

# TSU

## Термоаккумуляторы



Термоаккумуляторы

### Описание группы изделий

Термоаккумуляторы ICE CHILLER® .....	E2
Преимущества .....	E4
Испытанная технология .....	E8
Подробности конструкции TSU-M - внутреннее таяние .....	E11
Технические данные TSU-M .....	E12
Технические условия TSU-M .....	E20
Подробности конструкции TSU- C/D - наружное таяние .....	E21
Технические данные TSU- C/D .....	E22
Технические условия TSU- C/D .....	E29
Технический анализ изделий ICE CHILLER® .....	E30

# Термоаккумуляторы ICE CHILLER®

## Общее описание

Охлаждение с использованием накопителей (аккумуляторов) льда может стать наиболее экономичным и надежным системным подходом для охлаждения офисов, школ, больниц, магазинов и других зданий, и обеспечения стабильного источника жидкостей с низкой температурой для технологического охлаждения. Эти системы экологически приемлемы, так как помогают снизить потребление энергии и выбросы газов, создающих парниковый эффект. Имея в своем активе тысячи успешно работающих по всему миру установок, ВАС является глобальным лидером по применению аккумуляторов льда.

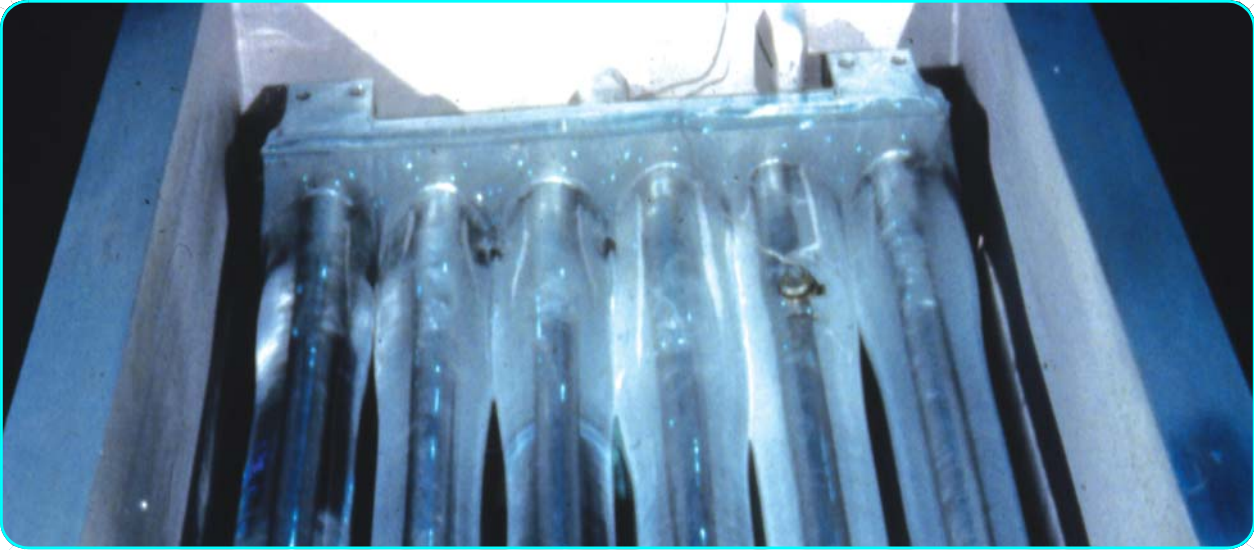
## Главные особенности

- Наинизшая первоначальная стоимость
- Снижение затрат на энергию
- Переменная мощность
- Улучшенная надежность системы
- Сниженные требования к техобслуживанию
- Экологичность
- Испытанная технология





# Термоаккумуляторы



*... because temperature matters*



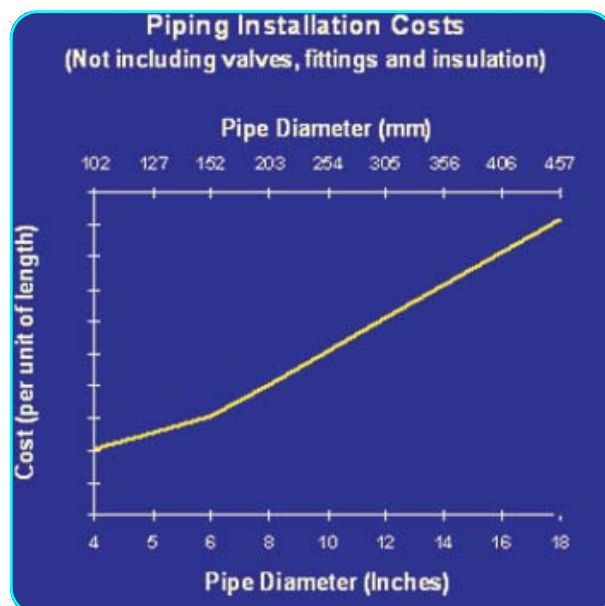
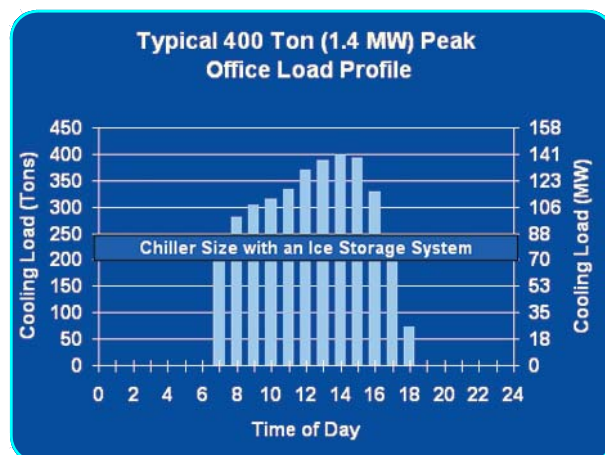
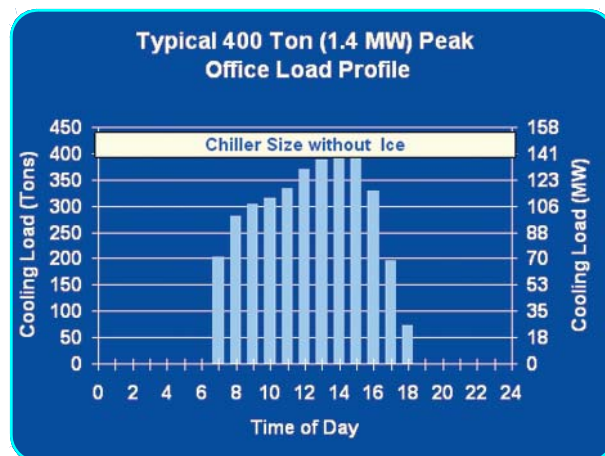


# Преимущества

## Наинизшая первоначальная стоимость

Первоначальная стоимость установки систем с аккумуляторами льда может быть такой же, или ниже, чем у традиционных систем, когда они проектируются с питанием холодной водой от таяния льда. Экономия от использования охладителей и градирен меньшего размера, уменьшенных размеров насосов и диаметров труб и, следовательно, меньшей потребляемой мощности, компенсирует стоимость оборудования для аккумуляции льда. Дополнительной экономией может стать распределение воздуха с более низкой температурой, что позволяет уменьшить размеры воздуховодов и вентиляторов.

- **Меньшие охладители и оборудование для отвода тепла:** При проектировании системы с круглосуточной работой охладителя, размер охладителей и градирен или конденсаторов с воздушным охлаждением, требуемых для ледяной системы, существенно уменьшается по сравнению с обычными охладителями и оборудованием для отвода тепла, рассчитанными на кратковременную пиковую нагрузку. Типовой проект с тепловым аккумулятором включает охладители, обеспечивающие 50-60% от пиковой нагрузки по охлаждению. Баланс по охлаждающей нагрузке обеспечивается за счет системы ледяного накопителя.
- **Небольшие насосы и размеры труб:** В правильно спроектированной системе с ледяным накопителем размеры насоса и труб также уменьшены. Существенная экономия в контуре распределения охлажденной воды реализуется, когда проект системы предусматривает пониженные скорости потока, обеспеченные за счет расширенного интервала температур в водяном контуре. Использование расширенного интервала температур, например, 10°C вместо более традиционного 5,5 °C, приводит к снижению диаметра труб. Размеры водяных труб конденсатора уменьшаются благодаря более низким требованиям к потоку у охладителей меньшего размера. Благодаря уменьшенным нормам расхода охлажденной воды и воды для конденсатора, осуществляется экономия и на насосе.



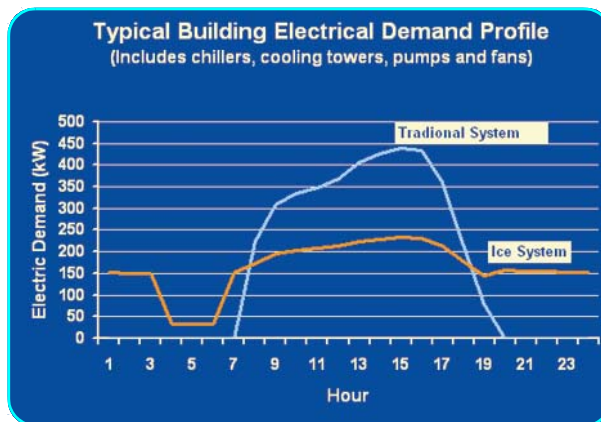


- **Уменьшенные размеры охлаждающего змеевика и вентилятора подачи воздуха:** Охлаждающие змеевики, рассчитанные на использование питающей воды с более низкой температурой и традиционную температуру подаваемого воздуха, обычно меньшего размера из-за меньшего количества рядов. Уменьшение количества рядов требует и вентилятора меньшей мощности.
- **Уменьшенное оборудование для кондиционирования воздуха:** Когда система распределения воздуха спроектирована на более низкую температуру поступающего воздуха, размеры воздуховодов, вентиляторов и моторов вентиляторов уменьшаются.
- **Уменьшенное электроснабжение:** Охладители, оборудование для отвода тепла и насосы меньшего размера потребляют меньшую мощность, чем традиционная система, поэтому им требуются трансформаторы, распределительная аппаратура, диаметры проводов и пусковые панели меньшего размера.
- **Уменьшенный генератор:** Если в здании имеется генератор для ежедневного или резервного электропитания, размер генератора будет существенно уменьшен, когда пиковая электрическая нагрузка в здании будет снижена за счет применения ледяного накопителя.

## Снижение затрат на энергию

Система с ледяным тепловым аккумулятором снижает пиковое потребление, сдвигает использование энергии на непиковые часы, экономит энергию и снижает затраты на нее.

- **Снижает пиковое потребление и сдвигает использование энергии:** При меньшей потребляемой мощности, ледяной накопитель может снизить пиковое потребление электричества для ОВКВ (отопление, вентиляция, воздушное кондиционирование) или систем технологического охлаждения на 50% или более. Поскольку большинство тарифов на электроэнергию включают тарифы по заявочной стоимости на время пикового потребления и/или повышенные относительно ночных дневные тарифы, экономия на счетах за электроэнергию может оказаться значительной. В районах с "ценами в реальном времени", где тарифы на электроэнергию могут меняться ежечасно в зависимости от рыночной стоимости электроэнергии, разница в стоимости киловатт-часа днем и ночью может составлять от 500 до 1000 процентов. Использование электроэнергии в ночные, а не в пиковые дневные часы, может дать большую экономию на счетах за электроэнергию.



- **Экономит энергию:** Кроме того, общее количество использованных за год киловатт-часов будет меньше, когда система спроектирована так, чтобы использовать преимущество низкой температуры питающей воды, поступающей от системы с накопителем льда. Сниженное потребление электроэнергии возможно по пяти причинам:
  1. Хотя образование льда требует больше энергии, чем охлаждение воды, потеря в эффективности невелика, поскольку лед намораживается ночью, когда температуры конденсации ниже, что повышает эффективность охладителя.
  2. Как правило, системы со льдом работают при полной нагрузке на охладитель. Охладители неэффективны, когда весной и осенью работают с пониженной нагрузкой. Типичный охладитель половину года работает при менее чем 30% от своей мощности.
  3. Используются насосы меньшей мощности.

4. Благодаря меньшему перепаду воздушного давления при обдувке охлаждающего змеевика используются вентиляторы меньшей мощности. Большая разность температур охлажденной воды, проходящей через охлаждающий змеевик, обычно приводит к меньшему количеству рядов змеевика и, следовательно, меньшему перепаду давления.
5. Способности рекуперации использованной теплоты от охладителя для подогрева воды как днем, так и ночью.

Дополнительная экономия электроэнергии возможна в случае, если система распределения воздуха спроектирована так, чтобы использовать преимущество низких температур, доступных от системы с ледяным накопителем. Поскольку в электроиндустрии продолжается прекращение регулирования, а стандартом становятся тарифы, определяемые временем потребления, графики расценок реального времени и договорные цены, ледяной накопитель в будущем может обеспечить еще большую экономию на эксплуатационных расходах.

