• РАДИО И СВЯЗЬ •

СПРАВОЧНИК

В. П. ЧЕРЕПАНОВ
А. К. ХРУЛЕВ
И. П. БЛУДОВ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЭА ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕРЕГРУЗОК

„РАДИО И СВЯЗЬ"

СПРАВОЧНИК

В.П.ЧЕРЕПАНОВ
А.К.ХРУЛЕВ
И.П.БЛУДОВ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЭА ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕРЕГРУЗОК



Москва
«Радио и связь»
1994

ББК 32.85
Ч-46
УДК 621.38

Издание выпущено в счет дотации, выданной Комитетом по печати РФ

Рецензент доктор физ.-мат. наук Т. Т. Мнацаканов

Черепанов В. П. и др.

Ч-46 Электронные приборы для защиты РЭА от электрических перегрузок: Справочник / В. П. Черепанов, А. К. Хрулев, И. П. Блудов.— М.: Радио и связь, 1994.— 224 с.: ил.

ISBN 5-256-00943-5.

Приведены сведения по техническим, электрическим и эксплуатационным характеристикам электронных приборов, а также современным методам активной защиты цепей радиоэлектронной аппаратуры от электрических перегрузок. Справочные сведения охватывают все классы специализированных ограничителей: полупроводниковых ограничителей, разрядников, дефензоров, варисторов, и приборов общего применения, таких как выпрямительные, импульсные, лавинные диоды, диоды Шотки, диоды СВЧ, стабилитроны и др. Применение специальных мер защиты с помощью описываемых приборов значительно повышает эксплуатационную надежность радиоэлектронной аппаратуры в экстремальных условиях. Достоинством справочника является то, что в нем не только приведены справочные данные, но и изложены методы оптимизации выбора ограничителей и схем защиты цепей радиоэлектронной аппаратуры.

Для широкого круга специалистов, занимающихся разработкой и эксплуатацией электронной аппаратуры, а также радиолюбителей.

Ч $\frac{2302020200-028}{046(01)-94}$ Без объявл. **ББК 32.85**

Справочное издание

ЧЕРЕПАНОВ ВАДИМ ПАВЛОВИЧ
ХРУЛЕВ АРКАДИЙ КВИНТИЛИАНОВИЧ
БЛУДОВ ИВАН ПАВЛОВИЧ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЭА ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕРЕГРУЗОК

Справочник

Редактор **Г. Н. Астафуров.**

Художественный и технический редактор **Т. Н. Зыкина.** Корректор **Н. Л. Жукова**

ИБ № 2433

ЛР № 010164 от 04.01.92
Сдано в набор 10.12.93 Подписано в печать 20.12.94 Формат 84×108$^1/_{16}$
Бумага тип. № 2 Гарнитура литер. Печать высокая. Усл. печ. л. 23,52
Усл. кр.-отт. 23,94 Уч.-изд. л. 30,80 Тираж 5000 экз. Изд. № 23382
Зак. № 5261 С-028

Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Почтамт, а/я 693
Производственно-издательский комбинат ВИНИТИ.
140010, Люберцы, 10, Московской обл., Октябрьский просп., 403

ISBN 5-256-00943-5

© Черепанов В. П., Хрулев А. К., Блудов И. П., 1994

Содержание

Предисловие 6
Введение 6

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Раздел первый. **Источники электрических перегрузок и средства защиты** 8
1.1. Параметры и характеристики перегрузок по напряжению, наводимых в цепях аппаратуры от воздействия ЭМИ искусственного происхождения 8
1.2. Параметры и характеристики перегрузок по напряжению, наводимых в цепях аппаратуры при воздействии электромагнитного импульса естественного происхождения (грозовых разрядов) 8
1.3. Параметры и характеристики перегрузок по напряжению за счет переходных процессов и статического электричества 9
1.4. Влияние перегрузок по напряжению на элементы аппаратуры 10
1.5. Требования, предъявляемые к параметрам и характеристикам ограничителей напряжения на различных физических принципах действия 12
1.6. Рекомендации по определению исходных требований к параметрам и характеристикам ограничителей напряжения 13

Раздел второй. **Сравнительная оценка ограничителей напряжения различных классов, области их применения и классификация** 14
2.1. Сравнительная оценка ограничителей напряжения различных классов 14
2.2. Области применения ограничителей напряжения 16
2.3. Классификация электронных приборов для защиты аппаратуры от перегрузок 17

Раздел третий. **Полупроводниковые ограничители напряжения** 17
3.1. Принцип работы, основные параметры и характеристики полупроводниковых ограничителей напряжения 17
3.2. Рекомендации по выбору и применению полупроводниковых ограничителей напряжения 21

Раздел четвертый. **Разрядники (газоразрядные)** 22
4.1. Принцип работы разрядников 22
4.2. Основные параметры и характеристики разрядников 23
4.3. Рекомендации по конструированию аппаратуры с применением разрядников 24
4.4. Основные виды отказов и меры их предупреждения 25

Раздел пятый. **Биполярные тетроды (дефензоры)** 26
5.1. Принцип работы 26
5.2. Структура и эквивалентная схема дефензора 26
5.3. Входные и выходные вольт-амперные характеристики дефензора. Основная схема включения 26
5.4. Функционирование дефензора в импульсном режиме и в режиме ждущего автоматнческого предохранителя 27
5.5. Параметры дефензоров 28
5.6. Области применения дефензоров 29

Раздел шестой. **Варисторы (нелинейные резисторы)** 29
6.1. Особенности конструктивного исполнения и технологии изготовления варисторов . . . 29
6.2. Основные параметры и характеристики варисторов 30
6.3. Явление пробоя варисторов 31
6.4. Применение варисторов 31

Раздел седьмой. **Полупроводниковые приборы общего применения** 32
7.1. Диоды выпрямительные и лавинные 32
7.2. Диоды импульсные 33
7.3. Стабилитроны и стабисторы 34
7.4. Диоды Шотки 34
7.5. Ограничительные и переключательные СВЧ-диоды структуры *p-i-n* 35

Раздел восьмой. **Методика оптимизации выбора ограничителей напряжения на различных принципах действия** 35
8.1. Метод оценки предпочтительности применения ограничителей напряжения 35
8.2. Процедура сравнения и оптимизации выбора 36
8.3. Оформление результатов расчета потенциальных функций сравнения 36
8.4. Пример оценки предпочтительности применения элементов защиты в схемах защиты цепей аппаратуры от импульсных перегрузок по напряжению 36

Раздел девятый. **Способы защиты цепей аппаратуры от электрических перегрузок по напряжению** 40

Раздел десятый. **Рекомендуемые схемы защиты цепей аппаратуры от электрических перегрузок по напряжению и току** 41
10.1. Параллельный способ защиты цепей РЭА от электрических перегрузок по напряжению. Одноступенчатые схемы защиты 41
10.2. Многоступенчатые схемы защиты 44
10.3. Защита цепей аппаратуры с помощью оптоэлектронных приборов 44
10.4. Последовательные способы защиты цепей аппаратуры от токовых перегрузок . . . 45
10.5. Защита антенно-фидерных устройств радиостанции КВ диапазона от воздействия электромагнитного импульса искусственного происхождения 47

10.6. Устройство защиты силовых кабелей от воздействия грозовых разрядов 48
10.7. Защита информационных цепей с рабочим напряжением 0,6; 1,5; 5,0 и 12 В от воздействия грозовых разрядов 48

ЧАСТЬ ВТОРАЯ
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АППАРАТУРЫ ОТ ПЕРЕГРУЗОК

Раздел одиннадцатый. Классификация *электронных приборов для защиты аппаратуры от* перегрузок 50

11.1. Классификация и система условных обозначений 50
11.2. Условные графические обозначения приборов 53
11.3. Термины и определения 53
11.4. Условные обозначения электрических параметров 56
11.5. Основные стандарты, распространяющиеся на электронные приборы для защиты аппаратуры от перегрузок 58

Раздел двенадцатый. Полупроводниковые ограничители напряжения 59

2С401А 59
2С401БС 60
2С408А 60
2С414А 61
2С416А 63
2С501 (А, АС) 64
2С501 (Б, БС) 65
2С503АС 66
2С503БС 67
2С503ВС 67
2С514 (А, А1) 68
2С514 (Б, Б1) 70
2С514 (В, В1) 71
2С517 (А, А1) 72
2С517 (Б, Б1) 73
2С517 (В, В1) 75
2С517 (Г, Г1) 75
2С521А 77
2С602 (А, А1) 78
2С603 (А, А1) 80
2С603 (Б, Б1) 82
2С604 (А, А1) 83
2С604 (Б, Б1) 84
2С801А 85
2С802 (А, А1) 87
2С802 (Б, Б1) 89
2С803 (А, А1) 90
2С803 (Б, Б1) 92
2С901 (А, А1) 93
2С901 (Б, Б1) 95

Раздел тринадцатый. Разрядники (газоразрядные) 96

13.1. Неуправляемые защитные разрядники . . 96
4378Д 96
Р-350 96
Р-460 97
Р-2М 97
РБ-3 98
Р-4 98
РБ-5 98
Р-5 99
Р-7 99
Р-8 100
Р-9 100
Р-10 100
Р-12 101
Р-13 101
Р-14 102
Р-15 102
Р-16 103
Р-17 103
Р-34 103
Р-35 104
Р-46 104
Р-56 105
Р-59 105
Р-60 106
Р-61 107
Р-61М 108
Р-63 109
Р-64 109
Р-71 110
Р-72 111
Р-73 111
Р-74 112
Р-75 113
Р-77 113
Р-78 114
Р-79 115
Р-80 116
Р-81 116
Р-83 117
Р-84 118
Р-84М 118
Р-86 119
Р-87 120
Р-88 120
Р-91 121
Р-92 122
Р-93 123
Р-94 123
Р-95 124
Р-96 125
Р-98 126
Р-99 126
Р-100 127
Р-101 128

13.2. Управляемые разрядники 128
Р-21 128
Р-24 129
Р-37 129
РТ-39 130
Р-41 130
Р-52 131
РТ-53 131
РТ-57 132
РУ-62 133
РУ-65 133
РУ-68 134
РУ-69 135
РУ-70 136
РУ-71 136
РУ-73 137
РУ-74 137

Раздел четырнадцатый. Варисторы (нелинейные резисторы) 138

СН1-1-1, СН1-1-2 138
СН1-2-1, СН1-2-2 139
СН1-7 141
СН1-11 141
СН1-14 142
СН1-15 143
СН1-16А 144
СН1-16Б 144
СН2-1 145
СН2-2 (А—Г) 147

СН2-2Д . . . 148
ВР-1 . . . 148
ВР-2 . . . 150
ВР-3 . . . 150
ВР-4 . . . 151
ВР-5 . . . 152
ВР-6 . . . 152

Раздел пятнадцатый. **Дефензоры (биполярные тетроды)** . . . 153

2Б201(А—В) . . . 153

Раздел шестнадцатый. **Полупроводниковые приборы общего применения** . . . 155

16.1. Стабилитроны . . . 155

Д815 (А—Ж), Д816 (А—Д), Д817 (А—Г) . . . 155
2С175Е, КС175Е, 2С182Е, КС182Е, 2С191Е, КС191Е, 2С210Е, КС210Е, 2С211Е, КС211Е, 2С212Е, КС212Е, 2С213Е, КС213Е . . . 157
Д219С, Д220С, Д223С . . . 158
2С433А, КС433А, 2С439А, КС439А, 2С447А, КС447А, 2С456А, КС456А, 2С468А, КС468А . . 159
2С482А, КС482А, 2С510А, КС510А, 2С512А, КС512А, 2С515А, КС515А, 2С518А, КС518А, 2С522А, КС522А, 2С524А, 2С527А, КС527А, 2С530А, 2С536А . . . 160
КС533А . . . 162
2С551А, КС551А, 2С591А, КС591А, 2С600А, КС600А . . . 163
КС620А, КС630А, КС650А, КС680А . . . 164
2С920А, 2С930А, 2С950А. 2С980А . . . 165

16.2. Диоды выпрямительные, лавинные, столбы . . . 166

2Д206 (А—В), КД206 (А—В) . . . 166
2Д210 (А—Г), КД210 (А—Г) . . . 167
2Д921 (А, Б) . . . 168
2Д922 (А—В), КД922 (А—В) . . . 169
КД923А . . . 170
2Д924А . . . 171
2Д925 (А, Б) . . . 172
2ДЛ112-10, ДЛ112-10, ДЛ112-16, 2ДЛ112-25, ДЛ112-25 . . . 173
2ДЛ123-320, ДЛ123-320 . . . 175
2ДЛ132-50, ДЛ132-50, ДЛ132-63, 2ДЛ132-80, ДЛ132-80 . . . 177
2ДЛ133-500, ДЛ133-500 . . . 180
2ДЛ161-200, ДЛ161-200 . . . 181
2ДЛ171-320, ДЛ171-320 . . . 182
2ДШ112-32Х, 2ДШ112-40Х . . . 184
2ДШ122-50Х, 2ДШ122-63Х . . . 185
2МДШ145-32Х, 2МДШ145-40Х . . . 185
3ДЧ104-10, 3ДЧ104-10Х, 3ДЧ104-25, 3ДЧ104-25Х 186
3ДЧ122-20, 3ДЧ122-20Х, 3ДЧ122-50, 3ДЧ122-50Х 187
3ДЧ304-25, 3ДЧ304-25Х . . . 187
3ДШ122-25, 3ДШ122-25Х . . . 188
2Ц108 (А—В), КЦ108 (А—В) . . . 188
2Ц110 (А, Б) . . . 189

16.3. Диоды импульсные, сборки и матрицы . . . 190

КД407А . . . 190
КД409А, КД409 (А9, Б9) . . . 191
2Д411 (А, Б), КД411 (А—Г) . . . 192
2Д412 (А—В), КД412 (А—Г) . . . 193
2Д416А, КД416 (А, Б) . . . 194
2Д420А . . . 195
2Д423 (А, Б) . . . 195
2Д503 (А, Б), КД503 (А, Б) . . . 196
2Д509А, КД509А . . . 198
2Д510А, КД510А . . . 199
КД512А . . . 200
КД513А . . . 200
КД519 (А, Б) . . . 201
КД521 (А, В) . . . 202
2Д522Б, КД522Б . . . 202
2Д524 (А—В) . . . 204
2Д528 (А, Б) . . . 205
КД529 (А—Г) . . . 206
2Д630 (А, Б) . . . 206
КД805А . . . 207
КДС111 (А—В) . . . 208
КД629АС . . . 208
КД704АС . . . 209

16.4. Диоды ограничительные и переключательные сверхвысокочастотные . . . 210

2А510 (А—В), КА510 (А—Е) . . . 210
2А516А-5 . . . 210
2А518 (А-4, Б-4) . . . 211
2А520А, КА520 (А, Б) . . . 212
2А521А . . . 213
2А523 (А-4, Б-4) . . . 213
2А524 (А-4, Б-4) . . . 214
КА528 (АМ—ВМ) . . . 215
КА532А . . . 216
2А534 (А, Б), КА534 (А—В) . . . 217
КА537 (А, Б) . . . 218
2А541 (А-6, Б6), КА541А-6 . . . 219
КА542 (А, Б) . . . 220
КА549 (А—В) . . . 221
Приложение. Новые полупроводниковые ограничители напряжения большой мощности . . . 222

Список литературы . . . 224

Предисловие

Опыт применения полупроводниковых приборов и интегральных микросхем в радиоэлектронной аппаратуре выявил их высокую чувствительность к кратковременным электрическим перегрузкам, вызванным внутренними переходными процессами, разрядами статического электричества, электромагнитными импульсами искусственного происхождения (излучений передающих устройств и др), грозовых разрядов Воздействие на полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы электрических перегрузок, превышающих допустимые уровни, приводит к необратимому выходу из строя этих приборов и соответственно узлов и блоков бытовой и специальной электронной аппаратуры Поэтому практически любая аппаратура, функционирующая в условиях возможного воздействия электрических перегрузок, нуждается в принятии специальных мер защиты

Настоящая книга является первым в отечественной литературе справочным изданием, содержащим достаточный информационный материал, позволяющий читателю определить способ и схему защиты, а также группу и конкретный тип электронного прибора для реализации выбранной схемы В книге поясняются также физические принципы работы приборов для ограничения перегрузок — элементов активной защиты

В качестве элементов защиты в настоящее время используются несколько групп электронных приборов известные ранее разрядники, варисторы, а также новые приборы — полупроводниковые ограничители напряжения и дефензоры

Из за ограниченности номенклатуры нового класса отечественных полупроводниковых приборов (ограничителей напряжения) в качестве элементов защиты используются полупроводниковые приборы других функциональных групп импульсные и выпрямительные диоды, стабилитроны, ограничительные и переключательные СВЧ диоды, выпрямительные столбы и др

Авторами выбрана следующая структура книги Часть первая посвящена источникам и приемникам электромагнитных импульсов (ЭМИ) естественного и искусственного происхождения, параметрам ЭМИ, влиянию ЭМИ на изделия электронной техники, описанию физических процессов работы различных видов ограничителей напряжения и предъявляемым к их параметрам и характеристикам требованиям Приведены также классификация ограничителей напряжения на различных физических принципах действия и предпочтительные области их использования, порядок и последовательность выбора ограничителей, способы и схемы защиты цепей аппаратуры Часть вторая содержит сведения об энергетических и электрических параметрах конкретных типов ограничителей напряжения

Справочные сведения составлены на основе данных, зафиксированных в государственных стандартах и технических условиях на конкретные типы приборов Авторами использована форма представления данных, зарекомендовавшая себя положительно и принятая в аналогичных справочниках по полупроводниковым приборам, вышедших в издательстве «Радио и связь»

Справочные сведения представлены в виде отдельных справочных листов на каждый тип прибора и содержат данные об особенностях технологии, габаритных размерах, маркировке, значениях параметров и режимах их измерения, предельных режимах эксплуатации и особенностях применения

Необходимо отметить, что справочник не заменяет официальные документы (ГОСТы, технические условия и др), устанавливающие требования к электронным приборам для защиты аппаратуры от различного рода электрических перегрузок

Авторы выражают глубокую признательность В С Смолянскому, Б В Кондратьеву, С Л Пожидаеву за помощь в подготовке материалов для книги

Введение, разд 1—5, 8—10, 13 и 15 написаны В П Черепановым, разд. 7, 11, § 16 2—16 4 — А К Хрулевым, разд 6, 12, 14 и § 16 1 — И. П Блудовым

Введение

В реальных условиях эксплуатации аппаратуры в ее цепях могут возникать различные виды электрических перегрузок, наиболее опасными из которых являются перегрузки по напряжению, создаваемые электромагнитными импульсами естественного происхождения (за счет мощных грозовых разрядов), электромагнитными импульсами искусственного происхождения (за счет излучений передающих устройств локационных, связных станций, высоковольтных линий передач, сетей электрифицированных железных дорог и т п), а также за счет внутренних переходных процесоов в аппаратуре при ее функционировании и статического электричества

Для защиты от воздействия указанных факторов отдельные блоки и цепи аппаратуры нуждаются в принятии ряда специальных мер.

Известно [1], что воздействие электромагнитного импульса (ЭМИ) естественного и искусственного происхождения на изделия электронной техники (ИЭТ) приводит к изменению их параметров за счет как непосредственного поглощения ими энергии, так и воздействия на них наведенных в цепях импульсов токов и напряжений Наиболее чувствительными к воздействию импульсных напряжений и токов, наведенных ЭМИ естественного и искусственного происхождения на проводах и кабелях, являются подключенные к ним выходные устройства, в первую очередь выполненные на интегральных микросхемах и дискретных полупроводниковых приборах.

Минимальная энергия, вызывающая функциональные повреждения полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, составляет $10^{-2}...10^{-7}$ Дж Для защиты цепей аппаратуры от воздействия электрических перегрузок могут использоваться разнообразные

методы, основными из которых являются: конструкционные, структурно-функциональные, схемотехнические.

Конструкционные способы защиты включают в себя: рациональное конструирование и рациональный монтаж, состоящие в сокращении протяженности соединительных линий, размещении наиболее чувствительных элементов к электрическим перегрузкам вдали от отверстий в экранах, использовании многослойного печатного монтажа и т. п.; экранирование, являющееся основным способом защиты кабельных линий связи и сетей электроснабжения от действия внешних электромагнитных полей; рациональное заземление аппаратуры и ее отдельных узлов и блоков.

Группа структурно-функциональных методов включает в себя: рациональный выбор принципа действия аппаратуры, ее составных частей и элементной базы; рациональный выбор используемых систем сигналов.

Схемотехнические методы включают в себя пассивную и активную защиту.

К пассивной защите относят *LC*- и *RC*-фультры. Однако они снижают коэффициент полезного действия аппаратуры, на высоких частотах поглощают полезную энергию, сложны в изготовлении.

Наиболее эффективным средством защиты аппаратуры от воздействия ЭМИ искусственного и естественного происхождения является активная защита. Основным элементом схем активной защиты являются полупроводниковые ограничители напряжения, разрядники и варисторы. Полупроводниковые ограничители напряжения имеют малое время срабатывания (для несимметричных ограничителей напряжения время срабатывания составляет пикосекунды, а для симметричных — наносекунды), что позволяет использовать их для защиты различных по назначению радиотехнических цепей, в состав которых входят чувствительные к переходным процессам полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Другой важной характеристикой ограничителей напряжения является барьерная емкость p—n перехода, которая ограничивает возможность их применения в высокочастотных цепях. Для обычных ограничителей напряжения она составляет 600 ... 20 000 пФ.

За рубежом полупроводниковые ограничители напряжения впервые были разработаны в 1968 г. фирмой GSI (General Semiconductor Industries), США, для защиты устройств связи от грозовых разрядов. В дальнейшем этой фирмой были созданы ограничители напряжения с напряжением пробоя от 6,8 до 200 В и с импульсной коммутируемой мощностью 1,5 кВт, серия приборов для защиты авиационного оборудования, аппаратуры связи от воздействия ЭМИ искусственного происхождения, для защиты интегральных микросхем от внутренних электрических нагрузок по напряжению и статического электричества, ограничительные диоды с малой индуктивностью и емкостью. Эта фирма продолжает лидировать и в 1990 г., выпуская 1300 типов ограничителей напряжения с импульсной коммутируемой мощностью от 0,6 до 60 кВт на напряжения пробоя от 0,7 до 3100 В.

Первые специализированные полупроводниковые ограничители напряжения в нашей стране были разработаны в 1980—1981 гг. К настоящему времени разработано 24 типономинала приборов с импульсной мощностью 1,5 кВт на напряжения пробоя от 5 до 200 В и 5 типономиналов с импульсной мощностью 5 кВт на напряжения пробоя от 16 до 36 В.

Из-за отсутствия большой номенклатуры полупроводниковых ограничителей напряжения в отечественной практике в качестве элементов защиты цепей аппаратуры от различного рода перегрузок по напряжению используют разрядники, варисторы, полупроводниковые приборы общего применения (стабилитроны, импульсные диоды, p-i-n-диоды, диоды Шотки, выпрямительные столбы, сборки и матрицы).

Разрядники (по сравнению с другими классами ограничителей напряжения) имеют высокие напряжения, большие значения допустимого тока и малые межэлектродные емкости (от 1 до 10 пФ). По своим габаритам они приближаются к габаритам полупроводниковых ограничителей напряжения (разрядники таблеточной конструкции).

К недостаткам разрядников необходимо отнести большое время запаздывания пробоя и небольшую долговечность. Разработанные за последние годы разрядники имеют время запаздывания пробоя от 0,15 до 1,3 мкс при скорости нарастания напряжения от 1 до 25 кВ/мкс.

Из-за значительного времени запаздывания пробоя применение только одних разрядников не решает проблемы защиты полупроводниковых приборов и интегральных микросхем от различного рода электрических перегрузок. Поэтому используют комбинированные способы защиты с применением двух и трех ступеней ограничения напряжения, выполненных на различных физических принципах действия, например разрядники в сочетании с полупроводниковыми стабилитронами, импульсными диодами или p-i-n-диодами.

Разрядники и металлооксидные варисторы по энергетическим характеристикам обладают примерно одинаковыми возможностями. Варисторы уступают разрядникам по межэлектродной емкости и коэффициенту ограничения.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Перегрузками по напряжению обычно считают такие уровни напряжений электрических сигналов, действующих в цепях аппаратуры, которые превышают допустимые и могут приводить к необратимым и обратимым отказам электрорадиоэлементов.

Существуют в основном три вида источников перегрузок по напряжению [1, 2, 3]:

перегрузки по напряжению, наводимые в цепях аппаратуры электромагнитным импульсом (ЭМИ) искусственного происхождения (за счет излучений от передающих связных и радиолокационных станций, высоковольтных линий электропередачи, сетей электрифицированных железных дорог и т. п.);

перегрузки по напряжению, наводимые в цепях аппаратуры ЭМИ естественного происхождения (от мощных грозовых разрядов);

перегрузки по напряжению, возникающие в результате переходных процессов, происходящих непосредственно в цепях при функционировании аппаратуры или от воздействия статического электричества.

Основными приемниками электромагнитной энергии искусственного и естественного происхождения являются: антенны; линии и кабели электроснабжения; линии и кабели приема (передачи) информации управления и сигнализации; кабели внутристанционного монтажа; моточные изделия (трансформаторы, дроссели и т. п.); электрические контуры заземления; проводящие элементы конструкций аппаратуры и др.

Раздел первый

Источники электрических перегрузок и средства защиты

1.1. Параметры и характеристики перегрузок по напряжению, наводимых в цепях аппаратуры от воздействия ЭМИ искусственного происхождения

Перегрузки по напряжению, наводимые в цепях аппаратуры через эфир, могут быть вызваны мощными ЭМИ искусственного происхождения. Уровень напряжения в этих случаях зависит от мощности и удаленности источника ЭМИ, протяженности (длины) электрических цепей, воспринимающих электромагнитные колебания, их полного электрического сопротивления, а также характера расположения цепей по отношению к векторам напряженности магнитного и электрического полей. Сила тока зависит от этих же факторов. Время действия ЭМИ искусственного происхождения [1, 4] составляет единицы — десятки микросекунд. Напряженность электрического поля может составлять сотни киловольт на метр, магнитного поля — сотни ампер на метр.

Воздействие ЭМИ может приводить к серьезному нарушению работы электронных систем, связанных с большими антеннами или открытыми проводниками. Например [4], при воздействии ЭМИ пиковое значение напряжения разомкнутой низкочастотной антенны (f=100 кГц) может достигать 500 кВ, а для высокочастотной антенны (f=100 МГц) — 20 кВ. Максимальная скорость нарастания напряжения в этом случае достигает 10 кВ/нс. Ток короткого замыкания составляет десятки тысяч ампер. Энергия, поглощаемая при нагрузке 50 Ом, для низкочастотной антенны (f=100 кГц) более 10 кДж, для антенны с f=10 МГц — 1 Дж.

Наряду с ЭМИ, генерируемым в атмосфере, электромагнитный импульс может создаваться непосредственно в конструктивных элементах РЭА. Это так называемый внутренний электромагнитный импульс (ВЭМИ) [4]. Напряженность поля в этом случае может достигать 10...50 кВ/м, а наведенное напряжение — до 2 кВ при токе до 10 А [4].

При коротком замыкании линии электропередачи (ЛЭП) или в контактных проводах электрифицированных железных дорог (эл ж. д.) возникает опасное напряжение, которое представляет собой периодическое колебание с частотой 50 Гц и действует 0,15...1,5 с и более. В момент замыкания фазового провода высоковольтной линии на землю возникают высокочастотные составляющие напряжения. В результате в близко расположенных линиях связи может возникнуть напряжение с пиковым значением до нескольких сотен вольт и частотой 100 кГц и более [2]. Длительно действующее напряжение в проводах кабеля может появиться вследствие электромагнитного влияния рабочих токов ЛЭП несимметричной системы (фаза—земля, две фазы—земля) и рабочих токов эл. ж. д. переменного тока. В этих случаях опасное напряжение будет периодическим. Уровень опасного напряжения, возникающего на проводах кабеля связи от влияния ЛЭП и эл. ж. д., зависит от условий их сближения, т. е. расстояния между влияющей линией и кабельной линией связи, удельного сопротивления земли, длины параллельного сближения, экранирующего действия металлической оболочки кабеля и значения влияющего тока. Нормы на допустимые значения наводимых ЭДС с частотой 50 Гц в проводах кабеля связи устанавливаются исходя из пробойной прочности этого кабеля [2].

1.2. Параметры и характеристики перегрузок по напряжению, наводимых в цепях аппаратуры при воздействии электромагнитного импульса естественного происхождения (грозовых разрядов)

Грозовые разряды молнии вызываются электрическими зарядами, которые в больших количествах накапливаются в облаках. Землю с окружающей атмосферой по электрическим свойствам можно представить в виде шарового конденсатора больших размеров, обкладками которого являются земля и проводящий слой

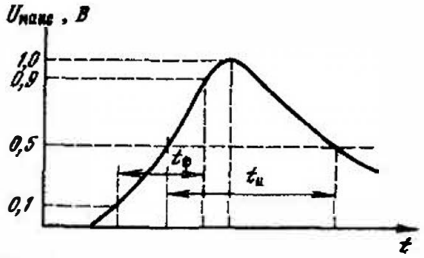


Рис. 1.1. Форма стандартного грозового импульса

воздуха, находящийся на расстоянии 80 км от поверхности Земли. Изолирующей прослойкой между обкладками служит малопроводящий электричество слой воздуха. Между обкладками такого конденсатора напряжение составляет около 200 кВ, а ток, проводящийся под воздействием этого напряжения,— 1,4 кА. Мощность конденсатора не превышает 300 МВт. В электрическом поле такого конденсатора на расстоянии от 1 до 8 км от поверхности Земли образуются грозовые облака и совершаются грозовые явления [3].

Основными параметрами, характеризующими ток молнии, являются максимальное значение импульса тока, крутизна и длительность фронта, а также длительность импульса тока молнии. Длительность импульса тока молнии в основном определяется временем распространения обратного разряда от Земли до облака и составляет 20...700 мкс, длительность фронта 1,5...10 мкс. Средняя длительность импульса тока молнии около 50 мкс. На рис. 1.1 показана форма стандартного грозового импульса. Условно параметры стандартного грозового импульса напряжения обозначаются 10/700 ($t_ф$ = =10 мкс, $t_и$=700 мкс). В табл. 1.1 приведены некоторые параметры разрядов молнии для равнинной местности [3].

Как следует из табл. 1.1, токи молнии достигают 200 кА. Однако грозовые разряды с большой амплитудой тока возникают очень редко (токи 100 кА и более составляют всего 2% от общего количества грозовых разрядов, а токи 150 кА и более — 0,5%). Распределе-

Таблица 1.1

Параметры разрядов молнии для равнинной местности

Параметры разряда молнии	Наиболее часто встречающееся значение	Зарегистрированное значение	
		наибольшее	наименьшее
Полярность	Отрицательная до 80%	—	—
Токи молнии (амплитудные значения), кА	До 20	200...300	0,5
Заряд, переносимый молнией, Кл	До 20	100	0,5
Длительность импульса тока молнии, мкс	10...30	70	Менее 10
Длительность фронта импульса тока молнии, мкс	1,5...10	80...90	Менее 1
Крутизна фронта импульса тока молнии, А/мкс	5000	50000	Менее 5000
Число импульсов в разряде молнии	2...3	10	1
Продолжительность разряда молнии, с	0,2...0,6	1,33	0,2

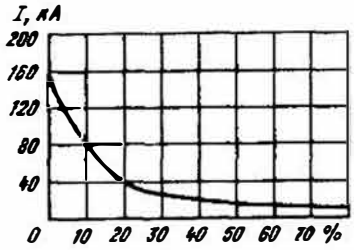


Рис. 1.2. Интегральная зависимость процентного распределения токов молнии

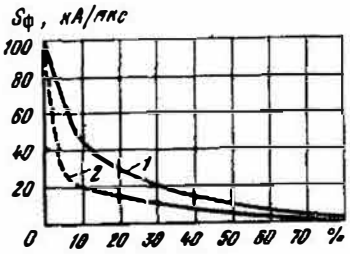


Рис. 1.3. Интегральная зависимость процентного распределения крутизны фронта импульса тока молнии:
1 — для равнинной местности, *2* — для горной местности

нне амплитудных значений импульса тока молнии и крутизны показано на рис. 1.2 и 1.3. Важным параметром импульса тока молнии является крутизна фронта, от которой зависят перегрузки по напряжению, возникающие в цепях аппаратуры. Крутизна изменяется в широких пределах и имеет слабую тенденцию к возрастанию при увеличении амплитуды тока молнии.

1.3. Параметры и характеристики перегрузок по напряжению за счет переходных процессов и статического электричества

В результате переходных процессов, происходящих непосредственно в цепях при нормальном функционировании аппаратуры, возникают перегрузки по напряжению. Броски напряжений могут быть вызваны различного рода коммутациями токовых цепей с индуктивной нагрузкой. Этот вид переходных напряжений с относительно высокими пиковыми величинами характерен для большинства выпрямительных и преобразовательных схем. Так, на основе статистических измерений установлено [6], что на промышленных предприятиях в сети питания 240 В имеют место перегрузки по напряжению до 500 В 2 раза в день, 300 В 500 раз в день. Возможны также импульсы напряжений с амплитудой 1 кВ. Например, в цепях питания самолетной аппаратуры возникают переходные напряжения до 1200 В в линии переменного тока 120 В и до 700 В в линии постоянного тока 28 В [7, 8]. В США допустимые амплитуды напряжений переходных процессов в аппаратуре регламентируются требованиями ряда стандартов: MIL—STD-704 для источников питания самолетной аппаратуры и MIL—STD-1275 (AT) для источников питания наземной передвижной аппаратуры (данные представлены в табл. 1.2) [4].

Перегрузки по напряжению от воздействия статического электричества могут быть обусловлены влиянием на схему постоянного или медленно изменяющегося электрического поля, вызывающего неравномерное перераспределение зарядов в цепи, что, в свою очередь, способствует образованию различного рода разрядов на нейтральные цепи, или передачей путем контактного

Таблица 1.2

Допустимые амплитуды напряжений переходных процессов для источников питания самолетной и наземной передвижной аппаратуры

MIL—STD-704		MIL—STD-1275 (AT)			
Постоянное напряжение 28 В		Переменное напряжение 115 В		Постоянное напряжение 28 В	
U, В	$t_и$, мс	U, В	$t_и$, мс	U, В	$t_и$, мс
80	40	190	100	100	50
76	80	184	200	90	60
68	113	174	400	80	80
44	400	155	1000	70	100
38	800	139	3000	60	120
36	5000	137	5000	50	150

прикосновения непосредственно к схеме зарядов, накопленных различными объектами, например телом человека. Электростатические разряды могут образовывать перегрузки по напряжению более 10 кВ. Статический заряд, генерируемый человеческим телом, эквивалентен заряду конденсатора емкостью 150 пФ, заряженному до 6 кВ при сопротивлении 20 кОм. Энергия разряда может достигать 2,7 мДж при максимальном токе разряда до 0,3 А [4]. Этой энергии часто бывает достаточно для вывода из строя многих чувствительных к перегрузкам полупроводниковых элементов аппаратуры.

Анализ параметров и характеристик перегрузок по напряжению естественного и искусственного происхождения, возникающих в цепях аппаратуры, показывает, что диапазон изменения их амплитудно-временных электрических сигналов очень широкий: амплитуда импульсов тока от 0,05 А до 200 кА при длительности фронта (на уровне 0,1 ... 0,9) от $20 \cdot 10^{-9}$ до $90 \cdot 10^{-6}$ с и длительности импульса (на уровне 0,5) от $5 \cdot 10^{-8}$ до 10^{-11} с. Защита цепей аппаратуры от различного рода перегрузок по напряжению с указанными параметрами представляет сложную техническую задачу.

1.4. Влияние перегрузок по напряжению на элементы аппаратуры

При воздействии ЭМИ искусственного и естественного происхождения могут возникать необратимые и обратимые повреждения в аппаратуре, которые связаны главным образом с электрическими пробоями элементов, перегоранием цепей и контуров. Обратимые изменения (кратковременные отказы и сбои) связаны с появлением ложных сигналов в узлах и блоках, подавлением полезных сигналов, искажением информации. Наиболее чувствительными к воздействию импульсных напряжений и токов, наведенных ЭМИ на проводах и кабелях, являются подключенные к ним входные и выходные устройства, в первую очередь выполненные на интегральных микросхемах (ИМС) и дискретных полупроводниковых приборах (ПП). Минимальные значения энергии, вызывающие функциональные повреждения некоторых элементов аппаратуры, приведены в табл. 1.3 [1].

В табл. 1.4 приведены допустимые значения импульсного напряжения ($U_{доп}$) для элементов электротехнического оборудования.

Относительно небольшая энергия повреждения интегральных микросхем и полупроводниковых приборов обусловлена малыми размерами полупроводниковых структур по сравнению с активными объемами других элементов, а также особыми свойствами p-n переходов. Известно [1], что повреждения большинства ПП непосредственно связаны с тепловыми процессами. Они могут быть вызваны различными механизмами, такими как вторичный тепловой пробой, пробой диэлектрика, дуговой разряд между электродами или слоями металлизации внутри корпуса прибора.

Вторичный тепловой пробой в полупроводниковых структурах — это наиболее важный из перечисленных механизмов повреждения, который наблюдается во всех ПП, имеющих хотя бы один p-n переход. Наиболее чувствительным к воздействию переходных процессов является обратносмещенный p-n переход прибора. При некоторых уровнях обратного напряжения, приложенного к p-n переходу, обратный ток резко возрастает, в p-n переходе может возникнуть лавинный или туннельный пробой. Если p-n переход в некотором месте имеет

Таблица 1.3

Минимальные значения энергии повреждения для различных групп элементов

Группы элементов	Минимальная энергия, Дж
Низкочастотные транзисторы (германиевые)	$(2 \ldots 6) \cdot 10^{-2}$
Переключающие транзисторы (германиевые)	$(6 \ldots 10) \cdot 10^{-5}$
Интегральные аналоговые микросхемы	$(8 \ldots 10) \cdot 10^{-5}$
Интегральные цифровые микросхемы	$1{,}2 \cdot 10^{-5} \ldots 5 \cdot 10^{-4}$
Туннельные диоды	$(2 \ldots 8) \cdot 10^{-4}$
Высокочастотные диоды	$(1 \ldots 5) \cdot 10^{-7}$
Кремниевые управляемые выпрямители	$(1 \ldots 3) \cdot 10^{-3}$
Точечно-контактные диоды	$(0{,}7 \ldots 12) \cdot 10^{-6}$
Маломощные транзисторы	$10 \cdot 10^{-6}$
Мощные транзисторы	$(20 \ldots 100) \cdot 10^{-6}$
Переключающие диоды	$(70 \ldots 100) \cdot 10^{-6}$
Низковольтные стабилитроны	$1 \cdot 10^{-3}$
Выпрямительные диоды	$1 \cdot 10^{-3}$
Реле (со сварными контактами)	$5 \cdot 10^{-4}$
Резисторы (0,25 Вт, углеродные)	$1 \cdot 10^{-2}$

Примечание. Энергия, необходимая для повреждения элементов, определялась при действии прямоугольного импульса длительностью 1 мкс.

Таблица 1.4

Допустимые значения напряжений для некоторых элементов электротехнического оборудования

Наименования элементов	$U_{доп}$, кВ
Электрические генераторы до 1 кВ	9
Электрические генераторы до 6 кВ	14
Электрические генераторы до 10 кВ	44
Кабели силовые до 1 кВ	21
Кабели силовые до 6 кВ	63
Кабели силовые до 10 кВ	71
Трансформаторы силовые 6 кВ	63
Трансформаторы силовые 10 кВ	84
Изоляторы опорные до 1 кВ	42
Изоляторы опорные до 6 кВ	82
Изоляторы опорные до 10 кВ	92

Таблица 1.5

Расчетные и экспериментальные значения $W_{кр}$ для некоторых типов ПП

Тип прибора	Площадь p-n перехода, см^2	Удельное сопротивление кремния, Ом·см	Критическая энергия $W_{кр}$, мкДж	
			расчет	эксперимент
Д220Б	0,0008	3,2	150	140
2Т343А	0,0002	0,028	1,6	1,0
2Т352Б	0,00035	0,03	3,3	5,0

меньшую ширину, то вследствие увеличения градиента плотности носителей заряда плотность тока увеличивается и точки p-n перехода, расположенные в местах сужения, разогреваются в большей степени. Образуется локальный перегрев. При достижении в локализованной области пороговой температуры наступает отказ ПП. Импульсная электрическая прочность ПП характеризуется пороговой мощностью ($P_{пор}$), пороговой энергией ($W_{пор}$) и длительностью импульса, вызывающего отказ прибора. Пороговая энергия импульса зависит от длительности импульса при $t_и \geqslant 1$ мкс и не зависит от длительности импульса при $t_и \leqslant 0{,}1$ мкс. Энергию импульсов, не зависящую от длительности импульсов и вызывающую отказы в приборе, называют критической (минимальной) и обозначают $W_{кр}$. Для кремниевых p-n переходов [9]

типа n^+-p: $W_{кр} = 0{,}025\rho_б^{0,35} \cdot A$,
типа n-p^+: $W_{кр} = 0{,}089\rho_б^{0,64} \cdot A$,

где $\rho_б$ — удельное сопротивление высокоомной области, Ом·см; A — площадь p-n перехода, см^2; $W_{кр}$ — критическая энергия, Дж.

Как следует из приведенных выражений, критическая энергия импульса, вызывающая отказ ПП, не зависит от параметра воздействующего импульса, а определяется физико-конструктивными параметрами p-n перехода ПП.

Расчеты и последующая экспериментальная проверка для ряда ПП дали следующие результаты (табл. 1 5) [9].

На рис. 1.4 и 1.5 приведены зависимости изменения параметров импульсных диодов 2Д924А и 2Д921А при воздействии импульсов перегрузки длительностью 0,5 мс, частотой следования 1 Гц с амплитудой тока 3 А. Влияние ступенчато возрастающего уровня импульсного тока на обратный ток диодов 2Д921А показано на рис. 1.6. Указанные зависимости свидетельствуют о явно выраженной деградации электрических параметров (резком увеличении обратного тока на 3...4 порядка и прямого падения напряжения в 1,5... ...1,8 раз) за счет возникновения в структуре тепло-

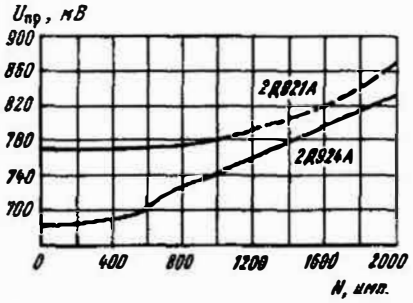


Рис. 1.4. Зависимости прямого падения напряжения от числа импульсов напряжения

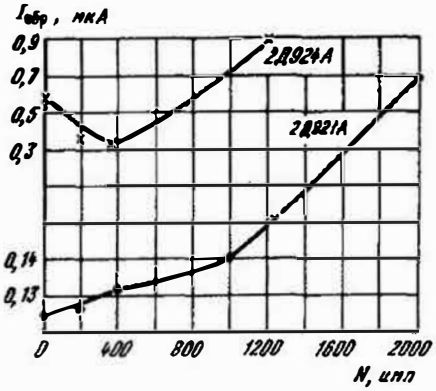


Рис. 1.5. Зависимости обратного тока диодов от числа импульсов напряжения

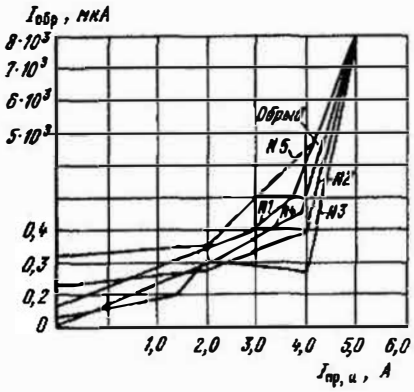


Рис. 1.6. Изменения обратного тока для пяти диодов 2Д921А при ступенчатом возрастании амплитуды импульса напряжения

вых процессов. При воздействии импульсов перегрузки с амплитудой тока свыше 5 А наступает тепловой пробой структуры. Изменение параметров диодов наблюдается как при ступенчатом возрастании импульсов перегрузки, так и при воздействии многократных перегрузок с постоянной амплитудой. Устойчивость перехода, смещенного в обратном направлении, гораздо ниже, чем в прямом направлении; при достижении $U_{обр} = 60$ В наступает тепловой пробой перехода. В табл. 1.6 представлены результаты испытаний диодов на устойчивость к воздействию статического электричества.

Из табл. 1.6 следует, что устойчивость импульсных диодов к статическому электричеству существенно зависит от технологии их изготовления:

из 100 испытанных приборов имели место 21 отказ у диодов типа Д223, выполненных на основе сплавной технологии, и два отказа у диодов Д220 (А, Б) — Д223 (А, Б), изготовленных по диффузионной технологии;

рост обратного тока для сплавных диодов примерно на порядок превышает обратный ток диффузионных диодов.

Приведенная оценка влияния перегрузок по напряжению на ПП показывает, что в зависимости от энергии перегрузок по напряжению в ПП могут наблюдаться деградация электрических параметров или катастрофические отказы. Основным фактором, определяющим вид отказа ПП, является критическая энергия ($W_{кр}$) импульса напряжения, которая зависит от удельного

Таблица 1.6

Результаты испытаний диодов на устойчивость к воздействию статического электричества

Критерий оценки	Тип прибора			
	Д223 (сплавная технология)		Д220 (А, Б) — Д223 (А, Б) (диффузионная технология)	
	до испытаний	после испытаний	до испытаний	после испытаний
Число отказавших диодов (на 100 испытаний), шт.	—	21	—	2
Значение обратного тока, мкА:				
минимальное	0,001	0,001	0,001	0,002
среднее	0,023	0,043	0,003	0,02
максимальное	0,045	1,0	0,015	0,25

сопротивления области базы диода и площади p-n перехода.

Преобладающим видом отказов ПП является вторичный тепловой пробой, однако для некоторых типов приборов характерен и локальный пробой защитного покрытия p-n перехода.

1.5. Требования, предъявляемые к параметрам и характеристикам ограничителей напряжения на различных физических принципах действия

Основным назначением ограничителей напряжения (ОН) является защита цепей аппаратуры и ее элементов от воздействия различного рода перегрузок по напряжению. В качестве специализированных ограничителей напряжения используются: разрядники (газоразрядные), полупроводниковые ограничители и варисторы (нелинейные резисторы).

Кроме специализированных ограничителей напряжения в качестве элементов защиты могут быть использованы ПП общего применения: импульсные диоды, диоды с барьером Шотки, p-i-n диоды, импульсные стабилитроны, высоковольтные выпрямительные столбы, диоды с низкоомной базой, диоды на основе арсенида галлия и др. Полупроводниковые элементы защиты, а также варисторы и разрядники благодаря особенностям вольт-амперной характеристики (ВАХ) при отсутствии импульса напряжения практически не потребляют энергии в цепи, так как их сопротивление очень велико (0,1 ... ... 100 МОм) и, следовательно, практически не рассеивают дополнительной мощности. При возникновении импульса напряжения с амплитудой, превышающей пороговое значение для данного элемента защиты, его сопротивление резко уменьшается (0,01 ... 10 Ом). В результате импульсное напряжение на защищаемой цепи ограничивается до заданного уровня. При этом ток протекает в основном через элемент защиты, минуя нагрузку, и достигает в ряде случаев сотни ампер. Однако средняя рассеиваемая мощность, выделяемая в ограничителе, невелика, так как длительность импульсов напряжения, возникающих в цепях при действии ЭМИ искусственного и естественного происхождения, не превышает десятков микросекунд. Поэтому элементы защиты, обладая большой импульсной рассеиваемой мощностью, имеют малые габариты и массу. Кроме того, они имеют большое быстродействие, что важно для защиты цепей при высоких скоростях нарастания импульсов напряжения, свойственных ЭМИ искусственного происхождения.

Для обеспечения эффективной защиты цепей аппаратуры от электрических перегрузок по напряжению с помощью ограничителей напряжений параметры и характеристики последних должны удовлетворять следующим требованиям:

технические характеристики и параметры ограничителей при отсутствии перегрузок по напряжению не должны влиять на характеристики функциональных блоков и устройств, в которых они используются;

уровень напряжения во время действия импульса переходного процесса в точках подключения ограничителя должен быть как можно ближе к нормальному уровню напряжения, действующему до перегрузки;

надежность ограничителя должна быть выше надежности блоков и устройств, которые нуждаются в защите;

быстродействие ограничителей должно быть максимально возможным, чтобы обеспечить эффективную защиту при больших скоростях изменений напряжений переходных процессов;

максимально допустимые токи ограничителей должны быть больше тока, создаваемого максимально возможным уровнем напряжения;

диапазон рабочих напряжений ограничителей должен быть достаточно широким;

динамическое сопротивление в проводящем состоянии должно быть минимально возможным;

параметры и характеристики ограничителей должны соответствовать требованиям по устойчивости к воздействию механических, климатических и специальных факторов, предъявляемым к аппаратуре.

Дополнительные требования, предъявляемые к ограничителям для защиты высокочастотных цепей:

межэлектродная емкость ограничителя напряжения должна быть минимальной;

общая индуктивность ограничителя напряжения должна быть минимальной

Указанные выше требования определяют перечень основных параметров, которыми должны обладать ограничители. К их числу относятся:

напряжение пробоя $U_{проб}$;

рабочее напряжение $U_р$;

максимально допустимый импульсный ток $I_{и.огр}$;

постоянный обратный ток $I_{обр}$;

сопротивление изоляции $R_{из}$;

время срабатывания (время запаздывания) $t_{ср}$;

динамическое сопротивление в проводящем состоянии $R_д$;

импульсное напряжение ограничителя $U_{и.огр}$;

межэлектродная емкость и индуктивность $C_{огр}$, $L_{огр}$;

допустимое число импульсов пробоя $N_{пр}$.

Дополнительные параметры и характеристики для газоразрядных разрядников:

напряжение пробоя статическое $U_{пр.стат}$;

напряжение пробоя динамическое $U_{пр.дин}$;

напряжение погасания $U_{пог}$;

постоянное напряжение на электродах разрядника $U_{пост}$;

коммутируемый заряд (количество электричества за импульс) $Q_{зар}$;

время восстановления разрядного промежутка $t_{восст}$;

вольт-секундные характеристики;

зависимость времени запаздывания от скорости нарастания напряжения на электродах разрядника;

зависимость амплитуды тока и длительности от числа импульсов пробоя.

Дополнительные параметры и характеристики для полупроводниковых ограничителей напряжения:

максимально допустимый импульсный ток ограничения $I_{огр.и.макс}$;

максимальное обратное импульсное напряжение $U_{обр,\ и,\ макс}$;

максимально допустимая неповторяющаяся импульсная обратная мощность $P_{обр,\ и,\ нп,\ макс}$;

максимально допустимое импульсное напряжение встроенного диода (для ограничительных диодов со встроенными импульсными диодами) $U_{обр,\ и,\ вд,\ макс}$;

коэффициент ограничения $K_{огр}$;

температурный коэффициент напряжения пробоя $a_{U_{проб}}$;

зависимость допустимой импульсной мощности от длительности и формы импульса;

зависимость импульсного напряжения ограничения от импульсного обратного тока;

зависимость емкости полупроводниковой структуры от обратного напряжения.

1.6. Рекомендации по определению исходных требований к параметрам и характеристикам ограничителей напряжения

Порядок определения исходных требований к параметрам и характеристикам ограничителей напряжения (элементов защиты) осуществляется в последовательности, указанной на рис. 1.7. На первом этапе определяются амплитудно-временные характеристики ЭМИ искусственного и естественного происхождения с целью подготовки исходных данных для расчета величин электрических перегрузок (ЭП) в цепях аппаратуры.

На втором этапе определяются цепи, узлы аппаратуры, являющиеся приемниками энергии электромагнитного импульса и требующие защиты от ее воздействия, а также основные параметры этих узлов, необходимые при проведении расчета электрических перегрузок.

На третьем этапе проводится расчет параметров и характеристик электрических перегрузок, возникающих в цепях аппаратуры от электромагнитного импульса искусственного и естественного происхождения, с целью определения требований к техническим характеристикам элементов защиты (или устройств защиты).

В результате расчета должны быть получены следующие характеристики наведенного импульса:

амплитуда импульса напряжения при разомкнутой нагрузке $U_{хх,\ макс}$;

амплитуда импульса тока при короткозамкнутой нагрузке $I_{кз,\ макс}$;

длительность импульса тока при короткозамкнутой нагрузке $t_{и,\ кз}$;

длительность фронта импульса тока при короткозамкнутой нагрузке $t_{ф,\ кз}$;

длительность фронта импульса напряжения при разомкнутой нагрузке $t_{ф,\ хх}$

На четвертом этапе проводится выбор параметров и характеристик защищаемых цепей, необходимых для определения требований к техническим характеристикам элементов защиты (или устройств защиты). В результате должны быть определены следующие характеристики режимов работы аппаратуры при отсутствии импульсов перегрузки:

максимальное постоянное напряжение цепи $U_{макс}$ (для цепей постоянного тока);

максимальная амплитуда переменного напряжения $U_{макс}$ (для цепей переменного тока);

максимально допустимая амплитуда импульса напряжения перегрузки $U_{пер,\ макс}$;

допустимая емкость элемента защиты $C_{доп}$ (для цепей переменного тока высокой частоты);

допустимое сопротивление элемента защиты $R_{доп}$ или допустимый ток утечки элемента защиты.

Значение емкости ($C_{доп}$) для цепей усилителей переменного и импульсного токов может быть определено из следующего выражения:

$$C_{доп} \leqslant t_ф / 2{,}2 R_{вых},$$

где $R_{вых}$ — выходное сопротивление генератора (усилителя); $t_ф$ — допустимое значение фронта импульса.

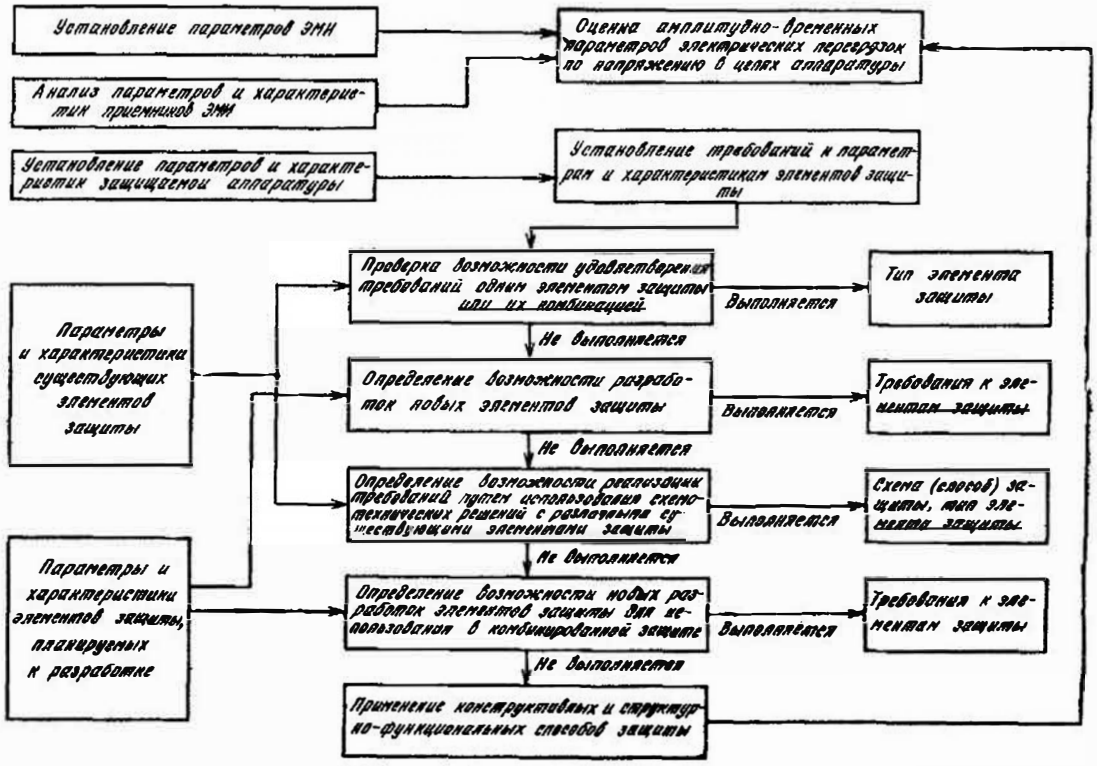


Рис. 1.7. Порядок определения исходных требований к техническим характеристикам элементов защиты

Для резонансных усилителей значение емкости оказывает влияние на частоту их настройки, что необходимо учитывать при определении $C_{доп}$. Требования к $R_{доп}$ определяются допустимым значением потребляемого тока элемента защиты при отсутствии импульсов перегрузки.

