

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ ДАНФОСС (ЧАСТЬ 3, РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ)



Николай  
Прокопенко

инженер отдела  
«Холодильная арматура  
и автоматика»  
«Данфосс ТОВ»



*Перед Вами очередная публикация из серии, посвященной регуляторам давления KV типа. Сегодня мы рассмотрим два регулятора, работающих совместно и выполняющих функцию регулирования давления конденсации. Они используются в системах с конденсатором воздушного охлаждения и позволяют поддерживать постоянное и достаточное по величине, для нормальной работы ТРВ, давление конденсации.*

### Регулирование давления конденсации. Зачем это необходимо?

При проектировании установки с конденсатором воздушного охлаждения Вы должны быть уверены в его надежной и эффективной рабо-



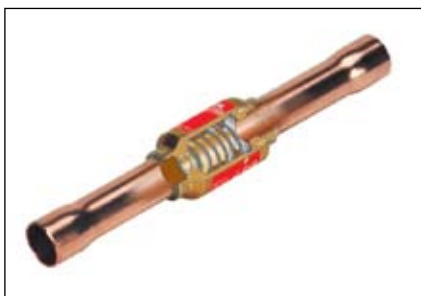
Регулятор давления конденсации KVR

те во всех возможных условиях. Это означает, что при выборе конденсатора, кроме правильного выбора его самого, согласно исходных данных (как правило, это условия работы при максимальной нагрузке), нужно принимать во внимание возможные изменения имеющихся параметров окружающей среды. Такие параметры, как температура окружающего воздуха, солнечность, влажность, а также скорость ветра, влияют на производительность конденсатора воздушного охлаждения и изменяются в течение года, со сменой дня/ночи, а также периодов года лето/зима. К рассмотрению также должен приниматься такой фактор, как изменение

нагрузки, подводимой к системе. К колебаниям нагрузки приводят смены режимов работы день/ночь, лето/зима, загрузка свежей продукции в камеру, открытие дверей, освещение, процесс оттаивания и др.

Результатом выше описанных изменений, когда отсутствует какой-либо контроль давления конденсации или регулирование подобрано неправильно, есть колебания давления конденсации.

С повышением температуры конденсации снижается производительность и КПД компрессора, увеличивается потребляемая мощность, увеличивается температура нагнетания. Это приводит к перегрузке электродвигателя компрессора, повышенному износу механических частей, уменьшению срока службы компрессора и даже преждевременному выходу из строя. Низкий



Регулятор давления в ресивере NRD

уровень значения давления конденсации может повлиять на перепад давления на расширительном вентиле (например, ТРВ). Поскольку производительность ТРВ зависит от перепада давления на нем, то уменьшение данного перепада может привести к недостатку холодопроиз-

водительности в силу уменьшения расхода через расширительный вентиль. При малом количестве жидкости, поступающей в испаритель, компрессор быстро справляется с задачей понижения давления на низкой стороне и отключается защитным реле низкого давления. Короткие циклы работы компрессора также могут привести к поломке компрессора или его преждевременному износу. Весь указанный перечень возможных изменений препятствует успешному (или хоть сколь удовлетворительному) выполнению холодильной установкой своего основного назначения – охлаждения объема камеры и сохранения продукции.

### Способы регулирования

Существует несколько способов контролирования давления конденсации в системах с конденсаторами воздушного охлаждения. Два основных это:

- 1) изменение количества охлаждающей среды (воздуха)
  - a) регулирование расхода воздуха при помощи заслонок
  - b) включение или отключение вентиляторов
  - c) регулирование частоты вращения электродвигателя вентиляторов
- 2) изменение величины эффективной площади поверхности конденсатора, участвующей в процессе теплообмена
  - a) путем отключения секций воздушного конденсатора
  - b) за счет накопления жидкого хладагента в нижней части аппарата (с использованием регуляторов KVR, NRD)

Все эти способы имеют ряд преимуществ и недостатков по сравнению друг с другом. Регулирование расхода воздуха при помощи заслонок страдает от механических поломок и требует дополнительного привода и контроллера для автоматизации этого процесса. Регулирование путем включения/выключения вентиляторов или изменением частоты вращения может быть сведено на нет сильным ветром, особенно в холодное время года. Отключение секций конденсатора требует применения датчиков и посекционных исполнительных механизмов для автоматизации процесса. Способ управления с использованием механического регулятора давления конденсации KVR и регулятора давления в ресивере NRD, один из самых простых, а самое главное надежных (независимых от внешних факторов). На более подробном рассмотрении этого способа мы и сконцентрируемся в данной статье.

