DT_sat [K]	Степень открытия [%]	Нагрузка [%]	Возможна неполная наг
<input checked="" type="radio"/>	EVR 15 v2	16	3,3	0,030	0,030	3,3	0,275	0,6	-	-	-
<input type="radio"/>	EVR 18 v2	22	3,9	0,030	0,030	3,9	0,196	0,4	-	-	-

Учитывая перепад на открытие клапана и скоростной режим на линии горячего газа (8–16 м/с), выбираем клапан EVR 15 v2.

Далее подбираем обратный клапан NRV (поз. 11, схема 1), который устанавливается после электромагнитного клапана в непосредственной близости к испарителю:

Производительность:		Кипение:		Конденсация:		Дополнительно:	
Холодопр-ть:	15,00 kW	Температура точки росы:	-10,0 °C	Температура точки росы:	45,0 °C	<input type="checkbox"/> Температура нагнетания 67,8 °C	
Массовый расход:	523,8 kg/h	Полезный перегрев:	8,0 K	Переохлаждение:	2,0 K		
Теплопроизводительность:	21,51 kW	Дополнительный перегрев:	0 K	Дополнительное переохлаждение:	0 K		

Критерии выбора:	
<input type="radio"/> Перепад давления: По умолчанию bar	<input type="radio"/> Падение температуры насыщения
<input checked="" type="radio"/> Скорость: 12,00 m/s	0,1 K

Линия нагнетания (DX-схема, R404A, Обратный клапан).

Выбор: **NRV 16 v2** Коды заказа не выбраны

Выбранный	Тип	NS	Kv [m ³ /h]	DP_100 [bar]	DP_min [bar]	Kv_calc [m ³ /h]	DP [bar]	DT_sat [K]	Степень открытия [%]	Нагрузка [%]	Возможна неполная нагрузка
<input type="radio"/>	NRV 10 v2	10	1,64	0,140	0,047	1,64	1,182	2,5	-	281	
<input type="radio"/>	NRV 12 v2	12	2,5	0,040	0,017	2,5	0,486	1,0	-	343	
<input checked="" type="radio"/>	NRV 16 v2	16	4	0,070	0,026	4	0,186	0,4	-	162	
<input type="radio"/>	NRV 19 v2	18	6,5	0,045	0,022	6,5	0,070	0,1	-	125	

Исходя из потерь давления на клапане и скорости в патрубках предпочтителен клапан NRV 16. С точки зрения удобства монтажа, патрубки для данного типоразмера клапана подбираем по диаметру линии подачи горячего газа в испаритель.

Запорный клапан GBC на линии нагнетания подбираем исходя из диаметра линии подачи горячего газа для оттайки.

Также подбор клапанов можно выполнить, выбрав в программе Coolselector®2 вкладку «Компоненты в серии».

Компрессор				Конденсатор
	GBC 16s v2	EVR 15 v2	NRV 16 v2	
Распределение перепада давления:	3%	58%	40%	
DP [bar]:	0,012	0,275	0,189	Всего 0,476
DT_sat [K]:	0,0	0,6	0,4	1,0
Скорость на входе [m/s]:	11,73	11,74	11,93	
Положение клапана:	Открытый	Открытый	Открытый	
Соединение:	ОК	ОК	ОК	
Результат:	✓	✓	✓	✓

Для подбора обратного клапана NRV (поз. 12, схема 1) для дренажной линии расчетные данные остаются без изменений. Однако необходимо выбрать жидкостную линию, так как выбор специальной дренажной линии в программе не предусмотрен. В этом случае не нужно ориентироваться на перепад давления на клапане в качестве критерия подбора, так как программа не может смоделировать ситуацию, которая на самом деле происходит в системе. В реальности перепад на клапане все же достигнет нужного значения и клапан откроется, так как будет расти давление оттайки, которое мы завышаем относительно давления в ресивере с помощью сервоприводного клапана ICS с пилотными клапанами CVPP + EVM на линии нагнетания.