На пятом этапе определяется допустимое время срабатывания элемента защиты из выражения

$$t_{вкл,доп} \leqslant \frac{U_{пер,макс}}{U_{хх,макс}} t_{ф,хх}.$$

По значениям параметров наведенного импульса перегрузки с учетом режима работы аппаратуры определяют требования к элементам защиты. Далее рассматривают параметры и характеристики существующих элементов защиты с целью проверки возможности удовлетворения их требованиям по защите с помощью одного прибора или их комбинаций. Во всех случаях удовлетворения требований к устройству защиты предпочтительно применять существующие элементы защиты для защиты цепей аппаратуры от электрических напряжений. Методика оптимального выбора ограничителей напряжения на различных физических принципах действия из имеющегося номенклатурного ряда приведена ниже (см. разд. 8).

Если требования к устройству защиты не удовлетворяются существующими элементами защиты и их комбинациями, то проводится подготовка данных на разработку новых типов элементов защиты, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к ним со стороны устройств защиты.

В случае невозможности удовлетворения требованиям к устройству защиты применением отдельных элементов защиты проводится проверка возможности удовлетворения этим требованиям с учетом возможных схемотехнических решений. Рекомендуемые схемы и устройства защиты приведены в разд. 10 справочника.

Если требования к техническим характеристикам устройства защиты с учетом схемотехнических решений после их реализации не выполняются, то должна проводиться корректировка системотехнических, схемотехнических и конструктивных решений, принятых в защищаемой аппаратуре.

Раздел второй

Сравнительная оценка ограничителей напряжения различных классов, области их применения и классификация

2.1. Сравнительная оценка ограничителей напряжения различных классов

Для защиты цепей аппаратуры и ее элементов от различного рода перегрузок по напряжению используют газоразрядные и полупроводниковые ограничители. К газоразрядным ограничителям относятся разрядники, к полупроводниковым — полупроводниковые ограничители напряжения, металлооксидные варисторы и полупроводниковые приборы общего применения.

По сравнению с другими классами ограничителей напряжения разрядники имеют весьма высокие напряжения, большое значение допустимого тока и малые межэлектродные емкости, что позволяет использовать их для защиты цепей аппаратуры от ЭМИ искусственного и естественного происхождения, когда энергия, выделяемая в ограничителе, достаточно велика. Но применение только одних разрядников из-за значительного времени их срабатывания не решает проблемы защиты многих полупроводниковых приборов и микросхем, поскольку для них недопустимы начальные выбросы напряжений, пропускаемые разрядником. Величина выброса напряжения у разрядников в значительной степени зависит от скорости нарастания фронта воздействующего импульса (рис. 2.1). При больших скоростях нарастания фронта импульса (свойственного ЭМИ искусственного происхождения) величина выброса напряжения может возрасти в 5 ..6 раз по сравнению со статическим напряжением возникновения разряда [4]. Этот недостаток разрядников в меньшей степени проявляется у варисторов и совсем отсутствует у полупроводниковых ограничителей напряжения (рис. 2.2).

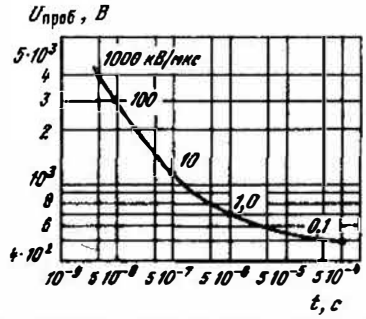


Рис. 2.1. Зависимость напряжения пробоя от времени запаздывания разрядников для различных скоростей нарастания фронта импульса напряжения

Полупроводниковые ограничители напряжения и варисторы выгодно отличаются от разрядников тем, что напряжение пробоя у них ниже напряжения ограничения (у разрядников оно значительно выше напряжения поддержания разряда), поэтому при применении полупроводниковых ограничителей защищаемые ими цепи не шунтируются после прохождения импульса тока переходного процесса, как это имеет место у разрядников Наличие низкого напряжения поддержания разряда у разрядников ограничивает их применение для защиты цепей постоянного тока, в которых напряжение источника выше напряжения поддержания разряда. Полупроводниковые ограничители и варисторы имеют диапазон напряжений 0,7...2000 В, что позволяет использовать их для защиты различных по назначению радиотехнических цепей, в состав которых входят чувствительные к переходным процессам полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Эффективность ограничения переходных процессов с помощью полупроводниковых ограничителей и вари-



Рис. 2.2. Вольт-временные характеристики ограничителей напряжения различных классов

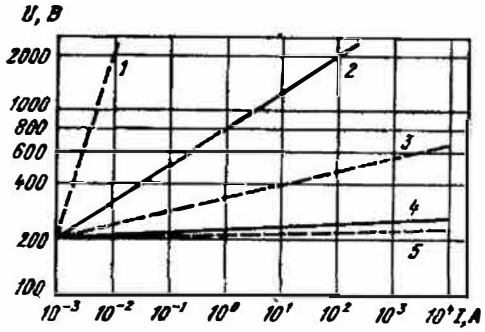


Рис. 2.3. Вольт-амперные характеристики резистора (*1*), варистора из карбида кремния (*2*), селенового элемента (*3*), варистора из окиси цинка (*4*) и полупроводникового ограничителя напряжения (*5*)

сторов определяется их динамическим сопротивлением на рабочем участке вольт-амперной характеристики $i=kU^{\alpha}$, где i — мгновенный ток, U — мгновенное напряжение, k — постоянная прибора, α — показатель нелинейности. Коэффициент α определяет степень приближения характеристики защитного прибора к идеальной: чем выше α, тем меньше динамическое сопротивление прибора и тем лучшими свойствами ограничения он обладает [4].

На рис. 2.3 показаны ВАХ различных классов полупроводниковых ограничителей и активного сопротивления. Для активного сопротивления $\alpha=1$, для варистора из карбида кремния $\alpha\leqslant 5$, у селенового элемента $\alpha\approx 10$, у варисторов из окиси цинка $\alpha\geqslant 30$, у стабилитронов $\alpha\geqslant 30$, у полупроводниковых ограничителей напряжения $\alpha=50\ldots100$, т. е. их ВАХ в наибольшей степени приближается к идеальной характеристике. Это означает, что в широком диапазоне токов перегрузки напряжение на ограничителе, а следовательно, на защищаемой цепи при $\alpha\geqslant 25$ будет изменяться незначительно. Например, при $\alpha=10$ и отношении токов 10 000 : 1 (10 А — 1 мА) напряжение на ограничителе изменится в 2,5 раза, при $\alpha=25$ — не более чем в 1,45 раза, а при $\alpha=50\ldots100$ — всего в 1,22...1,1 раза [4]. Наличие у полупроводниковых ограничителей напряжения высокого показателя нелинейности определяет дополнительное их преимущество по сравнению с варисторами и полупроводниковыми приборами общего применения. По значению допустимого тока полупроводниковые ограничители напряжения и варисторы обладают примерно одинаковыми возможностями, однако характеристики последних заметно ухудшаются после воздействия каждого импульса перегрузки (рис. 2.4).

Полупроводниковые ограничители напряжения имеют также высокое сопротивление в непроводящем состоянии, что выгодно отличает их от варисторов и полупроводниковых приборов общего применения. Недостатком полупроводниковых ограничителей всех

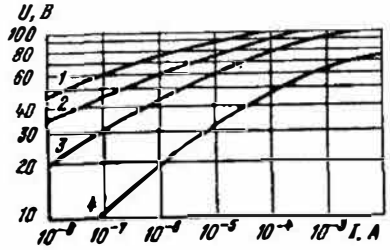


Рис. 2.4. Зависимости токов утечки варистора до (*1*) и после воздействия импульса тока 39 А (*2*), 330 А (*3*), 3000 А (*4*) с длительностью 15 мкс

классов является большая межэлектродная емкость, что ограничивает их применение в цепях высокой частоты. Для его устранения последовательно с этими приборами включают малоемкостные импульсные диоды. Но применение последних совместно с полупроводниковыми ограничителями снижает быстродействие защитного устройства примерно в 1000 раз.

Сравнительная оценка областей применения ограничителей напряжения на различных физических принципах действия должна предусматривать учет свойств, параметров и характеристик не только самих ограничителей напряжения, но и параметров и характеристик защищаемых цепей, а также кратковременных перегрузок, возникающих в цепях аппаратуры.

Для сравнения ограничителей напряжения в числе основных параметров и характеристик сопоставления в первую очередь необходимо использовать:

информационно-электрические: рабочее напряжение; ток анода в импульсе; длительность импульса тока анода; время срабатывания; межэлектродная емкость;

технико-экономические: массогабаритные показатели; стоимостные показатели;

технико-эксплуатационные: допустимое число пробоев; устойчивость к вибрационным нагрузкам; устойчивость к одиночным ударам; устойчивость к линейным ускорениям; устойчивость к тепловым нагрузкам; устойчивость к специальным факторам.

Сравнительные данные по основным электрическим параметрам ограничителей напряжения различных классов приведены на рис. 2 5, из которого видно, что перспективные уровни рабочих напряжений и импульсных токов для различных групп ограничителей напряжения значительно различаются. Если максимальное рабочее напряжение (статическое напряжение пробоя) для разрядников достигает 10 кВ (в перспективе 40 кВ), то рабочее напряжение для полупроводниковых ограничителей напряжения достигает 200 В (в перспективе 600 В) и у варисторов 2000 В. Значения импульсных токов у разрядников достигают 200 кА, для полупроводниковых ограничителей напряжения до 1 кА

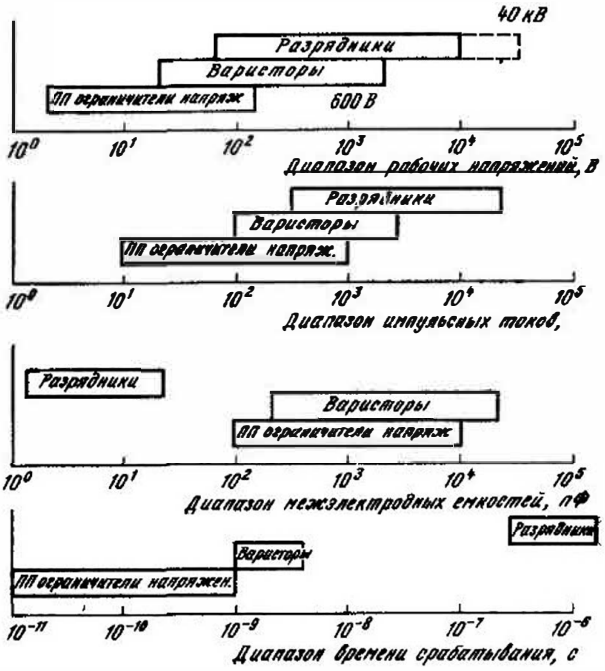


Рис. 2.5. Уровни электрических параметров ограничителей напряжения на различных физических принципах действия

и у варисторов до 5 кА. Относительно низкие значения рабочего напряжения полупроводниковых ограничителей напряжения и варисторов по сравнению с напряжением пробоя разрядников существенно снижают значения импульсной коммутируемой мощности. Этот недостаток полупроводниковых ограничителей напряжения и варисторов может быть в ряде случаев устранен путем последовательного и параллельного их соединения.

Другим недостатком полупроводниковых элементов защиты и варисторов является большая межэлектродная емкость (от 100 до 20 000 пФ), что ограничивает их применение в цепях высокой частоты. Полупроводниковые ограничители напряжения и варисторы на высоких частотах шунтируют входное (выходное) сопротивление усилителя, увеличивают коэффициент отражения и искажают амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) усилителя.

Недостатком разрядников является большое время срабатывания (больше 0,15 мкс), что ограничивает их применение для защиты многих полупроводниковых приборов и интегральных микросхем от различного рода перегрузок по напряжению. Полупроводниковые ограничители напряжения и варисторы по сравнению с разрядниками имеют значительно меньшее время срабатывания, что позволяет использовать их для защиты многих радиотехнических цепей, в состав которых входят чувствительные к переходным процессам полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы.

Существующие отечественные ограничители напряжения в отдельности не позволяют надежно защищать цепи, в состав которых входят полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы, от ЭМИ искусственного и естественного происхождения. Выходом из этого положения является комбинированное использование ограничителей напряжения, т. е. сочетание полупроводниковых ограничителей напряжения с разрядниками.

2.2. Области применения ограничителей напряжения

Приведенные результаты сравнительного анализа ограничителей напряжения на различных физических принципах действия позволяют определить их основные области применения:

полупроводниковые ограничители напряжения: защита интегральных микросхем от внутренних перегрузок по напряжению и статического электричества (полупроводниковые ограничители напряжения с импульсной мощностью 0,6 кВт); защита низковольтных цепей (до 700 В) постоянного и переменного тока с частотой до 1 МГц от внутренних перегрузок по напряжению и статического электричества (полупроводниковые ограничители напряжения с импульсной мощностью 1,5 и 5 кВт, импульсные стабилитроны, диоды с барьером Шотки); защита силовых кабелей от ЭМИ естественного и искусственного происхождения (полупроводниковые ограничители напряжения с импульсной мощностью 15 и 60 кВт);

варисторы: защита силовых кабелей и информационных цепей с частотой до 1 МГц от воздействия ЭМИ естественного и искусственного происхождения;

разрядники: защита цепей аппаратуры (антенн, высокочастотных линий связи, входных и выходных ВЧ цепей передающих устройств РЛС, вторичных источников питания и преобразователей с напряжением свыше 2000 В), где отсутствуют полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы, от ЭМИ естественного и искусственного происхождения и внутренних перегрузок по напряжению);

разрядники в сочетании с полупроводниковыми ограничителями напряжения с малой межэлектродной емкостью (90...100 пФ): защита антенно-фидерных устройств, входных и выходных высокочастотных цепей приемных и передающих устройств (до 30 МГц), ка-

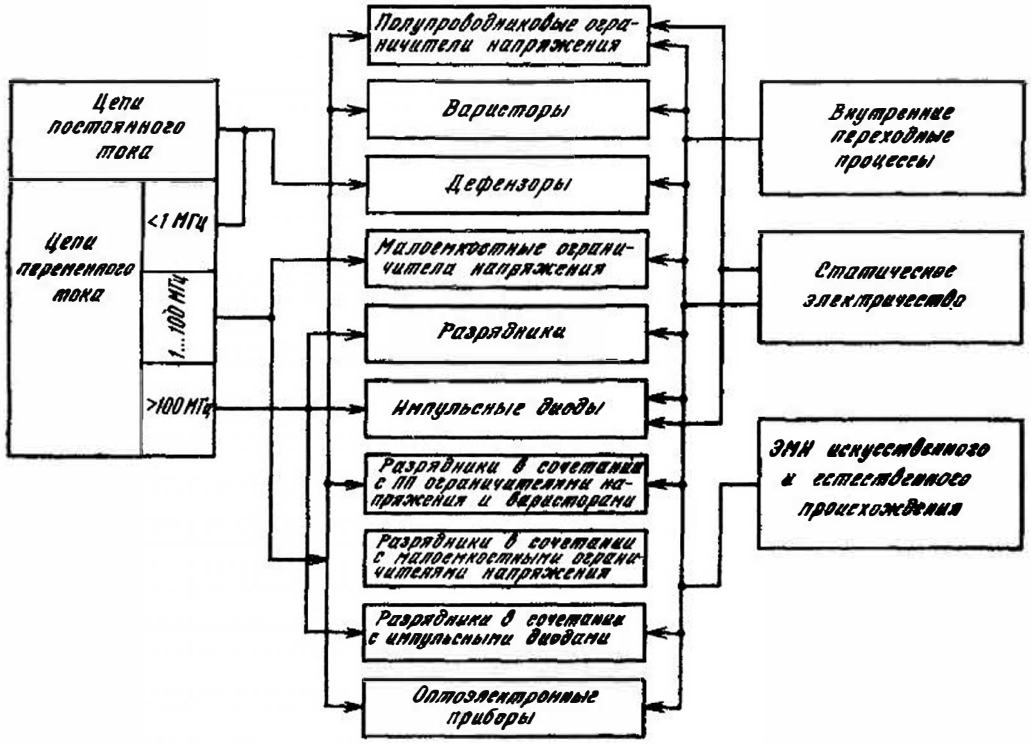


Рис. 2.6. Предпочтительные области применения ограничителей напряжения в зависимости от характеристик электрических перегрузок и защищаемой цепи

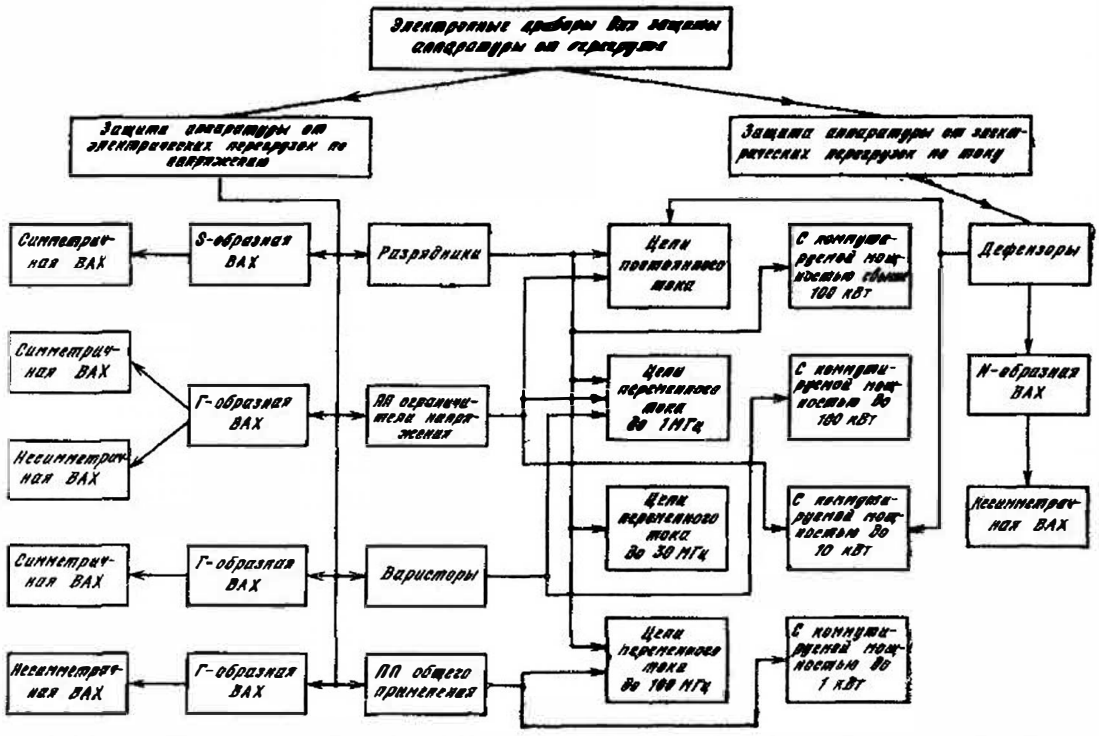


Рис. 2.7. Классификационная схема современных приборов для защиты аппаратуры от перегрузок

бельных линий связи с дистанционным источником питания, высокочастотных кабельных линий связи от ЭМИ естественного и искусственного происхождения и внутренних перегрузок по напряжению;

разрядники в сочетании с импульсными малоемкостными полупроводниковыми диодами: защита высокочастотных цепей (30...100 МГц) от ЭМИ естественного и искусственного происхождения и внутренних перегрузок по напряжению.

На основании анализа параметров и характеристик кратковременных нагрузок, защищаемых цепей, ограничителей напряжения с учетом перспектив их развития на рис. 2.6 приведена диаграмма, характеризующая возможность применения ограничителей напряжения в зависимости от вида и характера воздействующих кратковременных перегрузок, а также от характеристик защищаемых цепей и характеристик защитных элементов.

2.3. Классификация электронных приборов для защиты аппаратуры от перегрузок

Электронные приборы для защиты аппаратуры от перегрузок могут быть классифицированы:

по функциональному назначению (для защиты аппаратуры от электрических перегрузок по напряжению и току);

по принципу действия (разрядники газоразрядные, полупроводниковые ограничители напряжения, варисторы, полупроводниковые приборы общего применения: импульсные стабилитроны, импульсные диоды, диоды с барьером Шотки, дефензоры).

Полупроводниковые элементы защиты по своей структуре и форме вольт-амперной характеристики подразделяются на приборы:

с Г-образной ВАХ (полупроводниковые ограничители напряжения, импульсные диоды, стабилитроны, варисторы и т. п);

с N-образной ВАХ (дефензоры);

с симметричной и несимметричной вольт-амперной характеристикой.

Элементы защиты также могут быть классифицированы по импульсной коммутируемой мощности:

маломощные (до 1 кВт);

средней мощности (до 30 кВт);

большой мощности (до 100 кВт);

сверхмощные (свыше 100 кВт).

Классификационная схема современных приборов для защиты аппаратуры от перегрузок приведена на рис. 2.7.

Раздел третий

Полупроводниковые ограничители напряжения

3.1. Принцип работы, основные параметры и характеристики полупроводниковых ограничителей напряжения

Основным физическим процессом, характеризующим принцип работы полупроводниковых ограничителей напряжения, является обратимый пробой p-n перехода диодной структуры. При достаточно больших напряжениях, приложенных к p-n переходу, могут возникать два вида пробоя: туннельный и лавинный. Оба они связаны с увеличением напряженности электрического поля в переходе. В основе туннельного пробоя лежит туннельный эффект, т. е «просачивание» электронов сквозь тонкий потенциальный барьер. Напряжение туннельного пробоя ($U_т$) для ступенчатых p-n

переходов может быть рассчитано по следующей формуле [18]:

$$U_т = 1/2\varepsilon_0 \varepsilon \mu_б E_{пр}^2 \rho_б, \qquad (3.1)$$

где $E_{пр}$ — пробивная напряженность поля, определяемая отношением обратного напряжения к ширине p-n перехода (для кремния $E_{пр}=300$ кВ/см); ε_0 — электрическая постоянная; ε — относительная диэлектрическая проницаемость полупроводника; $\mu_б$ — подвижность носителей в базе; $\rho_б$ — удельное сопротивление базы.

На практике пользуются упрощенной формулой

$$U_т = 40\rho_n + 8\rho_p, \qquad (3.2)$$

где ρ_n и ρ_p — удельные сопротивления соответствующих слоев.

В основе лавинного пробоя лежит эффект «размножения» носителей заряда в области p-n перехода при наличии сильного электрического поля. При напряженности поля свыше 50 кВ/см ионизация носителей приобретает лавинный характер подобно самостоятельному разряду в газе. При этом ток пробоя ограничивается только внешним сопротивлением. Напряжение лавинного пробоя диодной структуры связано с удельным сопротивлением базы диода и определяется из выражения

$$U_л = a\rho_б^m, \qquad (3.3)$$

где a и m — коэффициенты, зависящие от проводимости базы. Для базы электронной проводимости $m=8{,}6$; $a=0{,}65$, для базы дырочной проводимости $m=23$; $a=0{,}75$.

Из выражений (3.2) и (3.3) видно, что зависимость $U_т$ от $\rho_б$ более слабая, чем $U_л$ от $\rho_б$. Поэтому при высоких значениях $\rho_б$, когда $U_л < U_т$, пробой носит лавинный характер, а при низких, когда $U_т < U_л$,— туннельный. Граничное напряжение туннельного пробоя составляет 5 В. В высоковольтных ограничителях напряжения используется только лавинный пробой. Для повышения пробивного напряжения используют кремний с высоким удельным сопротивлением, что значительно увеличивает динамическое сопротивление высоковольтных ограничителей. Для снижения влияния $\rho_б$ на напряжение лавинного пробоя используются трехслойные p^+-n-n^+ диодные структуры (рис. 3.1.).

Наличие слоя n^+ ограничивает распространение области объемного заряда и его смыкание с электродом катода. В этом случае n-база может быть значительно уже, что обеспечивает относительно низкое динамическое сопротивление.

Для обеспечения равномерного включения структуры по всей ее площади и исключения локальных пробоев при изготовлении p-n переходов используется только эпитаксиальная технология. При туннельном и лавинном пробоях заряды переносятся лишь основными носителями, в результате чего не происходит накопления неосновных носителей. Этим в основном и определяется быстродействие полупроводниковых ограничителей напряжения.

Для оценки времени срабатывания полупроводниковых ограничителей напряжения вводится постоянная времени $\tau_л$, характеризующая изменение лавинного тока после импульсного изменения напряжения. Физически $\tau_л$ означает время пролета носителей заряда через обедненный слой. Так как толщина этого слоя составляет 1...2 мкм, а скорость пролета носителей в сильном электрическом поле достигает $6\cdot10^6$ см/с, то $\tau_л \approx (1{,}5...3)\cdot10^{-11}$ с. Полное время срабатывания полупроводниковых ограничителей напряжения зависит от отношения напряжения пробоя $U_{проб}$ к рабочему напряжению $U_р$ и определяется из выражения [18]

$$\tau_п = \frac{1{,}2\,\tau_л}{1-(U_р/U_{проб})^6}. \qquad (3.4)$$

При работе полупроводниковых ограничителей напряжения всегда соблюдается условие $U_р < (0{,}9...0{,}8)\,U_{проб}$. В этом случае $\tau_л = 2{,}5...80$ пс, т. е. эти приборы обладают самым высоким быстродействием из всех ограничителей подобного функционального назначения.

Другой важной характеристикой полупроводниковых ограничителей напряжения является барьерная емкость p-n перехода, которая определяет возможность их применения в цепях высокой частоты. Эта емкость для кремниевых p-n переходов на единицу площади оценивается [18]:

$$C_б \approx 3\cdot10^{-6}\sqrt{\frac{N}{|U|}}, \qquad (3.5)$$

где N — концентрация примеси в базе; $|U|$ — модуль обратного напряжения.

Например, при $N=10^{16}$ см$^{-3}$ и $|U|=9$ В барьерная емкость p-n перехода $C_б \approx 1{,}0\cdot10^{-8}$ Ф/см^2 (или 100 пФ/мм^2).

Площадь p-n перехода для полупроводникового ограничителя напряжения с $P_и=1{,}5$ кВт составляет примерно 20 мм^2; в этом случае барьерная емкость будет составлять 2000 пФ.

Высоковольтные полупроводниковые ограничители напряжения имеют меньшую барьерную емкость, чем низковольтные.

Вольт-амперная характеристика в области «размножения» вплоть до пробоя определяется из выражения

$$I = I_0 M, \qquad (3.6)$$

где

$$M = \frac{1}{1-(U/U_{проб})^n};$$

M — коэффициент умножения; I и U — значения обратного тока и напряжения; $U_{проб}$ — напряжение обратного пробоя.

Показатель n зависит от типа проводимости базы: для электронной проводимости он равен 5, для дырочной — 3.

Общий вид обратной характеристики при лавинном пробое показан на рис. 3.2. Наклон характеристики в области пробоя определяется в основном удельным сопротивлением базы, подложки и сопротивлением контактных соединений. Для получения симметричной ВАХ

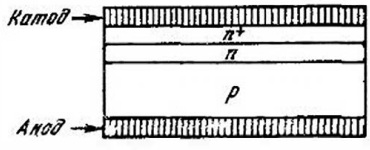


Рис. 3.1. Структура высоковольтных полупроводниковых ограничителей напряжения

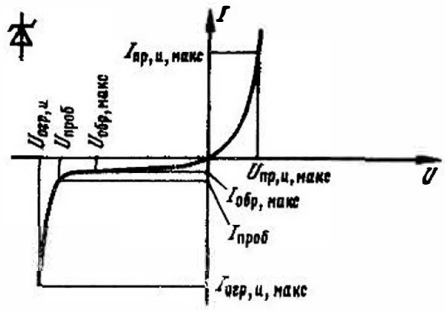


Рис. 3.2. Вольт-амперная характеристика несимметричного полупроводникового ограничителя напряжения и его графическое обозначение

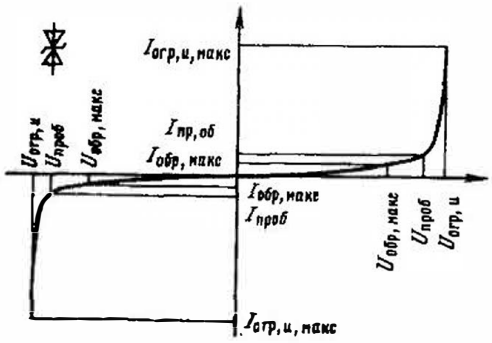


Рис. 3.3. Вольт-амперная характеристика симметричного полупроводникового ограничителя напряжения и его графическое обозначение

две структуры включают навстречу друг другу (соединяют анодами) и встраивают в один корпус. Вольт-амперная характеристика такого полупроводникового ограничителя напряжения приведена на рис. 3.3.

Недостатком симметричных ограничителей напряжения является их относительно высокое время срабатывания, которое в 1000 раз выше по сравнению с несимметричными ограничителями напряжения. Ток в одном из диодов проходит в прямом направлении, а в другом в результате пробоя p-n перехода — в обратном направлении. Поэтому быстродействие будет определяться тем диодом, переход которого смещается в прямом направлении, а время его срабатывания определяется диффузионными процессами.

Для снижения емкости ограничителя напряжения последовательно с ним включают импульсный диод с малой собственной емкостью и встраивают их в один корпус. Вольт-амперная характеристика такого ограничителя напряжения показана на рис. 3.4. Эти ограничители напряжения обладают относительно низким быстродействием ($1 \cdot 10^{-9}$ с).

Ниже перечислены основные параметры ограничителей напряжения.

Напряжение пробоя $U_{проб}$ — значение напряжения при заданном обратном токе при пробое p-n перехода на участке перегиба ВАХ; $U_{проб,мин}$ — минимальное напряжение пробоя на приборе, которое гарантирует отсутствие проводимости перед этим уровнем напряжения при +25° С. Напряжение пробоя является исходным для задания других параметров ограничителя напряжения.

Постоянное обратное напряжение (рабочее напряжение) $U_{обр}$ — значение постоянного обратного напряжения на приборе, равное 0,81 или 0,85 $U_{проб}$ для приборов с 10- и 5%-ным разбросом по напряжению пробоя соответственно.

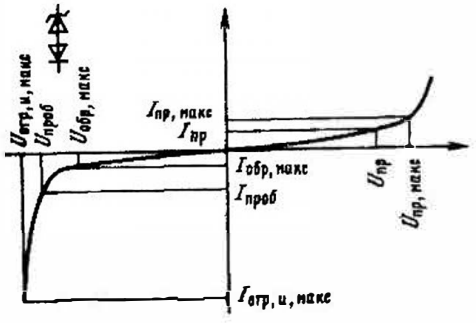


Рис. 3.4. Вольт-амперная характеристика ограничителя напряжения с встроенным диодом и его графическое обозначение

Постоянный обратный ток $I_{обр}$ — значение постоянного обратного тока, протекающего через прибор в обратном направлении при напряжении, равном $U_{обр}$.

Классификационный обратный ток $I_{к,обр}$ — значение постоянного обратного тока, при котором проводится классификация приборов по напряжению пробоя.

Максимально допустимый импульсный обратный ток $I_{обр,и}$ — пиковое значение амплитуды обратного тока при заданных длительности, скважности, форме и температуре окружающей среды.

Максимальное обратное импульсное напряжение $U_{обр,макс}$ — пиковое значение амплитуды обратного напряжения при обратном токе, равном $I_{обр,и}$.

Максимально допустимая импульсная мощность $P_{и,макс}$ — значение максимальной импульсной мощности, рассеиваемой прибором, при заданных форме, скважности, длительности импульсов и температуре окружающей среды.

Максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность $P_{макс}$ — значение допустимой мощности при постоянном обратном токе $I_{обр}$ указывается для приборов, которые наряду с основным назначением используются как стабилитроны.

Максимально допустимый прямой импульсный ток (для несимметричных ограничителей напряжения) $I_{пр,и,макс}$ — пиковое значение амплитуды прямого тока при заданных длительности, скважности, форме импульсов и температуре окружающей среды.

Рабочее напряжение противоположной полярности (для ограничителей напряжения со встроенными импульсными диодами) $U_{пр,макс}$ — допустимое рабочее напряжение, приложенное в противоположной полярности по отношению к напряжению классификации.

Импульсное напряжение противоположной полярности (для ограничителей напряжения со встроенными импульсными диодами) $U_{пр,и,макс}$ — допустимое импульсное напряжение, приложенное в противоположной полярности по отношению к напряжению классификации.

Время срабатывания $t_{ср}$ — время, в течение которого происходит пробой p-n перехода, рассчитанное на основании физических процессов, происходящих в приборе. Для всех групп несимметричных ограничителей напряжения $t_{ср}$ не более 10^{-12} с, для симметричных — не более 10^{-9} с.

Коэффициент ограничения $K_{огр}$ — отношение $U_{огр,и}/U_{проб}$. Обычно $K_{огр}$ не превышает 1,33 при мощности, равной $P_{и}$, и не превышает 1,2 при $0{,}5\,P_{и,макс}$.

Температурный коэффициент напряжения пробоя α, мВ/°С, — величина, определяемая отношением изменения напряжения пробоя к абсолютному изменению температуры окружающей среды при токе, равном $I_{огр,и,макс}$. Для низковольтных ограничителей напряжения температурный коэффициент напряжения пробоя отрицательный, для высоковольтных — положительный.

Коэффициент заполнения $K_з$ — отношение длительности импульса к периоду следования импульсов (в процентах). Для большинства групп приборов $K_з$ не превышает 0,05...0,01%.

Полупроводниковые ограничители напряжения классифицируются по предельно допустимой импульсной мощности при нормированной длительности импульса тока экспоненциальной формы.

Длительность экспоненциального импульса равна 1 мс на уровне $0{,}5\,I_{огр,и}$, фронт не более 10 мкс. Для указанной формы импульса в справочнике приведены все основные параметры ограничителей напряжения. Кроме нормированной величины допустимой мощности (при $t_{и}=1$ мс) приводят ее зависимость от длительности экспоненциального импульса (рис. 3.5). Эта зависимость для большинства приборов справедлива в диапазоне температур окружающей среды —65... ...+25° С. При температуре свыше 25° С допустимая мощность снижается (рис. 3.6). Допустимая мощность

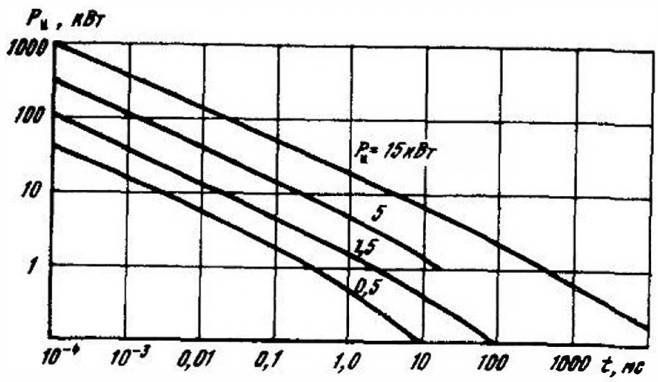


Рис. 3.5. Зависимости допустимой импульсной мощности от длительности экспоненциального импульса полупроводникового ограничителя напряжения

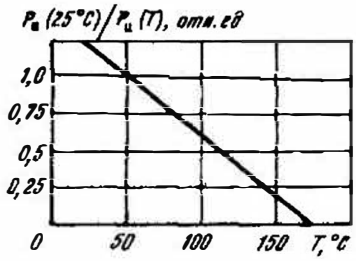


Рис. 3.6. Зависимость допустимой импульсной мощности полупроводникового ограничителя напряжения от температуры окружающей среды

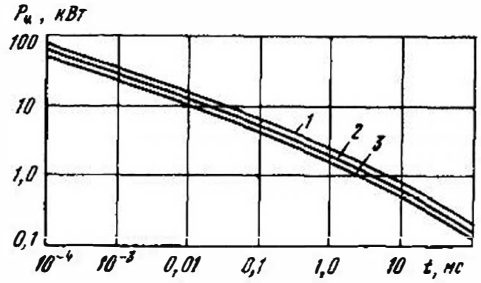


Рис. 3.7. Зависимости допустимой импульсной мощности от длительности и формы импульса полупроводникового ограничителя напряжения:

1 — экспоненциальный импульс, *2* — синусоидальный импульс, *3* — прямоугольный импульс ($P_и$ ≈1,5кВт)

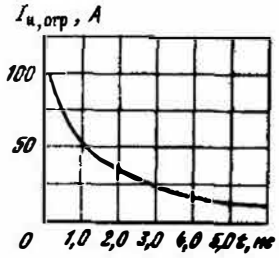


Рис. 3.8. Зависимость амплитуды тока от длительности экспоненциального импульса

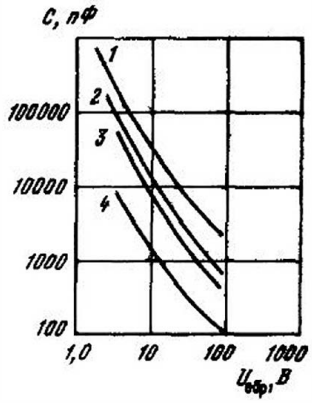


Рис. 3.9. Зависимости емкости полупроводниковых ограничителей напряжения серии 5КР5-110 (кривые *1*, *2*) и 1,5КС6-110 (кривые *3*, *4*) от их классификационного напряжения при $U_{обр}=0$ (кривые *1*, *3*) и $U_{обр}=U_{раб}$ (кривые *2*, *4*)

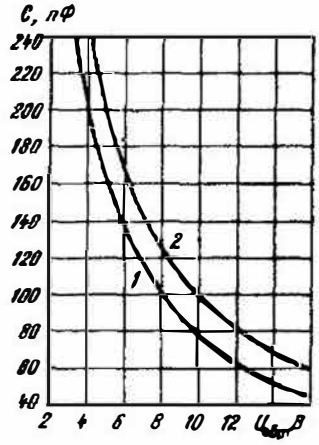


Рис. 3.10. Зависимости емкости полупроводниковых ограничителей напряжения (со встроенным импульсным диодом) от их классификационного напряжения при $U_{обр}=0$ (кривая *1*) и $U_{обр}=U_{раб}$ (кривая *2*)

зависит также от формы импульса (рис. 3.7). Для некоторых типов полупроводниковых ограничителей напряжения наряду с зависимостью на рис. 3.5 или вместо нее приводят зависимость напряжения ограничения от амплитуды тока, проходящего через прибор, при длительности экспоненциального импульса 1 мс (рис. 3.8).

Для применения ограничителей напряжения в цепях переменного тока высокой частоты важным параметром является их емкость. Значение емкости для каждого конкретного типа прибора не приводят, а указывают для всей серии приборов зависимость емкости от классификационного напряжения U_R. Подобная зависимость для ограничителей напряжения при напряжении, равном U_R, и при отсутствии напряжения на электродах прибора приведена на рис. 3.9, а для ограничителей с малой емкостью (со встроенным импульсным диодом) — на рис. 3.10. Тип полупроводникового ограничителя напряжения в каждой серии классифицируют по значению напряжения пробоя U_{BR} или по напряжению U_R.

3.2. Рекомендации по выбору и применению полупроводниковых ограничителей напряжения

Правильность выбора и применения полупроводниковых ограничителей напряжения является одним из важнейших условий, обеспечивающих требуемые технические и эксплуатационные характеристики аппаратуры, ее надежность, а также надежность самих ограничителей при наличии различного рода перегрузок по напряжению в цепях радиоэлектронной аппаратуры. В связи с этим полупроводниковые ограничители напряжения для любого устройства должны удовлетворять следующим требованиям:

технические характеристики и параметры ограничителей напряжения должны быть такими, чтобы при отсутствии переходных процессов не оказывали влияния на характеристики функциональных блоков и устройств, в которых они используются;

уровень напряжения во время действия импульса переходного процесса в точках подключения ограничителей напряжения должен быть как можно ближе к уровню напряжения, действующему до перегрузки;

надежность ограничителей напряжения должна быть выше надежности блоков и устройств, которые нуждаются в защите; быстродействие ограничителей напряжения должно быть максимально возможным, чтобы обеспечить качественную защиту при больших скоростях изменения напряжения переходных процессов;

габариты и масса ограничителей напряжения должны быть меньше габаритов и массы защищаемой аппаратуры;

параметры и характеристики ограничителей напряжения должны соответствовать требованиям по устойчивости к воздействию внешних факторов, предъявляемым к аппаратуре, и иметь срок службы не менее заданного на данную аппаратуру.

При выборе полупроводникового ограничителя напряжения предварительно определяют параметры импульса переходного процесса, т. е. амплитуду напряжения ($U_{\text{п}}$), длительность импульса и его форму; параметры защищаемой цепи: активное сопротивление R_c и (или) индуктивность цепи L_c, значение и характер напряжения, действующего в цепи при отсутствии импульса переходного процесса $U_{\text{огр, и}}$, а также допустимую амплитуду напряжения в цепи в момент воздействия импульса переходного процесса.

Электрические параметры ограничителей напряжения устанавливают в соответствии с указанными выше параметрами исходя из следующих условий:

$$I_{\text{огр, и}} \geqslant I_{\text{проб}},\quad U_{\text{проб}} \geqslant U_{\text{огр, и}},\quad P_{\text{и}} \geqslant U_{\text{огр, и}} \times I_{\text{огр, и}},$$

где $I_{\text{огр, и}}$ — ток ограничения, значение которого рассчитывают по известным параметрам $U_{\text{п}}$, $R_{\text{с}}$ и (или) $L_{\text{с}}$.

Серию ограничителей напряжения выбирают исходя из рассчитанного значения $P_{\text{макс}}$ с учетом длительности импульса $t_{\text{и}}$ переходного процесса и его формы в соответствии с зависимостями $P_{\text{р}} = f(t_{\text{и}})$ (см. рис. 3.5) и $P_{\text{и}} = f(T_{\text{с}})$ (см. рис. 3.6). Тип ограничителя напряжения из выбранной серии определяют исходя из того, что постоянное обратное напряжение $U_{\text{обр}}$ должно быть равно напряжению, действующему в цепи, или несколько превышать его с учетом максимального допуска. Если мощность одного ограничителя напряжения не удовлетворяет заданным требованиям по $P_{\text{макс}}$, их соединяют последовательно.

При двух последовательно соединенных ограничителях напряжения мощность удваивается, при трех — утраивается и т. д. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения. При этом разброс по напряжению пробоя $U_{\text{проб}}$ каждого прибора не должен превышать 5%, что гарантирует равную нагрузку на последовательно соединенных приборах. Если невозможно достичь требуемой мощности при последовательном соединении ограничителей, допускается их параллельное соединение. Для гарантированной загруженности приборов по мощности необходимо точное их согласование по импульсному напряжению ограничения $U_{\text{огр, и}}$. В этом случае оно не должно отличаться более чем на 20 мВ. Допускается также смешанное соединение диодов. Если импульс переходного процесса представляет собой быстро затухающие многократные колебания, то расчет параметров ограничителей напряжения проводят по огибающей этих колебаний.

Для снижения коэффициента ограничения возможно использование более мощных ограничителей напряжения или их последовательное соединение. Например, у двух последовательно соединенных ограничителей напряжения $K_{\text{огр}} = 1{,}2$ вместо 1,3 у одного прибора. При использовании ограничителей напряжения в цепях переменного тока высокой частоты, в которых их емкость влияет на характеристики и параметры защищаемых устройств, необходимо последовательно с ними включать импульсные диоды с малой собственной емкостью. При этом обратное напряжение и прямой ток каждого импульсного диода должны быть больше, чем у используемого ограничителя напряжения.

При монтаже ограничителей напряжения следует учитывать, что напряжение импульса переходного процесса в цепи (рис. 3.11) распределяется согласно выражению

$$U_{\text{п}} = R_{\text{с}} i + L_{\text{с}} di/dt + L_0 di/dt + 2r_{\text{д}} i + U_0. \qquad (3.7)$$

Первые два слагаемых в этом выражении определяют величину падения напряжения на активном и индуктивном сопротивлениях цепи в точках a—a', последние — на индуктивном и активном сопротивлениях ограничителей напряжения в точках $б$—$б'$. Из (3.7) следует, что чем больше значения $I_{\text{с}}$ и $P_{\text{и}}$, тем меньшая доля напряжения будет падать на входе защищае-

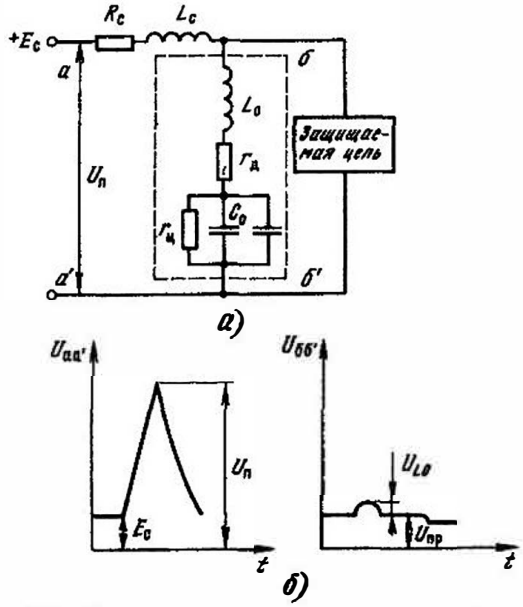


Рис. 3.11. Эквивалентная схема защищаемой цепи и полупроводникового ограничителя напряжения (*а*) и эпюры действующих напряжений (*б*)

мой цепи (в точках *б—б'*). С целью уменьшения всплесков напряжения в цепи защиты необходимо соблюдать условия $L_c > L_0$, $R_c > 2r_д$.

При больших скоростях изменения тока переходного процесса наибольшая эффективность защиты может быть достигнута при условии $L_c > L_0$. Поэтому при монтаже ограничителей напряжения их следует размещать как можно ближе к защищаемой схеме, а пайку выводов диода проводить на минимально возможном расстоянии от корпуса прибора.

Раздел четвертый

Разрядники (газоразрядные)

Разрядники представляют собой самостоятельный класс газоразрядных приборов. Это безнакальные двух- или трехэлектродные приборы, способные под воздействием приложенного напряжения резко изменять свою проводимость и пропускать большие токи. По сравнению с другими приборами аналогичного назначения (полупроводниковыми ограничителями напряжения, варисторами) они имеют ряд преимуществ:

высокий КПД при больших уровнях коммутируемых энергий;

высокие рабочие напряжения и токи коммутации при малых габаритных размерах и массе прибора;

способность работать в широком интервале изменения температуры окружающей среды;

устойчивость к значительным токовым перегрузкам;

простота конструкции и технологии производства.

Однако несмотря на эти преимущества широкое использование разрядников ограничивалось нестабильностью электрических параметров, низкой долговечностью и надежностью. Например, разброс напряжения пробоя первых типов разрядников достигал 50% номинального значения, время запаздывания пробоя несколько десятков микросекунд, долговечность 5... ...10 пробоев.

За последние годы благодаря достигнутым успехам в области физики газового разряда, усовершенствования конструкции и использования новых материалов созданы долговечные и надежные разрядники, отвечающие современным требованиям. Стабильность напряжения пробоя современных разрядников, используемых в качестве элементов защиты, достигает 15%. Разработанные за последние годы мощные защитные неуправляемые разрядники имеют время запаздывания пробоя 0,15... 1,3 мкс при скорости нарастания напряжения 1... 25 кВ/мкс. Γ и снижении скорости нарастания напряжения это время увеличивается. На рис. 4.1 приведена типичная зависимость времени запаздывания пробоя от крутизны нарастания напряжения для разрядника Р-59.

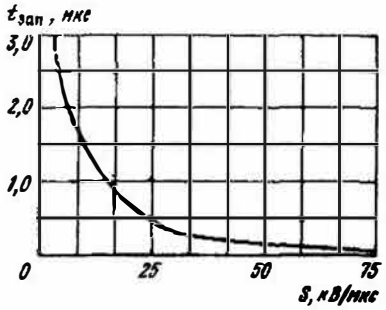


Рис. 4.1. Зависимость времени запаздывания пробоя от крутизны нарастания напряжения для разрядника Р-59

4.1. Принцип работы разрядников

В зависимости от назначения, условий работы и конструкции разрядника в нем могут использоваться свойства импульсного искрового разряда, дугового разряда и реже тлеющего разряда. Наиболее широко применяется искровой разряд, характеризующийся низким падением напряжения в разрядном промежутке и большими токами. В низковольтных разрядниках (до 500 В), предназначенных для коммутации токов в несколько ампер, при приложении напряжения свыше напряжения пробоя возникает сначала тлеющий разряд, который при дальнейшем повышении напряжения быстро переходит в дуговой.

В высоковольтных разрядниках, предназначенных для коммутации токов в несколько сотен ампер, возникает импульсный искровой разряд. Искровой разряд возникает при большой разнице потенциалов па электродах и при больших давлениях газа в баллоне разрядника. До возникновения искрового разряда потенциал зажигания высок, однако после пробоя межэлектродного промежутка напряжение на нем падает. В искровом канале возникают высокие температуры (более 10 000 К) и большие токи, достигающие тысяч ампер. Если мощность источника питания и время прохождения тока недостаточны для возникновения и поддержания стационарного дугового разряда, то искра является конечной стадией развития разряда при переходе из несамостоятельного в самостоятельный.

Если на электроды двухэлектродного неуправляемого разрядника подать напряжение, достаточное для его пробоя, т. е. создать в межэлектродном промежутке такую напряженность электрического поля, которая обеспечит условие перехода разряда из несамостоятельной формы в самостоятельную, разрядник пробьется. Сопротивление межэлектродного промежутка при этом изменится практически до десятых или сотых долей ома. В момент пробоя напряжение на нем резко падает, а через разрядник протекает ток короткого замыкания, величина и форма которого зависят от величины и характера нагрузки. Ток в межэлектродном промежутке будет проходить через высокоионизированный канал разряда до тех пор, пока энергия, поступающая от источника питания в канал разряда в единицу времени, не станет меньше мощности потерь разряда. Как только это происходит, разряд прекращается. Наступает деионизация межэлектродного промежутка, и разрядник возвращается в первоначальное состояние.

Разрядник представляет собой систему из двух или трех электродов, помещенных в оболочку (баллон), которая заполняется либо чистым инертным газом, либо смесями инертных газов, либо водородом, кислородом в смеси с водяными парами, углекислым газом. Конструктивное оформление может быть стеклянным, металлостеклянным или металлокерамическим. Выбор конструктивного оформления зависит от давления газа в приборе и режимов его эксплуатации.

Давление газа в искровом разряднике составляет

от нескольких десятков до нескольких тысяч мм рт. ст. В разряднике наиболее часто используются активированные электроды: оксидированный или торированный вольфрам; никель, покрытый калием или барием; сплавы вольфрама, никеля и окиси бария (ВНВ-3). Применяются также чистые металлы: вольфрам, нержавеющая сталь, молибден, алюминий.

4.2. Основные параметры и характеристики разрядников

Основными электрическими параметрами и характеристиками разрядников являются: статическое и динамическое напряжение пробоя, электрическая прочность, время запаздывания возникновения разряда, потенциал погасания разряда, диапазон рабочих напряжений.

Статическое напряжение пробоя. Из теории газового разряда известно [10], что пробой межэлектродного промежутка подчиняется закону Пашена. Согласно этому закону напряжение пробоя зависит от произведения давления газа на расстояние между электродами: $U_{пр}=f(p, d)$. Кривые Пашена имеют две ветви — правую и левую. Правая ветвь относится к области высоких давлений, левая — к области низких В большинстве случаев разрядники наполняются газом до высоких давлений, поэтому уровни напряжений пробоя разрядников соответствуют правой ветви кривой Пашена. Напряжение пробоя межэлектродного промежутка, соответствующее кривой Пашена, называется статическим напряжением пробоя.

При постоянном произведении давления газа на расстояние между электродами (pd) напряжение пробоя зависит от коэффициентов α и γ (α — коэффициент объемной ионизации — первый коэффициент Таунсенда; γ — коэффициент поверхностной ионизации) и предварительной ионизации. Пробой наступает, если выполняется условие перехода разряда из несамостоятельного в самостоятельный [11]:

$$\gamma=\frac{j_0\left(e^{\alpha d}\right)}{1-\gamma\left(e^{\alpha d}-1\right)}, \qquad (4.1)$$

где j_0 — плотность начального тока ионизации.

Ионизация в газе, вторичная электронная эмиссия с катода и начальный (предразрядный) ток являются случайными величинами, поэтому существует вероятность наступления пробоя разрядного промежутка при напряжениях, отличающихся от статического напряжения пробоя. Статическое напряжение пробоя всегда имеет разброс, а кривые Пашена строятся по усредненным значениям напряжения пробоя.

Для разрядников помимо среднего статического напряжения пробоя существенную роль играет значение напряжения первого пробоя. Многочисленные эксперименты показывают [11], что статистическая функция распределения напряжений первого пробоя подчиняется закону нормального распределения случайных величин с плотностью вероятности вида

$$f(K_1)=\frac{1}{G\sqrt{2\pi}}\exp\left[\frac{(K_1-K_{ср})^2}{2G^2}\right], \qquad (4.2)$$

где $K_1=\frac{U_{1пр}-U_{ст}}{U_{ст}}\cdot 100\ \%$ — коэффициент первого пробоя; $U_{ст}$ — среднее статическое напряжение пробоя; $U_{1пр}$ — напряжение первого пробоя; $K_{ср}=\sum_1^n K_1 p_1$ — средний статистический коэффициент первого пробоя; $G=\pm\sqrt{\sum_1^n (K_1-K_{ср})^2 p_1}$ — среднеквадратическое отклонение коэффициента первого пробоя; p_1 — вероятность появления первого пробоя.

Известно [12], что для увеличения стабильности напряжения первого пробоя необходимо в межэлектродном промежутке создать предварительную ионизацию. Источником предварительной ионизации может быть как вспомогательный разряд, так и радиоактивный изотоп, находящийся в твердом, жидком или газоразрядном состояниях. Если в межэлектродный промежуток ввести дозу радиоактивного изотопа Ni^{63} с активностью $185\cdot 10^1$ c^{-1} (50 мкКи), то среднее квадратическое отклонение (G) уменьшится в 2 раза. Это относится к любому газовому наполнению.

Электрическая прочность. Этот параметр применим к управляемым разрядникам. Он характеризует надежность работы приборов при напряжениях, близких к верхней границе диапазона рабочих напряжений. При правильном выборе величины электрической прочности полностью исключаются самопроизвольные пробои разрядника на верхней границе диапазона рабочих напряжений без подачи управляющего импульса на поджигающий электрод.

Динамическое напряжение пробоя и время запаздывания. При эксплуатации разрядников наибольшее значение приобретает не статическое напряжение пробоя, а динамическое, которое зависит как от условий эксплуатации и схемы включения, так и от конструкции разрядника. Динамическое напряжение пробоя определяется из выражения

$$U_{дин}=U_{ст}+t_з\left(\frac{dU}{dt}\right), \qquad (4.3)$$

где $t_з$ — время запаздывания возникновения разрядника; $\frac{dU}{dt}$ — скорость нарастания напряжения на разряднике.

Из (4.3) следует, что динамическое напряжение пробоя всегда больше статического на величину $t_з\left(\frac{dU}{dt}\right)$. Если скорость нарастания напряжения на разряднике в каждом конкретном случае определяется параметрами схемы, в которой применяется разрядник, то время запаздывания возникновения разряда зависит от условий эксплуатации и конструкции самого разрядника.

Время запаздывания возникновения разряда, как известно [12], складывается из двух компонентов:

статического времени запаздывания возникновения разряда $t_з$, т. е. интервала времени между моментом приложения напряжения к межэлектродному промежутку и моментом появления в нем первого инициирующего электрона, способного привести к пробою;

времени формирования разряда $t_ф$ — времени между появлением инициирующего электрона и пробоем промежутка. В разрядниках время запаздывания значительно больше времени формирования разряда. Время формирования определяется механизмом перехода разряда в самостоятельную форму.

Время запаздывания возникновения разряда зависит от скорости образования свободных электронов в межэлектродном промежутке, т. е. от интенсивности внешних ионизаторов. Так как образование заряженной частицы в межэлектродном промежутке под действием внешнего ионизатора носит случайный характер, то и длительность времени запаздывания — величина случайная, характеризующаяся не только своим средним значением, но и определенным законом распределения. Интегральный закон распределения времени запаздывания записывается в виде [13]

$$F(t)=1-e^{-t/t_з}. \qquad (4.4)$$

Параметр распределения $t_з$ представляет собой не что иное, как среднее значение времени запаздывания

$$t_з = 1/p_0 V, \qquad (4.5)$$

где V — скорость образования свободных электронов в межэлектродном промежутке под действием какого-либо ионизатора; p_0 — вероятность того, что каждый из этих электронов может привести к пробою на единицу пути.

