

УДК 621.565.7

“Эффективность использования аккумуляторов естественного холода в составе холодильной установки”

Крайнев А.А., Сериков С.А. ky4er87@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий.

В связи с ростом дефицита и цен на энергоносители проблемы энергоснабжения приобретают всю большую актуальность. Снижение энергопотребления холодильной установки во многом определяется на этапе проектирования конкретного объекта путем выбора схемы, подбора оборудования и алгоритма работы. Применение в составе холодильной установки аккумуляторов естественного холода является одним из современных эффективных способов снижения энергозатрат на выработку холода. Для оценки использования такой возможности были проведены некоторые ориентировочные расчеты, которые позволили оценить перспективы использования естественного холода для этих целей.

Ключевые слова: аккумуляторы естественного холода, холодильная установка, энергозатраты

"The effectiveness of using of natural cold accumulators in the refrigeration unit"

Krainev A.A., Serikov S.A. ky4er87@mail.ru

Saint-Petersburg University of refrigeration and Food Engineering

Due to the increasing deficit and prices on energy resources the problems of energy saving are becoming increasingly important. The decreasing of power consumption of a refrigeration unit is largely determined at the design stage of a certain object, by choosing a scheme, selection of the equipment and algorithm of the operation. The use of an accumulator of natural cold in a refrigeration unit is one of the modern efficient ways to reduce energy consumption for the production of cold. Some approximate calculations have been done for the estimation of the use of such a possibility, which allowed evaluate the perspectives of natural cold use for these purposes.

Key words: a natural cold accumulators, a refrigeration unit, power consumption

В связи с ростом дефицита и цен на энергоносители проблемы энергоснабжения приобретают всю большую актуальность. Холодильная установка потребляет много энергии и рассчитывается на температурные режимы летнего периода с тяжелыми условиями работы холодильной установки при высоких температурах конденсации и большом потреблении энергии.

Снижение энергопотребления во многом определяется на этапе проектирования конкретного объекта путем выбора схемы, подбора оборудования и алгоритма работы. Применение в составе холодильной установки аккумуляторов холода является одним из современных эффективных способов снижения энергозатрат на выработку холода.

Наиболее широко используются аккумуляторы искусственного холода. Однако, всё большее применение находят установки, позволяющие использовать естественный холод, аккумулированный в холодное время года.

В России большая территория имеет продолжительный зимний период в течение года. Низкие зимние температуры и вечная мерзлота являются неиссякаемыми источниками естественного холода. При их использовании значительно сокращаются энергетические расходы на производство холода холодильными установками, что в конечном итоге повышает экологическую безопасность холодильных систем.

Переохлаждение жидкого хладагента после конденсатора существенный способ увеличения холодопроизводительности холодильной установки. Понижение температуры переохлаждаемого хладагента на один градус соответствует повышению производительности нормально функционирующей холодильной установки примерно на 1% при том же уровне энергопотребления [1].

В используемом в настоящее время для этих целей регенеративном цикле переохлаждение хладагента связано с увеличением работы цикла. Поэтому степень переохлаждения имеет определенные ограничения.

Этого можно избежать, используя внешний источник отвода теплоты для переохлаждения жидкого хладагента до ТРВ. Одним из таких источников может стать естественный холод, аккумулированный в зимний период.

Для оценки использования такой возможности были проведены некоторые ориентировочные расчеты, которые позволили оценить перспективы использования естественного холода для этих целей.

Расчеты проводились для холодильной установки с воздушным конденсатором, работающей на R404a в климатических условиях

города Магадана, для которого температура наружная расчетная $t_{н.р}=21^{\circ}\text{C}$, температура конденсации $t_{к}=34^{\circ}\text{C}$ перепад температур между теплообменивающимися средами в конденсаторе составлял 13°C . Температура источника холода принималась равной $+2^{\circ}\text{C}$. В период работы установки с использованием аккумулированного холода были включены месяцы с температурой окружающей среды $t_{о.с} > 10^{\circ}\text{C}$. Для условий г.Магадан такой период составляет 3 месяца [2].

Эффективность применения естественного холода определялась при сопоставлении показателей работы холодильной установки без аккумулятора холода и холодильной установки с аккумулятором естественного холода, функциональные схемы которых представлены на рис.1.

