

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ ДАНФОСС (ЧАСТЬ 2)



Николай
Прокопенко

инженер
холодильного отдела
«Данфосс ТОВ»



В предыдущем номере нашего журнала мы рассмотрели регулятор давления испарения KVP, который устанавливается в линии всасывания после испарителя для поддержания постоянного давления в испарителе. Сегодня наше внимание будет обращено дальше, в направлении движения хладагента и мы рассмотрим еще один регулятор, который устанавливается перед всасывающим патрубком компрессора. Этот регулятор известен как регулятор давления в камере компрессора тип KVL.

Конструкция и функционирование:

KVL – регулятор прямого действия. Он открывается с падением давления на выходном патрубке, т. е. когда давление всасывания на входе в компрессор опускается до установленного значения (рис. 1). Изменение давления на входной стороне не влияет на степень открытия клапана, поскольку клапан снабжен сильфоном, эффективная площадь поверхности которого такая же, как площадь тарелки клапана, и, соответственно, силы действующие на сильфон и тарелку равны. Регулятор KVL снабжен демпфирующим устройством для защиты от пульсаций в системе, которое помогает снизить износ и добиться длительного срока службы регулятора без ухудшения точности регулирования.

KVL предназначен для работы с ХФУ, ГХФУ и ГФУ хладагентами. Диапазон регулирования от 0.2 до 6 бар, заводская настройка 2 бара. Максимальное рабочее давление 14 бар. Регуляторы делятся на две группы по производительности, первая KVL 12, 15 и 22, вторая KVL 28 и 35. Внутри группы регуляторы отличаются друг от друга только присоединительными размерами.

Регулятор давления в камере компрессора (давления всасывания в компрессор) применяется для защиты компрессора от перегрузки в периоды высокого значения давления испарения в системе. Например, после периода

длительной стоянки компрессора, когда давление в системе могло значительно повыситься. После цикла оттаивания или в течение периода времени когда происходит длительное понижение давления в новой системе при выходе на режим. Во время периодов работы с давлением испарения, значение которого выше, чем давление, установленное на регуляторе, регулятор будет дросселировать хладагент до выбранного постоянного давления всасывания на промежулке системы между регулятором и компрессором в соответствии с установленным значением на регуляторе KVL. Таким образом, двигатель компрессора защищен от термической перегрузки, вызванной высоким значением силы тока. Цель использования регулятора давления в камере компрессора KVL – минимизация значения силы тока, а соответственно и уменьшение потребляемой мощности в приложениях с периодически высоким значением давления испарения. Объяснение данных задач можно посмотреть на графике рис. 2. График ясно демонстрирует, как потребляемая мощность снижается соответственно снижающейся температуре испарения/всасывания. На примере двигатель потребляет 4.5 кВт, при температуре испарения +10 °С в то время, как при нормальных условиях работы – 25 °С, двигателю необходимо только 2 кВт. Для уменьшения потребления двигателем до 3 кВт регулятор

давления в камере компрессора KVL настраивается на давление соответствующее температуре –10 °С. Настраивая систему таким образом, Мы видим, что уменьшается не только потребляемая мощность, но также и температура конденсации. Почему? Потому что массовый расход хладагента уменьшается с понижением температуры всасывания, и компрессор перекачивает меньше хладагента. Например, как видно из графика, в низкотемпературных системах можно использовать как менее мощный мотор, так и меньший конденсатор.

Настройка: существует два способа настройки регулятора. В соответствии с потребляемым током или в соответствии с давлением всасывания.

Выбор: когда Вы выбираете регулятор, важно выбрать из возможных регулятор, который даст Вам самое низкое давление в заданных рабочих условиях. При

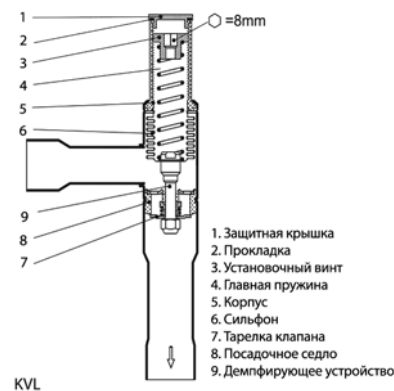


Рис. 1

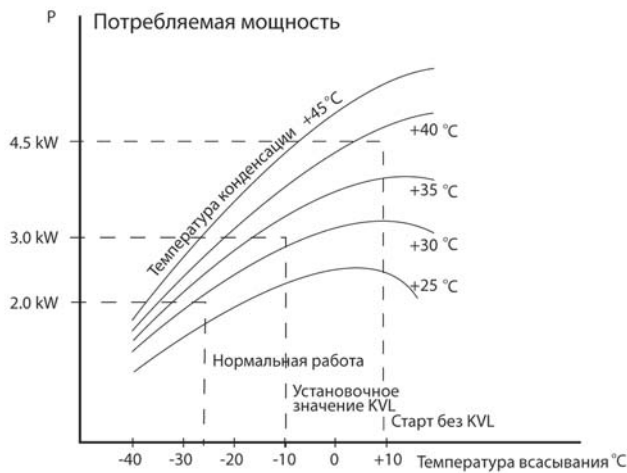


Рис. 2

необходимости можно устанавливать два регулятора параллельно. Выбрать регулятор можно, используя каталог или компьютерную программу Cool Cat, которую можно загрузить с нашего Вебсайта по адресу:

<http://www.danfoss.com/Ukraine/BusinessAreas/Refrigeration+and+Air+Conditioning/Product+Selection+Tools+Details/CoolCat.htm>

Пример выбора регулятора KVL по каталогу «Данфосс», для следующих условий:

- хладагент — R 22,
- температура всасывания — -25 °C,
- мощность испарителя — 10 кВт,
- температура жидкости перед TPV — +35 °C,
- максимальный допустимый перепад на регуляторе KVL — 0.2 бара,
- максимальное допустимое давление всасывания на входе в компрессор — 3 бара.