Из уравнения (4.4) можно определить дисперсию времени запаздывания

$$D = \int_0^\infty (t - t_з)^2 \frac{dF}{dt}\, dt = \frac{t_з^2}{2} \qquad (4.6)$$

и максимальное время запаздывания. Вероятность появления пробоя с временем запаздывания в 5 раз больше среднего составляет 0,7%, в 7 раз больше среднего — 0,1%, в 10 раз больше среднего — 0,05%.

Поскольку время запаздывания входит в выражение (4.3), определяющее динамическое напряжение пробоя, то в реальных условиях динамическое напряжение пробоя также будет иметь разброс, обусловленный только временем запаздывания. Для получения стабильной работы разрядника по напряжению пробоя необходимо иметь как можно меньшее время запаздывания пробоя.

Для получения минимального времени запаздывания в разряднике существует несколько способов [13]. Один из них — облучение межэлектродного промежутка ультрафиолетовым излучением или светом от близко расположенной вспомогательной искры.

Другим способом увеличения начальной концентрации электронов в межэлектродном промежутке является введение в промежуток радиоактивного изотопа. По сравнению с ультрафиолетовым светом радиоактивный изотоп более эффективен. В промышленности чаще всего используется β-излучение изотопа Ni^{63}, период полураспада которого достаточно большой, что обеспечивает стабильную работу разрядника в течение 10 ... 15 лет.

На величину времени запаздывания оказывают влияние также перегрузки по напряжению. На рис. 4.2 показана зависимость времени запаздывания от значения коэффициента перегрузки по напряжению в межэлектродном промежутке. С увеличением коэффициента перегрузки время запаздывания уменьшается. Зависимость времени запаздывания от значения коэффициента перегрузки по напряжению выражается простой степенной функцией [13]

$$t_{зап} = t_з/(K-1)^n. \qquad (4.7)$$

Из рис. 4.2 видно, что при $n=3$ формула (4.7) достаточно точна и может быть принята в качестве эмпирической при $K=1{,}1 \ldots 3$ для всех инертных газов и водорода. Для молекулярных газов (кислорода, воздуха, азота, окиси углерода) формула (4.7) справедлива при $K=1{,}5 \ldots 4$.

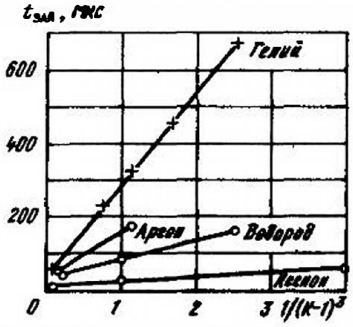


Рис. 4.2. Зависимости времени запаздывания от значения коэффициента перегрузки по напряжению в инертных газах и водороде

Потенциал погасания разряда является одним из основных параметров разрядников, используемых для защиты аппаратуры с дистанционным питанием. Он должен быть высоким. Если рассматривать разряд конденсатора через газовый промежуток, то потенциал погасания искрового разряда определяется из соотношений баланса мощностей в сформировавшемся разряде.

Уравнение баланса мощностей для искрового разряда [13] записывается в следующем виде:

$$P = P_1 + P_2 + \frac{dW}{dt}, \qquad (4.8)$$

где P — мощность, подводимая к межэлектродному промежутку; P_1 — потери мощности на излучение; P_2 — потери мощности за счет теплопроводности; $\frac{dW}{dt}$ — скорость изменений внутренней энергии искрового канала. Если продолжительность искры больше 10^{-6} с, то внутренняя энергия в нем не меняется, т. е. $\frac{dW}{dt} = 0$, доля потерь мощности на излучение незначительна, тогда $P_1 = P_2$ или

$$IU = P_2. \qquad (4.9)$$

Значение напряженности $E_п$, при которой гаснет разряд, умноженное на длину искрового промежутка d, характеризует значение потенциала погасания разряда $U_п$:

$$U_п = E_п d. \qquad (4.10)$$

Диапазон рабочих напряжений. Эта характеристика относится только к управляемым трехэлектродным разрядникам, которые имеют поджигающий электрод. Под диапазоном рабочих напряжений разрядника понимается такой диапазон напряжений между анодом и катодом, в пределах которого разрядник пробивается только при подаче напряжения управляющего импульса. Существуют верхняя и нижняя границы диапазона рабочих напряжений. За верхнюю границу диапазона принимается максимальное рабочее напряжение между анодом и катодом, при котором не возникают самопроизвольные пробои разрядника при отсутствии напряжения управляющего импульса. Нижняя граница диапазона определяется минимальным рабочим напряжением, при котором разрядник надежно пробивается без пропусков под воздействием напряжения управляющего импульса. При снижении напряжения между анодом и катодом ниже минимального рабочего напряжения в разряднике начинают появляться пропуски зажигания, а затем он прекращает пробиваться.

Помимо указанных параметров разрядники характеризуются рядом параметров, определяющих их пригодность для работы в той или иной аппаратуре. К ним относятся: коммутируемая энергия в импульсе, допустимая амплитуда и длительность импульса тока, параметры напряжения управляющего импульса (амплитуда напряжения и тока, длительность импульса, его форма). В дальнейшем эти параметры будут рассмотрены конкретно для каждого типа разрядника.

4.3. Рекомендации по конструированию аппаратуры с применением разрядников

При конструировании аппаратуры с использованием разрядников необходимо в первую очередь выбрать тип разрядника. Выбор разрядника для электрон радиотехнической аппаратуры необходимо проводить

исходя из условий работы и особенностей каждой конкретной схемы.

Разрядники должны выбираться с учетом следующих параметров: допустимой коммутируемой энергии; максимально допустимой амплитуды и длительности импульса тока; собственной индуктивности; сопротивления изоляции; межэлектродной емкости; термостойкости; устойчивости к воздействию механических и климатических нагрузок; долговечности.

При выборе неуправляемого разрядника кроме перечисленных требований необходимо учитывать напряжение пробоя и его максимально возможный разброс в течение всего срока службы при механических и климатических воздействиях. При выборе управляемого разрядника необходимо также учитывать диапазон рабочих напряжений, время запаздывания пробоя основного промежутка относительно напряжения управляющего импульса, разброс времени запаздывания и параметры напряжения управляющего импульса. Если требования на аппаратуру по механическим и климатическим перегрузкам более жесткие, чем это допустимо для разрядника, то необходимо использовать амортизацию, герметизацию, термостабилизацию и другие меры, чтобы привести условия эксплуатации разрядника в соответствие с допустимыми по частным техническим условиям.

При конструировании аппаратуры необходимо знать изменение электрических параметров разрядников в течение срока службы (например, изменение напряжения пробоя, сопротивления изоляции и т. п.). Следует также учитывать, что на долговечность разрядника влияет энергия, выделяемая в разряднике, поэтому частота повторения и энергия в импульсе должны выбираться такими, чтобы средняя мощность, коммутируемая разрядником, не превышала допустимого значения.

Если по условиям работы необходима большая стабильность срабатывания разрядника по времени, то рекомендуется использовать управляемый разрядник. При этом следует иметь в виду, что он может работать при любом напряжении, лежащем внутри диапазона рабочих напряжений. В управляемом разряднике с увеличением рабочего напряжения время запаздывания зажигания основного разряда относительно вспомогательного уменьшается. Поэтому если важна точность синхронизации при работе разрядника, необходимо выбирать разрядник, рабочее напряжение которого находится ближе к верхней границе диапазона напряжений. Обычно поджигающий электрод расположен в промежутке между анодом и катодом, поэтому в схеме должен быть предусмотрен делитель напряжения, выравнивающий поле в промежутке анод—катод.

В зависимости от назначения радиоэлектронной аппаратуры выбор типа разрядника может определяться не всеми перечисленными выше параметрами, а лишь некоторыми, наиболее важными. В устройствах, где разрядник предназначен для защиты аппаратуры от опасных перегрузок по напряжению, должно быть предусмотрено ограничение разрядного тока до значения, не превышающего максимально допустимого для выбранного типа разрядника. В управляемых разрядниках из-за перераспределения плотности газа с увеличением средней коммутируемой мощности снижается верхняя граница рабочего диапазона напряжений. В разрядниках с активными электродами, имеющими малую работу выхода и наполненными инертными газами, увеличение температуры окружающей среды свыше 200° С может привести к уменьшению напряжения пробоя до 20...25%, вызванному появлением очень малых токов термоэмиссии с поверхности электродов. Скорость распыления материала электродов возрастает при увеличении мощности, выделяющейся в разряде. Поэтому всякое изменение режима работы, приводящее к увеличению потерь мощности в разряднике, будет уменьшать его долговечность. Для разрядников, наполненных инертными газами или водородом при давлении от нескольких десятков до 10^5 Па, можно считать, что скорость распыления материала электродов прямо пропорциональна произведению $ACU^{3/4}$, где C — емкость накопительного конденсатора; U — напряжение пробоя разрядника; A — коэффициент пропорциональности. С помощью этого соотношения можно рассчитать долговечность разрядника в различных режимах работы, считая ее обратно пропорциональной скорости распыления.

В разрядниках, наполненных легко вымораживающимися газами (например, окисью углерода, парами воды и ртути), большие отрицательные температуры окружающего воздуха приводят к заметному изменению напряжения пробоя.

Конструкция крепления разрядника в аппаратуре должна обеспечивать хороший отвод теплоты от оболочки прибора.

Все эти рекомендации необходимо учитывать при конструировании аппаратуры с использованием разрядников.

4.4. Основные виды отказов и меры их предупреждения

Отказы разрядников в эксплуатации могут быть вызваны скрытыми дефектами производства, нарушением правил эксплуатации приборов и аппаратуры, старением, проявляющимся в изменении давления газа, наполняющего разрядники, и в распылении электродов. Характерные признаки наиболее часто встречающихся в эксплуатации видов отказов:

увеличение напряжения пробоя из-за жестчения газа, нарушения герметичности, распыления электродов;

увеличение потерь мощности в разряднике вследствие распыления электродов;

появление нитевидного свечения вещества и перехода разряда в режим непрерывного горения из-за распыления электродов и жестчения газа;

нарушение электрической прочности управляемых высоковольтных разрядников вследствие натекания, деформации электродов, а также распыления электродов в результате их длительной работы,

самопроизвольные пробои или ложные пропуски срабатывания разрядниками из-за распыления электродов и жестчения газа,

уменьшение амплитуды тока анода в результате интенсивного распыления электродов;

образование трещин на поверхности баллона, приводящих к изменению плотности и состава наполняющего газа, при высокой температуре баллона или при наличии остаточных напряжений в нем;

обрыв электродов, возникающий при эксплуатации приборов при воздействии вибрации и ударов;

нарушение контакта при эксплуатации приборов при воздействии климатических факторов.

Наиболее характерными дефектами разрядников при хранении являются нарушения герметичности приборов, главным образом по спаю металла со стеклом, в результате возможного возникновения микротрещин в спаях или на поверхности баллона.

Мерами по предупреждению и снижению интенсивности отказов разрядников при конструировании аппаратуры являются:

выбор типа разрядника, отвечающего по электрическим параметрам, устойчивости к механическим и климатическим воздействиям техническим требованиям на аппаратуру;

обеспечение в эксплуатационных режимах 25... ...30%-ных запасов по амплитуде тока анода, длительности импульса тока анода по сравнению с их предельно допустимыми значениями, указанными в ЧТУ;

введение в схемы, где используются разрядники,

встроенных измерительных приборов и контрольных гнезд для проверки электрических режимов приборов;

закрепление разрядников в аппаратуре, исключающее возможность возникновения механических резонансов,

амортизация блоков аппаратуры;

обеспечение нормальной температуры среды, окружающей разрядник (в соответствии с требованиями ЧТУ).

Для обеспечения надежной работы разрядников необходимы регулярный контроль режима работы приборов и содержание в чистоте выводов приборов, его баллона и элементов аппаратуры, находящихся под высоким напряжением.

Раздел пятый

Биполярные тетроды (дефензоры)

5.1. Принцип работы

Дефензор представляет собой кремниевый четырехэлектродный прибор, обладающий семейством N-образных вольт-амперных характеристик. Прибор имеет два устойчивых электрических состояния: открытое и закрытое. Силовые электроды прибора — анод и катод, управляющие электроды — электрод запуска и электрод удержания. Переключение прибора в открытое состояние осуществляется при помощи импульсной команды, подаваемой на электрод запуска. Сохранение устойчивого открытого состояния обеспечивается током электрода удержания. Переключение в закрытое состояние осуществляется уменьшением тока электрода удержания. Вершины N-образных вольт-амперных характеристик прибора называются точками выключения. Значение тока в точке выключения $I_{выкл}$ связано с током электрода удержания $I_у$ через коэффициент усиления $B_{ст}$:

$$I_{выкл} = B_{ст} I_у. \qquad (5.1)$$

Увеличение тока анода до значения тока выключения при заданном токе электрода удержания приводит к явлению автоматического выключения тока анода и одновременно тока электрода удержания.

Дефензор выполняет следующие функции: включается импульсной командой по электроду запуска, выключается импульсной командой по электроду удержания, автоматически выключается при достижении равенства (5.1) и может быть настроен на заданный ток выключения $I_{выкл}$ путем выбора соответствующего значения тока электрода удержания $I_у$.

Дефензор в соответствии с типом своей силовой части является прибором структуры n-p-n с напряжением питания положительной полярности.

5.2. Структура и эквивалентная схема дефензора

Схематический разрез структуры дефензора показан на рис. 5.1. Исходной при изготовлении дефензора служит n-n^+-эпитаксиальная структура с n-слоем толщиной 18...25 мкм с удельным сопротивлением 4...

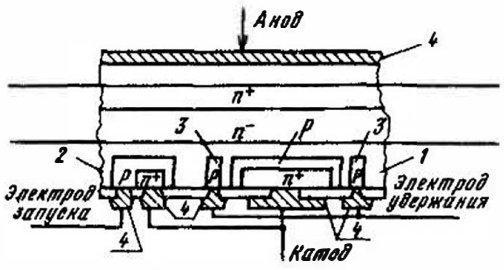


Рис. 5.1. Структура дефензора:

1 — силовая часть структуры; *2* — запускающая часть структуры; *3* — инжектор; *4* — металлизация

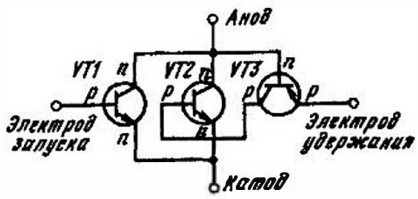


Рис. 5.2. Эквивалентная схема дефензора:

VT1 — n-p-n транзистор запуска; *VT2* — n-p-n транзистор силовой структуры; *VT3* — p-и p симметричный транзистор

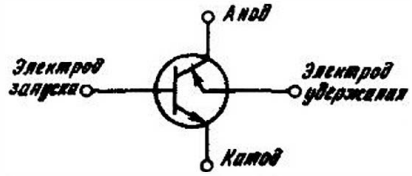


Рис. 5.3. Условное обозначение дефензора с n-p-n структурой силовой части

...6 Ом·см и низкоомной подложкой (n^+-типа) с удельным сопротивлением 0,01 Ом·см. Силовая часть структуры представляет собой n-p-n транзистор. Дополнительная p-область, окаймляющая базу n-p-n структуры, образует с ним управляющую p-n-p-n структуру, p-эмиттер которой образует область электрода удержания.

Дополнительные структуры n-p-n транзисторов образуют структуру, вход базы которой используется для пуска прибора. Эквивалентная схема структуры может быть изображена в виде группы связанных транзисторных структур (рис. 5.2). Условное графическое обозначение дефензора приведено на рис. 5.3.

5.3. Входные и выходные вольт-амперные характеристики дефензора. Основная схема включения

Для включения дефензора необходимо включить нагрузку в цепь анодного электрода, а управляющий источник подключить к электроду удержания через токоограничивающую цепь (рис. 5.4). Напряжение основного (анодного) источника $E_а$ выбирается значительно бо́льшим напряжения управляющего источника напряжения $E_у$.

В исходном состоянии при $E_а > E_у$ структура находится в закрытом состоянии. При подаче на электрод запуска *3* импульса тока часть структуры n-p-n включается, напряжение на n^+-аноде уменьшается за счет падения напряжения на нагрузке $R_н$ и p-n управляющий переход открывается. Инжектируемые p-управляющей областью дырки пролетают n-базу p-n-p составляющего транзистора и достигают базовой области

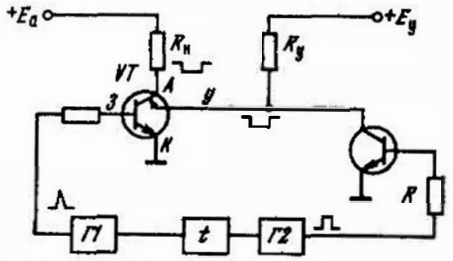


Рис. 5.4. Основная схема включения дефензора с *n-p-n* структурой силовой части:
Г1, Г2 — генераторы импульсов; *t* — схема задержки

n-p-n структуры. Возникающий при этом ток может обеспечить устойчивое включенное состояние при определенных соотношениях между током анодного и управляющего электродов. Такое соотношение известно из анализа тиристорных *p-n-p-n* структур и в применяемых здесь обозначениях имеет следующий вид:

$$I_a = I_y \frac{1-\alpha_n-\alpha_p}{1-\alpha_n} - \frac{I_{K0}}{1-\alpha_n}, \qquad (5.2)$$

где I_a — ток анода (ток *n*-базы *p-n-p-n* структуры); I_y — ток электрода удержания (ток *p*-эмиттера *p-n-p-n* структуры); I_{K0} — ток утечки коллекторного перехода; α_p — коэффициент передачи тока в *p-n-p* структуре; α_n — коэффициент передачи тока в *n-p-n* структуре; α_n и α_p близки к единице.

При нарушении условия (5.2) независимо от того, чем оно вызвано (увеличением тока анода I_a, уменьшением тока I_y, уменьшением значений коэффициентов передачи тока), *n-p-n* структура прибора начнет выходить из насыщенного состояния и напряжение на аноде прибора увеличится. Это вызовет уменьшение тока электрода удержания, так как

$$I_y = \frac{E_y - U_y}{R_y}, \qquad (5.3)$$

где U_y — напряжение на электроде удержания, равное напряжению на аноде структуры U_a плюс падение напряжения на *p-n* переходе.

При выходе *n-p-n* структуры из насыщения возникает обратная связь, обусловленная уменьшением тока электрода удержания. Действие этой обратной связи вызывает регенеративный процесс уменьшения тока анода и тока электрода удержания, который заканчивается выключением всей структуры и блокированием *p-n* управляющего перехода разностью потенциалов $E_a - E_y$. Прибор переходит в устойчивое закрытое состояние.

Когда структура прибора переходит в закрытое состояние, импульсное воздействие на ток электрода удержания можно отнести к принудительному управлению по электроду удержания; выключение прибора при увеличении тока анода (анодное выключение) называется автоматическим выключением. Этот термин подчеркивает автоматичность его предохранительных свойств при неуправляемом росте тока анода в схемах. Автоматическое отключение прибора при заданных электрических режимах, которое может наступить при уменьшении коэффициентов передачи в результате внешних воздействий, можно рассматривать как нежелательное явление, обусловленное физическими особенностями полупроводниковых приборов, или как явление, которое в определенных схемах может быть использовано целенаправленно для решения ряда функциональных задач.

В соответствии с описанным механизмом включения прибора, а также известными из теории *p-n-p-n* структур свойствами можно графически представить ВАХ прибора как семейство N-образных анодных характеристик (или характеристик по *n*-базе *p-n-p-n* структур) и как семейство характеристик по электроду удержания (или характеристик по *p*-эмиттеру *p-n-p-n* структур). Последние имеют вид S-образных тиристорных ВАХ. В отличие от тиристорных ВАХ характеристики дефензоров являются обращенными: N-образная ВАХ является выходной, S-образная — входной. Входная и выходная ВАХ дефензора показаны на рис. 5.5 и 5.6.

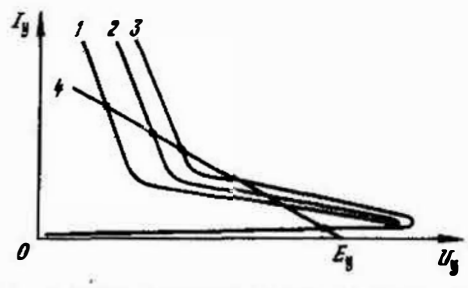


Рис. 5.5. Входные вольт-амперные характеристики дефензора структуры *n-p-n* (*1—3*) (ВАХ анодной цепи) и нагрузочная характеристика (*4*)

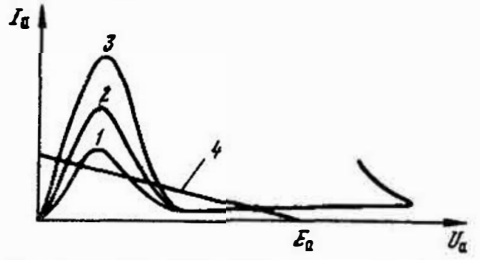


Рис. 5.6. Выходные вольт-амперные характеристики дефензора структуры *n-p-n* (*1—3*) (ВАХ анодной цепи) и нагрузочная характеристика (*4*)

Приведенные выше электрические процессы выключения прибора могут быть описаны с применением замещения *p-n-p-n* структуры эквивалентной схемой из двух транзисторов *n-p-n* и *p-n-p* (см. рис. 5.2, транзисторы *VT1, VT2*). Процесс автоматического выключения легко объясняется тем, что при выходе из насыщения транзистора *VT1* его коллекторное напряжение запирает *p-n-p* транзистор *VT3*, который, в свою очередь, способствует выходу из насыщения транзистора *VT2* и ведет к регенеративному выключению прибора. Ветви входных и выходных ВАХ дефензора взаимно связаны. Семейство входных ВАХ управляется током анода прибора (характеристики *1, 2, 3* на рис. 5.5 соответствует увеличению тока анода). Семейство выходных ВАХ (см. рис. 5.6) управляются током электрода удержания (характеристики *1, 2, 3* соответствуют увеличению тока электрода удержания). Рабочим точкам в открытом состоянии на рис. 5.6 соответствуют рабочие токи открытого состояния на рис. 5.5. Аналогично рабочей точке запертого состояния на рис. 5.6 соответствует рабочая точка на рис. 5.5.

5.4. Функционирование дефензора в импульсном режиме и в режиме ждущего автоматического предохранителя

Схема включения дефензора в цепи источников питания и подсоединение прибора к импульсным управляющим источникам показана на рис. 5.7, диаграммы напряжений на электродах прибора приведены на рис. 5.8.

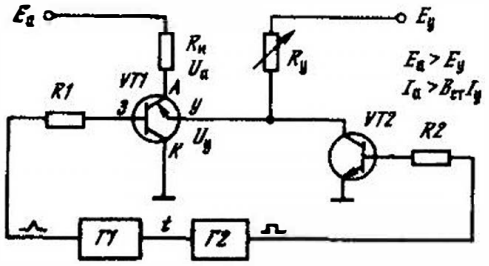


Рис. 5.7. Схема включения дефензора для формирования в нагрузке прямоугольных импульсов длительностью t:

Г1 — генератор запускающего импульса; *Г2* — генератор выключающегося импульса, задержанный относительно запускающего импульса на время t. *VT2* — вспомогательный транзистор для импульсного уменьшения тока электрода удержания

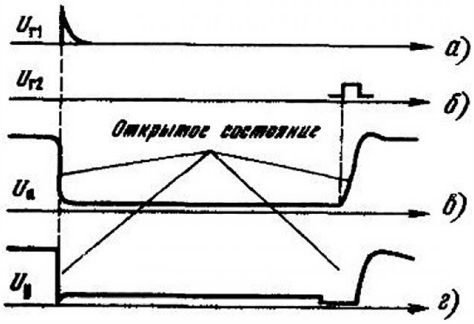


Рис. 5.8. Диаграмма напряжений в схеме:

а — запускающий импульс; *б* — выключающий импульс, *в* — напряжение анода прибора; *г* — напряжение электрода удержания прибора

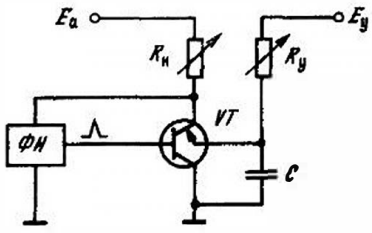


Рис. 5.9. Схема включения дефензора в ждущем предохранителе: ФИ — формирователь импульса (вырабатывает однократный короткий импульс для включения прибора). После выключения прибора ФИ с заданной задержкой вновь формирует импульс запуска

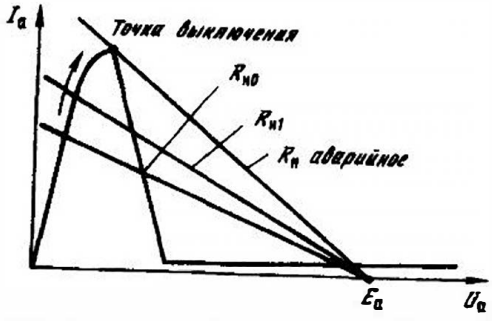


Рис. 5.10. Изменение $R_н$, движение рабочей точки к точке выключения

Схема включения дефензора в режиме ждущего автоматического предохранителя приведена на рис. 5.9. При плавном изменении сопротивления нагрузки $R_н$ на рис. 5.10 показано приближение рабочей точки к точке выключения на вольт-амперной характеристике (входной N-образной ВАХ).

5.5. Параметры дефензоров

На рис. 5.11 показаны основные параметры, которые определяются по анодной вольт-амперной характеристике.

Коэффициент усиления прибора по электроду удержания определяется отношением тока анода в точке выключения к току электрода удержания в точке выключения: $I_{выкл}/I_{у,выкл}$ (рис. 5.12).

В нормативно-технической документации оговаривается значение $I_{у,выкл}$ при заданном значении тока анода $I_а = I_{выкл}$.

Ниже перечислены основные параметры дефензора.

Граничное напряжение — напряжение, при котором допускается работа дефензора. Измеряется импульсным методом.

Ток утечки анода $I_{ут}$ — ток в закрытом состоянии прибора.

Остаточное напряжение анода $U_{ост}$ — напряжение в открытом состоянии прибора.

Время включения $t_{вкл}$ — сумма времени задержки и времени нарастания тока до максимально допустимого значения $0{,}9\,I_а$ при подаче на электрод запуска импульсной команды.

Время выключения $t_{выкл}$ — сумма времени рассасывания и спада.

Ток запуска $I_{зап}$ — значение тока, гарантирующее включение прибора при активной нагрузке, подаваемое на электрод запуска.

Время автоматического выключения $t_{а,выкл}$ — время переключения прибора из точки выключения в закрытое состояние, т. е. время выключения без фазы времени рассасывания.

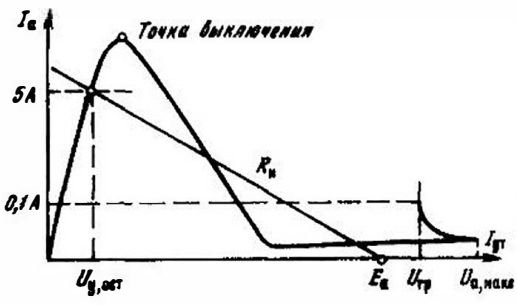


Рис. 5.11. Графическое изображение остаточного напряжения $U_{у,ост}$, граничного напряжения $U_{гр}$, максимально допустимого постоянного напряжения $U_{а,макс}$, тока утечки $I_{ут}$

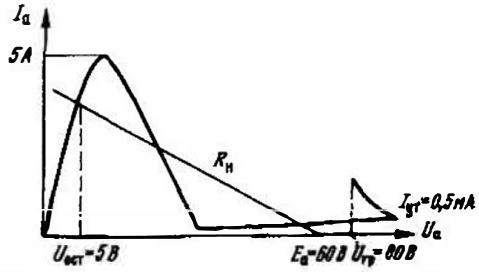


Рис. 5.12. Вольт-амперная характеристика дефензора типа 2Б201 (А—В)

5.6. Области применения дефензоров

Дефензоры предназначены для применения в различных импульсных и коммутирующих устройствах в качестве быстродействующих запоминающих электронных реле или ключей, а также для защиты электрических цепей при токовых нагрузках. Они могут использоваться:

в выходных каскадах источников вторичного электропитания (преобразователях, ключевых стабилизаторах, автоматах токовой защиты, электронных схемах пускателей и др.);

в мощных устройствах автоматики (автогенераторах и формирователях импульса, электронных реле, мощных триггерах и регистрах);

в устройствах электропривода (пуск, выключение, реверс, регулирование мощности, защита от токовых перегрузок);

в фазовращателях (управление нагрузками);

в схемах управления тиристорами;

в схемах резервирования, защиты транзисторов.

Особое значение может иметь комплексное применение дефензоров с полупроводниковыми ограничительными диодами и тиристорами для решения задач защиты аппаратуры от импульсных воздействий.

Применение дефензоров при конструировании аппаратуры позволяет повышать степень защищенности аппаратуры, ее надежность в экстремальных условиях, вероятность безаварийной работы, безопасность в аварийных ситуациях, улучшать массогабаритные показатели и технико-экономические характеристики за счет совмещения в приборах функций мощного электронного ключа, запоминающего реле и электронного реле защиты от токовых перегрузок.

Первый дефензор структуры *n-p-n* был разработан на напряжение анода 20, 40, 80 В и ток анода 5 А. В ближайшие годы предполагается создание дефензоров аналогичной структуры на рабочие напряжения 100... ...200 В, ток анода до 10 А и напряжения 400... ...800 В, ток анода до 5 А. Проводятся исследования с целью создания дефензоров структуры *p-n-p*.

Раздел шестой
Варисторы (нелинейные резисторы)

Варисторами называют резисторы объемного типа с резко нелинейными ВАХ. Их сопротивление уменьшается при увеличении приложенного напряжения. Характеристики варисторов симметричны при напряжениях и токах различных направлений, вследствие чего варисторы работоспособны в цепях как постоянного, так и переменного и импульсного токов.

Наибольшее распространение получили варисторы с симметричной ВАХ относительно начала координат. Варисторы с несимметричной ВАХ специально не изготовляются, так как могут быть заменены полупроводниковыми диодами, имеющими, как правило, несимметричные характеристики.

Вначале в нашей стране и за рубежом варисторы изготовлялись исключительно на основе карбида кремния. Попытки использовать для производства варисторов другие полупроводниковые материалы привели к созданию за последние годы варисторов на основе оксидных полупроводниковых материалов.

Широкое применение полупроводниковые варисторы нашли в электротехнике, где они использовались в вентильных разрядниках для защиты высоковольтных линий электропередачи и высоковольтного оборудования от перегрузок по напряжению при грозовых разрядах. В последнее время круг задач существенно расширился. Малая стоимость и технологичность обеспечивают массовое применение варисторов в технике и позволяют им успешно конкурировать с другими приборами, выполняющими аналогичные функции.

6.1. Особенности конструктивного исполнения и технологии изготовления варисторов

Отечественные варисторы условно разделяются на три основные группы: низковольтные варисторы малой мощности (до 5 Вт), низковольтные мощные варисторы (свыше 5 Вт), высоковольтные варисторы (свыше 1000 В). Конструктивно варисторы выполняются в виде дисков, шайб, стержней, а также пленок на изоляционном основании.

Варисторы типов СН1, выполненные на карбидокремниевой основе, обладают заметной температурной зависимостью параметров. С повышением температуры проводимость рабочего элемента варистора увеличивается, с понижением — уменьшается, т. е. варисторы обладают отрицательны TKR. Наиболее часто темпе- ратурную зависимость рактеризуют температурным коэффициентом тока КТ значения которого лежат в пределах 0,3... 0,6%/° Изготавливают варисторы этих типов из карбида ремния с добавкой связую- щих керамических мате алов методом спекания при высокой температуре (амическая технология).

Варисторы типов С -1 и СН1-2 представляют со- бой стержни из карбид кремния, торцы которых ар- мированы металлическим колпачками с проволочными выводами.

Варисторы типов С -2-1 и СН1-2-2 представляют собой диски из карбида емния, на плоскости которых методом шоопирования горячая металлизация) нане- сены слои металла. К последним припаяны медные про- волочные выводы.

Варисторы с улучшенными нелинейными свойствами созданы на основе окиси цинка, удельное сопротивление которой может регулироваться путем изменения вида и количества добавок. Основой варисторов поверхностно-барьерного типа служат материалы с низким удельным сопротивлением ($10...10^3$ Ом·см).

Объемные варисторы отличаются более высоким (на 2...3 порядка относительно варисторов поверхностно-барьерного типа) значением удельного сопротивления.

При изготовлении поверхностно-барьерных варисторов на заготовку из низкоомной керамики вжигается электрод из специальных паст. В контакте электрода и окиси цинка возникает потенциальный барьер, ВАХ которого обладает высокой нелинейностью (коэффициент нелинейности отдельных образцов до 15... ...20 и выше).

Рабочие напряжения поверхностно-барьерных варисторов имеют диапазон от долей вольта до нескольких вольт.

Варисторы объемного типа изготовляют из окиси цинка с добавками окислов висмута, свинца, олова и других и перекрывают диапазон классификационных напряжений от нескольких десятков вольт до десятков киловольт при коэффициенте нелинейности 15... 45.

Повышенное удельное сопротивление исходного материала и хорошие нелинейные свойства этих варисторов обусловлены образованием высокоомных межкристаллических прослоек из соответствующих окислов, а также обедненных слоев на поверхности зерен. Про-

цессы возникновения нелинейности объемных и поверхностно-барьерных оксидно-цинковых варисторов идентичны. При сравнительно небольших напряженностях электрического поля в поверхностных барьерах (порядка $10^7 \ldots 10^8$ В/м) нелинейность ВАХ обусловлена в значительной степени токами, ограниченными пространственным зарядом.

Оксидно-цинковые варисторы объемного типа отличаются исключительно высокой стабильностью при воздействии импульсных нагрузок. Оксидно-цинковые варисторы типа СН2-1 выполнены в виде таблеток диаметром 18 и толщиной 2...5 мм с проволочными выводами и покрыты эпоксидным компаундом.

Низкое динамическое сопротивление варисторов позволяет создавать на их основе параметрические и компенсационные стабилизаторы, а также применять их вместо стабилитронов или карбидокремниевых варисторов.

6.2. Основные параметры и характеристики варисторов

Одной из важнейших характеристик варистора является вольт-амперная, которая приближенно может быть представлена следующими уравнениями:

$$I=\left(\frac{U}{C}\right)^{\beta}; \qquad U=C\sqrt[\beta]{I}, \tag{6.1}$$

где U и I — напряжение на варисторе в вольтах и ток через него в амперах; C — постоянная, численно равная напряжению, при котором через варистор протекает ток в 1 А; β — коэффициент нелинейности (постоянная, характеризующая нелинейность ВАХ), представляющий собой отношение статического сопротивления резистора ($R_{ст}=U/I$ — сопротивление постоянному току) к его динамическому сопротивлению ($R_д=dU/dI$ — сопротивление переменному току) в заданной точке ВАХ, т. е.

$$\beta=\frac{R_{ст}}{R_д}=\frac{UdI}{IdU}. \tag{6.2}$$

На рис. 6.1 показана ВАХ варистора в двойном логарифмическом масштабе

$$\lg U=\frac{1}{\beta}\lg I+\lg C. \tag{6.3}$$

Коэффициент нелинейности β в этом случае будет численно равен котангенсу угла наклона характеристики к оси токов

$$\beta=\operatorname{ctg}\theta=(\lg I_2-\lg I_1)/(\lg U_2-\lg U_1). \tag{6.4}$$

Это выражение широко используется при расчетах β.

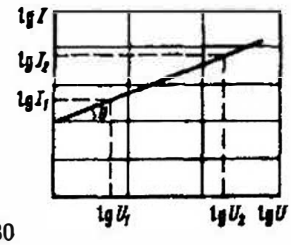


Рис. 6.1. Вольт-амперная характеристика варистора

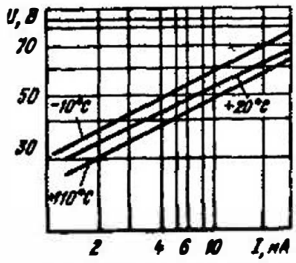


Рис. 6.2. Влияние температуры на вольт-амперную характеристику варистора

При использовании варисторов необходимо учитывать, что многие их параметры изменяются с температурой. На рис. 6.2 приведены ВАХ варисторов при различных температурах.

Так как угол наклона ВАХ, построенных в логарифмическом масштабе, остается постоянным с изменением температуры (см. рис. 6.2), можно утверждать, что коэффициент нелинейности практически не зависит от температуры.

На практике изменение проводимости варисторов от температуры характеризуют температурной зависимостью тока или напряжения и выражают соответствующими температурными коэффициентами ТКI или ТКU), показывающими, на сколько процентов уменьшается ток или напряжение варистора при увеличении температуры на один градус при неизменном приложенном напряжении (протекающем токе):

$$\text{ТК}\ I_{U=\text{const}}=(I_1-I_0)/(T_1-T_0); \qquad \text{ТК}\ U_{I=\text{const}}=(U_1-U_0)/(T_1-T_0), \tag{6.5}$$

где I_0 и U_0 — значения тока и напряжения при температуре T_0, I_1 и U_1 — при температуре T_1.

Большинство варисторов имеет ТК$I=0{,}7\ldots 1{,}0\%/^\circ$ С, ТК$U=(0{,}14\ldots 0{,}2)\%/^\circ$ С.

К основным параметрам, указываемым в технических условиях для каждого типа варисторов, относятся классификационное напряжение ($U_{клас}$) и классификационный ток ($I_{клас}$). Классификационное напряжение — это такое напряжение, при подаче которого на выводы варистора через него проходит заданный (классификационный) ток. При этом напряжение, при котором получается такой ток, для варисторов различных типов может иметь отклонение от номинального значения на ± 10 или $\pm 20\%$.

Необходимо иметь в виду, что классификационные напряжения и токи варисторов не следует понимать как эксплуатационные величины. Для большинства варисторов классификационное напряжение допустимо прикладывать только кратковременно (например, для проверки этого параметра), поскольку произведение $U_{клас}I_{клас}$, как правило, превышает допустимую мощность рассеяния и поэтому при длительном воздействии классификационного напряжения варистор может перегреться и выйти из строя.

Режим работы варисторов должен выбираться в каждой конкретной схеме таким, чтобы средняя рассеиваемая на нем мощность и амплитуда напряжения $U_т$ не превышала допустимых значений. Однако рассеиваемая варистором мощность в импульсе может быть больше ее среднего значения при условии, что среднее значение сохраняется в пределах допустимого.

Ток варистора I, если к нему приложено напряжение U, отличающееся от номинального значения, определяют из выражения

$$I=I_{ном}\left(\frac{U}{U_{ном}}\right)^{\beta}. \tag{6.6}$$

Статическое сопротивление варистора, обладающего коэффициентом нелинейности β, если к нему приложено напряжение U, равно

$$R_{ст}=\frac{U^{\beta}_{ном}}{U^{\beta-1}I_{ном}}. \quad (6.7)$$

Динамическое сопротивление варистора

$$R_{д}=\frac{R_{ст}}{\beta}. \quad (6.8)$$

Мощность, выделяющаяся на варисторе в цепи постоянного тока, определяется из выражения

$$P=CI^{\alpha+1}=BU^{\beta+1}. \quad (6\,9)$$

Величины C и B связаны между собой соотношениями

$$C=B^{-\alpha}; \quad (6\,10)$$

$$\alpha=1/\beta.$$

Выделяющаяся мощность не должна вызывать нагрева варистора выше предельно допустимой температуры, указанной в технических условиях для каждого типа варистора

Для получения высоких рабочих напряжений варистора необходимо иметь высокие значения постоянной C. Этого можно достигнуть, если включить последовательно несколько варисторов Если цепочка состоит из n одинаковых варисторов, то ее ВАХ можно представить в виде

$$U=nCI^{1/\beta}. \quad (6\,11)$$

Для низких рабочих напряжений необходимы малые значения постоянной C Для этого надо включить параллельно несколько варисторов Вольт-амперная характеристика параллельно соединенных варисторов выражается уравнением

$$I=B_1U^{\beta_1}+B_2U^{\beta_2}+\ldots+B_nU^{\beta_n}, \quad (6.12)$$

при использовании варисторов одного типа

$$I=nBU^{\beta}. \quad (6.13)$$

Собственная емкость варисторов ограничивает их область применения с повышением рабочей частоты. В зависимости от целей использования предельные частоты варисторов 500 . .5000 Гц.

Исследования электрических свойств показали, что при воздействии импульсных напряжений варисторы способны рассеивать гораздо бо́льшую мощность, чем их функциональные аналоги — кремниевые стабилитроны тех же габаритов Так, при длительности импульсов порядка 0,5 . 1 мс варисторы СН2-1 пропускают импульсные токи более 100 А, что соответствует энергии импульсов порядка 50 Дж. Такая высокая импульсная стойкость обусловлена высокой электрической прочностью межкристаллитного потенциального барьера и геометрическими размерами За последние годы разработана серия высоконелинейных мощных варисторов на рабочие напряжения до нескольких киловольт, способных рассеивать в импульсе энергию в сотни джоулей.

6.3. Явление пробоя варисторов

Основной причиной отказов варисторов, ограничивающей срок их службы, является пробой под действием электрического поля и температуры. В результате ВАХ в статическом режиме теряет симметричность, приобретает «диодный» вид (рис 6 3). Пробой может не сопровождаться разрушением прибора и заключаться в образовании проводящего канала через потенциальный барьер поверхности кристалла, который при

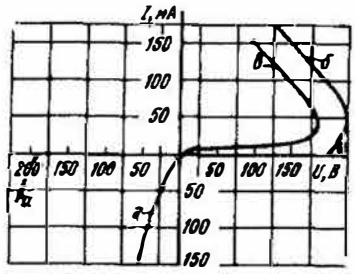


Рис. 6 3. Деградация статических вольт-амперных характеристик варистора:
а — исходная ВАХ, *б* — S-образная ВАХ, связанная с термической нестабильностью, *в*, *г* — асимметричные ВАХ

данной полярности определяет обратную ветвь ВАХ.

Пробой небольшого числа межкристаллитных барьеров приводит к необратимому возрастанию удельной электрической проводимости и снижению порогового напряжения [14]. Пробой в варисторах приводит к S-образной ВАХ и термической нестабильности. В варисторах при напряжениях выше порогового ($U>U_c$) проводимость практически не зависит от температуры. Этим объясняется очень малый температурный коэффициент классифицированных тока и напряжения.

Другой особенностью является резкая зависимость удельной электрической проводимости от напряженности поля. Деградация и пробой варисторов связаны с нестационарными явлениями электрической проводимости и объясняются дрейфом примесей и дефектов, т. е. ионной электропроводностью в межкристаллитном переходе, приводящей к разрушению поверхностных состояний. Под действием температуры этот процесс усиливается вследствие роста подвижности ионов—носителей заряда При термическом пробое (термической нестабильности) пороговое напряжение U_c монотонно снижается с повышением температуры окружающей среды.

6.4. Применение варисторов

Относительно высокая нелинейность ВАХ варисторов и симметричность позволяют широко использовать их для защиты от перегрузок по напряжению, возникающих в цепях аппаратуры, ограничения импульсов напряжения, защиты от помех, стабилизации напряжения, искрогашения на разрывных электрических контактах, в коллекторах электрических машин.

Высокая электрическая прочность бо́льшинства типов варисторов позволяет им выдержать высокие напряжения в электрических цепях, возникающих особенно при коммутации индуктивной или емкостной нагрузки

При конструировании электромагнитных устройств постоянного тока большой мощности и высоковольтных устройств переменного тока приходится рассчитывать межвитковую изоляцию с бо́льшим запасом электрической прочности Включение варистора параллельно обмотке может в значительной степени снизить перегрузки по напряжению, возникающие при коммутации.

Защита разрывных электрических контактов может также быть осуществлена включением варистора параллельно либо контактам, либо источнику перегрузок Варистор в этом случае выполняет роль нелинейного шунта, имеющего небольшое сопротивление при всплесках напряжения в момент размыкания контактов и значительное сопротивление при отсутствии перегрузок по напряжению.

На рис. 6 4 приведены две схемы включения варисторов для искрогашения на контактах. Выбор схемы включения варистора для искрогашения определяется режимом работы размыкающих контактов. Так, в схеме

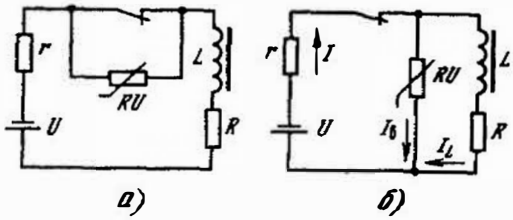


Рис. 6 4. Включение варистора параллельно размыкающим контактам для искрогашения (*а*) и параллельно нагрузке для искрогашения (*б*)

на рис. 6.4, *а* варистор потребляет мощность при разомкнутых контактах, поэтому эту схему целесообразно применять в тех случаях, когда контакты бо́льшую часть времени замкнуты. В схеме на рис. 6.4, *б*, напротив, варистор потребляет мощность при замкнутых контактах, поэтому использование этой схемы выгодно при работе контактов в повторно-кратковременном режиме. Использование варисторов позволяет существенно повысить срок службы контактов реле.

Надежность полупроводниковых приборов гарантируется заводом-изготовителем только в интервале допустимых выпрямленных токов и обратных напряжений. Поэтому в схемах с индуктивными элементами, в которых возможно возникновение периодических или аварийных перегрузок по напряжению, целесообразно параллельно полупроводниковому прибору включить варистор, который будет ограничивать возникающие перегрузки по напряжению.

При проектировании транзисторных коммутаторов импульс напряжения на транзисторе выбирается, как правило, меньше предельно допустимого значения $U_{КЭ.\,и,\,макс}$. В процессе эксплуатации первичное напряжение может достигнуть этого значения или превысить его и вызвать пробой транзистора, поэтому импульс первичного напряжения необходимо ограничить безопасным уровнем. В качестве ограничительных устройств применяются оксидные полупроводниковые варисторы.

Одна из вариантов включения варистора в транзисторных системах зажигания показан на рис 6 5

Принцип использования нелинейных свойств варистора, включенного параллельно участку коллектор—база транзистора, заключается не в поглощении избыточной энергии катушки зажигания, как это имеет место в схемах, где варистор включен параллельно первичной обмотке катушки зажигания или параллельно участку коллектор — эмиттер транзистора, а во введении отрицательной обратной связи. Когда контакты прерывателя замкнуты и транзистор открыт, варистор шунтирован. После размыкания контактов на первичной обмотке катушки возникает импульс напряжения. При некотором значении этого напряжения ток варистора резко увеличивается; одновременно возрастает ток базы и транзистор открывается. Через открытый транзистор происходит разряд накопленной в индуктивности избыточной энергии и таким образом напряжение на участке эмиттер—коллектор ограничивается заданным значением

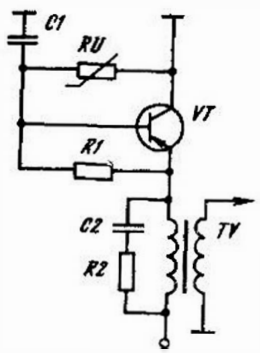


Рис. 6.5. Схема включения варистора в транзисторной системе зажигания

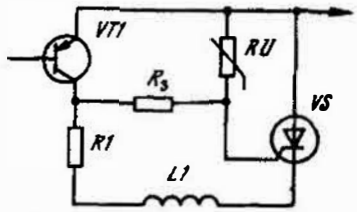


Рис. 6 6. Способ защиты транзистора от пробоя с помощью варистора

Наряду с защитой от перегрузок по напряжению часто бывает необходимо защитить транзистор от импульсной перегрузки по току. На рис. 6.6 приведена схема, обеспечивающая такую защиту. При увеличении тока в цепи коллектора увеличивается падение напряжения на резисторе $R1$ (0,1 Ом). При этом происходит отпирание тиристора, который шунтирует транзистор. Варистор обеспечивает отпирание тиристора при чрезмерном возрастании напряжения обратного хода.

При эксплуатации тиристоров в тяжелых режимах (индуктивно-емкостные нагрузки и др.), когда в схеме возможно возникновение напряжения, приложенного к прибору в обратном направлении и превышающего предельно допустимое значение, параллельно с тиристором можно включить варистор.

Из-за нелинейности ВАХ варисторов напряжение на варисторе мало изменяется при значительном изменении протекающего тока На этом принципе построен ряд схем стабилизации напряжения, качество которых зависит от коэффициента стабилизации β, характеризующего стабилизирующие свойства варисторов.

В электроприводах варисторные стабилизаторы используются для стабилизации угловой скорости электродвигателей.

Раздел седьмой

Полупроводниковые приборы общего применения

7.1. Диоды выпрямительные и лавинные

Выпрямительные диоды предназначены для преобразования переменного (двуполярного) тока в ток одной полярности.

Типичная ВАХ выпрямительного диода приведена на рис. 7 1.

Основными электрическими параметрами и параметрами режимов эксплуатации, ограничивающими рабочую область ВАХ для диодов этой группы являются:

прямое постоянное (среднее или импульсное) напряжение при протекании постоянного (периодически изменяющегося или импульсного) прямого тока $U_{пр}$ ($U_{пр,\,ср}$ или $U_{пр,\,и}$);

максимально допустимое постоянное (импульсное) обратное напряжение, которое для обеспечения нор-

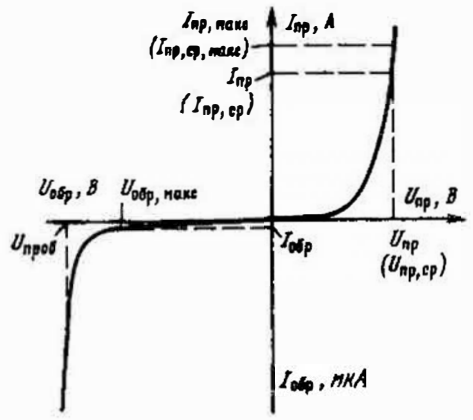


Рис. 7.1. Типичная ВАХ выпрямительного диода

мального (длительного) функционирования диодов выбирается равным $U_{обр.макс}$ $(U_{обр.ж\ макс}) \approx (0{,}5 \ldots 0{,}8)$ $U_{проб}$;

постоянный обратный ток при приложении $U_{обр} = U_{обр,макс}$;

максимально допустимый постоянный (средний) и импульсный прямой ток $I_{пр,макс}$ $(I_{пр,ср,макс})$, $I_{пр.и,макс}$.

Как видно из рис. 7.1, для выпрямительных диодов не допускается работа в области электрического пробоя.

Разновидностью выпрямительных диодов, допускающих в течение ограниченного интервала времени работу в области электрического лавинного пробоя на обратной ветви ВАХ, являются лавинные диоды. Эта особенность лавинных диодов позволяет эффективно применять их в качестве элементов защиты цепей аппаратуры от импульсных перегрузок по напряжению.

Параметрами, характеризующими частотный диапазон эксплуатации выпрямительных диодов, являются время обратного восстановления и верхнее значение рабочей частоты, при которой не требуется снижение электрических режимов эксплуатации (например, значения среднего прямого тока).

Современные кремниевые выпрямительные диоды выпускаются на предельные токи до 30 А, обратные напряжения до 1000 В при частотах до 200 кГц, время обратного восстановления — десятые доли микросекунд. Силовые кремниевые выпрямительные диоды выпускаются на токи до 4 кА, повторяющиеся импульсные обратные напряжения 100...4000 В при частотах до 1,5 кГц (для арсенидогаллиевых силовых диодов до 100 кГц), время обратного восстановления — несколько микросекунд.

Стремлению увеличить одновременно предельные значения тока и обратного напряжения, а также повысить быстродействие и снизить прямое напряжение для кремниевых диодов на основе самых распространенных p^+-n-n^+ структур препятствуют некоторые физические ограничения. Например, необходимость снижения времени жизни неосновных носителей заряда в базе диода для повышения быстродействия приводит к необходимости использовать высоколегированные исходные материалы, что автоматически уменьшает значение предельно допустимого обратного напряжения [18].

7.2. Диоды импульсные

Импульсные диоды применяются в импульсных и коммутационных устройствах с сигналами переключения различных длительностей вплоть до наносекундного диапазона.

Как «идеальный» ключевой элемент импульсный диод должен иметь нулевое сопротивление в открытом состоянии, бесконечно большое в закрытом, а также мгновенно переходить из одного состояния в другое. При конструировании импульсных диодов используются полупроводниковые структуры, которые обеспечивают импульсные электрические параметры возможно более близкие к «идеальным», а сам набор этих параметров должен быть таким, чтобы по их значениям можно было судить, насколько данный диод близок к «идеальному».

Основным параметром «идеального» диода, характеризующим его инерционность при работе в режиме переключения из проводящего состояния в закрытое, является время обратного восстановления $t_{вос,обр}$ (рис. 7.2), которое определяется как интервал времени от момента прохождения тока через нуль до момента достижения обратным током заданного значения. Обычно $i_{вос} \approx (0{,}1 \ldots 0{,}3)\ I_{обр}$.

Другими параметрами, характеризующими процесс восстановления обратного напряжения, являются заряд переключения $Q_п$, который накапливается в базе диода за время после переключения до установления равновесия (см. рис. 7.2), а также общая емкость диода $C_д$.

Для характеристики прямого переходного процесса (переключения из запертого состояния в открытое) используются два параметра (рис. 7.3): импульсное прямое напряжение и время прямого восстановления, т. е. интервал времени, в течение которого прямое напряжение на диоде устанавливается от нулевого значения до заданного $t_{вос,пр}$.

Приведенные выше электрические параметры импульсных диодов позволяют проводить расчеты статических и динамических режимов большинства импульсных и коммутационных устройств. Система предельных электрических режимов эксплуатации импульсных диодов, обеспечивающих их длительность и надежную работу, не отличается от аналогичной системы выпрямительных диодов. Поэтому для импульсных диодов также недопустимо превышение максимального импульсного обратного напряжения, так как даже кратковременная работа в пробойной и предпробойной областях обратных напряжений может привести к перегреву структуры, тепловому пробою и выходу диода из строя.

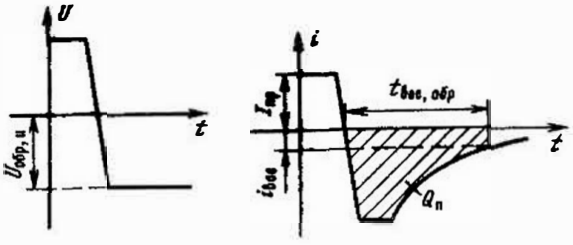


Рис. 7.2. Метод измерения времени обратного восстановления диода

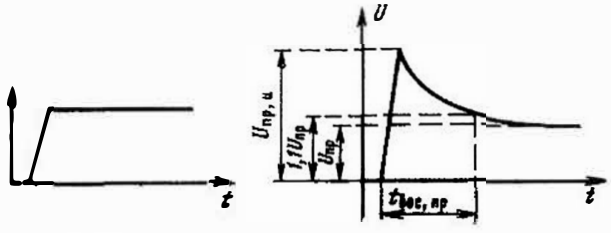


Рис. 7.3. Метод измерения времени прямого восстановления диода

7.3. Стабилитроны и стабисторы

Стабилитрон представляет собой полупроводниковый диод, напряжение на котором в области электрического пробоя при обратном включении слабо зависит от изменения тока в заданных пределах.

В основе работы стабилитрона используются некоторые полевые свойства p-n перехода в режиме электрического пробоя. Это, во-первых, резкое возрастание обратного тока p-n перехода при определенном значении напряжения и, во-вторых, обратимость электрического пробоя p-n перехода.

Вольт-амперная характеристика стабилитрона приведена на рис. 7.4. Прямая ветвь характеристики стабилитрона не отличается от прямой ветви выпрямительного диода. Обратная ветвь характеристики имеет вертикальный участок, обеспечивающий малое изменение напряжения стабилизации $U_{ст}$ (напряжения электрического пробоя) при изменении тока стабилизации в широких пределах $I_{ст,мин} \dots I_{ст,макс}$.

Существующие типы кремниевых стабилитронов обеспечивают диапазон напряжений стабилизации от 2 до 200 В. Для стабилизации напряжений, меньших 2 В, применяются диоды, работающие на прямой ветви ВАХ. Эти приборы (в отличие от стабилитронов, работающих на обратной ветви) называются стабисторами.

