

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## Намитоков К. К., Ильина Н. А., Шкловский И. Г. Аппараты для защиты полупроводниковых устройств

ББК 31.264

Н 24 УДК 621.382.2:621.316.9

Рецензент канд. техн. наук А. А. Сакович

Намитоков К. К. и др.

Аппараты для защиты полупроводниковых устройств. К. К. Намитоков, Н. А. Ильина, И. Г. Шкловский. — М.: Энергоатомиздат, 1988.— 280 с: ил.

ISBN 5-283-00570-4

Рассмотрены аварийные режимы работы полупроводниковых устройств и требования, предъявляемые к системам их защиты. Описаны существующие виды аппаратов защиты, дан анализ факторов, определяющих защитные характеристики. Для инженерно-технических работников, занимающихся разработкой и эксплуатацией полупроводниковых устройств и аппаратов защиты для них.

2302030000-299 051(01)-88

ISBN 5-283-00570-4 © Энергоатомиздат, 1988

### Содержание книги Аппараты для защиты полупроводниковых устройств

Предисловие

#### **Глава первая. Силовые полупроводниковые устройства и требования к их защите**

- 1.1. Виды, назначение и конструкция силовых полупроводниковых устройств
- 1.2. Предельные параметры, нагрузочные характеристики и механизм отказов силовых полупроводниковых приборов
- 1.3. Расчет режимов работы СПП при воздействии импульсов аварийного тока
- 1.4. Особенности аварийных режимов СПП и их термодинамическая стойкость
- 1.5. Общие требования к аппаратам токовой защиты и их классификация

#### **Глава вторая. Электромагнитные быстродействующие автоматические выключатели**

- 2.1. Принцип действия
- 2.2. Выключатели типов ВАБ-42 и ВАТ-42
- 2.3. Выключатели серии АЗ700
- 2.4. Выключатели зарубежных фирм
- 2.5. Способы снижения собственного времени срабатывания
- 2.6. Оптимизация конструкции дугогасительных систем
- 2.7. Тепловые процессы и давление в корпусе автоматических выключателей
- 2.8. Контактные системы и их влияние на характеристики выключателя
- 2.9. Перспективы развития быстродействующих электромагнитных автоматических выключателей

#### **Глава третья. Специальные быстродействующие аппараты защиты**

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

- 3.1. Полупроводниковые автоматические выключатели
- 3.2. Импульсные дуговые коммутаторы (ИДК)
- 3.3. Защита тиристорных преобразователей с помощью ИДК
- 3.4. Вакуумные и взрывные выключатели
- 3.5. Короткозамыкатели

## **Глава четвертая. Быстродействующие плавкие предохранители**

- 4.1. Особенности современных конструкций
- 4.2. Основные характеристики
- 4.3. Материалы плавких элементов
- 4.4. Роль и характеристики наполнителя

## **Глава пятая. Тепловые процессы в номинальном режиме работы предохранителей**

- 5.1. Локальное термическое сопротивление предохранителя и распределение плотности тока в плавком элементе
- 5.2. Температурное поле плавкого элемента
- 5.3. Реакция предохранителей на циклические воздействия нагрузки
- 5.4. Методы математического описания режимов работы предохранителей

## **Глава шестая. Преддуговые процессы в предохранителях**

- 6.1. Адиабатический нагрев проволочного плавкого элемента
- 6.2. Влияние продольной теплопередачи
- 6.3. Искажение электрического поля при резком изменении сечения
- 6.4. Геометрия перешейка и его физическое моделирование
- 6.5. Пинч-эффект
- 6.6. Скин-эффект и эффект близости
- 6.7. Константа Мейера с учетом искажения электрического поля
- 6.8. Асимметрия процесса плавления быстродействующих предохранителей

## **Глава седьмая. Процессы развития и гашения электрической дуги в предохранителях**

- 7.1. Описание стадии дугогашения и эмпирические модели дуги
- 7.2. Формализованные методы анализа
- 7.3. Экспериментальные исследования процессов коммутации в предохранителях
- 7.4. Выгорание плавкого элемента и габариты предохранителя

