

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

В.Н. Вариводов, Д.И. Ковалев, Д.В. Голубев

ПОЛИМЕРЫ В ТЕХНИКЕ ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Монография

Москва
Издательство МЭИ
2022

УДК 621.315.611

ББК 31.234

В 18

Подготовлено на кафедре
техники и электрофизики высоких напряжений ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»

Рецензенты: Р.Н. Поляков, докт. техн. наук., доц.;

Н.В. Крупенин, канд. техн. наук

Вариводов, В.Н.

В 18 Полимеры в технике высоких напряжений: монография /
В.Н. Вариводов, Д.И. Ковалев, Д.В. Голубев. – М.: Издательство
МЭИ, 2022. – 280 с.

ISBN 978-5-7046-2640-4

Монография посвящена проблеме применения полимерной изоляции в технике высоких напряжений. Изложены основные электрофизические характеристики полимеров, применяемых в высоковольтных электрических сетях, а также определены закономерности влияния основных эксплуатационных и технологических факторов, влияющих на электроизоляционные характеристики этих материалов. Рассмотрены вопросы применения твердой полимерной изоляции в различных типах высоковольтных подстанционных устройств и линий передачи электроэнергии, включая воздушные линии, силовые кабели и токопроводы.

Для специалистов в области разработки и эксплуатации электрических сетей, студентов, изучающих дисциплину «Техника высоких напряжений» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», а также магистров по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (программа «Техника и электрофизика высоких напряжений»), изучающих дисциплины «Изоляция электротехнического оборудования высокого напряжения и основы её проектирования», «Техника и электрофизика высоких напряжений в электротехнологиях».

УДК 621.315.611

ББК 31.234

ISBN 978-5-7046-2640-4

© Национальный исследовательский
университет «МЭИ», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ТВЕРДОЙ ИЗОЛЯЦИИ.....	7
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕХНИКЕ ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ.....	24
2.1. Эпоксидные компаунды и композиты на их основе.....	24
2.2. Этиленпропиленовые каучуки.....	31
2.3. Силиконы.....	35
2.4. Полиэтилен.....	37
2.5. Основные направления совершенствования литой полимерной изоляции в технике высоких напряжений.....	42
ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИТОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ.....	48
3.1. Зависимость электрической прочности изоляции от ее размеров.....	48
3.2. Зависимость электрической прочности изоляции от времени воздействия напряжения.....	53
3.3. Зависимость электрической прочности изоляции от температуры и механических нагрузок.....	58
3.4. Зависимость электрической прочности изоляции от формы воздействующего напряжения.....	61
3.5. Зависимость электрической прочности изоляции от ее структуры.....	63
3.6. Необходимая толщина изоляции в зависимости от номинального напряжения.....	71
3.7. О влиянии технологии изготовления на характеристики литой эпоксидной изоляции.....	75
ГЛАВА 4. ЧАСТИЧНЫЕ РАЗРЯДЫ В ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ И МЕРЫ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ...	85
ГЛАВА 5. ПЕРЕКРЫТИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЛИТОЙ ИЗОЛЯЦИИ.....	104
5.1. Основные положения перекрытия изоляционных конструкций.....	104

5.2. Технические решения по увеличению напряжения перекрытия полиэтиленовой изоляции кабелей.....	110
5.3. Технические решения по увеличению напряжения перекрытия эпоксидной изоляции токопроводов.....	116
5.4. Технические решения по увеличению напряжения перекрытия эпоксидных изоляционных конструкций комплектно-распределительных устройств и высоковольтных вводов.....	123
ГЛАВА 6. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП И ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПОДСТАНЦИЙ	140
6.1. Механизм перекрытия твердой изоляции при увлажнении и загрязнении ее поверхности.....	140
6.2. Влияние конструкции и материала изоляторов на электроизоляционные и механические характеристики в условиях воздействия атмосферных факторов.....	145
6.3. Опыт применения композитных изоляторов наружной установки.....	160
ГЛАВА 7. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ, ТОКОПРОВОДОВ, КАБЕЛЕЙ	177
7.1. Трансформаторы.....	177
7.2. Комплектно-распределительные устройства.....	183
7.3. Токопроводы.....	200
7.4. Силовые кабели.....	209
ГЛАВА 8. ПРИМЕНЕНИЕ ПЛЕНОЧНОЙ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ	217
ГЛАВА 9. РАСЧЕТЫ ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ УСТРОЙСТВ	237
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	266
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	269

Научное издание

Вариводов Владимир Николаевич

Ковалев Дмитрий Игоревич

Голубев Дмитрий Владиславович

ПОЛИМЕРЫ В ТЕХНИКЕ ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Монография

Редактор Е.В. Политковская
Компьютерная верстка А.В. Худяковой

Подписано в печать 10.12.22.	Печать ризография	Формат 60x84 1/16
Печ. л. 17,5	Тираж 24 экз.	Заказ № 352

Оригинал-макет подготовлен в РИО НИУ «МЭИ».

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14.

Отпечатано в типографии НИУ «МЭИ».

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 13.