Производительность:		Кипение:		Конденсация:		Дополнительно:	
Холодопр-ть:	15,00 kW	Температура точки росы:	-10,0 °C	Температура точки росы:	45,0 °C	<input type="checkbox"/> Температура нагнетания 67,8 °C	
Массовый расход:	523,8 kg/h	Полезный перегрев:	8,0 K	Переохлаждение:	2,0 K		
Теплопроизводительность:	21,51 kW	Дополнительный перегрев:	0 K	Дополнительное переохлаждение:	0 K		

Критерии выбора:	
<input type="radio"/> Перепад давления: По умолчанию bar	<input type="radio"/> Падение температуры насыщения
<input checked="" type="radio"/> Скорость: 1,20 m/s	0,1 K

Линия жидкости высокого давления (DX-схема, R404A, Обратный клапан).

Выбор: NRV 16 v2 Коды заказа не выбраны

Выбранный	Тип	NS	Kv [m ³ /h]	DP_100 [bar]	DP_min [bar]	Kv_calc [m ³ /h]	DP [bar]	DT_sat [K]	Степень открытия [%]	Нагрузка [%]	Возможна неполная нагрузка
<input type="radio"/>	NRV 12 v2	12	2,5	0,040	0,017	2,5	0,046	0,1	-	108	
<input checked="" type="radio"/>	NRV 16 v2	16	4	0,070	0,021	2,986	0,032	0,1	-	51	
<input type="radio"/>	NRV 19 v2	18	6,5	0,045	0,022	3,462	0,024	0,1	-	39	

Учитывая нужный нам скоростной режим на линии жидкости (до 1,2 м/с), выбираем клапан NRV 16.

Далее остается подобрать электромагнитные клапаны на линию всасывания. Сначала с помощью программы Coolselector®2 выбираем основной клапан EVR. Пропускная способность K_v байпасного клапана должна составлять 5–10 % от K_v основного клапана.

Производительность:		Кипение:		Конденсация:		Дополнительно:	
Холодопр-ть:	15,00 kW	Температура точки росы:	-10,0 °C	Температура точки росы:	45,0 °C	<input type="checkbox"/> Температура нагнетания 67,8 °C	
Массовый расход:	523,8 kg/h	Полезный перегрев:	8,0 K	Переохлаждение:	2,0 K		
Теплопроизводительность:	21,51 kW	Дополнительный перегрев:	0 K	Дополнительное переохлаждение:	0 K		

Критерии выбора:	
<input type="radio"/> Перепад давления: 0,100 bar	<input checked="" type="radio"/> Падение температуры насыщения
<input type="radio"/> Скорость: 12,00 m/s	1,0 K

Линия всасывания (DX-схема, R404A, Электромагнитный клапан).

Выбор: EVR 32 v2 Коды заказа не выбраны

Выбранный	Тип	NS	Kv [m ³ /h]	DP_100 [bar]	DP_min [bar]	Kv_calc [m ³ /h]	DP [bar]	DT_sat [K]	Степень открытия [%]	Нагрузка [%]	Возможна неполная нагрузка
<input type="radio"/>	EVR 22 v2	28	6	0,030	0,030	6	0,413	2,9	-	-	
<input type="radio"/>	EVR 25 v2	28	9,8	0,200	0,088	8,881	0,175	1,2	85	85	
<input checked="" type="radio"/>	EVR 32 v2	35	16,7	0,200	0,087	10,15	0,132	0,9	50	50	
<input type="radio"/>	EVR 40 v2	42	24,2	0,200	0,088	10,88	0,114	0,8	34	34	

В программе подобран клапан EVR 32 v2 с $K_v = 16,7 \text{ м}^3/\text{ч}$. В качестве байпасного клапана подойдет клапан EVR 6 v2 с $K_v = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Наконец, одним из главных компонентов системы оттайки горячим газом является сервоприводный клапан ICS с пилотными клапанами CVPP + EVM на линии нагнетания.

Во время процесса охлаждения клапан ICS поддерживается в открытом положении пилотным клапаном EVM, при этом пилот CVPP не задействован.

