

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) на примере системы автоматизации зданий стадиона «Химик» (г. Кемерово, Россия).

В обзорной статье кратко рассмотрены устройство, эксплуатация и недостатки автоматизированных систем управления и диспетчеризации сооружений на примере системы автоматизации зданий стадиона «Химик» (г. Кемерово, Россия).

Статья рассчитана на широкий круг специалистов, занимающихся эксплуатацией зданий и сооружений.

Развитие электроники и средств автоматизации в последние десятилетия, не только перевернуло представление о производственной деятельности, но и полностью поменяло быт человека. Недалёк тот день, когда «уставший после трудового дня гражданин будет приходить к себе домой и улыбаться электронному выключателю, дабы тот не обиделся и не оставил его без света».

Мы не будем касаться бытовой сферы, а рассмотрим только достоинства и недостатки автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) на примере системы автоматизации зданий стадиона «Химик», которая представляет из себя совокупность различных специализированных SCADA-систем. Так, например, всем холодопроизводящим оборудованием управляет система «Adap-Kool» компании Danfoss, микроклиматом модуля – система «Excel-5000» компании Honeywell, освещением крытой арены – программа ETS-2 европейской ассоциации Kopnex, контроль доступа и ОПС выполнены на разных системах «Орион» и т.д. В целом система АСУТП стадиона «Химик» - это яркий пример того, как не должна выполняться автоматизация зданий. Очень дикий Запад, как и развивающийся Восток, используют в подобных ситуациях единую комплексную SCADA-систему на весь спектр автоматизации – это в значительной степени удешевляет весь комплекс работ (от проектирования до инсталляции) и упрощает эксплуатацию. Пожалуй, единственный положительный момент такого многообразия – в использовании различных систем автоматизации, в возможности специалистам эксплуатации освоить целую линейку различных SCADA-систем, эти мы и займемся.

Холодильные машины с точки зрения автоматизации достаточно просты: в них необходимо лишь поддерживать определенные температуру и давление хладагента. Зачастую, в «доисторических» холодильных агрегатах, с этими задачами справлялись специально обученные операторы – они в зависимости от ситуации включали или отключали компрессор, крутили запорную арматуру, отслеживали уровень масла и при необходимости доливали, производили записи в специальные журналы, и т.д. Однако современные холодильные установки напичканы различными датчиками, соленоидными клапанами, электронными регулируемым вентилями, элементами автоматического управления и контроля. Обилие приборов в промышленных холодильных машинах, особенности их эксплуатации и уникальные технологические процессы требуют глубокого понимания холодильной техники для правильной ее автоматизации.

Прежде чем приступить к эксплуатации систем автоматики холодильной установки, необходимо глубоко разобраться в принципе работы, устройстве и

назначении данного механизма. Бывают случаи, когда «специалисты» весьма приблизительно представляют себе процессы, происходящие в холодильной установке. В результате они не облегчают работу с оборудованием, а реализуют собственные представления о том, как должен работать «агрегат непонятого действия». Это приводит к тому, что персонал отключает «ненужные приборы» и переходит к управлению процессом в ручном режиме, что не только дискредитирует саму идею автоматизации производства, но и приводит к излишним затратам, ухудшению качества конечного продукта и т.д.

Автоматизированное холодильное оборудование не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала, но не исключает необходимости периодических контрольных осмотров и проверок по установленному регламенту. Автоматизация любого производства, в т. ч. и промышленных холодильных агрегатов, способствует резкому снижению аварийности и травматизма: тут главное – доходчиво убедить обслуживающий персонал без явной необходимости не проявлять инициативу и не трогать руками всякие штучки.

Основным элементом холодильной машины является компрессор, в котором происходит сжатие поступившего на всасывание пара холодильного агента. Компрессор может быть поршневым, спиральным, винтовым, центробежным — их автоматизация в принципе одинакова. Наиболее простой способ регулирования работы всей холодильной установки осуществляется путем простого отключения компрессора термостатом при достижении холодоносителем заданной температуры.

