

УДК 621.578

ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА С СИСТЕМОЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Иванова Д.С., Игнатович Р.С.

Научный руководитель – ассистент Мясникович В.В.

Используя холодильные машины для отвода теплоты от нагретой системы, мы имеем большие экономические затраты на электричество. Развивая эту тему, была разработана естественная система охлаждения благодаря низким температурам окружающей среды – система «Free Cooling» (FC) — «свободное охлаждение», «естественное охлаждение»

Основное преимущество системы естественного охлаждения – энергосбережение. Схема оптимальна для широт Беларуси с умеренным климатом, где низкие температуры держатся долгий срок.

При наличии естественного охлаждения в холодное время года жидкость охлаждается не в испарителе, а в специальном теплообменнике – драйкупере, где в качестве источника охлаждения используется наружный воздух с низкой температурой. В этом случае чиллер оборудован дополнительным контуром охлаждения, по которому циркулирует незамерзающий водный раствор, что отображено на рисунке 1.

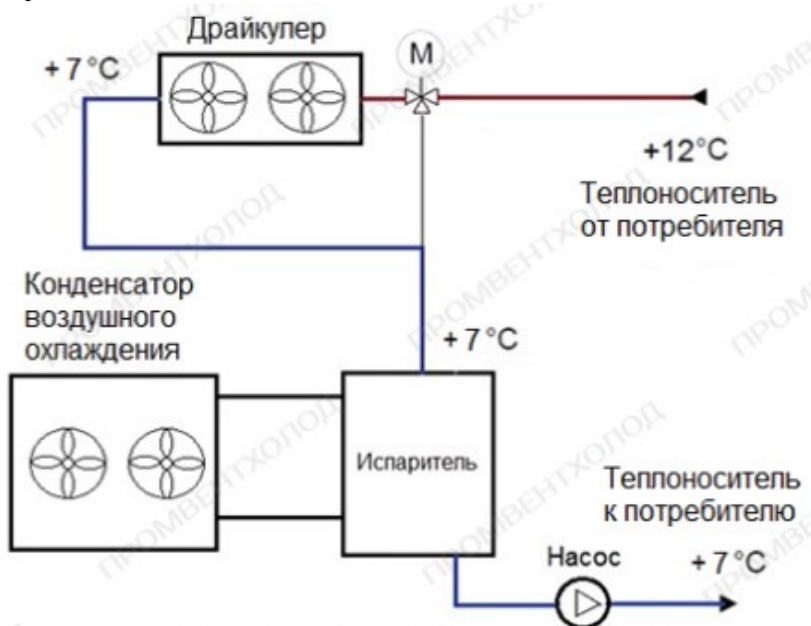


Рисунок 1. Схема холодильной установки с системой естественного охлаждения

Система естественного охлаждения применяется как дополнительное оборудование к холодильной машине (ХМ). Установка охлаждения включается в работу с температур наружного воздуха на 2 град ниже температуры теплоносителя на входе. На рисунке 2 отображена зависимость мощности, потребляемой ХМ, с уменьшением температуры при использовании систем FC.

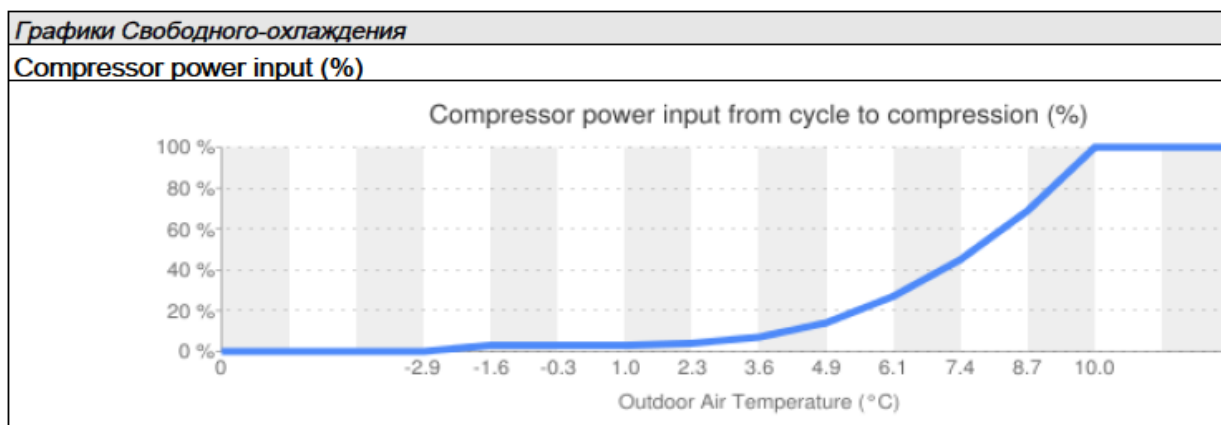


Рисунок 2. Электропотребление ХМ с использованием FC

Как пример, рассматриваем ХМ WSAT-XEE 262 (FC). Стандартный температурный график 12-7 °С. Соответственно, при температуре окружающей среды 10 °С, электропотребление ХМ начинает уменьшаться. И при температуре 1 °С система FC обеспечивает полное самостоятельное охлаждение. Разгрузка ХМ - 100%.