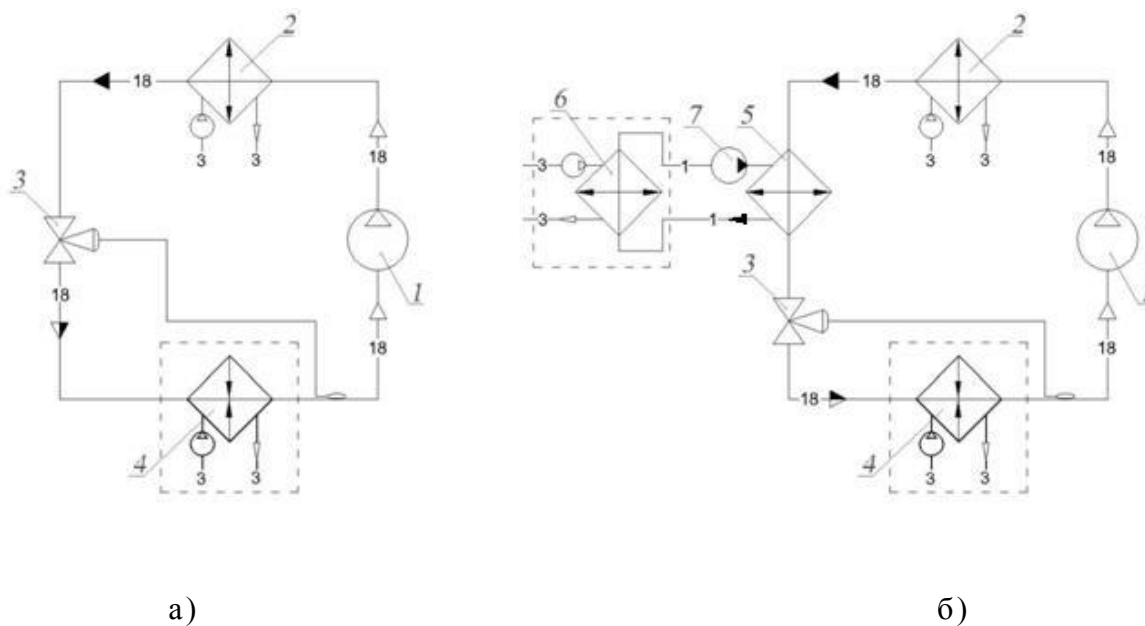


Рис.1 Функциональные схемы холодильных установок
 а – без аккумулятором холода; б – с аккумулятором холода;
 1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – ТРВ; 4 – охлаждаемый объект;
 5 – теплообменник; 6 – аккумулятор естественного холода; 7 – насос.

Для сравнения были выбраны следующие показатели: приведенные затраты, энергозатраты и требуемая теоретическая объемная подача компрессоров.

При использовании аккумулятора естественного холода переохлаждение холодильного агента Δt составляло 24°C , а для традиционного схемного решения - $\Delta t=4^{\circ}\text{C}$.

Приведенные затраты ПЗ определялись как:

$$\text{ПЗ} = (\text{Ц}_{\text{к}} + \text{Ц}_{\text{кд}} + \text{Ц}_{\text{т.о.}} + \text{Ц}_{\text{н}} + \text{Ц}_{\text{б}}) \cdot 0,15 + (\text{N}_{\text{к}} + \text{N}_{\text{кд}}) \cdot t_{\text{год}} \cdot \text{Ц}_{\text{эл}} + \text{N}_{\text{н}} \cdot t_{\text{н}} \cdot \text{Ц}_{\text{эл}}$$

где, $\text{Ц}_{\text{к}}$ - цена централи, руб;

$\text{Ц}_{\text{кд}}$ - цена конденсатора, руб;

$\text{Ц}_{\text{т.о.}}$ - цена теплообменника, руб;

$\text{Ц}_{\text{н}}$ - цена насоса, руб;

$\text{Ц}_{\text{б}}$ - цена бака аккумулятора, руб;

$\text{N}_{\text{к}}$ - потребляемая мощность компрессора, кВт;

$\text{N}_{\text{кд}}$ - потребляемая мощность конденсатора, кВт;

$\text{N}_{\text{н}}$ - потребляемая мощность насоса, кВт;

$t_{\text{год}}$ - время работы установки за год, сек;

$t_{\text{н}}$ - время работы насоса, сек;

$\text{Ц}_{\text{эл}}$ - цена электроэнергии, руб/(кВт·ч);

Для расчетов были использованы прайс-листы фирмы “НСК” [3], а также программные продукты фирм производителей холодильного оборудования: bitzer [3], alfa-laval [5], friterm [6], grundfos [7].