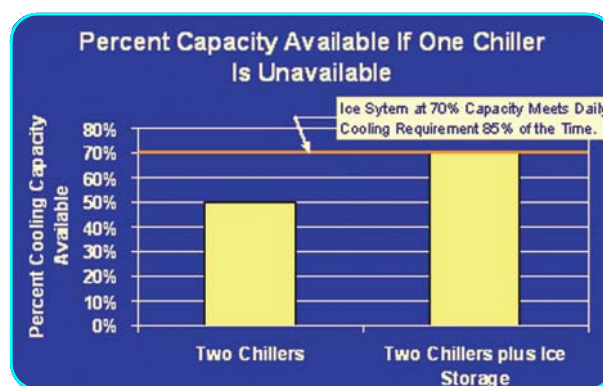
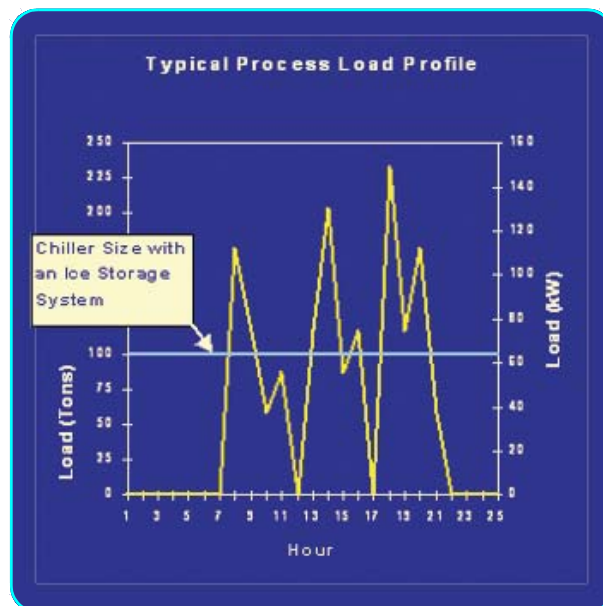
## Переменная мощность

Система с аккумулятором (накопителем) льда будет поддерживать постоянную температуру на выходе из аккумулятора независимо от мгновенных колебаний потребности в охлаждении. Мгновенную производительность задают скорость потока и температура входящей воды.

## Улучшенная надежность системы

Системы с накопителем льда обеспечивают надежность, необходимую для обеспечения возможности кондиционирования воздуха. В традиционных системах избыточность обеспечивается установкой нескольких охладителей. В случае механического отказа одного охладителя, ограниченная охлаждающая мощность обеспечивается вторым охладителем. Максимальное охлаждение, доступное для традиционной системы, будет составлять лишь 50% в расчетные сутки.

Большинство систем с накопителем льда использует, кроме оборудования для хранения льда, два охладителя. Два охладителя рассчитаны на обеспечение примерно 60% от требуемой в расчетные сутки охлаждающей производительности, а оставшиеся 40% обеспечиваются за счет льда. В случае, если в течение дня для обеспечения охлаждения работает только один охладитель, доступно до 70% производительности холодильной установки. Один работающий охладитель обеспечивает 30% требуемой производительности, в то время как лед обеспечивает до 40%. На основе типичных профилей нагрузки для оборудования ОВКВ (отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха) и приведенных ASHRAE (американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха) данных о погодных условиях, 70% производительности холодильной установки в 85% случаев удовлетворяют общую дневную потребность в охлаждении.





## Сниженные требования к техобслуживанию

Змеевики накопителя льда не имеют движущихся частей, поэтому требуют очень небольшого технического обслуживания. Из-за меньших размеров охладителей, насосов и оборудования для отвода тепла, системы с накопителем льда будут требовать меньшего техобслуживания, чем традиционные системы. Система с накопителем льда также позволяет выполнять регламентное обслуживание охладителя днем, когда нагрузка на систему обеспечивается за счет накопителя льда.

## Экологичность

Снижение энергопотребления и использование электричества по ночам будет уменьшать глобальное потепление. Производство электричества по ночам в целом требует меньшего удельного расхода тепла (тратится меньше топлива на единицу производимой электроэнергии), а меньшие выбросы углекислоты и парниковых газов дают меньший вклад в глобальное потепление. Комиссия по энергетике Калифорнии пришла к заключению, что использование электричества по ночам снижает выбросы в воздух на 31% по сравнению с использованием электричества днем.

Имея охладители меньшего размера, система с накопителем льда требует и меньшего количества хладагента. Большинство из применяемых сейчас хладагентов в будущем планируется запретить на основании Монреальского протокола, потому что они вносят вклад в глобальное потепление. Использование меньших количеств хладагента помогает сохранять озоновый слой и уменьшать глобальное потепление.



# Испытанная технология

ВАС успешно применяет технологию с накопителем льда в тысячах установок по всему миру. ВАС располагает опытом применения и создания систем, и может помочь вам в проектировании, монтаже и эксплуатации вашей системы с накопителем льда. ВАС поставляла установки ICE CHILLER® с тепловыми аккумуляторами для проектов, где требовалась мощность от 90 до 125000 тонн-часов (от 0,3 до 441,3 мегаватт-часов). Эти проекты включали офисные здания, больницы, производственные процессы, школы, университеты, спортивные арены, склады продукции, отели и районные проекты по кондиционированию.

Серия изделий ICE CHILLER® включает различные установки заводской сборки. Для крупных проектов, где место ограничено или изделия заводской сборки экономически неэффективны, возможна поставка змеевиков серии ICE CHILLER® для их установки в резервуары, монтируемые на месте применения.

Предложение изделий ВАС обеспечивает гибкость дизайна системы. Лед можно наращивать на стальных змеевиках с использованием аммиака или различных гликольных хладагентов, и далее использовать для получения охлажденной воды или растворов гликолей для системы охлаждения. Подобная гибкость в сочетании с большим опытом практических применений позволяет ВАС поставлять наиболее экономичные установки, удовлетворяющие вашим конкретным требованиям.

## CNES - Тулуза (Франция)

Холодильная установка Национального центра космических исследований (Centre Nationale d'Etudes Spatiales, CNES) в Тулузе включает 3 охладителя с центробежными компрессорами с производительностью по 3 мегаватта. По мере того, как здание с годами разрасталось, производительность установки стала недостаточной в дни с пиковыми нагрузками. Вместо добавления еще одного охладителя для повышения максимальной холодильной производительности установки, в CNES предпочли найти более энергосберегающее и экономичное решение. Наиболее экономичной оказалась система с накопителем льда мощностью 11 МВт-ч. Днем охладители непрерывно работают на максимальной мощности и, следовательно, с наивысшей эффективностью. По ночам накапливается лед, при этом используется преимущество пониженных ночных непиковых тарифов на электроэнергию.



CNES





## CSELT - Турин (Италия)

Амбициозной задачей стала разработка высококачественной и надежной системы контроля климата с низкой первоначальной стоимостью и низкими эксплуатационными расходами для нового исследовательского центра CSELT (Centro SIP Elaborazione Telecomunicazioni). Однако эти требования были полностью удовлетворены за счет использования стандартных охладителей на гликольном хладагенте и системы с накопителем льда ВАС мощностью 13 МВт-ч. По ночам наращивается лед для покрытия части охладительной мощности в течение следующего дня. Днем вода от тепловой нагрузки сперва охлаждается в охладителях, а затем дополнительно охлаждается до проектной температуры в системе ВАС с накопителем льда. Такая последовательная компоновка, при которой охладитель расположен в наиболее выгодной точке (на входе тепловой нагрузки), возможна только благодаря высокой эффективности таяния, обеспечиваемой установкой ВАС ICE CHILLER<sup>®</sup>, которая гарантирует постоянно низкую температуру воды, выходящей из системы с накопителем льда.



CSELT

## Академический госпиталь - Гронинген (Голландия)

Охлаждение для системы ОВКВ в новом Академическом госпитале в Гронингене обеспечивается стандартным гликолевым охладителем мощностью 650 кВт и системой ВАС с накопителем льда ICE CHILLER<sup>®</sup> производительностью 6 МВт-ч. Проект системы полностью использует преимущество низкой температура воды, выходящей из системы с накопителем льда ICE CHILLER<sup>®</sup>, за счет размещения охладителя выше по потоку и последовательно с ICE CHILLER<sup>®</sup>. Это обеспечивает наиболее экономичное решение, общую низкую стоимость электроэнергии и большую гибкость в работе холодильной установки.



Академический госпиталь

## КВС - Лювен (Бельгия)

Новое здание штаб-квартиры банка КВС площадью 90000 м<sup>2</sup> имеет общую суточную нагрузку по охлаждению 26 МВт·ч с пиком в 3 МВт. Выбранная владельцем система ОВКВ включает систему с накопителем льда из-за ее низкой первоначальной стоимости, экономичности при эксплуатации и высокой надежности. Охладитель в 1 МВт в комбинации с системой с накопителем льда ВАС в 10 МВт·ч легко справляется с пиковой тепловой нагрузкой в 3 МВт. Расходы на электроэнергию ниже, чем у обычной системы, потому что использование тарифов по заявочной стоимости и высоких дневных тарифов сведено к минимуму.



Банк КВС

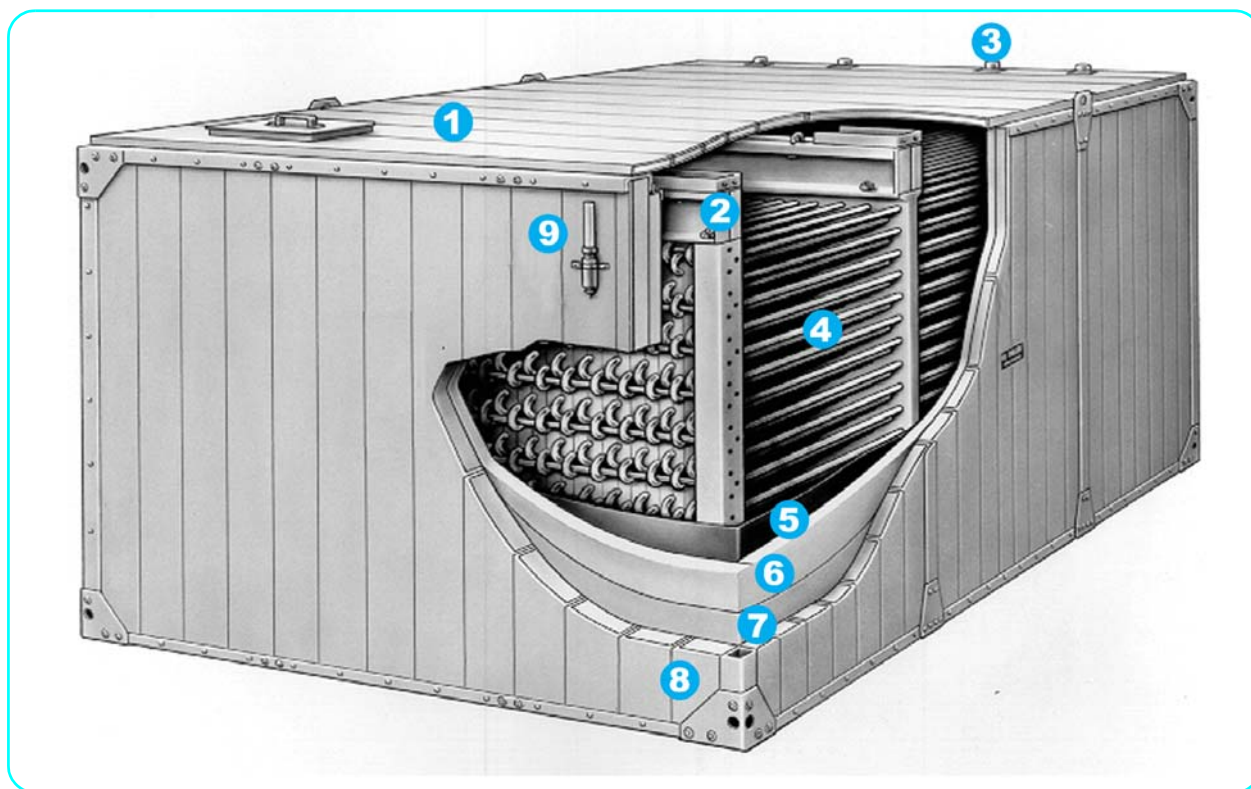
## Центр "Гранада" - Рийяд (Саудовская Аравия)

Проектировщики центра "Гранада" в Рийде (Саудовская Аравия) столкнулись с проблемой лимитированного электроснабжения нового комплекса зданий. Это вынудило клиента рассмотреть все возможные альтернативы сдвига энергонагрузки. После тщательного анализа доступных вариантов было решено лимитировать энергопотребление охладителей и сдвинуть генерацию охлаждения на непиковые периоды. Из максимальной потребности в охлаждении, составляющей 14250 кВт, около 8000 кВт поставляются непосредственно охладителями. Остаток будет поступать от установок с накопителем льда. Установка с накопителем льда включает 22 резервуара для накопления льда модели TSU 761 M с общей производительностью 58000 кВт·ч.



