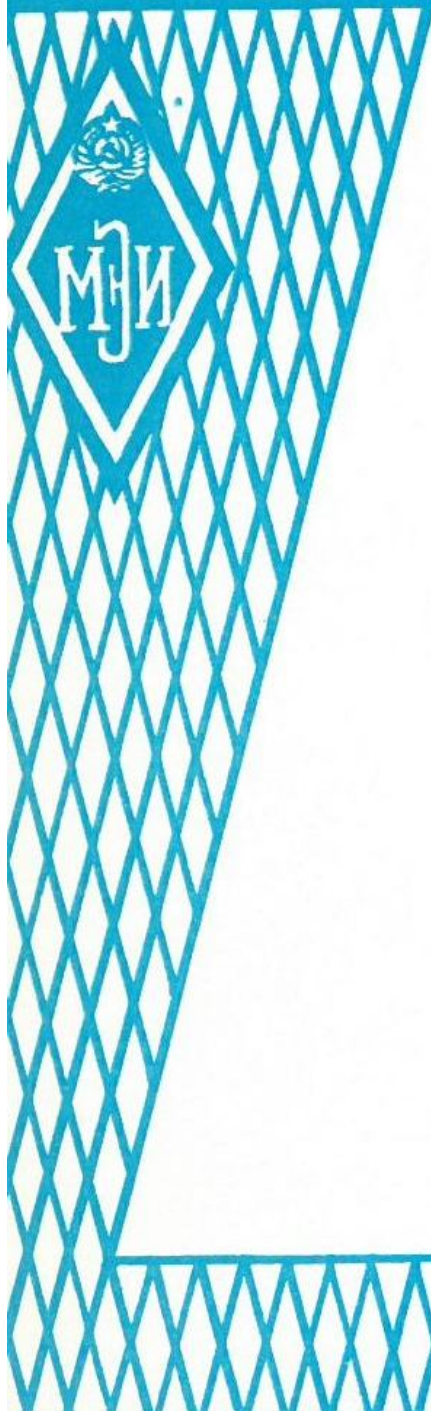


МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

МОСКОВСКИЙ ордена ЛЕНИНА и ордена ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ISSN 0371—9545



# Т Р У Д Ы М Э И

Тематический сборник

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ В ОБЛАСТИ  
ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ

Выпуск 537

Москва

1981



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

С С С Р

МОСКОВСКИЙ ордена ЛЕНИНА и ордена ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Т Р У Д Ы

МОСКОВСКОГО ордена ЛЕНИНА и ордена ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Тематический сборник

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ

Выпуск 537

Под редакцией канд. техн. наук доц. А.С. ВОРОБЬЕВА

Москва

1981



## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НАПРЯЖЕНИЕМ 750 КВ

Докт. техн. наук проф. П. А. ДОЛИН,  
инж. Н. С. СМЕКАЛОВА, инж. М. Д. СТОЛЯРОВ

Опыт эксплуатации открытых распределительных устройств сверхвысокого напряжения (ОРУ СВН) показал, что электрическое поле этих установок может оказывать вредное воздействие на человека. Нормами [1] регламентируется продолжительность ежедневного пребывания обслуживающего персонала в поле с напряженностью до 10, 15, 20 и 25 кВ/м включительно, составляющая соответственно 180, 90, 10 и 5 мин. Продолжительность пребывания в поле с напряженностью 5 кВ/м и менее не ограничивается. При напряженности более 25 кВ/м в поле можно находиться лишь при условии применения средств защиты.

Для выявления зон с повышенной (сверх 5 кВ/м) напряженностью поля и для разработки защитных мероприятий необходимо знать распределение поля на данном объекте. Применение расчетных способов или моделирования обычно встречает затруднения, обусловленные тем, что поле создается токоведущими частями со сложной геометрической формой, расположенными в пространстве на равной высоте, а также зарядами, наведенными на заземленных частях. Кроме того, трехфазное напряжение обуславливает изменение вектора напряженности поля в пространстве и во времени по закону эллипса [2], что также необходимо учитывать. В связи с этим основным способом определения напряженности поля в ОРУ являются измерения на действующих объектах. В настоящее время лишь они обеспечивают приемлемую точность. По результатам измерений обычно составляют карту распределения напряженности поля, совмещенную для наглядности с планом ОРУ.

Измерения напряженности поля проводились на всех отечественных подстанциях 750 кВ, в том числе и на первых - в Белом Расте и Конаково, которые спроектированы без применения защитных мероприятий. Это позволило проанализировать факторы, влияющие на напряженность поля, и определить способы ее снижения.