Стабилитроны и стабисторы имеют следующие параметры:

напряжение стабилизации (номинальное) $U_{ст}$ — напряжение на стабилитроне при протекании тока стабилизации ($U_{ст}$=2—100 В для стабилитронов и $U_{ст}$= =0,2—2 В для стабисторов);

временная нестабильность напряжения стабилизации $\delta U_{ст}$ — отношение наибольшего изменения напряжения стабилизации к начальному значению за заданный интервал времени (для стабилитронов общего назначения, как правило, $\delta U_{ст}$=1 ... 1,5%);

дифференциальное сопротивление $r_{ст}$ — отношение малого приращения напряжения стабилизации к малому приращению тока (единицы—сотни ом) — характеризует качество стабилизации, т. е. угол наклона ВА в области пробоя $r_{ст}=\dfrac{\Delta U_{ст}}{\Delta I_{ст}}$;

температурный коэффициент напряжения стабилизации $\alpha_{U_{ст}}$ — отношение относительного изменения напряжения стабилизации к абсолютному изменению температуры окружающей среды при постоянном токе стабилизации (для стабилитронов общего назначения $\alpha_{U_{ст}}$=0,01 ... 0,15 %/°С).

Основные параметры режимов эксплуатации стабилитронов и стабисторов следующие:

минимально допустимый ток стабилизации $I_{ст,мин}$ — минимальное значение тока, протекающего через стабилитрон, в режиме стабилизации;

максимально допустимый ток стабилизации $I_{ст,макс}$ — максимальное значение тока, протекающего через стабилитрон, в режиме стабилизации;

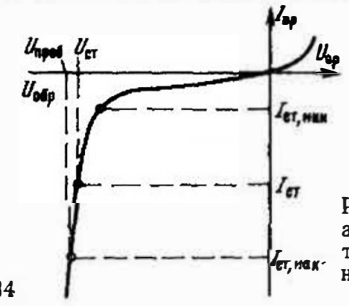


Рис. 7.4. Вольт-амперная характеристика кремниевого стабилитрона

максимально допустимая рассеиваемая мощность $P_{макс}$ — максимальная рассеиваемая мощность при эксплуатации.

При работе стабилитронов в импульсном режиме время переключения стабилитрона определяется, во-первых, постоянной времени, характеризующей процесс изменения лавинного тока после мгновенного изменения напряжения и равной времени пролета носителей заряда через обедненный слой, во-вторых, отношением напряжения стабилизации (напряжения пробоя) к значению напряжения в рабочей точке, в которую переходит диод после переключения, а также значением общей емкости стабилитрона. Для импульсных маломощных стабилитронов с общей емкостью 0,8 ... 3 пФ время переключения не превышает 150 пс.

7.4. Диоды Шотки

При обеспечении тесного соприкосновения металла и полупроводника электроны, испускаемые полупроводником, будут попадать в металл, а из металла — в полупроводник. Если полупроводник имеет электронный тип проводимости и работа выходов электронов из металла больше, чем из полупроводника ($\Phi_м > \Phi_п$), то вблизи поверхности полупроводника в контакте с металлом из-за недостатка электронов возникает слой положительно заряженных доноров, а электрическое поле, создаваемое этим слоем (барьер Шотки), будет препятствовать дальнейшему выходу электронов. Это означает, что на границе металл—полупроводник образуется переход, обладающий выпрямляющими свойствами, аналогичными обычному p-n переходу.

Вольт-амперная характеристика перехода диода Шотки приведена на рис. 7.5; она описывается выражением

$$I = I_s[\exp(\alpha U) - 1], \qquad (7.1)$$

где $\alpha = q/nkT$ — коэффициент, равный при комнатной температуре около 40 $В^{-1}$ (реальные значения 33 ... ... 36 $В^{-1}$); I_s — ток насыщения, зависящий от высоты барьера, площади контакта, температуры и т. п.; n= =1,05 ... 1,5 — коэффициент «неидеальности» перехода, обусловленный рассеянием электронов при движении через слой Шотки, наличием поверхностных состояний на границе раздела, туннельным эффектом и др.

Полупроводниковый диод, в котором используется переход металл — полупроводник, называется диодом Шотки. В нем перенос заряда осуществляется основными носителями заряда, отсутствуют явления рекомбинации и накопления носителей заряда, а общая емкость мала.

Маломощные диоды Шотки изготавливаются на основе кремния и арсенида галлия проводимости n-типа и используются для преобразования сигнала СВЧ-диапазона, а также в быстродействующих импульсных устройствах.

Силовые диоды Шотки изготовляются на основе кремния n-типа на рабочие токи до нескольких сотен

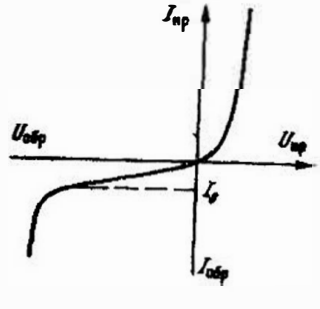


Рис. 7.5. Вольт-амперная характеристика выпрямляющего контакта металл-полупроводник

ампер, время обратного восстановления 20...50 нс, прямое падение (при номинальном токе) 0,5...0,6 В.

Основной недостаток силовых диодов Шоткн — малое значение обратного напряжения (до 70...100 В), что объясняется меньшей по сравнению с обычными p-n переходами шириной области объемного заряда.

7.5. Ограничительные и переключательные СВЧ-диоды структуры p-i-n

Назначение ограничительных диодов — стабилизация уровня СВЧ-мощности в тракте и защита входных устройств СВЧ-приемников от воздействия мощных импульсов, переключательных диодов — управление амплитудой и фазой сигналов в линиях передачи.

Работа диодов в ограничительных и переключательных устройствах основана на свойстве диодов изменять свое полное сопротивление автоматически от управляемого источника СВЧ-сигнала для ограничительных диодов и при изменении смещения от источника управления — для переключательных диодов.

Нередко при конструировании СВЧ-диодов этих групп используются кремниевые диодные (меза- или поверхностно-ориентированные) структуры типа p-i-n, в которых слои (области) p- и n-типов проводимости разделены слоем (областью) кремния собственной проводимости (i-слой). В качестве исходного материала при изготовлении p-i-n диодов обычно используется кремний проводимости p-типа с концентрацией акцепторов $10^{12}...10^{13}$ 1/см^3, концентрации доноров в n-области и акцепторов в p-области обычно превышают 10^{18} 1/см^3.

В режиме обратного смещения свободные носители заряда под действием поля уходят в n- и p-области. Поэтому обратносмещенный p-i-n диод подобен конденсатору, диэлектриком в котором является кремний собственной проводимости.

В режиме прямого смещения из n-области в i-область инжектируются электроны, а из p-области — дырки, что приводит к повышению проводимости i-области и накоплению заряда

$$Q_{\text{нк}} = I_{\text{пр}} t,$$

где t — среднее время жизни носителей заряда.

Накопленный заряд является причиной увеличения времени переключения p-i-n диода, которое близко к измеряемому параметру $t_{\text{вос, пр}}$ (время прямого восстановления) при переключении из закрытого состояния в состояние прямой проводимости и к $t_{\text{вос, обр}}$ (время обратного восстановления) при переключении из открытого состояния в закрытое.

При пробивных напряжениях 25...2000 В и прямых токах 50...500 мА p-i-n диоды имеют времена прямого восстановления в пределах 5...150 нс, обратного восстановления 5...250 нс.

Раздел восьмой

Методика оптимизации выбора ограничителей напряжения на различных принципах действия

Оценку предпочтительности применения ограничителей напряжения на различных физических принципах действия проводят с целью:

выбора оптимального типа ограничителя напряжения из номенклатурного ряда для каждого конкретного случая применения;

определения областей наиболее эффективного применения ограничителей напряжения.

Предпочтительность применения ограничителей напряжения на различных физических принципах действия оценивается по важнейшим параметрам сопоставления. В обоснованных случаях для оценки могут дополнительно использоваться другие параметры, имеющие принципиальное значение для целевого применения ограничителей напряжения в аппаратуре.

8.1. Метод оценки предпочтительности применения ограничителей напряжения

Оценка предпочтительности применения ограничителей напряжения включает в себя следующие этапы:

анализ параметров и характеристик кратковременных электрических перегрузок, возникающих в цепях аппаратуры;

анализ основных характеристик защищаемых цепей;

анализ значений параметров и характеристик ограничителей напряжения;

предварительный отбор ограничителей напряжения для защиты цепей аппаратуры от различного рода перегрузок по напряжению;

оптимизация выбора типа ограничителя напряжения, необходимого для защиты цепей аппаратуры, из их номенклатурного ряда.

Анализ требований к параметрам и характеристикам кратковременных электрических перегрузок защищаемых цепей, а также значений параметров и характеристик ограничителей напряжения проводят с целью предварительного отбора приборов, полностью удовлетворяющих требованиям схем защиты цепей аппаратуры от электрических перегрузок (в том числе с учетом дополнительных мер защиты: экранирования, конструктивных методов защиты и т. п.). Предварительный отбор ограничителей напряжения осуществляют по результатам сопоставления их классификационных параметров с соответствующими параметрами кратковременных электрических перегрузок и защищаемых цепей.

В качестве классификационных параметров сопоставления в настоящей методике приняты:

рабочее напряжение ограничителя напряжения, которое должно быть на 20% больше напряжения защищаемой цепи;

импульсная мощность ограничителя напряжения, которая должна быть больше или равна импульсной мощности электрической перегрузки.

Выбор конкретного типа ограничителя напряжения, близкого по своим параметрам к расчетным, из реально существующего номенклатурного ряда проводится на основании математической модели ограничителя напряжения. Математической моделью ограничителя напряжения является некоторая потенциальная функция его параметров $\Pi(X_{ji})$, описывающая электрофизические свойства данного прибора:

$$\text{Mod}(\text{ОН}) = \Pi(X_{j1}), \qquad (8\,1)$$

где $j \in |1, n|$, $i \in |1, m|$. Процедура выбора сводится к сравнению потенциальных функций $\Pi(X_{ji})$, выделенных из номенклатурного ряда приборов, с опорной потенциальной функцией $\Pi(X_{j0})$, описывающей полученные расчетным путем потенциальные возможности нужного нам прибора.

Сравнение опосредствуется через потенциальную функцию сравнения $F_i(X)$, имеющую аргументы, нормированные независимыми переменными опорной потенциальной функции, т. е. $[(X_{ji} - X_{j0})/X_{j0}]\beta_j$, где β_j представляет собой коэффициент полезности приращения

j-го параметра. Ограничитель напряжения принимает значения $\beta_j=+1$ и $\beta_j=-1$ в зависимости от того, повышает или снижает потенциальный уровень рассматриваемого ограничителя напряжения приращение j-го параметра в положительную сторону по отношению к аналогичному параметру опорного ограничителя напряжения. Реализацией функции сравнения является количественная оценка потенциальных возможностей рассматриваемого ограничителя напряжения, выбранного из номенклатурного ряда. Она сводится к следующему: рассматриваемый прибор хуже опорного, если $F_i(X)<0$;

рассматриваемый прибор лучше опорного, если $F_i(X)>0$;

при $F_i(X)=0$ имеет место особый случай, который решается в пользу рассматриваемого прибора, если каждый нормированный аргумент функции сравнения $(X_{ji}-X_{j0})/X_{j0}$ обращается в нуль.

8.2. Процедура сравнения и оптимизации выбора

Расчетным путем получают параметры опорного ограничителя напряжения X_{j0}, $j\in|1, n|$.

Из номенклатурного ряда выбирают совокупность $1\dots m$ приборов, близких по параметрам к опорному, т. е. $X_{ji}\to X_{j0}$. Находят нормированные аргументы функции сравнения $(X_{ji}-X_{j0})/X_{j0}$, где $j\in|1, n|$, $i\in|1, m|$. Из физических соображений определяется окончательный знак нормированного аргумента умножением функции на $\beta_j=\pm1$.

Определяется численное значение потенциальной функции сравнения $F_i(X)=\sum_{j=1}^{n}\frac{X_{ji}-X_{j0}}{X_{j0}}$ для каждого прибора из выбранной совокупности $i=1\dots m$.

Из совокупности $i=1\dots m$ функций сравнения выбирают некоторую K-ю функцию, имеющую максимальное значение. Соответствующий ей K-й элемент защиты из ряда $i\in|1, m|$ и будет оптимальным.

8.3. Оформление результатов расчета потенциальных функций сравнения

Расчет потенциальных функций сравнения проводится с помощью матрицы моделирования, приведенной в табл. 8.1. Каждая вертикаль $T_1\dots T_k$ матрицы соответствует типу элемента защиты, а каждая горизонталь $X_1\dots X_n$ — параметру ограничителя напряжения, входящему в номенклатурный ряд. Численное значение параметра X_j, $j\in|1, n|$, находится на пересечении однозначных горизонталей и вертикалей.

Соответствующие параметры опорного прибора X_{j0}, $j\in|1, n|$, заносят в вертикальную колонку «Опорный», численные значения нормированных аргументов $\beta_j(X_j-X_{j0})/X_{j0}$ — в соответствующие колонки для каждого сравниваемого элемента защиты из ряда $T_{1/6}\dots T$, где $1\dots n$ — порядковые номера сравниваемых приборов, а $1\dots k$ — порядковые номера этих приборов в номенклатурном ряде. Далее находят алгебраическую сумму значений нормированного аргумента в колонках сравнения T_i, $i\in|1, m|$, в результате получают численные значения потенциальных функций сравнения $F_i(X)$, $i\in|1, m|$.

Из ряда полученных потенциальных функций сравнения $F_i(X)$ (по ее максимальному значению) выбирают оптимальный тип прибора:

$$\pm F_{i\,\mathrm{opt}}(X)=\pm[F_i(X)]_{\max}.$$

Для наглядности преимуществ одного из сравниваемых элементов защиты перед другим строят график потенциального рельефа (рис. 8.1), представляющий собой дискретную зависимость алгебраического значения потенциальной функции $\pm F_i(X)$ от номера $i\in|1, m|$ сравниваемого элемента защиты.

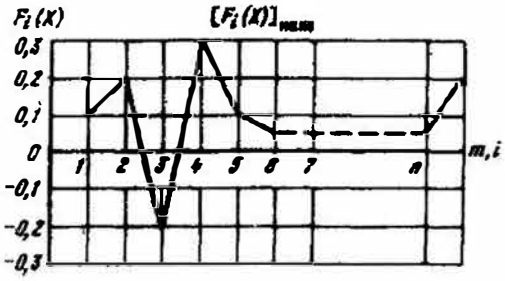


Рис. 8.1. График потенциального рельефа (прибор $i=4$ является оптимальным)

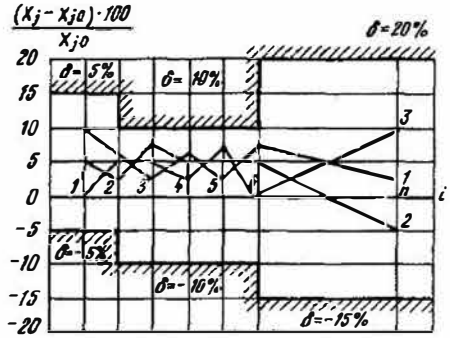


Рис. 8.2. Рельеф нормированного аргумента (частный потенциальный рельеф)

В случае значительных разбросов значений нормированных аргументов (с целью проверки соблюдения норм на допуски отклонений отдельных параметров X_j, $j\in|1, n|$, от установленного значения X_{j0}) строят график потенциального частного рельефа (рис. 8.2). Кривые *1—3* на этом графике описывают потенциальный рельеф нормированного аргумента для каждого из трех сравниваемых ограничителей напряжения, взятых из ряда $i\in|1, m|$.

Потенциальный рельеф нормированного аргумента будет находиться в пределах норм, если кривая $(X_j-X_{j0})/X_{j0}$ укладывается в границы зоны допусков δ, обозначенные на рис. 8.2 заштрихованными линиями и представленными, например, следующей матрицей неравенств:

$$j=1, 2 \text{ при } \delta_1\geqslant\delta\geqslant-\delta_1';$$

$$j=3, 4 \text{ и } 5, 6 \text{ при } \delta_2\geqslant\delta\geqslant-\delta_2';$$

$$j=7, 8 \text{ при } \delta_3\geqslant\delta\geqslant-\delta_3'.$$

Оптимальным следует считать такой элемент защиты, выбранный из ряда $i\in|1, m|$, математическая модель которого соответствует максимальному значению потенциальной функции сравнения при непременном условии нахождения в границах допусков $\pm\delta$ кривой его частного потенциального рельефа.

8.4. Пример оценки предпочтительности применения элементов защиты в схемах защиты цепей аппаратуры от импульсных перегрузок по напряжению

Фрагмент, показанный на рис. 8.3, *а* в виде эквивалентного нагрузочного резистора $R_н$, требуется защитить от перегрузок по перенапряжению, возникающих в

Таблица 81

Матрица моделирования ограничителей напряжения (расчет потенциальной функции сравнения)

$\in \lvert 1, n \rvert$	Параметр	Тип прибора, порядковый номер										Опорный	Сравнение				Нормированный аргумент $\frac{X_j - X_{j_0}}{X_{j_0}}$	β_j
		1	2	3	4	1 / 5	2 / 6		m / k				1/5	2/6		m/k		
		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6		T_k		T_z	T_0	$T_{1/5}$	$T_{2/6}$		$T_{m/k}$		
1	X_1											$X_{1.0}$					$\frac{X_1 - X_{1\,0}}{X_{1\,0}}$	+1
2	X_2											$X_{2.0}$					$\frac{X_2 - X_{2\,0}}{X_{2\,0}}$	−1
3	X_3											$X_{3.0}$					$\frac{X_3 - X_{3\,0}}{X_{3\,0}}$	−1
4	X_4											$X_{4.0}$					$\frac{X_4 - X_{4\,0}}{X_{4\,0}}$	−1
10	X_{10}											$X_{10.0}$					$\frac{X_{10} - X_{10\cdot 0}}{X_{10\,0}}$	+1
11	X_{11}											$X_{11.0}$					$\frac{X_{11} - X_{11\,0}}{X_{1\,0}}$	+1
12	X_{12}											$X_{12.0}$					$\frac{X_{12} - X_{12\,0}}{X_{12\,0}}$	+1
$n-1$	X_{n-1}											$X_{(n-1)_0}$					$\frac{X_{n-1} - X_{(n-1)_0}}{X_{(n-1)_0}}$	−1
n	X_n											X_{n_0}					$\frac{X_n - X_{n_0}}{X_{n_0}}$	+1

Итог суммирования колонок $T_{1/5} \dots T_{m/k}$

Потенциальная функция сравнения				
$F_{1/5}$	$F_{2/6}$		$F_{m/k}$	$F_i(X) = \sum_{j=1}^{n} \frac{X_j - X_{j_0}}{X_{j_0}}$, $i \in \lvert 1, m \rvert$

Расчет потенциальных возможностей сравнения Таблица 8.2

$\{[1, n]$	Параметры	Тип ОН												Сравнение				β_j	Нормированный аргумент
		1	2	3	4	5	5	7	8	9	10	11	12	1/7	2/8	3/9	4/10		
		2С408А	2С401А	2С401 (Б, С)	2С503 (А, С)	2С501А	2С501 (А, С)	2С501Б	2С501 (Б, С)	2С503 (Б, С)	2С801А	2С503 (Б, С)	Опорный (по расчету)	2С501Е	2С501 (Б, С)	2С503 (Б,С)	2С801А		$\frac{X_{ji}-X_{j0}}{X_{j0}}$
X_1	Напряжение пробоя $U_{проб}$, В	5,89	6,10	6,80	10,80	13,50	13,50	27,0	27,0	29,7	29,7	35,1	$X_{1.0}$	−0,03	−0,03	+0,06	+0,06	+1	$\frac{X_1-X_{1.0}}{X_{1.0}}\beta_1$
	Разброс средних значений, В	6,51	7,50	8,20	13,20	16,50	16,50	33,0	33,0	36,3	36,3	42,9	33						
		6,20	6,80	7,50	12,0	15,0	15,0	30,0	30,0	33,0	33,0	39,0							
X_2	Рабочее напряжение, В $U_{раб}=0{,}8\ U_{огр\ ср}$	5,0	5,5	6,0	9,0	12,0	12,0	24,0	24,0	26,0	26,8	31,0	$X_{2.0}$ 25	−0,04	−0,04	+0,06	+0,06	±1	$\frac{X_2-X_{2.0}}{X_{2.0}}\beta_2$
X_3	Максимально допустимое импульсное напряжение $U_{С\ макс}$, В	11,5	10,8	11,7	17,21	22,1	22,1	43,4	43,4	47,6	48,0	56,5	$X_{3.0}$ 46	−0,06	−0,06	+0,04	+0,04	+1	$\frac{X_3-X_{3.0}}{X_{3.0}}\beta_3$
X_4	Максимально допустимый импульсный ток $I_{и,\ макс}$, А	130	139	128	87	68	68	34,5	34,5	31,5	104	26,5	$X_{4.0}$ 31	+0,12	+0,12	+0,02	+2,36	+1	$\frac{X_4-X_{4.0}}{X_{4.0}}\beta_4$
X_5	Максимально допустимая импульсная мощность $P_{и,\ макс}$, кВт	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	5,0	1,5	$X_{5.0}$ 1,4	+0,07	+0,07	+0,07	+2,86	+1	$\frac{X_5-X_{5.0}}{X_{5.0}}\beta_5$
X_6	Коэффициент ограничения $K_{огр}=U_{С\ макс}/U_{огр}$	1,85	1,59	1,56	1,41	1,47	1,47	1,44	1,44	1,41	1,45	1,45	$X_{6.0}$ 1,5	−0,04	−0,04	−0,04	−0,03	+1	$\frac{X_6-X_{6.0}}{X_{6.0}}\beta_6$
X_7	Коэффициент порога ограничения $K_{огр}=U_{огр}/U_{раб}$	1,23	1,23	1,25	1,33	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,23	1,25	$X_{7.0}$ 1,24	−0,008	−0,008	−0,016	+0,008	−1	$\frac{X_7-X_{7.0}}{X_{7.0}}\beta_7$
X_8	Время срабатывания $t_{ср}$, с	10^{-12}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-12}	10^{-9}	$X_{8.0}$	0	0	0	0	−1	$\frac{X_8-X_{8.0}}{X_{8.0}}\beta_8$
														+0,032	+0,032	+0,184	+5,36		Потенциальная функция сравнения $F_i^{(k)}=\sum_{j=1}^{n}\frac{X_{ji}-X_{j0}}{X_{j0}}$

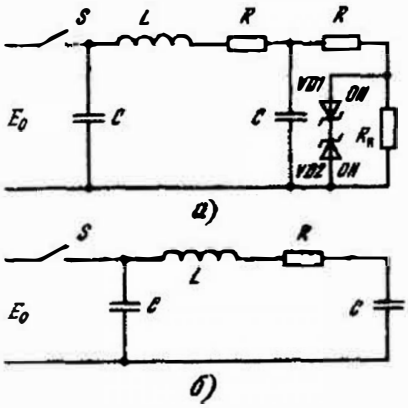


Рис. 8.3. Защищаемая схема блока РЭА (*а*) и ее эквивалентная схема (*б*)

результате нестационарного процесса при подключении к источнику питания E_0. Схема имеет следующие характеристики: $E_0=25$ В; $R_н=1000$ Ом; $R=0{,}112$ Ом; $L=10^{-5}$ Гн; $C=10^3$ пФ. С целью получения более простой модели для определения характера нестационарного процесса в ней упростим схему. При соотношении $R_н/\rho \gg 1$ схема на рис. 8.3, *а* может быть заменена ее моделью (рис. 8.3, *б*).

1. Определяем величину отношения $\frac{R_н}{\rho}$:

$$\frac{R_н}{\rho}=\frac{R_н}{\sqrt{L/C}}=\frac{1000}{\sqrt{10^{-5}/10^{-9}}}=10\gg 1.$$

2. Определяем характер нестационарного процесса при подключении схемы на рис. 8.3, *б* к источнику питания

$$\frac{R^2}{4L^2}-\frac{1}{LC}=3\cdot 10^7-10^{14}\ll 0.$$

Нестационарный процесс носит характер затухающего гармонического колебания с круговой частотой $\omega\approx\omega_0\sqrt{1/LC}=10^7$ рад/с.

3. Определяем максимально возможное напряжение на входной емкости C фильтра при переходном процессе.

Так как заряд емкости C имеет резонансный характер, то напряжение U_C будет изменяться во времени по следующему гармоническому закону:

$$U_C=E_0(1-e^{-\alpha t}\cos\omega_0 t).$$

При достижении фазы процесса величины $\omega t=\omega\frac{T}{2}=\pi$ напряжение практически удвоится:

$$U_C=E_0+E_0e^{-\alpha T/2}\approx 2E_0,$$

где $\alpha=R/2L$; $\omega_0=1/\sqrt{LC}$.

4. Определяем рабочее напряжение полупроводникового ограничителя напряжения

$$U_р=E_0=25\text{ В}.$$

5. Определяем напряжение пробоя ограничителя напряжения

$$U_{огр}=\frac{U_р}{0{,}8}=\frac{25}{0{,}8}=31\text{ В}.$$

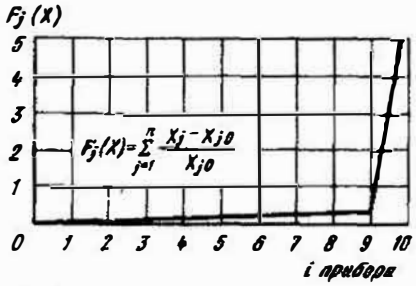


Рис. 8.4. График результирующего потенциального рельефа

6. Определяем максимально допустимое импульсное напряжение

$$U_{C\,макс}=1{,}5U_р=1{,}5\times 31=46{,}5\text{ В}.$$

7. Определяем напряжение перегрузки

$$U_{пер}=2U_р=2E_0=2\times 25=50\text{ В}.$$

8. Определяем максимально допустимый импульсный ток

$$I_{и,макс}=\frac{U_{пер}-U_{C\,макс}}{R}=\frac{50-46{,}5}{0{,}112}=31\text{ А}.$$

9. Определяем максимально допустимую импульсную мощность

$$P_{и,макс}=I_{и,\,макс}U_{C\,макс}=31\times 46{,}5=1{,}4\text{ кВт}.$$

10. Определяем коэффициент ограничения

$$K_{огр}=\frac{U_{C\,макс}}{U_{огр}}=\frac{46{,}5}{31}=1{,}5.$$

11. Определяем пороговый коэффициент ограничения

$$K_{п\,огр}=\frac{U_{огр}}{U_{раб}}=\frac{31}{25}=1{,}24.$$

Полученные расчетным путем величины составляют систему параметров опорной модели ограничителя напряжения. Они занесены в колонку 12 табл. 8.2. Сравнивая данные этой колонки с параметрами реально существующего ряда ограничителей напряжения (колонки 1—11), при помощи нормированных разностных аргументов потенциальных функций сравнения определяем, что близкими к опорному ограничителю напряжения

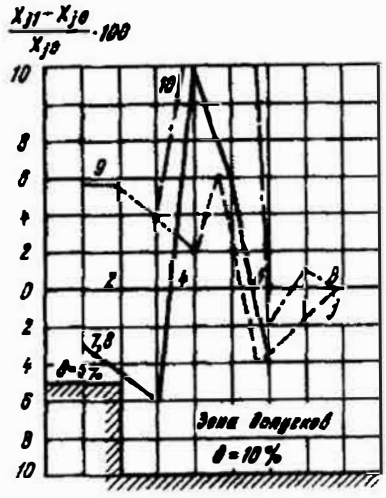


Рис. 8.5. Частный потенциальный рельеф

будут ограничители, параметры которых записаны в колонках 7—10 табл. 8.2.

На рис. 8.4 изображен график потенциального рельефа совокупности приборов 7—10, из которого следует, что прибор 10 является оптимальным. Для окончательного выбора ограничителя напряжения необходимо рассмотреть и частный потенциальный рельеф (рис. 8.5) на предмет оценки степени соответствия каждого нормированного аргумента $(X_i - X_{i0})/X_{i0}$ допустимым отклонениям (δ) от нулевого уровня. Допустимое отклонение (или допуск δ) на рис. 8.5 показано заштрихованной областью — зоной допустимых отклонений 5 и 10% соответственно. Эта граница устанавливается заранее исходя из необходимости обеспечения эффективной защиты. Окончательно выбирается прибор, обладающий наибольшим значением $+F_i(X)$, при условии нахождения в зоне допусков всех частных значений нормированных аргументов $(X_i - X_{i0})/X_{i0}$.

Раздел девятый

Способы защиты цепей аппаратуры от электрических перегрузок по напряжению

Классификация способов защиты цепей РЭА от электрических перегрузок по напряжению приведена на рис. 9.1.

Защита цепей РЭА от электрических перегрузок по напряжению может осуществляться:

шунтированием входа цепей аппаратуры (параллельная защита);

отключением входа цепей аппаратуры от источника электрических перегрузок (последовательная защита);

совместным применением указанных выше способов защиты (комбинированная защита).

Способы шунтирующей защиты подразделяются на две группы.

1. Способы, ограничивающие импульс напряжения на уровне полезного сигнала. Элементами, способными осуществить эту группу способов шунтирующей защиты, являются ограничители напряжения с Г-образной ВАХ (полупроводниковые ограничители напряжения, стабилитроны, импульсные полупроводниковые диоды, *p-i-n* диоды, диоды с барьером Шотки, арсенидогаллиевые диоды, варисторы и др.).

2. Способы глубокого шунтирующего ограничения. Они применяются при подавлении импульсов напряжения большой мощности и большой продолжительности. Способы глубокого шунтирования могут быть реализованы с помощью разрядников.

Одним из наиболее рациональных способов шунтирующей защиты является способ многорежимного использования полупроводниковых приборов с Г-образной ВАХ: многоразового для ограничения импульсов напряжения сравнительно небольшой амплитуды и одноразового для глубокого необратимого шунтирования редко возникающих импульсов напряжения большой амплитуды.

Способы защиты, использующие отключение входа цепей аппаратуры от источника электрических перегрузок по напряжению, подразделяются на две группы.

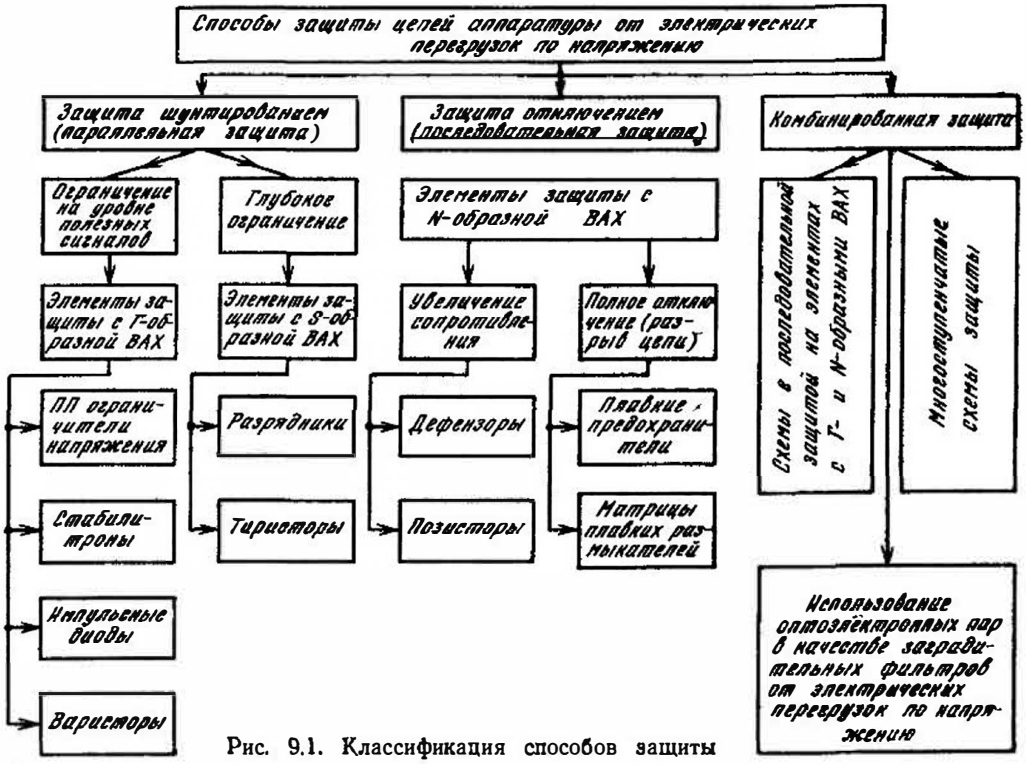


Рис. 9.1. Классификация способов защиты

1. Способы ограниченного (частичного) увеличения входного сопротивления защищаемой цепи аппаратуры от источника электрического напряжения. Указанные способы реализуются с помощью элементов защиты с N-образной ВАХ (например, на дефензорах) и могут быть использованы для защиты цепей аппаратуры от перегрузок по току.

2. Способы полного отключения защищаемой цепи аппаратуры от источника перегрузок по напряжению; механизм их действия основан на разрыве электрической цепи. Эти способы необходимы для защиты аппаратуры от высоковольтных импульсов напряжения. Простейшими элементами, пригодными для реализации этой группы способов защиты, являются плавкие размыкатели. К недостаткам плавких размыкателей относятся одноразовость и необратимость механизма их работы, а также недостаточное быстродействие Последний недостаток может быть частично преодолен использованием предохранителей, токопроводящие участки которых образуют электродинамический контур, а также использованием предохранителей, представляющих собой металлическую пленку, размещенную на поверхности ленты мебиуса.

Увеличение числа выполняемых защитных операций может быть достигнуто путем объединения разрушаемых плавких перемычек в матрицы, снабженные электронными схемами автоматического замещения израсходованных элементов

Способы комбинированной защиты основаны на схемотехнических решениях, в основе которых используется последовательно-параллельное включение элементов защиты с Г- и N-образными ВАХ. Перспективным сочетанием таких элементов является использование разрядников и дефензоров с полупроводниковыми ограничителями напряжения.

Эффективная защита информационных цепей РЭА (сбор, передача и обработка информации) от внешних электрических перегрузок может быть основана на новых физических принципах и прежде всего при использовании в качестве носителя информации оптического излучения. Указанный способ защиты может быть реализован на оптоэлектронных приборах. Благодаря отсутствию гальванической связи между входом и выходом они позволяют повысить устойчивость информационной системы в целом к воздействию внешних электрических перегрузок за счет разрыва контура заземления.

Схемы защиты основываются на применение одного, двух или трех ограничителей, выполненных на различных физических принципах действия. Рекомендуется применять одно-, двух- и трехступенчатые схемы защиты.

Одноступенчатые схемы защиты следует использовать при малых уровнях энергии импульсов напряжений, возникающих при коммутации цепей аппаратуры, воздействии статического электричества или наводимых грозовых разрядов в экранированных корпусах объектов.

Двухступенчатые схемы защиты следует использовать при средних уровнях энергии импульсов напряжений, наводимых на антеннах приемных и передающих устройств коротковолновых связных станций.

Трехступенчатые схемы защиты следует использовать при больших уровнях энергии импульсов напряженнй, наводимых мощными грозовыми разрядами на протяженных линиях связи или антеннах длинноволновых приемопередающих устройств.

Раздел десятый

Рекомендуемые схемы защиты цепей аппаратуры от электрических перегрузок по напряжению и току

Правильность выбора и применения электронных приборов для защиты цепей аппаратуры от электрических перегрузок по напряжению и току является одним из важнейших условий, обеспечивающих требуемые технические и эксплуатационные характеристики аппаратуры, ее надежность, а также надежность самих ограничителей при наличии различного рода перегрузок по напряжению в цепях РЭА. Существующие в настоящее время ограничители напряжения (разрядники, полупроводниковые ограничители напряжения, стабилитроны, импульсные диоды, диоды с барьером Шоткн и др.) во многих случаях не могут удовлетворять одновременно всем требованиям, изложенным в предыдущем разделе, в особенности при больших уровнях энергии импульсов напряжений Поэтому на практике, как указывалось выше, применяют комбинированные схемы защиты с двумя или тремя ограничителями напряжения, выполненными на различных физических принципах.

Конкретные типы ограничителей напряжения в каждой схеме защиты выбираются в зависимости от характеристик защищаемых цепей. Защищаемые цепи подразделяются на цепи постоянного тока, переменного тока (симметричные или асимметричные), а также сигнальные цепи, несущие информацию посредством одно- или двухполярных импульсных сигналов. В свою очередь, сигнальные цепи и цепи переменного тока могут быть низкой или высокой частоты, что также необходимо учитывать при выборе ограничителей напряжения.

10.1. Параллельный способ защиты цепей РЭА от электрических перегрузок по напряжению. Одноступенчатые схемы защиты

Зашита цепей постоянного тока

Для защиты цепей постоянного тока от различного рода перегрузок по напряжению должны использоваться несимметричные полупроводниковые ограничители напряжения или стабилитроны. Несимметричность их ВАХ позволяет осуществлять защиту на разных потенциальных уровнях, что характерно для цепей постоянного тока Пороговое напряжение у этих приборов ниже напряжения ограничителя, что обеспечивает их автоматическое отключение от цепи постоянного тока после прохождения импульса напряжения. Время их включения меньше времени самых быстрых переходных процессов, что также определяет предпочтительность их применения в цепях постоянного тока.

Типовая схема включения ограничителей напряжения или стабилитронов для защиты источников питания постоянного тока и потребителей постоянного тока от электрических перегрузок по напряжению приведена на рис. 10.1. Ограничители напряжения в этих случаях должны включаться на входе каждого потребителя и выходе источника питания. На рис. 10.2, *а, б* показаны схемы защиты цепей питания потребителей от разнополярных источников, например для защиты микросхем. Для защиты от опасных напряжений ключевых

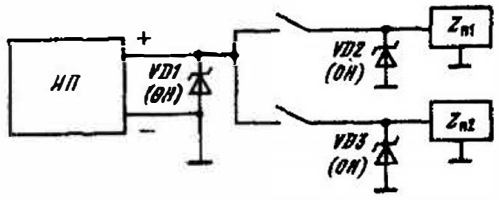


Рис. 10.1. Схема защиты источника питания и потребителей от перегрузок по напряжению

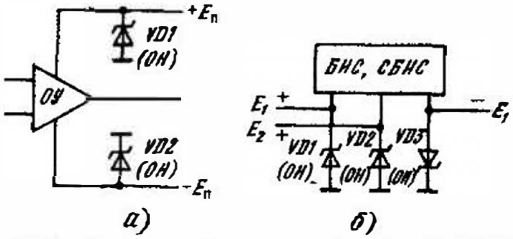


Рис. 10.2. Схемы защиты интегральных микросхем по цепям питания

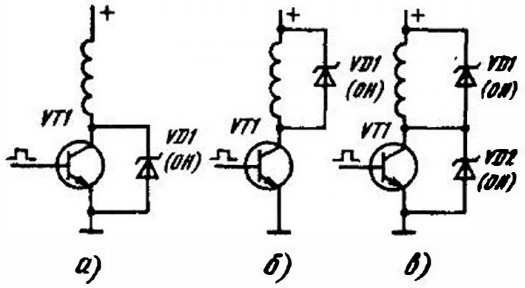


Рис. 10.3. Схемы защиты цепей с индуктивной нагрузкой

элементов, в цепях которых имеется индуктивная нагрузка, ограничители напряжения включаются параллельно защищаемому элементу, как показано на рис. 10.3, *а*, либо параллельно нагрузке (рис. 10.3, *б*). Для надежной защиты ключевого элемента от опасных перегрузок по напряжению можно рекомендовать схему защиты, приведенную на рис. 10.3, *в*.

Защита цепей питания переменного тока

Особенностью защиты цепей питания переменного тока от цепей постоянного тока является необходимость использования ограничителей с симметричной ВАХ. Для этих целей могут быть применены симметричные ограничители напряжения или варисторы, которые включаются параллельно защищаемой цепи (рис. 10.4). Если трехфазная сеть переменного тока

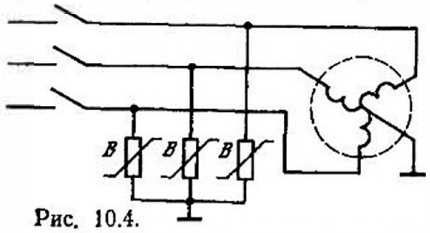


Рис. 10.4. Схема защиты трехфазной сети с заземленной нейтралью

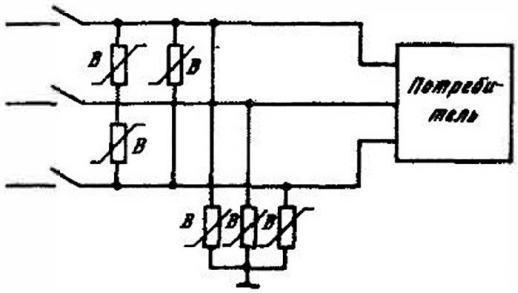


Рис. 10.5. Схема защиты трехфазной сети с изолированной нейтралью

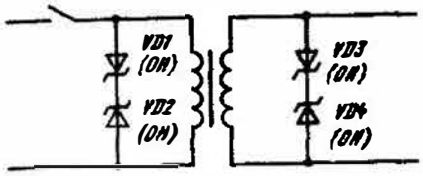


Рис. 10.6. Схема защиты трансформатора

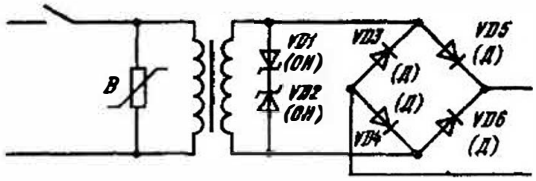


Рис. 10.7. Схема защиты трансформатора и диодов

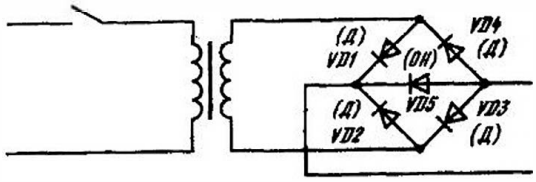


Рис. 10.8. Схема защиты трансформатора и диодов одним однополярным ограничителем напряжения

имеет изолированную нейтраль или земляной провод, то ограничители напряжения должны включаться между фазовыми проводами или между фазовым и земляным проводами соответственно (рис. 10.5). Защита цепей переменного тока может осуществляться также путем включения двух несимметричных ограничителей, как показано на рис. 10.6 и 10.7. Включение элементов защиты на входе и выходе трансформатора позволит снизить уровень напряжения на его выходе. При наличии в цепи переменного тока выпрямительных диодов, включенных по мостовой схеме, их защита может быть осуществлена одним несимметричным ограничителем при его включении в диагональ моста (рис. 10.8). Однако быстродействие защиты в этом случае будет определяться временем включения выпрямительных диодов.

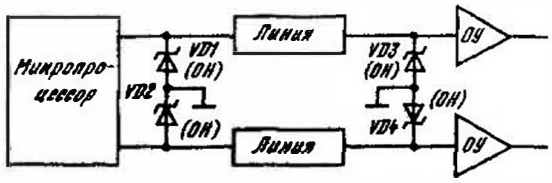


Рис. 10.9. Схема защиты интегральных микросхем и микропроцессоров по линиям передачи данных

Защита информационных цепей и цепей переменного тока высокой частоты

Для защиты подобных цепей могут быть применены ограничители напряжения, стабилитроны, импульсные диоды, диоды с барьером Шотки и варисторы.

Выбор типа элемента защиты зависит от характера сигналов, действующих в цепях (одно- или двухполярных), и частоты их повторения. Так, для защиты цепей с однополярными сигналами может быть исполь-

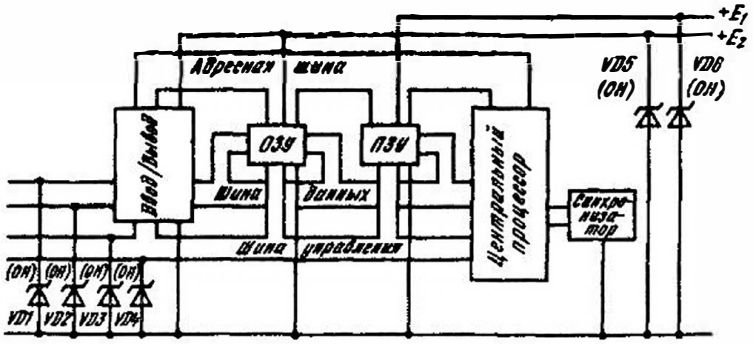


Рис. 10.10. Схема защиты микропроцессора по входным/выходным цепям и цепям питания

зована схема включения несимметричных ограничителей, приведенная на рис. 10.9 и 10.10. Элементы защиты включаются в каждую сигнальную цепь передачи данных. При наличии в цепи двухполярных сигналов вместо несимметричных используются симметричные ограничители напряжения. В цепях высокой частоты для уменьшения емкости ограничителей напряжения или стабилитронов последовательно с ними включают малоемкостные импульсные диоды (диоды с барьером Шотки), как это показано на примере защиты схемы симметричных линий связи (рис. 10.11).

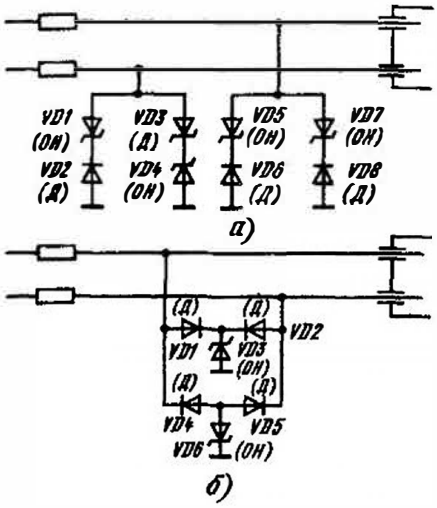


Рис. 10.11. Схемы защиты симметричных линий связи высокой частоты:

а — с четырьмя ограничителями напряжения; *б* — с двумя ограничителями

На рис. 10.12, *а, в* приведены схемы защиты входных цепей усилителей высокой частоты от импульсных напряжений произвольной полярности, на рис. 10.12, *а* двусторонняя защита достигается встречно-параллельным включением двух импульсных диодов при уровне ограничения 0,7 ... 1,0 В и уровне полезного сигнала не более 0,5 В. На рис. 10,12, *б* повышение порога срабатывания схемы защиты и уровня полезного сигнала обеспечивается смещением диодов с помощью дополнительного источника и резистивных делителей напряжения. Эта же задача в схеме на рис. 10.12, *в* решается с помощью стабилитронов.

При наличии последовательно включенных диодов собственная емкость стабилитронов не оказывает существенного шунтирующего действия на входе транзисторов при высокой частоте полезных сигналов.

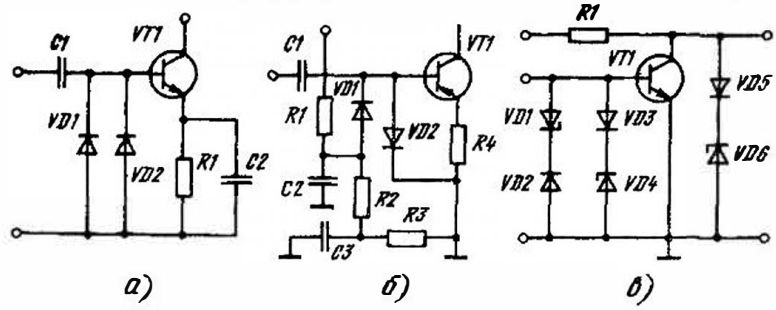


Рис. 10.12. Схемы защиты входных и выходных цепей усилителей:

а — диоды включены без смещения; *б* — диоды включены со смещением от источника напряжения; *в* — диоды включены со смещением с помощью стабилитронов

10.2. Многоступенчатые схемы защиты

Многоступенчатые схемы защиты используются в том случае, когда величина поглощаемой энергии одним элементом защиты превышает установленный для него допустимый уровень.

Двухступенчатая схема защиты высокочастотного усилителя, вход которого соединен с антенной приемного устройства, показана на рис. 10.13. При возник-

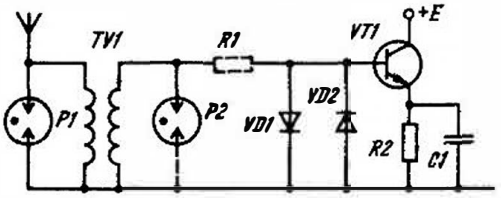


Рис. 10.13. Схема защиты входной цепи приемника

новении в антенне импульса напряжения большой амплитуды в начальный момент срабатывает один из полупроводниковых диодов, так как уровень ограничения напряжения ниже напряжения пробоя разрядников, а быстродействие выше (первая ступень). По истечении времени запаздывания разрядника, когда напряжение на нем возрастает до порога срабатывания, он включается и шунтирует входную цепь антенны (вторая ступень). Время прохождения импульса тока через диод равно времени запаздывания пробоя разрядника, которое не превышает 0,5 ... 1 мкс, поэтому поглощаемая диодом энергия невелика и основная доля энергии напряжения поглощается затем разрядником.

Если уровень энергии, поглощаемой разрядником, превышает допустимый, то в цепь включают дополнительный разрядник с меньшим напряжением возникновения разряда по сравнению с основным (на рис. 10.13 показан штриховой линией). В этом случае защита будет трехступенчатой. Аналогично осуществляется защита выходных каскадов передающих устройств, только в последнем звене импульсный диод включают в цепь последовательно с ограничительным диодом или стабилитроном, как было показано выше.

Одним из вариантов трехступенчатой защиты протяженной многоканальной линии связи и необслуживаемого усилительного пункта, когда все усилители на линии питаются последовательно от одного источника, показан на рис. 10.14. Основными элементами первой ступени защиты в этой схеме со стороны входа являются полупроводниковые диоды, со стороны выхода — диоды и стабилитроны. Когда импульс напряжения между электродами разрядника *P2* достигает напряжения пробоя, последний срабатывает и шунтирует цепь. При дальнейшем увеличении импульса напряжения конденсатор $C_Ф$ заряжается до напряжения пробоя мощного разрядника *P1*, последний срабатывает и полностью шунтирует вход блока усилителя. Как видно на рис. 10.14, цепи защиты выхода усилителя аналогичны входной цепи. Элементы *L1* и *C2* служат для разделения высокочастотного полезного сигнала и постоянного напряжения. Стабилитрон используется в качестве делителя напряжения дистанционного питания. Одновременно он выполняет функции защиты усилителя по цепи питания.

В симметричных линиях связи элементы защиты включают в каждую цепь линии симметрично относи-

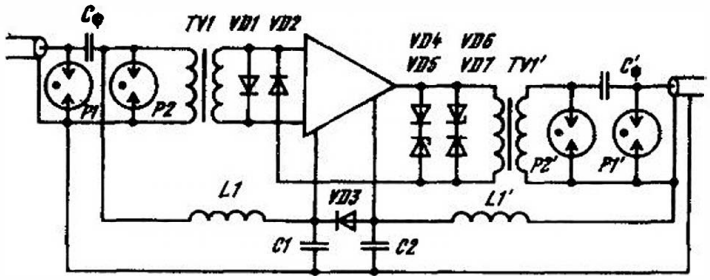
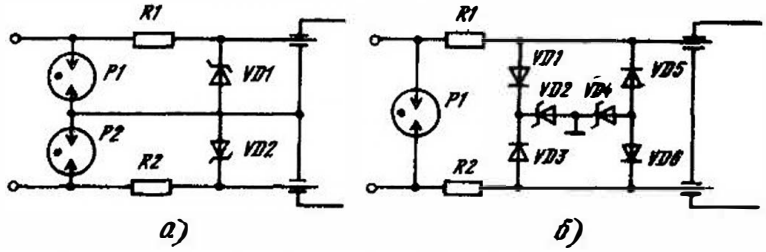


Рис. 10.14. Схема защиты линейного усилителя в необслуживаемых усилительных пунктах



а) б)

Рис. 10.15. Схемы защиты симметричных линий связи:

а — низкой частоты; *б* — высокой частоты

тельно общей шины заземления, как показано на рис. 10.15, *а, б* для случаев защиты низкочастотных и высокочастотных цепей.

10.3. Защита цепей аппаратура с помощью оптоэлектронных приборов

Оптоэлектронные приборы (ОЭП) используют процессы генерации, переноса (приема и передачи) информации на основе преобразования электрического сигнала в оптический и обратно. Обобщенные структурные схемы линий передач данных на этих приборах показаны на рис. 10.16. Оптоэлектронные приборы целесообразно применять для аппаратуры приема и передачи информации, функционирующей в условиях воздействия электромагнитных полей. Они могут использоваться также в различных зонах локальных информационных систем (зона приема информации, зона передачи и обработки информации), являющихся одной из основных составляющих современной аппаратуры. Эти приборы фактически исключают связь контуров заземления, на которых обычно наводится ЭДС от воздействия электромагнитных полей, не допускают прохождения наведенного тока в цепи аппаратуры, как

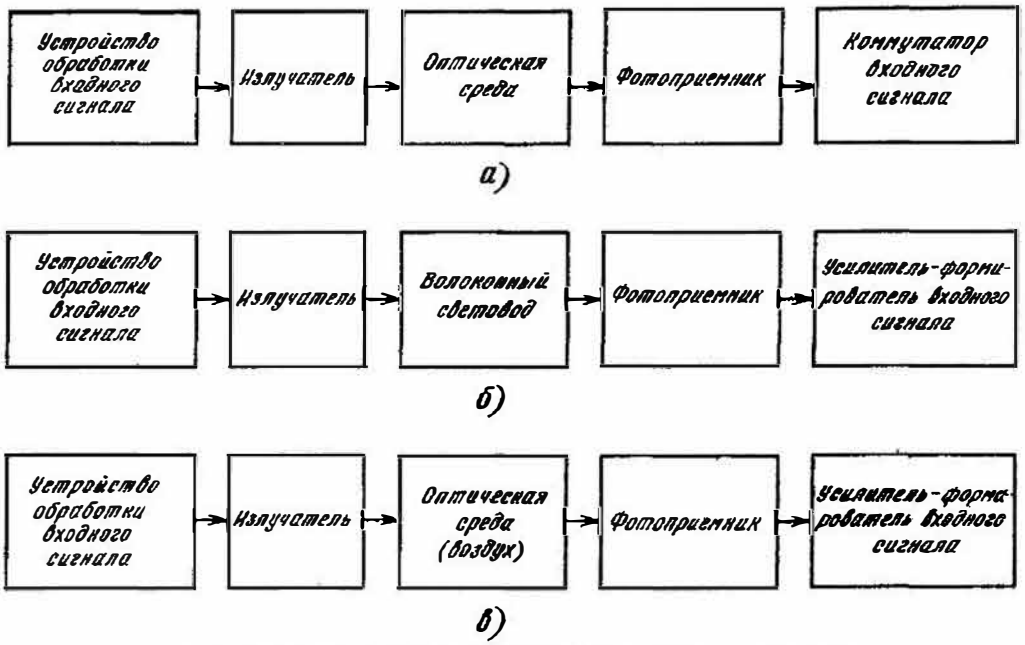
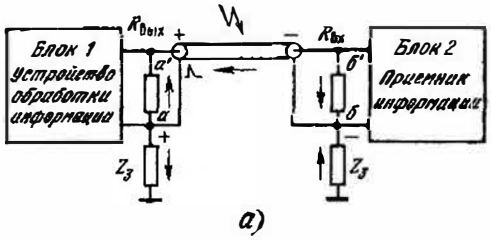


Рис. 10.16. Структурные схемы оптоэлектронных приборов



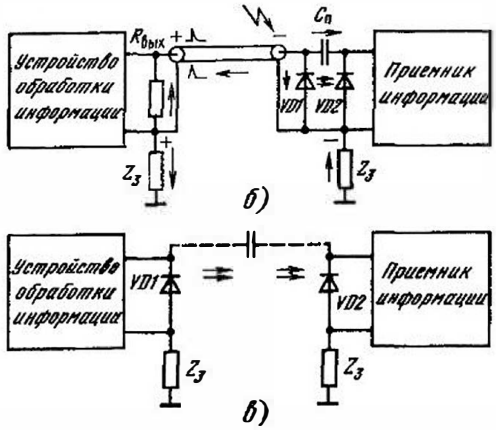


Рис. 10.17. Структурные схемы линий передачи информации:

а — с помощью электрической экранированной цепи; *б* — с помощью электрической экранированной цепи и оптоэлектронных приборов; *в* — с помощью оптоэлектронных приборов и волстрона

это показано на рис. 10.17. Так, при отсутствии оптической развязки (рис. 10.17, *а*) импульсы напряжения создаваемые в точках *а*, *б* за счет протекания наведенного тока в контуре заземления, воздействуют на входную и выходную цепи блоков *1* и *2* (точки *а*—*а'* *б*—*б'*). В случае использования во входной цепи блока *2* оптоэлектронного прибора (рис. 10.17, *б*) импульс напряжения может попадать на входную цепь блока (*VD2*) только через паразитную емкость $C_п$. Обычно $C_п$ не более 1 пФ, следовательно, перегрузка входной цепи будет незначительной. Однако в данной схеме импульс напряжения, наведенный в цепи контура заземления, будет воздействовать на светоизлучатель (*VD1*) и выходную цепь блока *1* ($R_{вых}$), которые также требуют дополнительной защиты. В схеме на рис. 10.17, *в* информация от одного блока к другому передается через оптическую среду (например, воздух) или волстрон, а контур заземления практически исключен, поэтому импульсы напряжения в соединительных информационных линиях передачи сигналов отсутствуют.