## **Глава восьмая. Жидкометаллические коммутационные устройства и самовосстанавливающиеся предохранители**

- 8.1. Особенности коммутации в устройствах с жидкометаллическими контактами
- 8.2. Жидкометаллические (самовосстанавливающиеся) предохранители
- 8.3. Жидкометаллические выключатели

Заключение

Список литературы

## **Предисловие**

В последние годы широкое применение получили мощные полупроводниковые (статические) преобразователи электрической энергии на всех стадиях ее генерирования, распределения и потребления. Одной из особенностей полупроводниковых

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

преобразователей, как и вообще других полупроводниковых устройств, является низкая перегрузочная способность по току. Эта особенность привела к появлению новых специфических требований по их токовой защите, возможность удовлетворения которых с помощью классических аппаратов защиты — электромагнитных автоматических выключателей и плавких предохранителей — стала проблематичной.

Возникла необходимость целенаправленного поиска путей создания соответствующих средств защиты различных видов полупроводниковых устройств от аварийных токовых перегрузок. Вначале были сделаны попытки для их защиты использовать традиционные аппараты защиты — электромагнитные выключатели и плавкие предохранители, которые могли обеспечить требования защиты лишь в минимальной степени и то при больших «запасах прочности» по токовой перегрузке полупроводниковых устройств. В дальнейшем усилия были направлены на поиск компромиссных решений, с одной стороны, путем смягчения требований защиты (а следовательно, сохранения определенного резерва нагрузочной способности полупроводниковых устройств) и с другой — некоторого улучшения защитных характеристик традиционных аппаратов защиты. Основными предъявляемыми к последним требованиям явились быстродействие и высокая предельная коммутационная способность. Быстродействие у плавких предохранителей достигается достаточно просто путем повышения плотности номинального тока, правда, за счет ухудшения других их защитных характеристик и надежности. В то же время имеются принципиальные трудности по достижению необходимого уровня быстродействия электромагнитных автоматических выключателей, диктуемого условиями эксплуатации современных полупроводниковых устройств. Следует заметить, что и в настоящее время он еще не достигнут, хотя совершенствование их конструкции активно проводится во всех технически развитых странах. В связи с этим наряду с совершенствованием традиционных аппаратов защиты появилась большая группа специализированных устройств защиты, имеющих те или иные преимущества перед электромагнитными автоматическими выключателями и плавкими предохранителями. Это полупроводниковые (тиристорные) выключатели, вакуумные выключатели с принудительной коммутацией, импульсные дуговые коммутаторы, взрывные коммутаторы, самовосстанавливающиеся предохранители и др. Следует заметить, что до сих пор идут дискуссии о целесообразности применения и перспективности развития автоматических выключателей или предохранителей как аппаратов защиты полупроводниковых устройств. В то же время практический опыт говорит о том, что усовершенствованные варианты и автоматических выключателей, и плавких предохранителей пока что остаются в общем наиболее эффективными аппаратами защиты, имеющими, однако, свои достоинства и недостатки. Поэтому возможность и целесообразность их применения нужно решать каждый раз с учетом тех или иных конкретных условий. К тому же следует иметь в виду, что эти аппараты очень широко распространены, постоянно совершенствуются и причин для ограничения темпов их развития и применения в будущем авторы не видят.

Настоящая книга является попыткой систематизированного изложения основных вопросов теории и практики аппаратов защиты силовых полупроводниковых устройств. Авторы старались отразить не только современное состояние рассматриваемых вопросов, но и перспективы их решения.

При написании книги авторы широко использовали результаты собственных работ, выполненных в В.НИИэлектроаппарат и Харьковском институте инженеров коммунального строительства.

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

Авторы выражают искреннюю признательность И. Д. Беликову, взявшему на себя большой труд по редактированию рукописи, а также рецензенту А. А. Саковичу за ценные замечания.

Авторы будут благодарны за пожелания и критические замечания по книге и просят их направить по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, Энергоатомиздат.

[Скачать книгу Намитоков К. К., Ильина Н. А., Шкловский И. Г. Аппараты для защиты полупроводниковых устройств.](#) Москва, Издательство Энергоатомиздат, 1988