

SAKADA Engineering

Т/Ф: +7(727) 272 1352, 272 2405, 272 2149 Моб. +7 701 744 9674 E-mail: y.dubodelov@sakada.kz
www.sakada.kz

**Компания ТОО «SAKADA Engineering», Казахстан является
Официальным и Эксклюзивным Партнёром-Представителем
технологии аккумуляции холода компаний
GRYOGEL FRANCE (Франция) и AIRCLIMA-RESEARCH (Франция)
на территории стран СНГ, включая Республику Казахстан.**

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ GRYOGEL (Франция) для промышленных холодильных установок и установок для кондиционирования воздуха с аккумуляцией холода

С ростом дефицита и цен на энергоносители и в связи с возрастающей важностью вопросов, связанных с экологической безопасностью при использовании хладагентов в промышленных холодильных установках и в установках для кондиционирования воздуха, проблемы энергоснабжения приобретают всё большую актуальность.

В промышленных холодильных установках и крупных системах кондиционирования воздуха (СКВ) широко используются различные источники холодоснабжения - холодильные установки (чиллеры, холодильные централи, конденсаторные агрегаты и др.).

В СКВ доля водоохлаждающих холодильных установок составляет не менее 80%. Поэтому **достижение экологической безопасности и энергосбережение** в холодильных установках именно этого класса оборудования (не исключая иное) может способствовать успешному выполнению программы энергосбережения, особенно в связи с участвовавшими энергетическими коллизиями в Казахстане.

Снижение энергопотребления, а следовательно и экологическая безопасность, во многом определяется **на этапе проектирования** конкретного объекта путем выбора схемы, подбора оборудования и алгоритма работы. При проектировании СКВ расчетные параметры наружного воздуха должны соответствовать СНиП 2.04.05-91. Для территории Казахстана расчетная температура не превышает +35°C, однако для охладителей жидкости с воздушным охлаждением конденсатора принимают другие расчетные условия: температура окружающего воздуха +40°C-+42°C, температура воды на выходе чиллера +7 °С, на входе +12 °С.

Одним из важных моментов при проектировании является учет неравномерности нагрузки на СКВ во времени.

Нередко подбор оборудования производят по пиковым нагрузкам, что приводит к необходимости увеличивать производительность СКВ на 30–40 % относительно допиковой нагрузки. Так, в системах кондиционирования офисных помещений в летний период пиковые нагрузки возникают с 12 до 15 часов, в то же время ночью СКВ практически не используется. Перепад суммарных теплопритоков достигает значений 2,5–3,0.

Пиковые нагрузки возникают в супер- и гипермаркетах, во многих технологических процессах, например, на молочных фермах, где объем молока необходимо охладить в течение 2–3 часов после удоя, на пивзаводах и т.п.

Для уменьшения установочной производительности СКВ и обеспечения технологических или комфортных условий при пиках нагрузки, а, следовательно, и для

SAKADA Engineering

Т/Ф: +7(727) 272 1352, 272 2405, 272 2149 Моб. +7 701 744 9674 E-mail: y.dubodelov@sakada.kz
www.sakada.kz

достижения экологической безопасности и энергосбережения могут использоваться аккумуляторы холода, **принцип работы которых состоит в следующем:**

до наступления пиковой нагрузки холодильная машина включается на полную мощность и в резервуарах-охладителях замораживается вода или охлаждается жидкость с отрицательной температурой замерзания. В период пика путем отбора холода ото льда (плавление) или охлажденной жидкости пополняют недостающую производительность холодильной машины. Сезонные пиковые нагрузки, характерные для СКВ, можно сглаживать путем отбора холода ото льда, накапливаемого в изотермических контейнерах в межсезонье.

Аккумулировать холод можно с температурами ниже 0°C, используя эвтектические растворы этиленгликоля, солей хлористого калия, хлористого натрия, хлористого магния и др. Известно несколько способов аккумуляции холода.