Эффективность применения аккумуляторов естественного холода была определена для среднетемпературной холодильной установки с температурой кипения $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$, для которой результаты расчетов приведены в табл.1; а так же для низкотемпературной холодильной установки с температурой кипения $t_0 = -35^{\circ}\text{C}$, для которой результаты расчетов приведены в табл.2.

Результаты расчетов для среднетемпературной холодильной установки

Показатели сравнения	Теплоприток		
	90 кВт	70 кВт	30 кВт
ПЗ при $\Delta t=4$ °С, руб.	1583821	1179672	583642
ПЗ при $\Delta t=24$ °С, руб.	1517948	1105382	514216
Разница в ПЗ, руб.	65873	74290	69426
Энергозатраты за год при $\Delta t=4$ °С, руб.	1402960	1054234	507808
Энергозатраты за год при $\Delta t=24$ °С, руб.	1054348	769348	348275
Разница в энергозатратах за год, руб.	348616	284886	159533
Требуемая теоретическая объемная подача компрессора при $\Delta t=4$ °С, м ³ /ч	0,0406	0,0316	0,0135
Требуемая теоретическая объемная подача компрессора при $\Delta t=24$ °С, м ³ /ч	0,0328	0,0255	0,0109

Таблица 2.

Результаты расчетов для низкотемпературной холодильной установки

Показатели сравнения	Теплоприток		
	78 кВт	58 кВт	33 кВт
ПЗ при $\Delta t=4$ °С, руб.	2842320	2128200	1242720
ПЗ при $\Delta t=24$ °С, руб.	2745800	2066880	1036880
Разница в ПЗ, руб.	96520	61320	205840
Энергозатраты за год при $\Delta t=4$ °С, руб.	2551560	2128200	1085627
Энергозатраты за год при $\Delta t=24$ °С, руб.	2147720	2066880	789360
Разница в энергозатратах за год, руб.	403840	61320	296267
Требуемая теоретическая объемная подача компрессора при $\Delta t=4$ °С, м ³ /ч	0,126	0,093	0,053
Требуемая теоретическая объемная подача компрессора при $\Delta t=24$ °С, м ³ /ч	0,099	0,074	0,042

Анализ результатов расчета показывает, что в определенных условиях применение аккумуляторов естественного холода в составе холодильной установки целесообразно как для установок, работающих на среднетемпературный холод, так и для установок, работающих на низкотемпературный холод. При этом уменьшаются приведенные затраты и снижаются расход электроэнергии, а также затраты, связанные с её потреблением. Использование аккумуляторов естественного холода позволяет, сократить требуемую теоретическую объемную подачу компрессоров, что позволяет снизить стоимость компрессоров.

Список литературы:

1. Сайт: <http://www.mir-klimata.com/archive/mont/article/article02/>.
2. Строительная Климатология СНиП 23-01-99.
3. Пайс листы производителя централей “НСК”.
4. Программа подбора оборудования от производителя “Bitzer”.
5. Программа подбора оборудования от производителя “Alfa Laval”.
6. Программа подбора оборудования от производителя “Friterm”.
7. Программа подбора оборудования от производителя “Grundfos”.

Рецензия на рукопись в ЭНЖ СПбГУНиПТ

УДК 621.565.7 № специальности ВАК РФ 05.04.03

Название статьи “Эффективность использования аккумуляторов естественного холода в составе холодильной установки

Автор: Крайнев А.А., Сериков С.А.

Рецензент – Мизин В.М. канд.техн.наук. СПбГУНиПТ

ky4er87@mail.ru

№ п/п	Наименование оценки	Оценка	Примечание
1	Степень соответствия содержания рукописи тематике ЭНЖ	4	Статья соответствует тематике ЭНЖ
2	Актуальность	4	Актуальна в связи с ростом дефицита и цен на электроэнергию
3	Научный уровень	4	Высокий научный уровень
4	Практическая ценность	4	Позволяет оценить эффективность использования аккумуляторов естественного холода в составе холодильных установок

Холодильные установки являются крупными потребителями энергии в статье анализируется возможность сокращения затрат на производство холода за счет включения в схему холодильной установки аккумуляторов естественного холода.

Рецензент -

Мизин В.М.