Именно компрессору, как наиболее сложному с механической точки зрения устройству, необходимы приборы защиты. Компрессор нужно защищать от слишком низкого давления всасывания (например, из-за утечки холодильного агента) и слишком высокого давления нагнетания (например, из-за слишком высокой температуры наружного воздуха). Обычный манометр является прибором визуального контроля и позволяет оператору вовремя отключать установку вручную при критических значениях давления.

Для автоматизации промышленной холодильной техники и систем кондиционирования используется множество контроллеров различного уровня сложности. Контроллер — это устройство, способное по заданному алгоритму управлять технологическим процессом.

Эксплуатация холодильной установки требует постоянного обновления информации о текущих процессах, ее анализа и выработки сигналов управления. Часть информации воспринимается автоматическими устройствами и системами, которые формируют и выдают сигналы управления без участия людей. Другую часть информации получает на мониторы обслуживающий персонал, благодаря чему оценивается работа оборудования, корректируются задания автоматическим устройствам, организуются работы по устранению неполадок и т.д. Объем принятой (переданной) информации зависит от числа сигналов и дискретных признаков (включен — выключен, мигающий свет, различие по цветам и расположению на мнемосхеме). На дисплеи компьютерных информационных систем выводится вся необходимая информация в текстовом, цифровом или графическом виде.

Из производителей автоматизированных систем - основных «игроков» на рынке автоматизации для зданий (TAC, Siemens, Honeywell, Sauter, Johnson Controls, Rockwell, Allen-Bradley и др.) достаточно сложно выбрать лучшего. Причина в том, что данные производители предоставляют конечному пользователю оборудование,

практически одинаково надежное и фактически одной функциональной номенклатуры (включая программное обеспечение), поэтому лучшим показателем конкурентной способности, в данном случае, может являться тендер на поставку, монтаж, наладку, гарантийное и, что не маловажно, послегарантийное обслуживание.

На стадионе «Химик» автоматизированы следующие системы:

- Центральный тепловой пункт (ЦТП).
- Общеобменная вентиляция и кондиционирование воздуха.
- Подогрев воздуха арены (фанкойлы).
- Система охлаждения и контроля состояния ледовых полей.
- Система холодоснабжения.
- Освещение арены.
- Автоматическая пожарная сигнализация.
- Контроль доступа.

Любой из вышеперечисленных систем можно управлять с центрального диспетчерского пункта, что позволяет свести службу эксплуатации к разумному минимуму.

В нашей холодильной установке используется оборудование фирмы Danfoss группы ADAP-KOOL[®], которое составляет комплексную электронную систему для мониторинга и управления холодильными установками. С момента ее появления, более 10 лет назад, система постоянно развивается и модернизируется. В настоящее время широкий ассортимент ее изделий удовлетворяет все потребности в области современных функций регулирования, мониторинга и надзора (тревожной сигнализации) холодильных установок. Многолетний опыт фирмы Danfoss в области охлаждения вместе с глобальной сетью продаж и сервиса привели к тому, что ADAP-KOOL[®] является системой управления, предпочитаемой ведущими мировыми производителями холодильного оборудования. Объединение командоконтроллеров в одну систему при помощи магистрали передачи данных позволяет обслуживать холодильные установки дистанционно. В состав системы управления ADAP-KOOL входят следующие элементы:

- Электронные командоконтроллеры.
- Электронно-управляемые расширительные клапаны.
- Датчики температуры.
- Преобразователи давления.
- Интерфейсные модули.
- Программное обеспечение.

Электронные блоки управления позволяют добиться стабильности поддержания температуры. Применение приборов позволяет проектировать многофункциональные установки с возможностью дистанционной перестройки режима из сервисного центра или офиса фирмы, осуществляющей тех поддержку.