В цикле оттайки электромагнитный пилотный клапан EVM сервоприводного клапана ICS находится в закрытом положении и управление работой клапана ICS осуществляется пилотным клапаном разности давлений CVPP. При этом по схеме установки из примеров 1 и 2 клапан ICS создает перепад Δp между давлением горячего газа и давлением в ресивере для возврата сконденсировавшейся в испарителе жидкости в ресивер через обратный клапан NRV.

Клапан устанавливается на общую линию нагнетания и подбирается по общей холодопроизводительности системы, учитывая минимальную производительность централи. Расчет должен осуществляться как для регулирующего клапана с указанием требуемого перепада давления, так и для электромагнитного клапана ICS+EVM для оценки потерь давления на клапане, когда оттайка не требуется. Рекомендуем ознакомиться с [Инструкцией по подбору регулирующих клапанов](#).

Производительность:	Кипение:	Конденсация:	Дополнительно:
Холодопр-ть: <input type="text" value="75,00"/> kW	Температура точки росы: <input type="text" value="-10,0"/> °C	Температура точки росы: <input type="text" value="45,0"/> °C	<input type="checkbox"/> Температура нагнетания <input type="text" value="67,8"/> °C
Массовый расход: 2619 kg/h	Полезный перегрев: <input type="text" value="8,0"/> K	Переохлаждение: <input type="text" value="2,0"/> K	
Теплопроизводительность: 107,5 kW	Дополнительный перегрев: <input type="text" value="0"/> K	Дополнительное переохлаждение: <input type="text" value="0"/> K	

Выбор регулирующего клапана:	Критерии выбора:
Настройка: <input type="text" value="Перепад давления"/>	Нагрузка: <input type="text" value="50"/> %
<input type="text" value="1,500"/> bar	

Линия нагнетания (DX-схема, R404A, Регулирующий клапан).

Выбор: ICS 32 Коды заказа не выбраны

Выбранный	Тип	NS	Kv [m ³ /h]	Kv_calc [m ³ /h]	DP [bar]	DT_sat [K]	Мин. производительность [kW]	Макс. производительность [kW]	Нагрузка [%]	Скорость на
<input type="radio"/>	ICS 25-15	25	6	6	1,500	3,2	12,23	61,15	123	
<input type="radio"/>	ICS 25-20	25	8	7,359	1,500	3,2	16,31	81,53	92	
<input type="radio"/>	ICS 25-25	25	11,5	7,359	1,500	3,2	23,44	117,2	64	
<input checked="" type="radio"/>	ICS 32	32	17	7,359	1,500	3,2	34,65	173,2	43	
<input type="radio"/>	ICS 40	40	27	7,359	1,500	3,2	55,03	275,2	27	

Производительность:	Кипение:	Конденсация:	Дополнительно:
Холодопр-ть: <input type="text" value="75,00"/> kW	Температура точки росы: <input type="text" value="-10,0"/> °C	Температура точки росы: <input type="text" value="45,0"/> °C	<input type="checkbox"/> Температура нагнетания <input type="text" value="67,8"/> °C
Массовый расход: 2619 kg/h	Полезный перегрев: <input type="text" value="8,0"/> K	Переохлаждение: <input type="text" value="2,0"/> K	
Теплопроизводительность: 107,5 kW	Дополнительный перегрев: <input type="text" value="0"/> K	Дополнительное переохлаждение: <input type="text" value="0"/> K	

Критерии выбора:
<input type="radio"/> Перепад давления: <input type="text" value="0,200"/> bar <input checked="" type="radio"/> Падение температуры насыщен
<input type="radio"/> Скорость: <input type="text" value="15,00"/> m/s <input type="text" value="0,1"/> K

Линия нагнетания (DX-схема, R404A, Электромагнитный клапан).