10.4. Последовательные способы защиты цепей аппаратуры от токовых перегрузок

Защита плавкими предохранителями

Плавкий предохранитель — один из наиболее распространенных элементов защиты от электрических перегрузок по току. Защитное действие плавкого предохранителя основано на том, что теплота, выделяемая в плавкой вставке, расплавляет ее, а последовательно включенный с предохранителем защищаемый элемент за время перегорания вставки не успевает выйти из строя.

Наибольшее быстродействие имеют предохранители, использующие электродинамический эффект, который проявляется в плавких вставках определенной геометрической формы. Традиционные схемы включения плавких предохранителей имеют ряд ограничений, обусловленных тем, что они не исключают опасных перегрузок при небольших увеличениях тока или напряжения сети. Для устранения отмеченных недостатков могут

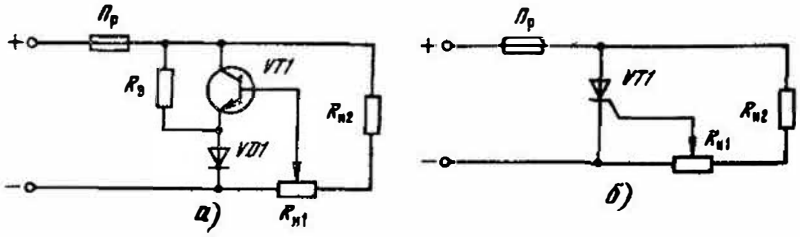


Рис. 10.18. Схемы защиты с форсированным предохранителем:
а — с использованием транзистора; *б* — с использованием тиристора

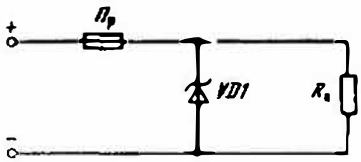


Рис. 10.19. Способ форсирования перегорания предохранителя с помощью параллельного ограничителя напряжения

быть использованы схемы «форсированных предохранителей», выполненные с использованием транзисторов и тиристоров, а также комбинированные схемы с дополнительно включенными в цепь ограничителями напряжения. На рис. 10.18, *а* показана схема, где роль элемента, повышающего ток в цепи нагрузки, выполняет транзистор. Учитывая значительную перегрузочную способность тиристоров, целесообразно использовать их для формирования условий перегорания предохранителя. Такая схема приведена на рис. 10.18, *б*. Для снижения уровня импульса напряжения до момента перегорания предохранителя здесь использована дополнительная защита с помощью ограничителя напряжения (рис 10.18, *б*).

Параллельный ограничитель напряжения может также выполнять роль ускорителя перегорания предохранителя (рис. 10.19).

К недостаткам плавких предохранителей относятся одноразовость и необратимость механизма их работы, а также недостаточное быстродействие. Для устранения этих недостатков вместо плавкого предохранителя могут быть использованы активные элементы, например транзисторы, тиристоры или дефензоры.

Защита активными элементами

Транзисторные схемы защиты от перегрузок по току широко применяются в источниках электропитания. Одна из таких схем показана на рис. 10.20. При превышении тока в нагрузке увеличивается падение напряжения на резисторе $R_{н1}$, которое поступает на пороговую схему управления (СУ). Схема управления переводит транзистор в закрытое состояние.

Для защиты потребителей от перегрузок по напряжению может быть использована схема, показанная на рис. 10.21. Здесь СУ срабатывает при увеличении напряжения питания и шунтирует эмиттерно-базовый переход транзистора, в результате чего последний выключается. Аналогично выполнена схема защиты нагрузки источника переменного тока на симметричном тиристоре (рис. 10.22).

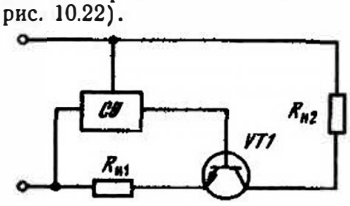


Рис. 10.20. Схема защиты потребителя от токовых перегрузок

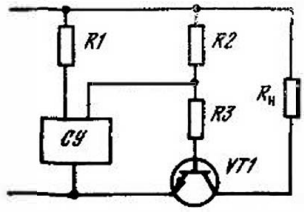


Рис. 10.21. Схема защиты потребителя от перегрузок по напряжению

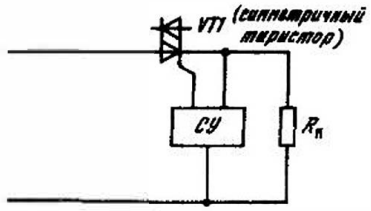


Рис. 10.22. Схема защиты потребителя переменного тока от перегрузок по напряжению

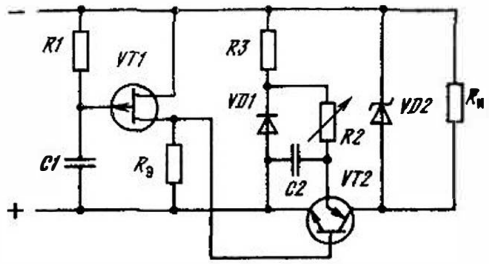


Рис. 10.23. Схема электронного предохранителя с автоматическим включением дефензора

Схема, простейшего электронного предохранителя, выполненная на дефензоре, показана на рис. 10.23. В этой схеме дефензор запускается от релаксационного генератора, выполненного на однопереходном транзисторе *VT1*. При превышении тока в нагрузке выше порога срабатывания дефензора последний срабатывает и отключает нагрузку от сети. Уровень порога срабатывания дефензора может устанавливаться изменением тока удержания. Стабилитрон *VT1* служит для стабилизации тока удержания, а ограничитель *VD2* не допускает превышения напряжения на нагрузке до момента отключения дефензора. Одновременно диод *VD2* защищает нагрузку от переходных процессов.

Применение дефензоров в каскодных схемах (рис. 10.24) позволяет создавать самозащищенные транзисторные каскады, работающие в линейных или ключевых режимах. Установив ток выключения на заданный порог в случае использования каскодной транзисторной схемы в линейном режиме, можно защитить

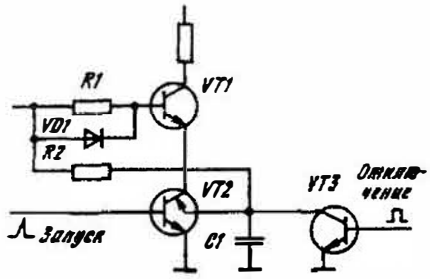


Рис. 10.24. Каскодная схема включения дефензора

транзистор от перегрева, превышения тока или напряжения. В ключевом каскодном включении при установлении тока включения дефензора ниже максимального тока ключевого транзистора можно предотвратить его аварию при коротком замыкании (КЗ) нагрузки. Одновременно достигается и лучшее использование ключевого транзистора, так как в случае его выключения он оказывается включенным не в схему ОЭ, а в схему ОБ, в которой $U_{кб} > U$. При управлении ключевым режимом через дефензор улучшаются формируемые фронты тока ключа, так как схема ОБ имеет повышенное быстродействие.

Применение дефензоров в каскодных схемах позволяет создавать электронные предохранители для высоковольтных схем.

10.5. Защита антенно-фидерных устройств радиостанции КВ диапазона от воздействия электромагнитного импульса искусственного происхождения

Для защиты входных цепей приемников и выходных цепей передатчиков радиостанции КВ диапазона от воздействия ЭМИ искусственного происхождения необходимо использовать двухступенчатый способ защиты с применением разрядников и импульсных полупроводниковых диодов с малой межэлектродной емкостью. Применение такого способа защиты обусловлено тем, что разрядники обладают высокими энергетическими характеристиками, но имеют большое время запаздывания. У современных разрядников время запаздывания составляет 0,15 ... 1,5 мкс при скорости нарастания напряжения 1 ... 25 кВ/мкс, что не позволяет обеспечивать надежную защиту устройств, в состав которых входят чувствительные к переходным процессам полупроводниковые приборы и микросхемы. Импульсные диоды не обеспечивают требуемые энергетические характеристики, но обладают бо́льшим быстродействием (от единиц до десятков наносекунд).

Схема двухступенчатого способа защиты радиостанции КВ диапазона от воздействия ЭМИ искусственного происхождения приведена на рис. 10.25. Разрядник и диоды включены в цепь защиты параллельно через индуктивность $L_ф$, которая служит для сопряжения их характеристик. Для образования симметричной ВАХ диоды *VD1—VD4* включены в цепь по мостовой схеме. Импульсный диод, включенный в диагональ моста, служит для задания необходимого уровня напряжения ограничения. Разрядник в этой схеме должен удовлетворять следующим требованиям:

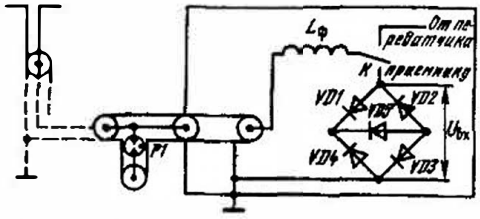


Рис. 10.25. Схема защиты радиостанции КВ диапазона от воздействия грозовых разрядов

динамическое напряжение пробоя ($U_{дин}$) должно быть меньше пробивного напряжения кабеля;

напряжение поддержания разряда должно быть больше напряжения, которое наводится в антенне за счет высокочастотного сигнала.

Диодный мост должен удовлетворять следующим требованиям:

рабочее напряжение должно быть больше напряжения рабочего сигнала;

напряжение ограничения меньше или равно допустимому напряжению входа цепи;

емкость диодного моста не должна превышать 5 пФ.

Для двухступенчатой схемы защиты необходимо определить условия сопряжения разрядника и диодного моста. Задача сопряжения сводится к определению индуктивности фильтра $L_ф$, обеспечивающей в нестационарном режиме пробоя разрядника напряжение на импульсных диодах, не превышающее напряжение ограничения. Индуктивность может быть определена из уравнения, описывающего нестационарный режим схемы в момент пробоя разрядника и связывающего динамическое напряжение его пробоя с напряжением ограничения импульсных диодов. Исходное уравнение нестационарного режима пробоя разрядника ($U_{раз}$) и импульсных диодов ($U_{ОН}$) в операторной форме имеет вид

$$U_{ОН}(P) = U_{раз}(P)\frac{R_0}{R_0 + pL_ф}, \qquad (10.1)$$

где

$$R_0 = \frac{R_н R_{ОН}}{R_н + R_{ОН}};$$

$R_н$ — сопротивление нагрузки кабельной линии; $R_{ОН}$ — сопротивление импульсных диодов в момент пробоя.

Импульс напряжения, наведенный в антенну от ЭМИ искусственного происхождения, хорошо моделируется экспоненциальной функцией вида

$$U(t) = E_{н\,макс}(e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})Q. \qquad (10.2)$$

В операторной форме

$$U(P) = E_{н\,макс}\left(\frac{p}{p+\alpha} - \frac{p}{p+\beta}\right)Q, \qquad (10.3)$$

где $E_{н\,макс}$ — напряженность электрического поля; α и β — коэффициенты формы волны, равные соответственно $1{,}8 \cdot 10^6$ и $7{,}1 \cdot 10^7$ 1/с; Q — нормирующий множитель.

С учетом выражения (10.1) операторное уравнение (10.3) примет вид

$$U_{ОН}(P) = E_{н\,макс} = \frac{R_0}{R_0 + pL_ф}\left(\frac{p}{p+\alpha} - \frac{p}{p+\beta}\right)Q. \qquad (10.4)$$

После преобразований и упрощений получим следующую приближенную расчетную формулу для индуктивности:

$$L_ф \approx \frac{R_0}{\frac{1-\varkappa}{2t_р} + \sqrt{\left(\frac{1-\varkappa}{2t_р}\right)^2 + \frac{\varkappa\alpha}{t_р}}}, \qquad (10.5)$$

где $\varkappa = \frac{E_{ОН}(t_р)}{QE_{н\,макс}}$; $t_р$ — начало срабатывания высоковольтного разрядника, когда напряжение на нем достигает динамического напряжения пробоя.

Таблица 10.1

Данные для расчета индуктивности

$U_р$, В	$U_{огр}$, В	$I_{рр}$, А	$R_{ОН}=\frac{U_{огр}-U_{рр}}{I_{рр}}$, Ом	$R_н$, Ом	$R_ш=\frac{R_{ОН}R_н}{R_н+R_{ОН}}$, Ом	$t_р=\frac{U_{дин}}{dU/dt}$, мкс	$\varkappa=\frac{U_{огр}}{QE_{н\,макс}}$
25	30	20	0,25	75	0,5	0,1	0,05

Допустимое значение индуктивности $L_ф$ может быть определено при условии выбора конкретных типов разрядника и импульсных диодов с максимальными значениями их межэлектродной емкости. Наименьшей емкостью обладают импульсный СВЧ диод типа 2А515А и разрядник Р-81, у которых она составляет 2 пФ. В табл. 10.1 приведены данные для расчета индуктивности $L_ф$.

Подставив значения из последних трех колонок табл. 10.1 в расчетную формулу (10.5), получим следующее значение индуктивности: $L_ф=50\cdot10^{-9}$ Гн. Как следует из расчета, значение $L_ф$ мало и составляет десятки наногенри. Поэтому в отдельных случаях специальной индуктивности включать не требуется, ее роль способна выполнить собственная индуктивность кабеля.

Предложенное устройство защиты позволяет защитить входные цепи приемника и выходные цепи передатчика радиостанции КВ диапазона от воздействия электромагнитного импульса искусственного происхождения с крутыми фронтами (менее 20 нс).

10.6. Устройство защиты силовых кабелей от воздействия грозовых разрядов

Защитное устройство характеризуется следующими параметрами: максимальное рабочее напряжение 220 ... ... 380 В; максимальная амплитуда тока перегрузки 50 кА при $t_ф=30$ мкс; длительность импульса тока перегрузки 30 мс.

Электрическая схема защитного устройства приведена на рис. 10.26. В качестве элементов защиты используются: варистор (НР), полупроводниковый ограничитель напряжения (ОН) и тиристоры *VD2* и *VD3*. Варистор выполняет функцию порогового элемента защиты для включения тиристоров и частичной защиты цепи в начальный момент времени нарастания импульса напряжения. При дальнейшем нарастании импульса перегрузки подключается полупроводниковый ограничитель напряжения, а через время t_1 (рис. 10.27) включается тиристор, который полностью шунтирует цепь на уровне нижедействующего в цепи напряжения.

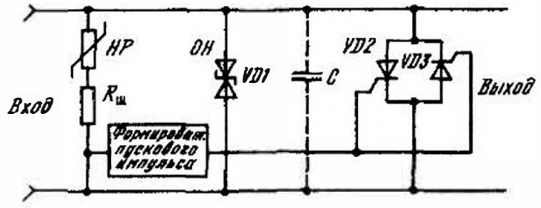


Рис. 10.26. Принципиальная электрическая схема защитного устройства

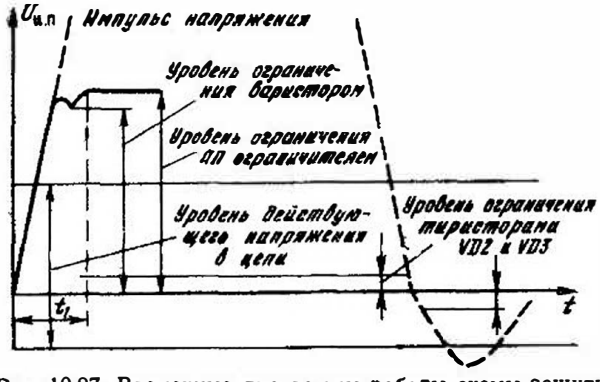


Рис. 10.27. Временные диаграммы работы схемы защиты

Основные условия работы схемы защиты:

$$U_{огр}(НР)<U_{огр}(ОН); \qquad (10.6)$$

$$dU/dt_{доп}(VD2,\ VT3)>dU/dt_{имп\ пер}, \qquad (10.7)$$

где $U_{огр}$ — уровень ограничения напряжения НР и ОН; $dU/dt_{доп}(VD2,\ VD3)$ — допустимая скорость нарастания напряжения на тиристорах; $dU/dt_{имп\ пер}$ — скорость нарастания импульса напряжения.

При невыполнении первого условия не обеспечивается включение тиристоров. Если значение $U_{огр}$(НР) будет выше $U_{огр}$(ОН), то значение протекающего тока через сопротивление $R_ш$ шунта может оказаться недостаточным для формирования пускового импульса тиристора. Если не выполняется второе условие, то тиристор может включаться по аноду за счет «эффекта dU/dt». Такое включение тиристора недопустимо, так как в этом случае оно может быть локальным, что приведет к прогоранию структуры. Для ограничения скорости нарастания напряжения до допустимой величины необходимо параллельно тиристорам подключить конденсатор, как это показано на рис. 10.26 штриховой линией. Емкость конденсатора должна быть не более 0,25 ... 0,5 мкФ. При $C=0{,}25$ ... 0,5 мкФ ток, протекающий через конденсатор при напряжении сети 220 В, не превысит 5 ... 10 мА, что сравнимо с токами утечки тиристоров.

10.7. Защита информационных цепей с рабочим напряжением 0,6; 1,5; 5,0 и 12 В от воздействия грозовых разрядов

Для защиты информационных цепей с рабочим напряжением 0,6; 1,5; 5,0 и 12 В от воздействия грозовых разрядов исследовались быстродействующие диоды с низкоомной базой, арсенидогаллиевые диоды и диодные столбы с низкоомной базой. Выбор данных диодов обусловлен их высоким быстродействием и малой емкостью. С целью окончательного выбора прибора проведены сравнительные испытания диодов с низкоомной базой ДЧ165-50, арсенидогаллиевых диодов 3ДЧ122-50 и импульсных кремниевых диодов 2Д412. В табл. 10.2 приведены основные параметры быстродействующих диодов.

Исследовалась импульсная ВАХ диодов в широком диапазоне прямых токов. Результаты исследований приведены в табл. 10.3.

Анализ приведенных результатов исследований показывает, что пороговое напряжение у кремниевого диода 2Д412 составляет 0,3 В, у диода с низкоомной базой ДЧ165-50 — 0,4 В, у арсенидогаллиевого диода 3ДЧ122-50 — 0,8 В, а у столбов с низкоомной базой — 3 В.

Параметры быстродействующих диодов Таблица 10.2

Параметр	3Д4122-50	Д4165-50	2Д412
Средний ток, А	50	50	2,0
Падение напряжения, В	2,0	1,3	2,0
Амплитуда тока одиночных импульсов синусоидальной формы при $t_и = 10$ мс, А	650	800	Периодические импульсы 100 А при $t_и = 400$ мкс, $f = 200$ Гц

Таблица 10.3

Результаты экспериментальных исследований быстродействующих диодов

Тип прибора	Прямое напряжение, В, при токе, А							
	1,0	10	50	100	200	500	1000	300
3Д4122-50	1,2	1,25	1,3	1,4	1,6	2,0	2,5	4,04
	1,2	1,25	1,25	1,35	1,55	2,1	2,55	3,4
Д4165-50	0,95	1,0	1,2	1,25	1,35	1,65	2,2	2,4
	0,65	0,95	1,2	1,25	1,35	1,4	2,25	2,5
2Д412	0,8	1,4	1,8	2,0	2,6	4,0	7,0	—
Столб из:								
4 диодов	2,2	4,0	4,9	5,9	5,9	7,0	7,8	9
8 диодов	4,5	6,5	7,5	7,8	8,2	9,4	11	14

Диоды с низкоомной базой и арсенидогаллиевые диоды могут работать при токовых нагрузках до 3000 А и длительности до 100 мкс.

В табл. 10.4 приведены значения емкостей быстро-

Таблица 10.4

Результаты экспериментальных исследовании быстродействующих диодов

Тип прибора	Емкость диода, пФ				
	1	2	3	4	5
3Д4122-50	395	390	385	390	390
Д4165-50	9500	9550	9450	—	—
2Д412	459	450	460	445	450

действующих диодов для пяти приборов. Емкости измерялись резонансным методом с помощью генератора Г6-34 и эталонной индуктивности. Как следует из табл. 10.4, емкость диодов 3Д4112-50 и 2Д412 составляет 385...450 пФ, Д4165-50—9450...9550 пФ.

Анализ приведенных исследований показывает, что наибольшую эффективность напряжения ограничения обеспечивают арсенидогаллиевые диоды типа 3Д4122-50, которые и рекомендуются для использования в качестве элементов защиты информационных цепей с рабочим напряжением 0,6; 1,5; 5,0; 6 и 12 В от воздействия грозовых разрядов.

Для защиты цепей с рабочим напряжением свыше 0,6 В необходимо на основе 3ДЧ122-50 собирать столбы. Число диодов, собранных в столб, зависит от рабочего напряжения цепи и порогового напряжения диодов. Для цепей с напряжением 1,5 В необходимо включать три диодные структуры, с напряжением 5 В — не менее 10 структур, а для цепей с напряжением 12 В — не менее 20 структур.

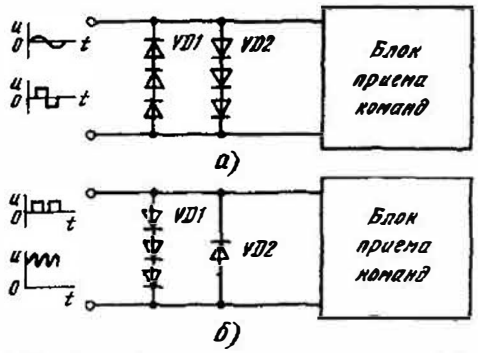


Рис. 10.28. Способы защиты симметричных (*а*) и несимметричных (*б*) информационных цепей с помощью диодных столбов

Для защиты цепей переменного тока необходимо диодные столбы включать встречно и параллельно, как показано на рис. 10.28, *а*, а для цепей постоянного тока и цепей с однополярными импульсными сигналами параллельно диодным столбам необходимо включать дискретный диод (рис. 10.28, *б*).

Для защиты информационных цепей от воздействия мощных грозовых разрядов необходимо применять двухступенчатый способ защиты. В качестве первой ступени защиты могут быть использованы варисторы, а второй — полупроводниковые ограничители напряжения при меньшей импульсной мощности по сравнению с первой ступенью. Схема включения элементов при двухступенчатом способе защиты показана на рис. 10.29. При наличии второй ступени защиты в цепь должен быть дополнительно включен резистор, сопротивление которого определяется по следующей формуле:

$$R_{огр} = \frac{U_{огр1} - U_{огр2}}{I_{и\,макс}}, \qquad (10.8)$$

где $U_{огр\,1}$, $U_{огр\,2}$ — уровни напряжения ограничения первого и второго звена соответственно; $I_{и\,макс}$ — допустимый ток элемента защиты второго звена.

Включение резисторов с незначительным сопротивлением (единицы ом) в информационные цепи не окажет заметного влияния на параметры рабочих сигналов.

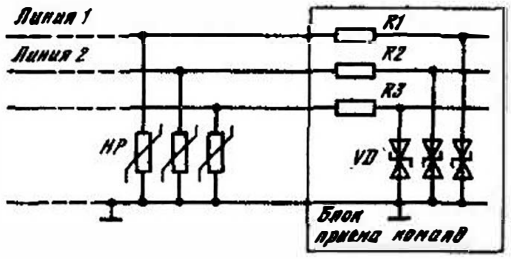


Рис. 10.29. Схема включения элементов при двухступенчатом способе защиты

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АППАРАТУРЫ ОТ ПЕРЕГРУЗОК

Справочные сведения различных групп и типов электронных приборов, предназначенных для защиты блоков и цепей аппаратуры от перегрузок, приводятся по разделам в соответствии со следующей классификацией.

В первых четырех разделах приведены специализированные приборы защиты: полупроводниковые ограничители напряжения; разрядники (газоразрядные); варисторы (нелинейные резисторы) и дефензоры. В последующих разделах приведены полупроводниковые приборы общего применения (стабилитроны, импульсные диоды, диоды с барьерами Шотки, выпрямительные диоды, столбы и сборки), которые могут использоваться в устройствах защиты аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Справочные сведения всех типов электронных приборов приводятся по единой форме: назначение и конструктивное оформление, габаритный чертеж, электрические параметры и эксплуатационные характеристики, зависимости электрических параметров от режимов и условий применения, рекомендации по применению и эксплуатации, специфичные для конкретного типа прибора, и дополняющие сведения для общих разделов.

Для разрядников справочные сведения дополнены показателями надежности: минимальной наработкой[1] и минимальным сроком сохраняемости[2] (ввиду существенных различий этих показателей для некоторых типов разрядников).

Напряжение пробоя разрядников указывается тремя значениями — номинальным и с учетом разброса.

Звездочкой отмечены параметры или их значения, приведенные в ТУ в разделах справочных данных. При производстве приборов они могут не контролироваться.

Раздел одиннадцатый

Классификация электронных приборов для защиты аппаратуры от перегрузок

11.1. Классификация и система условных обозначений

Классификация электронных приборов защиты по назначению, физическим свойствам, основным электрическим параметрам, конструктивно-технологическим особенностям, исходному материалу (для твердотельных приборов) в большей или меньшей степени находит отражение в системах условных обозначений соответствующих групп приборов: ОСТ 11 336 919-81 для полупроводниковых приборов, ГОСТ 20859.1—79 для силовых полупроводниковых приборов. Разрядники собственных стандартов по системе условных обозначений не имеют.

Современная система условных обозначений полупроводниковых приборов базируется на ряде классификационных признаков и составляет значительный объем информации о свойствах этих приборов. В основу системы обозначений положен буквенно-цифровой код.

Первый элемент обозначает исходный полупроводниковый материал, на основе которого изготовлен прибор

Для обозначения исходного материала используются следующие символы:

Г или 1 — для германия или его соединений;
К или 2 — для кремния или его соединений;
А или 3 — для соединений галлия (например, для арсенида галлия);
И или 4 — для соединений индия (например, для фосфида индия)

Второй элемент обозначения — буква, определяющая подкласс (или группу) приборов.

Для обозначения приборов используется одна из следующих букв:

Д — диодов выпрямительных и импульсных;
Ц — выпрямительных столбов и блоков;
В — варикапов;
И — туннельных диодов;
А — сверхвысокочастотных диодов;
С — стабилитронов;
Г — генераторов шума;
Л — излучающих оптоэлектронных приборов;
О — оптопар;
Н — диодных тиристоров;
У — триодных тиристоров.

Третий элемент обозначения — цифра, определяющая основные функциональные возможности прибора.

Для обозначения наиболее характерных эксплуатационных признаков приборов (их функциональных возможностей) используются следующие цифры применительно к различным подклассам приборов, приведенным в справочнике.

Диоды (подкласс Д):

1 — для выпрямительных диодов с постоянным или средним значением прямого тока не более 0,3 А;
2 — для выпрямительных диодов с постоянным или средним значением прямого тока более 0,3 А, но не свыше 10 А;
3 — для преобразовательных диодов;
4 — для импульсных диодов с временем обратного восстановления более 500 нс;
5 — для импульсных диодов с временем обратного восстановления более 150 нс, но не свыше 500 нс;
6 — для импульсных диодов с временем обратного восстановления 30...150 нс;
7 — для импульсных диодов с временем обратного восстановления 5...30 нс;
8 — для импульсных диодов с временем обратного восстановления 1...5 нс;

[1] Минимальная наработка — минимальная продолжительность работы изделия в заданных режимах и условиях, в течение которых изготовитель обеспечивает его работоспособность.

[2] Минимальный срок сохраняемости — минимальная календарная продолжительность хранения и транспортировки изделий в заданных условиях и режимах, в течение которой изготовитель обеспечивает значения параметров изделий в установленных пределах.

9 — для импульсных диодов с эффективным временем жизни неосновных носителей заряда менее 1 нс.

Выпрямительные столбы и блоки (подкласс Ц):

1 — для столбов с постоянным или средним значением прямого тока не более 0,3 А;
2 — для столбов с постоянным или средним значением прямого тока 0,3...10 А;
3 — для блоков с постоянным или средним значением прямого тока не более 0,3 А;
4 — для блоков с постоянным или средним значением прямого тока 0,3...10 А.

Сверхвысокочастотные диоды (подкласс А):

1 — для смесительных диодов;
2 — для детекторных диодов;
3 — для усилительных диодов;
4 — для параметрических диодов;
5 — для переключательных и ограничительных диодов;
6 — для умножительных и настроечных диодов;
7 — для генераторных диодов;
8 — для импульсных диодов.

Стабилитроны (подкласс С):

1 — для стабилитронов мощностью не более 0,3 Вт с номинальным напряжением стабилизации менее 10 В;
2 — для стабилитронов мощностью не более 0,3 Вт с номинальным напряжением стабилизации 10...100 В;
3 — для стабилитронов мощностью не более 0,3 Вт с номинальным напряжением стабилизации более 100 В;
4 — для стабилитронов мощностью 0,3...5 Вт с номинальным напряжением стабилизации менее 10 В;
5 — для стабилитронов мощностью 0,3...5 Вт с номинальным напряжением стабилизации 10...100 В;
6 — для стабилитронов мощностью 0,3...5 Вт с номинальным напряжением стабилизации более 100 В;
7 — для стабилитронов мощностью 5...10 Вт с номинальным напряжением стабилизации менее 10 В;
8 — для стабилитронов мощностью 5...10 Вт с номинальным напряжением стабилизации 10...100 В;
9 — для стабилитронов мощностью 5...10 Вт с номинальным напряжением стабилизации более 100 В.

Излучающие оптоэлектронные приборы (подкласс Л):

Источники инфракрасного излучения

1 — для излучающих диодов;
2 — для излучающих модулей.

Оптопары (подкласс О)

Р — для резисторных оптопар;
Д — для диодных оптопар;
У — для тиристорных оптопар;
Т — для транзисторных оптопар.

Четвертый элемент обозначения — число, обозначающее порядковый номер разработки технологического типа

Для обозначения порядкового номера разработки используется двухзначное число от 01 до 99. Если порядковый номер разработки превысит число 99, то в дальнейшем используют трехзначное число от 101 до 999.

Пятый элемент обозначения — буква, условно определяющая классификацию (разбраковку по параметрам) приборов, изготовленных по единой технологии.

В качестве классификационной литеры используют букву русского алфавита (за исключением букв З, О, Ч, Ы, Ш, Щ, Ю, Я, Ь, Ъ, Э).

В качестве дополнительных элементов обозначения используют следующие символы:

цифры от 1 до 9 — для обозначения модификации прибора, приводящей к изменению его конструкции или электрических параметров;

букву «С» — для обозначения сборок—наборов в общем корпусе однотипных приборов, не соединенных электрически или соединенных одноименными выводами;

цифры, написанные через дефис, для обозначений следующих модификаций конструктивного исполнения бескорпусных приборов:

1 — с гибкими выводами без кристаллодержателя;
2 — с гибкими выводами на кристаллодержателе (подложке);
3 — с жесткими выводами без кристаллодержателя;
4 — с жесткими выводами на кристаллодержателе (подложке);
5 — с контактными площадками без кристаллодержателя (подложки) и без выводов;
6 — с контактными площадками на кристаллодержателе без выводов;

буква «Р» — после последнего элемента обозначения для приборов с парным подбором, буква «Г» — с подбором в четверки, буква «К» — с подбором в шестерки.

Примеры обозначений приборов

КД401Б — диод кремниевый импульсный с временем обратного восстановления более 500 нс, номер разработки 1, группа Б;

2Ц103А — столб выпрямительный из кремниевых диодов с постоянным (средним) прямым током менее 0,3 А, номер разработки 3, группа А.

Для большинства полупроводниковых приборов, включенных в настоящий справочник, использована современная система условных обозначений по ОСТ 11 336.919—81. Исключение составляет подкласс стабилитронов, для которого условные обозначения по стандарту ГОСТ 10862—72 оказались более информативными, так как цифры четвертого элемента (от 01 до 99) соответствуют номинальному значению напряжения стабилизации.

Согласно указанному стандарту стабилитронам присвоены следующие числа.

Стабилитроны малой мощности ($P \leqslant 0{,}3$ Вт):

от 101 до 199 — с напряжением стабилизации 0,1...9,9 В;
от 210 до 299 — с напряжением стабилизации 10...99 В;
от 301 до 399 — с напряжением стабилизации 100...199 В.

Стабилитроны большой мощности ($P > 5$ Вт):

от 401 до 499 — с напряжением стабилизации 0,1...9,9 В;
от 510 до 599 — с напряжением стабилизации 10...99 В;
от 601 до 699 — с напряжением стабилизации 100...199 В.

Стабилитроны большой мощности ($P > 5$ Вт):

от 701 до 799 — с напряжением стабилизации 0,1...9,9 В;
от 810 до 899 — с напряжением стабилизации 10...99 В;
от 901 до 999 — с напряжением стабилизации 100...199 В.

Пример обозначения прибора:

2С168А — кремниевый стабилитрон малой мощности с номинальным напряжением стабилизации 6,8 В.

С появлением новых классификационных групп полупроводниковых приборов корректировалась и совершенствовалась и система их условных обозначений,

которая на протяжении 20 лет трижды претерпевала изменения (ГОСТ 10862—64, ГОСТ 10862—72, ОСТ 11 336 919—81). В настоящее время имеется необходимость корректировки последней системы условных обозначений, введенной с 1982 г., для включения по крайней мере двух новых групп приборов: полупроводниковых ограничителей напряжения и приборов группы — дефензоров.

Полупроводниковые ограничители напряжения пока входят в подкласс стабилитронов:

второй элемент обозначения — буква С;

третий элемент обозначения — цифра, характеризующая значение импульсной рассеиваемой мощности и напряжение пробоя;

4 — для ограничителей с импульсной рассеиваемой мощностью 1,5 кВт и напряжением пробоя менее 10 В;

5 — для ограничителей с импульсной рассеиваемой мощностью 1,5 кВт и напряжением пробоя 10...100 В;

6 — для ограничителей с импульсной рассеиваемой мощностью 1,5 кВт и напряжением пробоя более 100 В;

8 — для ограничителей с импульсной рассеиваемой мощностью 5 кВт и напряжением пробоя 10...100 В.

Кроме того, после пятого элемента — буквы, определяющей классификацию приборов, изготовленных по единой технологии, вводится буква «С», которая означает симметричность ВАХ (характеристики пробоя). Остальные элементы обозначений соответствуют ОСТ 11 336.919—81.

Примеры обозначений приборов:

2С408А — кремниевый ограничитель напряжения с импульсной рассеиваемой мощностью 1,5 кВт, напряжением пробоя менее 10 В, несимметричный, номер разработки 8, группа А;

2С501БС — кремниевый ограничитель напряжения с импульсной рассеиваемой мощностью 1,5 кВт, напряжением пробоя 10...100 В, симметричный, номер разработки 1, группа Б.

Для обозначений дефензоров в качестве второго элемента используется буква «Б».

В основу системы обозначений силовых полупроводниковых приборов согласно ГОСТ 20859.1—79 положен также буквенно-цифровой код.

Первый элемент обозначения — буквы, обозначающие подкласс (вид) прибора:

Д — выпрямительный диод;

ДЛ — лавинный диод;

ДШ — диод Шотки.

Второй элемент обозначения — буква, определяющая функциональное назначение (свойство) приборов:

Ч — высокочастотный, для диодов с временем обратного восстановления менее 5 мкс (для низкочастотных приборов буквенное обозначение не применяется);

Б — быстродействующий, с временем включения менее 4 мкс и временем выключения менее 63 мкс;

И — импульсный (с временем включения менее 4 мкс).

Третий элемент обозначения — цифра от 1 до 9, определяющая порядковый номер модификации прибора

Четвертый элемент обозначения — цифра, обозначающая размер корпуса в соответствии с табл. 11.1.

Пятый элемент обозначения — цифра от 1 до 5, определяющая конструктивное исполнение корпуса прибора:

1 — штыревое с гибким выводом;

2 — штыревое с жестким выводом;

3 — таблеточное;

4 — под запрессовку;

5 — фланцевое.

Шестой элемент обозначения — значение максимально допустимого среднего или импульсного тока в открытом состоянии в амперах.

Для обозначения приборов с обратной полярностью (катодом является основание прибора) после шестого элемента обозначения вводится буква «Х».

Таблица 11.1

Обозначение	Конструктивное исполнение		
	штыревое	таблеточное	фланцевое
	Размер шестигранника «под ключ», мм	Диаметр корпуса, мм	Диаметр окружности расположения отверстий для монтажа, мм
1	11	Устанавливают в стандартах и ТУ	24
2	14	40	26
3	17	52	31
4	22	58	34
5	27	73	42
6	32	85	50
7	41	105	61
8	Устанавливают в стандартах и ТУ	125	72
9	То же	Устанавливают в стандартах и ТЗ	85

Для обозначения типономиналов прибора принимают дополнительные цифры, которые определяют для диодов: класс по напряжению (цифры, соответствующие сотням вольт), группу по времени обратного восстановления, для высокочастотных и импульсных диодов — цифры от 1 до 9, обозначающие:

1 — не более 5,0 мкс;
2 — не более 4,0 мкс;
3 — не более 3,2 мкс,
4 — не более 2,5 мкс,
5 — не более 2,0 мкс,
6 — не более 1,6 мкс;
7 — не более 1,0 мкс,
8 — не более 0,63 мкс;
9 — не более 0,4 мкс

В некоторых случаях для обозначения исходного материала до первого элемента — буквы, обозначающей подкласс (вид) прибора, приводится цифра

1 — германий,
2 — кремний;
3 — арсенид галлия,
4 — карбид кремния

Примеры обозначений приборов

ДЛ112-10-15 — лавинный диод первой модификации, размер шестигранника «под ключ» 11 мм, штыревой конструкции с жестким выводом, максимально допустимый средний прямой ток 10 А, повторяющееся обратное напряжение 1500 В;

3ДЧ122-50Х-1 — высокочастотный арсеиидогаллиевый диод первой модификации, размер шестигранника «под ключ» 14 мм, штыревой конструкции с жестким выводом, максимально допустимый средний прямой ток 50 А, обратной полярности, повторяющееся обратное напряжение 100 В.

Для классификации и условного обозначения разрядников используется также буквенно-цифровой код, состоящий из двух элементов

Первый элемент обозначения — буква, обозначающая конструктивно-функциональную подгруппу приборов:

Р — разрядник неуправляемый;

РТ (старое обозначение) — разрядник трехэлементный или РУ — разрядник управляемый.

Второй элемент обозначения — двухзначная цифра, обозначающая номер разработки.

Примеры обозначений приборов:

Р-60 — разрядник неуправляемый, номер разработки 60;

РУ-65 — разрядник управляемый, номер разработки 65.

Большинство **варисторов (нелинейных резисторов)**, помещенных в справочнике, имеют условные обозначения, в основном соответствующие ГОСТ 13453—68. Буквенно-цифровой код условного обозначения состоит из четырех элементов.

Первый элемент обозначения — сочетание букв, обозначающее подкласс резисторов: СН — сопротивление нелинейное.

Второй элемент обозначения — цифра, обозначающая материал резистора:

1 — карбид кремния;

2 — окись цинка.

Третий элемент обозначения — цифра, определяющая конструктивное исполнение прибора:

1 — стержневое исполнение;

2 — дисковое исполнение;

3 — микромодульное исполнение.

Четвертый элемент обозначения — цифра, условно обозначающая габариты корпуса прибора.

Для обозначения типономиналов варисторов дополнительно указывается значение классификационного напряжения (тока), буквенное обозначение единицы измерения напряжения (тока) и допустимое отклонение напряжения (тока) в процентах. В условном обозначении между вторым и третьим, третьим и четвертым и значением напряжения ставится дефис.

Например, СН1-2-1-270 В±10% — варистор на основе карбида кремния, дискового исполнения на 270 В±10%.

В новом обозначении **варисторов** в соответствии с действующим стандартом ОСТ 11 074.009—78 используется двухэлементный буквенно-цифровой код.

Первый элемент обозначения — сочетание букв, обозначающее подкласс резисторов:

ВР — варисторы постоянные;

ВРП — варисторы переменные.

Второй элемент обозначения (через дефис) — порядковый номер разработки конкретного типа варистора.

Для обозначения типономиналов варисторов дополнительно указывается значение классификационного напряжения (тока) и буквенное обозначение единицы измерения напряжения (тока).

Пример обозначений прибора:

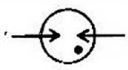
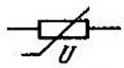
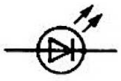
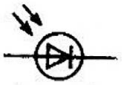
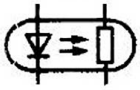
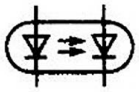
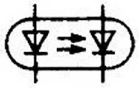
ВР-6-6,8 В — варистор постоянный, порядковый номер разработки шестой, напряжение 6,8 В.

11.2. Условные графические обозначения приборов

В технической документации и специальной литературе следует применять условные графические обозначения электронных приборов, предназначенных для защиты блоков и цепей аппаратуры от перегрузок, в соответствии с ГОСТ 2.727—68 (в части разрядников), ГОСТ 2.728—74 (в части варисторов), ГОСТ 2.730—73 (в части используемых полупроводниковых приборов). Графические обозначения указанных приборов приведены в табл. 11.2. Стандарт ГОСТ 2.730—73 не содержит графических обозначений полупроводниковых ограничителей напряжения. Поэтому в табл. 11.2 приведены обозначения этих приборов, использующиеся в настоящее время в зарубежной литературе.

Таблица 11.2

Условные графические обозначения приборов

Наименование прибора	Условное графическое обозначение
Разрядник двухэлектродный с газовым наполнением	
Разрядник управляемый с газовым наполнением	
Разрядник трехэлементный с газовым наполнением	
Варистор	
Диод, столб выпрямительный. Общее обозначение	
Диод обращенный	
Диод Шотки	
Стабилитрон односторонний, диод лавинный выпрямительный	
Стабилитрон двусторонний	
Ограничитель напряжения несимметричный	
Ограничитель напряжения симметричный	
Светоизлучающий диод	
Фотодиод	
Оптопара резисторная	
Оптопара диодная	
Оптопара тиристорная	
Оптопара транзисторная	

11.3. Термины и определения

Термины и определения параметров специализированных электронных приборов для защиты блоков и цепей аппаратуры от перегрузок приведены в табл. 11.3.

Термины и определения параметров Таблица 11.3

Термин	Определение
Полупроводниковые ограничители напряжения	
Напряжение пробоя	Значение обратного напряжения, вызывающего пробой перехода, при котором ток пробоя достигает заданного значения
Импульсное напряжение ограничения	Значение напряжения, соответствующее импульсному току ограничения
Максимально допустимое постоянное (импульсное) обратное напряжение	Значение обратного напряжения, при котором не происходит пробоя перехода
Импульсный ток ограничения	Мгновенное значение тока, обусловленное импульсным обратным напряжением в режиме ограничения
Тестовый ток пробоя	Значение постоянного тока в начальной области пробоя, протекающего через ограничитель напряжения при классификации
Максимально допустимая неповторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность	Максимальное значение мощности, рассеиваемой ограничителем напряжения, при воздействии одиночного импульса тока в режиме ограничения
Максимально допустимая повторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность	Максимальное значение мощности, рассеиваемой ограничителем напряжения, при воздействии периодических импульсов в режиме ограничения
Максимально допустимая неповторяющаяся прямая рассеиваемая мощность	Максимальное значение мощности, рассеиваемой ограничителем напряжения, при воздействии одиночного импульса прямого тока
Максимально допустимая повторяющаяся импульсная прямая рассеиваемая мощность	Максимальное значение мощности, рассеиваемой ограничителем напряжения, при воздействии периодических импульсов прямого тока
Коэффициент ограничения	Отношение импульсного напряжения ограничения к напряжению пробоя
Максимально допустимый повторяющийся импульсный прямой ток	Максимальное амплитудное значение тока, проходящего через ограничитель при воздействии периодических импульсов определенной формы, длительности и частоты
Максимально допустимый неповторяющийся импульсный прямой ток	Максимальное амплитудное значение тока, проходящего через ограничитель при воздействии одиночного импульса определенной формы и длительности
Разрядники газоразрядные	
Напряжение возникновения разряда	Наименьшее значение напряжения между электродами разрядника, при котором возникает разряд данного вида
Напряжение поддержания разряда	Значение падения напряжения на разряднике во время протекания тока через прибор
Напряжение прекращения разряда	Наибольшее значение напряжения между электродами разрядника, при котором прекращается разряд данного вида
Время запаздывания возникновения разряда	Интервал времени от момента подачи на разрядник напряжения, достаточного для возникновения разряда, до момента возникновения разряда
Максимальное (минимальное) напряжение анода управляемого разрядника	Наибольшее (наименьшее) значение напряжения анода управляемого разрядника, при котором управляющий электрод может управлять моментом возникновения разряда в основном разрядном промежутке
Самопроизвольный пробой управляемого разрядника	Возникновение разряда в основном разрядном промежутке при отсутствии импульса управляющего напряжения
Пропуск пробоя управляемого разрядника	Отсутствие разряда в основном разрядном промежутке управляемого разрядника при наличии импульса управляющего напряжения
Напряжение пробоя	Наименьшая разность потенциалов между электродами разрядника, достаточная для возникновения разряда в основном разрядном промежутке
Разброс значений напряжения пробоя	Разность между наибольшим и наименьшим значениями напряжения пробоя разрядника, полученными из определенного числа последовательных измерений
Статическое напряжение пробоя	Значение напряжения пробоя разрядника при медленном нарастании постоянного напряжения на его электродах
Динамическое напряжение пробоя	Значение напряжения пробоя разрядника при быстром нарастании напряжения на его электродах
Относительные потери мощности	Отношение мощности, рассеиваемой разрядником, к общей коммутируемой мощности
Напряжение погасания	Максимальное постоянное напряжение на электродах разрядника от источника с ограниченным током, при котором время поддержания разряда после прохождения импульса перенапряжения не превышает определенной величины, заданной в ТУ
Коммутируемый заряд	Количество электричества, проходящее через разрядник за одно включение или за один импульс

Продолжение табл. 11.3

Термин	Определение
Варисторы (полупроводниковые нелинейные резисторы)	
Классификационное напряжение	Условный параметр, показывающий значение постоянного напряжения на варисторе при заданном значении классификационного тока
Классификационный ток	Ток, при котором определяется классификационное напряжение
Коэффициент нелинейности	Отношение статического сопротивления в данной точке вольт-амперной характеристики к динамическому сопротивлению в той же точке
Номинальная мощность	Наибольшая мощность, которую варистор может рассеивать в заданных условиях в течение гарантированного срока службы (наработки) при сохранении параметров в установленных пределах
Дефензоры (биполярные тетроды)	
Электрические параметры	
Граничное напряжение	Значение напряжения между анодом и катодом прибора на участке лавинного пробоя при определенном импульсном токе анода
Остаточное напряжение	Значение постоянного напряжения между анодом и катодом при определенных токах анода и электрода удержания в открытом состоянии прибора
Остаточное напряжение электрода удержания	Значение постоянного напряжения между электродом удержания и катодом при определенных токах анода и электрода удержания в открытом состоянии прибора
Напряжение выключения	Амплитудное значение напряжения между анодом и катодом при определенном токе выключения
Напряжение выключения электрода удержания	Амплитудное значение напряжения между электродом удержания и катодом при определенном токе выключения
Незапускающее напряжение	Максимальное значение амплитуды напряжения между электродом запуска и катодом при определенных режимах в цепях анода и электрода удержания, не вызывающее переход прибора из закрытого состояния в открытое
Постоянный ток утечки	Значение постоянного тока анода в закрытом состоянии прибора при определенном напряжении анода и определенных режимах в цепях электрода удержания и запуска
Ток электрода удержания в точке выключения	Значение тока электрода удержания в точке выключения при определенном токе анода
Время включения	Интервал времени между моментом в начале отпирающего импульса на уровне 0,1 его амплитуды и моментом, когда ток анода увеличится до 0,9 его значения в открытом состоянии прибора, при определенных режимах в цепях анода и электродов удержания и запуска
Время выключения	Интервал времени между началом запирающего импульса и моментом, когда ток анода уменьшится до 0,1 его значения в открытом состоянии прибора, при определенных режимах в цепях анода и электрода удержания
Время автоматического выключения	Интервал времени, в течение которого ток анода спадает от уровня 0,9 до уровня 0,1 его значения в открытом состоянии прибора
Импульсный ток запуска	Значение амплитуды тока электрода запуска, которое обеспечивает переход прибора из закрытого состояния в открытое при определенных режимах в цепях анода и электрода удержания
Электрические режимы	
Постоянное напряжение анода	Значение постоянного положительного напряжения между анодом и катодом в закрытом состоянии прибора
Импульсное напряжение анода	Амплитудное значение положительного напряжения между анодом и катодом определенной формы, длительности и частоты в закрытом состоянии прибора
Постоянное напряжение электрода удержания	Значение положительного постоянного напряжения между электродом удержания и катодом в закрытом состоянии прибора
Импульсное напряжение электрода удержания	Амплитудное значение положительного напряжения между электродом удержания и катодом определенной формы, длительности и частоты в закрытом состоянии прибора
Постоянный ток анода	Значение постоянного тока анода
Импульсный ток анода	Амплитудное значение тока анода определенной формы, длительности и частоты
Ток выключения	Амплитудное значение тока анода в точке выключения
Постоянный ток электрода удержания	Значение постоянного тока электрода удержания в открытом состоянии прибора

Окончание табл 11.3

Термин	Определение
Импульсный ток электрода удержания	Амплитудное значение тока электрода удержания определенной формы, длительности и частоты в открытом состоянии прибора
Незапускающий ток	Амплитудное значение тока электрода запуска, соответствующее незапускающему напряжению
Максимально допустимые электрические режимы[1]	
Максимально допустимое постоянное напряжение анода	Максимальное значение постоянного положительного напряжения между анодом и катодом в закрытом состоянии прибора
Максимально допустимое импульсное напряжение анода	Максимальное амплитудное значение положительного напряжения между анодом и катодом в закрытом состоянии прибора при определенных форме, длительности и частоте следования импульсов
Максимально допустимое постоянное напряжение электрода удержания	Максимальное значение положительного постоянного напряжения между электродом удержания и катодом в открытом состоянии прибора
Максимально допустимое импульсное обратное напряжение электрода удержания	Максимальное амплитудное значение отрицательного напряжения между электродом удержания и катодом определенной формы, длительности и частоты
Максимально допустимое импульсное обратное напряжение электрода запуска	Максимальное амплитудное значение отрицательного напряжения между электродом запуска и катодом определенной формы, длительности и частоты
Максимально допустимый импульсный ток анода	Максимальное амплитудное значение тока анода при определенных форме, длительности и частоте следования импульсов
Максимально допустимый импульсный ток электрода удержания	Максимальное амплитудное значение тока электрода удержания при определенных форме, длительности и частоте следования импульсов
Максимально допустимый импульсный ток запуска	Максимальное амплитудное значение тока запуска при определенных форме, длительности и частоте следования импульсов
Максимально допустимая рассеиваемая мощность	Максимальное значение средней мощности, рассеиваемой прибором

[1] Максимально допустимыми параметрами называются параметры конкретных режимов эксплуатации прибора, которые обеспечивают их заданную надежность и значения которых не должны превышаться при любых условиях применения.

11.4. Условные обозначения электрических параметров

Полупроводниковые ограничители напряжения

$U_{проб}$ — напряжение пробоя

$U_{огр, и}$ — импульсное напряжение ограничения

$U_{обр}$ — постоянное (импульсное) обратное напряжение

$U_{обр, макс}$ — максимально допустимое постоянное (импульсное) обратное напряжение

$I_{огр, и}$ — импульсный ток ограничения

$I_{проб, т}$ — тестовый ток пробоя

$I_{пр, и, п, макс}$ — максимально допустимый повторяющийся импульсный прямой ток

$I_{пр, и, нп, макс}$ — максимально допустимый неповторяющийся импульсный прямой ток

$P_{обр, и, п, макс}$ — максимально допустимая повторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность

$P_{обр, и, нп, макс}$ — максимально допустимая неповторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность

$P_{пр, и, п, макс}$ — максимально допустимая повторяющаяся импульсная прямая рассеиваемая мощность

$P_{пр, и, нп, макс}$ — максимально допустимая неповторяющаяся импульсная прямая рассеиваемая мощность

$K_{огр}$ — коэффициент ограничения

Разрядники газоразрядные

$U_{возн. р}$ — напряжение возникновения разряда

$U_{подд. р}$ — напряжение поддержания разряда

$U_{прек. р}$ — напряжение прекращения разряда

$U_{пб}$ — напряжение пробоя

$U_{пб, стат}$ — статическое напряжение пробоя

$U_{пб, дин}$ — динамическое напряжение пробоя

$U_{пог}$ — напряжение погасания

$U_{а, макс}$, $U_{а, мин}$ — максимальное, минимальное напряжение анода управляемого разрядника

$P_{рас}/P_{ком}$ — относительные потери мощности

$t_{запз. пб}$ — время запаздывания возникновения разряда

Q — коммутируемый заряд

Варисторы

$U_к$ — классификационное напряжение

$I_к$ — классификационный ток

$P_{ном}$ — номинальная рассеиваемая мощность

α — коэффициент нелинейности

$\Delta U_к$ — допустимое отклонение классификационного напряжения

ТКU — температурный коэффициент напряжения варистора

C — емкость варистора

Дефензоры

$U_{гр}$ — граничное напряжение

$U_{ост}$ — остаточное напряжение

$U_{у,\,ост}$ — остаточное напряжение электрода удержания

$U_{выкл}$ — напряжение выключения

$U_{у,\,выкл}$ — напряжение выключения электрода удержания

$U_{нз}$ — незапускающее напряжение

$U_а$, $U_{а,\,и}$ — постоянное, импульсное напряжение анода

$U_у$, $U_{у,\,и}$ — постоянное, импульсное напряжение электрода удержания

$U_{а,\,макс}$, $U_{а,\,и,\,макс}$ — максимально допустимое постоянное, импульсное напряжение анода

$U_{у,\,макс}$ — максимально допустимое постоянное напряжение электрода удержания

$U_{у,\,и,\,обр,\,макс}$ — максимально допустимое импульсное обратное напряжение электрода удержания

$U_{з,\,и,\,обр,\,макс}$ — максимальное допустимое импульсное обратное напряжение электрода запуска

$I_{ут}$ — постоянный ток утечки

$I_{у,\,выкл}$ — ток электрода удержания в точке выключения

$I_{з,\,и}$ — импульсный ток запуска

$I_а$, $I_{а,\,и}$ — постоянный, импульсный ток анода

$I_{выкл}$ — ток выключения

$I_у$, $I_{у,\,и}$ — постоянный, импульсный ток электрода удержания

$I_{нз}$ — незапускающий ток

$I_{а,\,макс}$, $I_{а,\,и,\,макс}$ — максимально допустимый постоянный, импульсный ток анода

$I_{у,\,макс}$, $I_{у,\,и,\,макс}$ — максимально допустимый постоянный, импульсный ток электрода удержания

$I_{з,\,и,\,макс}$ — максимально допустимый импульсный ток запуска

$P_{рас,\,макс}$ — максимально допустимая рассеиваемая мощность

$t_{вкл}$ — время включения

$t_{выкл}$ — время выключения

$t_{авт}$ — время автоматического выключения

Полупроводниковые приборы

$U_{пр}$, $U_{пр,\,ср}$, $U_{пр,\,и}$ — постоянное, среднее и импульсное прямое напряжение

$U_{обр}$, $U_{обр,\,и}$ — постоянное, импульсное обратное напряжение

$U_{ст}$ — напряжение стабилизации стабилитрона

$\Delta U_{ст}$ — уход напряжения стабилизации

$U_{обр,\,макс}$, $U_{обр,\,и,\,макс}$ — максимально допустимое постоянное, импульсное обратное напряжение

$U_{обр,\,и,\,п,\,макс}$ — максимально допустимое импульсное повторяющееся обратное напряжение

$I_{пр}$, $I_{пр,\,ср}$, $I_{пр,\,и}$ — постоянный, средний и импульсный прямой ток

$I_{вп.\,ср}$ — средний выпрямленный ток

$I_{обр}$, $I_{обр,\,и}$ — постоянный, импульсный обратный ток

$I_{ст}$, $I_{ст,\,и}$ — постоянный, импульсный ток стабилизации стабилитрона

$I_{прг}$ — ток одноразовой перегрузки стабилитрона

$I_{пр,\,макс}$, $I_{пр,\,ср,\,макс}$, $I_{пр,\,и,\,макс}$ — максимально допустимый постоянный, средний и импульсный прямой ток

$I_{обр,\,и,\,макс}$ — максимально допустимый импульсный обратный ток

$I_{пр,\,и,\,нп,\,макс}$ — максимально допустимый неповторяющийся импульсный прямой ток

$I_{ст,\,макс}$, $I_{ст,\,мин}$ — максимально допустимый, минимально допустимый ток стабилизации стабилитрона

$I_{ст,\,и,\,макс}$ — максимально допустимый импульсный ток стабилизации стабилитрона

$P_{пр}$ — постоянная прямая рассеиваемая мощность

$P_{ср}$ — средняя рассеиваемая мощность

$P_и$ — импульсная рассеиваемая мощность

$P_{рас}$, $P_{рас,\,и}$ — постоянная, импульсная рассеиваемая мощность СВЧ диода

$P_{обр}$, $P_{обр,\,и}$ — постоянная, импульсная обратная рассеиваемая мощность

P — рассеиваемая мощность стабилитрона

$P_{пд}$, $P_{пд,\,и}$ — постоянная, импульсная падающая на СВЧ диод мощность

$P_{пр,\,макс}$ — максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность

$P_{ср,\,макс}$ — максимально допустимая средняя — рассеиваемая мощность

$P_{и,\,макс}$ — максимально допустимая импульсная рассеиваемая мощность

$P_{макс}$ — максимально допустимая рассеиваемая мощность стабилитрона

$P_{обр,\,и,\,нп,\,макс}$ — максимально допустимая неповторяющаяся импульсная обратная мощность

$P_{рас,\,макс}$, $P_{рас,\,и,\,макс}$ — максимально допустимая постоянная, импульсная рассеиваемая мощность СВЧ диода

$P_{пд,\,макс}$, $P_{пд,\,и,\,макс}$ — максимально допустимая постоянная, импульсная падающая на СВЧ мощность

$r_{дин}$ — динамическое сопротивление диода

$r_{пр}$ — прямое сопротивление потерь СВЧ диода

$r_{обр}$ — обратное сопротивление потерь СВЧ диода

$r_{ст}$ — дифференциальное сопротивление стабилитрона

$R_н$ — сопротивление нагрузки

$R_г$ — сопротивление генератора

W — волновое сопротивление

$Z_{т\,пер-кор}$, $Z_{т\,пер-окр}$ — переходные тепловые сопротивления переход—корпус, переход—окружающая среда

$C_д$ — общая емкость диода (стабилитрона)

$t_{вос,\,пр}$, $t_{вос,\,обр}$ — время прямого, обратного восстановления

$t_и$ — длительность импульса

$t_ф$ — длительность фронта импульса

f — частота следования импульсов

Q — скважность

$Q_{нк}$ — накопленный заряд

$Q_{пк}$ — заряд переключения

T, $T_к$, $T_п$ — температура окружающей среды, корпуса, перехода

$\alpha_{U_{ст}}$ — температурный коэффициент напряжения стабилизации стабилитрона

$\beta_{U_{ст}}$ — временная нестабильность напряжения стабилизации стабилитрона

θ — угол отсечки

λ — длина волны

11.5. Основные стандарты, распространяющиеся на электронные приборы для защиты аппаратуры от перегрузок

Полупроводниковые приборы

ГОСТ 15133—77. Приборы полупроводниковые. Термины и определения.