Центр "Гранада"

# Подробности конструкции TSU-M - внутреннее таяние



### 1. Крышки

- Водонепроницаемая
- Панели из толстой листовой стали Z600 с горячим оцинкованием
- Изоляция из экструдированного полистирола толщиной 50 мм

### 2. Опорные балки змеевика

- Предотвращают контакт между змеевиком и первичной облицовкой

### 3. Соединения для раствора гликоля

- Резьбовые соединения
- Фланцевые соединения (опционные)

### 4. Змеевик из оцинкованной стали

- С горячим оцинкованием после изготовления (ГОПИ)
- Стальные трубки, заключенные в стальную раму
- Пневматически испытаны под давлением 13 бар
- Номинальное рабочее давление 10 бар

### 5. Первичная облицовка

- Сплошная (бесшовная)
- Испытана на целостность в течение 48 часов перед отправкой

### 6. Изоляция из экструдированного полистирола

- Общая толщина изоляции 110 мм
- 20 мм изоляции между первичной и вторичной облицовкой
- Вносит вклад в общую изолирующую способность  $3,1 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

### 7. Вторичная облицовка / пароизоляция

- Предотвращает проникновение влаги сквозь изоляцию

### 8. Стенная панель

- Толстая оцинкованная сталь с двухразрывными фланцами
- Изоляция из экструдированного полистирола
- Вносит вклад в общую изолирующую способность  $3,1 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

### 9. Смотровая трубка

- Визуальный индикатор количества льда, оставшегося в установке

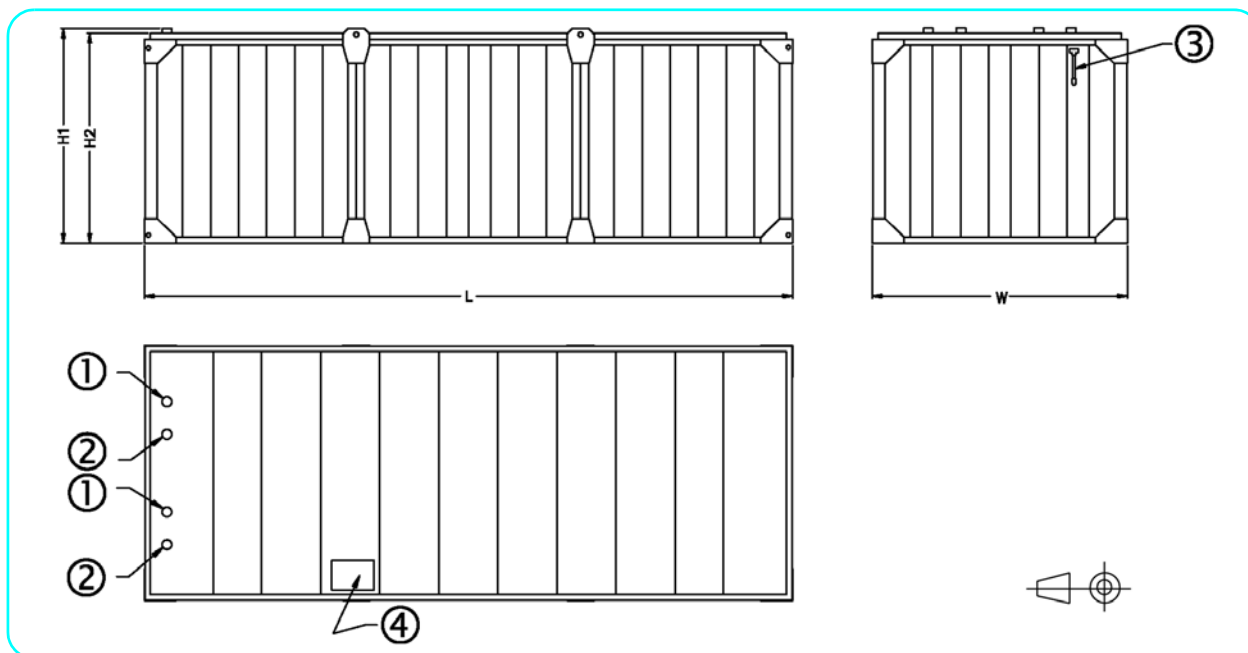
### 10. Датчик запаса льда (опционный) - не показан

- Механический датчик разности уровней воды выдает электрический сигнал 4-20 мА, который пропорционален количеству льда в накопителе.

# Технические данные TSU-M

## Блоки TSU-M & TSU-LM

**Примечание: Не использовать для конструирования.** Пользоваться сертифицированными на заводе размерами и весами. Данная брошюра включает данные, действительные на момент публикации, которые следует подтвердить заново во время покупки. В интересах усовершенствования продукции технические характеристики, веса и размеры подлежат изменениям без предварительного уведомления. Новейшие технические данные и дополнительная информация приведены на [www.BaltimoreAircoil.com](http://www.BaltimoreAircoil.com).



1. Выпуск; 2. Впуск; 3. Смотровая трубка; 4. Люк доступа.

Модель TSU-M	Скрытая теплоемкость (кВт·ч)	Прибл. Брутто вес (кг)	Прибл. рабочий вес (кг)	Объем воды в резервуаре (л)	Объем гликоля в змеевике (л)	НД соединения (мм)	Ширина изделия (мм)	Длина изделия (мм)	Высота изделия (мм) H <sub>1</sub>	Высота резервуара (мм) H <sub>2</sub>
TSU-237M	834	4420	17730	11320	985	50	2400	3240	2440	2390
TSU-476M	1674	7590	33530	22110	1875	80	2400	6050	2440	2390
TSU-594M	2087	9150	42200	28250	2320	80	2980	6050	2440	2390
TSU-761M	2676	10990	51610	34640	2990	80	3600	6050	2440	2390

Модель TSU-LM	Скрытая теплоемкость (кВт·ч)	Прибл. Брутто вес (кг)	Прибл. рабочий вес (кг)	Объем воды в резервуаре (л)	Объем гликоля в змеевике (л)	НД соединения (мм)	Ширина изделия (мм)	Длина изделия (мм)	Высота изделия (мм) H <sub>1</sub>	Высота резервуара (мм) H <sub>2</sub>
TSU-L184M	647	3760	14360	8820	770	50	2400	3240	2000	1950
TSU-L370M	1301	6400	27060	17250	1460	80	2400	6050	2000	1950
TSU-L462M	1625	7710	34030	22030	1810	80	2980	6050	2000	1950
TSU-L592M	2082	9200	41560	27020	2280	80	3600	6050	2000	1950

## Общие указания

1. Все размеры даны в миллиметрах. Вес указан в килограммах.
2. Изделие должно постоянно опираться на плоскую ровную поверхность.
3. Все соединения резьбовые.
4. H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> = монтажная высота. Для транспортировки и хранения змеевики закрываются пробками. Для расчета транспортировочной высоты прибавить 75 мм.





## Змеевики на заказ для применений с внутренним таянием (TSU-M)

Для удовлетворения требований конкретных проектов ВАС изготавливает на заказ змеевики термоаккумуляторов ICE CHILLER®. В ВАС проведены всесторонние исследования характеристик образования и таяния льда в термоаккумуляторах. В результате этих исследований и испытаний заказчик получил возможности выбора, которые не может предоставить любая другая компания в данной области.

ВАС в состоянии предсказать на почасовой основе, какие температуры потребуются для накопления льда на изготовленных по заказу змеевиках, причем в широком диапазоне условий и времени накопления. Для выявления конструкции, наиболее соответствующей требованиям проекта, могут быть оценены доступное физическое пространство, профиль нагрузки, температуры на выходе, производительность охладителя и последовательность операций.

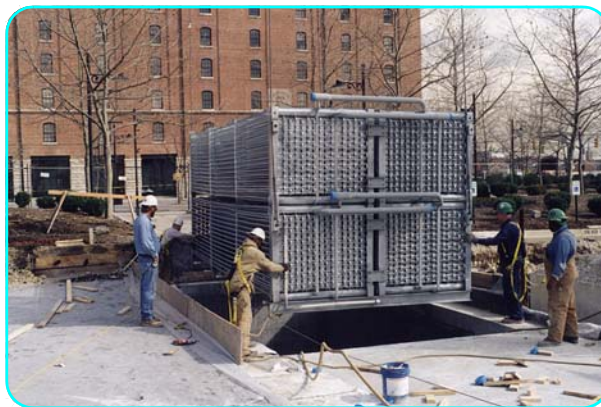
Змеевики термоаккумуляторов ICE CHILLER® изготавливаются из непрерывных изогнутых стальных трубок с наружным диаметром 26,7 мм и гладкой поверхностью. Змеевики собираются в структурной стальной раме, принимающей на себя вес пакета трубок змеевика с полной ледовой нагрузкой. После изготовления змеевики испытываются под водой на наличие утечек воздухом с давлением 13 бар, а затем подвергаются горячему оцинкованию для защиты от коррозии.

Для максимальной производительности конфигурация трубок обеспечивает противоток гликоля в смежных контурах.

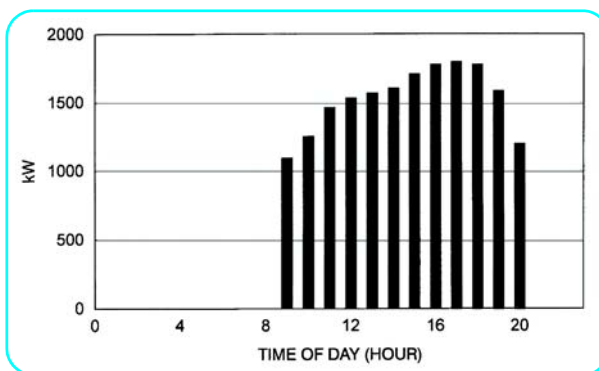
Для оптимизации транспортных расходов и сокращения времени монтажа на месте установки индивидуальные змеевики могут быть собраны на заводе в модули по два (2) змеевика. Трубопроводы для гликоля электролитически покрываются на заводе покрытием с повышенным содержанием цинка. Для подъема и окончательного позиционирования в резервуаре-хранилище модули снабжены необходимыми стальными опорами и такелажными проушинами.

## Профиль нагрузки

Суточный профиль нагрузки - это почасовое отображение тепловых нагрузок за 24 часа. В большинстве применений ОВКВ для определения потребного размера термоаккумулятора используется суточный профиль нагрузки. В некоторых системах ОВКВ применяется недельный профиль нагрузки. Для обычных систем кондиционирования воздуха охладители выбираются на основе пиковой тепловой нагрузки. Для систем с накопителем льда охладители выбираются на основе требуемых для охлаждения киловатт-часов электроэнергии и определенной стратегии эксплуатации. Системы с накопителем льда обеспечивают большую гибкость при меняющихся стратегиях эксплуатации до тех пор, пока не превышаете общее выбранное количество киловатт-часов. Вот почему при проектировании системы с накопителем льда необходимо предоставить точный профиль нагрузки.



Монтаж модуля змеевика



Типичный профиль нагрузки ОВКВ

Профили нагрузки могут быть различными в зависимости от применения. Рисунок выше иллюстрирует типичный профиль нагрузки ОВКВ для офисного здания с пиковой тепловой нагрузкой 1750 кВт и потребностью в охлаждении в течение 12 часов. Форма этой кривой типична для большинства применений ОВКВ. Для предварительного выбора оборудования разработанная в ВАС программа выбора термоаккумулятора может сгенерировать сходный профиль нагрузки. Требуемой для этого информацией являются предполагаемая пиковая тепловая нагрузка для здания и длительность тепловой нагрузки.

Институт кондиционирования воздуха и охлаждения (Air-Conditioning & Refrigeration Institute, ARI) опубликовал "Директиву Т", "Определение теплопроизводительности холодильного оборудования" (Specifying the Thermal Performance of Cool Storage Equipment). Целью Директивы Т является установление минимального набора данных, предоставляемых пользователем, и данных по производительности, предоставляемых поставщиком оборудования. Проектные данные, предоставляемые инженером, включают: системные нагрузки, скорости потоков и температуры.

## Стратегии работы

Когда профиль нагрузки сгенерирован, следующим этапом выбора оборудования для термоаккумуляции является определение стратегии эксплуатации или, другими словами, определение часов в течение дня, когда гликольный охладитель допускается включать.

Выбор стратегии эксплуатации зависит от профиля нагрузки (применения), структуры распорядка дня, стоимости электроэнергии и первоначальной стоимости оборудования. Иными словами, необходимо рассчитать экономический баланс между монтажом системы и эксплуатационными расходами или периодом окупаемости.

Имеются 2 разные стратегии эксплуатации - полное или частичное хранение.

### **Системы с полным хранением выполняют всю необходимую зарядку**

термоаккумулятора в непиковые периоды и устраняют необходимость включать охладитель(и) в период пиковой нагрузки. Эта стратегия сдвигает время максимальной потребности в электроэнергии и в результате дает наименьшие эксплуатационные расходы. Однако первоначальная стоимость оборудования при этом значительно выше, чем у систем с частичным хранением, поскольку требуются большой охладитель и накопитель льда, и поэтому полное хранение используется редко.