Аккумуляция холода путем намораживания льда на поверхности испарителя.

Одним из недостатков аккумуляторов с намораживанием льда на поверхности испарителя являются небольшие площади теплообмена лед-вода. В связи с этим необходимо принимать меры по интенсификации теплообмена, например, активно перемешивать лед в процессе отвода или увеличивать циркуляцию охлажденной воды. Но даже при принятии указанных мер, температура воды в часы пик несколько повышается.

Второй недостаток – понижение температуры кипения холодильного агента из-за увеличения сопротивления теплопередачи слоя льда в процессе намораживания.

Несмотря на эти недостатки, аккумуляторы с намораживанием на поверхности испарителя используются в ряде оборудования, например, в установках для охлаждения молока при транспортировании.

Аккумуляция холода льдоводяной смесью («снежная каша», «жидкий лёд»).

В этом типе аккумуляторов лед вырабатывается при помощи льдогенератора и сыпается в аккумулятор. В аккумуляторе образуется смесь льда и воды – «шуга».

Поверхность теплообмена лед-вода в этом способе значительно больше, чем в аккумуляторах с накоплением льда на поверхности испарителя, аккумуляция холода происходит при постоянной температуре кипения хладагента в льдогенераторе. Важным преимуществом аккумуляторов холода с чешуйчатым льдом является отбор воды постоянной температуры +1 °С даже при пиковой нагрузке.

Недостатком аккумуляторов с льдоводяной смесью является необходимость перемешивания льдоводяной смеси и низкая температура кипения холодильного агента, снижающая показатели работы холодильных машин.

АККУМУЛЯЦИЯ ХОЛОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАПСУЛ-ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ.

Такой способ аккумуляции использован в оборудовании французской фирмы **CRYOGEL**, Эксклюзивным Партнёром-Представителем в Казахстане которой является компания **SAKADA Engineering**.

Этот способ состоит в том, что лед в аккумуляторе холода не имеет непосредственного контакта с охлаждающей жидкостью, а образуется в полиэтиленовых капсулах-накопителях. Аккумулятор холода, представляющий собой теплоизолированный резервуар, заполняется такими капсулами. Капсулы отливаются под давлением из полиэтилена высокой плотности и заполняются специальной жидкостью.

В аккумуляторе циркулирует жидкий теплоноситель (например, водный раствор этиленгликоля) с температурой ниже 0°C, вызывая кристаллизацию жидкости внутри

SAKADA Engineering

Т/Ф: +7(727) 272 1352, 272 2405, 272 2149 Моб. +7 701 744 9674 E-mail: y.dubodelov@sakada.kz

www.sakada.kz

заполнителей. Тем самым достигается аккумулирование энергии в виде скрытой теплоты кристаллизации в период фазового перехода из жидкого состояния в твердое. Шарообразная форма капсул обеспечивает большую площадь теплообмена. Используя различные жидкости, как для охлаждения, так и для заполнения капсул, можно задавать температуру льдообразования.

Предлагается ряд баков-аккумуляторов объемом от 2 до 100 м³ (Табл.1) и капсулы-заполнители диаметром 96 мм для СКВ и 77 мм для холодильных установок, с допустимым диапазоном рабочих температур от -40°C до +60 °C (рис. 1, Табл.2).

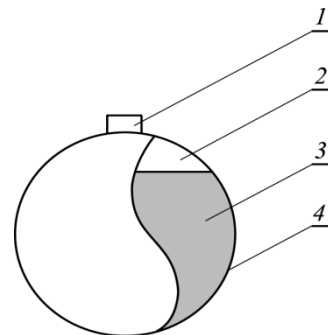


Рис. 1. Капсула-заполнитель:

1 – пробка, 2 – воздух,
3 – материал-заполнитель,

4 – оболочка из полиолефина

AS 27 – тепловые насосы;

AC – системы кондиционирования воздуха;

S 00 – компьютерные помещения;

SN 03 – молочная промышленность;

SN 06 – центральные кухни;

SN 10 – коптильни, пивоварни;

SN 15 – предприятия мясной промышленности;

SN 18 – фармацевтическая промышленность;

SN 21 – обеспечение химических процессов;

SN 26, SN 29-33 – химические производства.