Система «ADAP-KOOL» позволяет контролировать все параметры установок контроллерами «Danfoss», включая возможность дистанционного перепрограммирования основных функций контроллеров, параметров регулирования, а также регистрировать и накапливать значения любых измеряемых величин, отслеживать состояние всей системы в целом.

Преимущества, достигаемые при использовании системы управления ADAP-KOOL:

- Экономия электроэнергии.
- Круглосуточный мониторинг наиболее важных параметров работы системы (температур, давлений).
- Дистанционное обслуживание и аварийная защита.
- Уменьшение затрат на сервисное обслуживание.
- Увеличение срока службы основного оборудования.

За время эксплуатации нашей станции холодоснабжения, в неё был внесен ряд изменений и модернизаций, нацеленных на улучшение работы оборудования и повышение его энергоэффективности (которая заключается не только в прямой экономии энергоресурсов, но и в продлении срока безаварийной эксплуатации довольно дорогостоящего оборудования).

Модернизация системы управления конденсацией холодильных агрегатов

В 2003 году на стадионе «Химик» была введена в эксплуатацию станция холодоснабжения, в которой была применена ступенчатая схема управления вентиляторами конденсаторов.

Суть метода управления заключается в следующем: *«Работой включения/отключения вентиляторов конденсатора холодильной машины управляет электронный блок. При превышении первой уставки (верхний температурный порог) вентилятор включается, а при значении ниже второй уставки (нижний температурный порог) вентилятор отключается, то есть управление включением вентиляторов происходит ступенчато (скачкообразно)».*

При таком методе управления происходят резкие скачки давления и температуры, что отрицательным образом сказывается на стабильности работы всего холодильного агрегата, повышается его износ. Вентиляторы работают на 100% производительности, потребляя при этом максимальное количество электроэнергии.

В 2011 году был проведён аудит холодильной станции. По его результатам было принято решение произвести модернизацию системы конденсации: изменить управление вентиляторами конденсаторов со ступенчатого на плавное, с использованием метода частотного регулирования. Для этого установлены частотные преобразователи.

Система управления представляет собой частотные преобразователи со встроенным контроллером каскадного управления вентиляторами. Регулирование производительности осуществляется путем плавного изменения частоты вращения рабочего колеса одного из 3-х вентиляторов. При нехватке или избытке мощности контроллер будет производить ступенчатое включение/выключение одного из 2-х дополнительных вентиляторов. Сглаживание пульсации давления происходит за счет того, что частота вращения одного из вентиляторов находится под контролем частотного преобразователя.

Использование комбинированного способа управления вентиляторами конденсаторов позволило:

1. Избавиться от скачков давления конденсации, что способствует стабильной работе всего холодильного агрегата.
2. Сэкономить электроэнергию, потребляемую вентиляторами конденсаторов.
3. Снизить уровень шума, создаваемого вентиляторами в номинальных режимах эксплуатации.

Автоматический запуск компрессоров ХС в разгруженном состоянии

В период модернизации 2011 года был изменён алгоритм запуска и выхода на рабочий режим (максимальную производительность) компрессорных агрегатов.

В соответствии с проектом, при запуске компрессор использовал сразу 100% своей производительности, что, во время запуска, влечет за собой нестабильную работу холодильного агрегата, повышенные стартовые нагрузки на механические части, обмотку электродвигателя и сети электропитания (большие пусковые токи). Все эти факторы отрицательно сказываются на эксплуатации холодильной станции и значительно сокращают ресурс компрессорных агрегатов.

