

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

На правах рукописи

УДК 621.313.333

ПАЛЬЧИКОВ ОЛЕГ ОЛЕГОВИЧ



**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ
ИНДУКЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ И
СТАТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
С ВРАЩАЮЩИМСЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ**

05.09.01 – электрические машины и аппараты

Диссертация на соискание научной степени
кандидата технических наук

*Ідентичність за змістом
з іншими примірниками
дисертації засвідчую
Учений секретар
спеціалізованої
вченої ради № 64/08
[Signature]
29.11.16*



Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор Ставинский А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
РАЗДЕЛ 1 СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ИНДУКЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ И СТАТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ВРАЩАЮЩИМСЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ	13
1.1 Асинхронные двигатели общепромышленного и специального назначений традиционной конструктивной схемы с внутренним ротором ...	13
1.2 Асинхронные двигатели с внешним ротором	21
1.3 Асинхронные двигатели с аксиальным рабочим зазором	28
1.4 Трансформаторные преобразователи числа фаз и уровня напряжения с вращающимся магнитным полем	31
1.5 Постановка задачи исследования	34
1.6 Выводы к разделу 1	38
РАЗДЕЛ 2 ПРОЕКТНЫЕ МОДЕЛИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВНУТРЕННИМ КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ С ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И ОТНОСИТЕЛЬНЫМИ УПРАВЛЯЕМЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ	40
2.1 Методы определения рациональных геометрических соотношений и универсальные целевые функции оптимизации и сопоставления вариантов электромагнитных систем индукционных преобразователей	40
2.2 Исходные уравнения и соотношения определения целевых функций оптимизации радиальных электромагнитных систем методом относительных показателей технического уровня	49
2.3 Масса, стоимость, момент инерции ротора и контурный объем базовой электромагнитной системы с внутренним короткозамкнутым ротором ..	57
2.4 Потери и реактивная мощность базовой электромагнитной системы с внутренним короткозамкнутым ротором	63

2.5 Особенности определения экстремумов и результаты расчетов целевых функций показателей технического уровня электромагнитных систем асинхронных двигателей с внутренним ротором	73
2.6 Влияние секционирования магнитопровода и обеспечения контр- и тандемвращения короткозамкнутых роторов на показатели технического уровня асинхронных двигателей с внутренним ротором	81
2.7 Выводы к разделу 2	89
РАЗДЕЛ 3 ПРОЕКТНЫЕ МОДЕЛИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВНЕШНИМ КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ	91
3.1 Базовые уравнения и функциональные компоненты проектных моделей обращенного двигателя	91
3.2 Масса, стоимость, момент инерции внешнего ротора и контурный объем обращенного двигателя	96
3.3 Потери и реактивная мощность обращенного двигателя	101
3.4 Особенности и результаты расчетов показателей технического уровня вариантов обращенного двигателя	104
3.5 Выводы к разделу 3	111
РАЗДЕЛ 4 ПРОЕКТНЫЕ МОДЕЛИ ТОРЦЕВЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ	115
4.1 Базовые уравнения и функциональные компоненты проектных моделей торцевого двигателя с короткозамкнутым ротором	115
4.2 Масса, стоимость, момент инерции ротора и контурный объем торцевого двигателя	121
4.3 Потери и реактивная мощность торцевого двигателя	128
4.4 Особенности и результаты расчетов основных показателей технического уровня вариантов торцевого двигателя	133
4.5 Выводы к разделу 4	142
РАЗДЕЛ 5 ПРОЕКТНЫЕ МОДЕЛИ РАДИАЛЬНОЙ И АКСИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИСТЕМ ТРАНСФОРМАТОРА С ВРАЩАЮЩИМСЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ	144
5.1 Масса, стоимость и контурный объем радиальной электромагнитной системы трансформатора	144

5.2 Потери и реактивная мощность радиальной электромагнитной системы трансформатора	150
5.3 Масса, стоимость и контурный объем аксиальной электромагнитной системы трансформатора	155
5.4 Потери и реактивная мощность аксиальной электромагнитной системы трансформатора	159
5.5 Анализ показателей статических электромагнитных систем с вращающимся магнитным полем	162
5.6 Выводы к разделу 5	164
РАЗДЕЛ 6 МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ МОДЕЛИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ И ТРАНСФОРМАТОРОВ С ВРАЩАЮЩИМСЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ. .	170
6.1 Многокритериальная оптимизация индукционных электромагнитных систем с вращающимся магнитным полем	170
6.2 Проверка проектных ограничений	176
6.3 Применение метода относительных показателей технического уровня в инженерных методиках проектирования	180
6.4 Выводы к разделу 6	186
ВЫВОДЫ	187
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	190
ПРИЛОЖЕНИЯ	209
Приложение А. Методика расчета вариантов активной части асинхронного двигателя с внешним короткозамкнутым ротором с использованием целевых функций и относительных показателей технического уровня с относительными геометрическими управляемыми переменными (на примере АДВР–1,1/4)	209
Приложение Б. Универсальные тепловые схемы замещения специальных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и трансформаторов с вращающимся магнитным полем	222
Приложение В. Материалы внедрения результатов диссертационной работы	233