Произведем выкладки экономии потребления электроэнергии без и с использованием системы естественного охлаждения на базе реальной установке WSAT-XEE 262 в таблице 1.

Таблица 1

Экспериментальные данные двух подобных установок

	Размерность	WSAT-XEE 262	WSAT-XEE 262 (FC)
Холодильная мощность, N _х	кВт	64.1	61,1
Потребление компрессоров, N _к	кВт	22,3	23,3
Холодильный коэффициент		2,87	2,62
Потребление вентиляторами, N _в	кВт	2	2

Задавшись температурным годовым графиком города Минск определим число часов стояния температуры.

Таблица 2

Число часов стояния температуры

	WSAT-XEE 262	WSAT-XEE 262 (FC)	Разгруженность холодильной машины а, %
Число часов работы в год	8400	8400	
	Число часов стояния температур τ, ч		
ниже 0 °С	2745	2745	0
от 0 до 8 °С	2115	2115	30
от 8 до 10 °С С	317	317	65
выше 10 °С	3223	3223	100

Мощность электроэнергии потребляемой холодильной машиной в год

$$N_{\text{год}} = (N_{\text{к}} + N_{\text{в}}) \cdot 8400 \quad (1)$$

Мощность электроэнергии потребляемой холодильной машиной с системой естественное охлаждение в период времени

$$N_i = (N_k + N_e) \cdot \tau \cdot a \quad (2)$$

где τ – количество часов стояния;

a – процент разгрузки холодильной машины.

Мощность электроэнергии потребляемой холодильной машиной с естественным охлаждением в год

$$N_{fc} = \sum N_i \quad (3)$$

Таблица 3

Расчеты потребления электроэнергии

	Размерность	WSAT-XEE 262	WSAT-XEE 262 (FC)
Потребление электроэнергии в год без функции Free Cooling, $N_{год}$	кВт·ч	204120	212520
Потребление электроэнергии в год с FC, N_{fc}	кВт·ч	-	102808
Потребление при температуре ниже 0 оС, N_i	кВт·ч	-	0
Потребление при температуре от 0 до 8 оС, N_i	кВт·ч	-	16053
Потребление при температуре от 8 до 10 оС (ориентировочно), N_i	кВт·ч	-	5213
Потребление при температуре выше 10 оС, N_i	кВт·ч	-	81542

По стоимости WSAT-XEE 262 - 17500 евро, WSAT-XEE 262 (FC) - 25300 евро. При стоимости электроэнергии 0,1 евро/кВт·ч установка в год выходит WSAT-XEE 262 – 20412 евро, WSAT-XEE 262(FC) – 10281 евро. Данные по расчетам окупаемости установки в период 10 лет отражены в таблице 3.

Таблицы 4

Окупаемость установки с естественным охлаждением

			WSAT-XEE 262	WSAT-XEE 262(FC)
Затраты в первый год эксплуатации	1	Евро	37912	35581
Затраты в последующие годы эксплуатации	2	Евро	20412	10281
	3	Евро	20412	10281
	4	Евро	20412	10281
	5	Евро	20412	10281
	6	Евро	20412	10281
	7	Евро	20412	10281
	8	Евро	20412	10281
	9	Евро	20412	10281
	10	Евро	20412	10281
	Затраты итого за 10 лет		Евро	221620
Экономия за 10 лет эксплуатации за счет функции Free Cooling		Евро		93512

В заключении уточним, что данная система имеет некоторые недостатки. Во-первых – это стоимость выше, чем у холодильной машины без естественного охлаждения. А также системы естественного циркулирования предполагают использование в качестве теплоносителя незамерзающих водо-гликолевых смесей. В случае если использование антифриза не допускается техническим заданием или проектом, то системы естественного охлаждения оснащаются дополнительным контуром с промежуточным теплообменником. В связи с чем, появляется дополнительная насосная группа в контур с водой.

Но даже эти дополнительные затраты не сравнимы с масштабом окупаемости установки с естественным охлаждением. Поэтому система естественного охлаждения должна в обязательном порядке использоваться в холодильных установках.

Литература

1. MKGROUP // Правила установки инфракрасных обогревателей. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.moscowclimate.ru/articles/page189> – Дата доступа: 09.04.2019.
2. StudFiles // Естественное и искусственное охлаждение. Способы искусственного охлаждения. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5275987/page:2/> – Дата доступа: 09.04.2019.