Таблица 1. Технические характеристики баков-аккумуляторов фирмы CRYOGEL

Объем, м ³	Наружный диаметр, мм	Общая длина, мм	Занимаемая площадь, м ²	Масса PN 4,5 бар, кг	Объем охлаждаемой жидкости, м ³
2	950	2980	2,83	660	0,77
5	1250	4280	5,35	1050	1,94
10	1600	5240	8,38	1890	3,88
15	1900	5610	10,66	2540	5,82
20	1900	7400	14,06	3200	7,77
30	2200	8285	18,23	4580	11,64
50	2500	10640	26,6	6860	19,40
70	3000	10425	31,28	8400	27,16
100	3000	14770	44,31	11700	38,80

Упрощенная гидравлическая схема (основные элементы), по которой можно проследить принцип работы аккумуляторов холода CRYOGEL, представлена на рис. 2.

SAKADA Engineering

Т/Ф: +7(727) 272 1352, 272 2405, 272 2149 Моб. +7 701 744 9674 E-mail: y.dubodelov@sakada.kz
www.sakada.kz

Рис. 2. Гидравлическая схема аккумуляторов холода:

а – накопление холода в аккумуляторе; *б* – прямое охлаждение;

в – прямое охлаждение и накопление холода в аккумуляторе;

г – разрядка аккумулятора холода;

д – разрядка аккумулятора холода и прямое охлаждение;

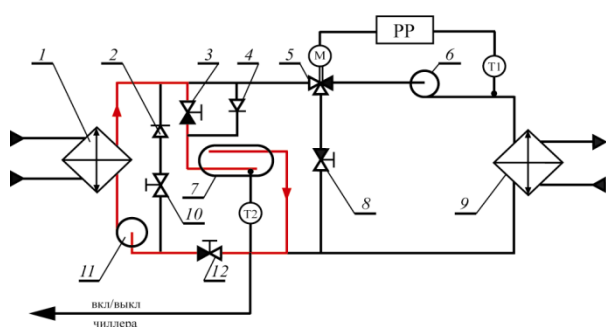
клапаны;

1 – теплообменник водоохладителя; 2, 4 – обратные

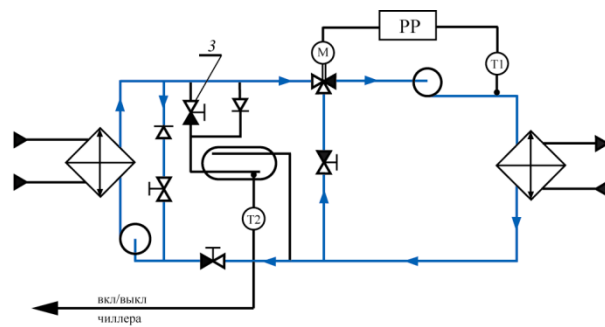
насосы;

3, 10, 8, 12 – вентили; 5 – трехходовой вентиль; 6, 11 –

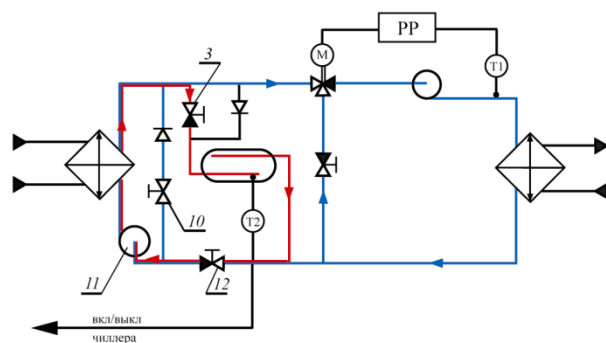
7 – аккумулятор холода; 9 – теплообменник кондиционера



