

Якубович, А. И. Системы охлаждения тракторных и автомобильных двигателей: конструкция, теория, проектирование / А. И. Якубович, Г. М. Кухарёнок, В. Е. Тарасенко. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. — 473 с.: ил., табл., схемы. — (Высшее образование: Магистратура). —

Библиография: с. 468-472.

УДК 621.431.7-71

ББК 39.35

**Ч/31** — 1 экз.

Рассмотрены конструкции систем охлаждения тракторных и автомобильных двигателей, изложены основы теории охлаждения, расчет и основные положения методологии проектирования.

Для студентов, магистрантов и аспирантов, а также научных и инженерно-технических работников, занимающихся исследованиями и проектированием систем охлаждения, эксплуатацией тракторной и автомобильной техники.

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ – МАГИСТРАТУРА

серия основана в 1996 г.



**А.И. ЯКУБОВИЧ**  
**Г.М. КУХАРЁНОК**  
**В.Е. ТАРАСЕНКО**

# **СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТРАКТОРНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

## **КОНСТРУКЦИЯ, ТЕОРИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Электронно-  
Библиотечная  
Система  
znanium.com

Минск  
«Новое знание»

Москва  
«ИНФРА-М»

2013

# Оглавление

От авторов .....	6
Из истории вопроса .....	10
<b>Глава 1. Конструкция систем охлаждения .....</b>	<b>32</b>
1.1. Тепловые контуры систем охлаждения .....	32
1.2. Структурные схемы систем охлаждения .....	36
1.3. Типы систем охлаждения .....	40
1.4. Жидкостный контур системы охлаждения .....	49
1.5. Расширительный и компенсационный контуры .....	52
1.6. Воздушный контур жидкостной системы охлаждения .....	60
1.7. Контур воздушной системы охлаждения .....	70
1.8. Общее устройство системы охлаждения двигателя .....	81
1.9. Агрегаты, механизмы, приборы систем охлаждения .....	97
1.9.1. Рубашка охлаждения .....	97
1.9.2. Водяной насос .....	102
1.9.3. Термостат .....	106
1.9.4. Радиаторы .....	109
1.9.5. Пробка радиатора .....	121
1.9.6. Анतिकоррозионный фильтр .....	122
1.9.7. Вентилятор .....	124
1.9.8. Привод вентилятора .....	134
1.9.9. Диффузоры, направляющие кожухи .....	149
1.9.10. Жалюзи, шторка .....	151
1.10. Жидкостно-масляные теплообменники .....	153
1.11. Устройства регулирования системы охлаждения .....	166
1.12. Эжекционные системы охлаждения .....	178
1.13. Капоты и капотирующие моторного отделения .....	180
<b>Глава 2. Основы теории системы охлаждения .....</b>	<b>194</b>
2.1. Основные определения, законы переноса и передачи теплоты .....	194
2.1.1. Теплопроводность .....	194
2.1.2. Конвекция .....	201
2.1.3. Тепловое излучение .....	203
2.2. Уравнения движения и энергии теплоносителей в системе охлаждения .....	206
2.2.1. Процессы, протекающие в контурах системы охлаждения .....	206
2.2.2. Уравнение движения потока жидкости в каналах системы охлаждения .....	209
2.2.3. Уравнение энергии потока жидкости в каналах системы охлаждения .....	218
2.2.4. Уравнение движения потока воздуха в воздушном тракте .....	222