### Конструкция и работа KVR и NRD

Регулятор KVR открывается с ростом давления на входном патрубке, т.е. когда давление на входе в регулятор достигает установленного значения. Изменения давления на выходном патрубке регулятора не влияют на степень его открытия, поскольку KVR снабжен уравнивающим сильфоном (6), эффективная

(сглаживания) пульсаций, которые могут иметь место в холодильном контуре. Использование демпфирующего устройства обеспечивает длительный срок службы регулятора без снижения точности регулирования.

Клапан NRD начинает открываться когда перепад давления на нем становится выше значения 1,4 бара и полностью открыт при перепаде давления 3 бара.

Клапаны KVR и NRD предназначены для работы с фторсодержащими хладагентами. Диапазон регулирования KVR от 5 до 17,5 бар, заводская установка (значение регулируемой величины) 10 бар. Максимальное рабочее давление 28 бар.

### Применение

Существует два возможных варианта размещения KVR на схеме см. рис. 2 и рис. 3.

На рис. 2 KVR установлен между компрессором и конденсатором. Такой вариант размещения более предпочтителен в условиях холодного климата или когда в системе реализована функция утилизации тепла. Когда значение давления на входе в регулятор превышает значение установки, KVR начинает открываться, тем самым дает возможность горячему пару попасть в конденсатор, а затем и в ресивер.

NRD дифференциальный клапан

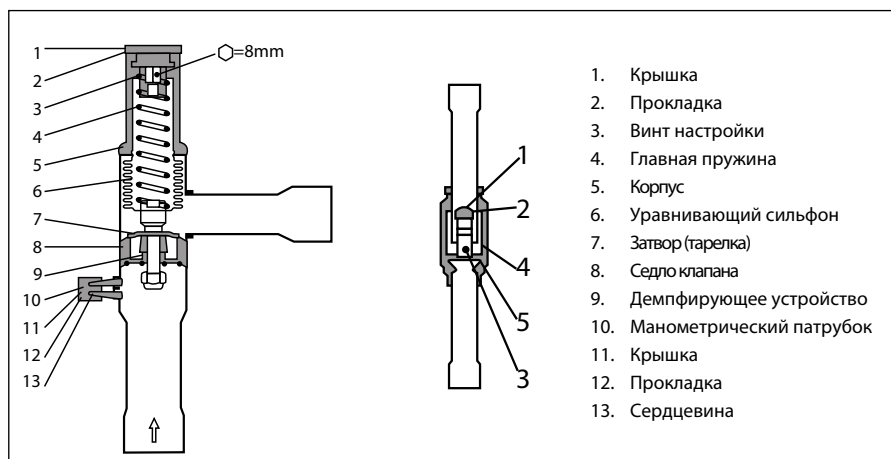


Рис. 1. Конструкция клапанов KVR и NRD

площадь поверхности которого соответствует площади затвора (тарелки) клапана (см. рис. 1). Регулятор также снабжен демпфирующим устройством (9) для уменьшения

установлен между линией горячего пара и ресивером. Это позволяет проходить горячему пару в ресивер, когда перепад давления между ресивером и нагнетанием станет больше 1,4 бара.

