

Умные компоненты и эволюция электроники в холодильных системах

16 ноября 2017 года в Санкт-Петербурге завершилась серия семинаров «Техно-тур», традиционно проводимая в регионах компаниями Danfoss, Güntner и Bitzer. Темой 2017 года стала цифровизация инженерных систем.

В современном «цифровом мире» царят такие понятия как BIM (Building Information Modeling), IoT (Internet of Things), Big Data, Smart Home и другие, причем применяются эти продукты «цифровизации» на всех основных стадиях жизненного цикла инженерных систем: от проектирования до вывода из эксплуатации.

Для холодильных установок наиболее характерными задачами для применения умной электроники являются: автоматический выбор оптимальных режимов, взаимодействие с другими системами объекта, анализ и прогнозирование неисправностей, коммуникация с оператором.

С докладом по электронным компонентам Danfoss выступил **Максим Юрьевич Катраев**. Он отметил, что Danfoss производит и поставляет эту группу оборудования для различных сфер применения, в том числе, для магазиностроения. Для этого сегмента модельный ряд управляющих электронных устройств Danfoss включает в себя контроллеры различного назначения.



Контроллеры температуры

Компрессор является самым дорогим элементом холодильной установки, поэтому он требует серьезной защиты в процессе эксплуатации. Справиться с этой задачей призван температурный контроллер для встроенных агрегатов серии ERC21X. Данная модель построена на новой платформе и позиционируется как продукт для сервисного рынка и для небольших OEM производителей. Контроллер обеспечивает алгоритм защиты компрессора по температуре конденсации, выдавая предварительное аварийное сообщение при приближении к порогу отключения, а также сигнализируя о готовности к включению компрессора при снижении температуры и приближении ее к базовому значению. Реализован также алгоритм защиты по напряжению питания. В отношении управления вентиляторами воздухоохладителей, в контроллере реализована интеллектуальная функция оттайки, а также имеется алгоритм, реализующий пульсирующий режим работы вентилятора для лучшего перемешивания подаваемого воздуха.

Контроллеры производительности

Линейка контроллеров производительности Danfoss имеет классификацию по области применения (от магазинов малого формата, до супер- и гипермаркетов, а также систем на CO₂ и распределительных центров). Это АК-РС x51 и АК-РС 7xx. Первый модельный ряд (АК-РС 351 – контроллер для





малых и средних централей, АК-РС 551 – для средних централей, АК-РС 651 – для больших централей) имеет удобное меню быстрой настройки, работающее в режиме ответов на вопросы. Управление производительностью компрессора осуществляется посредством ПИ-регулятора. В этих моделях также реализована функция понижения уровня шума вентиляторов конденсатора в ночное время. Второй модельный ряд представляет собой модульные контроллеры, способные управлять уже не отдельным агрегатом, а целой системой или частью установки, в частности, возможно управление давлением в ресивере и системой возврата масла, а также управление системой рекуперации. АК-РС 772 – контроллер для малых транскритических систем на CO_2 . АК-РС 781А – для средних фреоновых систем и транскритических систем на CO_2 . АК-РС 782А – для транскритических систем на CO_2 , является новинкой серии с ожидаемой в конце 2017 года функцией управления эжектором. АК-РС 783 – контроллер для каскадных систем на CO_2 .

Контроллеры испарителей

В устройствах управления электронными регулирующими вентилями (серия АК-СС) интеллектуальная составляющая получила на сегодняшний день наибольшее развитие. Компании Danfoss с помощью запатентованного алгоритма управления удалось реализовать способ оптимального использования испарителя (в зависимости от нагрузки), в том числе, при низком давлении конденсации, что не возможно для любых условий с использованием традиционного ТРВ. Адаптивный перегрев от Danfoss позволяет поддерживать этот параметр на минимальном стабильном уровне, позволяющем надежно избежать опасности гидравлического удара в компрессоре. При этом не требуется ручной подстройки, снижается рабочий цикл компрессоров, достигается энергосбережение.