На рис. 1 приведена карта распределения напряженности электрического поля на участке ОРУ 750 кВ подстанции Белый Раст. Зоны I - VI соответствуют нормируемым значениям напряженности поля: I - до 5 кВ/м, II - от 5 до 10 кВ/м, III - от 10 до 15 кВ/м, IV - от 15 до 20 кВ/м, V - от 20 до 25 кВ/м, VI - более 25 кВ/м. Измерения проводились приборами типа ПЗ-1 [3] на уровне 1,8 м от земли и на расстоянии не менее 0,5 м от заземленных частей оборудования и металлоконструкций.



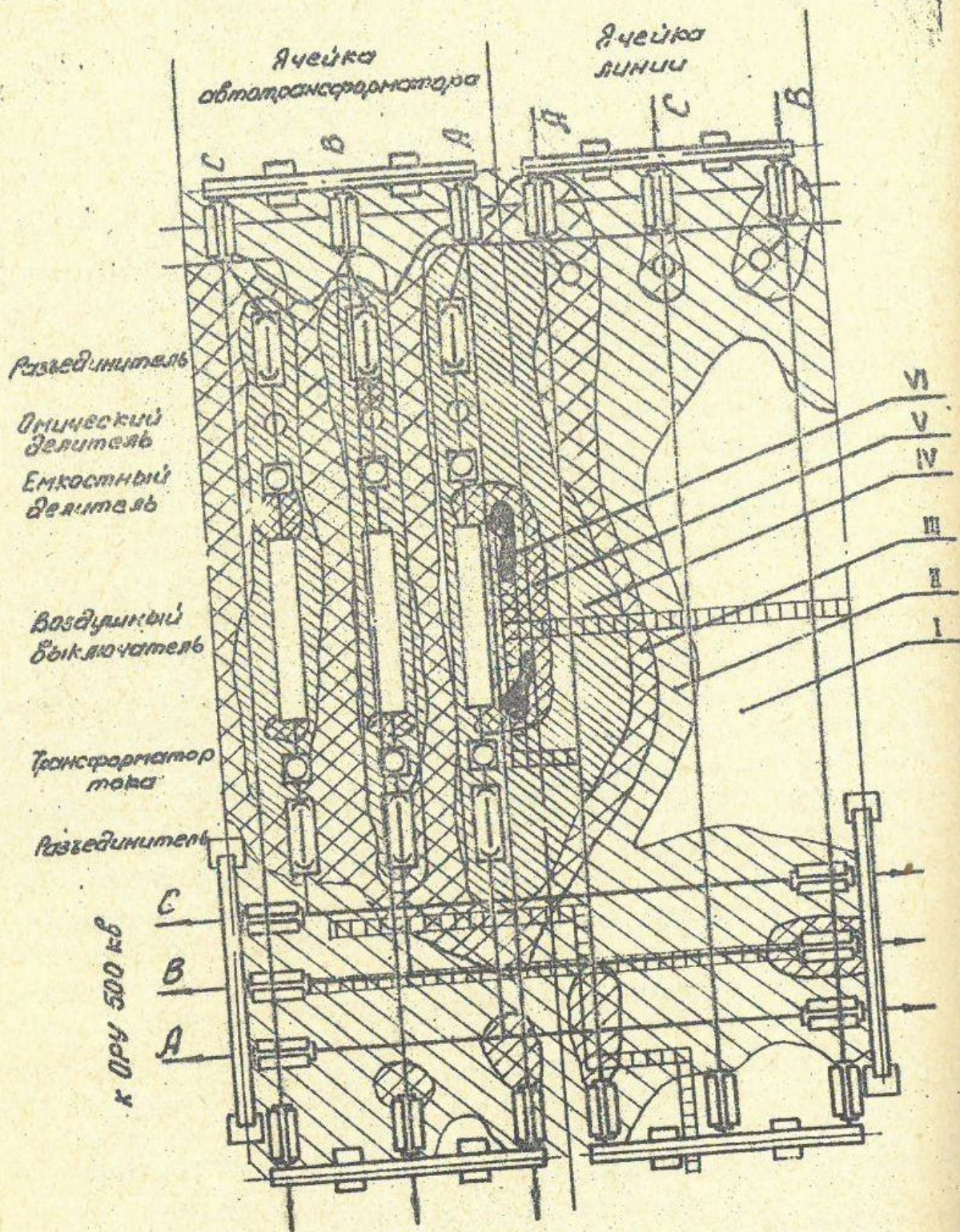


Рис. I



Наибольшая напряженность поля имеет место в ячейке автотрансформатора на расстоянии 3 - 5 м от фундаментов аппаратов.

