

А. С. СЕРЕБРЯКОВ

ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ДИАГНОСТИКА  
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА  
КОНТРОЛЬ ГЛАВНОЙ  
ИЗОЛЯЦИИ ТЯГОВЫХ  
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

*Учебное пособие*

*Издание второе, стереотипное*



ЛАНБ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
МОСКВА  
КРАСНОДАР  
2024

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Глава 1. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ .....	9
1.1. Общие замечания .....	9
1.2. Системы изоляции вращающихся машин .....	16
1.3. Обзор и классификация методов и устройств тестовой диагностики изоляции .....	24
1.4. Разрушающие методы контроля изоляции. Устройства для испытания изоляции .....	29
1.5. Устройства для измерения сопротивления изоляции .....	32
1.6. Устройства для измерения абсорбционных характеристик изоляции .....	33
1.7. Методы измерения емкостных характеристик изоляции .....	36
1.8. Устройства для измерения тангенса угла диэлектрических потерь .....	37
1.9. Устройства для измерения частичных разрядов .....	39
1.10. Измерение возвратного напряжения и напряжения саморазряда .....	41
Выводы .....	45
Контрольные вопросы и задания .....	46
Глава 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ В НЕОДНОРОДНОЙ ДВУХСЛОЙНОЙ ИЗОЛЯЦИИ .....	48
2.1. Анализ процессов при заряде двухслойной изоляции от идеального источника испытательного напряжения .....	48
2.2. Анализ процессов при измерении сопротивления изоляции .....	66
2.3. Анализ процессов при измерении возвратного напряжения и напряжения саморазряда идеальным вольтметром .....	78
2.4. Анализ процессов при заряде изоляции от источника питания, имеющего конечную мощность .....	83
2.5. Анализ процессов при измерении напряжения саморазряда и возвратного напряжения неидеальным вольтметром .....	99
2.6. Определение структурных параметров двухслойной изоляции по экспериментальным данным .....	104
Выводы .....	117
Контрольные вопросы и задания .....	118
Глава 3. АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ В НЕОДНОРОДНОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ .....	119
3.1. Определение оптимального количества слоев в схеме замещения корпусной изоляции тяговых электродвигателей .....	120
3.2. Анализ процесса заряда трехслойной изоляции от источника напряжения с внутренним сопротивлением, равным нулю .....	131
3.3. Анализ процесса заряда трехслойной изоляции от источника напряжения с внутренним сопротивлением, не равным нулю .....	136

3.4. Нахождение напряжения на слоях многослойной изоляции после кратковременного разряда изоляции на землю перед измерением возвратного напряжения .....	139
Выводы.....	144
Контрольные вопросы и задания.....	144
<b>Глава 4. ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В НЕОДНОРОДНОЙ ИЗОЛЯЦИИ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПАКЕТА MATHCAD.....</b>	<b>146</b>
4.1. Моделирование в системе Mathcad процессов при заряде двухслойной изоляции .....	147
4.2. Моделирование в системе Mathcad процессов при заряде трехслойной модели изоляции .....	159
4.3. Моделирование в системе Mathcad процессов при саморазряде двухслойной и трехслойной изоляции .....	163
4.4. Моделирование в системе Mathcad процессов при измерении возвратного напряжения в двухслойной и трехслойной изоляции.....	168
Выводы.....	176
Контрольные вопросы и задания.....	177
<b>Глава 5. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В НЕОДНОРОДНОЙ ИЗОЛЯЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK СИСТЕМЫ MATLAB.....</b>	<b>179</b>
5.1. Принципы построения S-моделей .....	179
5.2. Исследование процесса заряда изоляции с помощью S-модели .....	185
5.3. Исследование процесса саморазряда изоляции с помощью пакета моделирования Simulink системы MATLAB.....	193
5.4. Исследование возвратного напряжения изоляции с помощью пакета моделирования Simulink системы MATLAB .....	196
Выводы.....	199
Контрольные вопросы и задания.....	200
<b>Глава 6. РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ.....</b>	<b>202</b>
6.1. Стационарное автоматизированное устройство для контроля изоляции электрооборудования электровозов .....	202
6.2. Переносные приборы для контроля состояния изоляции .....	210
6.3. Приборы для измерения электрической емкости изоляции.....	214
6.4. Устройство для контроля качества электрической изоляции по величине частичных разрядов .....	221
6.5. Высоковольтные источники питания устройств для контроля изоляции электрооборудования.....	226
6.6. Схемы коммутаторов электрических цепей.....	230
Выводы.....	238
Контрольные вопросы и задания.....	239

Глава 7. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АБСОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОЛЯЦИИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.....	241
7.1. Исследование параметров изоляции тяговых электродвигателей НБ-412К .....	242
7.2. Исследование параметров изоляции тяговых электродвигателей НБ-418К .....	249
7.3. Исследование абсорбционных характеристик тяговых электродвигателей НБ-406 .....	250
7.4. Определение параметров двухслойной изоляции по опытным данным .....	259
7.5. Оценка состояния корпусной изоляции тяговых электродвигателей типа ДК-117 по заряду абсорбции .....	264
Выводы.....	268
Контрольные вопросы и задания.....	268
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	270
Библиографический список.....	271