Были внесены изменения в работу компрессорных агрегатов, использован режим запуска при 25% производительности с переходом до 100%. Выбор альтернативного режима регулирования производительности осуществляется за счёт установки дополнительного электромагнитного клапана и соответствующей настройки логики управления. Характерной особенностью этой системы является автоматическая стартовая разгрузка. Она позволяет достигнуть максимально стабильной работы компрессора при его запуске и плавно перейти к расчётному режиму, соответственно, уменьшить время выхода на расчётный режим. Это позволяет снизить чрезвычайно высокие стартовые нагрузки на электродвигатель и механические части компрессора. Регулирование производительности осуществляется за счёт определённого алгоритма срабатывания электромагнитных клапанов, интегрированных в корпус компрессора. В качестве управляющего модуля использован контроллер, управляющий работой холодильного агрегата.

Конфигурация управляющей и мониторинговой сети DANFOSS

С вводом в строй в 2007 году крытого модуля стадиона Химик автоматика контроля и управления холодильной станции была дополнена диспетчерской системой АКМ-5 ADAP-KOOL. Данная система позволяет в режиме реального времени отслеживать необходимые параметры работы оборудования холодильных агрегатов, как станции холодоснабжения, так и используемых в системе вентиляции и кондиционирования воздуха крытого модуля. В системах управления этим оборудованием используется два протокола передачи информации (LonWorks и Danbuss).

В ходе модернизации станции холодоснабжения были установлены частотные приводы электродвигателей конденсаторов, которые имеют функцию дистанционного управления и мониторинга теми же средствами, что и уже имеющееся оборудование автоматизации, но используют протокол Lon Works. Было принято решение дополнить существующую систему диспетчеризации и задействовать все имеющиеся средства автоматизации, для полного контроля за работой оборудования. Дополнительно была проложена интерфейсная линия, для передачи данных по протоколу Lon Works, все имеющиеся контроллеры и частотные приводы были добавлены в систему

диспетчеризации. Для поддержки имеющимся интерфейсным блоком АКА 245 нового оборудования, работающего на более новом и быстром протоколе «LON» было заменено его микропрограммное обеспечение (прошивка) и произведён переход на более новую версию программного обеспечения АКМ.

В настоящий момент система управления ADAP-KOOL позволяет получить всю необходимую информацию о работе оборудования холодильных установок, более гибко и оперативно выполнять подстройку оборудования, а так же автоматически сохранять значения необходимых параметров, для дальнейшей оптимизации работы оборудования.

Система управления циркуляцией масла в компрессорной паре линии №2 ХС

Важнейшим фактором, определяющим надёжность и долговечность работы холодильного компрессора, является штатная циркуляция масла как внутри него, так и по холодильному контуру, а также нормальное функционирование системы её контроля.

Станция холодоснабжения была сдана в эксплуатацию в 2003 году и укомплектована компрессорными агрегатами, состоящими из пяти пар винтовых компактных компрессоров. Каждая пара снабжена единой системой циркуляции масла. Такая схема масляной системы оказалась крайне не стабильной, даже фирма производитель признала этот факт и отказалась от таких конфигураций.

На холодильной станции стадиона «Химик» самые большие проблемы с циркуляцией масла наблюдались на компрессорной паре линии №2, поэтому в 2011 году были внесены значительные изменения в систему циркуляции масла компрессорной пары линии №2.

Проведены следующие изменения: увеличен диаметр трубопровода масляной линии, установлены внешний маслосборник и оптические датчики верхнего и нижнего уровня масла, а так же система автоматического регулирования уровня масла, аварийной сигнализации и остановки.

Возможность контроля уровня масла делает общий мониторинг холодильной установки с винтовым компактным компрессором более наглядным, позволяющим обезопасить компрессор при любых его нештатных режимах работы.

В дальнейшем планируется оснастить все компрессорные агрегаты аналогичной системой.

Эти работы улучшают качественные показатели работы оборудования и позволяют продлить срок их работы, что является значительным экономическим эффектом.

При обслуживании крытых ледовых арен одна из серьезнейших задач, которая встает перед специалистами – создание и поддержание на арене и в помещениях особого микроклимата. Поэтому рассмотрим вопрос управления инженерными системами здания.