Зоны IV - VI занимают около 60%, зона III - примерно 25% площади ячейки автотрансформатора. Имеются участки с напряженностью поля более 25 кВ/м. В ячейке линии 30% площади занимает зона I, максимальная напряженность поля не превышает 15 кВ/м, зона III занимает не более 20% площади ячейки. Таким образом, наибольший уровень поля наблюдается на рабочих местах персонала у оборудования.

Максимальная напряженность поля, превышающая 25 кВ/м, зафиксирована вблизи фазы А ячейки автотрансформатора. Общий уровень поля здесь также существенно выше, чем вблизи других фаз. Так, например, зона IV вблизи фазы А занимает площадь, почти в 2,5 раза большую, чем вблизи фазы С. Обусловлено это тем, что соседние фазы ячеек автотрансформатора и линии являются одноименными, что усиливает поле, создаваемое каждой из них. Локальное увеличение напряженности поля наблюдается также в местах, где пересекаются одноименные фазы шин, расположенных на разной высоте. Установлено, что на уровень поля оказывает влияние провес шин. При большом провесе напряженность поля возрастает до 20 кВ/м.

Порталы и фундаменты аппаратов оказывают значительное экранирующее действие, снижая напряженность поля до 5-8 кВ/м и менее в зоне на расстоянии до 5-7 м от порталов и 1-2 м от фундаментов.

Важным фактором, определяющим уровень поля вблизи оборудования, является высота фундаментов аппаратов. Увеличение высоты фундаментов выключателей в два раза, как это сделано в ячейке шунтирующего реактора (на рис. I не показана), приводит к снижению напряженности поля в соответствующих точках в 1,4 - 2,7 раза.

Проведенные исследования позволили разработать комплекс защитных мероприятий, которые отражены в подготавливаемых к выпуску "Руководящих указаниях по защите персонала, обслуживающего ОРУ и ВЛ 400, 500, и 750 кВ от воздействия электрического поля". Предусматриваются следующие мероприятия:

- экранирование рабочих мест;
- индивидуальное экранирование;
- применение повышенных фундаментов и использование их экранирующего действия, а также экранирующего действия металлоконструкций, зданий и сооружений;
- использование компенсирующего действия разноименных фаз;
- рационализация компоновок ОРУ (исключение верхнего яруса шин, разделение ячеек выключателей линий, увеличение расстояния между выключателями и подвесными разъединителями, между



выключателями и сборными шинами и т.д.);

- размещение производственных помещений вне зоны влияния поля;
- регламентация маршрутов обхода ОРУ для осмотра оборудования;
- рационализация технологии ремонтных работ, обеспечивающая сокращение продолжительности пребывания в поле.

Эффективность разработанных защитных мероприятий проверялась в ОРУ 750 кВ подстанции Западно-Украинская. Было установлено, что на всех рабочих местах напряженность поля не превышает нормируемых значений. Высокий уровень поля сохраняется лишь вне рабочих мест, где пребывание персонала не вызывается производственной необходимостью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы и правила по охране труда при работах на подстанциях и воздушных линиях электропередачи напряжением 400, 500 и 750 кВ переменного тока промышленной частоты. - М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1972. - 23 с.

2. Кац Р.А., Перельман Л.С. Расчет электрического поля трехфазной линии электропередачи. - Электричество, 1978, № 1, с. 12-17.

3. Филиппов В.И., Морозов Ю.А. Малогабаритный измеритель напряженности электрического поля промышленной частоты на полевом транзисторе. - В кн.: Научные работы институтов охраны труда ВЦСПС. М., 1973, вып. 82, с. 25-33.

#### ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ ОРУ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Док. техн. наук проф. Б.А. КНЯЗЕВСКИЙ,  
асп. А.Г. ГОРБУНОВ

Одним из наиболее эффективных способов защиты персонала открытых распределительных устройств (ОРУ) от воздействия электрического поля высокой напряженности является создание системы дистанционного управления работами некоторых видов коммутационной аппаратуры, в частности заземляющих разъединителей (ЗР). Однако особенности конструкции внедренных недавно телескопических ЗР обуславливают сильную зависимость их работоспособности от метеоусловий. Как показано в [1], из-за промерзания грунта и обледенения конструк-



СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I. Электроизоляционные материалы и кабели и вопросы электробезопасности . . . . . 3