**Системы с частичным хранением** требуют, чтобы охладитель работал и в период пиковой нагрузки. Чаще всего используется система с частичным хранением, допускающая круглосуточную работу гликольного охладителя на полную мощность, поскольку она позволяет выбрать охладитель наименьшего размера. Во многих случаях выбор меньшего охладителя становится побудительной причиной в пользу системы с накопителем льда, поскольку при этом обеспечиваются меньшее потребление электроэнергии, меньшее количество хладагента, меньшего размера градирни или другое оборудование для отвода тепла (меньше шума), меньшие резервные охладители (если они необходимы), меньшие амортизационные и эксплуатационные расходы, и так далее.

При других стратегиях эксплуатации с частичным хранением охладитель выключают на несколько часов днем, когда стоимость электроэнергии высока и/или когда важно использовать электроэнергию не для охлаждения (и когда работающий охладитель увеличит потребность в электроэнергии). Однако важно знать, что чем больше часов охладитель будет простаивать днем, тем большего размера он должен быть. Более того, если охладитель останавливают в период охлаждения, то и размер термоаккумулятора необходимо увеличить. Если охладитель останавливают, когда термоаккумулятор не работает на охлаждение, то время накопления льда сокращается, из-за этого требуется охлаждать раствор гликоля до более низких температур, а КПД охладителя снижается.

Кроме выбора времени, когда охладитель должен работать или быть выключен, другим аспектом стратегии эксплуатации является, будет ли во время таяния льда приоритет в компенсации тепловой нагрузки отдаваться охладителю или люду.



В **системе с приоритетом охладителя** последний всегда работает на полную мощность. Когда тепловая нагрузка превышает производительность охладителя, разница покрывается за счет таяния льда. Постоянная часть нагрузки компенсируется охладителем, в то время как переменная ее часть компенсируется льдом.

В **системе с приоритетом льда** постоянная часть нагрузки компенсируется льдом, в то время как переменная ее часть компенсируется охладителем. Поскольку охладитель не работает постоянно на полной мощности, он будет большего размера по сравнению с системой с приоритетом охладителя. Системы с приоритетом льда приводят к выбору охладителя и накопителя льда больших размеров, и поэтому редко используются.

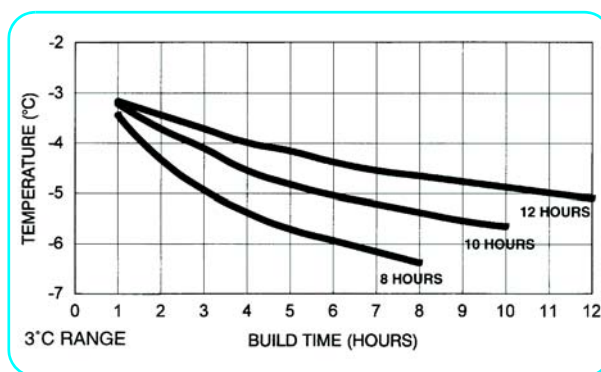
Нормальная практика такова, что наиболее распространены системы с частичным хранением и с приоритетом охладителя, работающим круглосуточно.

## Режимы работы

Модульный термоаккумулятор ICE CHILLER® может работать в одном из пяти режимов. Эти режимы работы обеспечивают гибкость, необходимую владельцам зданий для удовлетворения их ежедневных потребностей в ОВКВ.

**Накопление льда:** В этом режиме работы происходит генерация и накопление льда за счет циркуляции 25% (по весу) раствора этиленгликоля с добавкой ингибитора, охлажденного до минусовых температур, по змеевикам, заключенным в термоаккумулятор ICE CHILLER®. Во время этого режима условия работы охладителя отслеживаются, и охладитель выключают, когда достигается минимальная температура выходящего из него раствора гликоля. Для контроля работа охладителя имеет также опционный измеритель количества льда ICE LOGIC.

Рисунок иллюстрирует типичные температуры на выходе охладителя для циклов накопления льда длительностью 8, 10 и 12 часов. При типичном 10-часовом времени накопления температура гликоля на выходе никогда не опускается ниже  $-5,5^{\circ}\text{C}$ . Как показывает график, при времени накопления более 10 часов минимальная температура гликоля выше  $-5,5^{\circ}\text{C}$ . Для времени накопления менее 10 часов минимальная температура гликоля будет ниже  $-5,5^{\circ}\text{C}$  в конце цикла накопления. Такая производительность основана на выборе охладителя, работающего в диапазоне  $3^{\circ}\text{C}$ . Когда основанием для выбора охладителя становится более широкий температурный диапазон, температуры на выходе охладителя будут ниже, чем показано на рисунке выше.



Температуры на выходе охладителя

**Накопление льда плюс охлаждение:** Когда в период накопления льда имеется тепловая нагрузка, часть холодного раствора этиленгликоля, использующегося для генерации льда, отводится на компенсацию тепловой нагрузки, обеспечивая необходимое охлаждение. Количество отводимого гликоля определяется заданным значением температуры в контуре охлаждения здания. ВАС рекомендует применять этот режим работы в системах, использующих первичную/вторичную насосную циркуляцию (см. описание системы ниже). Это снижает возможность повреждения охлаждающего змеевика или теплообменника из-за закачки в это оборудование холодного (ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ) раствора гликоля.

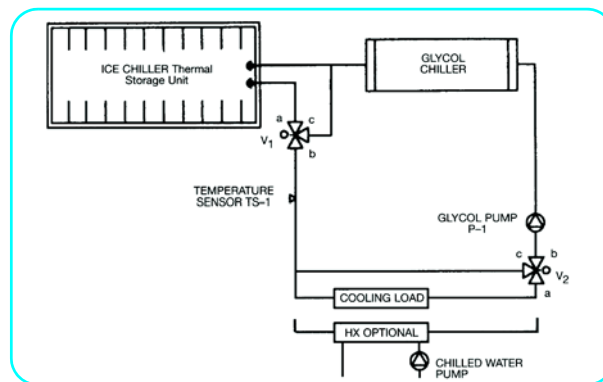
**Охлаждение - только лед:** В этом режиме работы охладитель выключен. Теплый возвратный раствор гликоля охлаждается до желаемой заданной температуры за счет таяния льда, хранящегося в модульном термоаккумуляторе ICE CHILLER®.

**Охлаждение - только охладитель:** В этом режиме работы охлаждение здания производится только за счет охладителя. Поток гликоля обходит термоаккумулятор, что позволяет выходящему из охладителя холодному раствору гликоля направляться непосредственно на компенсацию тепловой нагрузки. Заданные значения температуры обеспечиваются охладителем.

**Охлаждение - лед плюс охладитель:** В этом режиме работы охлаждение обеспечивается комбинированной работой охладителя и оборудования термоаккумуляции. Охладитель предварительно охлаждает теплый возвратный раствор гликоля. Частично охлажденный раствор гликоля далее проходит через термоаккумулятор ICE CHILLER®, где охлаждается льдом до расчетной температуры.

### Схема системы

При выборе термоаккумуляторов ICE CHILLER® используются две основные схемы потоков. На рисунке показана одна насосная петля с охладителем, установленным перед термоаккумулятором. Эта схема позволяет системе термоаккумуляции работать в четырех из пяти возможных режимов. Это режимы "накопление льда", "охлаждение - только лед", "охлаждение - только охладитель", и "охлаждение - лед плюс охладитель".



Одна насосная петля - охладитель перед накопителем

Для этой схемы применима следующая логика управления:

РЕЖИМ	ОХЛАДИТЕЛЬ	P-1	V-1	V-2
Накопление льда	Вкл	Вкл	A-B	C-B
Охлаждение - только лед	Выкл	Вкл	Регулировка	A-B
Охлаждение - только охладитель	Вкл	Вкл	C-B	A-B
Охлаждение - лед плюс охладитель	Вкл	Вкл	Регулировка	A-B

Клапан V-1 осуществляет регулировку в ответ на сигналы датчика температуры TS-1. Клапан V-2 может быть установлен или в положение поддержания постоянного потока, меньшего, чем P-1, или в положение регулировки в зависимости от температуры раствора гликоля, поступающего из контура тепловой нагрузки.

Когда в здании осуществляется циркуляция охлажденной воды, необходимо установить теплообменник, чтобы отделить контур циркуляции гликоля от контура охлажденной воды здания. В системах, где доступен имеющийся охладитель воды, он может быть установлен в контуре охлажденной воды для снижения нагрузки на систему термоаккумуляции.

Такая схема не должна использоваться в тех случаях, когда требуется накапливать лед и обеспечивать охлаждение.

Это потребует закачки холодного возвратного раствора гликоля, поступающего из оборудования термоаккумуляции, в контур тепловой нагрузки или в теплообменник. Поскольку температура гликоля ниже 0°C, возможно замерзание контура тепловой нагрузки или теплообменника. Схема потока, изображенная на рисунке, показывает первичную/вторичную петлю насосных ходов с охладителем, установленным перед термоаккумулятором. Эта схема позволяет системе работать во всех пяти возможных режимах.

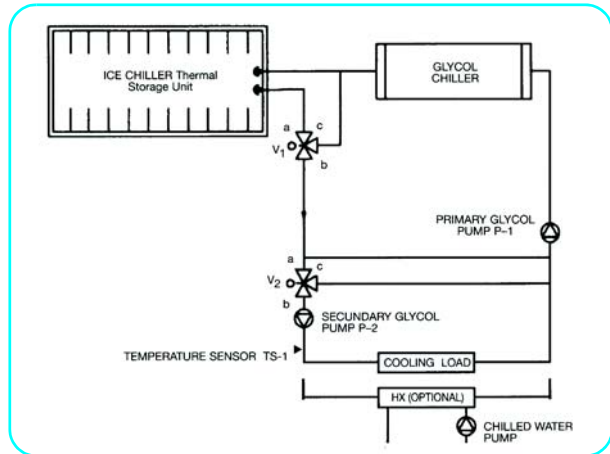


Для этой схемы применима следующая логика управления:

РЕЖИМ	ОХЛАДИТЕЛЬ	P-1	P-2	V-1	V-2
Накопление льда	Вкл	Вкл	Выкл	A-B	A-C
Накопление льда плюс охлаждение	Вкл	Вкл	Вкл	A-B	Регулировка
Охлаждение - только охладитель	Вкл	Вкл	Вкл	C-B	A-B
Охлаждение - только лед	Выкл	Вкл	Вкл	Регулировка	A-B
Охлаждение - лед плюс охладитель	Вкл	Вкл	Вкл	Регулировка	A-B

Клапаны V-1 и V-2 осуществляют регулировку, в зависимости от режима работы, в ответ на сигнал датчика температуры TS-1.

Преимущество первичной/вторичной насосной петли в том, что система может накапливать лед и обеспечивать охлаждение, не создавая опасности замерзания контура тепловой нагрузки или теплообменника. Такая схема системы также позволяет поддерживать различные скорости потоков в каждой из насосных петель. Когда скорости потоков в насосных петлях отличаются, скорость потока гликоля в первичной петле должна быть выше или равна скорости потока гликоля во вторичной петле. Если нет, то необходимо, чтобы температуры более холодного раствора гликоля из первичной петли гарантировали проектную контрольную точку датчика TS-1 (потому что он всегда будет смешиваться с теплым возвратным раствором гликоля из вторичной петли). Это снижает КПД охладителя. При очень большой разнице скоростей потоков для достижения TS-1 понадобятся отрицательные температуры выходящего из термоаккумулятора раствора гликоля (что невозможно).



Первичная/вторичная насосная петля - охладитель перед накопителем

Как и в схеме с одной петлей, в систему могут быть добавлены теплообменник и охладитель воды.

Возможны варианты этих схем, но приведенные наиболее типичны для систем с термоаккумулятором. В одном из обычных вариантов охладитель расположен после оборудования термоаккумуляции. Такая схема используется, когда температуры гликоля, выходящего из льда, не могут поддерживаться в течение всего периода охлаждения. За счет установки охладителя после льда, охладитель используется для поддержания требуемой температуры на выходе. На обеих приведенных выше схемах охладитель установлен перед накопителем льда. Это дает два значительных преимущества по сравнению со схемами, где охладитель установлен после накопителя льда. Во-первых, охладитель работает при более высоких температурах для предварительного охлаждения возвратного раствора гликоля. Это позволяет охладителю работать с более высокой производительностью, что уменьшает требуемое количество льда. Во-вторых, поскольку охладитель работает при более высоких температурах испарителя, эффективность охладителя повышается.

## Производительность охладителя

Большинство производимых охладителей способны обеспечить широкий диапазон температур гликоля на выходе, и пригодны для применений термоаккумуляции. Типы охладителей, применяемых для систем с термоаккумуляцией, включают модели с поршневыми компрессорами, ротационными винтовыми компрессорами, и с центробежным компрессором. Выбор типа охладителя определяется его мощностью, температурой гликоля на выходе, эффективностью, типом конденсатора и хладагентом. При проектировании системы с термоаккумулятором необходимо оценить мощность охладителя и температуру гликоля на выходе из него. Разные выходные температуры гликоля требуются для различных режимов работы, которые влияют на мощность охладителя. Мощность, выдаваемая охладителем при  $-5,5^{\circ}\text{C}$ , значительно ниже, чем мощность при выходной температуре гликоля  $6^{\circ}\text{C}$ .

