ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .................................................................................................................. 5

Список принятых обозначений ................................................................................... 6

Список принятых сокращений .................................................................................... 9

Введение ...................................................................................................................... 10

Глава 1. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ, РАБОТЫ И РАСЧЕТА

ПЛАСТИНЧАТО-РЕБРИСТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ....................... 17

1.1. Назначение, устройство и классификация ТА ............................................... 17

1.1.1. Назначение ТА ........................................................................................ 17

1.1.2. Классификация ТА ................................................................................. 20

1.1.3. Схемы продувки авиационных ТА ........................................................ 25

1.1.4. Особенности конструкции КПРТ .......................................................... 29

1.2. Особенности работы ......................................................................................... 33

1.2.1. Принцип действия КПР ТА ................................................................... 34

1.2.2. Способы интенсификации теплоотдачи ............................................... 39

1.2.3. Коэффициент эффективности оребрения ............................................. 42

1.3. Основы теплового расчёта теплообменных аппаратов ................................. 44

1.3.1. Методы расчета и конструирования ТА ............................................... 44

1.3.2. Уравнения теплового расчёта ТА .......................................................... 46

1.3.3. Методы решения уравнения теплопередачи ........................................ 51

1.3.4. Тепловой расчет ТА ................................................................................ 57

1.4. Основы гидравлического расчета ТА .............................................................. 60

1.4.1. Определение суммарных потерь давления в теплообменнике ........... 60

1.4.2. Гидравлический расчет теплообменной секции .................................. 61

1.4.3. Гидравлический расчет местных потерь .............................................. 66

1.5. Особенности изготовления КПРТ ................................................................... 72

1.5.1. Особенности конструктивной схемы КПРТ ......................................... 72

1.5.2. Изготовление теплообменной секции ................................................... 74

1.5.3. Изготовление кожуха ............................................................................. 79

1.5.4. Изготовление присоединительных крышек ......................................... 82

1.5.5. Изготовление оребрения ........................................................................ 84

Глава 2. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ, РАБОТЫ И РАСЧЕТА

ОРЕБРЁННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ........................................................................... 89

2.1. Конструкция и расчет оребренных поверхностей ......................................... 90

2.1.1. Геометрические параметры оребрений ................................................ 90

2.1.2. Паспортные теплогидравлические характеристики ............................ 93

2.1.3. Классификация оребрений по способу турбулизации потока ............ 97

2.1.4. Классификация оребрений по форме поперечного сечения ............. 102

2.2. Оребрения с прямыми ребрами ..................................................................... 104

2.2.1. Гладкие ребра ........................................................................................ 105

2.2.2. Рассеченные ребра ................................................................................ 117

2.2.3. Перфорированные ребра ...................................................................... 128

2.3. Оребрения с криволинейными ребрами ........................................................ 132

2.3.1. Волнистые ребра ................................................................................... 133

2.3.2. Жалюзийные ребра ............................................................................... 135

2.3.3. Ребра с турбулизаторами ..................................................................... 144

2.4. Расчет оребрений и оценка их эффективности ............................................ 155

2.4.1. Сопоставление эффективности оребрений ......................................... 155

2.4.2. Высокоэффективные типы оребрений ................................................ 159

2.4.3. Теплогидравлический расчет оребрений ............................................ 167

2.4.4. Влияние параметров ребра на его эффективность ............................. 170

Глава 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В КОМПАКТНОМ

ТЕПЛООБМЕННИКЕ, РАБОТАЮЩЕМ НА ДВУХФАЗНЫХ

ТЕПЛОНОСИТЕЛЯХ .......................................................................................... 181

3.1. Описание математической модели ................................................................ 181

3.1.1. Проблемы моделирования процесса теплопередачи в компакт-

ном теплообменнике с двухфазным теплоносителем ....................... 181

3.1.2. Дифференциальные уравнения энергии ............................................. 187