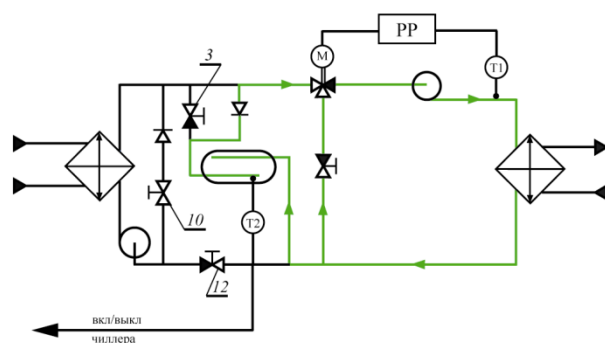
а



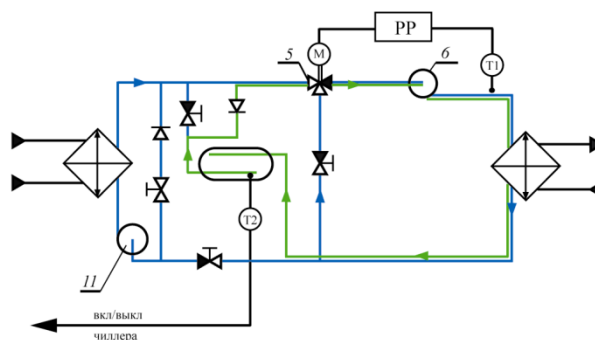
б



в



г



д

SAKADA Engineering

T/Ф: +7(727) 272 1352, 272 2405, 272 2149 Моб. +7 701 744 9674 E-mail: y.dubodelov@sakada.kz
www.sakada.kz

Схема состоит из двух контуров – первичного и вторичного. Первичный контур служит для зарядки аккумулятора холода. В этом контуре охлаждающая жидкость циркулирует с постоянным расходом и изменяющейся температурой. Во вторичном контуре охлаждающая жидкость циркулирует с постоянной температурой, но с переменным расходом.

В теплообменнике (испарителе) водоохладителя (рис. 2, поз. 1) фреон испаряется и понижает температуру охлаждающей жидкости.

Насосы (6) и (11) обеспечивают циркуляцию жидкости по первичному и вторичному контурам. Регулировка расхода охлаждающей жидкости по вторичному контуру осуществляется трехходовым вентилем (5).

Работа системы включает 5 режимов.

Режим накопления холода в аккумуляторе (рис. 2, а)

В период, когда не требуется охлаждать нагрузку (в СКВ – помещение), работает только первичный контур. Температура охлаждающей жидкости понижается до температуры, меньшей точки кристаллизации заполнителя в капсулах. Фазовое состояние заполнителя изменяется, при этом абсорбируется энергия охлаждения. В этом режиме работает только насос (11), открыты клапаны (3) и (12), а трехходовой вентиль (5) закрыт полностью.

По мере кристаллизации коэффициент теплопередачи постепенно уменьшается и температура охлаждающей жидкости понижается. Понижение температуры характеризует окончание цикла зарядки. По установленной температуре термостат Т2 отключает холодильную машину.

Режим прямого охлаждения (рис. 2, б)

В случае, когда аккумулятор холода заряжен, а нагрузка не превышает установочной производительности водоохладителя, реализуется режим прямого охлаждения. Вентиль (3) закрыт, регулировка производительности осуществляется трехходовым вентилем по температуре охлажденной жидкости. Подача жидкости по контуру осуществляется насосами (6) и (11).

Режим прямого охлаждения и накопления холода в аккумуляторе (рис. 2, в)

Данный режим используется, когда потребность в холоде меньше производительности водоохладителя, а температура жидкости выше заданной. В этом режиме работают насосы (6) и (11). Клапан (10) закрыт. Накопление холода осуществляется через клапан (3) до срабатывания термостата. Регулировка производительности производится трехходовым вентилем по датчику Т1.

