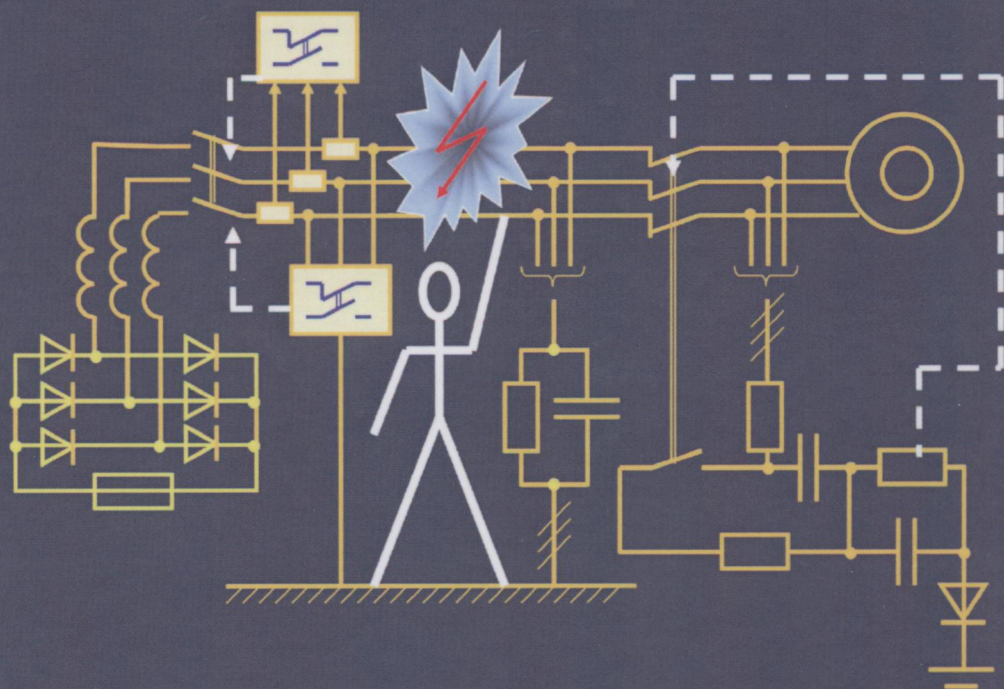


# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ОБЕСТОЧИВАНИЯ РУДНИЧНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ



**К. Н. МАРЕНИЧ**

**К. Н. Маренич**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
И ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ  
ЗАЩИТНОГО ОБЕСТОЧИВАНИЯ  
РУДНИЧНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ  
КОМПЛЕКСОВ**

*Монография*

*Посвящается 100-летию со дня основания  
Донецкого национального технического университета*

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2021

УДК 622.012.2:621.316  
ББК 33.2  
М25

Рекомендовано к печати учёным советом  
ГОУВПО «Донецкий национальный технический  
университет», протокол № 6 от 25.12.2020 г.

**Рецензенты:**

*д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник  
ГУ «Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ  
в горной промышленности» (МакНИИ) Колосюк В. П.;*  
*д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой восстанавливаемых источников энергии  
ГВУЗ «Национальный горный университет» (г. Днепрпетровск) Шкрабец Ф. П.;*  
*д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой автоматизированных электромеханических  
систем в промышленности и транспорте ГВУЗ «Криворожский национальный  
университет» (г. Кривой Рог) Синчук О. Н.*

**Маренич, К. Н.**

**М25** Теоретические основы и принципы применения защитного обесточивания рудничных электротехнических комплексов : монография / К. Н. Маренич. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 240 с. : ил., табл.  
ISBN 978-5-9729-0749-6

Обоснован метод математического моделирования переходных процессов в шахтном участковом электротехническом комплексе. Получены закономерности изменения электрических параметров в структурах электротехнического комплекса в условиях воздействия переходных процессов и действия совокупности энергетических потоков распределённых источников. Определена возможность обратных ЭДС асинхронных двигателей поддерживать опасное состояние электросети после её защитного отключения. Представлены усовершенствованные принципы построения защит шахтного участкового электротехнического комплекса от аварийных и опасных состояний. За основу принята концепция его защитного обесточивания отделением от сети всех источников энергетических потоков при применении в присоединениях статоров асинхронных двигателей измерительных и исполнительных средств, реагирующих на повышение проводимостей в цепях «фаза – земля» кабелей электропитания.

Для научных работников, конструкторов, разработчиков и производственников, работающих в области создания, модернизации и эксплуатации рудничного электрооборудования. Может быть использовано в качестве учебного пособия аспирантами при исследовании процессов в промышленных электротехнических комплексах; студентами при изучении соответствующих разделов дисциплины «Электрооборудование и электрообеспечение горных предприятий».