Кремез А.С., Рязанов И.Б. Влияние характеристик покрытия на механические свойства оптического волс на . . . . .	3
Духовской В.П., Комаров И.Г. Исследование терморезистивных связующих для электроизоляционных пластиков и конденсаторных диэлектриков . . . . .	6
Сафиев Э.С. Исследование электрической прочности изоляции кабелей, пропитанных жидким азотом . . . . .	9
Холодный С.Д., Галан Виктор В. Расчет температуры кабелей с периодически изменяющейся нагрузкой . . . . .	12
Зайцев Ю.В., Александров В.А., Колмакова Л.А., Чернов В.Л. Проводящие пластмассы на эпоксидных смолах для приборов и устройств электромеханики . . . . .	16
Дьячек Т.П., Тягин Ю.И., Головин Ю.И. Применение электрических эффектов при пластической деформации и разрушении к исследованию дефектности структуры диэлектриков . . . . .	19
Серебрянников С.В., Воробьев А.С. Об изменении теплопроводности диэлектриков в электрическом поле . . . . .	24
Мантров М.И. Метод расчета превышения температуры в силовом высоковольтном кабеле в зависимости от времени приложения напряжения . . . . .	27
Шувалов М.Ю., Ларина Э.Т. К расчету электрического поля в кабелях постоянного тока . . . . .	33
Петри Л.О., Бобылев М.Г. Устройство защитного отключения, использующее автогенераторный принцип измерения сопротивления изоляции . . . . .	36
Юсупов Н.У. Влияние нагрузки на эффективность устройств защитного отключения . . . . .	39
Ревякин А.И., Новиков С.Г. К вопросу оптимизации устройств защитного отключения . . . . .	43
Шатрова Г.М., Пильщикова М.В. К вопросу о зрительной работоспособности в условиях повышенной слепимости . . . . .	46
Долин П.А., Смекалова Н.С., Столяров М.Д. Исследование электрического поля распределительных устройств напряжением 750 кВ . . . . .	49
Князевский Б.А., Горбунов А.Г. Обеспечение безопасности обслуживания заземляющих разъединителей ОРУ сверхвысокого напряжения в зимнее время . . . . .	52



Раздел II. Устройства электромеханики . . . . .	56
Годжелло А.Г., Соколов В.П. Устройство контроля электрических параметров силовых тиристоров . . . . .	56
Благушин В.В., Делекторский Б.А., Капранов Ю.М., Селезнев А.П. Соединение в гиродвигателях магнитопроводов и несущих элементов методом порошковой металлургии . . . . .	60
Годжелло А.Г., Ваврженкевич Л.М., Соколов В.П. Устройство контроля пробивного напряжения вентильных разрядников . . . . .	65
Акимов А.В., Галтеев Ф.Ф. Влияние режимов эксплуатации автомобиля на параметры трансформаторно-выпрямительного блока для системы электроснабжения на два уровня напряжения . . . . .	71
Осин И.Л., Якушкин Р.Х., Мордвинкин Ю.В. Анализ намагничивающих сил в самозапускающихся СДПМ . . . . .	78
Раздел III. Полупроводниковая техника . . . . .	83
Монахов А.Ф., Степанов Г.П., Артемов М.Ф. О влиянии бокового профиля на параметры оптимизируемой тиристорной структуры . . . . .	83
Кустов Е.Ф., Макетов Т.К., Клиничков С.А. Некоторые вопросы технологии получения материалов для функциональной электроники . . . . .	86
Королёв Д.И., Стариков А.М. Некоторые спектроскопические свойства монокристаллов $GdScO_3$ , активированных ионами $Na^{3+}$ . . . . .	89
Минаев В.С., Михалёв Н.И., Попов А.И., Азаматов З.Т., Кадырова Д.Р., Садыкова Ш. Влияние тепловой предистории и состава на фотоиндуцированные превращения в пленках системы $As-Se$ . . . . .	95
Тихонов А.И., Ширинская Н.Н. Алгоритмы автоматизации проектирования пассивных компонентов электроники по тепловому критерию . . . . .	99
Васильева Н.Д., Попов А.И., Халтурин В.П. Метод математического моделирования структуры некристаллического полупроводника . . . . .	105



Труды МЭИ, вып. 537

Ответственный редактор М.Ш.Кулахметова

Л-88797, Подписано к печати 14/12-81 г.

Формат бумаги 60 x 84/16.

Печ.л.7,5. Уч.-изд.л.5,6.

Тираж 300. Заказ 165 . Цена 60 коп.

Тип. МЭИ, Ротапринт, Красноказарменная, 14