Охладители, выбираемые для использования с термоаккумуляторами ICE CHILLER<sup>®</sup>, должны быть способны обеспечивать температуру гликоля  $-5,5^{\circ}\text{C}$  в течение 10-часового цикла накопления льда. Более длительное время накопления приводит к более высоким температурам гликоля в конце периода накопления, в то время как более короткие периоды накопления требуют, чтобы охладитель выдавал гликоль с температурой менее  $-5,5^{\circ}\text{C}$ .

Требуемая мощность охладителя может лимитировать использование конкретного типа охладителя в небольших системах. Диапазон номинальной мощности для каждого типа охладителей приведен в таблице ниже.

Тип охладителя	Диапазон номинальной мощности (кВт)
Поршневой	50 – 850 кВт
Ротационный винтовой	450 – 4200 кВт
Центробежный	600 – 7000 кВт+

Центробежные и ротационно-винтовые охладители имеют наивысшую эффективность с КПД 5,9-4,7 при выходной температуре охладителя  $6^{\circ}\text{C}$ , и с КПД 4,0-3,2 при выдаче гликоля с температурой  $-5,5^{\circ}\text{C}$ . Поршневые охладители менее эффективны и работают с КПД 4,1-3,2, выдавая гликоль с температурой  $6^{\circ}\text{C}$ , и с КПД 3,2-2,7, когда делают лед при температуре  $-5,5^{\circ}\text{C}$ .

Функцию отвода тепла в системе с термоаккумулятором может выполнять любой из тех типов хладагентных конденсаторов: с воздушным охлаждением, с водяным охлаждением, или испарительный конденсатор.

Конденсатор с воздушным охлаждением отводит тепло от хладагента и конденсирует его, обдувая воздухом ребристый змеевик, по которому циркулируют пары хладагента. Скрытая теплота хладагента удаляется за счет сухого нагрева воздуха. Мощность конденсатора определяется температурой окружающей среды по сухому термометру.

Конденсатор с водяным охлаждением и градирней отводит тепло из системы охлаждения в два этапа. Сперва хладагент конденсируется потоком воды в конденсаторе. Затем тепло отводится в атмосферу, когда вода из конденсатора охлаждается в градирне.

Испарительный конденсатор объединяет в себе конденсатор с водяным охлаждением и градирню. Он устраняет стадию отвода сухого тепла от конденсаторной воды. Это позволяет значительно приблизить температуру конденсации к проектной температуре по смоченному термометру.

При оценке производительности охладителя следует принять во внимание вариации температуры конденсации. Пониженные в ночное время температуры окружающей среды по сухому и смоченному термометру допускают более низкие температуры конденсации, что помогает компенсировать снижение мощности и эффективности охладителя.



Процент от номинальной мощности охладителя при различных выходных температурах гликоля приведен ниже.

Выходная температура гликоля	Процент от номинальной мощности*
6,0 °C	97 %
2,0 °C	85 %
-5,5 °C	66 %

*Примечание: \*Номинальная мощность охладителя рассчитывается при охлаждении воды до 60C.*

Значения номинальной мощности основаны на:

- 30°C конденсаторной воды или температуре конденсации 46°C при работе на охлаждение
- 26,5°C конденсаторной воды или температуре конденсации 40,5°C при накоплении льда

Типы хладагентов у охладителей также разные. В центробежных охладителях могут использоваться R-134a, R-123 и R-22. В поршневых и роторно-винтовых охладителях могут использоваться R-134a, R-22 и R-717 (аммиак).



# Технические условия TSU-M

## 1.0 Тер26

### моаккумулятор ICE CHILLER®

**1.1 Общие положения:** Термоаккумулятор ICE CHILLER® должен быть производства Baltimore Aircoil модели TSU-\_\_\_\_\_. Общие размеры изделия не должны превышать приблизительно \_\_\_\_\_ м на \_\_\_\_\_ м, при общей высоте не превышающей \_\_\_\_\_ м. Рабочий вес не должен превышать \_\_\_\_\_ кг.

**1.2 Тепловая производительность:** Каждый блок должен иметь латентную аккумулирующую способность \_\_\_\_\_ кВт-ч, которая должна генерироваться за \_\_\_\_\_ часов при подаче \_\_\_\_\_ л/с 25% (по весу) раствора промышленно ингибированного этилен(пропилен)гликоля. Минимальная температура гликоля, требуемая при работе в режиме накопления льда, должна составлять \_\_\_\_\_ °С. Номинальная

производительность системы должна быть предоставлена в формате, рекомендованном в Директиве Т Института воздушного кондиционирования и охлаждения (ARI). Блоки термоаккумуляторов должны иметь модульный дизайн. Конструкция блоков должна позволять монтаж блоков различного размера для оптимизации выбора блоков и минимизации требований к монтажной площади. Размеры резервуаров могут быть смешанными благодаря компоновке внутренних трубопроводов, которая создает сбалансированный поток благодаря равномерному перепаду давления в контурах змеевика.

## 2.0 Особенности конструкции

**2.1 Резервуар:** Резервуар должен быть изготовлен из толстостенных оцинкованных панелей из стали Z600 с использованием двухразрывных фланцев для структурной прочности. Стенки резервуара должны быть снабжены изоляцией с минимальной толщиной 110 мм, обеспечивающей общую изолирующую способность 3,1 м<sup>2</sup>°С/Вт. В конструкции резервуара должны использоваться две облицовки. Облицовки E.P.D.M. толщиной 1,5 мм должны быть монолитной конструкции и пригодными для работы при низких температурах. Облицовки должны быть разделены 20 мм изоляции из экструдированного полистирола. Днище резервуара должно быть изолировано 70 мм экструдированного полистирола.

**2.2 Крышки:** Блок термоаккумулятора ICE CHILLER® должен быть снабжен водонепроницаемыми секционными крышками, изготовленными из стали Z600 с горячим оцинкованием. Крышки должны иметь изоляцию из экструдированного полистирола с минимальной толщиной 50 мм.

**2.3 Секция теплопередачи:** Внутри резервуара должен находиться стальной теплообменник, изготовленный из гнутых стальных трубок с гладкой поверхностью и наружным диаметром 26,7 мм, заключенный в стальную раму. Змеевик, подвергнутый горячему оцинкованию после изготовления, должен быть

испытан под водой воздухом под давлением 1300 кПа, и номинирован для рабочего давления 1000 кПа. Секции змеевика должны иметь конфигурацию, обеспечивающую максимальную аккумулирующую емкость. Каждый блок должен быть снабжен резьбовыми соединениями.

**2.4 Смотровая трубка:** Каждый блок термоаккумулятора ICE CHILLER® должен быть снабжен смотровой трубкой, смонтированной на стенке каждого блока. Смотровая трубка, которая должна быть изготовлена из прозрачного пластика, показывает уровень воды в резервуаре и соответствующий запас льда. В качестве опции имеется эксклюзивный контроллер количества льда BAC ICE LOGIC как для ручного, так и автоматического контроля охладителя.

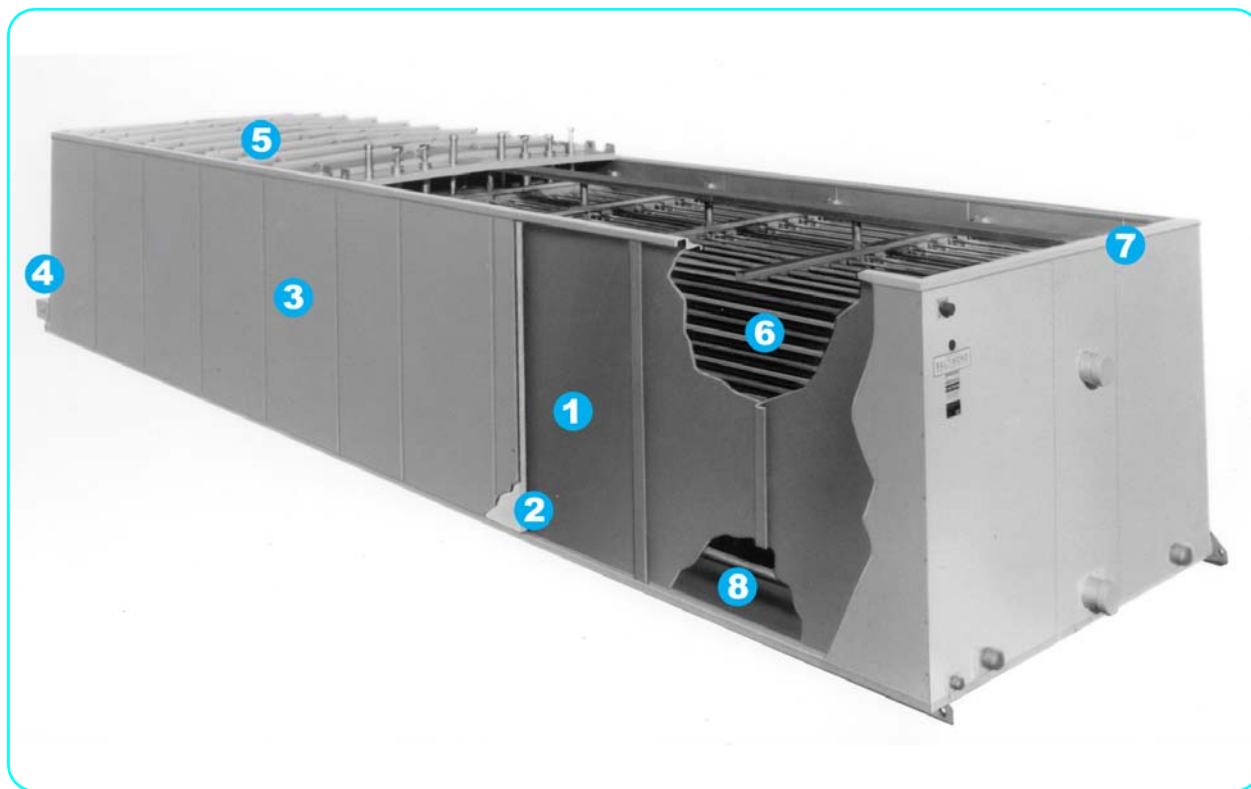
**2.5 Жидкостная система теплопередачи:** Теплоносителем должен быть промышленно ингибированный, 25% по весу раствор этиленгликоля, специально предназначенный для ОВКВ применения. Этот 25% (по весу) предназначен для обеспечения защиты от замерзания/разрыва, а также является эффективным теплоносителем в замкнутых петлевых системах на водной основе. Ингибиторы коррозии должны защищать трубы от коррозии, не загрязняя их.

TSU





# Подробности конструкции TSU- C/D - наружное таяние



### 1. Резервуар

Резервуар изготовлен из толстостенной стали Z600 с горячим оцинкованием, усиленной по всей длине структурными стальными уголками внизу и по всем четырем сторонам. Для обеспечения водонепроницаемости конструкции все стыки проварены. На все обнаженные кромки и сварные швы нанесено обогащенное цинком покрытие.

### 2. Изоляция

Между резервуаром и наружными панелями расположена изоляция из экструдированного полистирола. Изоляция имеет толщину 80 мм по бокам и на концах резервуара, и 50 мм на днище и внутри крышек.

### 3. Наружные панели

Наружные панели герметизированы по всем стыкам, обеспечивают непроницаемый для паров барьер и защищают изоляцию. Они снабжены эксклюзивной системой защиты от коррозии BAC BALTIBOND®.

### 4. Воздушный насос

Центробежный регенеративный воздуходуватель для установки на месте монтажа, подающий воздух низкого давления для перемешивания воды. Насос снабжен погодозащищенным входным воздушным фильтром и пригоден для работы вне помещений.

### 5. Крышки

Секционные изолированные крышки резервуара снабжены эксклюзивной системой защиты от коррозии BAC BALTIBOND®.

### 6. Змеевик из оцинкованной стали

- С горячим оцинкованием после изготовления (ГОПИ)
- Стальные трубки, заключенные в стальную раму
- Пневматически испытаны под давлением 15 бар (31 бар) для работы с растворами гликоля (аммиаком)
- Номинальное рабочее давление 10 бар (22 бара)

### 7. Контроллер толщины льда ICE-LOGIC (не показан)

На изделии установлено электронное многоточечное устройство контроля толщины льда. Оно снабжено управляющим реле для отключения системы охлаждения, когда накопление льда полностью завершено.

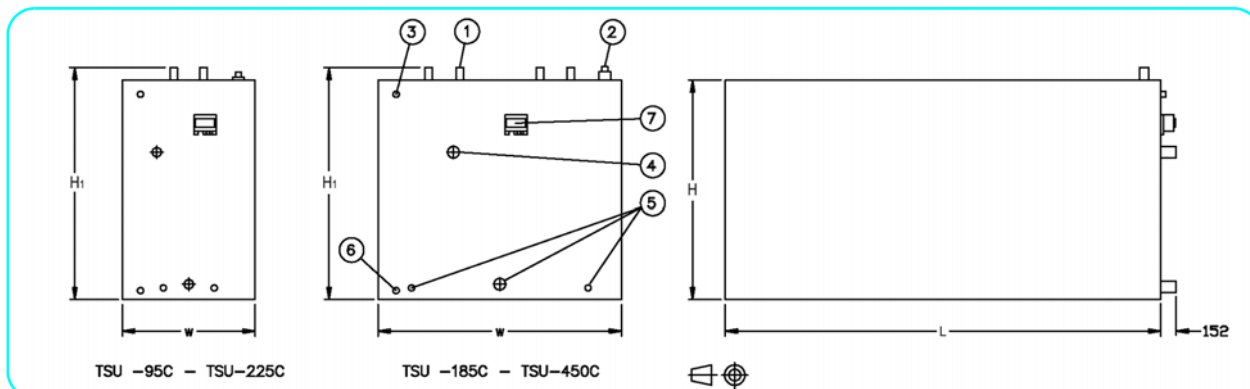
### 8. Распределение воздуха

Воздух низкого давления от воздушного насоса распределяется под змеевиками через многочисленные перфорированные ПВХ трубки.