ГОСТ 25529—82. Диоды полупроводниковые. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.

ГОСТ 25229—82. Диоды полупроводниковые СВЧ. Термины, определения и буквенные обозначения параметров.

ГОСТ 20859.1—79. Приборы полупроводниковые силовые. Общие технические условия.

ОСТ 11 336.919—81. Приборы полупроводниковые. Система условных обозначений.

ГОСТ 2.730—73. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.

ГОСТ 18472—82. Приборы полупроводниковые. Основные размеры.

ГОСТ 23900—79. Приборы полупроводниковые силовые. Габаритные и присоединительные размеры.

ГОСТ 19613—80. Диоды полупроводниковые. Столбы и блоки выпрямительные. Основные размеры.

ОСТ 11.336.907.0—79. Приборы полупроводниковые. Руководство по применению. Общие положения.

ОСТ 11 336.907.3—81. Стабилитроны. Руководство по применению.

ОСТ 11.336.907.4—81. Диоды импульсные. Руководство по применению.

ОСТ 11.336.907.6—82. Диоды выпрямительные, столбы высоковольтные. Руководство по применению.

ГОСТ 18986.0—74. Диоды полупроводниковые. Методы измерения электрических параметров. Общие положения.

ГОСТ 18986.1—73. Диоды полупроводниковые. Метод измерения постоянного обратного тока.

ГОСТ 18986.2—73. Диоды полупроводниковые. Метод измерения постоянного обратного напряжения.

ГОСТ 18986.3—73. Диоды полупроводниковые. Методы измерения постоянного прямого напряжения и постоянного прямого тока.

ГОСТ 18986.4—73. Диоды полупроводниковые. Методы измерения емкости.

ГОСТ 18986.5—73. Диоды полупроводниковые. Метод измерения времени выключения.

ГОСТ 18986.6—73. Диоды полупроводниковые. Метод измерения заряда восстановления.

ГОСТ 18986.7—73. Диоды полупроводниковые. Методы измерения эффективного времени жизни неравновесных носителей заряда.

ГОСТ 18986.8—73. Диоды полупроводниковые. Метод измерения времени обратного восстановления.

ГОСТ 18986.9—73. Диоды полупроводниковые. Метод измерения импульсного прямого напряжения.

ГОСТ 18986.10—74. Диоды полупроводниковые. Метод измерения индуктивности.

ГОСТ 18986.11—74. Диоды полупроводниковые. Методы измерения последовательного сопротивления потерь.

ГОСТ 18986.14—74. Диоды полупроводниковые. Методы измерения дифференциального и динамического сопротивлений.

ГОСТ 18986.15—75. Стабилитроны полупроводниковые. Метод измерения напряжения стабилизации.

ГОСТ 18986.16—72. Диоды полупроводниковые выпрямительные. Методы измерения среднего значения прямого напряжения и среднего значения обратного тока.

ГОСТ 18986.17—73. Стабилитроны полупроводниковые. Метод измерения температурного коэффициента напряжения стабилизации.

ГОСТ 18986.21—77. Стабилитроны и стабисторы полупроводниковые. Метод измерения временной нестабильности напряжения стабилизации.

ГОСТ 18986.22—78. Стабилитроны полупроводниковые. Метод измерения дифференциального сопротивления.

ГОСТ 18986.23—80. Стабилитроны полупроводниковые. Методы измерения спектральной плотности шума.

ГОСТ 18986.24—83. Диоды полупроводниковые. Метод измерения пробивного напряжения.

ГОСТ 19656.0—74. Диоды полупроводниковые СВЧ. Методы измерения электрических параметров. Общие положения.

ГОСТ 19656.10—75. Диоды полупроводниковые СВЧ ограничительные. Метод измерения сопротивления потерь при низком значении СВЧ мощности.

ГОСТ 19656.11—75. Диоды полупроводниковые СВЧ переключательные. Метод измерения прямого и обратного сопротивления потерь.

ГОСТ 19656.14—79. Диоды полупроводниковые СВЧ переключательные. Метод измерения критической частоты.

ГОСТ 19656.15—84. Диоды полупроводниковые СВЧ. Методы измерения теплового сопротивления переход—корпус и импульсного теплового сопротивления.

ГОСТ 2461—80. Приборы полупроводниковые силовые. Методы изменений и испытаний.

Разрядники газоразрядные

ГОСТ 20724—83. Приборы газоразрядные. Термины и определения.

ГОСТ 17459—78. Разрядники ионные. Основные параметры.

ОСТ 11 0525—88. Разрядники нерезонансные. Система параметров.

ГОСТ 2.727—68. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники и предохранители.

ГОСТ 17459—78. Приборы газоразрядные. Основные размеры.

ОСТ 11 ОДО.334.023—78. Приборы газоразрядные. Схемы соединения электродов с выводами.

ГОСТ 21107.0—75. Приборы газоразрядные. Методы измерения электрических параметров. Общие положения.

ГОСТ 21107.7—75. Приборы газоразрядные. Разрядники искровые. Методы измерения электрических параметров.

ГОСТ 21107.12—75. Приборы газоразрядные. Методы измерения электрических параметров, режимов эксплуатации и режимов измерения искровых разрядников.

ОСТ 11 334.806—80. Разрядники ионные. Метод измерения параметров импульсов управляющего напряжения и тока.

Нелинейные резисторы (варисторы)

ГОСТ 21414—75. Резисторы. Термины и определения.

ОСТ 11 074.009—78. Резисторы. Классификация и система условных обозначений.

ОСТ 11 0479—87. Варисторы. Система параметров.

ГОСТ 2.728—74. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы.

ГОСТ 21342.0—75. Резисторы. Методы измерения электрических параметров. Общие положения.

ГОСТ 21342.13—79. Резисторы. Методы измерения сопротивления изоляции.

ГОСТ 21342.14—78. Резисторы. Метод проверки резистора импульсной нагрузкой.

ГОСТ 21342.15—78. Резисторы. Методы измерения температурного коэффициента сопротивления.

ГОСТ 21342.16—78. Резисторы. Метод проверки нелинейности.

ГОСТ 21342.17—78. Резисторы. Метод определения изменения сопротивления от изменения напряжения.

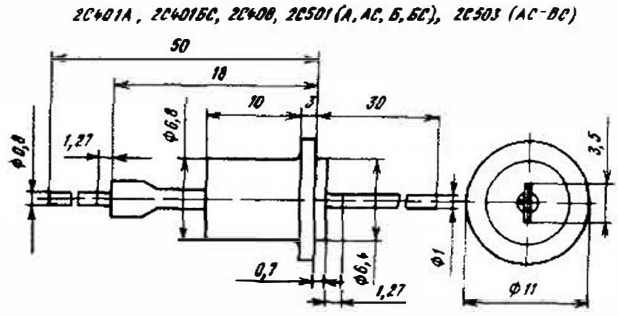
ГОСТ 21342.20—78. Резисторы. Методы измерения сопротивления.

Раздел двенадцатый

Полупроводниковые ограничители напряжения

2С401А

Ограничитель напряжения кремниевый эпитаксиальный несимметричный средней мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2,3 г.

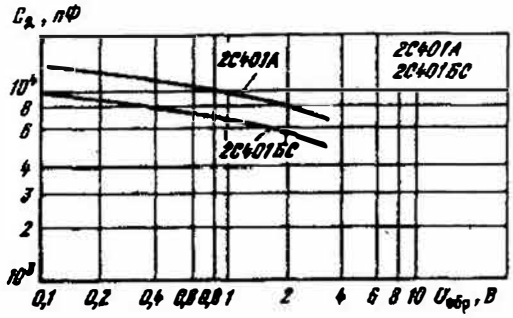


Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = =10 мА:	
T = +25° С	6,1 ... 7,5 В
T = +125° С	6,1 ... 8,0 В
T = —60° С	5,8 ... 7,5 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и^1$ = 1 мс, $t_ф^1 \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$I_{огр, и}$ = 139 А, T = —60 ... +35° С	10,8 В
$I_{огр, и}$ = 28 А, T = +125° С	10,8 В
Постоянное прямое напряжение при $I_{проб}$ = 50 мА, T = +25° С	1 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}$ = 10 мА	0,57 %/°С
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$ = 5,5 В:	
T = —60 ... +35° С	1000 мкА
T = +125° С	10 000 мкА
Время пробоя (расчетное)	10^{-9} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничений (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и^1$ = 1 мс, $t_ф^1 \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
T = —60 ... +35° С	139 А
T = +125° С	28 А
T = —60 до +35° С* и P = 1,33× ×10^{-4} Па	54 А
T = +125° С* и P = 1,33·10^{-4} Па	12,5 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность:	
T = —60 ... +35° С	1,0 Вт
T = +125° С	0,2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и^1$ = 1 мс, $t_ф^1 \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
T = —60 ... +35° С*	1,5 кВт
T = +125° С	0,3 кВт
T = —60 ... +35° С* и P = 1,33· ·10^{-4} Па	0,5 кВт
T = +125° С* и P = 1,33·10^{-4} Па	0,1 кВт
Число импульсов при $P_{обр, и}$ = 1,5 кВт	100
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С



Зависимости общей емкости от обратного напряжения

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов не менее 3 мм.
2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С.
3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей.
4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей.
5. Допускается параллельное соединение ограничителей при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ.

---

[1] Здесь и далее длительность импульса измеряется на уровне 0,5, длительность фронта импульса — на уровне 0,1 ... 0,9.

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейной.

5. Несимметричные ограничители включают в схему защиты полярностью, обратной указанной на корпусе. Для симметричных ограничителей полярность включения значения не имеет.

2С401БС

Ограничитель напряжения кремниевый эпитаксиальный симметричный средней мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2,3 г. Габаритный чертеж см. 2С401А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = =10 мА:	
T= +25° С	6,8 ... 8,2 В
T= +125° С	6,8 ... 8,7 В
T= —60° С	6,4 ... 8,2 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$=1 мс, $t_ф$≤ ≤10 мкс, Q≥10^4:	
$I_{огр, и}$=128 А, T= —60 ... +35° С	11,7 А
$I_{огр, и}$=26 А, T= +125° С	11,7 А
Постоянное прямое напряжение при $I_{проб}$=50 мА, T= +25° С	1 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}$=10 мА	0,061 %/° С
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$=5,5 В:	
T= —60 ... +35° С	1000 мкА
T= +125° С	10 000 мкА
Время пробоя (расчетное)	10^{-9} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$=1 мс, $t_ф$≤10 мкс, Q≥ ≥10^4:	
T= —60 ... +35° С	128 А
T= +125° С*	26 А
T= —60 ... +35° С* и P=1,33· ·10^{-4} Па	50 А
T= +125° С* и P=1,33·10^{-4} Па	11 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность:	
T= —60 ... +35° С	1,0 Вт
T= +125° С	0,2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$=1 мс, $t_ф$≤10 мкс, Q≥ ≥10^4:	
T= —60 ... +35° С	1,5 кВт
T= +125° С*	0,3 кВт
T= —60 ... +35° С* и P=1,33× ×10^{-4} Па	0,5 кВт
T= +125 °С* и P=1,33·10^{-4} Па	0,1 кВт
Число импульсов при $P_{обр, в}$= =1,5 кВт	100
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов не менее 3 мм.
2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С.
3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей.
4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей.
5. Допускается параллельное соединение ограничителей при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ.
6. Несимметричные ограничители включают в схему защиты полярностью, обратной указанной на корпусе. Для симметричных ограничителей полярность включения значения не имеет.

2С408А

Ограничитель напряжения кремниевый диффузионный средней мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Корпус в рабочем режиме служит положительным электродом (анодом). Масса прибора не более 2,3 г. Габаритный чертеж см. 2С401А.

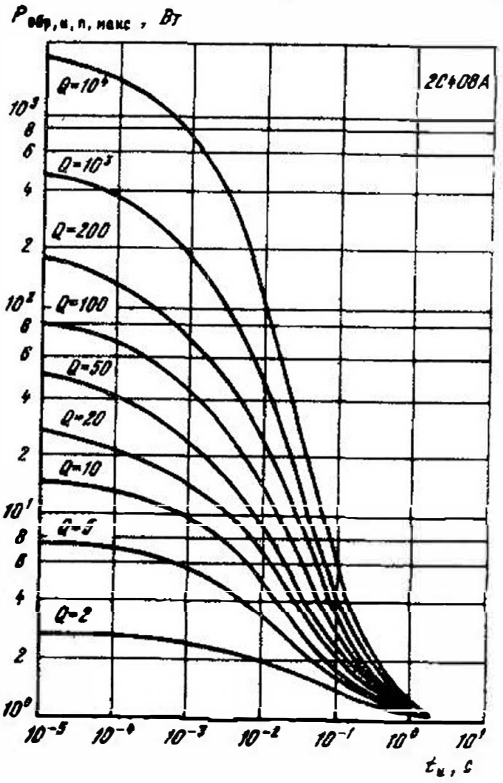
Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$=1 мА:	
T= +30° С	5,89 ... 6,51 В
T= —60° С	5,56 ... 7,02 В
T= +125° С	5,5 ... 6,82 В
Импульсное напряжение ограничения:	
$I_{огр, и}$=150 А, T= —60 ... +35° С	8,5 В
$I_{огр, и}$=30 А, T= +125° С	8,5 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{обр}$=1 мА, T= = —60 ... +35° С	0,07 %/° С
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$=5 В:	
T= —60 ... +35° С	0,3 мА
T= +125° С	3,0 мА
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=50 мА, T= +125° С	1 В
Импульсное прямое напряжение при $I_{пр}$=100 мА, T= +125° С	3,5 В
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

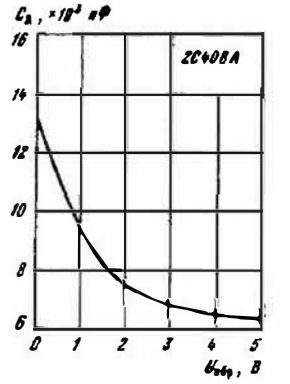
* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой можности снижаются линейно.

Предельные эксплуатационные данные

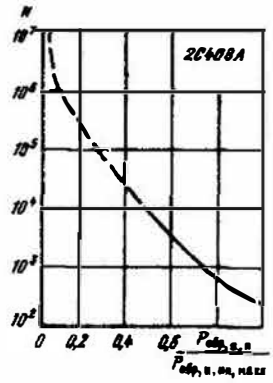
Постоянное обратное напряжение	5 В
Импульсный обратный ток[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и = 1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$T = -60 \ldots +35°$ С	150 А
$T = +125°$ С	30 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность[1]:	
$T = -60 \ldots +35°$ С	1 Вт
$T = +125°$ С	0,2 Вт
Импульсная неповторяющаяся рассеиваемая мощность[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и = 1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$T = -60 \ldots +35°$ С*	1,5 кВт
$T = 125°$ С*	0,3 кВт
Число импульсов перегрузки[2] при $P_и = 1{,}5$ кВт	100
Температура окружающей среды	$-60 \ldots +125°$ С



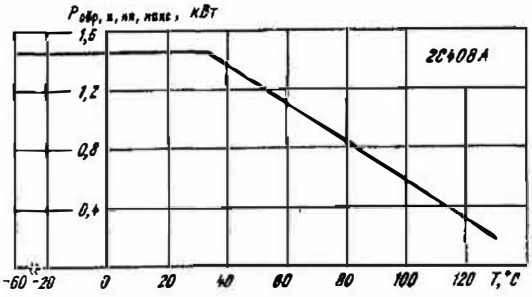
Зависимости максимальной импульсной обратной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса



Зависимость общей емкости от обратного напряжения



Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 3 мм от корпуса или расплющенной части трубки с радиусом закругления не менее 2 мм. Растягивающая выводы сила не должна превышать 19,6 Н.
2. Минимальное расстояние места пайки выводов от корпуса или расплющенной части трубки 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С.
3. Допускается последовательное соединение любого числа диодов.
4. Допускается параллельное включение диодов при условии, что разница их напряжений пробоя не превышает 20 мВ.

2С414А

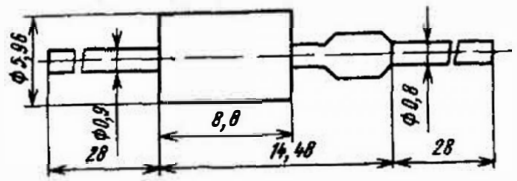
Ограничитель напряжения кремниевый эпитаксиальный несимметричный средней мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 1,8 г.

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей максимально допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

2С414А, 2С416А, 2С514 (А-В, А1-В1), 2С517 (А-Г, А1-Г1), 2С521А, 2С602 (А, А1), 2С603 (А, А1, Б, Б1), 2С604 (А, А1, Б, Б1)



Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = =10 мА:
- T = +25° С . . . . . 3,5 . . . 4,3 В
- T = +125° С . . . . . 3,15 . . . 4,3 В
- T = —60° С . . . . . 3,5 . . . 4,7 В

Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мА, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:
- $I_{огр.\,и}$ = 200 А, T = 0 . . . +35° С . 7,5 В
- $I_{огр.\,и}$ = 40 А, T = +125° С . . . 7,5 В
- $I_{огр.\,и}$ = 160 А, T = —60° С . . . 8,5 В

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$ = 50 мА, T = +25° С . . . . . 1 В

Импульсное прямое напряжение при $t_и$ = 10 мс, $I_{пр.\,и}$ = 100 А, T = +25° С 3,5 В

Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}$ = 10 мА, T = = —60 . . . +125° С . . . . . —0,1 %/° С

Постоянный обратный ток при $U_{обр}$ = =2,4 В
- T = —60 . . +35° С . . . . . 0,8 мА
- T = +125° С . . . . . 1,0 мА

Общая емкость ограничителя при $U_{обр}$ = 0,1 В . . . . . $20 \cdot 10^3$ пФ

Время пробоя (расчетное), не более 10^{-12} с

Индуктивность (при длине выводов 20 мм) . . . . . 15 нГн

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный прямой ток при $t_и$ = =10 мс (по основанию полусинусоиды):
- T = —60 . . . +35° С . . . . . 200 А
- T = +125° С . . . . . 100 А

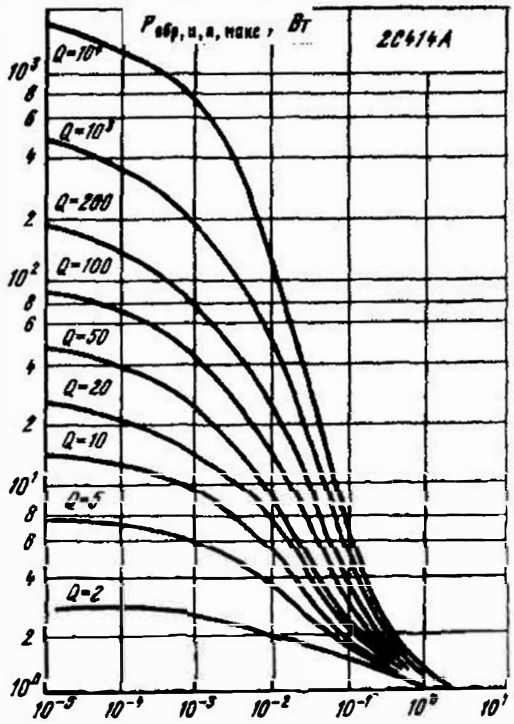
Импульсный ток ограничителя (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф$ = 10 мкс, $Q \geqslant 10^4$:
- T = 0 . . +35° С* . . . . . 200 А
- T = +125° С* . . . . . 40 А
- T = —60° С* . . . . . 160 А
- T = +25° С и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па . 100 А
- T = —60 . . . +35° С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па . . . . . 200 А
- T = +125° С и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па . 100 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность:
- T = —60 . . . +35° С* . . . . . 1,0 Вт
- T = +125° С . . . . . 0,2 Вт

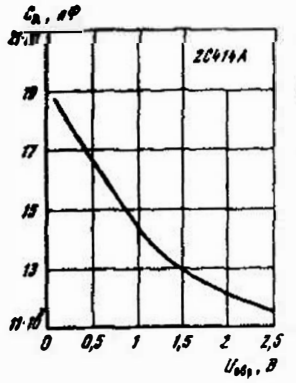
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф$ = 10 мкс, $Q \geqslant 10^4$:
- T = —60 . . . +35° С* . . . . . 1,5 Вт
- T = +125° С* . . . . . 0,3 Вт
- T = +25° С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па . 0,75 Вт

Число импульсов при $P_{обр.\,и}$ = =1,5 кВт** 100

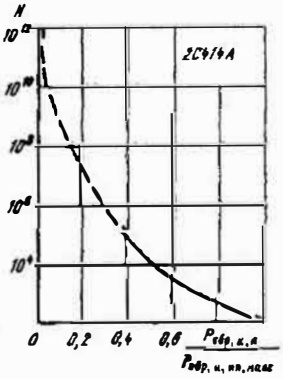
Температура окружающей среды . . —60 . . . +125° С



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся мощности от длительности импульса



Зависимость общей емкости от обратного напряжения

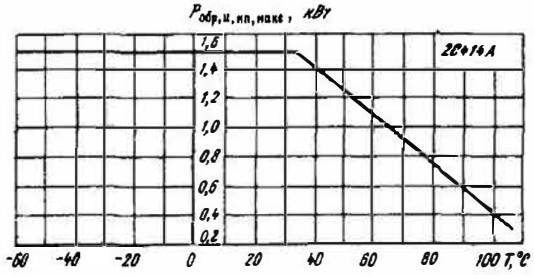


Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности

---

* В диапазоне рабочих температур допустимые импульсные токи и мощности изменяются в соответствии с рисунком.

** При импульсной мощности, меньшей максимально допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов не менее 3 мм.
2. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С.
3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей.
4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей напряжения.
5. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.
6. Для схем защиты от переходных процессов допускается использование ограничителей напряжения по прямой ветви с током, равным току обратной ветви.
7. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С416А

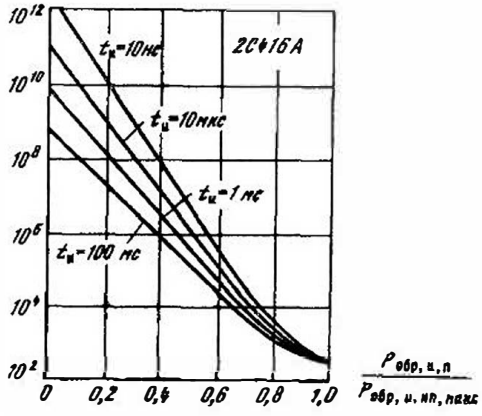
Ограничитель напряжения кремниевый диффузионно-эпитаксиальный несимметричный средней мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенными электромагнитными импульсами иной природы. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2,0 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = =10 мА:	
T = +30° С	7,22...7,98 В
T = +125° С	7,22...8,5 В
T = —60° С	6,8...7,98 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф$ ≤ ≤10 мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$I_{огр.и}$ = 100 А, T = —60...+35° С	11 В
$I_{огр.и}$ = 27 А, T = +125° С	11 В
Постоянный прямой ток при $U_{пр}$ = =100 В	100 мкА
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}$ = 10 мА	0,061 %/° С
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$ = =6,5 В:	
T = —60...+35° С	1000 мкА
T = +125° С	5000 мкА
Общая емкость ограничителя при $U_{обр}$ = 0,1 В	100 пФ
Индуктивность ограничителя (при длине выводов 20 мм)	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф$ = 10 мкс, $Q \geqslant$ $\geqslant 10^4$:	
T = —60...+35° С	100 А
T = +125° С*	27 А
T = —60...+35° С* и P = 1,33· ·10^{-4} Па	50 А
T = +125° С* и P = 1,33·10^{-4} Па	13,5 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность:	
T = —60...+35° С	1 Вт
T = +125° С*	0,25 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \leqslant 10^4$:	
T = —60...+35° С	1,5 кВт
T = +125° С*	0,3 кВт
T = —60...+35° С* и P = 1,33· ·10^{-4} Па	0,75 кВт
T = +125° С* и P = 1,33·10^{-4} Па	0,15 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр.и}$ = 1,5 кВт	500
Температура окружающей среды	—60...+125° С

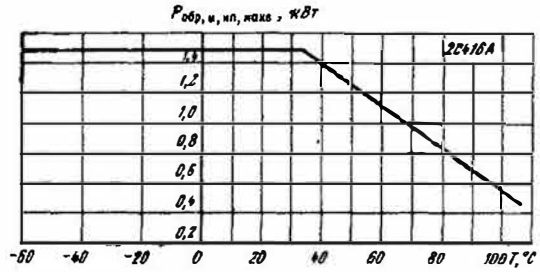


Зависимости максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности

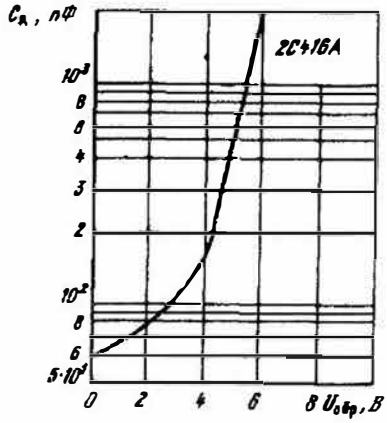
[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

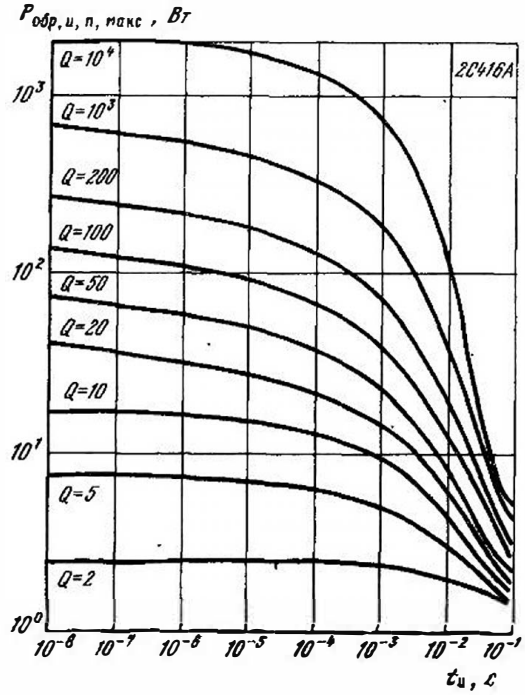
* В диапазоне температур окружающей среды +35...+125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности от температуры



Зависимость общей емкости от обратного напряжения



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся мощности от длительности импульса

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса и расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.
2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С.
3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.
4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.
5. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С501А, 2С501АС

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные (2С501А) и симметричные (2С501АС) средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2,3 г. Габаритный чертеж см. 2С401А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА:	
$T=+25°$ С	13,5 ... 16,5 В
$T=+125°$ С	13,5 ... 18,1 В
$T=-60°$ С	12,5 ... 16,5 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$I_{огр,и}=68$ А, $T=-60 ... +35°$ С	22 В
$I_{огр,и}=14$ А, $T=+125°$ С	22 В
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА, $T=+25°$ С	1 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}=1$ мА	0,084 %/°С
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=11$ В:	
$T=-60 ... +35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
Время пробоя (расчетное)	10^{-9} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$T=-60 ... +35°$ С	68 А
$T=+125°$ С*	14 А
$T=-60 ... +35°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па	27 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па	5,5 А

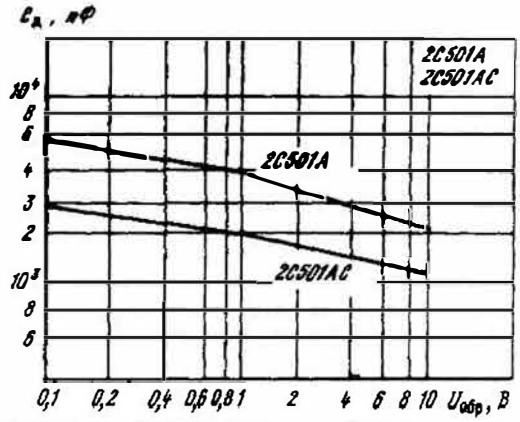
* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

Постоянная обратная рассеиваемая мощность:

$T=-60\ldots+35°C$	1,0 Вт
$T=+125°C$	0, 2Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$:

$T=-60\ldots+35$ °C*	1, 5кВт
$T=+1$ 25C	0,3 кВт
$T=-60\ldots+35$ °C* и $P=1,33\cdot10^{-4}$ Па	0, 5кВт
$T=+125$ °C* и $P=1,33\cdot1$ 0^{-4} Па	0,1 кВт
Число импульсов при $P_{обр,\ и}=1,5$ кВт	10 0
Температура окружающей среды	—60 . +12 5° C



Зависимости общей емкости от обратного напряжения

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов не менее 3 мм.
2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С.
3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей.
4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей.
5. Допускается параллельное соединение ограничителей при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ.
6. Несимметричные ограничители включают в схему защиты полярностью, обратной указанной на корпусе. Для симметричных ограничителей полярность включения значения не имеет.

2С501Б, 2С501БС

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные (2С 501 Б) и симметричные (2С5 01БС) средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2, 3. Габаритный чертеж см. 2С401А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА.

$T=+$ 25°	27...33 В
$T=+125°$ С	27...36, 6В
$T=-60$ °С	24,5...33 В

Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$:

$I_{огр,\ и}=34,5$ А, $T=-60\ldots+35°$ С	43,5 В
$I_{огр,\ и}=7$ А, $T=+125°$ С	43,5 В

Постоянное прямое напряжение при $I_{проб}=50$ мА, $T=+25°$ С 1 В

Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}=1$ мА 0,09 %/°С

Постоянный обратный ток при $U_{обр}=24$ В.

$T=-60\ldots+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	5000 мкА

Время пробоя (расчетное) 10^{-9} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$.

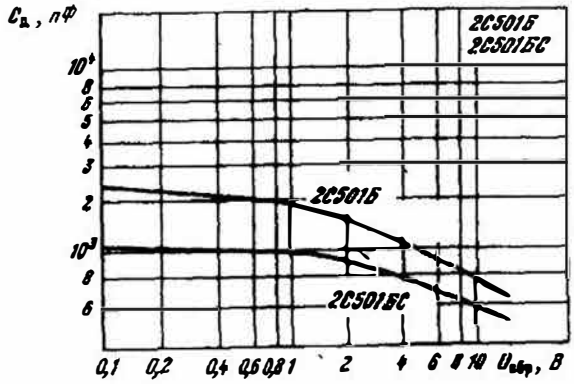
$T=-60\ldots+35°$ С	34,5 А
$T=+12$ 5° С*	7 А
$T=-60\ldots+3$ 5°С* и $P=1,3$ 3 $\cdot10^{-4}$ Па	13 А
$T=+125°$ С * и $P=1,33\cdot10^{-}$ Па	3 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность:

$T=-60\ldots+3$ 5°С	1, 0Вт
$T=+125°$ С	0,2 Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$:

$T=-60\ldots+35°$ С*	1, 5кВт
$T=+125$ °С*	0,3 кВт
$T=-60\ldots+35°$ С * и $P=1,33\cdot10^{-4}$ Па	0,5 кВт
$T=+1$ 2С * и $P=1,33\cdot10^{4}$ Па	0, кВт
Число импульсов при $P_{обр,\ и}=1,5$ кВт	100
Температура окружающей среды	—60...+125° С



Зависимости общей емкости от обратного напряжения

* В диапазоне температур окружающей среды +35...+125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов не менее 3 мм.
2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С.
3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей.
4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей.
5. Допускается параллельное соединение ограничителей при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ.
6. Несимметричные ограничители включают в схему защиты полярностью, обратной указанной на корпусе. Для симметричных ограничителей полярность включения значения не имеет.

2С503АС

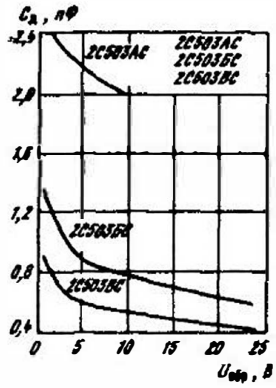
Ограничитель напряжения кремниевый эпитаксиальный симметричный средней мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2,3 г. Габаритный чертеж см. 2С401А.

Электрические параметры

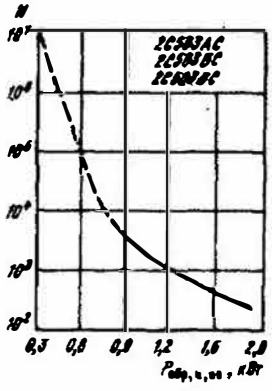
Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = =1 мА:	
T = +30° С	10,8 ... 13,2 В
T = +125° С	10,8 ... 14,3 В
T = —60° С	10,0 ... 13,2 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant$ ≤10 мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$I_{огр, и}$ = 87 А, T = —60 ... +35° С	17 В
$I_{огр, и}$ = 17,3 А, T = +125° С	17 В
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$ = 9 В:	
T = —60 ... +35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}$ = 1 мА	0,078 %/°С
Время пробоя (расчетное)	10^{-9} с

Предельные эксплуатационные данные

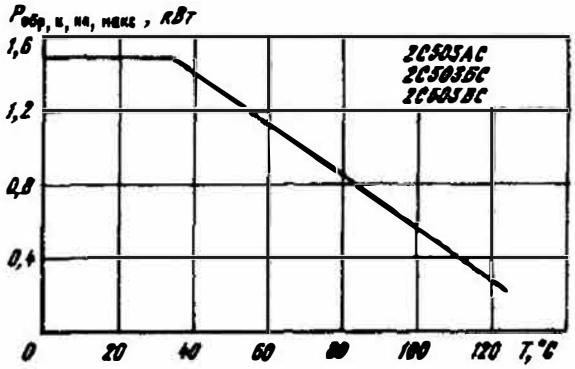
Постоянное обратное напряжение при T = —60 ... +125° С	9 В
Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant$ 10 мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
T = 260 ... +35° С*	87 А
T = +125° С*	17,3 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность:	
T = —60 ... +35° С	1 Вт
T = +125° С	0,2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф$ = 10 мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
T = —60 ... 35° С*	1,5 кВт
T = +125° С*	0,3 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр, и}$ = =1,5 кВт	500
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С



Зависимости общей емкости от обратного напряжения



Зависимость максимального числа импульсов от обратной импульсной неповторяющейся мощности



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком (см. 2С503ВС).

[2] При импульсной мощности, меньшей максимально допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

5. Полярность включения ограничителей напряжения значения не имеет.

2С503БС

Ограничитель напряжения кремниевый эпитаксиальный симметричный средней мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2,3 г. Габаритный чертеж см. 2С401А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = 1 мА:		
T = +30° С	29,7	36,3 В
T = +125° С	29,7	40,3 В
T = —60° С	26,9	36,3 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:		
$I_{огр, и}$ = 31,5 А, T = —60 ... +35° С	47 В	
$I_{огр, и}$ = 6,3 А, T = +125° С	47 В	
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$ = 26 В:		
T = —60 ... +35° С	5 мкА	
T = +125° С	500 мкА	
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}$ = 1 мА	0,098 %/°С	
Время пробоя (расчетное)	10^{-9} с	

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение при T = —60 ... +125° С	26 В
Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
T = —60 ... +35° С*	31,5
T = +125° С*	6,3
Постоянная обратная рассеиваемая мощность:	
T = —60 ... +35° С	1 Вт
T = +125° С	0,2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
T = —60 ... +35° С*	1,5 кВт
T = +125° С*	0,3 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр, и}$ = 1,5 кВт	500
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком (см. 2С503ВС).

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей должна превышать 50 мВ.

5. Полярность включения ограничителей напряжения значения не имеет.

2С503ВС

Ограничитель напряжения кремниевый эпитаксиальный симметричный средней мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2,3 г. Габаритный чертеж см. 2С401А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = 1 мА:	
T = +30° С	35,1 ... 42,9 В
T = +125° С	35,1 ... 47,7 В
T = —60° С	31,8 ... 42,9 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$I_{огр, и}$ = 26,5 А, T = —60 ... +35° С	56 В
$I_{огр, и}$ = 5,3 А, T = +125° С	56 В
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$ = 31 В:	
T = —60 ... +35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}$ = 1 мА	0,1 %/°С
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-9} с

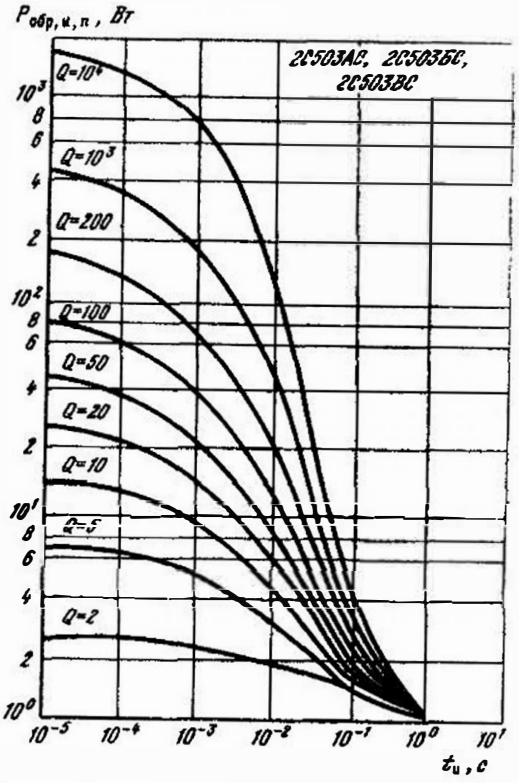
Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение при T = —60 ... +125° С	31 В
Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	

[2] При импульсной мощности, меньшей максимально допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком (см. 2С503АС).

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

$T=-60\ldots+35°$ C*	26,5 А
$T=+125°$ C	5,5 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность:	
$T=-60\ldots+35°$ C	1 Вт
$T=+125°$ C	0,2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
$T=-60\ldots+35°$C*	1,5 кВт
$T=+125°$ C	0,3 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр,\,и}=1{,}5$ кВт	500
Температура окружающей среды	$-60\ldots+125°$ C



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся мощности от длительности импульса

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должна быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

5. Полярность включения ограничителей напряжения значения не имеет.

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей максимально допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком (см. 2С503АС).

* В диапазоне температур окружающей среды $+35\ldots+125°$ С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

2С514А, 2С514А1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

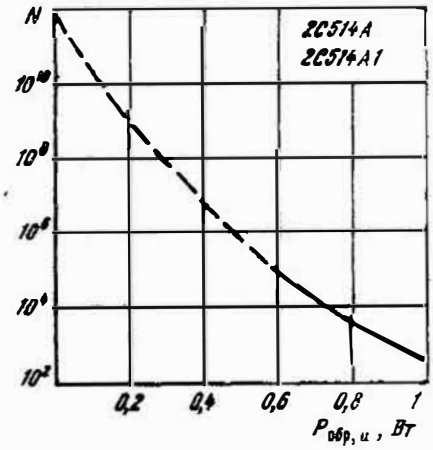
Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА:	
2С514А:	
$T=+30°$ C	58,9 ... 65,1 В
$T=+125°$ C	58,9 ... 71,8 В
$T=-60°$ C	53,1 ... 65,1 В
2С514А1:	
$T=+25°$ C	55,8 ... 68,2 В
$T=+125°$ C	55,8 ... 75,1 В
$T=-60°$ C	50,2 ... 68,2 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф=10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
2С514А:	
$I_{огр,\,и}=17{,}7$ А, $T=-60\ldots+35°$ C	80 В
$I_{огр,\,и}=3{,}5$ А, $T=+125°$ C	80 В
2С514А1:	
$I_{огр,\,и}=16{,}9$ А, $T=+25°$ C	89 В
$I_{огр,\,и}=3{,}3$ А, $T=+125°$ C	89 В
Постоянное прямое напряжение 2С514А, 2С514А1 при $I_{пр}=50$ мА, $T=+25°$ C	1 В
Импульсное прямое напряжение 2С514А, 2С514А1 при $I_{пр,\,и}=100$ А, $T=+25°$ C	1,8 ... 3,5 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С514А, 2С514А1 при $I_{проб}=1$ мА	0,088...0,09 ... ...0,104 %/°C
Постоянный обратный ток:	
2С514А при $U_{обр}=53$ В:	
$T=+25°$C	5 мкА
$T=+125°$C	500 мкА
2С514А1 при $U_{обр}=50{,}2$ В:	
$T=+25°$C	5 мкА
$T=+125°$C	500 мкА
Общая емкость ограничителя:	
2С514А при $U_{обр}=53$ В	260...258... ...261 пФ
2С514А1 при $U_{обр}=50{,}2$ В	247...258... ...265 пФ
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

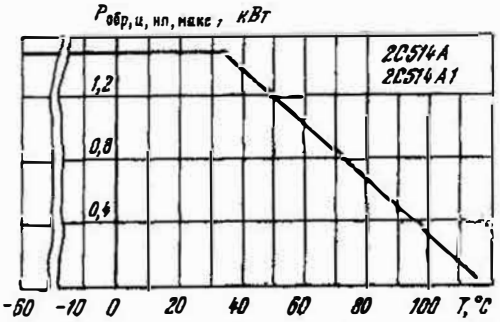
Импульсный прямой ток 2С514А, 2С514А1 при $t_и=10$ мс (по основанию полусинусоиды)	100 А

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и = 1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:

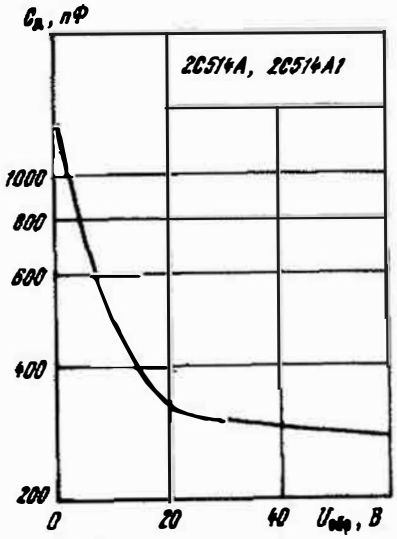
2С514А:	
$T = -60 \ldots +35°$ С*	17,7 А
$T = +125°$ С*	3,5 А
$T = -60 \ldots +35°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па	16,9 А
$T = +125°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па	3,3 А
2С514А1:	
$T = -60 \ldots +35°$ С*	8,85 А
$T = +125°$ С*	1,75 А
$T = -60 \ldots +35°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па	8,45 А
$T = +125°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па	1,65 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность[1] 2С514А, 2С514А1:	
$T = -60 \ldots +35°$ С*	1 Вт
$T = +125°$ С*	0,25 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность 2С514А, 2С514А1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и = 1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$T = -60 \ldots +35°$ С*	1,5 кВт
$T = +125°$ С*	0,3 кВт
$T = -60 \ldots +35°$ С* и $P = 1{,}33 \times 10^{-4}$ Па	0,75 кВт
$T = 125°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па	0,15 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр.и} = 1{,}5$ кВт	500
Тепловое сопротивление переход—окружающая среда	95° С Вт
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С



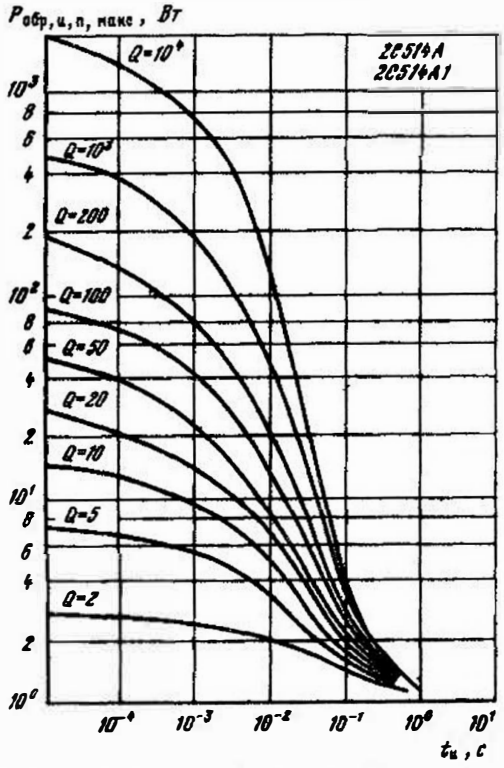
Зависимость максимального числа импульсов от обратной импульсной неповторяющейся мощности



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры



Зависимость общей емкости от обратного напряжения



Зависимости максимальной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса

---

[1] Допустимые значения токов ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей максимально допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов не менее 3 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей напряжения.

5. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ.

6. Для схем защиты от переходных процессов допускается использование ограничителей напряжения по прямой ветви с током, равным току обратной ветви.

7. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С514Б, 2С514Б1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = = 1 мА:
- 2С514Б:
  - T = +30° . . . . . 64,6 ... 71,4 В
  - T = +125° С . . . . . 64,6 ... 78,4 В
  - T = −60° С . . . . . 58,3 ... 71,4 В
- 2С514Б1:
  - T = +25° С . . . . . 61,2 ... 74,8 В
  - T = +125° С . . . . . 61,2 ... 83,5 В
  - T = −60° С . . . . . 55,0 ... 74,8 В

Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мА, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:
- 2С514Б:
  - $I_{огр.\,и}$ = 16,3 А, T = −60 ... ... +35° С . . . . . 85 В
  - $I_{огр\ и}$ = 3,2 А, T = +125° С . . 85 В
- 2С514Б1:
  - $I_{огр.\,и}$ = 15,3 А, T = −60 ... ... +35° С . . . . . 98 В
  - $I_{огр\ и}$ = 3 А, T = +125° С . . . 98 В

Постоянное прямое напряжение 2С514Б, 2С514Б1 при $I_{пр}$ = 50 мА, T = +25° С . . . . . 1 В

Импульсное прямое напряжение 2С514Б, 2С514Б1 при $I_{пр.\,и}$ = 100 А, T = +25° С . . . . . 1,8 ... 3,5 В

Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С514Б, 2С514Б1 при $I_{проб}$ = 1 мА . . . . . 0,104 %/° С

Постоянный обратный ток:
- 2С514Б при $U_{обр}$ = 58,1 В:
  - T = +25° С . . . . . 5 мкА
  - T = +125° С . . . . . 500 мкА
- 2С514Б1 при $U_{обр}$ = 55,1 В:
  - T = +25° С . . . . . 5 мкА
  - T = +125° С . . . . . 500 мкА

Общая емкость ограничителя:
- 2С514Б . . . . . 235 ... 242 пФ
- 2С514Б1 . . . . . 231 ... 245 пФ

Время пробоя (расчетное), не более 10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный прямой ток 2С514Б, 2С514Б1 при $t_и$ = 10 мс (по основанию полусинусоиды) . . . . . 100 А

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:
- 2С514Б:
  - T = −60 ... +35° С* . . . . . 16,3 А
  - T = +125° С* . . . . . 3,2 А
  - T = −60 ... +35° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па . . . . . 8,15 А
  - T = +125° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па 1,6 А
- 2С514Б1:
  - T = −60 ... +35° С* . . . . . 15,3 А
  - T = +125° С* . . . . . 3 А
  - T = −60 ... +35° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па . . . . . 7,65 А
  - T = +125° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па 1,5 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность[1] 2С514Б, 2С514Б1:
- T = −60 ... +35° С* . . . . . 1 Вт
- T = +125° С* . . . . . 0,25 Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] 2С514Б, 2С514Б1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant$ $\leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:
- T = −60 ... +35° С* . . . . . 1,5 кВт
- T = +125° С* . . . . . 0,3 кВт
- T = −60 ... +35° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па . . . . . 0,75 кВт
- T = +125° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па 0,15 кВт

Число импульсов[2] при $P_{обр.\,и}$ = = 1,5 кВт 500

Тепловое сопротивление переход—окружающая среда . . . . . 95° С/Вт

Температура окружающей среды . −60 ... +125° С

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов не менее 3 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей напряжения.

5. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ.

---

[1] Допустимые значения токов ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком (см. 2С514А).

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком (см. 2С514А).

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

6. Для схем защиты от переходных процессов допускается использование ограничителей напряжения по прямой ветви.

7. Ограничители напряжения включают в схему следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С514В, 2С514В1

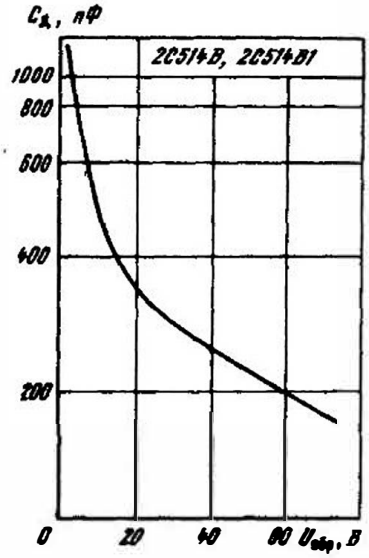
Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА:
2С514В:
$T=+30°$ С . . . . . 77,9 ... 86,1 В
$T=+125°$ С . . . . . 77,9 ... 95,0 В
$T=-60°$ С . . . . . 70,0 .. 86,1 В
2С514В1:
$T=+25°$ С . . . . . 73,8 ... 90,2 В
$T=+125°$ С . . . . . 73.8 ... 100,8 В
$T=-60°$ С . . . . . 66.3 .. 90,2 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:
2С514В:
$I_{огр, и}=13{,}3$ А, $T=-60$... ... $+35°$ С . . . . . 100 В
$I_{огр, и}=2{,}6$ А, $T=+125°$ С . . 100 В
2С514В1:
$I_{огр, и}=12{,}7$ А, $T=-60$... ... $+35°$ С . . . . . 118 В
$I_{огр, и}=2{,}5$ А, $T=+125°$ С . . 118 В
Постоянное прямое напряжение 2С514В, 2С514В1 при $I_{пр}=50$ мА, $T=+25°$ С . . . . . 1 В
Импульсное прямое напряжение 2С514В, 2С514В1 при $I_{пр, и}=100$ А, $T=+25°$ С . . . . . 2,3 ... 3,5 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С514В, 2С514В1 при $I_{проб}=1$ мА . . . . . 0,92 ... ... 0,105 %/° С
Постоянный обратный ток:
2С514В при $U_{обр}=70{,}1$ В:
$T=+25°$ С . . . . . 5 мкА
$T=+125°$ С . . . . . 500 мкА
2С514В1 при $U_{обр}=66{,}4$ В:
$T=+25°$ С . . . . . 5 мкА
$T=+125°$ С . . . . . 500 мкА
Общая емкость ограничителя:
2С514В . . . . . 172 ... 175 пФ
2С514В1 . . . . . 168 ... 179 пФ
Время пробоя (расчетное), не более 10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный прямой ток 2С514В, 2С514В1 при $t_и=10$ мс (по основанию полусинусоиды) . . . . . 100 А
Импульсный ток ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:
2С514В:
$T=-60$ ... $+35°$ С* . . . . . 13,3 А
$T=+125°$ С* . . . . . 2,6 А
$T=-60$ ... $+35°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па . . . . . 6,65 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па 1,3 А
2С514В1:
$T=-60$ ... $+35°$ С* . . . . . 12,7 А
$T=+125°$ С* . . . . . 2,5 А
$T=-60$ ... $+35°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па . . . . . 6,35 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па 1,25 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С514В, 2С514В1:
$T=-60$ . . $+35°$ С* . . . . . 1 Вт
$T=+125°$ С . . . . . 0,25 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность 2С514В, 2С514В1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:
$T=-60$ ... $+35°$ С* . . . . . 1,5 кВт
$T=+125°$ С* . . . . . 0,3 кВт
$T=-60$ ... $+35°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па . . . . . 0,75 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па 0,15 кВт
Число импульсов при $P_{обр, и}=1{,}5$ кВт 500
Тепловое сопротивление переход—окружающая среда . . . . . 95° С/Вт
Температура окружающей среды . . —60 ... $+125°$ С



Зависимость общей емкости от обратного напряжения

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов не менее 3 мм.
2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.
3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.
4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей напряжения.
5. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий

* В диапазоне температур окружающей среды $+35$... 125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ.

6. Для схем защиты от переходных процессов допускается использование ограничителей напряжения по прямой ветви с током, равным току обратной ветви.