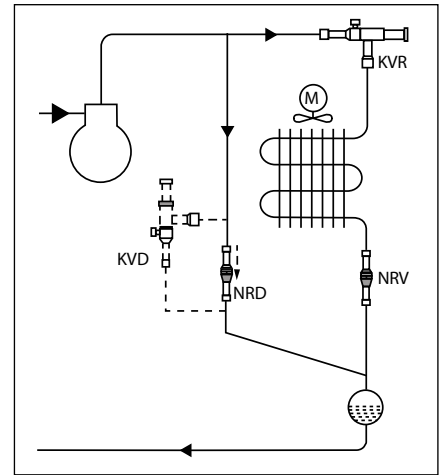


Рис. 2. Применение регулятора на стороне подачи горячего пара

Отметьте, что между ресивером и конденсатором, во избежание обратной миграции хладагента из ресивера в конденсатор, должен быть установлен обратный клапан NRV.

Для стран с теплым климатом схема, реализованная на рис. 3 является лучшим выбором. Здесь KVR установлен между конденсатором и ресивером. Если значение давления

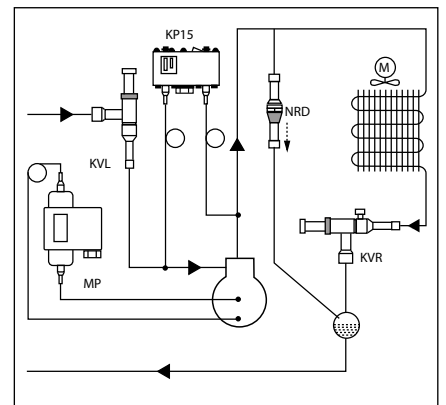


Рис. 3. Применение регулятора на стороне слива жидкости

в конденсаторе будет ниже установки KVR, регулятор закроется и жидкость начнет накапливаться в конденсаторе уменьшая эффективную площадь поверхности. Тем самым давая возможность поддержания давления конденсации на уровне, достаточном для обеспечения нормальной работы расширительного вентиля.

Запомните, наличие ресивера – обязательное условие в вышеупомянутых системах регулирования.

### Как выбрать ресивер?

Ресивер должен быть выбран с таким условием, чтобы он справлялся с двумя наиболее неблагоприятными из возможных сценариев развития событий, а именно: максимальная нагрузка на конденсатор при максимальном уровне жидкости в ресивере и минимальная нагрузка на конденсатор при минимальном уровне жидкости в ресивере. В общем случае, объем ресивера может быть выбран как сумма внутреннего объема конденсатора + общий объем жидкостной линии + 50% внутреннего объема испарителя. Важно обеспечить наличие газовой прослойки над уровнем жидкости при максимальной нагрузке, а также наличие достаточного количества жидкости при минимальной нагрузке, чтобы гарантировать нормальную работоспособность расширительного клапана. См. рис. 4.

Альтернативой для дифференциального клапана NRD может служить регулятор давления в ресивере KVD. См. рис. 5 и рис. 2. Этот регулятор открывается с падением давления на выходной стороне клапана, то есть когда давление в ресивере падает ниже величины уставки. Диапазон регулирования KVD от 3 до 20 бар. Заводская уставка – 10 бар.

### Выводы

Применение регуляторов давления конденсации позволяет:

- **повысить энергоэффективность установки**
- **сократить эксплуатационные затраты**
- **поддерживать стабильность рабочих характеристик установки и положительно влияет на общую производительность системы**

- **поддерживать точное давление конденсации на уровне, достаточном для нормальной работы ТРВ не зависимо от внешних факторов и условий работы**
- **повысить срок службы оборудования.**

Использование в качестве регуляторов давления конденсации клапанов KVR и NRD фирмы Данфосс это:

- точное регулирование давления с возможностью перенастройки поддерживаемого значения
- высокая надёжность, подтвержденная многолетним опытом эксплуатации во многих странах мира
- широкий диапазон производительности и рабочих характеристик
- длительный срок службы регулятора, обеспечиваемый устройством гашения пульсаций без снижения точности регулирования
- сильфон из нержавеющей стали
- компактная угловая конструкция корпуса, удобная для установки в любом положении
- паяный герметичный корпус
- клапан Шредера 1/4" для измерения давления
- присоединения корпуса со штуцерами как под отбортовку, так и под пайку.