# Технические данные TSU- C/D

## TSU-95C - TSU-225C и TSU-185C - TSU-450C

**Примечание: Не использовать для конструирования.** Пользоваться сертифицированными на заводе размерами и весами. Данная брошюра включает данные, действительные на момент публикации, которые следует подтвердить заново во время покупки. В интересах усовершенствования продукции технические характеристики, веса и размеры подлежат изменениям без предварительного уведомления. Новейшие технические данные и дополнительная информация приведены на [www.BaltimoreAircoil.com](http://www.BaltimoreAircoil.com).



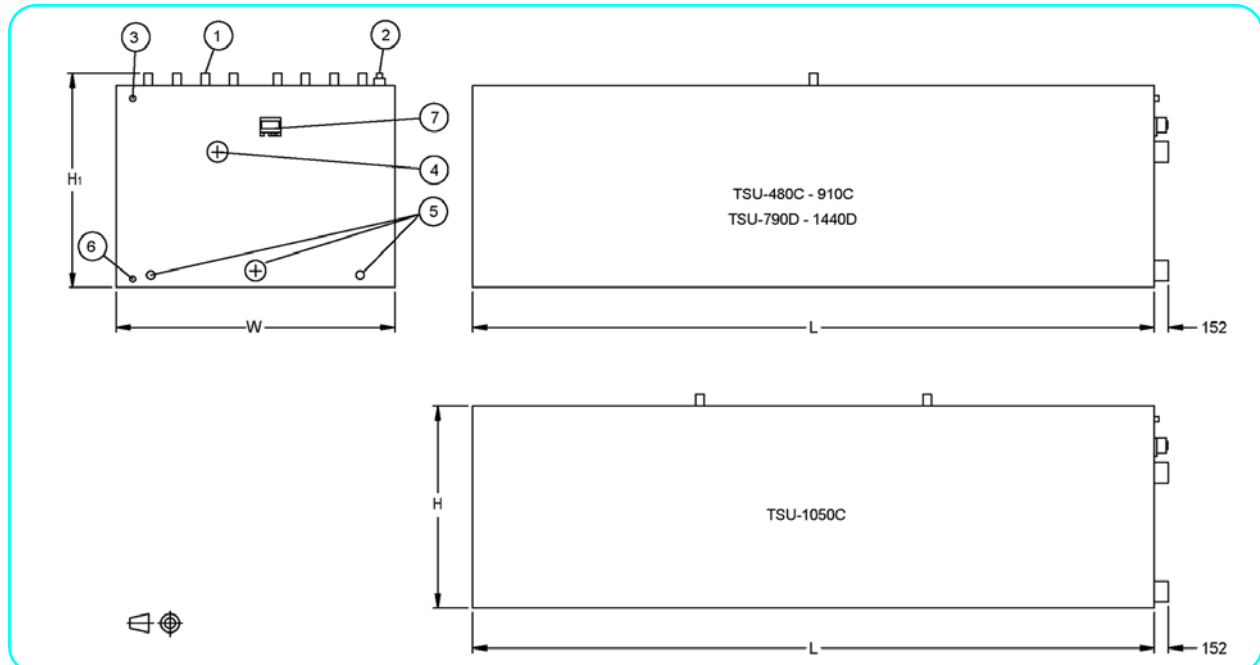
1. Соединители теплообменника; 2. Подпитка НД 50; 3. Перелив НД 50; 4. Выпуск воды; 5. Подача воды; 6. Слив НД 50; 7. ICE LOGIC®.

Модель TSU	Рабочий вес (кг)	Брутто вес (кг)	Воздушный насос (кВт)	Объем воды (л)	Объем понижения (л)	Объем змеевика (л)	Заправка R-717 (кг)	Соедин. воды Входной НД (мм)	Соедин. воды Выходной НД (мм)	H (мм)	H1 мм	L (мм)	W (мм)
TSU-95C	9370	2550	0,75	6520	165	297	128	80+2x40	80	2160	2311	3073	1308
TSU-115C	10560	2780	0,75	7440	208	340	147	80+2x40	80	2160	2311	3683	1308
TSU-120C	10980	2860	0,75	7760	227	368	159	80+2x40	80	2160	2311	3073	1600
TSU-145C	13070	3270	0,75	9390	265	453	196	80+2x40	80	2160	2311	3683	1600
TSU-170C	15240	3860	0,75	11020	303	510	220	80+2x40	80	2160	2311	4293	1600
TSU-200C	17460	4225	1,1	12640	341	566	244	100+2x50	100	2160	2311	4877	1600
TSU-225C	19550	4635	1,1	14270	379	657	281	100+2x50	100	2160	2311	5486	1600
TSU-185C	16935	4045	1,1	12270	341	595	257	100+2x50	100	2160	2360	3073	2400
TSU-230C	20205	4635	1,1	14880	416	680	294	100+2x50	100	2160	2360	3683	2400
TSU-270C	23475	5180	1,1	17450	454	821	354	100+2x50	100	2160	2360	4293	2400
TSU-310C	26970	5950	1,5	20020	530	906	391	100+2x50	100	2160	2360	4877	2400
TSU-350C	30240	6495	1,5	22640	606	1020	440	150+2x80	150	2160	2360	5486	2400
TSU-290C	25105	5495	1,5	18700	492	878	379	150+2x80	150	2160	2360	3683	2982
TSU-340C	29145	6130	1,5	21960	606	1020	440	150+2x80	150	2160	2360	4293	2982
TSU-400C	33505	7085	1,5	25120	681	1161	501	150+2x80	150	2160	2360	4877	2982
TSU-450C	37545	7765	1,5	28470	757	1275	550	150+2x80	150	2160	2360	5486	2982



## TSU-480C - TSU-1050C И TSU-790D - TSU-1440D

**Примечание: Не использовать для конструирования.** Пользоваться сертифицированными на заводе размерами и весами. Данная брошюра включает данные, действительные на момент публикации, которые следует подтвердить заново во время покупки. В интересах усовершенствования продукции технические характеристики, веса и размеры подлежат изменениям без предварительного уведомления. Новейшие технические данные и дополнительная информация приведены на [www.BaltimoreAircoil.com](http://www.BaltimoreAircoil.com).

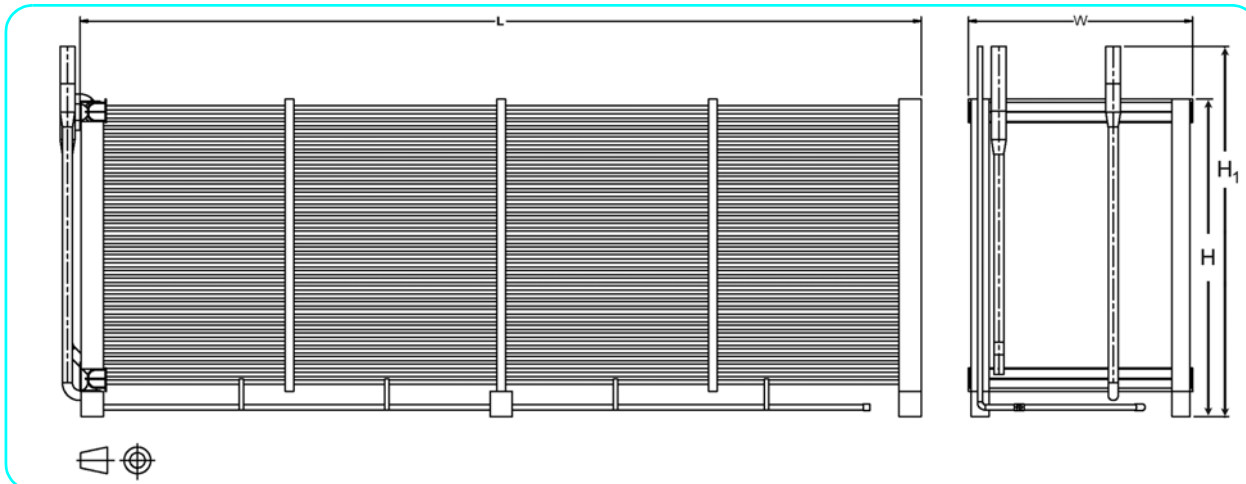


1. Соединители теплообменника; 2. Подпитка НД 50; 3. Перелив НД 50; 4. Выпуск воды; 5. Подача воды; 6. Слив НД 50; 7. ICE LOGIC®.

Модель TSU	Рабочий вес (кг)	Брутто вес (кг)	Воздушный насос (кВт)	Объем воды (л)	Объем понижения (л)	Объем змеевика (л)	Заправка R-717 (кг)	Соедин. воды Входной НД (мм)	Соедин. воды Выходной НД (мм)	H (мм)	H1 (мм)	L (мм)	W (мм)
TSU-480C	42180	8945	1,5	31610	833	1529	660	150+2x80	150	2160	2360	6096	2982
TSU-590C	50260	10355	3,0	38000	1022	1784	770	150+2x80	150	2160	2360	7290	2982
TSU-700C	58450	11670	3,0	44670	1173	2067	892	150+2x80	150	2160	2360	8509	2982
TSU-800C	67195	13620	3,0	51140	1363	2322	1002	200+2x80	200	2160	2360	9703	2982
TSU-910C	75365	14985	3,0	57610	1514	2605	1125	200+2x80	200	2160	2360	10922	2982
TSU-1050C	87805	17210	3,0	67300	1779	3115	1345	200+2x80	200	2160	2360	12725	2982
TSU-790D	68450	13790	3,0	51860	1510	2750	1187	200+2x80	200	2415	2757	7290	3582
TSU-940D	79380	15470	3,0	60570	1630	3115	1345	200+2x80	200	2415	2757	8509	3582
TSU-1080D	91270	17920	3,0	69650	1780	3455	1492	200+2x80	200	2415	2757	9703	3582
TSU-1220D	102970	19550	4,0	78360	1890	3795	1638	200+2x80	200	2415	2757	10922	3582
TSU-1440D	118940	22090	4,0	91230	2230	4330	1869	200+2x80	200	2415	2757	12725	3582

## TSC-95C - TSC-1050C И TSC-790D - TSC-1440D

**Примечание: Не использовать для конструирования.** Пользоваться сертифицированными на заводе размерами и весами. Данная брошюра включает данные, действительные на момент публикации, которые следует подтвердить заново во время покупки. В интересах усовершенствования продукции технические характеристики, веса и размеры подлежат изменениям без предварительного уведомления. Новейшие технические данные и дополнительная информация приведены на [www.BaltimoreAircoil.com](http://www.BaltimoreAircoil.com).



Модель TSC	Кол-во змеевиков	Данные по 1 змеевику						
		Брутто вес (кг)	Объем змеевика (л)	Заправка R-717 (кг)	H (мм)	H1 (мм)	L (мм)	W (мм)
TSC-95C	1	1065	297	128	1912	2260	2654	1055
TSC-115C	1	1205	340	147	1912	2260	3258	1055
TSC-120C	1	1315	368	159	1912	2260	2654	1350
TSC-145C	1	1500	453	196	1912	2260	3258	1350
TSC-170C	1	1635	510	220	1912	2260	3861	1350
TSC-200C	1	1950	566	244	1912	2260	4464	1350
TSC-225C	1	2135	651	281	1912	2260	5070	1350
TSC-185C	2	1065	297	128	1912	2260	2654	1055
TSC-230C	2	1205	340	147	1912	2260	3258	1055
TSC-270C	2	1340	410	177	1912	2260	3861	1055
TSC-310C	2	1590	453	196	1912	2260	4464	1055
TSC-350C	2	1725	510	220	1912	2260	5070	1055
TSC-290C	2	1500	453	196	1912	2260	3258	1350
TSC-340C	2	1635	510	220	1912	2260	3861	1350
TSC-400C	2	1950	566	244	1912	2260	4464	1350
TSC-450C	2	2135	651	281	1912	2260	5070	1350
TSC-480C	4	1365	380	164	1912	2260	2721	1350
TSC-590C	4	1545	462	199	1912	2260	3327	1350
TSC-700C	4	1680	519	224	1912	2260	3928	1350
TSC-800C	4	2000	574	248	1912	2260	4534	1350
TSC-910C	4	2180	660	285	1912	2260	5137	1350
TSC-1050C	6	1680	520	225	1912	2260	4030	1350
TSU-790D	4	2065	687	297	2102	2448	3327	1645
TSU-940D	4	2315	779	336	2102	2448	3931	1645
TSU-1080D	4	2720	864	373	2102	2448	4534	1645
TSU-1220D	4	2950	950	410	2102	2448	5140	1645
TSU-1440D	4	3310	1084	468	2102	2448	6045	1645

### Общие указания

1. Все размеры даны в миллиметрах. Вес указан в килограммах.
2. Изделие должно постоянно опираться на плоскую ровную поверхность.
3. Все соединения резьбовые.
4. H1 = монтажная высота. Для транспортировки и хранения змеевики закрываются пробками. Для расчета транспортировочной высоты прибавить 75 мм.
5. Указанное количество хладагента - рабочая заправка для насоса с рециркуляционной нижней подачей. В случае других систем подачи проконсультируйтесь в местном представительстве BAC Balticare.