Во-первых, мы должны скорректировать мощность испа-

рителя в соответствии с температурой жидкости, поскольку производительность в таблице указана при температуре жидкости +25 °C. Находим значение корректирующего фактора в каталоге (таб. 1), в нашем случае он равен 1,10. Умножаем на это значение указанную производительность и получаем 11 кВт, т. е., нам подходит KVL 28 или KVL 35 с производительностью 13,2 кВт (таб. 2)

Комментарии: ошибочно думать, что регулятор давления в картере ресивера защищает компрессор от гидроудара. Некоторые клиенты предпочитают устанавливать TPV с MOP вместо регулятора давления в картере компрессора (в силу меньшей стоимости первого). За что Вы платите больше, покупая регулятор KVL:

TPV с MOP имеет одно фиксированное значение давления, на котором он срабатывает, а регулятор KVL может настраиваться на нужное Вам значение.

Что делает TPV с MOP для за-

щиты двигателя компрессора, когда испаритель заполнен или частично заполнен жидкостью после длительного простоя установки? Ничего — поскольку он установлен перед испарителем, а регулятор защищает двигатель компрессора во всех режимах вне зависимости от режима работы установки.

Выводы: Регулятор давления в картере компрессора защищает двигатель компрессора от перегрузок в течение периода работы установки, когда давление испарения имеет высокое значение. Применение регулятора KVL позволяет уменьшить размер двигателя компрессора и конденсатор, что соответственно ведет к уменьшению стоимости этих элементов, а также дает возможность использовать менее мощное электрооборудование, а соответственно и уменьшить начальную стоимость всей установки в целом. Регулятор снабжен демпфирующим устройством, что сглаживает пульсации в системе, а также помогает добиться длительного срока службы регулятора без ухудшения точности регулирования.

Таблица 2

Максимальная производительность Q_{max}

Тип	Падение давления в регуляторе Δp, bar	Макс. давление всасывания P _s , bar	Производительность Q _{max} в кВт при температуре всасывания t _s после регулятора °C																
			-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15						
KVL 12 KVL 15 KVL 22	0.1	1	1.9	1.2															
		2	3.0	3.3															
		3	3.0	3.3	3.1	2.1	0.2												
		4	3.0	3.3	3.7	4.1	4.6	5.0	5.5	5.2									
		5	3.0	3.3	3.7	4.1	4.6	5.0	5.5	5.2	3.9	0.1							
		6	3.0	3.3	3.7	4.1	4.6	5.0	5.5	5.2	6.0	6.2	1.0						
	0.2	1	2.6	1.7															
		2	4.2	4.7															
		3	4.2	4.7	4.4	3.0	0.2												
		4	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.1	7.8	8.5	5.5	0.1							
		5	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.1	7.8	8.5	7.1	7.8	7.3						
		6	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.1	7.8	8.5	7.1	7.8	8.5	8.7	1.9				
	0.3	1	3.2	2.0															
		2	5.2	5.8															
		3	5.2	5.8	5.4	3.7	0.3												
		4	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.8	9.6	10.5	6.7	0.2							
		5	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.8	9.6	10.5	6.7	0.2	1.7						
		6	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.8	9.6	10.5	6.7	0.2	1.7	2.3					
KVL 28 KVL 35	0.1	1	4.1	2.6															
		2	7.4	7.9															
		3	7.4	8.3	7.0	4.6	0.4												
		4	7.4	8.3	9.3	10.3	11.4	12.3	13.8	15.1	8.5	0.2							
		5	7.4	8.3	9.3	10.3	11.4	12.6	13.8	15.1	12.6	13.8	11.6	2.2					
		6	7.4	8.3	9.3	10.3	11.4	12.6	13.8	15.1	12.6	13.8	11.6	2.2	2.8				
	0.2	1	5.8	3.6															
		2	10.6	11.2															
		3	10.6	11.8	9.8	6.5	0.5												
		4	10.6	11.8	13.2	14.7	16.2	17.5	19.6	21.4	12.0	0.3							
		5	10.6	11.8	13.2	14.7	16.2	17.8	19.6	21.4	12.0	0.3	3.1						
		6	10.6	11.8	13.2	14.7	16.2	17.8	19.6	21.4	12.0	0.3	3.1	4.0					
	0.3	1	7.0	4.4															
		2	13.0	13.8															
		3	13.0	14.6	12.1	8.0	0.6												
		4	13.0	14.6	16.3	18.0	19.9	21.5	24.1	26.3	14.7	0.3							
		5	13.0	14.6	16.3	18.0	19.9	21.9	24.1	26.3	14.7	0.3	3.7						
		6	13.0	14.6	16.3	18.0	19.9	21.9	24.1	26.3	14.7	0.3	3.7	4.9					

Таблица 1

Корректирующий фактор по температуре жидкости перед TPV (t₁)

t ₁ , °C	10	15	20	25	30	35	40	45	50
R 22	0.90	0.93	0.96	1.0	1.05	1.10	1.13	1.18	1.24

(Продолжение следует)