Системы мониторинга

На сегодняшний день экономия от комплексного применения энергосберегающих технологий Danfoss может достигать до 33%. Важнейшую роль в этом играет организация сбора, обработки и анализа данных, получаемых от компонентов холодильной системы. На вершине эволюции системы ADAP KOOL в настоящее время находится блок управления АК-SM серии 800. Основная концепция новых блоков управления АК-SM 8x0 обеспечивает непрерывное управление магазином любого формата: от одной витрины до гипермаркета. К блоку управления можно подключиться как локально, так и удаленно через Интернет.



Собираемые данные могут поступать в электронные сервисы Danfoss для дальнейшего анализа, а также передаваться в специализированное программное обеспечение, предназначенное для директоров магазинов или мобильное приложение для сотрудников технического обслуживания. К перспективным проектам можно отнести мониторинг малых объектов и систему телеметрии. Данные собранные холодильной автоматикой магазина передаются через умный GPRS модем в облачный сервис, к которому в свою очередь имеют доступ различные пользователи системы.

Интеллектуальные функции

К основным интеллектуальным функциям контроллеров Danfoss, приводящим к экономии энергии относятся: оптимизация давления кипения (3-4% на 1К увеличения давления кипения), плавающее давление конденсации (3-4% на 1К снижения давления конденсации). По результатам тестирования на реальных торговых мощностях супермаркетов величина снижения энергопотребления достигала 12%.

Smart Grid

К направлениям дальнейшего развития можно смело отнести концепцию «умных сетей», получающую все большее одобрение в странах ЕС. Включение магазина в «умную сеть» позволяет, например, экономить за счет адаптации работы компрессоров к суточным интервалам пониженных тарифов на электроэнергию, информация о начале и конце которых поступает на контроллеры автоматически по сигналу от сбытовой компании. С другой стороны, вследствие известной инерционности холодильных установок, можно зарабатывать, продавая в общую сеть теплоснабжения неостребованные избытки тепловой энергии, вырабатываемой холодильной установкой.

С докладом от компании Güntner выступил **Никита Константинович Шишкин**.

Он отметил, что помимо производства высококачественных теплообменников, компания Güntner обладает также большим опытом



в разработке и изготовлении управляющих устройств и распределительных щитов для теплообменного оборудования. Многие годы компания поставляет эффективные высококачественные контроллеры и щиты, идеально соответствующие функциям основного оборудования, принимая во внимание не только сам теплообменник и его вентиляторы, но всю систему в целом. Изделия доступны в специальном исполнении (ТЭН, стальной короб) для условий эксплуатации при низких (-25 °C и ниже) температурах. Все оборудование разрабатывается с учетом дружелюбности к пользователю и простоты в эксплуатации. Все контроллеры автоматически конфигурируются в специальном программном обеспечении Güntner Product Calculator, гарантируя полную совместимость с теплообменным аппаратом, и не требуют какой-то специальной настройки (plug-and-play).

Система Güntner Motor Management (GMM)

В этом случае компания предлагает не просто теплообменник, а умный компонент, встраиваемый в общую систему управления холодильной установки. GMM контроллеры — это специальная разработка, созданная для применения с теплообменниками Güntner, и обеспечивающая оптимальное протекание теплообменного процесса, увеличивая тем самым общую экономическую эффективность



холодильной системы в целом. Система GMM доступна для всех типов вентиляторов, как AC (вентиляторы с двигателями на переменном токе), так и EC (вентиляторы с электронно-коммутируемыми бесщеточными электродвигателями постоянного тока). Причем только комбинация EC вентиляторов с контроллерами GMM составляет умную теплообменную систему, работающую в энергетически оптимальном режиме и обеспечивающую эффективное сопровождение и обслуживание оборудования.

Теплообменный аппарат Güntner, снабженный контроллером GMM является plug-and-play решением. Это означает, что параметры вентиляторов устанавливаются автоматически самой системой GMM. Автоматическое программирование работает также и в случае необходимости замены вентилятора.

Технология Güntner GMM EC

Система GMM, используя современную технологию обмена данными, реализованную в решениях на базе теплообменников Güntner, может выполнять три задачи: быть системным менеджером (System Manager), контроллером процесса (Process Controller), информационным менеджером (Information Manager).

System Manager. При вводе в эксплуатацию и сервисных работах контроллер GMM EC полностью настраивает EC вентилятор для работы. Система plug-and-play выполняет всё программирование автоматически в соответствии с рассчитанной рабочей точкой для данного теплообменника.