2.3. Закономерности теплопередачи в цилиндре двигателя.....	230
2.3.1. Температура рабочего тела в цилиндре двигателя.....	230
2.3.2. Теплопередача через стенку цилиндра.....	246
2.3.3. Теплопередача в охлаждающую жидкость от стенки цилиндра....	253
<b>Глава 3. Тепловая энергия системы охлаждения.....</b>	<b>256</b>
3.1. Тепловая энергия трактора и автомобиля.....	256
3.2. Распределение теплоты сгорания топлива по данным теплового баланса двигателя.....	260
3.3. Тепловая напряженность элементов двигателя.....	268
3.4. Теплоотдача в систему охлаждения.....	272
<b>Глава 4. Расчет системы охлаждения.....</b>	<b>282</b>
4.1. Выбор типа системы охлаждения.....	282
4.2. Основные параметры системы охлаждения.....	285
4.3. Расчет системы охлаждения.....	286
4.3.1. Основные этапы расчета.....	286
4.3.2. Расчет жидкостной системы охлаждения.....	288
4.3.3. Выбор составляющих элементов радиатора.....	312
4.3.4. Выбор водяного насоса.....	313
4.3.5. Выбор вентилятора.....	318
4.3.6. Выбор расширительного контура.....	322
4.4. Расчет воздушной системы охлаждения.....	325
4.4.1. Основные особенности расчета воздушной системы охлаждения.....	325
4.4.2. Расчет теплоотдачи к наружным стенкам двигателя.....	327
4.4.3. Расчет поверхности охлаждения.....	328
4.4.4. Расчет вентилятора.....	332
<b>Глава 5. Системный подход к проектированию устройств охлаждения двигателей тракторов и автомобилей.....</b>	<b>333</b>
5.1. Основные положения системного проектирования устройств охлаждения двигателей тракторов и автомобилей.....	333
5.1.1. Оценочные критерии на этапе проектирования.....	333
5.1.2. Структура системы охлаждения.....	336
5.1.3. Факторы, влияющие на процесс функционирования системы охлаждения.....	338
5.1.4. Показатели качества системы охлаждения.....	339
5.1.5. Цель создания системы охлаждения.....	339
5.1.6. Оптимизация параметров системы охлаждения.....	342
5.2. Формирование структурной схемы и конструкции системы охлаждения.....	347
5.3. Модульная система охлаждения.....	356

5.4. Построение расчетной модели системы охлаждения .....	363
5.4.1. Преимущества предлагаемого метода расчета .....	363
5.4.2. Моделирование процессов теплопередачи в системе охлаждения .....	363
5.4.3. Оценка достоверности моделирования .....	371
5.4.4. Предельные критические точки процессов теплопередачи системы охлаждения .....	377
5.4.5. Анализ параметров системы охлаждения методом моделирования .....	384
5.5. Согласование параметров системы охлаждения и дизеля .....	386
5.6. Требования к системам охлаждения и их компоновке, допустимые значения параметров .....	391
5.7. Алгоритм проектирования системы охлаждения .....	396
5.8. Метод оценки совершенства конструкции системы охлаждения .....	404
5.9. Метод оценки эффективности системы охлаждения .....	408
<b>Глава 6. Методы экспериментальных исследований и испытаний систем охлаждения .....</b>	<b>416</b>
6.1. Виды испытаний систем охлаждения .....	416
6.2. Исследования воздушного тракта системы охлаждения .....	418
6.3. Испытания вентилятора .....	423
6.4. Теплотехнические стендовые испытания систем охлаждения .....	425
6.5. Испытания радиаторов .....	434
6.5.1. Функциональные испытания радиаторов .....	434
6.5.2. Тепловые испытания радиаторов .....	435
6.5.3. Параметрические испытания радиаторов .....	439
6.5.4. Испытания на герметичность .....	442
6.5.5. Испытания на вибропрочность .....	442
6.5.6. Испытания на термостойкость .....	444
6.5.7. Испытания на коррозионную стойкость .....	445
6.6. Эксплуатационные испытания систем охлаждения .....	446
6.7. Многофакторный эксперимент при исследованиях систем охлаждения .....	450
6.7.1. Методика планирования факторного эксперимента .....	450
6.7.2. Факторы и интервалы варьирования .....	451
6.7.3. Проведение эксперимента и обработка результатов .....	452
6.7.4. Анализ математической модели факторов .....	456
<b>Словарь-справочник основных терминов и понятий .....</b>	<b>460</b>
<i>Литература .....</i>	<i>468</i>