Управление инженерными системами

На современном этапе развития промышленного и гражданского строительства, возведения зданий и сооружений, многочисленных коттеджей и индивидуальных домов, постоянного совершенствования и усложнения санитарно-технического оборудования необходимо автоматизированное управление инженерными системами электро-, водо- и теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Если раньше человек успешно справлялся с задачами управления, то сегодня его возможности резко ограничены ввиду сложности современных систем, быстрой утомляемости, субъективности в оценке возникших ситуаций, ограниченной скорости реакции на резкие изменения режимных параметров и т.п. В результате, функции управления в инженерных системах все в большем объеме передаются автоматическим регуляторам и вычислительным устройствам.

В нашей стране и за рубежом с каждым годом расширяются объемы работ по автоматизации инженерных систем зданий и сооружений. В каждом проекте строительства этих объектов наряду со строительно-технологическими решениями разрабатываются системы их автоматизации. Автоматизация сантехнических устройств и вентиляции, входящих в состав инженерных систем является одним из важнейших источников экономии топливно-энергетических ресурсов, затрачиваемых на теплоснабжение систем зданий и сооружений.

Широкое распространение получают чрезвычайно удобные в эксплуатации системы интеллектуального управления зданиями. Они представляют собой комплекс средств и оборудования, цель которого является объединение функций обеспечения контроля и управления инженерными системами. Процесс реализуется посредством создания единой информационной среды, базой для которой выступают промышленные программируемые контроллеры.

В нашем крытом ледовом модуле управление инженерными системами реализовано на базе свободно программируемой системы автоматизации зданий компании Honeywell, которая обеспечивает функционирование в заданных параметрах следующих систем: теплоснабжение; горячее водоснабжение; вентиляция и кондиционирование воздуха, холодоснабжение крытой арены. Требования, предъявляемые к оптимальным и допустимым параметрам внутреннего воздуха, регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 и гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.1762-03.

Система управления EBI (Enterprise Buildings Integrator (Интегратор зданий предприятия) – программная часть) представляет собой современную управляющую и контролирующую прикладную программу, которая:

- Выводит на экран данные системы в виде, позволяющем их легко интерпретировать.
- Позволяет управлять системой посредством соответствующих команд.
- Автоматически выполняет запланированные задания (временная функция).
- Уведомляет о действиях системы, включая случаи срабатывания сигнализации и событий системы.

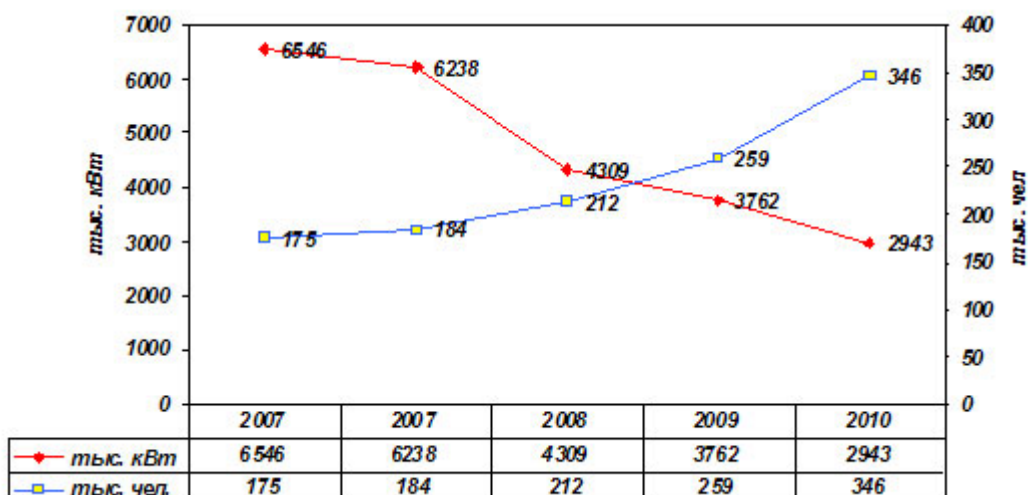
EBI работает на сервере – главном компьютере, который собирает и обрабатывает данные, администрирует действия системы и выполняет задания в автоматическом режиме. Контроллеры представляют собой «глаза и руки» системы, опрашивающие параметры и управляющие исполнительными устройствами. За счет