Выбор: ICS 32 + EVM Коды заказа не выбраны

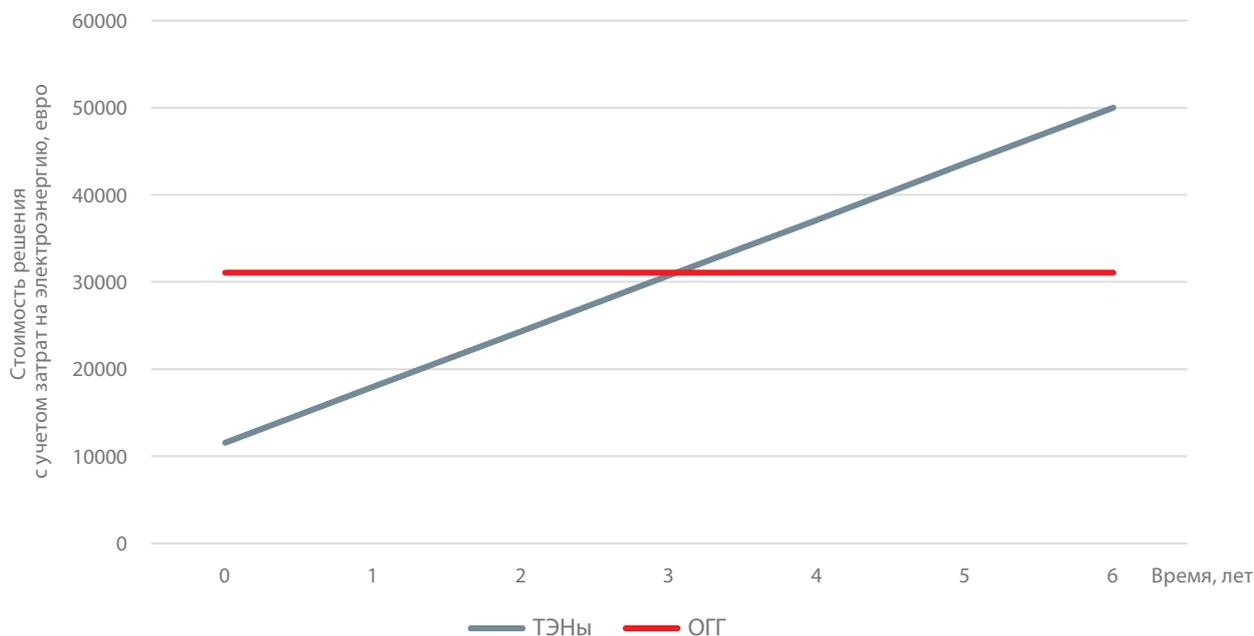
Выбранный	Тип	NS	Kv [m ³ /h]	DP_100 [bar]	DP_min [bar]	Kv_calc [m ³ /h]	DP [bar]	DT_sat [K]	Степень открытия [%]	Нагрузка [%]	Возможна неполная
<input type="radio"/>	ICS 25-25 + EVM	25	11,5	0,200	0,115	11,5	0,577	1,2	100	168	
<input checked="" type="radio"/>	ICS 32 + EVM	32	17	0,200	0,114	17	0,259	0,5	100	114	
<input type="radio"/>	ICS 40 + EVM	40	27	0,200	0,112	21,09	0,167	0,3	71	71	

Обратите внимание

- Рекомендуется одновременно оттаивать не более 30 % испарителей.
- Скорость в трубопроводах горячего газа 8–16 м/с.
- Скорость в жидкостных трубопроводах до 1,2 м/с. Перед клапаном АКВ скорость не больше 1 м/с при максимальной производительности клапана.
- Линия всасывания. Пропускная способность байпасного электромагнитного клапана должна составлять 5–10 % от основного клапана.

