

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ .....	4
1.1. Классификация теплообменных аппаратов .....	4
1.2. Конструктивные особенности теплообменников .....	5
1.2.1. Выбор диаметра труб и скорости прокачки теплоносителя в трубах .....	16
1.2.2. Оценка расхода теплоносителя через трубу и числа труб в кожухотрубной матрице .....	21
1.3. Разработка эскиза проектируемого аппарата .....	22
2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И УРАВНЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ .....	24
2.1. Уравнения сохранения энергии в аппарате .....	24
2.1.1. Уравнение теплового баланса между теплоносителями .....	24
2.1.2. Уравнение теплопередачи в ТОА .....	26
2.2. Температурный напор в теплообменном аппарате .....	28
2.2.1. Расчет усредненного температурного напора .....	29
2.2.2. Эффективность схем тока теплоносителей в ТОА .....	36
2.2.3. Расчет температуры теплоносителя на выходе из ТОА .....	38
2.2.4. Определение температуры рабочей поверхности матрицы .....	39
2.3. Расчет теплопередачи в теплообменном аппарате .....	40
2.3.1. Теплоотдача теплоносителя в трубах .....	42
2.3.2. Теплоотдача при обтекании трубных пучков .....	46
2.3.3. Конвективно-радиационная теплоотдача в трубных пучках .....	56
2.4. Расчет размеров рабочей поверхности матрицы аппарата .....	66
2.4.1. Определение площади поверхности матрицы .....	66
2.4.2. Анализ влияния исходных параметров на размеры матрицы .....	72
2.4.3. Расчет длины труб в матрице аппарата .....	75
3. МЕТОД ИТЕРАЦИЙ В РЕШЕНИЯХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ .....	76
3.1. Общая постановка метода итераций .....	77
3.2. Расчет теплопередачи методом итераций .....	80
4. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА .....	87
4.1. Расчет гидравлического сопротивления элементов в матрице аппарата .....	88
4.1.1. Расчет сопротивления трения .....	89
4.1.2. Расчет местных сопротивлений .....	96
4.2. Энергетическая эффективность проекта ТОА .....	98
5. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА .....	103
5.1. Интенсификация процессов теплоотдачи .....	113
5.2. Оребрение поверхности труб .....	115
5.2.1. Эффективность ребра .....	117
5.2.2. Эффективность системы ребер в матрице аппарата .....	123
6. ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ ФАЗОВОМ ПРЕВРАЩЕНИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ .....	134
6.1. Особенности теплопередачи при фазовых превращениях теплоносителя .....	134

6.2. Теплообмен при конденсации пара.....	137
6.2.1. Конденсация неподвижного пара на поверхности трубы.....	138
6.2.2. Конденсация движущегося пара на пучке труб.....	141
6.3. Тепловой расчет конденсатора пара.....	143
6.4. Теплообмен при кипении теплоносителя.....	154
6.4.1. Критериальные уравнения теплоотдачи при кипении жидкости...155	
6.4.2. Кипение жидкости в большом объеме.....	158
6.4.3. Расчет теплоотдачи при кипении жидкости в трубах.....	161
7. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....	169
7.1. Задание на курсовое проектирование.....	169
7.2. Требования к оформлению и содержанию пояснительной записки.....	170
8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ.....	171
Библиографический список.....	173

Герлиман Елена Михайловна, Ефремов Алексей Владимирович, Сахин  
Василий Васильевич, Тетерина Ирина Владимировна

## Проектный расчет теплообменного аппарата

Редактор Г.В. Никитина

Корректор Л.А. Петрова

Компьютерная верстка: Н.А. Андреева

Подписано в печать 31.03.2022. Формат 60×84/16. Бумага документная.

Печать трафаретная. Усл. печ. л. 10,2. Тираж 300 экз. Заказ № 23

Балтийский государственный технический университет

Типография БГТУ

190005, С.-Петербург, 1-я Красноармейская ул., д. 1