

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

ОЛЕКСЕНКО СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

УДК 621.313.282

**ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ С ВЫСОКОЙ
МАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТЬЮ**

Специальность 05.09.01 – электрические машины и аппараты

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель

Болюх Владимир Федорович,

доктор технических наук, профессор

Харьков – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
РАЗДЕЛ 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РАБОТ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ	17
1.1 Общая характеристика и основные типы линейных электромеханических преобразователей ударного действия.....	17
1.2 Состояние работ в области разработки и использования линейных электромеханических преобразователей ударного действия индукционного типа	23
1.3 Методы расчета.....	25
1.4 Области применения.....	26
1.4.1 Ударно-силовые устройства	26
1.4.2 Электромеханические ускорители	38
1.5 Выводы к разделу.....	42
РАЗДЕЛ 2 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	44
2.1 Общий подход и среда моделирования взаимосвязанных мультифизических процессов.....	44
2.2 Электромагнитные процессы	48
2.3 Теплофизические процессы.....	51
2.4 Гидродинамические и механические процессы	52
2.5 Параметры линейного электромеханического преобразователя ударного действия основного исполнения	54
2.6 Выводы к разделу	59

РАЗДЕЛ 3 ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ ИНДУКЦИОННОГО ТИПА.....	60
3.1. Влияние конфигурации и расположения электропроводящего якоря на КПД линейных электромеханических преобразователей ударного действия.....	60
3.1.1. Выбор геометрических параметров и сечения осесимметричного якоря	60
3.1.2. Влияние формы и расположения не осесимметричного якоря на силовые показатели линейных электромеханических преобразователей ударного действия	65
3.2 Влияние параметров ферромагнитного сердечника на эффективность линейных электромеханических преобразователей ударного действия.....	72
3.2.1 Выбор конфигурации ферромагнитного сердечника	72
3.2.2 Влияние радиальных разрезов ферромагнитного сердечника на эффективность линейных электромеханических преобразователей ударного действия.....	75
3.2.3 Влияние геометрических параметров ферромагнитного сердечника на эффективность линейных электромеханических преобразователей ударного действия	80
3.3 Влияние типа и формы наружного экрана на эффективность линейных электромеханических преобразователей ударного действия индукционного типа	86
3.3.1 Работа линейных электромеханических преобразователей ударного действия с ферромагнитным экраном	86
3.3.2 Сравнительный анализ электромагнитного и ферромагнитного экранов	92
3.3.3 Комбинированный экран для линейных электромеханических преобразователей ударного действия	94

3.4 Синтез параметров высокоэффективного линейного электромеханического преобразователя ударного действия индукционного типа	97
3.5. Повышение КПД линейных электромеханических преобразователей ударного действия за счет криогенного охлаждения ..	100
3.6 Выводы к разделу.....	103
РАЗДЕЛ 4 ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ И ФЕРРОМАГНИТНЫЕ ЯКОРЯ.....	105
4.1 Сравнительный анализ линейных электромеханических преобразователей ударного действия индукционного, электромагнитного и электродинамического типов	105
4.2 Синтез параметров высокоэффективных линейных электромеханических преобразователей ударного действия индукционного, электромагнитного и электродинамического типов.....	112
4.3 Сравнительный анализ конструктивных схем комбинированных линейных электромеханических преобразователей ударного действия индукционно-электромагнитного типа.....	117
4.4 Комбинированный линейный электромеханический преобразователь ударного действия ударно-поворотного действия.....	124
4.5 Выводы к разделу.....	127
РАЗДЕЛ 5 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	129
5.1 Экспериментальные исследования линейных электромеханических преобразователей ударного действия индукционного типа в лабораторных условиях.....	129

5.1.1 Экспериментальные исследования влияния ферромагнитного экрана на показатели линейных электромеханических преобразователей ударного действия	129
5.1.2 Экспериментальные исследования электромеханических характеристик линейных электромеханических преобразователей ударного действия.....	139
5.2 Реле с исполнительным механизмом индукционно-динамического типа	143
5.3 Устройства ударно-механической очистки.....	151
5.3.1 Устройство очистки проводов линий электропередач от снега и обледенения	151
5.3.2 Устройство очистки технологического оборудования от сыпучих материалов	153
5.4 Электромеханические устройства уничтожения информации на цифровых накопителях.....	156
5.5 Баллистический лазерный гравиметр с индукционно-динамической катапультной	161
5.8 Выводы к разделу.....	167
ВЫВОДЫ.....	169
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	172
ПРИЛОЖЕНИЯ А.....	191
ПРИЛОЖЕНИЯ Б.....	200