Режим разрядки аккумулятора холода (рис. 2, г)

В случае если необходимо провести регламентные и ремонтные работы с чиллером, используется холод, накопленный в аккумуляторе. В этом режиме клапаны (3), (10) и (12) закрыты, компрессор холодильной машины выключен и в теплообменник кондиционера поступает жидкость, охлаждаемая в аккумуляторе холода.

Режим разрядки аккумулятора холода и прямое охлаждение (рис. 2, д)

При пиковых нагрузках, когда производительности водоохладителя недостаточно, аккумулятор холода включается на разрядку. Насосы (6) и (11) работают, регулировка производительности осуществляется трехходовым вентилем (5).

SAKADA Engineering

T/Ф: +7(727) 272 1352, 272 2405, 272 2149 Моб. +7 701 744 9674 E-mail: y.dubodelov@sakada.kz
www.sakada.kz

Тип	Температура фазового перехода, °С	Скрытая теплота, кВт·ч/м³	Явная теплота		Теплота преобразования		Удельный вес, кг/м³	Допустимый диапазон температур, °С
			льда, кВт·ч/м³·К	жидкости, кВт·ч/м³·К	плавления, кВт/м³·К	кристаллизации, кВт/м³·К		
SN.33	-33	44,6	0,7	1,08	1,6	2,2	724	- 40...+6 0
SN.29	-28,9	39,3	0,8	1,15	1,6	2,2	681	
SN.26	-26,2	47,6	0,85	1,2	1,6	2,2	704	
SN.21	-21,3	39,4	0,7	1,09	1,6	2,2	653	
SN.18	-18,3	47,5	0,9	1,24	1,6	2,2	706	
IN.15	-15,4	46,4	0,7	1,12	1,6	2,2	602	- 25...+60
IN.12	-11,7	47,7	0,75	1,09	1,6	2,2	620	
IN.10	-10,4	49,9	0,7	1,07	1,6	2,2	617	
IN.06	-5,5	44,6	0,75	1,1	1,6	2,2	625	
IN.03	-2,6	48,3	0,8	1,2	1,6	2,2	592	
IN.00	0	48,4	0,7	1,1	1,6	2,2	558	
AC.00	0	48,4	0,7	1,1	1,15	1,85	560	
AC.27	+27	44,5	0,86	1,04	1,15	1,85	867	

Таблица 2 (выше). Технические характеристики капсул-заполнителей

Капсулы-заполнители допускают не менее 10 000 циклов (замораживание-размораживание), срок службы – не менее 20 лет.

Фирма **CRYOGEL** предлагает целый ряд капсул-накопителей, разработанных для конкретных отраслей.

Аккумуляция холода с использованием технологии фирмы **CRYOGEL** характеризуется следующим:

1. Технология **CRYOGEL** совместима с ЛЮБОЙ промышленной системой охлаждения или системой кондиционирования воздуха.
2. Благодаря технологии **CRYOGEL** обеспечивается равномерная работа холодильного оборудования.
3. Технология **CRYOGEL** может использоваться как резервный источник в случае выхода из строя основного холодильного оборудования или при проведении профилактических работ.
4. Использование холодильного оборудования с меньшей на 30–40% холодопроизводительностью (а в режимах кондиционирования с меньшей в 2-3 раза!) и, следовательно, уменьшение капитальных затрат заказчика, обеспечение экологической безопасности.
5. В странах с несколькими тарифами оплаты за электроэнергию снижаются эксплуатационные затраты всей энергосистемы заказчика, т.е. снижается энергопотребление.
6. Эффективное использование электроэнергии в течение суток для районов с ограниченным (лимитированным) расходом электроэнергии.

Специалисты компании SAKADA Engineering прошли стажировку во Франции по применению, расчету и подбору энергосберегающих систем с использованием технологии аккумуляции холода **CRYOGEL**.