УДК 622.012.2:621.316  
ББК 33.2

ISBN 978-5-9729-0749-6

© Маренич К. Н., 2021  
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021  
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>РАЗДЕЛ 1. Общий анализ аварийных и опасных состояний электрооборудования технологических комплексов шахты и свойств средств защиты</b> .....	8
1.1. Электротехнический комплекс шахтного технологического участка как объект исследования .....	8
1.2. Асинхронные двигатели потребителей как источник обратных энергетических потоков.....	17
1.3. Междузавные короткие замыкания как факторы опасности эксплуатации шахтных участковых электротехнических комплексов.....	23
1.4. Силовая электросеть шахтного участкового электротехнического комплекса как источник опасности электропоражения человека.....	31
1.5. Устройство и диалектика усовершенствования средств защиты от утечек тока на землю.....	36
1.5.1. Принципы определения наличия цепи утечки тока на землю .....	36
1.5.2. Устройство и свойства технических средств автоматической компенсации ёмкости изоляции сети .....	42
1.5.3. Автоматическое закорачивание повреждённой фазы как способ ускорения обесточивания цепи утечки тока на землю .....	44
1.5.4. Применение микропроцессорной схемотехники в целях повышения функциональных свойств устройств защиты от утечек тока на землю .....	46
1.5.5. Проблематика обеспечения электробезопасности эксплуатации комбинированных сетей шахтных участковых электротехнических комплексов .....	48
1.5.6. Схемные отличия устройства защиты от утечек тока на землю в участковой сети номинального напряжения 3300 В.....	62
1.6. Свойства устройств токовой защиты электротехнических комплексов шахтных участков и средств токоограничения при аварийных состояниях.....	64
1.6.1. Свойства средств максимальной токовой защиты электросетей шахтных участков.....	64
1.6.2. Защитная функция гибких кабелей с параметрами взрывобезопасности .....	67
1.6.3. Устройство и проблематика применения системы опережающей защиты рудничных электроустановок .....	70
<b>РАЗДЕЛ 2. Совершенствование методов математического моделирования в контексте исследования переходных процессов при коммутации силовых присоединений участкового электротехнического комплекса шахты</b> .....	76

2.1. Определение особенностей воздействия коммутационного переходного процесса на величины электрических параметров электротехнического комплекса – актуальная задача совершенствования методики исследования его динамических состояний .....	76
2.2. Участковый электротехнический комплекс шахты в условиях воздействия контакторной коммутации в контексте определения состояний его структурных составляющих методами математического моделирования.....	80
2.3. Обобщение результатов исследования свойств контакторной коммутации силового присоединения .....	91
2.4. Динамические процессы в шахтном участковом электротехническом комплексе при применении полупроводниковых устройств регулируемой коммутации силовых присоединений.....	95
2.4.1. Анализ функционирования средств защитного отключения цепи утечки тока на землю в условиях применения устройств регулируемой коммутации асинхронных двигателей потребителей.....	95
2.4.2. Анализ функционирования системы «тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель» в контексте определения условий нарушения стабильности её параметров.....	101
2.4.3. Обоснование рационального способа технической реализации принципа регулируемой коммутации силового присоединения электротехнического комплекса участка.....	108
2.5. Определение параметров фильтра реагирующего органа защитного устройства в условиях воздействия коммутационных процессов усовершенствованным методом моделирования.....	110

**РАЗДЕЛ 3. Обратные энергетические потоки асинхронных двигателей как фактор повышения опасности электропоражения в условиях эксплуатации шахтных участков электротехнических комплексов.....**

3.1. Общая характеристика опасности электропоражения от обратной ЭДС асинхронного двигателя .....	114
3.2. Принципы моделирования электротехнического комплекса в контексте определения воздействия обратного энергетического потока асинхронных двигателей на цепь утечки тока на землю .....	119
3.3. Анализ свойств обратных энергетических потоков относительно формирования электропоражающего фактора после отключения напряжения питания участковой электросети .....	133
3.4. Обобщение функции воздействия обратных энергетических потоков асинхронных двигателей на состояние электробезопасности с учётом параметров и условий эксплуатации электротехнического комплекса .....	142

<b>РАЗДЕЛ 4. Автоматическое двустороннее обесточивание шахтного</b>	
участкового электротехнического комплекса как направление	
повышения эффективности его защиты от аварийных	
и опасных состояний .....	150
4.1. Обратная ЭДС асинхронного двигателя – фактор воздействия	
на место междуфазной повышенной проводимости	
после защитного отключения сети .....	150
4.2. Анализ процессов в электромеханической системе «силовое	
присоединение – асинхронный двигатель» в контексте поиска	
информационного сигнала о начале опасного состояния.....	155
4.3. Принципы выявления состояния кабеля питания асинхронного	
двигателя автономными техническими средствами схемы	
присоединения обмотки статора.....	160
4.4. Воздействие коммутационного переходного процесса	
на параметры срабатывания устройства защитного обесточивания	
участковой электросети.....	174
4.5. Сопоставление технических свойств средств подавления	
воздействия обратных ЭДС асинхронных двигателей .....	177
<b>РАЗДЕЛ 5. Техническая реализация средств усовершенствования защиты</b>	
электрооборудования шахт от аварийных	
и опасных состояний .....	180
5.1. Обоснование принципов ускорения выявления короткого замыкания	
средствами максимальной токовой защиты .....	180
5.2. Двустороннее обесточивание сети при возникновении	
междуфазного дугообразования в кабеле питания	
асинхронного двигателя .....	189
5.3. Принудительное отключение контактора пускателя	
как дополнительное средство повышения безопасности	
эксплуатации электрооборудования .....	192
5.4. Электробезопасность эксплуатации двухскоростного	
асинхронного двигателя .....	194
5.5. Техническая реализация принципа токоограничения	
при отключении сети в режиме короткого замыкания .....	210
5.6. Индукционно-динамическое торможение асинхронного двигателя	
как способ интенсивного подавления амплитудно-частотных	
параметров обратной ЭДС .....	214
5.7. Обобщение принципов применения автоматического защитного	
двустороннего обесточивания шахтной участковой электросети .....	217
<b>ВЫВОДЫ .....</b>	<b>220</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>224</b>