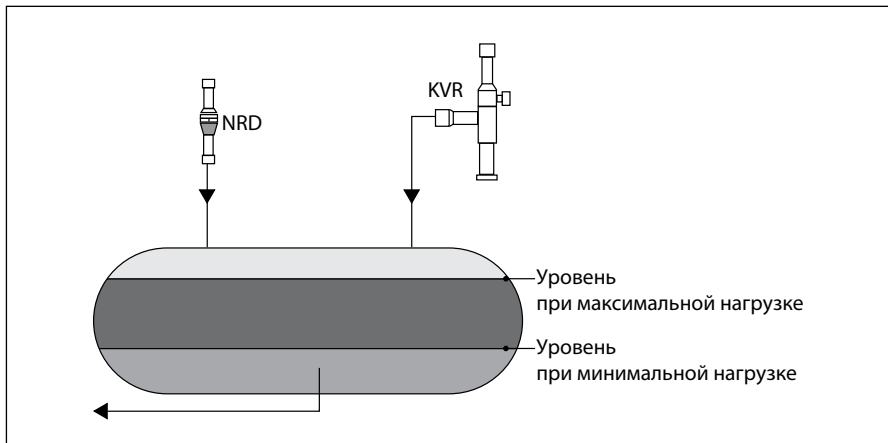


Рис. 4. Уровни жидкости в ресивере

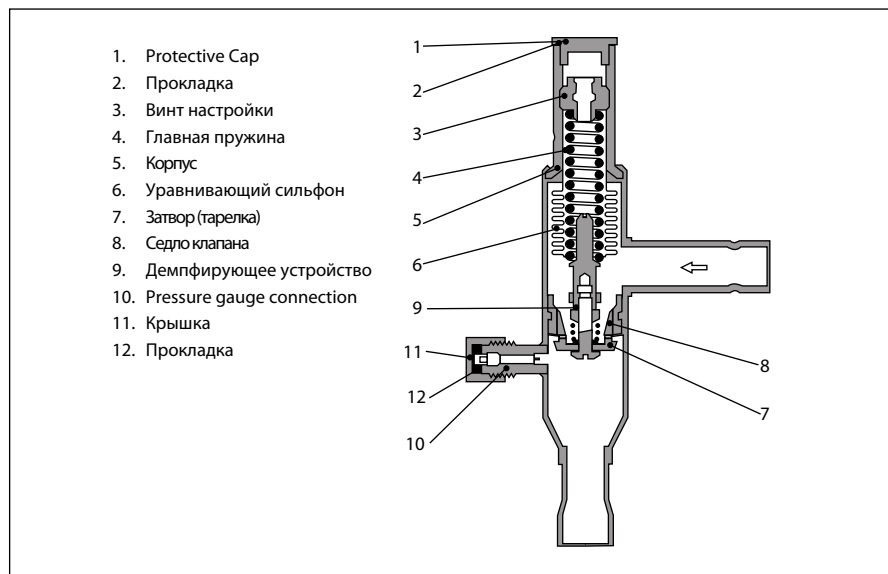
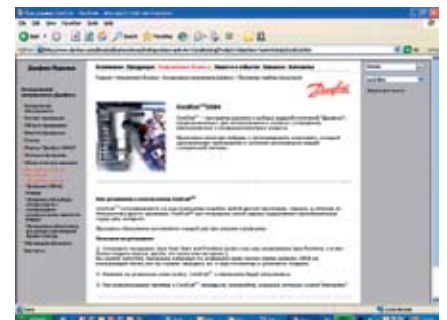


Рис. 5. Конструкция клапана KVD



Для правильного и точного выбора регуляторов давления конденсации, соответственно режимов работы и холодопроизводительности Вашей установки, советуем использовать каталоги Danfoss или программу **Cool Cat**. Технические документы и программу Вы можете найти на нашем сайте. <http://www.danfoss.com/Ukraine/BusinessAreas/Refrigeration+and+Air+Conditioning/Product+Selection+Tools+Details/CoolCat.htm>

(Продолжение следует)