7. Ограничители напряжения включают в схему следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С517А, 2С517А1

Ограничители напряжения кремниевые диффузионно-эпитаксиальные несимметричные малой емкости средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = =1 мА:

2С517А:

T = +30° С	14,3 ... 15,8 В
T = +125° С	14,3 ... 17,1 В
T = —60° С	13,2 ... 15,8 В

2С517А1:

T = +25° С	13,5 ... 16,5 В
T = +125° С	13,5 ... 18 В
T = —60° С	12,4 ... 16,5 В

Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$=1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:

2С517А:

$I_{огр.\,и}$=71 А, T = —60 ... +35° С	21,2 В
$I_{огр.\,и}$=14,2 А, T = +125° С	21,2 В

2С517А1:

$I_{огр.\,и}$=68 А, T = —60 ... +35° С	22 В
$I_{огр.\,и}$=13,6 А, T = +125° С	22 В

Постоянный прямой ток 2С517А, 2С517А1 при $U_{пр}$=100 В . . . . 100 мкА

Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С517А, 2С517А1 при $I_{проб}$=1 мА . . . . . 0,084 %/°С

Постоянный обратный ток:

2С517А при $U_{обр}$=12,8 В:

T = —60 ... +35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА

2С517А1 при $U_{обр}$=12,1 В:

T = —60 ... +35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА

Общая емкость ограничителей 2С517А, 2С517А1 при $U_{обр}$=0,1 В . 100 пФ

Индуктивность ограничителей 2С517А, 2С517А1 (при длине выводов 20 мм) . . . . . 15 нГн

Коэффициент ограничения 1,33

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$=1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:

2С517А:

T = —60 ... +35° С*	71 А
T = +125° С*	14,2 А
T = —60 ... +35° С* и P=1,33·10⁻⁴ Па	35,5 А
T = +125° С*	7,1 А

2С517А1:

T = —60 ... +35° С*	68 А
T = +125° С*	13,6 А
T = —60 ... +35° С* и P=1,33·10⁻⁴ Па	34 А
T = +125° С* и P=1,33·10⁻⁴ Па	6,8 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С517А, 2С517А1:

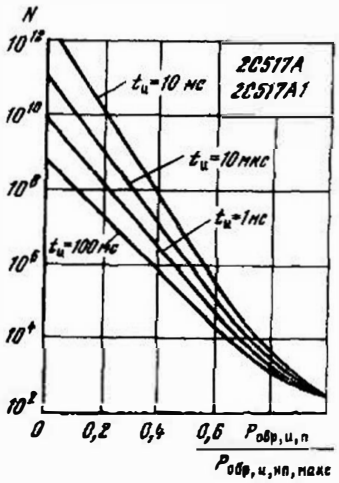
T = —60 ... +35° С*	1 Вт
T = +125° С*	0,25 Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] 2С517А, 2С517А1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$= =1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:

T = —60 ... +35° С*	1,5 кВт
T = +125° С	0,3 кВт
T = —60 ... +35° С* и P=1,33·10⁻⁴ Па	0,75 кВт
T = +125° С	0,15 кВт

Число импульсов[2] при $P_{обр.\,и}$= =1,5 кВт 500

Температура окружающей среды . . —60 ... +125° С

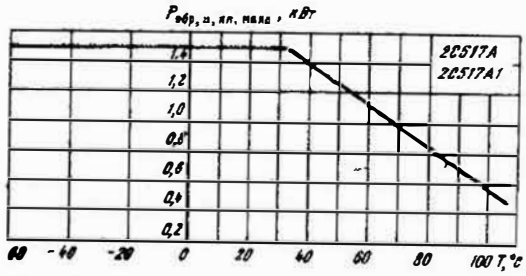


Зависимости максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности

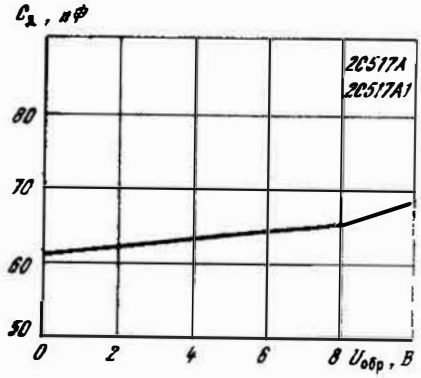
[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

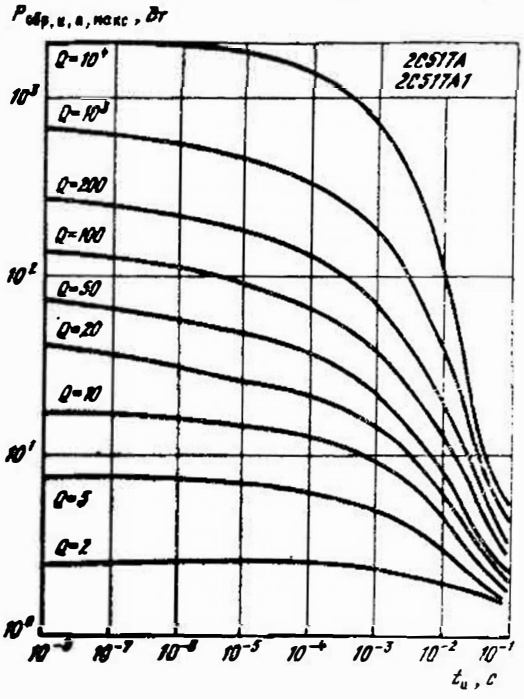
* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности от температуры



Зависимость общей емкости от обратного напряжения



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся мощности от длительности импульса

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

5. Ограничители напряжения включают в схему следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С517Б, 2С517Б1

Ограничители напряжения кремниевые диффузионно-эпитаксиальные несимметричные малой емкости средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

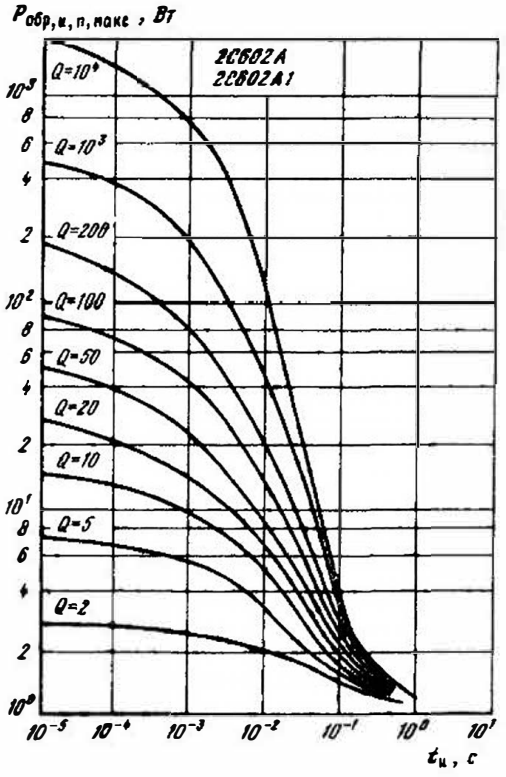
Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА:	
2С517Б:	
$T=+30°$ С	20,9 ... 23,1 В
$T=+125°$ С	20,9 ... 25,1 В
$T=-60°$ С	19,1 ... 23,1 В
2С517Б1:	
$T=+25°$ С	19,8 ... 24,2 В
$T=+125°$ С	19,8 ... 26,4 В
$T=-60°$ С	18,0 ... 24,2 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С517Б:	
$I_{огр.и}=49$ А, $T=-60 ... +35°$ С	29,4 В
$I_{огр.и}=9{,}8$ А, $T=+125°$ С	29,4 В
2С517Б1:	
$I_{огр.и}=47$ А, $T=-60 ... +35°$ С	30,6 В
$I_{огр.и}=9{,}4$ А, $T=+125°$ С	30,6 В
Постоянный прямой ток 2С517Б, 2С517Б1 при $U_{пр}=100$ В	100 мкА
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С517Б, 2С517Б1 при $I_{проб}=1$ мА	0,092 %/°С
Постоянный обратный ток:	
2С517Б при $U_{обр}=18{,}8$ В:	
$T=-60 ... +35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
2С517Б1 при $U_{обр}=17{,}8$ В:	
$T=-60 ... +35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С517Б, 2С517Б1 при $U_{обр}=0{,}1$ В	100 пФ
Индуктивность ограничителей 2С517Б, 2С517Б1 (при длине выводов 20 мм)	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33

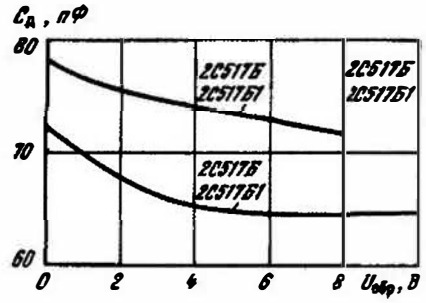
Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С517Б:	
$T=-60 ... +35°$ С*	49 А
$T=+125°$ С*	9,8 А
$T=-60 ... +35°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па	24,5 А

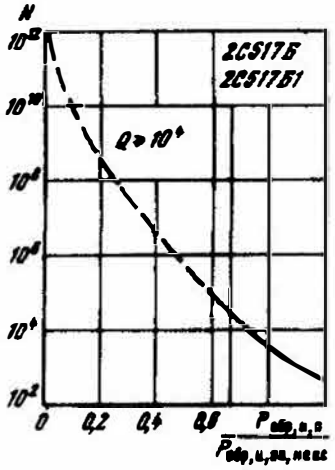
$T=+125°C^*$ и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па	4,9 А
22С517Б1:	
$T=-60\ldots+35°C$	47 А
$T=+125°C$	9,4
$T=-60\ldots+35°C^*$ и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па	23,5 А
$T=+125°C^*$ и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па	4,7 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С517Б, 2С517Б1:	
$T=-60\ldots+35°C^*$	1 Вт
$T=+125°C^*$	0,25 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] 2С517Б, 2С517Б1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant\leqslant1$ мкс, $Q\geqslant10^4$:	
$T=-60\ldots+35°C^*$	1,5 кВт
$T=+125°C^*$	0,3 кВт
$T=-60\ldots+35°C^*$ и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па	0,75 кВт
$T=+125°C^*$ и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па	0,15 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр,и}=1{,}5$ кВт	500
Температура окружающей среды	—60...+125° С



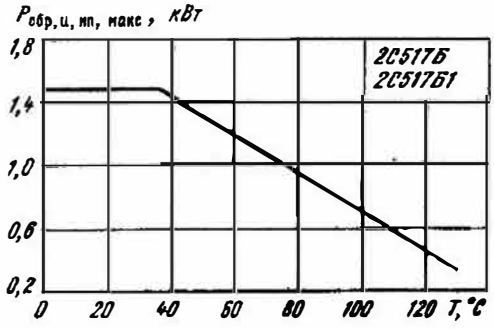
Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса



Зависимости общей емкости от обратного напряжения



Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком

* В диапазоне температур окружающей среды +35...125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

5. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С517В, 2С517В1

Ограничители напряжения кремниевые диффузионно-эпитаксиальные несимметричные малой емкости средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = = 1 мА:	
2С517В:	
T = +30° С	37,1 ... 41 В
T = +125° С	37,1 ... 45 В
T = —60° С	33,6 ... 41 В
2С517В1:	
T = +25° С	35,1 ... 42,9 В
T = +125° С	35,1 ... 47,7 В
T = —60° С	31,7 ... 42,9 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С517В:	
$I_{огр, и}$ = 28 А, T = — 60 ... +35° С	51,7 В
$I_{огр, и}$ = 5,6 А, T = +125° С	51,7 В
2С517В1:	
$I_{огр, и}$ = 26,5 А, T = —60 ... ... +35° С	54,1 В
$I_{огр, и}$ = 5,3 А, T = +125° С	54,1 В
Постоянный прямой ток 2С517В, 2С517В1 при $U_{пр}$ = 100 В	100 мкА
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С517В, 2С517В1 при $I_{проб}$ = 1 мА	0,1 %/°С
Постоянный обратный ток:	
2С517В при $U_{обр}$ = 33,3 В:	
T = —60 ... +35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
2С517В1 при $U_{обр}$ = 31,6 В:	
T = —60 ... +35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С517В, 2С517В1 при $U_{обр}$ = 0,1 В	100 пФ
Индуктивность ограничителей 2С517В, 2С517В1 (при длине выводов 20 мм)	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С517В:	
T = —60 ... +35° С*	28 А
T = +125° С*	5,6 А
T = —60 ... +35° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па	14 А
T = +125° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па	2,8 А
2С517В1:	
T = —60 ... +35° С	26,5 А
T = +125° С*	5,3 А
T = —60 ... +35° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па	13,2 А
T = +125° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па	2,6 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С517В, 2С517В1:	
T = —60 ... +35° С*	1 Вт
T = +125° С*	0,25 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] 2С517В, 2С517В1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant$ $\leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
T = —60 ... +35° С*	1,5 кВт
T = +125° С*	0,3 кВт
T = —60 ... +35° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па	0,75 кВт
T = +125° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па	0,15 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр, и}$ = = 1,5 кВт	500
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

5. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С517Г, 2С517Г1

Ограничители напряжения кремниевые диффузионно-эпитаксиальные несимметричные малой емкости средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процес-

---

[1] Допустимые значения тока и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком для 2С517А.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком для 2С517А.

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... 125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

сами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА:

2С517Г:

$T=+30°$ С	71,3...78,8 В
$T=+125°$ С	71,3...86,9 В
$T=-60°$ С	64,2...78,8 В

2С517Г1:

$T=+25°$ С	67,5...82,5 В
$T=+125°$ С	67,5...92,2 В
$T=-60°$ С	60,6...82,5 В

Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:

2С517Г:

$I_{огр.\,и}=14{,}6$ А, $T=-60...+35°$ С	99 В
$I_{огр.\,и}=2{,}9$ А, $T=+125°$ С	99 В

2С517Г1:

$I_{огр.\,и}=13{,}9$ А, $T=-60...+35°$ С	104 В
$I_{огр.\,и}=2{,}8$ А, $T=+125°$ С	104 В

Постоянный прямой ток 2С517Г, 2С517Г1 при $U_{пр}=100$ В	100 мкА
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С517Г, 2С517Г1 при $I_{проб}=1$ мА	0,105 %/°С

Постоянный обратный ток:

2С517Г при $U_{обр}=64{,}1$ В:

$T=-60...+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА

2С517Г1 при $U_{обр}=60{,}7$ В:

$T=-60...+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА

Общая емкость ограничителей 2С517Г, 2С517Г1 при $U_{обр}=0{,}1$ В	90 пФ
Индуктивность ограничителей 2С517Г, 2С517Г1 (при длине выводов 20 мм)	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:

2С517Г:

$T=-60...+35°$ С*	14,6 А
$T=+125°$ С*	2,9 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	7,3 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	1,4 А

2С517Г1:

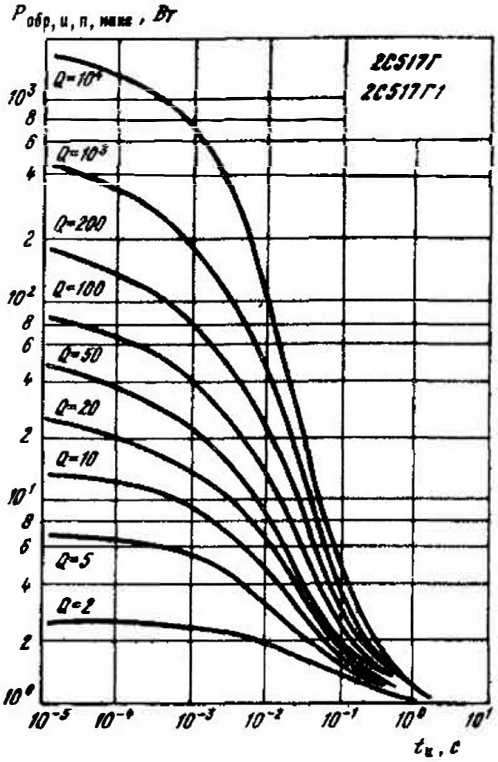
$T=-60...+35°$ С*	13,9 А
$T=+125°$ С*	2,8 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	7,0 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	1,4 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С517Г, 2С517Г1:

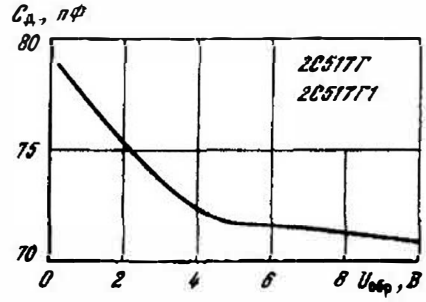
$T=-60...+35°$ С*	1 Вт
$T=+125°$ С*	0,25 Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] 2С517Г, 2С517Г1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:

$T=-60...+35°$ С*	1,5 кВт
$T=+125°$ С*	0,3 кВт
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	0,75 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	0,15 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр.\,и}=1{,}5$ кВт	500
Температура окружающей среды	—60...+125° С



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса

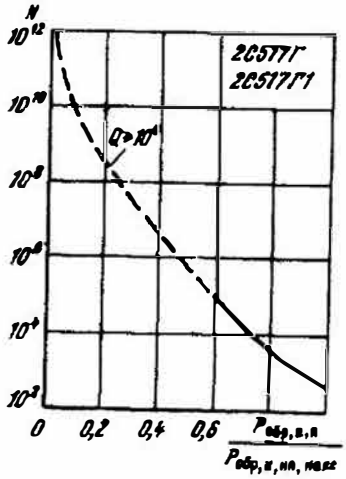


Зависимость общей емкости от обратного напряжения

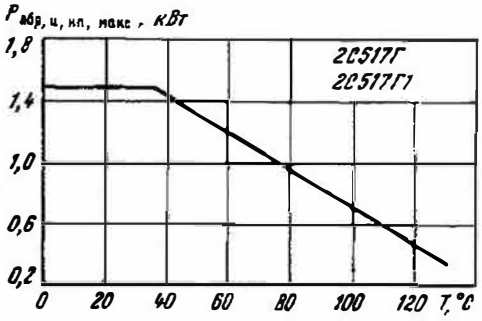
[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды +35...+125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

5. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С521А

Ограничитель напряжения кремниевый диффузионно-эпитаксиальный несимметричный средней мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА:	
$T=+30°$ С	11,1 ... 12,3 В
$T=+125°$ С	11,1 ... 13,2 В
$T=-60°$ С	10,3 ... 12,3 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
$I_{огр, и}=88$ А, $T=-60...+35°$ С	16,8 В
$I_{огр, и}=18$ А, $T=+125°$ С	16,8 В
Постоянный прямой ток при $U_{пр}=100$ В	100 мкА
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}=1$ мА	0,078%/°С
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=10$ В:	
$T=-60...+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
Общая емкость ограничителя при $U_{обр}=0,1$ В	100 пФ
Индуктивность ограничителя (при длине выводов 20 мм)	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33

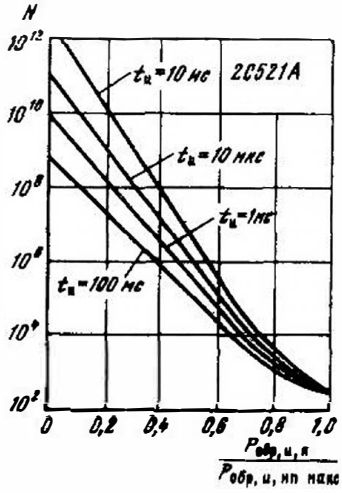
Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
$T=-60...+35°$ С*	88 А
$T=+125°$ С*	18 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	44 А
$T=+125°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	9 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность:	
$T=-60...+35°$ С	1 Вт
$T=+125°$	0,25 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
$T=-60...+35°$ С	1,5 кВт
$T=+125°$ С	0,3 кВт
$T=-60...+35°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	0,75 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	0,15 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр, и}=1,5$ кВт	500
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С

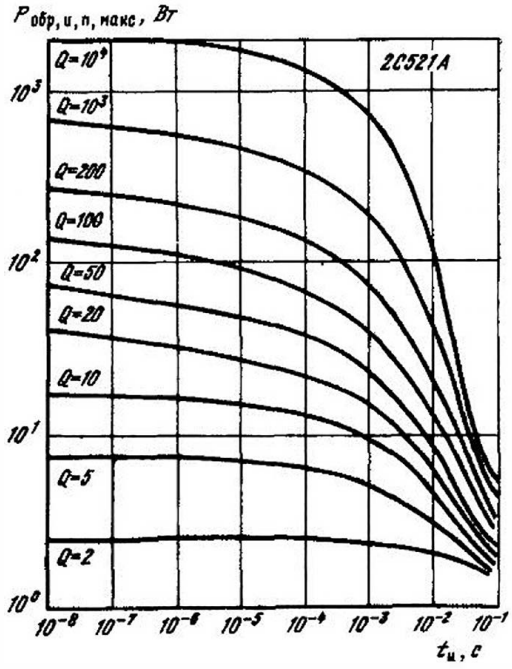
[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

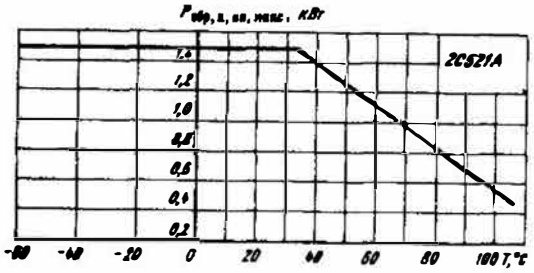
* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимости максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся мощности



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

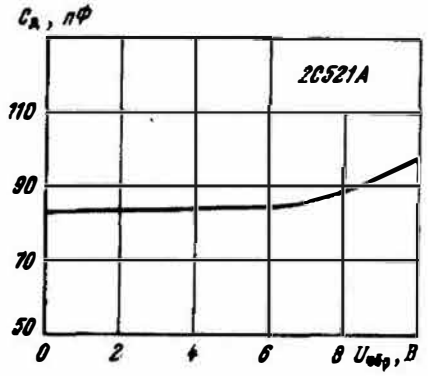
1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

5. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.



Зависимость общей емкости от обратного напряжения

2С602А, 2С602А1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = 1 мА:

2С602А

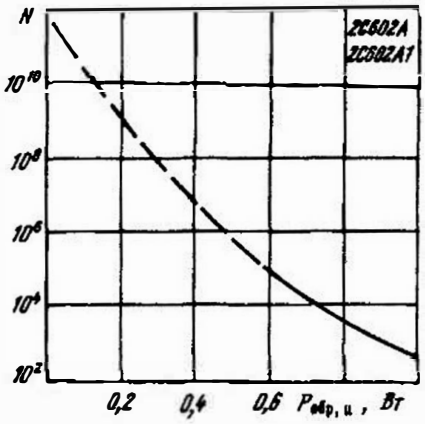
T = +30° С	108 ... 116 В
T = +125° С	105 ... 120,3 В
T = —60° С	94 ... 116 В

2С602А1

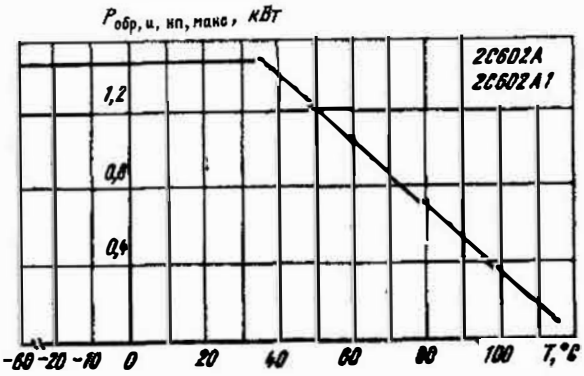
$T=+25°$ С	99...121 В
$T=+125°$ С	99...135,5 В
$T=-60°$ С	88,7...121 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
2С602А:	
$I_{огр,\,и}=9{,}9$ А, $T=-60...+35°$ С	135 В
$I_{огр,\,и}=1{,}9$ А, $T=+125°$ С	135 В
2С602А1:	
$I_{огр,\,и}=9{,}5$ А, $T=-60...+35°$ С	158 В
$I_{огр,\,и}=1{,}9$ А, $T=+25°$ С	158 В
Постоянное прямое напряжение 2С602А, 2С602А1 при $I_{пр}=50$ мА, $T=+25°$ С	1 В
Импульсное прямое напряжение 2С602А, 2С602А1 при $I_{пр,\,и}=100$ А, $T=+25°$ С	2,3...3,5 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С602А, 2С602А1 при $I_{проб}=1$ мА	0,07... ...0,096%/°С
Постоянный обратный ток:	
2С602А при $U_{обр}=94$ В:	
$T=+25°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
2С602А1 при $U_{обр}=89{,}2$ В:	
$T=+25°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
Общая емкость ограничителя:	
2С602А	123...128 пФ
2С602А1	117...134 пФ
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный прямой ток 2С602А, 2С602А1 при $t_и=10$ мс	100 А
Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
2С602А:	
$T=-60...+35°$ С*	9,9 А
$T=+125°$ С*	1,9 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	4,95 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	1,45 А
2С602А1:	
$T=-60...+35°$ С*	9,5 А
$T=+125°$ С*	1,9 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	4,75 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	1,45 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность[1] 2С602А, 2С602А1:	
$T=-60...+35°$ С*	1 Вт
$T=+125°$ С*	0,25 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] 2С602А, 2С602А1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
$T=-60...+35°$ С*	1,5 кВт
$T=+125°$ С*	0,3 кВт
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	0,75 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па	0,15 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр,\,и}=1{,}5$ кВт	500
Тепловое сопротивление переход — окружающая среда	95° С/Вт
Температура окружающей среды	—60...+125° С



Зависимость максимального числа импульсов от обратной импульсной рассеиваемой мощности



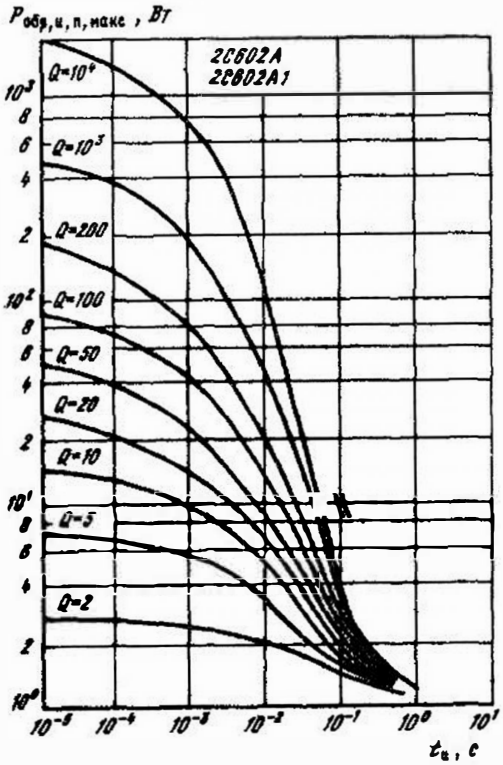
Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры

---

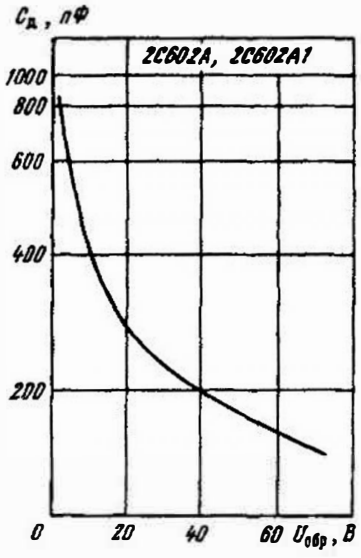
[1] Допустимые значения токов ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды +35...+125° С допустимые значения тока, ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса



Зависимость общей емкости от обратного напряжения

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов не менее 3 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей напряжения.

5. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ.

6 Для схем защиты от переходных процессов допускается использование ограничителей напряжения по прямой ветви с током, равным току обратной ветви.

7. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С603А, 2С603А1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА:	
2С603А	
$T=+30°$ С	143...158 В
$T=+125°$ С	143...173 В
$T=-60°$ С	128..158 В
2С603А1:	
$T=+25°$ С	135...165 В
$T=+125°$ С	135...183 В
$T=-60°$ С	119...165 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С603А:	
$I_{огр,и}=7{,}2$ А, $T=-60...+35°$ С	207 В
$I_{огр,и}=1{,}5$ А, $T=+125°$ С	207 В
2С603А1:	
$I_{огр,и}=7{,}0$ А, $T=-60...+35°$ С	215 В
$I_{огр,и}=1{,}4$ А, $T=+125°$ С	215 В
Постоянное прямое напряжение 2С603А, 2С603А1 при $I_{пр}=50$ мА, $T=+25°$ С	1,4...2,0 В
Импульсное прямое напряжение 2С603А, 2С603А1 при $I_{пр,и}=100$ А, $t_и=10$ мс (по основанию полусинусоиды), $T=+25°$ С	3,5...7,0 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С603А, 2С603А1 при $I_{проб}=1$ мА	0,11 %/°С
Постоянный обратный ток:	
2С603А при $U_{обр}=128$ В:	
$T=+25°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
2С603А1 при $U_{обр}=121$ В:	
$T=+25°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С603А, 2С603А1 при $U_{обр}=0{,}1$ В	420...660 пФ
Индуктивность ограничителей 2С603А, 2С603А1 (при длине выводов 20 мм)	15 нГн
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с
Коэффициент ограничения	1,33

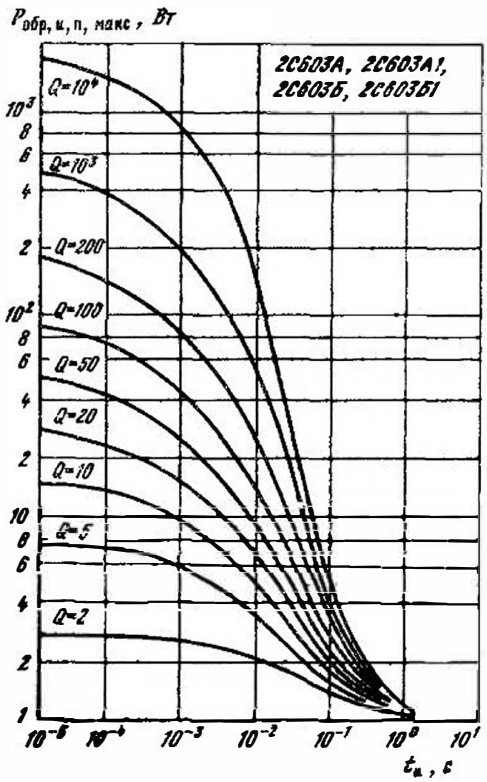
Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение при $T=-60\ldots+125°$ С:
2С603А . . . . . 128 В
2С603А1 . . . . . 121 В

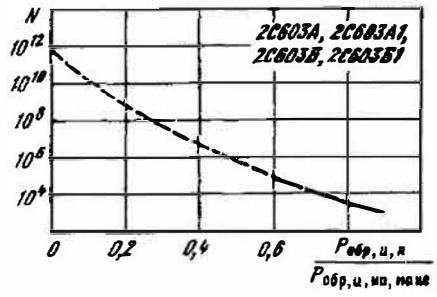
Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$: . . . . . .
2С603А:
$T=-60\ldots+35°$ С* . . . . . 7,2 А
$T=+125°$ С* . . . . . 1,5 А
$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па . . . . . 3,6 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па 0,8 А
2С603А1:
$T=-60\ldots+35°$ С* . . . . . 7,0 А
$T=+125°$ С* . . . . . 1,4 А
$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па . . . . . 3,5 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па 0,7 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность:
2С603А при $T=-60\ldots+35°$ С . 1 Вт
2С603А1 при $T=+125°$ С[2] . . . 0,25 Вт

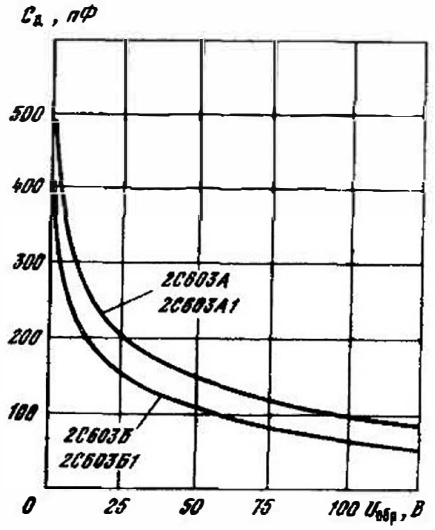
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] 2С603А, 2С603А1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:
$T=-60\ldots+35°$ С* . . . . . 1 5 кВт
$T=+125°$ С* . . . . . 0 3 кВт
$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па . . . . . 0,75 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot 10^{-4}$ Па 0,15 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр.и}=1{,}5$ кВт 500
Тепловое сопротивление переход—корпус . . . . . 16° С/Вт
Тепловое сопротивление переход—окружающая среда (при длине выводов 20 мм) . . . . . 95° С/Вт
Температура окружающей среды . —60 . . . +125° С



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса



Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности

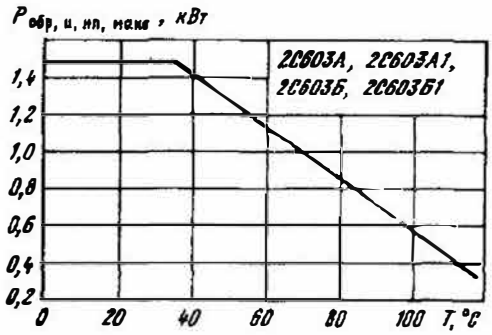


Зависимости общей емкости от обратного напряжения

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей максимально допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды +35 . . . 125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ

5. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С603Б, 2С603Б1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА:

2С603Б

$T=+30°$ С	190...210 В
$T=+125°$ С	190...231 В
$T=-60°$ С	170...210 В

2С603Б1

$T=+25°$ С	180...220 В
$T=+125°$ С	180...244 В
$T=-60°$ С	159...220 В

Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мА, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:

2С603Б:

$I_{огр,и}=5,5$ А, $T=-60...+35°$ С	274 В
$I_{огр,и}=1,1$ А, $T=+125°$ С	274 В

2С603Б1:

$I_{огр,и}=5,2$ А, $T=-60...+35°$ С	287 В
$I_{огр,и}=1,0$ А, $T=+125°$ С	287 В

Постоянное прямое напряжение 2С603Б, 2С603Б1 при $I_{пр}=50$ мА, $T=+25°$ С . . . . . 1,4...2,0 В

Импульсное прямое напряжение 2С603Б, 2С603Б1 при $I_{пр,и}=100$ А, $t_и=10$ мс (по основанию синусоиды), $T=+25°$ С . . . . . 3,5...7,0 В

Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С603Б, 2С603Б1 при $I_{проб}=1$ мА . . . . . 0,11 %/°С

Постоянный обратный ток:

2С603Б при $U_{обр}=171$ В:

$T=+25°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА

2С603Б1 при $U_{обр}=162$ В:

$T=+25°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА

Общая емкость ограничителей 2С603Б, 2С603Б1 при $U_{обр}=0,1$ В . 380...600 пФ

Индуктивность ограничителей 2С603Б, 2С603Б1 (при длине выводов 20 мм) . . . . . 15 нГн

Время пробоя (расчетное), не более 10^{-12} с

Коэффициент ограничения 1,33

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение при $T=-60...+125°$ С:

2С603Б	171 В
2С603Б1	162 В

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:

2С603Б:

$T=-60...+35°$ С*	5,5 А
$T=+125°$ С	1,1 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	2,8 А
$T=+125°$С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	0,6 А

2С603Б1:

$T=-60...+35°$ С*	5,2 А
$T=+125°$ С*	1,0 А
$T=-60..+35°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	2,6 А
$T=+125°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	0,5 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность:

2С603Б при $T=-60...+35°$ С*	1 Вт
2С603Б1 при $T=+125°$ С*	0,25 Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] 2С603Б, 2С603Б1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:

$T=-60...+35°$ С*	1,5 кВт
$T=+125°$ С*	0,3 кВт
$T=-60...+35°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	0,75 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	0,15 кВт

Число импульсов[2] при $P_{обр,и}=1,5$ кВт 500

---

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком (см. 2С603 А).

[2] При импульсной мощности, меньшей максимально допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком (см. 2С603 А).

* В диапазоне температур окружающей среды +35...+125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

Тепловое сопротивление переход—корпус	16° С/Вт
Тепловое сопротивление переход—окружающая среда (при длине выводов 200 мм)	95° С/Вт
Температура окружающей среды	—60...+125° С

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 20 мВ

5. Ограничители напряжения включаются в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С604А, 2С604А1

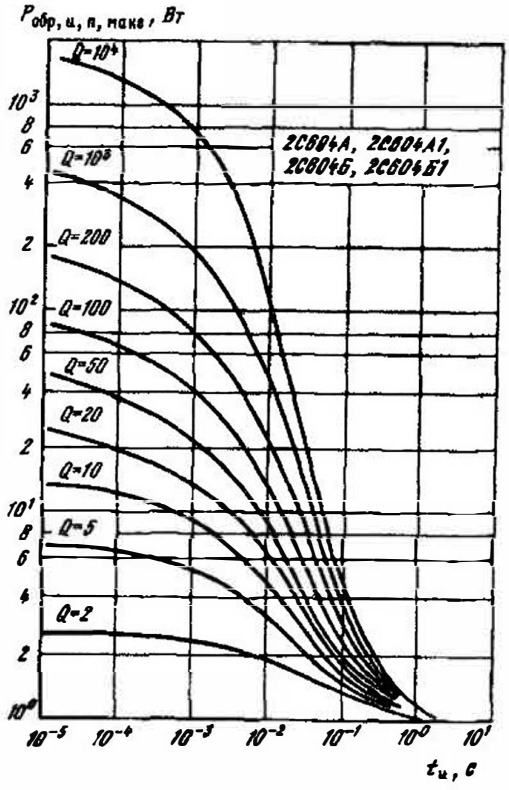
Ограничители напряжения кремниевые диффузионно-эпитаксиальные несимметричные малой емкости средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА	
2С604А:	
$T=+30°$ С	105 116 В
$T=+125°$ С	105 128 В
$T=-60°$ С	94,5 116 В
2С604А1:	
$T=+25°$ С	99 121 В
$T=+125°$ С	99 135 В
$T=-60°$ С	88,7 121 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
2С604А:	
$I_{огр,и}=9,9$ А, $T=-60...+35°$ С	146 В
$I_{огр,и}=2,0$ А, $T=+125°$ С	146 В
2С604А1:	
$I_{огр,и}=9,5$ А, $T=-60...+35°$ С	152 В
$I_{огр,и}=1,9$ А, $T=+125°$ С	152 В
Постоянный прямой ток 2С604А, 2С604А1 при $U_{пр}=400$ В	100 мкА
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С604А, 2С604А1 при $I_{проб}=1$ мА	0,107 %/°С
Постоянный обратный ток:	
2С604А при $U_{обр}=94$ В:	
$T=-60...+135°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
2С604А1 при $U_{обр}=89,2$ В:	
$T=-60...+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
Общая емкость ограничений 2С604А, 2С604А1 при $U_{обр}=0,1$ В	90 пФ
Индуктивность ограничителей 2С604А, 2С604А1 (при длине выводов 20 мм)	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$:	
2С604А:	
$T=-60...35°$ С*	9,9 А
$T=+125°$ С*	2,0 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	6,0 А
$T=+125°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	1,0 А
2С604А1:	
$T=-60...+35°$ С*	9,5 А
$T=+125°$ С*	1,9 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	4,8 А
$T=+125°$ С* и $P=1,33\cdot 10^{-4}$ Па	1,0 А



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса

Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С604А, 2С604А1:

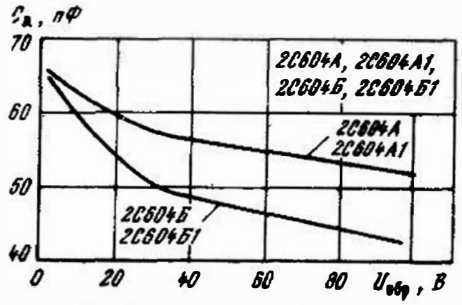
$T=-60\ldots+35°$ С*	1 Вт
$T=+125°$ С*	0,25 Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность[1] 2С604А, 2С604А1 (импульс в виде убывающей экспоненты) $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$.

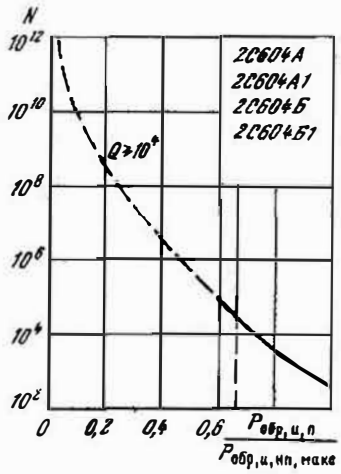
$T=-60\ldots+35°$ С*	1,5 кВт
$T=+125°$ С*	0,3 кВт
$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па	0,75 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па	0,15 кВт

Число импульсов[2] при $P_{обр,и}=1{,}5$ кВт — 500

Температура окружающей среды — $-60\ldots+125°$ С



Зависимости общей емкости от обратного напряжения

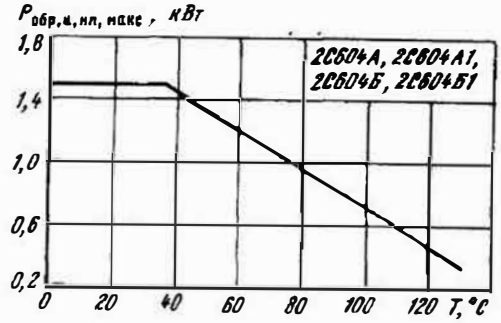


Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды $+35\ldots+125°$ С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимость максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

5. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом. вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С604Б, 2С604Б1

Ограничители напряжения кремниевые диффузионно-эпитаксиальные несимметричные малой емкости средней мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С414А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА:

2С604Б:	
$T=+30°$ С	190...210 В
$T=+125°$ С	190...232 В
$T=-60°$ С	170...210 В
2С604Б1:	
$T=+25°$ С	180...220 В
$T=+125°$ С	180...246 В
$T=-60°$ С	161...220 В

Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:

2С604Б:	
$I_{огр,и}=5{,}5$ А, $T=-60\ldots+35°$ С	263 В

$I_{огр,и}$=1,1 А, T=+125° С . .	263 В
2С604Б1:	
$I_{огр,и}$=5,2 А, T=—60...+35° С	276 В
$I_{огр,и}$=1 А, T=+125° С . . .	276 В
Постоянный прямой ток 2С604Б, 2С604Б1 при $U_{пр}$=400 В	100 мкА
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С604Б, 2С604Б1 при $I_{проб}$=1 мА	0,108 %/°С
Постоянный обратный ток:	
2С604Б при $U_{обр}$=171 В:	
T=—60...+35° С	5 мкА
T=+125° С	500 мкА
2С604Б1 при $U_{обр}$=162 В:	
T=—60 ...+35° С	5 мкА
T=+125° С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С604Б, 2С604Б1 при $U_{обр}$=0,1 В .	90 пФ
Индуктивность ограничителей 2С604Б, 2С604Б1 (при длине выводов 20 мм)	15 нГн
Коэффициент ограничения	1.33

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$=1 мс, $t_ф$≤10 мкс, Q≥≥10^4:	
2С604Б:	
T=—60...+35° С*	5,5 А
T=+125° С*	1,1 А
T=—60...+35° С* и P=1,33·10^{-4} Па	2,8 А
T=+125° С* и P=1,33·10^{-4} Па	0,6 А
2С604Б1:	
T=—60...+35° С*	5,2 А
T=+125° С	1,0 А
T=—60...+35° С* и P=1,33·10^{-4} Па	2,6 А
T=+125° С* и P=1,33·10^{-4} Па	0,5 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С604Б, 2С604Б1:	
T=—60...+35° С*	1 Вт
T=+125° С*	0,25 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность 2С604Б, 2С604Б1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$=1 мс, $t_ф$≤≤10 мкс, Q≥10^4:	
T=—60...+35° С*	1,5 кВт
T=+125° С*	0,3 кВт
T=—60...+35° С* и P=1,33·10^{-4} Па	0,75 кВт
T=+125° С* и P=1,33·10^{-4} Па	0,15 кВт
Число импульсов[2] при $P_{обр,и}$=≈1,5 кВт	500
Температура окружающей среды .	—60...+125° С

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком (см. 2С604 А).

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком (см. 2С604 А).

* В диапазоне температур окружающей среды +35...+125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до начала изгиба выводов должно быть не менее 3 мм, радиус изгиба выводов — не менее 2 мм.

2. Минимально допустимое расстояние от корпуса или расплющенной части трубки до места лужения и пайки (по длине вывода) 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

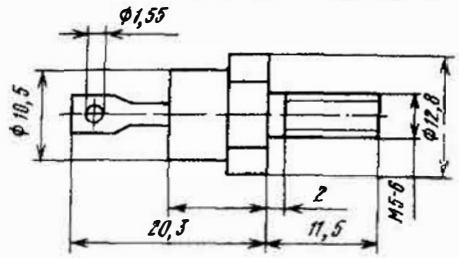
4. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

5. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: вывод анода (с участком утолщенной трубки) подключают к отрицательному полюсу источника питания, вывод катода — к положительному полюсу.

2С801А

Ограничитель напряжения кремниевый эпитаксиальный несимметричный большой мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от электрических перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г.

2С801А, 2С802 (А, А1, Б, Б1), 2С803 (А, А1, Б, Б1), 2С901 (А, А1, Б, Б1)



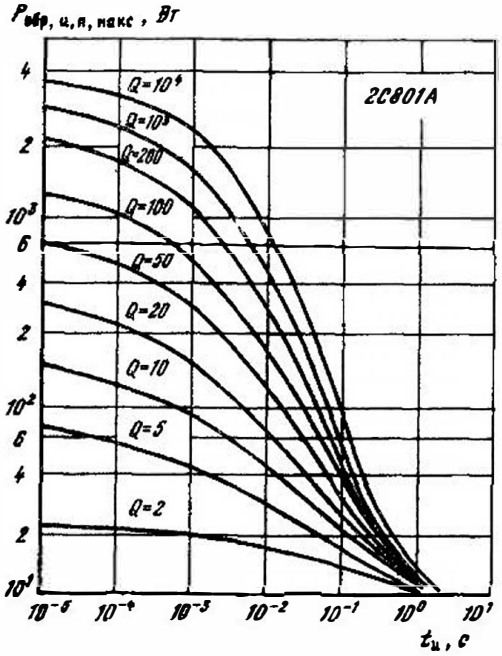
Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$=≈40 мА:	
T=+25° С	29,7...36,3 В
T=+125° С	29,7...40,3 В
T=—60° С	26,9...36,3 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$=1 мс, $t_ф$≤10 мкс, Q≥10^4:	
$I_{огр,и}$=104 А, T=—60...+35° С	47 В
$I_{огр,и}$=21 А, T=+125° С . . .	47 В
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=40 А	0,7...0,8 В
Импульсное прямое напряжение при $I_{пр,и}$=100 А	2 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя при $I_{проб}$=40 мА, T=—60...+125° С	0,098 %/°С
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$=26,8 В:	

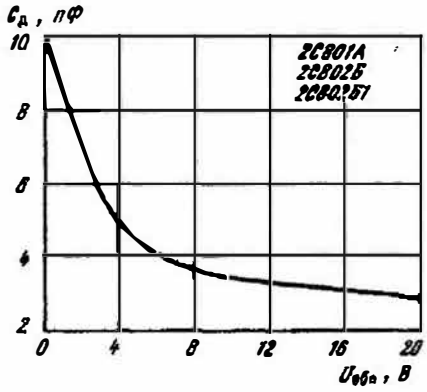
$T=-60...+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
Общая емкость ограничителя	2300 ... ... 2800 пФ
Индуктивность ограничителя	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$T=-60...+35°$ С:	
с теплоотводом	104 А
без теплоотвода	21 А
$T=+125°$ С*:	
с теплоотводом	21 А
без теплоотвода	6 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	52 А
без теплоотвода	10,5 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	10,5 А
без теплоотвода	3А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность:	
$T=-60...+35°$ С:	
с теплоотводом	10 Вт
без теплоотвода	2 Вт
$T=+125°$ С:	
с теплоотводом	2 Вт
без теплоотвода	0,4 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность (импульс в виде убывающей экспоненты) $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
$T=-60...+35°$ С*:	
с теплоотводом	5 кВт
без теплоотвода	1 кВт
$T=+125°$ С*:	
с теплоотводом	1 кВт
без теплоотвода	0,2 кВт
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	2,5 кВт
без теплоотвода	0,5 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	0,5 кВт
без теплоотвода	0,1 кВт
Постоянное обратное напряжение при $T=-60...+125°$ С	26,8 В
Число импульсов[2] при $P_{обр,и}=5$ кВт	500
Тепловое сопротивление переход—корпус	11° С/Вт
Тепловое сопротивление переход—окружающая среда	50° С/Вт
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса

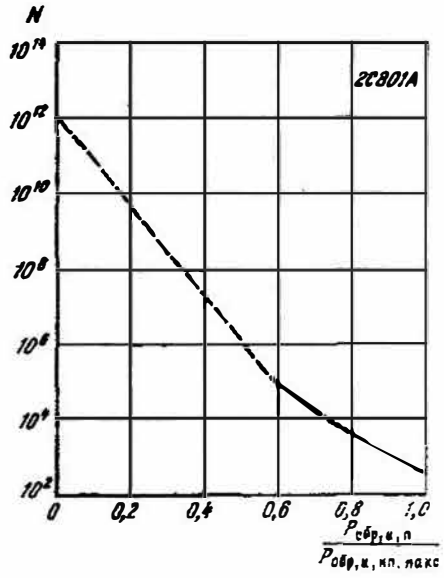


Зависимость общей емкости от обратного напряжения

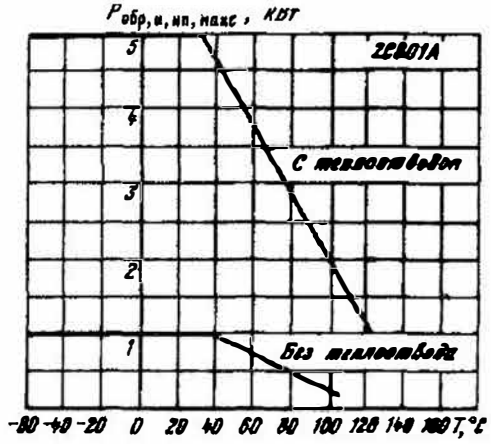
[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] *При импульсной мощности, меньшей допустимой,* число импульсов определяется в соответствии с рисунком

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности



Зависимости максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. При монтаже на радиаторе ограничитель необходимо удерживать ключом за шестигранное основание, усилие затяжки 0,10...0,15 кгс·м. Категорически запрещается прилагать к нерезьбовому выводу усилие, превышающее 0,5 кгс·м, что может привести к нарушению целостности стеклянного изолятора.

2. Расстояние от корпуса ограничителя до места лужения и пайки нерезьбового вывода 6 мм. Температура корпуса при пайке нерезьбового вывода не должна превышать 125° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа ограничителей напряжения.

4. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей напряжения.

5. Допускается параллельное соединение ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

6. Для защиты аппаратуры от переходных процессов допускается использование ограничителей напряжения по прямой ветви с током, равным току обратной ветви.

7. Ограничитель напряжения включают в схему защиты следующим образом: анодный вывод (подлежащий пайке) подключают к отрицательному полюсу источника питания, катодный вывод — к положительному полюсу.

2С802А, 2С802А1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные большой мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от электрических перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С801А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = =70 мА:	
2С802А:	
T = +30° С	15,2...16,8 В
T = +125° С	15,2...18,2 В
T = —60° С	14,0...16,8 В
2С802А1:	
T = +25° С	14,4...17,6 В
T = +125° С	14,4...19,3 В
T = —60° С	13,2...17,6 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С802А:	
$I_{огр.и}$ = 222 А, T = —60...+35° С	21 В
$I_{огр.и}$ = 45 А, T = +125° С	21 В
2С802А1:	
$I_{огр.и}$ = 212 А, T = —60...+35° С	23,5 В
$I_{огр.и}$ = 42 А, T = +125° С	23,5 В
Постоянное прямое напряжение 2С802А, 2С802А1 при $I_{пр}$ = 50 мА	0,7...1,0 В
Импульсное прямое напряжение 2С802А, 2С802А1 при $I_{пр}$ = 100 А	1,5...3,5 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С802А, 2С802А1 при $I_{проб}$ = 70 мА, T = —60...+125° С	0,086 %/°С
Постоянный обратный ток 2С802А, 2С802А1 при $U_{обр}$ = 13,6 В:	
T = —60...+35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С802А, 2С802А1	7200... ...7500 пФ
Индуктивность ограничителей 2С802А, 2С802А1	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	

2С802А:

T = —60...+35° С*:

с теплоотводом . . . . . 222 А

без теплоотвода . . . . . 45 А

T = +125° С*:

с теплоотводом . . . . . 45 А

без теплоотвода . . . . . 9 А

T = —60...+35° С* и P = 1,33·10^{-4} Па:

с теплоотводом . . . . . 111 А

без теплоотвода . . . . . 22,5 А

T = +125° С* и P = 1,33·10^{-4} Па:

с теплоотводом . . . . . 22,5 А

без теплоотвода . . . . . 4,5 А

2С802А1:

T = —60. .+35° С*:

с теплоотводом . . . . . 212 А

без теплоотвода . . . . . 42 А

T = +125° С*:

с теплоотводом . . . . . 42 А

без теплоотвода . . . . . 8 А

T = —60 ..+35° С и P = 1,33·10^{-4} Па:

с теплоотводом . . . . . 106 А

без теплоотвода . . . . . 21 А

T = +125° С и P = 1,33·10^{-4} Па·

с теплоотводом . . . . . 21 А

без теплоотвода . . . . . 4 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С802А, 2С802А1:

T = —60...+35° С*:

с теплоотводом . . . . . 10 Вт

без теплоотвода . . . . . 2 Вт

T = +125° С*:

с теплоотводом . . . . . 2 Вт

без теплоотвода . . . . . 0,4 Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность 2С802А, 2С802А1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = =1мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:

T = —60...+35° С*:

с теплоотводом . . . . . 5 Вт

без теплоотвода . . . . . 1 Вт

T = +125° С:

с теплоотводом . . . . . 1 Вт

без теплоотвода . . . . . 0,2 Вт

T = —60...+35° С* и P = 1,33·10^{-4} Па:

с теплоотводом . . . . . 2,5 Вт

без теплоотвода . . . . . 0,5 Вт

T = +125° С* и P = 1,33·10^{-4} Па:

с теплоотводом . . . . . 0,5 Вт

без теплоотвода . . . . . 0,1 Вт

Число импульсов[2] при $P_{обр.и}$ = =5 кВт 500

Постоянное обратное напряжение при T = —60 ..+125° С:

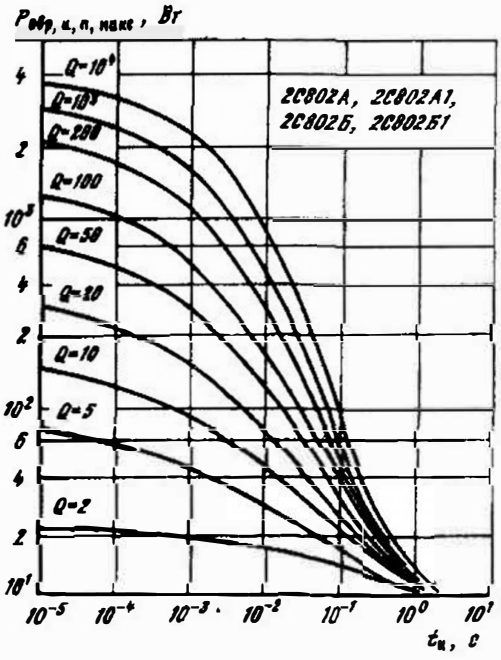
2С802А . . . . . 13,6 В

2С802А1 . . . . . 12,9 В

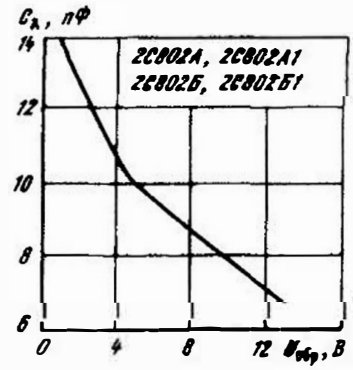
Тепловое сопротивление переход—корпус . . . . . 11° С/Вт

Тепловое сопротивление переход—окружающая среда . . . . . 50° С/Вт

Температура окружающей среды . —60...+125° С



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса

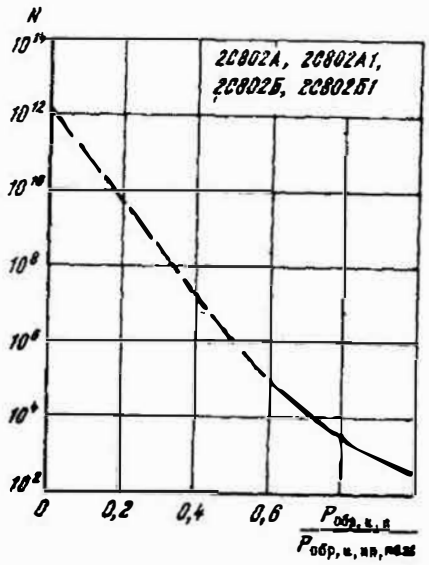


Зависимость общей емкости от обратного напряжения

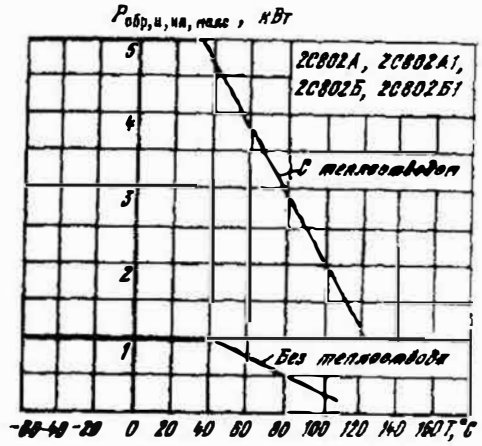
[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды +35...+125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности



Зависимости максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. При монтаже на радиаторе ограничитель необходимо удерживать ключом за шестигранное основание, усилие затяжки 0,10...0,15 кгс·м. Запрещается прилагать к нерезьбовому выводу усилие, превышающее 0,5 кгс·м, что может привести к нарушению целостности стеклянного изолятора.

