

Содержание

Предисловие	9
Введение	10
Условные обозначения	15
Глава 1. Физические основы	17
1.1. Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы	17
1.1.1. Испарение	18
1.1.2. Кипение	24
1.1.3. Конденсация	26
1.2. Газообразное состояние вещества	27
1.2.1. Давление газа	27
1.2.2. Плотность и удельный объем газа	29
1.2.3. Закон Авогадро	30
1.2.4. Моль и постоянная Авогадро	31
1.2.5. Идеальный газ	32
Уравнение состояния идеального газа	32
Теплоемкость	34
Энтальпия	35
1.2.6. Основные процессы и законы идеальных газов	36
1.2.6.1. Изохорный процесс	36
1.2.6.2. Изобарный процесс	37
1.2.6.3. Изотермический процесс	38
1.2.7. Свойства газовых смесей	39
Газовая смесь	39
Состав газовой смеси	39
Закон Дальтона	40
Газовая постоянная смеси	40
Молекулярная масса газовой смеси	41
Парциальное давление компонентов газовой смеси	42
Удельная теплоемкость газовой смеси	42
Энтальпия идеальной газовой смеси	43
1.3. Влажный воздух	43
1.3.1. Что такое влажный воздух	43
1.3.2. Сухой воздух	44

Состав сухого воздуха	44
Газовая постоянная и молекулярная масса сухого воздуха	45
Плотность и удельный объем сухого воздуха	45
Удельная теплоемкость сухого воздуха	45
Энтальпия сухого воздуха	46
1.3.3. Водяной пар	46
1.3.4. Параметры влажного воздуха	47
Влагосодержание	47
Давление	48
Относительная влажность	49
Плотность	49
Энтальпия	50
1.3.5. i-d-диаграмма влажного воздуха	51
Принципы построения	51
Некоторые параметры влажного воздуха на i-d-диаграмме	54
1.3.6. Температурные параметры влажного воздуха	55
Температура по сухому термометру	56
Температура точки росы	56
Температура по мокрому термометру	58
Глава 2. Основы холодильной техники	61
Фазовые переходы хладагента в холодильном контуре	63
Как работает холодильная установка	67
Теоретический холодильный цикл	70
2.3.1. Испаритель	73
2.3.2. Компрессор	73
2.3.3. Конденсатор	74
2.3.4. Расширительное устройство	75
Взаимодействие элементов холодильной установки	76
Реальный цикл охлаждения	78
Расширительные устройства	81
2.6.1. Капиллярная трубка	81
Как работает капиллярная трубка	81
Расход хладагента через капиллярную трубку	83
Точка баланса компрессора и капиллярной трубки	84
Эффект изменения нагрузки	85
Особенности холодильных установок с капиллярной трубкой	87
2.6.2. Терморегулирующий вентиль	90

Как устроен ТРВ	91
Принцип работы ТРВ	93
Компенсация потерь давления	94
Заправка ТРВ	95
Сравнение ТРВ с капиллярной трубкой	97
2.6.3. Электронный расширительный вентиль	98
Глава 3. Кондиционирование воздуха	101
3.1. Комфортные условия воздушной среды	101
3.1.1. Условия теплового комфорта	101
3.1.2. Зона комфорта на i-d-диаграмме	103
3.1.3. Газовый состав воздуха	104
3.2. Относительная влажность воздуха и тепловой комфорт	107
3.2.1. Влияние влажности воздуха на самочувствие и работоспособность человека	107
3.2.2. Зоны комфорта на i-d-диаграмме	112
3.2.3. Сравнение зарубежных и российских норм	113
3.3. Расчетные параметры наружного воздуха	115
3.3.1. Параметры Б по СНиП 41-01-2003	116
3.3.2. Параметры Б по СП 60.1330.2012	118
3.3.3. Как рассчитать параметры наружного воздуха при повышенных требованиях задания на проектирование	123
3.4. Требования к системам кондиционирования	125
3.4.1. Структура современной системы кондиционирования	125
3.4.2. Требования к системам кондиционирования	126
3.5. Процессы обработки воздуха в СКВ	131
3.5.1. Нагрев в калорифере	132
3.5.2. Увлажнение	134
Увлажнение паром	134
Увлажнение водой	135
3.5.3. Охлаждение в поверхностном воздухоохладителе	136
Охлаждение без осушения	136
Охлаждение с осушением	137
Глава 4. Поверхностные воздухоохладители	139
4.1. Что такое поверхностный воздухоохладитель	139

