

Автономная некоммерческая организация
дополнительного профессионального образования
«Институт холодильных систем и пищевых производств»

«Утверждаю»
Директор АНО ДПО «ИХС ПП»

Рассолов В.И.



Учебный план
дополнительного профессионального образования
(повышение квалификации):

Курс «Проектирование систем холодоснабжения на базе водоохлаждающих машин (чиллеров)»

Цель: дать новые знания, навыки и умения

Категория слушателей: проектировщики систем ОВиК и систем холодоснабжения технологических процессов

Срок обучения: 72 учебных часа (учебный час-45 минут).

Теоретический курс

ПЕРВЫЙ ДЕНЬ 10:00 – 17:00

Теория

1. История развития холодильной техники.
 - 1.1. Теоретические основы получения холода
 - 1.2. Основные понятия и определения в холодильной технике
 - 1.3. Способы получения холода
 - 1.3.1. Нециклические
 - 1.3.2. Циклические
2. Холодильный цикл парокомпрессионной холодильной машины
 - 2.1. Идеальный цикл
 - 2.2. Реальный цикл
 - 2.3. Прямой и обратный циклы Карно
 - 2.4. Экологическая безопасность систем холодоснабжения
 - 2.4.1. Шумовые характеристики
 - 2.4.2. Методы снижения шума от холодильных машин
3. Холодильный цикл абсорбционной холодильной машины
 - 3.1. Теория. Процессы абсорбции
 - 3.2. Тепловые машины
 - 3.3. Цикл абсорбционной холодильной машины

ВТОРОЙ ДЕНЬ 10:00 – 17:00

4. Современные системы холодоснабжения зданий и технологических процессов.
 - 4.1. По способу получения холода
 - 4.1.1. Испарительные
 - 4.1.2. Абсорбционные
 - 4.1.3. Парокомпрессионные
 - 4.2. По применению
 - 4.2.1. Для систем вентиляции и кондиционирования зданий
 - 4.2.2. Для технологических процессов
 - 4.2.3. Системы тригенерации
5. Основные компоненты системы холодоснабжения
 - 5.1. Водоохлаждающая машина (чиллер)
 - 5.1.1. Парокомпрессионные водоохлаждающие машины
 - 5.1.2. Типы компрессоров
 - 5.1.2.1. По исполнению
 - 5.1.2.1.1. Сальниковые
 - 5.1.2.1.2. Бессальниковые
 - 5.1.2.1.3. Герметичные
 - 5.1.2.2. По способу сжатия (объемные)
 - 5.1.2.2.1. Поршневые
 - 5.1.2.2.2. Спиральные

- 5.1.2.2.3. Винтовые
- 5.1.2.3. По способу сжатия (динамические)
 - 5.1.2.3.1. Центробежные
- 5.1.2.4. Приводы компрессоров с частотным регулированием

ТРЕТИЙ ДЕНЬ 10:00 – 17:00

- 5.1.2.5. Работа при низких температурах
- 5.1.2.6. Моноблоки с воздушным охлаждением конденсатора
- 5.1.2.7. Компрессорно-конденсаторные блоки и выносные испарители
- 5.1.2.8. Водоохлаждающие машины с выносными конденсаторами
- 5.1.2.9. Водоохлаждающие машины с воздушными конденсаторами, установленными внутри помещения
- 5.1.2.10. Эффективность водоохлаждающих машин
- 5.1.3. Испарители водоохлаждающих машин
 - 5.1.3.1. Пластинчатые
 - 5.1.3.2. Кожухотрубные (сухие)
 - 5.1.3.3. Кожухотрубные (заопленные)
 - 5.1.3.4. Специальные
- 5.1.4. Конденсаторы водоохлаждающих машин с водяным охлаждением
- 5.1.5. Конденсаторы водоохлаждающих машин с воздушным охлаждением
- 5.1.6. Сравнение водоохлаждающих машин с конденсаторами с водяным и с воздушным охлаждением
- 5.1.7. Абсорбционные водоохлаждающие машины
 - 5.1.7.1. Типы абсорбционных водоохлаждающих машин
- 5.2. Система международной сертификации водоохлаждающих машин
 - 5.2.1. Энергетическая эффективность работы холодильных машин
 - 5.2.1.1. Система международной сертификации оборудования
 - 5.2.1.2. Экологическая маркировка оборудования
- 5.3. Экологическая безопасность водоохлаждающих машин
 - 5.3.1. Шумовые характеристики
 - 5.3.1.1. Звуковая мощность
 - 5.3.1.2. Звуковое давление
 - 5.3.2. Методы снижения шума от холодильных машин
 - 5.3.2.1. Снижение шума от компрессоров
 - 5.3.2.2. Снижение шума от трубопроводов
 - 5.3.2.3. Снижение шума от вентиляторов
 - 5.3.2.4. Снижение шума с помощью опционных устройств
 - 5.3.2.5. Снижение шума с помощью установки звукопоглощающих экранов