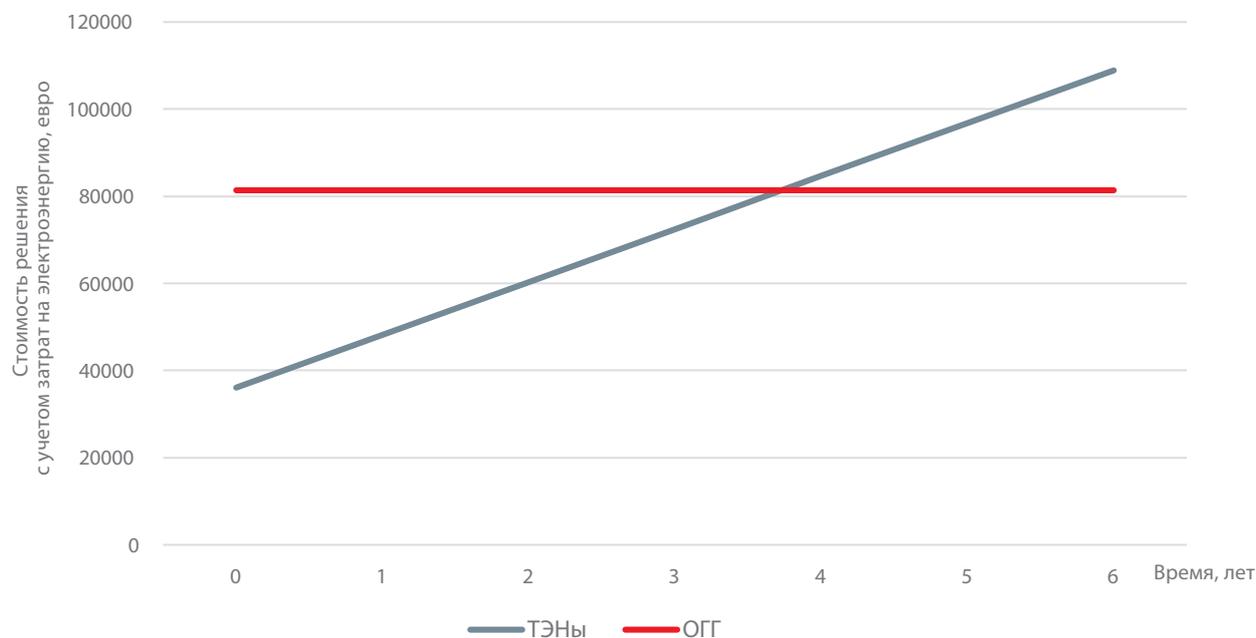
Срок окупаемости ОГГ

Вариант объекта 1. Только СТ потребители. Три холодильные системы суммарной мощностью 420 кВт



