

Р. Н. Шульга

СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	8
ВВЕДЕНИЕ	10
ГЛАВА 1. ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА.....	12
1.1. Система управления (СУ) электродвигателями ЭД постоянного и переменного тока	13
1.2. Классификация методов векторного управления	16
1.3. Типы пропульсивных систем и их тяговые характеристики	16
1.4. Качественный расчет ТХ	17
1.5. Моделирование ТХ (по материалам [9]).....	20
1.6. К выбору параметров пропульсивной системы водоизмещающих судов	21
1.7. Автоматическое проектирование пропульсивного комплекса.....	23
ВЫВОДЫ	26
ЛИТЕРАТУРА	26
ГЛАВА 2. ВИНТОРУЛЕВЫЕ КОЛОНКИ, ВОДОМЕТЫ И ИХ ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	28
2.1. Тяговые характеристики моделей судовых пропульсивных систем	28
2.2. Применение направляющих насадок и ВРК.....	32
2.3. Специфика речных судов	35
2.4. Влияние скоса потока и запретной зоны ВРК.....	36
ВЫВОДЫ	39
ЛИТЕРАТУРА	40
ГЛАВА 3. ВОДОМЕТНЫЕ ДВИЖИТЕЛИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА.....	41
3.1. Теория водометного движителя ВД	42
3.2. Определение тягово-моментной характеристики ВД	45
3.3. Практика применения ВД.....	46
3.4. Выбор электродвигателя ЭД для ВД по условию наивысшего КПД под нагрузкой	47
3.5. Выбор ЭД с учетом тяговой характеристики движителя ВД или ГВД	49

ВЫВОДЫ	52
ЛИТЕРАТУРА	52
ГЛАВА 4. СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ВИНТОРУЛЕВЫХ КОЛОНОК	54
4.1. Классификация и условия применения ВРК	54
4.2. Конструктивные особенности электрических ВРК	55
4.3. Принципы проектирования и преимущества ВРК.....	57
4.4. Перспективы применения электрических ВРК в составе ПК судов ледового класса	58
4.5. Механическая ВРК	59
4.6. Пример применения механической ВРК в традиционном ПК.....	61
ВЫВОДЫ	62
ЛИТЕРАТУРА	63
ГЛАВА 5. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОГО СУДНА ДЛЯ АРКТИКИ	65
5.1. Выбор варианта энергетической установки	65
5.2. Маршевый электродвигатель ГГЭД.....	66
5.3. Генератор.....	68
5.4. СЭС на основе низковольтного преобразователя.....	68
5.5. Выбор приборов для ПЧ	70
5.6. Выбор типа ПЧ	71
5.7. Электромагнитная совместимость (ЭМС) с сетью	72
ВЫВОДЫ	74
ЛИТЕРАТУРА	74
ГЛАВА 6. ПРОПУЛЬСИВНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДВОДНЫХ СУДОВ И ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ	76
6.1. Модели ПС и ПЛ с учетом оценки их сопротивления движению	76
6.2. Управление ПС	79
6.3. Пересчет параметров модели на натурное ПС и ПЛ	81
6.4. Энергетические характеристики ПК	83
6.5. ПК для подводных аппаратов	85
ВЫВОДЫ	87

ЛИТЕРАТУРА	87
ГЛАВА 7. СУДОВОЙ МГД ДВИЖИТЕЛЬ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ	89
7.1. Качественный анализ МГД движителя	89
7.2. Технические проблемы создания МГД движителя	91
7.3. Сверхпроводимость и сверхпроводящие обмотки СМС	91
7.4. Варианты конструкций МГД движителей	94
7.5. Пропульсивная судовая МГД установка	97
ВЫВОДЫ	99
ЛИТЕРАТУРА	99
ГЛАВА 8. ПРОПУЛЬСИВНЫЙ КОМПЛЕКС ЛЕДОКОЛА И СУДОВ ЛЕДОВОГО КЛАССА	101
8.1. Взаимодействие элементов ПКЛ	101
8.2. Корректировка ГВ и согласование с ГД	103
8.3. Дефекты ГВ в процессе эксплуатации	105
8.4. Повышение эффективности ПКЛ путем применения ВРК	106
ВЫВОДЫ	110
ЛИТЕРАТУРА	110
ГЛАВА 9. ПРИВОДА СУДОВ С ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКОЙ И С КАВЕРНАМИ	112
9.1. Модели СВП	112
9.2. Безубочные суда и судна на кавернах	116
ВЫВОДЫ	124
ЛИТЕРАТУРА	125
ГЛАВА 10. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ПРОПУЛЬСИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЛЕДОКОЛОВ	127
10.1. Структура и режимы работы СЭД отечественных ледоколов ЛК-60 и ЛК-120	127
10.2. Винторулевые колонки большой мощности	132
ВЫВОДЫ	138
ЛИТЕРАТУРА	139
ГЛАВА 11. ДИНАМИКА СУДОВОЙ ПРОПУЛЬСИВНОЙ СИСТЕМЫ	140

11.1. Динамика традиционного ПК	140
11.2. Динамические характеристики ПК при разгоне и торможении судна	144
11.3. Динамика нетрадиционного ПК судна с воздушной смазкой (ПКС).....	146
11.4. Особенности ПК с винторулевой колонкой ВРК.....	149
11.5. Преимущества ПК с ВРК (ПКВ) над традиционными ПК	150
ВЫВОДЫ	152
ЛИТЕРАТУРА	153
ГЛАВА 12. ПРОПУЛЬСИВНЫЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ УНИПОЛЯРНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ	155
12.1. Особенности и преимущества сверхпроводящих униполярных электрических машин	155
12.2. Определение облика униполярного электродвигателя	161
12.3. Проведение расчетов с целью выбора главных размеров, исполнения и основных характеристик УЭМ	163
ВЫВОДЫ	166
ЛИТЕРАТУРА	167
ГЛАВА 13. ВТСП ЛЕНТА И ВТСП КАБЕЛЬ	169
13.1. ВТСП лента.....	169
13.2. Разработка универсального токнесущего элемента (ТНЭ).....	172
13.3. ВТСП кабель	175
ВЫВОДЫ	179
ЛИТЕРАТУРА	179
ГЛАВА 14. МГД ГЕНЕРАЦИЯ В ПРИРОДЕ И СУДОВОМ ПРИВОДЕ	181
14.1. Основные соотношения	181
14.2. МГД генерация Земли.....	185
14.3. МГД генерация Солнца	187
14.4. МГД генерация в энергетике и судовом приводе	189
ВЫВОДЫ	192
ЛИТЕРАТУРА	192
ГЛАВА 15. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ И ИХ ЭКРАНИРОВАНИЕ	194

15.1. Электромагнитные поля (ЭМП)	194
15.2. Естественные и искусственные источники ЭМП	197
15.3. Экранирование ЭМП	201
ВЫВОДЫ	208
ЛИТЕРАТУРА	208
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	210