ЧЕТВЕРТЫЙ ДЕНЬ 10:00 – 17:00

- 5.4. Теплообменники нагрузки систем холодоснабжения
 - 5.4.1. Управление с помощью трехходовых клапанов
 - 5.4.2. Управление с помощью двухходовых клапанов
 - 5.4.3. Управление с помощью насоса теплоносителя с переменным расходом
 - 5.4.4. Сдвоенный воздушный клапан (регулирующий расход воздуха через теплообменник по обводной линии)
- 5.5. Система распределения охлажденной воды
 - 5.5.1. Насосы охлажденной воды
 - 5.5.2. Распределительные трубопроводы
 - 5.5.3. Варианты системы распределения охлажденной воды
 - 5.5.3.1. Система с постоянным расходом
 - 5.5.3.2. Система с первичным и вторичным контуром
 - 5.5.3.3. Система с регулируемым расходом первичного контура
- 5.6. Система циркуляции воды, охлаждающей конденсатор
- 5.7. Градири
 - 5.7.1. Испарительные
 - 5.7.1.1. Принцип и теория испарительного охлаждения
 - 5.7.1.2. Классификация градириен
 - 5.7.1.3. Типы градириен
 - 5.7.1.3.1. Градириен с естественной тягой воздуха
 - 5.7.1.3.2. Градириен с механической тягой воздуха
 - 5.7.1.3.3. Градириен открытого типа
 - 5.7.1.3.4. Градириен с замкнутым контуром (испарительные)
 - 5.7.1.4. Конфигурация градириен

- 5.7.1.5. Элементы градирен
- 5.7.2. Сухие градирни
 - 5.7.2.1. Основные элементы конструкции
- 5.7.3. Гибридные градирни (сухие с системами адиабатического охлаждения)
 - 5.7.3.1. Технология адиабатического охлаждения
 - 5.7.3.2. Система AFS
 - 5.7.3.3. Система WFS
 - 5.7.3.4. Система EPS
- 5.7.4. Варианты системы циркуляции воды, охлаждающей конденсатор
 - 5.7.4.1. Одна градирня на каждую водоохлаждающую машину
 - 5.7.4.2. Группа насосов на группу водоохлаждающих машин
- 5.8. Принципы управления работой системы

ПЯТЫЙ ДЕНЬ 10:00 – 17:00

6. Варианты применения систем холодоснабжения

- 6.1. Система малой производительности (1-2 водоохлаждающие машины)
 - 6.1.1. Постоянный расход холодоносителя
 - 6.1.2. Переменный расход холодоносителя
 - 6.1.3. Выбор метода отвода теплоты конденсации
 - 6.1.4. Количество водоохлаждающих машин
 - 6.1.5. Параллельная или последовательная конфигурация
 - 6.1.6. Работа системы с частичной производительностью
- 6.2. Система средней производительности (3-5 водоохлаждающих машин)
 - 6.2.1. Сложная система управления
 - 6.2.2. Варианты ротации и резервирования водоохлаждающих машин
- 6.3. Оценка работы системы холодоснабжения
 - 6.3.1. Измерение рабочих параметров водоохлаждающей машины
 - 6.3.2. Принципы мониторинга эффективности работы системы холодоснабжения
 - 6.3.3. Энергетический и экономический анализ системы холодоснабжения