Process Controller. GMM регулирует частоту вращения вентиляторов в зависимости от изменения давления или температуры, управляет процессами и тем самым создаёт оптимальную с энергетической точки зрения систему теплообмена.

Information Manager. GMM оснащен интерфейсами связи с системами регулирования более высокого уровня. Вся важная для работы установка информация отображается на дисплее контроллера и передается через шинную

систему или стандартный интерфейс в системы более высокого уровня.

Режимы работы

Контроллеры GMM обеспечивают следующие сценарии управления теплообменным аппаратом:

- «автоматический внутренний», при котором установка нужной уставки производится через дисплей контроллера (при этом необходимо наличие датчика температуры или давления);
- «пассивный внешний», при котором скорость вентилятора задается внешней системой управления (датчики температуры или давления при этом не требуются);
- «автоматический внешний», при котором уставка задается внешней системой управления (наличие датчика температуры или давления необходимо).

Функции системы GMM EC, придающие ей рыночную привлекательность

Функция bypass служит повышению безопасности работы. В случае неисправности вентиляторы автоматически переключаются в аварийный режим. Повышению безопасности служит также функция alarm management. Все сообщения отображаются на экране и могут быть переданы через bus-систему. Все сообщения GMM контроллера и EC вентилятора сохраняются в памяти и анализируются для принятия соответствующих мер. Функция защиты от замерзания tear-off способствует надежности работы в условиях образования льда.

Передача данных и варианты коммуникации

При наличии bus-интерфейса (опционально) теплообменник на базе GMM EC можно интегрировать в централизованную систему управления. Перспективным также считается применение технологии wi-fi с прямым доступом со смартфона через мобильное приложение.

Компания Güntner производит также контроллеры серии GMM spray (технология Güntner Hydro Management). Данные контроллеры управляют водяным орошением в зави-

симости от требуемой производительности теплообменного аппарата и измеренных температур окружающей среды и охлаждаемой жидкости. Как результат – производительность теплообменника повышается. Необходимая информация, например скорость вращения вентилятора, поступает от датчика скорости по коммуникационной шине, а в случае установки датчика стороннего производителя – через цифровой сигнал. Точка начала орошения рассчитывается для каждого режима и аппарата индивидуально. Данная технология включает две системы: basic и professional, последняя отличается от первой тем, что площадь орошения можно разделить на участки (до 9 секций). Результат – существенная экономия воды. Можно также задать стоимость воды и электроэнергии и контроллер будет вычислять оптимальный режим с точки зрения затрат.

С заключительным докладом выступил **Игорь Геннадиевич Шокин**, компания Bitzer.

Начал он с того, что умные компрессоры Bitzer – огромное преимущество для клиентов компании. Управляемую электроникой продукцию компания Bitzer маркирует аббревиатурой IQ.

Линейка изделий с технологией IQ включает: CSV (компактные винтовые компрессоры со встроенным частотным инвертором), OSA (открытые аммиачные винтовые компрессоры со стандартным интеллектуальным модулем), ECOSTAR (компрессорно-конденсаторные агрегаты LHV5E/LHV7E), VARISPEED (поршне-

вые компрессоры со встроенным частотным инвертором), SPEEDLITE (транспортные полугерметичные спиральные компрессоры), ECOLINE VARIPACK (поршневые компрессоры с внешним частотным инвертором), ECOLINE WITH IQ MODULE (поршневые компрессоры с опциональным интеллектуальным модулем).



Когда речь заходит об «умных» холодильных компрессорах, то в первую очередь это касается интеллектуальных методов регулирования производительности. Компания Bitzer ведет работу в этой сфере по следующим направлениям: VARISPEED (самое простое в использовании и самое компактное решение с преобразователем частоты); VARIPACK (гибкое решение, самый простой в использовании внешний преобразователь частоты); система CR11 (недорогой механический способ регулирования производительности).

Частотные преобразователи — в настоящий момент довольно распространенная технология. Компания поставляет как встроенные, так и универсальные внешние решения, управляемые как от внешнего контроллера, так и с использованием специальной встроенной электронной платы, при этом устройство само распознает тип установленной платы и автоматически настраивает способ регулирования. Данные о более чем 35 хладагентах интегрированы в частотных преобразователях Bitzer.