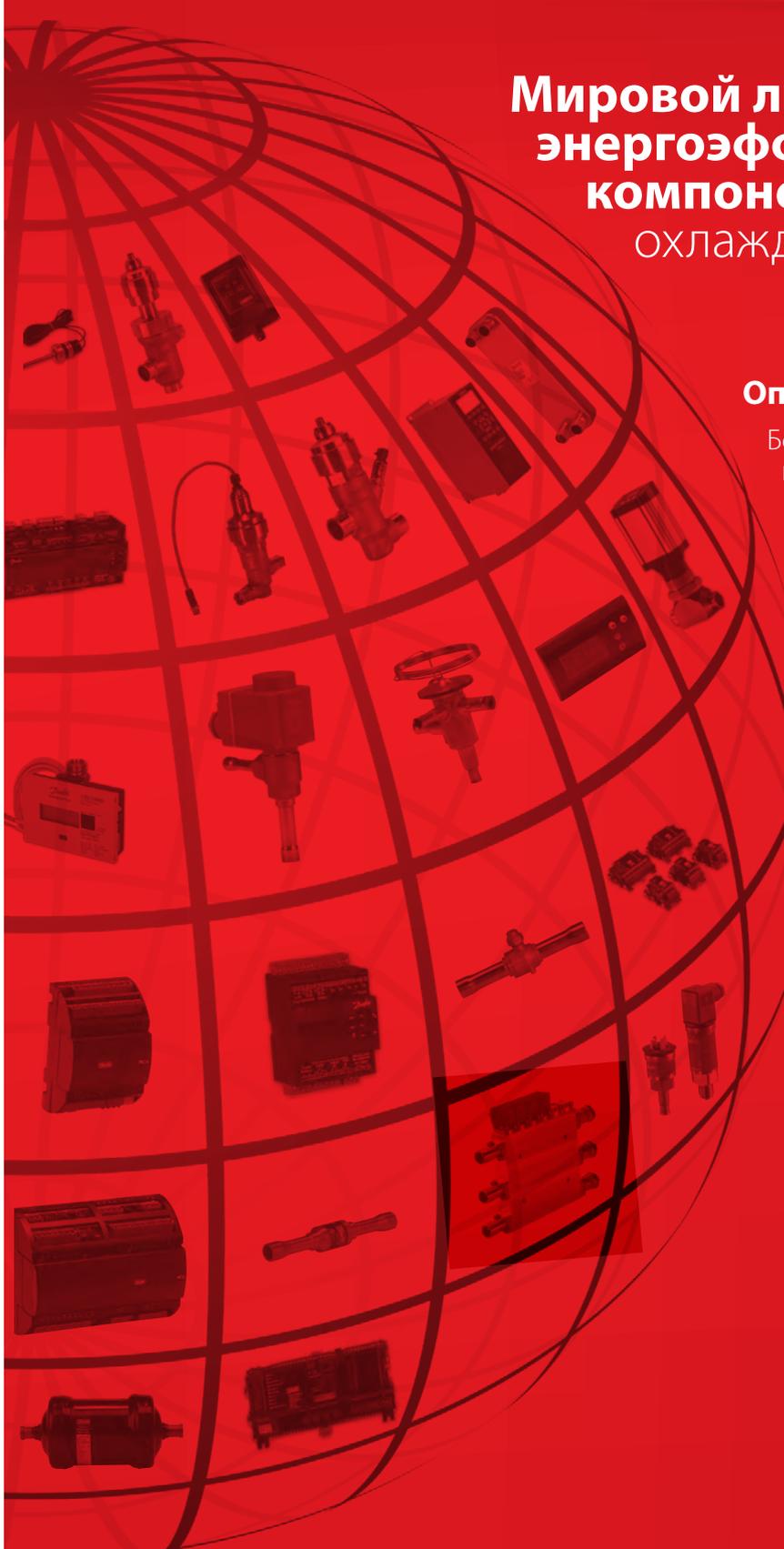
Срок окупаемости системы оттайки горячим газом – 3 года.
Снижение подводимых электрических мощностей на 175 кВт.

Вариант 2. СТ и НТ потребители. Четыре холодильные системы. Мощность потребителей НТ – 145 кВт, СТ – 1100 кВт



Срок окупаемости системы оттайки горячим газом – 4 года.
Снижение подводимых электрических мощностей на 650 кВт.

В расчете затрат на организацию системы ОГГ учтены: дополнительные элементы холодильной арматуры для ВОПов и ЦХМ, применение контроллера в шкафу управления ВОПом с поддержкой алгоритма ОГГ, трубопроводы подачи ГГ и дренажа, кабель для электромагнитных клапанов.



Мировой лидер в производстве энергоэффективных компонентов для систем охлаждения

Опыт

Более 87 лет опыта в производстве инновационных компонентов для систем охлаждения — опыт Danfoss, на который можно положиться.

Энергоэффективность

Решения компании Danfoss обеспечивают надежную работу вашей системы охлаждения и повышение ее энергоэффективности. Будь то поддержание минимального стабильного перегрева или алгоритм адаптивного оттаивания.

Доступность

Благодаря большому количеству партнеров и электронным сервисам, продукция и техническая поддержка компании Danfoss становятся еще ближе к вам, а обширный модельный ряд позволяет решать любые задачи.

Узнайте больше на сайте danfoss.com/ru-ru

Danfoss не несет ответственности за возможные ошибки в каталогах, брошюрах и других печатных материалах. Danfoss оставляет за собой право вносить изменения в продукцию без предварительного уведомления. Это относится также к уже заказанной продукции, если только вносимые изменения не требуют соответствующей коррекции в уже согласованных спецификациях. Все торговые марки в данном документе являются собственностью соответствующих компаний. Название и логотип Danfoss являются собственностью компании Danfoss A/S. Все права защищены.