## Змеевики на заказ для применений с наружным таянием (TSU- C/D)

Для удовлетворения требований конкретных проектов ВАС изготавливает на заказ змеевики термоаккумуляторов ICE CHILLER®. В ВАС проведены всесторонние исследования характеристик образования и таяния льда в термоаккумуляторах. В результате этих исследований и испытаний заказчик получил возможности выбора, которые не может предоставить любая другая компания в данной области.



Установка змеевиков в бетонный резервуар

ВАС в состоянии предсказать на почасовой основе, какие температуры потребуются для накопления льда на изготовленных по заказу змеевиках, причем в широком диапазоне условий и времени накопления. Для выявления конструкции, наиболее соответствующей требованиям проекта, могут быть оценены доступное физическое пространство, профиль нагрузки, температуры на выходе, производительность охладителя и последовательность операций.

Змеевики термоаккумуляторов ICE CHILLER® изготавливаются из непрерывных изогнутых стальных трубок с наружным диаметром 26,7 мм и гладкой поверхностью. Для работы с гликольным (аммиачным) хладагентом змеевики монтируются в структурной стальной раме, принимающей на себя вес пакета трубок змеевика с полной ледовой нагрузкой. После изготовления змеевики испытываются под водой на наличие утечек воздухом с давлением 15 бар (31 бар), а затем подвергаются горячему оцинкованию для защиты от коррозии.

Для максимальной производительности конфигурация трубок обеспечивает противоток гликоля в смежных контурах.

Для оптимизации транспортных расходов и сокращения времени монтажа на месте установки индивидуальные змеевики могут быть собраны на заводе в модули по два (2) змеевика. Трубопроводы для гликоля электролитически покрываются на заводе покрытием с повышенным содержанием цинка. Для подъема и окончательного позиционирования в резервуаре-хранилище модули снабжены необходимыми стальными опорами и такелажными проушинами.

## Режимы работы

Термоаккумулятор ICE CHILLER® работает в двух основных режимах или циклах. Возможная комбинация этих рабочих циклов обеспечивает гибкость, необходимую для удовлетворения ежедневной потребности в ОВКВ или охлаждении. Однако для оптимизации производительности системы следует избегать длительных периодов одновременной циркуляции гликоля или аммиака по трубкам змеевика и циркуляции воды через ICE CHILLER®.

**Накопление льда:** В этом цикле работы происходит генерация и накопление льда за счет циркуляции аммиака или 30% (по весу) ингибированного раствора этилен(пропилен)гликоля по змеевикам в термоаккумуляторе ICE CHILLER®. В таблице ниже приведены типичные температуры для циклов накопления льда длительностью 8, 10 и 14 часов. В начале цикла накопления льда температуры будут выше, а в конце цикла накопления льда температуры будут ниже.

Мощность блока и средние температуры при работе на гликоле											
Модель TSU	Номинальная мощность (кВт·ч)	Поток (л/с)	Δр	Время накопления (ч) и температура гликоля (°С)							
				8 ч		10 ч		12 ч		14 ч	
				Входная	Выходная	Входная	Выходная	Входная	Выходная	Входная	Выходная
TSU-95C	325	2,4	111,0	-8,8	-4,4	-6,9	-3,4	-5,8	-2,8	-5,0	-2,4
TSU-115C	404	2,4	130,3	-9,4	-3,8	-7,4	-2,9	-6,2	-2,4	-5,3	-2,1
TSU-120C	422	2,8	100,7	-9,0	-4,2	-7,1	-3,2	-5,9	-2,7	-5,1	-2,3
TSU-145C	510	2,8	117,9	-9,5	-3,7	-7,5	-2,8	-6,3	-2,4	-5,4	-2,1
TSU-170C	597	2,8	134,4	-10,0	-3,2	-7,9	-2,4	-6,6	-2,1	-5,7	-1,8
TSU-200C	703	5,4	71,0	-8,7	-4,4	-6,9	-3,4	-5,8	-2,9	-4,9	-2,5
TSU-225C	791	5,4	78,6	-9,0	-4,2	-7,1	-3,2	-5,9	-2,7	-5,1	-2,3
TSU-185C	650	4,7	111,0	-8,8	-4,4	-6,9	-3,4	-5,8	-2,8	-5,0	-2,4
TSU-230C	808	4,7	130,3	-9,4	-3,8	-7,4	-2,9	-6,2	-2,4	-5,3	-2,1
TSU-270C	949	8,5	63,4	-8,4	-4,8	-9,6	-3,7	-5,6	-3,1	-4,8	-2,7
TSU-310C	1090	8,5	71,0	-8,7	-4,5	-6,8	-3,5	-5,7	-2,9	-4,9	-2,5
TSU-350C	1230	8,5	78,6	-8,9	-4,3	-7,1	-3,3	-5,9	-2,8	-5,1	-2,4
TSU-290C	1020	5,7	117,9	-9,5	-3,7	-7,5	-2,8	-6,3	-2,4	-5,4	-2,1
TSU-340C	1195	5,7	134,4	-10,0	-3,2	-7,9	-2,4	-6,6	-2,1	-5,7	-1,8
TSU-400C	1406	10,7	71,0	-8,7	-4,4	-6,9	-3,4	-5,8	-2,9	-4,9	-2,5
TSU-450C	1582	10,7	78,6	-9,0	-4,2	-7,1	-3,2	-5,9	-2,7	-5,1	-2,3
TSU-480C	1688	10,7	93,8	-9,2	-4,1	-7,2	-3,1	-6,1	-2,6	-5,2	-2,2
TSU-590C	2075	10,7	108,2	-9,7	-3,4	-7,7	-2,6	-6,4	-2,2	-5,6	-1,9
TSU-700C	2462	11,4	135,8	-10,1	-3,1	-8,0	-2,3	-6,7	-1,9	-5,8	-1,7
TSU-800C	2813	21,5	72,4	-8,7	-4,4	-6,9	-3,4	-5,8	-2,9	-4,9	-2,5
TSU-910C	3200	21,5	79,3	-9,0	-4,2	-7,1	-3,2	-5,9	-2,7	-5,1	-2,3
TSU-1050C	3692	17,0	137,3	-10,1	-3,1	-8,0	-2,4	-6,7	-2,0	-5,7	-1,7
TSU-790D	2776	27,4	73,1	-8,2	-5,0	-6,5	-3,8	-5,4	-3,2	-4,7	-2,8
TSU-940D	3303	27,4	82,7	-8,6	-4,6	-6,7	-3,6	-5,7	-3,0	-4,8	-2,6
TSU-1080D	3795	27,4	91,7	-8,8	-4,4	-7,0	-3,3	-5,8	-2,8	-5,0	-2,4
TSU-1220D	4287	27,4	100,7	-9,1	-4,1	-7,2	-3,1	-6,1	-2,6	-5,2	-2,3
TSU-1440D	5060	27,4	114,5	-9,6	-3,6	-7,6	-2,7	-6,3	-2,3	-5,4	-2,0

Мощность блока при работе на аммиаке					
Модель TSU	Подача хладагента циркуляционным насосом	Подача хладагента самотеком	Модель TSU	Подача хладагента циркуляционным насосом	Подача хладагента самотеком
	Номинальная мощность кВт·ч	Номинальная мощность кВт·ч		Номинальная мощность кВт·ч	Номинальная мощность кВт·ч
TSU-95C	318	270	TSU-400C	1322	1164
TSU-115C	389	331	TSU-450C	1470	1322
TSU-120C	404	344	TSU-480C	1656	1417
TSU-145C	492	425	TSU-590C	2015	1737
TSU-170C	580	506	TSU-700C	2356	2018
TSU-200C	661	583	TSU-800C	2683	2366
TSU-225C	735	668	TSU-910C	2982	2680
TSU-185C	636	545	TSU-1050C	3576	3116



Мощность блока при работе на аммиаке					
Модель TSU	Подача хладагента циркуляционным насосом		Модель TSU	Подача хладагента самотеком	
	Номинальная мощность кВт-ч	Номинальная мощность кВт-ч		Номинальная мощность кВт-ч	Номинальная мощность кВт-ч
TSU-230C	777	668	TSU-790D	2704	2281
TSU-270C	910	798	TSU-940D	3170	2692
TSU-310C	1037	921	TSU-1080D	3615	3073
TSU-350C	1157	1041	TSU-1220D	4040	N.A.
TSU-290C	984	847	TSU-1440D	4639	N.A.
TSU-340C	1160	1009			

Температуры при работе на аммиаке									
Расчетная температура испарителя Подача хладагента циркуляционным насосом °C					Расчетная температура испарителя Подача хладагента самотеком °C				
Фактор хранения	Время накопления				Фактор хранения	Время накопления			
	8 ч	10 ч	12 ч	14 ч		8 ч	10 ч	12 ч	14 ч
1,00	-6,1	-4,9	-4,1	-3,6	1,00	-5,8	-4,8	-4,2	-3,7
1,05	-5,7	-4,6	-3,9	-3,4	1,05	-5,5	-4,6	-3,9	-3,5
1,10	-5,3	-4,3	-3,7	-3,2	1,10	-5,2	-4,3	-3,7	-3,3
1,15	-5,0	-4,1	-3,5	-3,0	1,15	-5,0	-4,1	-3,6	-3,2
1,20	-4,7	-3,9	-3,3	-2,8	1,20	-4,7	-3,9	-3,4	-3,0
1,25	-4,5	-3,7	-3,1	-2,7	1,25	-4,5	-3,8	-3,3	-2,9
1,30	-4,3	-3,5	-3,0	-2,6	1,30	-4,3	-3,6	-3,1	-2,8

**Таяние льда:** В этом рабочем цикле теплая возвратная вода охлаждается за счет прямого контакта со льдом, хранящимся в модульном термоаккумуляторе ICE CHILLER®.

## Схема системы

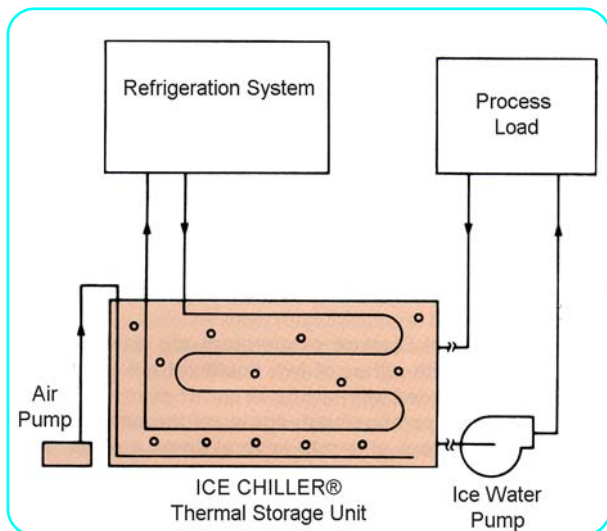
Базовая система хранения льда включает термоаккумулятор ICE CHILLER®, систему охлаждения и насос талой воды, как показано ниже. Блок ICE CHILLER® состоит из многотрубчатого змеевика, погруженного в изолированный резервуар с водой. Для защиты от коррозии и змеевик, и резервуар изготовлены из стали с горячим оцинкованием.

При отсутствии тепловой нагрузки система охлаждения работает в режиме накопления льда на наружной поверхности змеевика. Охлаждение осуществляется за счет подачи хладагента непосредственно в змеевик. Для улучшения теплопередачи во время цикла накопления льда, вода перемешивается пузырьками воздуха, поступающими из распределительной системы низкого давления, расположенной под змеевиком. Когда толщина льда достигает расчетной, эксклюзивный контроллер толщины льда BAC ICE-LOGIC посылает сигнал на отключение системы охлаждения.

Когда для охлаждения требуется холодная вода, включается насос холодной воды и начинается цикл таяния. Теплая возвратная вода, поступающая из контура тепловой нагрузки, циркулирует через резервуар ICE CHILLER® и охлаждается за счет прямого контакта с тающим льдом. Во время этого цикла вода в резервуаре также перемешивается для улучшения теплообмена, при этом типично обеспечивается постоянная подача воды с температурой 1°C или менее.

Схема с замкнутой петлей охлажденной воды приведена ниже. В этой системе теплая возвратная вода, поступающая из контура тепловой нагрузки, прокачивается через теплообменник и охлаждается талой водой из блока ICE CHILLER®.

Для получения более детальной информации о конструкции и работе термоаккумуляторов BAC ICE CHILLER® обращайтесь в местное представительство BAC Balticare.