7. Основные параметры для проектирования системы холодоснабжения

- 7.1. Руководство по выбору значений расходов и температур охлажденной воды и воды, охлаждающей конденсатор
- 7.2. Стандартные диапазоны температур
- 7.3. Температуры воды, охлаждающей конденсатор
 - 7.3.1. Значения расходов охлажденной воды и воды, охлаждающей конденсатор
 - 7.3.2. Стандартные условия для расходов воды в контурах охлаждения и конденсатора
 - 7.3.3. Выбор диапазона расходов воды в контурах охлаждения и конденсатора
 - 7.3.4. Теплообмен при снижении температуры воды на входе в испаритель
 - 7.3.5. Функционирование градирни при снижении расхода в контуре конденсатора
- 7.4. Экономическое обоснование

8. Конфигурация системы

- 8.1. Параллельное расположение водоохлаждающих машин
- 8.2. Последовательное расположение водоохлаждающих машин
- 8.3. Системы с развязанным гидравлическим контуром (первичный-вторичный)
 - 8.3.1. Гидравлическая развязка
 - 8.3.2. Производство холода
 - 8.3.3. Распределение холода
 - 8.3.3.1. Преимущества системы с развязанным гидравлическим контуром для распределения холода
 - 8.3.4. Устройство насосного оборудования
 - 8.3.4.1. Традиционное расположение насосов
 - 8.3.4.2. Параллельное расположение распределительных насосов вторичного контура
 - 8.3.4.3. Третьичное распределение на нагрузке
 - 8.3.4.4. Принцип работы системы с развязанным гидравлическим контуром
 - 8.3.5. Управление работой системы холодоснабжения на основе расхода теплоносителя
 - 8.3.5.1. Регулирование расхода теплоносителя
 - 8.3.5.2. Регулирование температуры теплоносителя
 - 8.3.6. Согласование работы водоохлаждающих машин в системах с развязанным гидравлическим контуром
 - 8.3.6.1. Включение дополнительной водоохлаждающей машины
 - 8.3.6.2. Отключение лишней водоохлаждающей машины
 - 8.3.7. Несколько водоохлаждающих машин в контуре распределения

ШЕСТОЙ ДЕНЬ 10:00 – 17:00

- 8.4. Системы с переменным расходом первичного контура (VPF)
 - 8.4.1. Преимущества системы VPF
 - 8.4.2. Требования по выбору водоохлаждающей машины
 - 8.4.2.1. Диапазоны изменения расхода теплоносителя
 - 8.4.2.2. Управление работой водоохлаждающей машины при переменном расходе теплоносителя
 - 8.4.3. Конфигурация системы и требования к управлению ее работой
 - 8.4.3.1. Точное измерение расхода теплоносителя
 - 8.4.3.2. Расположение байпасной линии
 - 8.4.3.3. Управление расходом в байпасной линии
 - 8.4.4. Согласование работы водоохлаждающих машин в системах с VPF
 - 8.4.4.1. Включение дополнительной водоохлаждающей машины в систему с VPF
 - 8.4.4.2. Исключение лишней водоохлаждающей машины из системы VPF
 - 8.4.5. Прочие аспекты управления системой с VPF
 - 8.4.5.1. Использование нескольких теплообменников нагрузки (АНУ) и попеременный их запуск/остановка по определенному временному графику
 - 8.4.6. Конфигурация холодильного центра с системой VPF
 - 8.4.6.1. Варианты последовательного расположения водоохладителей в небольших системах с VPF.
 - 8.4.6.2. Оценка экономической целесообразности системы VPF для установок с одной водоохлаждающей машиной

