

УДК 629.7.064.3(075)
ББК 34.447+39.52я73
Ж34

Рецензенты:

В. В. Косицын, канд. техн. наук, технический руководитель
АО «Технологии ГЕОСКАН», г. Москва;

В. Н. Блинов, д-р техн. наук, профессор,
зам. начальника направления АО «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева»,
КБ «Салют», направление «КБ «Полет», г. Омск

Жариков, К. И.

Ж34

Гидравлический привод летательных аппаратов : учеб. пособие /
К. И. Жариков, В. Ю. Куденцов, А. Б. Яковлев ; Минобрнауки России,
ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2020. – 228 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-3066-8

В учебном пособии изложены основные вопросы гидравлики, рассмотрены принципы действия, основные конструктивные схемы и конструкции гидравлических приводов, применяемых на современных летательных аппаратах. Описаны требования, предъявляемые к рабочим жидкостям, используемым в исполнительных механизмах летательного аппарата. Представлены конструктивные схемы гидроустройств и области их применения.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» и направлению подготовки 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика».

УДК 629.7.064.3(075)
ББК 34.447+39.52я73

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-3066-8

© ОмГТУ, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ	9
1.1. Кинематика жидкости. Виды движения жидкости.....	9
1.2. Уравнение неразрывности потока жидкости.....	15
1.3. Динамика жидкости. Силы, действующие на жидкость в состоянии движения	17
1.4. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.....	18
1.5. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.....	26
1.6. Потери удельной энергии потока жидкости.....	29
1.7. Определение диаметра и толщины стенки трубопровода	38
1.8. Явление гидродинамического удара	39
Вопросы для самоконтроля	43
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЁМНЫХ ГИДРОПРИВОДАХ И РАБОЧИХ ЖИДКОСТЯХ	45
2.1. Назначение и состав гидросистем	45
2.2. Требования, предъявляемые к гидросистемам ЛА.....	46
2.3. Общие сведения об объёмных гидроприводах	48
2.4. Достоинства гидроприводов	58
2.5. Свойства рабочих жидкостей.....	59
2.6. Требования к рабочим жидкостям и рекомендации по их выбору	64
2.7. Явление кавитации в гидросистеме.....	67
Вопросы для самоконтроля	70
3. ФИЛЬТРАЦИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ	72
3.1. Влияние загрязнения жидкости на работу гидросистемы	72
3.2. Требования к фильтрам.....	73
3.3. Методы фильтрации.....	74
3.4. Типы фильтров.....	75
3.5. Схемы фильтрации	77
Вопросы для самоконтроля	78

4. ОБЪЁМНЫЕ ГИДРОМАШИНЫ.....	79
4.1. Общие сведения о гидромашинах и их свойства.....	79
4.2. Общие свойства объёмных гидромашин	81
4.3. Требования, предъявляемые к гидронасосам ЛА	83
4.4. Основные характеристики объёмных насосов и гидромоторов.....	83
4.5. Конструкция поршневых насосов	98
4.6. Кинематические зависимости для движения поршня и закон изменения подачи	102
4.7. Неравномерность подачи поршневых насосов и методы ее выравнивания.....	104
4.8. Регулирование подачи	106
4.9. Радиально-поршневые насосы и гидромоторы.....	107
4.9.1. Конструкция радиально-поршневого насоса	107
4.9.2. Технические характеристики радиально-поршневого насоса.....	109
4.9.3. Радиально-поршневой гидромотор многократного действия.....	110
4.10. Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы	111
4.10.1. Конструкция аксиально-поршневых гидромашин	111
4.10.2. Производительность аксиально-поршневого насоса	113
4.10.3. Распределение жидкости в аксиально-поршневой гидромашине	114
4.11. Пластинчатые гидромашины	116
4.11.1. Конструкция пластинчатого насоса	116
4.11.2. Производительность пластинчатого насоса	118
4.11.3. Расчет производительности насоса двукратного действия.....	121
4.11.4. Пластинчатые гидромоторы.....	122
4.12. Шестерённые гидромашины	123
4.12.1. Конструкция шестерённого насоса	123
4.12.2. Производительность шестерённого насоса	125
4.12.3. Выбор параметров шестерённого насоса	126
4.12.4. Шестерённые гидромоторы	127

4.13. Винтовые гидромашины.....	130
4.13.1. Трёхвинтовой насос	130
4.13.2. Производительность трёхвинтового насоса.....	131
4.13.3. Винтовой гидромотор	133
4.13.4. Двухвинтовой насос	133
4.14. Объёмный гидроцилиндр	134
4.14.1. Движущее усилие и скорость поршня	136
4.14.2. КПД гидроцилиндров	139
4.14.3. Расчёт гидроцилиндров	140
4.14.4. Мембранные и сильфонные гидроцилиндры.....	143
4.14.5. Поворотные гидродвигатели.....	145
4.14.6. Расчёт крутящего момента и угловой скорости поворотных гидродвигателей.....	147
4.14.7. Многопластинчатые поворотные гидроцилиндры	149
Вопросы для самоконтроля	150
5. ОБЪЁМНАЯ ГИДРОАППАРАТУРА.....	152
5.1. Гидравлические агрегаты для распределения жидкости	152
5.1.1. Золотниковые распределители	152
5.1.2. Выбор основных параметров золотника.....	155
5.1.3. Сила трения плунжеров	156
5.1.4. Перекрытие окон золотника.....	158
5.1.5. Крановые распределители	160
5.1.6. Клапанные распределители.....	162
5.1.7. Дроссель	163
5.1.8. Ограничитель расхода жидкости.....	170
5.1.9. Клапаны последовательного включения	171
5.1.10. Реле давления.....	172
5.1.11. Предохранительный клапан	174
5.1.12. Давление жидкости при открытии и закрытии клапана	179
5.1.13. Предохранительный клапан с индикаторным стержнем	180
5.1.14. Диафрагменные (пластинчатые) предохранительные клапаны.....	182
5.1.15. Редукционный клапан.....	183
5.1.16. Запорные (обратные) клапаны	185

5.2. Вспомогательные устройства.....	185
5.2.1. Гидролинии.....	185
5.2.2. Гидроёмкости.....	186
Вопросы для самоконтроля.....	192
6. ОБЪЁМНОЕ И ДРОССЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ.....	194
6.1. Регулирование изменением рабочего объёма насоса.....	194
6.2. Регулирование изменением рабочего объёма гидромотора.....	198
6.3. Регулирование изменением рабочих объёмов насоса и гидромотора.....	199
6.4. Дроссельное регулирование гидропривода при последовательном включении дросселя.....	200
6.5. Дроссельное регулирование гидропривода при параллельном включении дросселя.....	204
Вопросы для самоконтроля.....	207
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	208
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	209
Приложение 1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВОДА НА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СХЕМАХ.....	211
Приложение 2. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВОДА.....	212
Приложение 3. ПРИМЕР ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ.....	226
Приложение 4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ.....	227