

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

А.П. ТОЛСТОНОГОВ

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ  
ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

САМАРА 2002

УДК 621.43.01

**Толстоногов А.П. Системы охлаждения поршневых двигателей внутреннего сгорания: Учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2002, 208 с.**

**ISBN 5-7883-0203-X**

Учебное пособие содержит описание систем жидкостного и воздушного охлаждения поршневых двигателей отечественного производства, конструктивных схем, элементов, агрегатов и устройств, входящих в состав этих систем.

Дано общее описание и краткая характеристика применяемых методов отвода тепла от работающего двигателя. Рассмотрены основные условия и предпосылки проектирования и расчёта жидкостных и воздушных систем охлаждения двигателей. Приведены методики теплового и гидравлического расчёта основных агрегатов систем охлаждения. Дан необходимый справочный материал для расчётов.

Книга предназначена для студентов, обучающихся по специальности 101200 «Двигатели внутреннего сгорания» и выполняющих курсовую работу по этой дисциплине.

Пособие разработано на кафедре «Теплотехника и тепловые двигатели».

Табл. 23. Ил. 58. Библиогр.: 13 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва.

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. В. В. Б и р ю к  
канд. техн. наук, доц. А. С. К о р о в и н

**ISBN 5-7883-0203-X**

© А.П. Толстоногов, 2002  
© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2002

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Основные условные обозначения .....	6
Предисловие .....	7
Введение .....	9
1. Тепловое состояние поршневого двигателя .....	11
1.1. Теплообменные процессы в поршневом двигателе .....	11
1.2. Тепловой баланс поршневого двигателя .....	13
1.3. Температурное состояние охлаждаемых деталей поршнево- го двигателя .....	15
1.3.1. Влияние конструктивных параметров двигателя .....	15
1.3.2. Влияние режимных и регулировочных параметров на температуру охлаждаемых деталей .....	16
2. Общая характеристика систем охлаждения поршневых двигателей ...	20
2.1. Классификация систем охлаждения поршневых двигателей ...	20
2.2. Выбор системы охлаждения двигателя .....	22
3. Системы жидкостного охлаждения .....	25
3.1. Классификация систем жидкостного охлаждения .....	25
3.2. Общее устройство и работа системы жидкостного охлаждения .....	26
3.2.1. Подогрев системы охлаждения перед пуском .....	37
3.3. Основные задачи расчёта систем охлаждения поршневых двигателей .....	38
4. Устройство и работа основных элементов жидкостной системы охлаждения .....	40
4.1. Радиаторы .....	40
4.2. Жидкостные насосы .....	42
4.3. Термостаты .....	45
4.4. Вентиляторы .....	47
5. Охлаждающие жидкости .....	50
5.1. Вода .....	50
5.2. Антифризы .....	51
5.3. Высококипящие охлаждающие жидкости .....	54
5.4. Влияние рода теплоносителя на тепловой баланс двигателя ...	55
6. Основы расчёта элементов системы жидкостного охлаждения ...	58
6.1. Конструкция и расчёт радиаторов .....	58
6.1.1. Основные особенности конструкции .....	58
6.1.2. Классификация радиаторов как теплообменных аппа- ратов .....	59
6.1.3. Основные показатели оценки поверхностей охлаждения ...	60

6.1.4. Гидравлические тракты радиаторов .....	62
6.1.5. Тепловая эффективность радиаторов .....	64
6.1.6. Теплопередача в радиаторе .....	66
6.1.7. Методика расчёта коэффициента теплопередачи .....	68
6.1.8. Определение удельной массы радиатора .....	70
6.1.9. Основные методы исследования характеристик радиаторов .....	72
6.1.10. Методика ориентировочного расчёта радиатора системы жидкостного охлаждения .....	77
6.1.11. Испытания радиаторов .....	79
6.2. Конструкция и методы расчёта жидкостных насосов .....	82
6.2.1. Расчёт размеров рабочего колеса (крыльчатки) и спирального корпуса на основе универсальных характеристик насоса .....	86
6.2.2. Расчёт насоса по расходной характеристике .....	88
6.3. Расчёт вентилятора жидкостной системы охлаждения .....	91
6.3.1. Условия работы вентиляторов .....	91
6.3.2. Сопротивление воздушного тракта .....	99
6.3.3. Ориентировочный расчёт основных характеристик вентилятора .....	105
7. Регулирование температуры охлаждающей жидкости .....	107
7.1. Основные конструктивные схемы регулирования температуры .....	107
7.1.1. Регулирование температуры охлаждающей жидкости с помощью термостатов .....	109
7.1.2. Регулирование температуры охлаждающей жидкости путем изменения расхода воздуха через радиатор .....	111
8. Система воздушного охлаждения .....	115
8.1. Особенности системы и область применения .....	115
8.2. Обзор конструктивных схем двигателей с воздушным охлаждением и их воздушных трактов .....	117
8.3. Расчет системы воздушного охлаждения .....	135
8.3.1. Общие положения .....	135
8.3.2. Исходные параметры расчета .....	137
8.3.3. Определение основных параметров системы охлаждения .....	138
9. Выбор и расчёт вентилятора для двигателя с воздушным охлаждением .....	148
9.1. Исходные условия выбора вентилятора .....	148
9.2. Общая методика подбора вентилятора .....	153

9.3. Конструкции вентиляторов двигателей с воздушным охлаждением .....	154
9.3.1. Конструкции осевых вентиляторов .....	155
9.3.2. Основные параметры, характеризующие работу осевого вентилятора .....	156
9.3.3. Планы скоростей лопасти осевого вентилятора .....	160
9.3.4. Соотношение размеров рабочего колеса .....	162
9.3.5. Направляющий и спрямляющий аппараты .....	163
9.4. Центробежные вентиляторы .....	165
9.4.1. Основные размеры рабочего колеса .....	169
9.4.2. Форма лопастей рабочего колеса .....	171
9.4.3. Число лопастей рабочего колеса .....	174
9.4.4. Спиральный кожух .....	175
Заключение .....	179
Список использованной литературы .....	182
Приложения (таблицы, графики, рисунки) .....	183