Различные серии винтовых компрессоров Bitzer могут иметь различные методы регулирования производительности. Серия CSVH – пример того, как умные компоненты (модуль мониторинга и защиты SE-i1) и компрессоры становятся одним целым. Открытый компрессор OS.A95103 также комплектуется встроенным модулем SE-i1 с контролем положения золотника.

Быстро пульсирующая система CR11 обеспечивает регулирование производительности в диапазоне от 10% до 100% для серий поршневых компрессоров CE3-BE6. В работе системы реализован тот же самый принцип, что и в



предыдущей версии CR – блокировка общего для блока цилиндров канала всасывания, но с другим исполнительным механизмом.

Начиная с 2015 года поршневые компрессоры Bitzer стали опционально оснащаться IQ модулями защиты и управления CM-RC-01 (с 2018 года будет доступен для заказа отдельно от компрессора). Интеллектуальное устройство CM-RC-01 способно не только защитить компрессор в нестандартной ситуации, но и управлять им, фактически выполняя функции электронного контроллера холодильной установки. В настоящее время инновационными устройствами CM-RC-01 поршневые компрессоры Bitzer оснащаются только на заводах-изготовителях BITZER GmbH. Эти устройства устанавливаются в клеммные коробки компрессоров и подключаются к датчикам температуры и давления, электромоторам и внешней автоматике компрессоров.

Кроме функций защиты IQ модуль CM-RC-01 обладает функциями управления. С помощью встроенного микропроцессора модуль включает и выключает со своих разъёмов следующие периферийные элементы компрессора: до трёх катушек соленоидных клапанов регулирования производительности CR11 – интегрального решения, позволяющего адаптировать производительность компрессора к текущей нагрузке на испарители и конденсаторы подобно частотному инвертору; подогреватель масла в картере, который отключается при остановке компрессора; вентилятор обдува; катушки приводов магнитных пускателей компрессоров по схеме пуска PW и Y/Δ с обеспечением заданной временной задержки; катушку соленоида предупусковой разгрузки SU; катушку импульсного соленоида CIC модернизированной системы жидкостного впрыска для работы на R407A и R407F; регулятор уровня масла в картере, включающий в себя датчик уровня OLC-D1, 24 V DC, и катушку соленоида подачи масла в картер компрессора.

Вершиной всех описанных выше возможностей модуля CM-RC-01 является его функция комплексной диагностики работы компрессо-

ра. Модуль имеет собственную память, в которой хранятся значения 19 важнейших рабочих параметров компрессора, записанные в течение последних двух недель его работы. Модуль имеет также и внешнюю светодиодную индикацию состояния компрессора.

Разумеется, инновационный защитно-диагностический смарт-модуль CM-RC-01 имеет возможность коммуникации со всеми структурами более высокого порядка, которые участвуют в управлении работой компрессора, в который этот модуль установлен. Через шину Modbus этот модуль подключается к контроллеру управления всей холодильной или климатической установки. Кроме того, данное подключение можно осуществить и через локальную сеть Ethernet, через которую текущие параметры компрессора, а также данные DataLog из памяти модуля можно передавать прямо на сервер сервисной компании, осуществляющей удалённый мониторинг и сервис данной установки.

BEST (BITZER Electronics Service Tool)

Software – одна программа для всех образцов IQ продукции Bitzer

При помощи компьютера с одним сервисным инструментом можно проверить, ввести или изменить настройки всех IQ компонентов Bitzer. Программа позволяет получить полный обзор операционного статуса IQ устройств: историю функционирования, включая ввод в эксплуатацию, а также историю устранения неисправностей и технического обслуживания. BEST Software поддерживает следующие продукты: CSV, VARISPEED, VARIPACK, ECOSTAR, а также устройства защиты, мониторинга и управления SE-i1 для винтовых компрессоров и CM-RC-01 для поршневых компрессоров.

В кратком репортаже невозможно описать все технические аспекты, которые были озвучены представителями компаний, выступивших с докладами. Поэтому самый лучший способ быть в курсе новейших разработок – посещать семинары в рамках «ТехноТура» в 2018 году.