СЕДЬМОЙ ДЕНЬ 10:00 – 17:00

- 8.4.6.3. Снижение «синдрома низкого ΔT » путем объединения насосов охлажденной воды
- 8.4.7. Рекомендации для успешной реализации системы VPF
 - 8.4.7.1. Выбор водоохлаждающей машины
 - 8.4.7.2. Расход теплоносителя в байпасной линии
 - 8.4.7.3. Согласование работы нескольких водоохлаждающих машин
 - 8.4.7.4. Конфигурация элементов холодильного центра
 - 8.4.7.5. Управление работой теплообменников нагрузки (центральными кондиционерами (АНУ))

9. Различные варианты системы холодоснабжения

- 9.1. Рекуперация теплоты
- 9.2. Естественное охлаждение в контуре конденсатора или «водяной экономайзер»
 - 9.2.1. Прямое естественное охлаждение
 - 9.2.2. Непрямое естественное охлаждение
 - 9.2.3. Естественное охлаждение с помощью миграции хладагента
 - 9.2.4. Использование потенциала естественных водоемов: источника, реки или озера
- 9.3. Предпочтительная загрузка водоохлаждающей машины
 - 9.3.1. Предпочтительная загрузка – параллельное расположение водоохлаждающих машин
 - 9.3.2. Предпочтительная загрузка – расположение водоохлаждающей машины в боковом потоке
 - 9.3.2.1. Пластинчатый теплообменник в боковом потоке
 - 9.3.2.2. Рекуперация теплоты в боковом потоке
 - 9.3.2.3. Управление параметрами бокового потока
 - 9.3.3. Предпочтительная загрузка – последовательное расположение водоохлаждающих машин
- 9.4. Последовательное расположение водоохлаждающих машин с противотоком теплоносителя
 - 9.4.1. Последовательное расположение испарителей и конденсаторов
- 9.5. Группа водоохлаждающих машин с разной производительностью

ВОСЬМОЙ ДЕНЬ 10:00 – 17:00

10. Особенности и проблемы систем холодоснабжения

- 10.1. Синдром низкой разности температур ΔT
- 10.2. Объем теплоносителя в контуре
 - 10.2.1. Реакция водоохлаждающей машины на изменяющиеся условия
 - 10.2.2. Реакция системы холодоснабжения на изменяющиеся условия
- 10.3. Планирование мероприятий на случай непредвиденных обстоятельств
 - 10.3.1. Минимальная производительность системы холодоснабжения
 - 10.3.2. Тип и производительность водоохлаждающих машин
 - 10.3.3. Расположение оборудования на объекте
 - 10.3.4. Подсоединения электропитания и гидравлических контуров
 - 10.3.5. Вспомогательное оборудование
- 10.4. Эксплуатация водоохлаждающих машин за пределами диапазона рабочих параметров
 - 10.4.1. Расход теплоносителя вне проектных значений
 - 10.4.2. Рабочие температуры вне проектных значений
 - 10.4.3. Точное поддержание температуры теплоносителя

11. Система управления системой холодоснабжения

11.1. Управление параметрами потока в контуре испарителя

11.1.1. Оптимизация рабочих характеристик насоса

11.1.2. Оптимизация количества водоохлаждающих машин

11.2. Управление параметрами потока в контуре конденсатора

11.2.1. Минимальный перепад давлений хладагента в холодильном цикле

11.2.2. Управление температурой контура конденсатора

11.2.2.1. Управление вентилятором градирни

11.2.3. Частотное регулирование привода насоса

11.2.4. Развязанный гидравлический контур конденсатора

11.3. Восстановление рабочих параметров системы холодоснабжения после сбоя в ее работе.

12. Заключение: основные правила при проектировании системы холодоснабжения

ДЕВЯТЫЙ ДЕНЬ 10:00 – 16:00

13. Круглый стол.

14. Экзаменационная часть.

15. Выдача документов.