Параметры воздуха и производительность поверхностного воздухоохладителя	143
Расчет требуемой производительности поверхностного воздухоохладителя	146
4.3.1. Тепловлажностный баланс помещения	146
4.3.2. Расчет требуемой производительности ПВО.	147
От чего зависит производительность поверхностного воздухоохладителя	150
Температура хладоносителя	153
Расход хладоносителя	153
Расход воздуха	154
Температура и влажность входящего воздуха	154
Формулы для расчета поверхностных воздухоохладителей	158
4.5.1. Водяные поверхностные воздухоохладители	159
4.5.2. Хладоновые поверхностные воздухоохладители	161
4.5.3. Режимы охлаждения влажного воздуха.	162
Охлаждение воздуха без осушения	164
Охлаждение воздуха с осушением	165
4.5.4. Обоснование расчетных формул	167
4.5.4.1. Водяные ПВО	167
4.5.4.2. Хладоновые ПВО	171
4.5.5. Примеры расчетов	173
Глава 5. Системы с водяными ПВО (чиллер-фанкойлы).	175
Что такое система «чиллер-фанкойлы»	175
5.1.1. Фанкойлы	177
5.1.2. Чиллеры	179
5.1.3. Гидромодули (насосные станции).	182
5.1.3. Центральный кондиционер	183
Как правильно подобрать фанкойл.	184
5.2.1. Какие данные приведены в каталоге	185
5.2.2. Производительность фанкойла: полная, явная, скрытая	186
5.2.3. Расход воды через фанкойл	187
5.2.4. Факторы, влияющие на производительность.	188
Скорость вращения вентилятора (расход воздуха)	188
Температура воды на входе	189
Расход воды через фанкойл	191
Температура воздуха на входе	192

5.3. Как правильно подобрать чиллер	195
5.3.1. Принцип работы и устройство чиллера.	195
5.3.1.1. Основные элементы чиллера	195
Компрессор.	195
Кожухотрубный испаритель.	196
Пластинчатый испаритель	197
Конденсатор	197
5.3.1.2. Особенности отдельных видов чиллеров	198
Моноблочный чиллер с воздушным конденсатором	198
Чиллер с водяным охлаждением конденсатора	200
Чиллер с выносным воздушным конденсатором	201
5.3.2. Особенности подбора различных видов чиллеров.	203
5.3.2.1. Какие данные приведены в каталоге	203
5.3.2.2. Моноблочные чиллеры	205
5.3.2.3. Чиллеры с водяным охлаждением конденсатора	208
Открытая схема	208
Закрытая схема.	211
5.3.2.4. Чиллеры с выносным воздушным конденсатором	213
5.4. Системы холодоснабжения с чиллерами	215
5.4.1. Минимальный объем системы	215
5.4.1.1. Что такое минимальный объем системы.	215
5.4.1.2. Как работает чиллер.	216
5.4.1.3. Как рассчитать минимальный объем системы	220
5.4.2. Общие рекомендации по применению антифризов	222
Этиленгликоль	224
Пропиленгликоль	225
Влияние концентрации на морозостойкость гликолей.	226
Глава 6. Системы с хладоновыми ПВО	227
6.1. Сплит-система.	227
6.1.1. На пути к сплит-системе: оконный кондиционер	227
6.1.2. Принцип работы и конструкция сплит-системы	228
6.1.3. Изменение температур кипения и конденсации в процессе работы сплит-системы	231
Влияние температуры внутреннего воздуха на температуру кипения	231
Влияние температуры наружного воздуха на температуру конденсации	232
6.2. VRF-система.	233
6.2.1. На пути к VRF-системе: мультисплит-система	233
6.2.2. Что такое VRF-система	236

6.2.3. Состав VRF-системы	238
6.2.3.1. Наружный блок	239
6.2.3.2. Внутренний блок	239
6.2.3.3. Электронный расширительный вентиль (ЭРВ)	239
6.2.3.4. Медные трубопроводы	240
6.2.3.5. Разветвители (рефнетты).	241
6.2.4. Холодильный контур VRF-системы.	242
Внутренний блок	242
Наружный блок	242
6.2.5. Отличия VRF- от сплит-системы	244
Отличия в компоновке	244
Расширительное устройство	244
Жидкостной трубопровод	245
Управление работой VRF-системы	245
Рабочее давление	247
Минимальный объем помещения	247
6.3. Особенности подбора хладоновых ПВО	248
6.3.1. Какие данные приведены в каталоге	248
6.4.2. Производительность ПВО: полная, явная, скрытая	249
6.4.3. Факторы, влияющие на производительность.	250
Температура кипения хладагента	250
Температура воздуха в помещении	252
Температура наружного воздуха	258
Расстояние до компрессора (наружного блока).	262
Литература	265