3.1.3. Общие подходы к решению системы уравнений ............................... 192

3.1.4. Основные определения для теплоемкости ......................................... 195

3.1.5. Математическая модель расчета процесса теплопередачи ............... 201

3.2. Методика расчета тепломассообменных процессов .................................... 205

3.2.1. Особенности физической модели и постановка задачи .................... 205

3.2.2. Математическая модель расчета тепломассообмена в трехфаз-

ном потоке водного аэрозоля .............................................................. 210

3.2.3. Математическая модель расчета тепломассообмена в трехфаз-

ном пограничном слое ......................................................................... 216

3.3. Проверка достоверности математической модели ................................... 223

3.3.1. Математическая модель расчета процесса теплоотдачи ................... 223

3.3.2. Локальная теплоотдача около пластины при граничных условиях I рода .....225

3.3.3. Локальная теплоотдача в канале при граничных условиях II рода.......... 227

3.3.4. Проверка достоверности математической модели теплопереда-

чи при граничных условиях III рода ................................................... 230

3.4. Особенности теплопередачи в кпрт при наличии тепломассообмена ....... 236

3.4.1. Влияние на теплопередачу участка тепловой стабилизации ............ 236

3.4.2. Влияние на теплопередачу тепломассообмена в теплоносителях ……..... 239

3.4.3. Особенности теплопередачи в области положительных температур ........ 247

3.4.4. Особенности теплопередачи в области отрицательных температур .......... 253

3.4.5. Влияние тепломассообмена в теплоносителях на КПД в КПРТ ...... 259

Глава 4. МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ КПРТ .................... 263

4.1. Особенности оптимизации КПРТ .................................................................. 263

4.1.1. Отношение термических сопротивлений ........................................... 263

4.1.2. Классификация оптимизационных задач ........................................... 264

4.1.3. Оптимизационные факторы ................................................................. 266

4.1.4. Общий алгоритм оптимизации ............................................................ 267

4.2. Технологическая оптимизация ...................................................................... 272

4.2.1. Методика технологической оптимизации .......................................... 272

4.2.2. Пример технологической оптимизации .............................................. 275

4.3. Тепловая оптимизация .................................................................................... 281

4.3.1. Методика тепловой оптимизации ....................................................... 281

4.3.2. Алгоритм тепловой оптимизации ....................................................... 282

4.3.3. Пример тепловой оптимизации ........................................................... 284

4.4. Эксплуатационная оптимизация .................................................................... 289

4.4.1. Методика эксплуатационной оптимизации ........................................ 289

4.4.2. Пример эксплуатационной оптимизации ........................................... 291

Глава 5. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННИКА-КОНДЕНСАТОРА .............. 297

5.1. Особенности работы теплообменника-конденсатора .................................. 297

5.1.1. Основные проблемы охлаждения влажного воздуха в СКВ ............. 297

5.1.2. Высаждение влаги в линии низкого давления ................................... 299

5.1.3. Высаждение влаги в линии высокого давления ................................. 303

5.1.4. Схема и принцип работы конденсатора .............................................. 308

5.2. Процессы тепломассообмена в конденсаторе .............................................. 310

5.2.1. Поля температур в конденсаторе ........................................................ 310

5.2.2. Конденсация влаги в горячем тракте .................................................. 312

5.2.3. Испарение тумана в холодном тракте ................................................. 314

5.2.4. Обмерзание входных кромок в холодном тракте .............................. 317

5.2.5. Особенности теплообменника-конденсатора СКВ ............................ 318

5.3. Влияние параметров холодного теплоносителя на теплопередачу

и поля температур в конденсаторе ................................................................ 322

5.3.1. Влияние на теплопередачу массовой концентрации влаги ............... 323

5.3.2. Влияние на теплоотдачу скорости теплоносителей .......................... 326

5.3.3. Особенности теплопередачи в конденсаторе ..................................... 328

Выводы ............................................................................................................ 329