Основная схема - наружное таяние

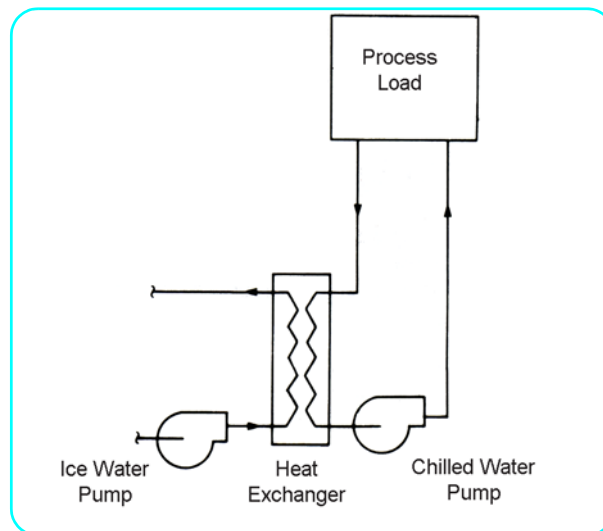


Схема с промежуточным теплообменником



# Технические условия TSU- C/D



## 1.0 Термоаккумулятор ICE CHILLER®

**1.1 Общие положения:** Термоаккумулятор ICE CHILLER® должен быть производства Baltimore Aircoil модели TSU-\_\_\_\_\_. Общие размеры изделия не должны превышать приблизительно \_\_\_\_\_ м на \_\_\_\_\_ м, при общей высоте не превышающей \_\_\_\_\_ м. Рабочий вес не должен превышать \_\_\_\_\_ кг.

**1.2 Тепловая производительность:** Каждый блок должен иметь термоаккумулирующую мощность \_\_\_\_\_ кВт-ч, работая с \_\_\_\_\_ хладагентом, и время накопления \_\_\_\_\_ часов при номинальной температуре испарителя \_\_\_\_\_ °С.

## 2.0 Особенности конструкции

**2.1 Резервуар:** Резервуар должен быть изготовлен из толстостенной стали Z600 с горячим оцинкованием и усилен по всей длине структурными уголками вниз и по всем четырем сторонам. Для обеспечения водонепроницаемости все стыки должны быть проварены. На все обнаженные кромки и сварные швы должно быть нанесено обогащенное цинком покрытие.

**2.2 меевик:** Змеевик должен быть изготовлен из гнутых стальных трубок с гладкой поверхностью и пневматически испытан под водой под давлением 15 бар (31 бар при работе с аммиаком). Змеевик должен быть смонтирован в стальной раме, а вся конструкция подвергнута горячему оцинкованию после изготовления. Для использования с аммиачным хладагентом должен быть снабжен соединением для продувки для техобслуживания масла.

**2.3 Изоляция:** Между резервуаром и наружными панелями должна быть расположена изоляция из экструдированного полистирола. Изоляция должна иметь толщину 80 мм по бокам и на концах резервуара, и 50 мм на днище и внутри крышек.

**1.3 Опыт:** Производители, подающие заявки на оборудование в данной спецификации, должны иметь в производстве стандартную модель этого изделия, которая производится и используется не менее 3 лет. Производитель должен предоставить доказательства того, что это оборудование успешно работало не менее чем в 50 применениях, где использовались тот же хладагент и указанная компоновка системы накопления и таяния льда.

**2.4 Наружные панели:** Наружные панели, герметизированные по всем стыкам, обеспечивают непроницаемый для паров барьер и защищают изоляцию. Они снабжены эксклюзивной системой защиты от коррозии BAC BALTIBOND®.

**2.5 Крышки:** Блок(и) термоаккумулятора ICE CHILLER® должен быть снабжен секционными изолированными крышками, снабженными системой защиты от коррозии BALTIBOND®.

**2.6 Контроль толщины льда:** На змеевике должен быть смонтирован датчик для отключения компрессора хладагента после полного накопления льда.

**2.7 Воздушный насос:** Центробежный регенеративный воздухоподогреватель для установки на месте монтажа, подающий воздух низкого давления для перемешивания воды. Насос снабжен погодозащищенным входным воздушным фильтром и пригоден для работы вне помещений.

**2.8 Распределитель воздуха:** Воздух низкого давления должен распределяться через многочисленные перфорированные ПВХ трубки.

Термоаккумуляторы

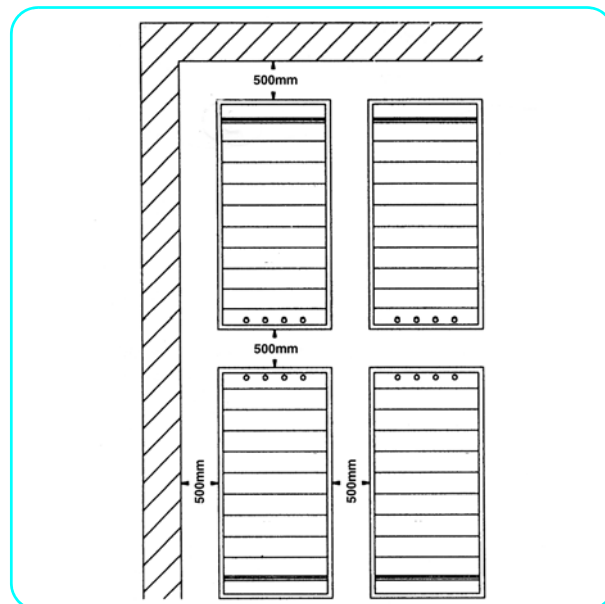
# Технический анализ изделий ICE CHILLER®

## Монтаж

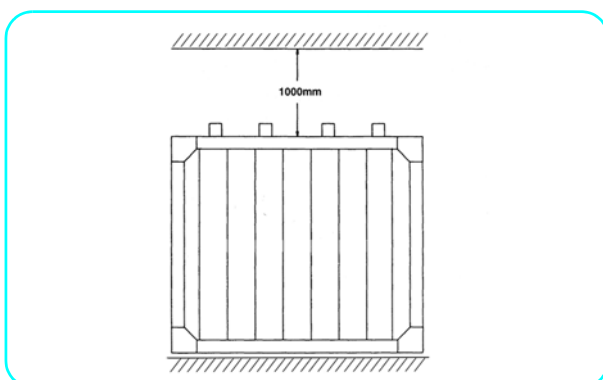
Термоаккумуляторы ICE CHILLER® должны устанавливаться на непрерывную, плоскую и ровную поверхность. Уклон плиты не должен превышать 3 мм на 3 метра длины - см. рисунок: "Нормы компоновки изделия". Изделия должны располагаться таким образом, чтобы между ними и прилегающими стенами оставался достаточный промежуток для легкого доступа. При монтаже нескольких изделий рекомендуется минимальное расстояние между изделиями в 50 см.

При монтаже в помещениях также применимы описанные выше требования к выравниванию и доступу. Изделия следует размещать вблизи от стока в полу на случай, если их потребуется опорожнить. Для должного монтажа трубопроводов над резервуаром должен оставаться просвет не менее 1 метра. На

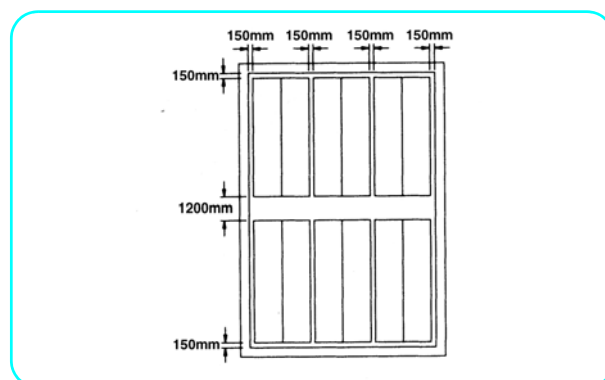
рисунке внизу показан рекомендуемый верхний просвет для термоаккумуляторов ICE CHILLER®. Когда изделия должны быть установлены в помещении, доступ в которые ограничен, возможна поставка термоаккумуляторов BAC ICE CHILLER® в разобранном виде. Монтаж разобранных изделий потребует помощи заводского персонала для сборки этого оборудования на месте установки. Для получения дополнительной информации обращайтесь в местное представительство BAC Balticare. Для крупных проектов BAC предоставит термоаккумуляторы ICE CHILLER® для установки в изготовленные на месте бетонные резервуары. Такое предложение продукции демонстрирует дизайн и универсальность изделий BAC. Когда требуются змеевики, производственные возможности BAC позволяют изготавливать змеевики с размерами и конфигурациями, необходимыми для удовлетворения конкретных требований по производительности и месту установки. Проект бетонного резервуара должен быть выполнен квалифицированным инженером-строителем. На рисунке внизу указаны нормы компоновки змеевиков термоаккумуляторов ICE CHILLER®. Силы выталкивания, возникающие из-за разницы в плотности льда и воды, требуют установки над змеевиками прижимных уголков. Это предотвратит всплывание змеевиков в перенагруженном состоянии. При крупных проектах, где необходимы змеевики ICE CHILLER®, обращайтесь в местное представительство BAC Balticare за информацией по выбору и размерам изделий.



Нормы компоновки изделия



Рекомендуемый верхний просвет



Нормы компоновки змеевиков

## Трубопроводы изделия

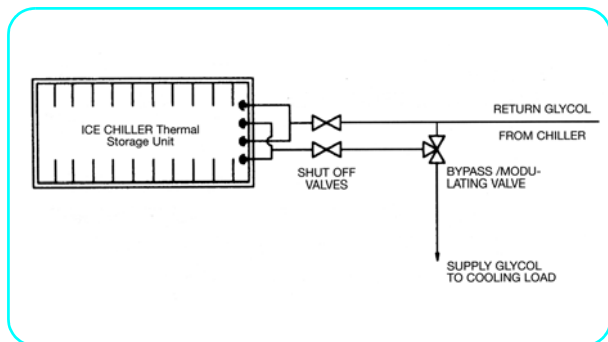
Подводка трубопроводов к термоаккумуляторам ICE CHILLER® должна производиться в соответствии с установленными нормативами и руководствами. Соединения змеевиков в изделии изготовлены из оцинкованной стали и снабжены пазами для механической состыковки.

В проектах с одним резервуаром каждая пара коллекторных соединений змеевика должна включать отсечный клапан, чтобы изделие могло быть изолировано от системы. На рисунке внизу показана компоновка клапанов для одного изделия. Рекомендуется включить в трубопровод байпасную линию, чтобы система могла работать без термоаккумулятора ICE CHILLER® в насосной петле. Этот байпас может быть включен в схему трубопроводов путем установки трехходового / регулировочного клапана. Этот клапан может также использоваться для управления температурой гликоля, выходящего из термоаккумулятора. Следует установить вентили температуры и давления, позволяющие облегчить балансировку потока и устранение проблем в системе. Между отсечными клапанами и соединениями змеевика необходимо установить предохранительный клапан, установленный на максимальное давление 10 бар, чтобы защитить змеевики от избыточного давления, вызванного гидравлическим расширением. Предохранительный клапан должен сбрасывать давление в ту часть системы, которая способна компенсировать расширение.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Система должна включать расширительный бак для компенсации изменений объема жидкости. В высоких точках насосной петли должны иметься выпускные отверстия адекватного размера для удаления из системы захваченного воздуха. В тех случаях, когда наивысшими точками насосной петли являются трубопроводы резервуаров, в трубопроводы над изделиями необходимо встроить продувочные вентили для удаления из системы избыточного воздуха.

На рисунке внизу показана схема с реверсным возвратом для нескольких блоков, установленных параллельно. Использование реверсного возврата рекомендуется для обеспечения балансировки потока к каждому из блоков. Вместо балансировочных клапанов могут быть использованы отсечные клапаны каждого блока.

Когда устанавливается большое количество термоаккумуляторов ICE CHILLER®, систему следует разделить на группы блоков. После этого от балансировки каждого блока можно отказаться и установить общий балансировочный клапан на каждую группу блоков. Отсечные клапаны для изоляции индивидуальных блоков следует установить, но не использовать для балансировки потока гликоля к блоку.



Компоновка клапанов для одного изделия

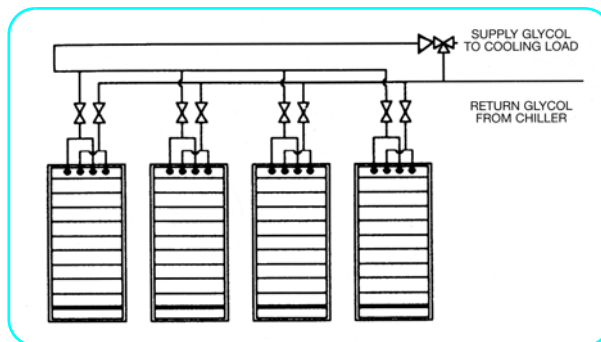


Схема с реверсным возвратом

## Регуляторы

Имеется регулятор запаса, выдающий сигнал 4-20 мА. Этот регулятор следует использовать для определения количества льда в накопителе и для прекращения цикла накопления льда. Полное описание работы регулятора приведено в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.