использования единой системы автоматизации достигаются следующие преимущества:

- Максимальное взаимодействие между инженерными системами:
 - Улучшение качества работы систем;
 - Повышение безопасности и надежности.
- Уменьшение операционных затрат:
 - Единый информационный интерфейс упрощает функции управления и обучение персонала;
 - Централизованное управление обеспечивают эффективное использование обслуживающего персонала;
 - Анализ работы систем и прогнозирование регламентных и ремонтных работ позволяют избежать аварийных ситуаций.
- Максимальное сбережение энергии:
 - Управление системами вентиляции и кондиционирования по запросам (по необходимости);
 - Использование дежурных режимов отопления.
- Единый источник сервиса:
 - Уменьшение времени реагирования.

О пользе и эффективности использования средств управления и автоматизации зданий спортивной и культурно-просветительной ориентации наглядно говорит представленный ниже график, где отображено, как (в ходе расширения и модернизации АСУ) сокращается потребление электроэнергии и растет популярность (посещаемость) стадиона «Химик».

График годового потребления электрической энергии и посещаемости стадиона «Химик» (г. Кемерово, Россия)



Максимальный эффект сокращения энергопотребления достигается зональным управлением системами вентиляции и кондиционирования, поддержанием заданной температуры в системе отопления в зависимости от температуры наружного воздуха. Осуществляется это с помощью свободно-программируемых контроллеров, подключенных к центральной системе управления.

И не надо забывать, что АСУ ТП – это, прежде всего инструмент, который надо правильно использовать. А для того чтобы добиться результата, нужно учиться этим инструментом владеть и управлять, как учимся, к примеру, водить автомобиль или пользоваться пультом для телевизора, когда в первый раз приобретаем эти агрегаты. И как всякий инструмент, АСУ ТП имеет определенную сферу применения.

Статья предназначена для широкого круга специалистов, занимающихся эксплуатацией зданий и сооружений. Цель – в доступной форме, на примере эксплуатации АСУ Губернского центра спорта МСАУ «Стадион Химик» (г. Кемерово, Россия), рассказать о преимуществах глубоко продуманной комплексной автоматизации инженерных систем. К величайшему сожалению до сих пор на всех уровнях становления и существования современного здания или сооружения (от замыслов и проектирования до эксплуатации) к использованию SCADA в управлении инженерными системами относятся, в большинстве случаев, как к второстепенному элементу, экзотике, или даже излишеству. Вследствие этого на автоматизации зданий стараются или экономить в период строительства, или финансировать по остаточному принципу во время эксплуатации (последнее не относится к нашему предприятию).

В заключении не можем не похвастаться: **по нашему глубокому убеждению, наш родной стадион «Химик», в части автоматизации инженерных систем, является самым оснащенным (передовым) среди родственных предприятий евразийского и африканского континентов. Вот так-то! Ни больше, ни меньше!**

Авторы выражают особую благодарность за помощь в подготовке материала:

- Муниципальному спортивному автономному учреждению «Стадион Химик» (г. Кемерово, Россия).
- Филиалу кафедры «Теплохладотехника» Кемеровского технологического института пищевой промышленности (г. Кемерово, Россия).
- «Секреты ледоваров» (г. Кемерово, Россия) - организации по подготовке и эксплуатации искусственных ледовых полей для игры в хоккей с мячом (Bandy) на открытых и закрытых аренах.

Статья имеет постоянную страницу в сети Интернет:

http://holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_1_2013_ASUTP_Raev_Vasilevskiy.htm.