2. Расстояние от корпуса ограничителя до места лужения и пайки нерезьбового вывода 6 мм. Температура корпуса при пайке нерезьбового вывода не должна превышать +125° С.

3. Допускается встречно-последовательное соединение ограничителей напряжения.

4. Для защиты аппаратуры от переходных процессов допускается использование ограничителей напряжения по прямой ветви с током, равным току обратной ветви.

5. Допускается параллельное соединеняе ограничителей напряжения при условии, что ток, проходящий через каждый ограничитель, должен быть в пределах допустимых норм. При этом разница напряжений пробоя ограничителей не должна превышать 50 мВ.

6. Ограничители напряжения включают в схему защиты следующим образом: анодный вывод (подлежащий пайке) подключают к отрицательному полюсу источника питания, катодный вывод — к положительному полюсу.

2С802Б, 2С802Б1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные большой мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от электрических перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С801А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = =30 мА:	
2С802Б:	
T = +30° С	34,2...37,8 В
T = +125° С	34,2...41,5 В
T = —60° С	31,0...37,8 В
2С802Б1:	
T = +25° С	32,4...39,6 В
T = +125° С	32,4...43,9 В
T = —60° С	29,3...39,6 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С802Б:	
$I_{огр,и}$ = 100 А, T = —60...+35° С	46 В
$I_{огр,и}$ = 20 А, T = +125° С	46 В
2С802Б1:	
$I_{огр,и}$ = 96 А, T = —60...+35° С	52 В
$I_{огр,и}$ = 19 А, T = +125° С	52 В
Постоянное прямое напряжение 2С802Б, 2С802Б1 при $I_{пр}$ = 50 мА	0,7...1,0 В
Импульсное прямое напряжение 2С802Б, 2С802Б1 при $I_{пр,и}$ = 100 А	1,7...3,5 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С802Б, 2С802Б1 при $I_{проб}$ = 30 мА, T = —60...+125° С	0,099 %/°С
Постоянный обратный ток:	
2С802Б при $U_{обр}$ = 30,8 В:	
T = —60...+35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
2С802Б1 при $U_{обр}$ = 39,1 В:	
T = —60...+35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С802Б, 2С802Б1	2290... ...2400 пФ
Индуктивность ограничителей 2С802Б, 2С802Б1	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant$ $\geqslant 10^4$:	
2С802Б:	
T = —60...+35° С*:	

с теплоотводом	100 А
без теплоотвода	20 А
$T=+125°$ С*:	
с теплоотводом	20 А
без теплоотвода	4 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	50 А
без теплоотвода	10 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	10 А
без теплоотвода	2 А
2С802Б1:	
$T=-60...+35°$ С*:	
с теплоотводом	96 А
без теплоотвода	19 А
$T=+125°$ С:	
с теплоотводом	19 А
без теплоотвода	4 А
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	48 А
без теплоотвода	9,5 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	9,5 А
без теплоотвода	2 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С802Б, 2С802Б1:	
$T=-60...+35°$ С*:	
с теплоотводом	10 Вт
без теплоотвода	2 Вт
$T=+125°$ С*:	
с теплоотводом	2 Вт
без теплоотвода	2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность 2С802Б, 2С802Б1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$:	
$T=-60...+35°$ С*:	
с теплоотводом	5 кВт
без теплоотвода	1 кВт
$T=+125°$ С*:	
с теплоотводом	1 кВт
без теплоотвода	0,2 кВт
$T=-60...+35°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	2,5 кВт
без теплоотвода	0,5 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	0,5 кВт
без теплоотвода	0,1 кВт
Постоянное обратное напряжение при $T=-60...+125°$ С:	
2С802Б	30,8 В
2С802Б1	29,1 В
Тепловое сопротивление переход—корпус 2С802Б, 2С802Б1	11° С/Вт
Тепловое сопротивление переход—окружающая среда 2С802Б, 2С802Б1	50° С/Вт
Число импульсов[2] при $P_{обр.и}=5$ кВт	500
Температура окружающей среды	$-60...+125°$ С

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком (см. 2С802А).

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком (см. 2С802А).

* В диапазоне температур окружающей среды $+35...+125°$ С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

Рекомендации по применению

1. При монтаже на радиаторе ограничитель необходимо удерживать ключом за шестигранное основание, усилие затяжки 0,1...0,15 кгс·м. Запрещается прилагать к нерезьбовому выводу усилие, превышающее 0,5 кгс·м, что может привести к нарушению целостности стеклянного изолятора.

2. Расстояние от корпуса ограничителя до места лужения и пайки нерезьбового вывода 6 мм. Температура корпуса при пайке нерезьбового вывода не должна превышать $+125°$ С.

2С803А, 2С803А1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные большой мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от электрических перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С801А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=20$ мА:	
2С803А:	
$T=+30°$ С	64,6...71,4 В
$T=+125°$ С	64,6...78,7 В
$T=-60°$ С	58,2...71,4 В
2С803А1:	
$T=+25°$ С	61,2...74,8 В
$T=+125°$ С	61,2...83,5 В
$T=-60°$ С	55,0...74,8 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$:	
2С803А:	
$I_{огр.и}=54$ А, $T=-60...+35°$ С	92 А
$I_{огр.и}=10$ А, $T=+125°$ С	92 А
2С803А1:	
$I_{огр.и}=51$ А, $T=-60...+35°$ С	98 А
$I_{огр.и}=10$ А, $T=+125°$ С	98 А
Постоянное прямое напряжение 2С803А, 2С803А1 при $I_{пр}=50$ мА	0,7...1,0 В
Импульсное прямое напряжение 2С803А, 2С803А1 при $I_{пр.и}=100$ А	1,7...3,5 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С803А, 2С803А1 при $I_{проб}=20$ мА, $T=-60...+125°$ С	0,13 %/°С
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=58{,}1$ В:	
2С803А:	
$T=-60...+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
2С803А1:	
$T=-60...+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С803А, 2С803А1	2290...2400 пФ
Индуктивность ограничителей 2С803А, 2С803А1	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и = 1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:

2С803А:

$T = -60 \ldots +35°$ С*:

с теплоотводом . . . . . 54 А

без теплоотвода . . . . . 10 А

$T = +125°$ С:

с теплоотводом . . . . . 10 А

без теплоотвода . . . . . 2 А

$T = -60 \ldots +35°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:

с теплоотводом . . . . . 27 А

без теплоотвода . . . . . 5 А

$T = +125°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:

с теплоотводом . . . . . 5 А

без теплоотвода . . . . . 2 А

2С803А1:

$T = -60 \ldots +35°$ С:

с теплоотводом . . . . . 51.0 А

без теплоотвода . . . . . 10.0 А

$T = +125°$ С*:

с теплоотводом . . . . . 10,0 А

без теплоотвода . . . . . 2.0 А

$T = -60 \ldots +35°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:

с теплоотводом . . . . . 25.5 А

без теплоотвода . . . . . 5.0 А

$T = +125°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:

с теплоотводом . . . . . 5.0 А

без теплоотвода . . . . . 1,0 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С803А, 2С803А1:

$T = -60 \ldots +35°$ С*:

с теплоотводом . . . . . 10 Вт

без теплоотвода . . . . . 2 Вт

$T = +125°$ С*:

с теплоотводом . . . . . 2 Вт

без теплоотвода . . . . . 0.4 Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность 2С803А, 2С803А1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и = 1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:

$T = -60 \ldots +35°$ С*:

с теплоотводом . . . . . 5 кВт

без теплоотвода . . . . . 1 кВт

$T = +125°$ С*:

с теплоотводом . . . . . 1 кВт

без теплоотвода . . . . . 0,2 кВт

$T = -60 \ldots +35°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:

с теплоотводом . . . . . 2.5 кВт

без теплоотвода . . . . . 0.5 кВт

$T = +125°$ С* и $P = 1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Па:

с теплоотводом . . . . . 0,5 кВт

без теплоотвода . . . . . 0,1 кВт

Постоянное обратное напряжение при $T = -60 \ldots +125°$ С:

2С803А . . . . . 52 ... 58,1 В

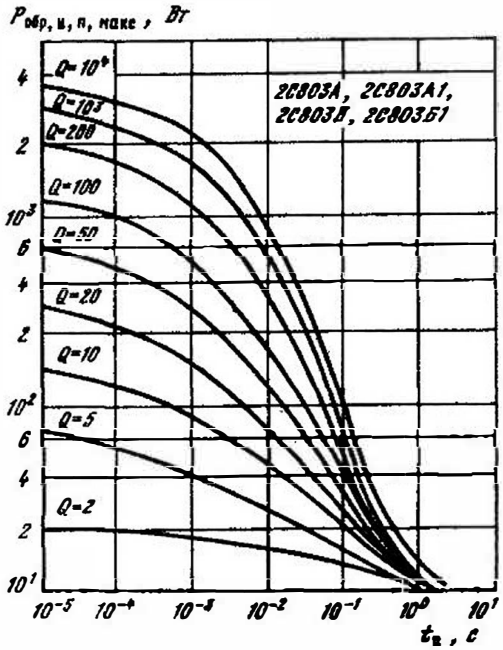
2С803А1 . . . . . 49 ... 55,1 В

Число импульсов 2С803А, 2С803А1 при $P_{обр.и} = 5$ кВт 500

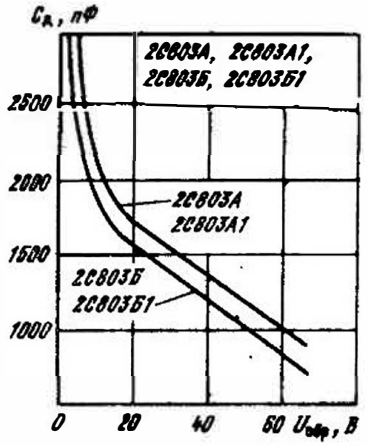
Тепловое сопротивление переход — корпус 2С803А, 2С803А1 . . . . . 11° С/Вт

Тепловое сопротивление переход — окружающая среда 2С803А, 2С803А1 50° С/Вт

Температура окружающей среды 2С803А, 2С803А1 . . . . . —60 ... +125° С



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса

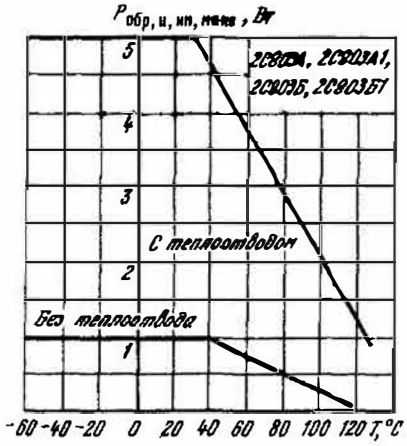


Зависимости общей емкости от обратного напряжения

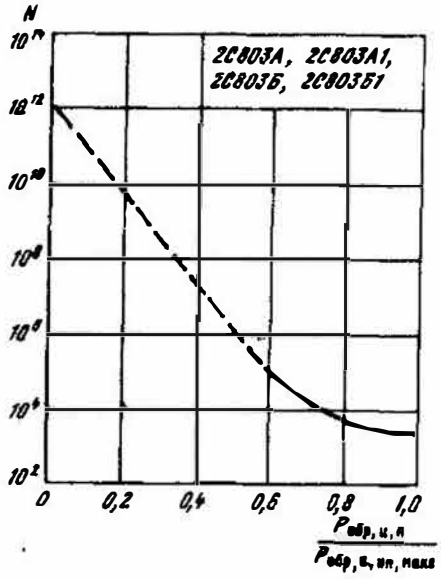
[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимости максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры



Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности

Рекомендации по применению

1. При монтаже на радиаторе ограничитель необходимо удерживать ключом за шестигранное основание, усилие затяжки 0,1 ... 0,15 кгс·м. Запрещается прилагать к нерезьбовому выводу усилие, превышающее 0,5 кгс·м, что может привести к нарушению целостности стеклянного изолятора

2. Расстояние от корпуса ограничителя до места лужения и пайки нерезьбового вывода 6 мм. Температура корпуса при пайке нерезьбового вывода не должна превышать +125° С.

2С803Б, 2С803Б1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные большой мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от электрических перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С801А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}$ = =15 мА:	
2С803Б:	
T = +30° С	77,9 ... 86,1 В
T = +125° С	77,9 ... 95,0 В
T = —60° С	70,2 ... 86,1 В
2С803Б1:	
T = +25° С	73,8 ... 90,2 В
T = +125° С	73,8 ... 101 В
T = —60° С	66,3 ... 90,2 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф$ ≤ ≤10 мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С803Б:	
$I_{огр,и}$ = 44А, T = —60 ... +35° С	113 В
$I_{огр,я}$ = 8 А, T = +125° С	113 В
2С803Б1:	
$I_{огр,и}$ = 42А, T = —60 ... +35° С	118 В
$I_{огр,и}$ = 8 А, T = +125° С	118 В
Постоянное прямое напряжение 2С803Б, 2С803Б1 при $I_{пр}$ = 50 мА	0,7 ... 1,0 В
Импульсное прямое напряжение 2С803Б, 2С803Б1 при $I_{пр,и}$ = 100 А	1,7 ... 3,5 А
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С803Б, 2С803Б1 при $I_{проб}$ = 15 мА, T = —60 ... +125° С	0,13 %/°С
Постоянный обратный ток:	
2С803Б при $U_{обр}$ = 70,2 ... 86,1 В:	
T = —60 ... +35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
2С803Б1 при $U_{обр}$ = 66,3 ... 90,2 В:	
T = —60 ... +35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С803Б, 2С803Б1	2290 ... ... 2400 пФ
Индуктивность ограничителей 2С803Б, 2С803Б1	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant$ $\geqslant 10^4$:	
2С803Б:	
T = —60 ... +35° С*:	
с теплоотводом	44 А
без теплоотвода	8 А
T = +125° С:	
с теплоотводом	8 А
без теплоотвода	1,6 А
T = —60 ... +35° С* и P = 1,33 · $\cdot 10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	22 А
без теплоотвода	4 А
T = +125° С* и P = 1,33 · 10^{-4} Па:	
с теплоотводом	4 А
без теплоотвода	0,8 А
2С803Б1:	
T = —60 ... +35° С*:	
с теплоотводом	42 А
без теплоотвода	8 А
T = +125° С*:	

с теплоотводом	8 А
без теплоотвода	1,6 А
$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\times10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	21 А
без теплоотвода	4 А
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	4 А
без теплоотвода	0,8 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С803Б, 2С803Б1:	
$T=-60\ldots+35°$ С*:	
с теплоотводом	10 Вт
без теплоотвода	2 Вт
$T=+125°$ С:	
с теплоотводом	2 Вт
без теплоотвода	0,4 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность 2С803Б, 2С803Б1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$:	
$T=-60\ldots+35°$ С*:	
с теплоотводом	5 кВт
без теплоотвода	1 кВт
$T=+125°$ С*:	
с теплоотводом	1 кВт
без теплоотвода	0,2 кВт
$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\times10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	2,5 кВт
без теплоотвода	0,5 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	0,5 кВт
без теплоотвода	0,1 кВт
Постоянное обратное напряжение при $T=-60\ldots+35°$ С:	
2С803Б	62,8...70,1 В
2С803Б1	59,7...66,4 В
Тепловое сопротивление переход — корпус 2С803Б, 2С803Б1	11° С/Вт
Тепловое сопротивление переход — окружающая среда 2С803Б, 2С803Б1	50° С/Вт
Число импульсов[2] 2С803Б, 2С803Б1 при $P_{обр,и}=5$ кВт	500
Температура окружающей среды	—60...+125° С

Рекомендации по применению

1. При монтаже на радиаторе ограничитель необходимо удерживать ключом за шестигранное основание, усилие затяжки 0,1...0,15 кгс·м. Запрещается прилагать к нерезьбовому выводу усилие, превышающее 0,5 кгс·м, что может привести к нарушению целостности стеклянного изолятора.

2. Расстояние от корпуса ограничителя до места лужения и пайки нерезьбового вывода 6 мм. Температура корпуса при пайке нерезьбового вывода не должна превышать +125° С.

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком (см. 2С803А).

[2] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком (см. 2С803А).

* В диапазоне температур окружающей среды +35...+125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

2С901А, 2С901А1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные большой мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от электрических перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С801А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб,и}=12$ мА:	
2С901А:	
$T=+30°$ С	105...116 В
$T=+125°$ С	105...128 В
$T=-60°$ С	94,5...116 В
2С901А1:	
$T=+25°$ С	99...121 В
$T=+125°$ С	99...136 В
$T=-60°$ С	88,7...121 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$:	
2С901А:	
$I_{огр,и}=32$ А, $T=-60\ldots+35°$ С	152 В
$I_{огр,и}=6$ А, $T=+125°$ С	152 В
2С901А1:	
$I_{огр,и}=18$ А, $T=-60\ldots+35°$ С	158 В
$I_{огр,и}=6$ А, $T=+125°$ С	158 В
Постоянное прямое напряжение 2С901А, 2С901А1 при $I_{пр}=50$ мА	0,7...2,0 А
Импульсное прямое напряжение 2С901А, 2С901А1 при $I_{пр,и}=100$ А	1,7...3,5 А
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С901А, 2С901А1 при $I_{проб}=12$ мА	0,13 %/°С
Постоянный обратный ток:	
2С901А при $U_{обр}=94$ А:	
$T=-60\ldots+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
2С901А1 при $U_{обр}=89{,}2$ В:	
$T=-60\ldots+35°$ С	5 мкА
$T=+125°$ С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С901А, 2С901А1	2290...2400 пФ
Индуктивность ограничителей 2С901А, 2С901А1	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$:	
2С901А:	
$T=-60\ldots+35°$ С*:	
с теплоотводом	32 А
без теплоотвода	6 А
$T=+125°$ С:	
с теплоотводом	6 А
без теплоотвода	1 А

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком.

$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\times10^{-4}$ Па:

с теплоотводом	15,3 А
без теплоотвода	3 А

$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:

с теплоотводом	3 А
без теплоотвода	0,5 А

2С901А1:

$T=-60\ldots+35°$ С*:

с теплоотводом	18 А
без теплоотвода	3 А

$T=+125°$ С*:

с теплоотводом	3 А
без теплоотвода	0,6 А

$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\times10^{-4}$ Па:

с теплоотводом	9 А
без теплоотвода	1,5 А

$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:

с теплоотводом	1,5 А
без теплоотвода	0,3 А

Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С901А, 2С901А1:

$T=-60\ldots+35°$ С*:

с теплоотводом	10 Вт
без теплоотвода	2 Вт

$T=+125°$ С*:

с теплоотводом	2 Вт
без теплоотвода	0,4 Вт

Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность 2С901А, 2С901А1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant10$ мкс, $Q\geqslant10^4$:

$T=-60\ldots+35°$ С*:

с теплоотводом	5 кВт
без теплоотвода	1 кВт

$T=+125°$ С*:

с теплоотводом	1 кВт
без теплоотвода	0,2 кВт

$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\times10^{-4}$ Па:

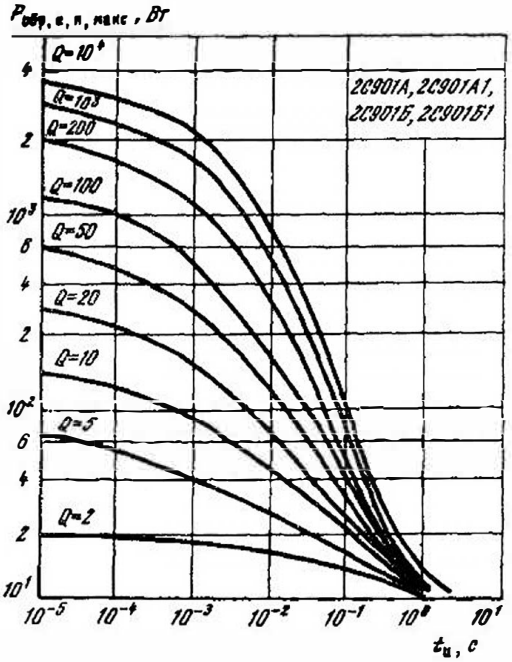
с теплоотводом	2,5 кВт
без теплоотвода	0,5 кВт

$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:

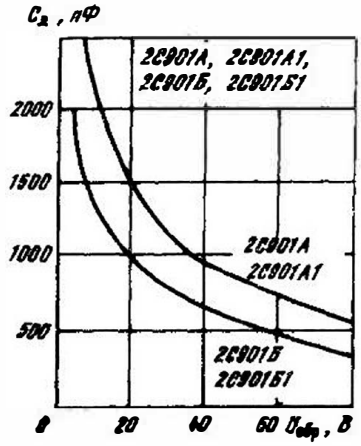
с теплоотводом	0,5 кВт
без теплоотвода	0,1 кВт

Постоянное обратное напряжение:

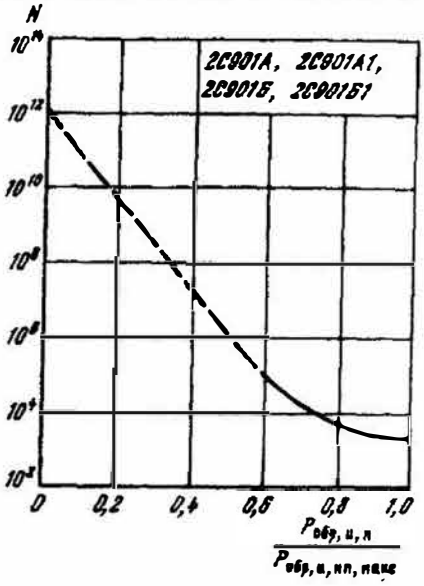
2С901А при $T=-60\ldots+125°$ С	84...94 В
2С901А1 при $T=-60\ldots+35°$ С	79,9...89,2 В
Тепловое сопротивление переход — корпус 2С901А, 2С901А1	11° С/Вт
Тепловое сопротивление переход — окружающая среда 2С901А, 2С901А1	50° С/Вт
Число импульсов[1] 2С901А, 2С901А1 при $P_{обр,и}=5$ кВт	500
Температура окружающей среды	$-60\ldots+125°$ С



Зависимости максимальной обратной импульсной повторяющейся рассеиваемой мощности от длительности импульса



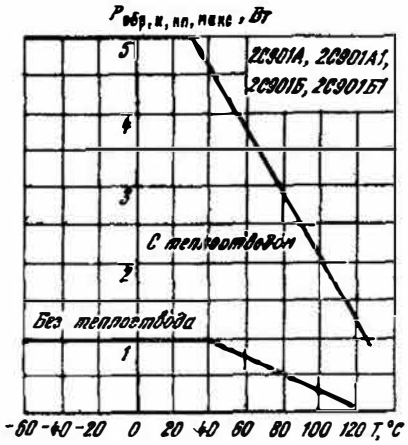
Зависимости общей емкости от обратного напряжения



Зависимость максимального числа импульсов от отношения обратной импульсной повторяющейся к максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности

[1] При импульсной мощности, меньшей допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком.

* В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимости максимальной обратной импульсной неповторяющейся рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. При монтаже на радиаторе ограничитель необходимо удерживать ключом за шестигранное основание, усилие затяжки 0,1...0,15 кгс·м. Запрещается прилагать к нерезьбовому выводу усилие, превышающее 0,5 кгс·м, что может привести к нарушению целостности стеклянного изолятора.

2. Расстояние от корпуса ограничителя до места лужения и пайки нерезьбового вывода 6 мм. Температура корпуса при пайке нерезьбового вывода не должна превышать +125° С.

2С901Б, 2С901Б1

Ограничители напряжения кремниевые эпитаксиальные несимметричные большой мощности. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от электрических перегрузок по напряжению, обусловленных переходными процессами, разрядами статического электричества и наведенных электромагнитными импульсами иной природы. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип ограничителя указывается на корпусе. Масса прибора не более 2 г. Габаритный чертеж см. 2С801А.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб,и}$ = =5 мА:	
2С901Б:	
T = +30° С	190...210 В
T = +125° С	190...233 В
T = —60° С	171...210 В
2С901Б1:	
T = +25° С	180...220 В
T = +125° С	180..247 В
T = —60° С	161...220 В
Импульсное напряжение ограничения (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С901Б:	
$I_{огр,и}$ = 18 А, T = —60...+35° С	274 А
$I_{огр,и}$ = 3 А, T = +125° С	274 А
2С901Б1:	
$I_{огр,и}$ = 17 А, T = —60...+35° С	287 А
$I_{огр,и}$ = 3 А, T = +125° С	287 А
Постоянное прямое напряжение 2С901Б, 2С901Б1 при $I_{пр}$ = 50 мА	0,7...1,0 В
Импульсное прямое напряжение 2С901Б, 2С901Б1 при $I_{пр}$ = 100 А	1,7...3,5 В
Температурный коэффициент напряжения пробоя 2С901Б, 2С901Б1 при $I_{проб}$ = 5 мА	0,13 %/°С
Постоянный обратный ток:	
2С901Б при $U_{обр}$ = 171 В:	
T = —60...+35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
2С901Б1 при $U_{обр}$ = 162 В:	
T = —60...+35° С	5 мкА
T = +125° С	500 мкА
Общая емкость ограничителей 2С901Б, 2С901Б1	2290...2400 пФ
Индуктивность ограничителей 2С901Б, 2С901Б1	15 нГн
Коэффициент ограничения	1,33
Время пробоя (расчетное), не более	10^{-12} с

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения[1] (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	
2С901Б:	
T = —60...+35° С*:	
с теплоотводом	18 А
без теплоотвода	3 А
T = +125° С*:	
с теплоотводом	3 А
без теплоотвода	0,6 А
T = —60...+35° С* и P = 1,33 × $\times 10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	9 А
без теплоотвода	1,5 А
T = +125° С* и P = 1,33·10^{-4} Па:	
с теплоотводом	1,5 А
без теплоотвода	0,3 А
2С901Б1:	
T = —60...+35° С*:	
с теплоотводом	17 А
без теплоотвода	3 А
T = +125° С:	
с теплоотводом	3 А
без теплоотвода	0,6 А
T = —60...+35° С* и P = 1,33 × $\times 10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	8,9 А
без теплоотвода	1,5 А
T = +125° С и P = 1,33·10^{-4} Па:	
с теплоотводом	1,5 А
без теплоотвода	0,3 А
Постоянная обратная рассеиваемая мощность 2С901Б, 2С901Б1:	
T = —60...+35° С:	
с теплоотводом	10 Вт
без теплоотвода	2 Вт
T = +125° С:	
с теплоотводом	2 Вт
без теплоотвода	0,4 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная рассеиваемая мощность 2С901Б, 2С901Б1 (импульс в виде убывающей экспоненты) при $t_и$ = 1 мс, $t_ф \leqslant$ $\leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$:	

[1] Допустимые значения тока ограничения и импульсной рассеиваемой мощности в зависимости от длительности импульсов и скважности определяются в соответствии с рисунком (см. 2С901А).

$T=-60\ldots+35°$ С:	
с теплоотводом	5 кВт
без теплоотвода	1 кВт
$T=+125°$ С:	
с теплоотводом	1 кВт
без теплоотвода	0,2 кВт
$T=-60\ldots+35°$ С* и $P=1{,}33\times10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	2,5 кВт
без теплоотвода	0,5 кВт
$T=+125°$ С* и $P=1{,}33\cdot10^{-4}$ Па:	
с теплоотводом	0,5 кВт
без теплоотвода	0,1 кВт
Постоянное обратное напряжение при $T=-60\ldots+125°$ С:	
2С901Б	152,7...171 В
2С901Б1	145...162 В
Число импульсов[1] 2С901Б, 2С901Б1 при $P_{обр.и}=5$ кВт	500
Тепловое сопротивление переход—корпус 2С901Б, 2С901Б1	11° С/Вт
Тепловое сопротивление переход—окружающая среда 2С901Б, 2С901Б1	50° С/Вт
Температура окружающей среды	—60...+125° С

Рекомендации по применению

1. При монтаже на радиаторе ограничитель необходимо удерживать ключом за шестигранное основание, усилие затяжки 0,1...0,15 кгс·м. Запрещается прилагать к нерезьбовому выводу усилие, превышающее 0,5 кгс·м, что может привести к нарушению целостности стеклянного изолятора.

2. Расстояние от корпуса ограничителя до места лужения и пайки нерезьбового вывода 6 мм. Температура корпуса при пайке нерезьбового вывода не должна превышать +125° С.

Раздел тринадцатый

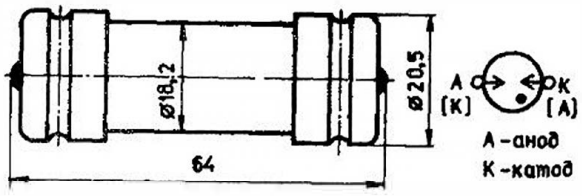
Разрядники (газоразрядные)

13.1. Неуправляемые защитные разрядники

4378Д

Разрядник газоразрядный неуправляемый Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 25 г.

4378Д



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	80...100 В
Ток анода в импульсе, не более	30 мА
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ
Время восстановления напряжения пробоя, не более	3 мин

Предельные эксплуатационные данные

Длительность тока анода в импульсе	2 с
Интервал между двумя импульсами пробоя	3 мин
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка	100 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

[1] При импульсной мощности, меньшей максимально допустимой, число импульсов определяется в соответствии с рисунком (см. 2С901А).

* В диапазоне температур окружающей среды +35...+125° С допустимые значения тока ограничения и рассеиваемой мощности снижаются линейно

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

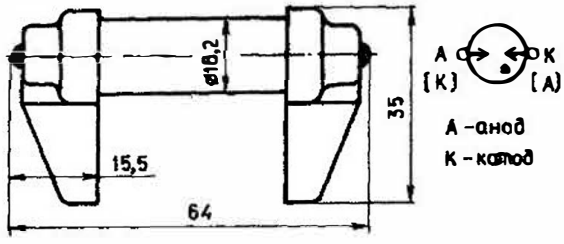
2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

Р-350

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты линий и аппаратуры связи (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 25 г.

Р-350



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	310...390 В
Ток анода в импульсе, не более	3 А
Сопротивление изоляции, не менее	5000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ
Время восстановления напряжения пробоя, не более	5 мин

Предельные эксплуатационные данные

Длительность тока анода в импульсе	2 с
Интервал между двумя импульсами пробоя	3 мин
Температура окружающей среды	—60 +85° С
Минимальная наработка	25 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

Рекомендации по применению

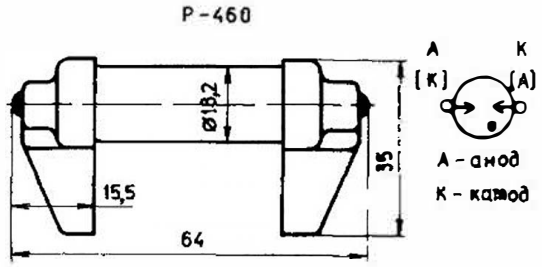
1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева

Р-460

Разрядник газоразрядный неуправляемый Предназначен для защиты линий и аппаратуры связи (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами Тип разрядника указывается на корпусе Масса разрядника не более 25 г.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	400 520 В
Ток анода в импульсе, не более	3 А
Сопротивление изоляции, не менее	5000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не менее	10 пФ
Время восстановления напряжения пробоя, не более	1 мин

Предельные эксплуатационные данные

Длительность тока анода в импульсе	2 с
Интервал между двумя импульсами пробоя	3 мин
Температура окружающей среды	—60 +85° С
Минимальная наработка	10 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

Рекомендации по применению

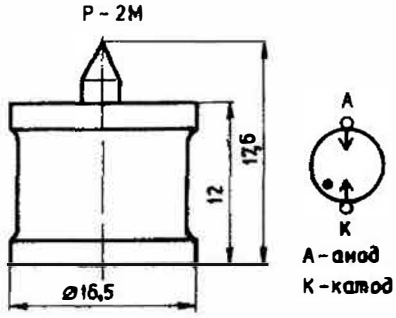
1 Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2 Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

Р-2М

Разрядник газоразрядный неуправляемый Предназначен для применения в устройствах зажигания авиационных двигателей, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами Тип разрядника указывается на корпусе Масса разрядника не более 5 г



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	1,3 2,0 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	20 МОм
Емкость накопительного конденсатора	0,5 1 мкФ

Предельные эксплуатационные данные

Частота пробоев[1]	75 Гц
Длительность одного пробоя[2]	45 с
Интервал времени между двумя пробоями[3], не менее	1 мин
Температура окружающей среды	—60 . . +130° С
Минимальная наработка	1800 пробелов
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядников любое, охлаждение — естественное

2 Допускается последовательное соединение двух разрядников

3 Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный контакт.

4 Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнений, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева

[1] При частоте пробоев более 75 Гц длительность одного пробоя не должна превышать 30 с

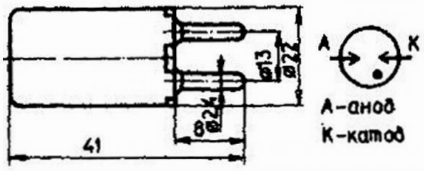
[2] Допускается увеличение длительности одного пробоя до 60 с При этом минимальная наработка уменьшается до 950 пробоев

[3] Допускается три пробоя подряд общей продолжительностью не более 135 с с последующим перерывом не менее 10 мин

РБ-3

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для работы в цепях постоянного тока в релаксационных схемах, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в стеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 15 г.

РБ-3



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое:	
для группы АБ	220...250 В
для группы В	246...270 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость накопительного конденсатора, не более	0,5 мкФ

Предельные эксплуатационные данные

Частота пробоев	5 Гц
Температура окружающей среды	—60...+100° С
Минимальная наработка	$7{,}2 \cdot 10^5$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

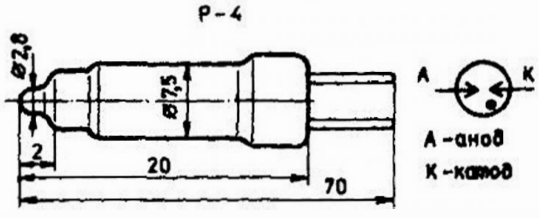
2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

Р-4

Разрядник газоразрядный неуправляемый с повышенной стабильностью электрических параметров. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в стеклянном корпусе. Масса разрядника не более 1,3 г.

Р-4



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	70...80 В
Разброс напряжения пробоя статического, не более	1,5 В
Изменение напряжения пробоя статического, не более	±2 В
Энергия пробоя, не менее	$5 \cdot 10^{-4}$ Дж
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Сопротивление в цепи разрядника[1], не более	150 кОм
Емкость накопительного конденсатора, не более	0,35 мкФ

Предельные эксплуатационные данные

Интервал времени между первым и вторым пробоями	1 ч
Интервал времени между вторым и третьим пробоями	16 ч
Температура окружающей среды	—60...+50° С
Минимальный срок сохраняемости	5 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. При монтаже разрядника не следует допускать изгиба выводов непосредственно у стекла ножки. Необходимо принимать меры, предотвращающие расстекловывание и сколы стекла ножки.

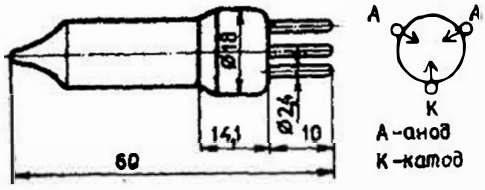
3. При пайке гибких выводов разрядника следует принимать меры, обеспечивающие минимальную температуру нагрева колбы.

4. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения.

РБ-5

Разрядник газоразрядный неуправляемый трехэлектродный. Предназначен для защиты линий и аппаратуры связи переменного и постоянного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в стеклянном корпусе с жесткими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 12 г.

РБ-5



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое:	
между анодами, не менее	500 В
между катодом и каждым анодом	340...460 В
Напряжение прекращения электрического разряда, не менее	210 В
Сопротивление изоляции между анодами, не менее	200 МОм

[1] При сопротивлении в цепи разрядника 150 кОм наработка не более 20 пробоев, при сопротивлении менее 500 Ом, но не менее 20 Ом, наработка не более 3 пробоев.

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение постоянное	570 ... 630 В
Энергия импульса пробоя	10 Дж
Частота повторения импульсов пробоя	1 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +85° С
Минимальная наработка	25 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

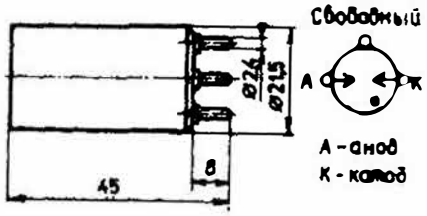
2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева

Р-5

Разрядник газоразрядный неуправляемый Предназначен для работы в поджигающих устройствах пускорегулирующей аппаратуры, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в стеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе Масса разрядника не более 14 г.

Р-5



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	170 ... 220 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Сопротивление в цепи разрядника, не более	4,7 МОм
Емкость накопительного конденсатора, не более	0,2 мкФ

Предельные эксплуатационные данные

Частота повторения импульсов	50 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +70° С
Минимальная наработка	100 ч
Минимальный срок сохраняемости	4 г

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

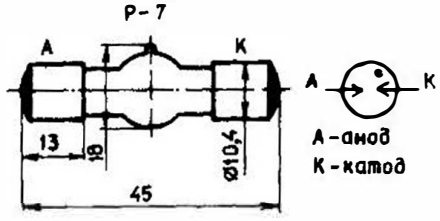
2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт. Способ пайки не должен вызывать окисления штырьков и других контактирующих элементов. При пайке не допускается подгорание изоляции и ослабление крепления штырьков.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева

Р-7

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 8 г.

Р-7



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	270 ... 300* ... ... 330 В
Сопротивление изоляции, не менее	20 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ
Время запаздывания пробоя, не более	500 мс
Емкость накопительного конденсатора, не более	1 мкФ

Предельные эксплуатационные данные

Частота повторения импульсов	2 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	30 000 пробоев
90%-ный ресурс, не менее	60 000 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность возникновения механических повреждений в колбе разрядника.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

4. Разрешается использовать разрядник в схемах релаксационных генераторов с частотой релаксации 1 ... 2 Гц.

5. Не допускается использование разрядника в режиме непрерывного разряда (тлеющего или дугового).

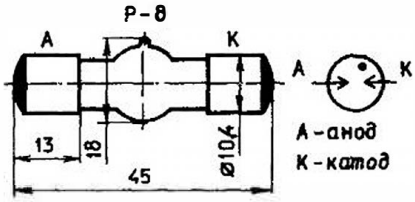
6. При включении разрядника в цепь постоянного тока рекомендуется руководствоваться маркировкой полярности электродов.

---

* Здесь и далее означает номинальное напряжение пробоя.

Р-8

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 8 кг.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	450...500*... ...550 В
Сопротивление изоляции, не менее	20 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ
Емкость накопительного конденсатора, не более	1 мкФ
Время запаздывания пробоя, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

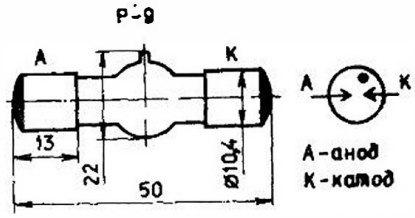
Частота повторения импульсов	2 Гц
Температура окружающей среды	—60...+100° С
Минимальная наработка	30 000 пробоев
90%-ный ресурс, не менее	60 000 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность возникновения механических повреждений в колбе разрядника.
3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.
4. Разрешается использовать разрядник в схемах релаксационных генераторов с частотой релаксации 1...2 Гц.
5. Не допускается использование разрядника в режиме непрерывного разряда (тлеющего или дугового).
6. При включении разрядника в цепь постоянного тока рекомендуется руководствоваться маркировкой полярности электродов.

Р-9

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами Тип разрядника указывается на корпус. Масса разрядника не более 8 г.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	900...1000*... ...1100 В
Сопротивление изоляции, не менее	20 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ
Емкость накопительного конденсатора, не более	1 мкФ
Время запаздывания пробоя, не более	1000 мс

Предельные эксплуатационные данные

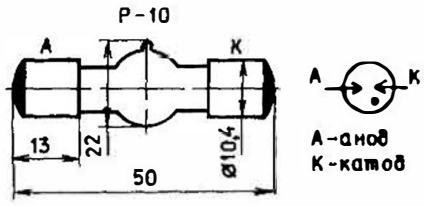
Частота повторения импульсов	2 Гц
Температура окружающей среды	—60...+100° С
Минимальная наработка	30 000 пробоев
90%-ный ресурс, не менее	60 000 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность возникновения механических повреждений в колбе разрядника.
3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.
4. Разрешается использовать разрядник в схемах релаксационных генераторов с частотой релаксации 1...2 Гц.
5. Не допускается использование разрядника в режиме непрерывного разряда (тлеющего или дугового).
6. При включении разрядника в цепь постоянного тока рекомендуется руководствоваться маркировкой полярности электродов.

Р-10

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 8 г.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое . .	1350 ... ... 1500* ... ... 1650 В
Сопротивление изоляции, не менее .	20 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ
Емкость накопительного конденсатора, не более	1 мкФ
Время запаздывания пробоя, не более	2500 мс

Предельные эксплуатационные данные

Частота повторения импульсов . .	2 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	30 000 пробоев
90 %-ный ресурс, не менее	60 000 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность возникновения механических повреждений в колбе разрядника.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

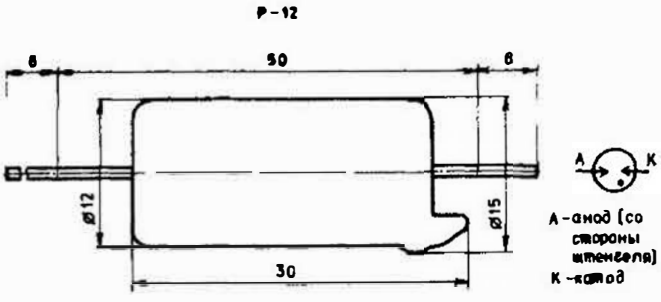
4. Разрешается использовать разрядник в схемах релаксационных генераторов с частотой релаксации 1...2 Гц.

5. Не допускается использование разрядника в режиме непрерывного разряда (тлеющего или дугового).

6. При включении разрядника в цепь постоянного тока рекомендуется руководствоваться маркировкой полярности электродов.

Р-12

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в стеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 10 г.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое . .	128 ... 160* ... ... 192 В
Разброс напряжения пробоя, не более	10 В
Стабильность напряжения пробоя после прохождения трех импульсов, не более	10 В
Сопротивление изоляции, не менее .	1000 МОм
Время запаздывания пробоя, не более	1000 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Ток анода в импульсе	60 А
Длительность импульса тока анода	1 мкс
Температура окружающей среды .	—60 ... +70° С
Минимальная наработка	100 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

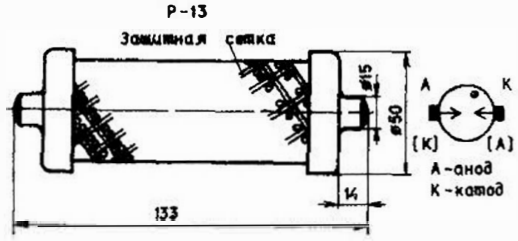
1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

Р-13

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 200 г.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое . .	8,5 ... 10* ... ... 11,5 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	10 МОм
Время запаздывания пробоя, не более	0,4 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Ток анода в импульсе[1]	800 А
Ток анода средний	0,1 А
Длительность импульса тока анода, не более	4 мкс
Частота повторения импульсов, не более	1 кГц
Температура окружающей среды .	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	$1{,}5 \cdot 10^6$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

[1] При амплитуде тока анода 500 А максимальная длительность импульса 10 мкс.

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность возникновения механических повреждений в колбе разрядника.

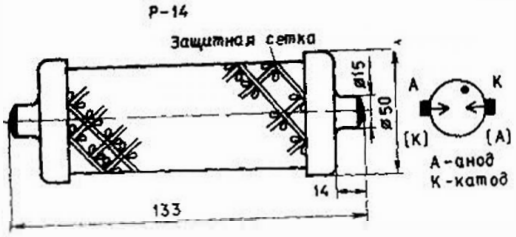
3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

4. Разрядник должен иметь металлическую сетку, защищающую окружающее пространство от осколков стекла при возможном разрушении колбы. Сетку скрепляют со стеклом колбы при помощи лака.

5. Возможно использование разрядника в релаксационном режиме с частотой 5...6 кГц.

Р-14

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 200 г.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	10,2 ... 12* ... ... 13,8 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	10 МОм
Время запаздывания пробоя, не более	0,4 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Ток анода в импульсе[1]	800 А
Ток анода средний	0,1 А
Длительность импульса тока анода	4 мкс
Частота повторения импульсов	1 кГц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	$1{,}5 \cdot 10^6$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность механических повреждений в колбе разрядника.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

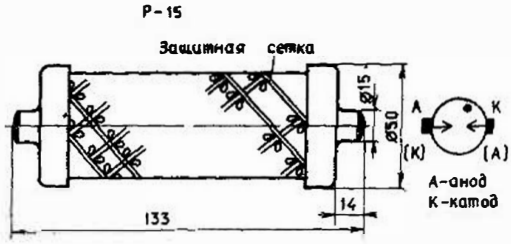
4. Разрядник должен иметь металлическую сетку, защищающую окружающее пространство от осколков стекла при возможном разрушении колбы. Сетку скрепляют со стеклом колбы при помощи лака.

5. Возможно использование разрядника в релаксационном режиме с частотой 5...6 кГц.

[1] При амплитуде импульса тока анода 500 А максимальная длительность импульса 10 мкс.

Р-15

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 200 г.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	11,9 ... 14* ... ... 16,1 кВ
Сопротивление изоляции не менее	10 МОм
Время запаздывания пробоя, не более	0,4 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Ток анода в импульсе[1]	800 А
Ток анода средний	0,1 А
Длительность импульса тока анода	4 мкс
Частота повторения импульсов	1 кГц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	$1{,}5 \cdot 10^6$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность возникновения механических повреждений в колбе разрядника.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

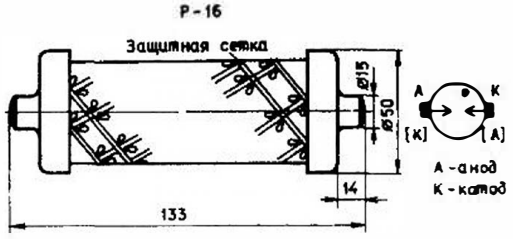
4. Разрядник должен иметь металлическую сетку, защищающую окружающее пространство от осколков стекла при возможном разрушении колбы. Сетку скрепляют со стеклом колбы при помощи лака.

5. Возможно использование разрядника в релаксационном режиме с частотой 5...6 кГц.

[1] При амплитуде импульса тока анода 500 А максимальная длительность импульса 10 мкс.

Р-16

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 200 г.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	144. 17... 19,6 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	10 МОм
Время запаздывания пробоя, не более	0,4 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Ток анода в импульсе[1]	800 А
Ток анода средний	0,1 А
Длительность импульса тока анода	4 мкс
Частота повторения импульсов	1 кГц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	$1,5 \cdot 10^5$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

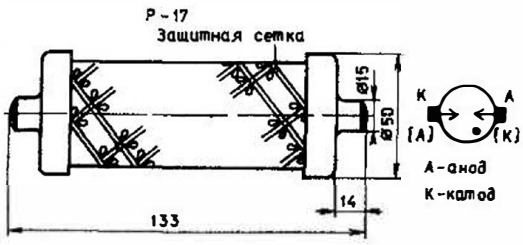
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность возникновения механических повреждений в колбе разрядника
3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.
4. Разрядник должен иметь металлическую сетку, защищающую окружающее пространство от осколков стекла при возможном разрушении колбы Сетку скрепляют со стеклом колбы при помощи лака
5. Возможно использование разрядника в релаксационном режиме с частотой 5...6 кГц.

Р-17

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 200 г.

[1] При амплитуде импульса тока анода 500 А максимальная длительность импульса 10 мкс.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	17... 20*... ...23 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	10 МОм
Время запаздывания пробоя, не более	0,4 мкс

Предельные эксплуатационные данные

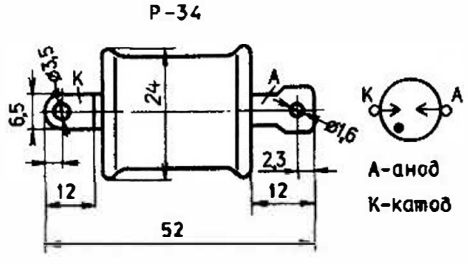
Ток анода в импульсе[1]	800 А
Ток анода средний	0,1 А
Длительность импульса тока анода	4 мкс
Частота повторения импульсов	1 кГц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	$1,5 \cdot 10^6$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность возникновения механических повреждений в колбе разрядника.
3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.
4. Разрядник должен иметь металлическую сетку, защищающую окружающее пространство от осколков стекла при возможном разрушении колбы. Сетку скрепляют со стеклом колбы при помощи лака.
5. Возможно использование разрядника в релаксационном режиме с частотой 5...6 кГц.

Р-34

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры и линий связи постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 25 г.



[1] При амплитуде импульса тока анода 500 А максимальная длительность импульса 10 мкс.

Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	700...1300 В
Напряжение пробоя динамическое, не более	3000 В
Напряжение погасания при токе 150 мА, не менее	450 В
Ток анода в импульсе, не более	1000 А
Длительность импульса тока анода, не более	60 мкс
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм

Предельные эксплуатационные данные

Ток анода в импульсе	1500 А
Длительность импульса тока анода	80 мкс
Частота повторения импульсов	5 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +85° С
Минимальная наработка[1]	1000 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

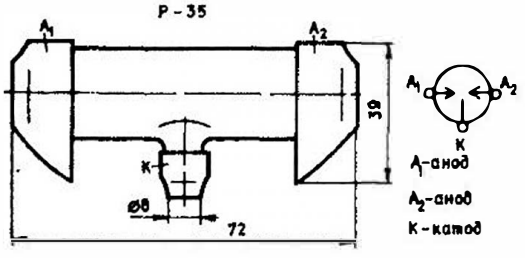
1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим возможность возникновения механических повреждений в колбе разрядника

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие сопротивление изоляции 50 МОм при повышенной влажности воздуха (95...98%).

Р-35

Разрядник газоразрядный неуправляемый трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 40 мг.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое между выводом катода и каждым выводом анодов:	
в условиях освещенности	320 ..380 В
в темноте	310 ..410 В
Сопротивление изоляции между любыми двумя электродами, не менее	5000 МОм
Емкость статическая между любыми двумя электродами, не более	5 пФ
Время восстановления напряжения пробоя, не более	5 мин

Предельные эксплуатационные данные

Ток анода средний на частоте 50 Гц:	
через любой из анодов	15 А
через катод	30 А
Ток анода в импульсе (через любой из анодов)	2500 А
Длительность импульса при токе 15 А	5 с
Длительность импульса при токе 2500 А	60 мкс
Температура окружающей среды	—60 ... +85° С
Минимальная наработка	50 пробоев
в том числе:	
в импульсном режиме	25 пробоев
на частоте 50 Гц	25 пробоев
95 %-ный ресурс, не менее	100 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

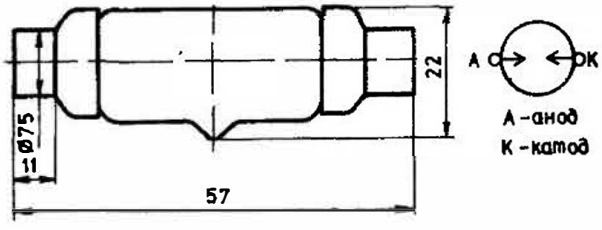
2. Крепление разрядника в аппаратуре должно осуществляться любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт с выводами.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

Р-46

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 15 г. Удельная материалоемкость не более 200 г/Кл

Р-46



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое	80...125 В
Сопротивление изоляции, не менее	10 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	1 пФ

Предельные эксплуатационные данные

Ток анода средний при частоте 50 Гц	0,8 А
Ток анода в импульсе	2500 А
Длительность фронта импульса тока анода	20 мкс

[1] В течение 50 пробоев допускаются кратковременные перегрузки.

Длительность спада импульса тока анода	40 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	500 ч
95 %-ный ресурс	1000 ч
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт.

3. Колбу разрядника необходимо предохранять от загрязнения, а также принимать другие меры, обеспечивающие ее допустимую температуру нагрева.

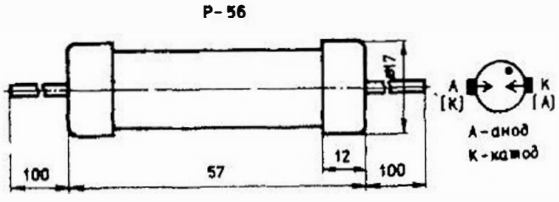
4. При эксплуатации в течение 10 мин разрядник может пропускать ток 3 А при частоте 50 Гц

5. Электрические параметры разрядника сохраняются при воздействии на него тока 0,8 ... 1 А с частотой 50 Гц в течение 100 ч работы и тока 1,5 А с частотой 50 Гц в течение 5 мин однократно или суммарно в течение минимальной наработки.

6. Разрядник может работать при напряжении на электродах не более 5 В в течение 20 лет. В течение этого времени разрядник может выдерживать не менее 100 пробоев при коммутации тока анода в импульсе 2500 А.

Р-56

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 15 г. Удельная материалоемкость не более 200 г/Кл.



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	75 ... 100* ... ... 125 В
динамическое при скорости нарастания напряжения на электродах разрядника 1 кВ/мкс, не более	1 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	10 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	2,2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения на электродах разрядника 4 кВ/мкс, не более	1 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение постоянное на электродах разрядника при отсутствии тока анода в импульсе	50 В
Ток анода в импульсе	2500 А
Ток анода средний на частоте 50 Гц	0,8 А
Коммутируемая энергия	50 Дж
Длительность импульса тока анода:	
по основанию	60 мкс
на уровне 0,5	30 мкс
Длительность фронта импульса тока анода, не менее	20 мкс
Длительность спада импульса тока анода	40 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка:	
при коммутируемом токе не менее 2500 А	200 пробоев
при синусоидальном токе с амплитудой 0,8 А и частотой 50 Гц	15 ч
95 %-ный ресурс:	
в импульсном режиме	400 пробоев
в непрерывном режиме	30 ч
Минимальный срок сохраняемости	20 лет

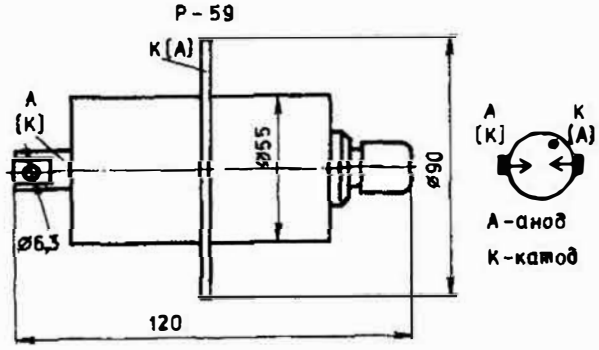
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляют за колпачки и подсоединяют с помощью гибких выводов путем пайки.

Р-59

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 0,6 кг. Удельная материалоемкость не более 2 кг/кВ.



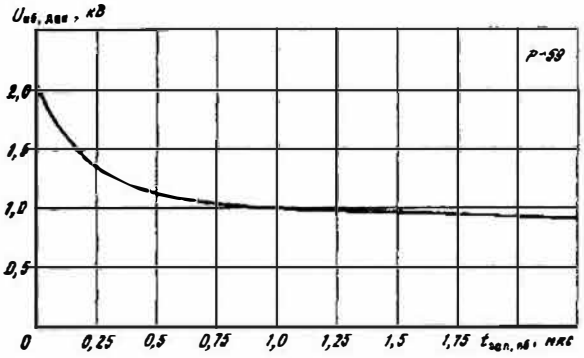
Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	0,2 ... 0,3 кВ
динамическое при скорости нарастания напряжения на электродах 5 кВ/мкс, не более	2,5 кВ
Напряжение поддержания разряда, не более:	

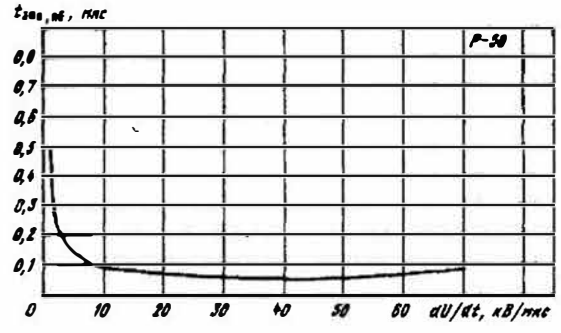
при максимальном токе анода в импульсе	150 В
в установившемся режиме	50 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	8 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения на электродах 5 кВ/мкс, не более	0,5 мкс
Время восстановления сопротивления разрядного промежутка, не более	0,5 с

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение переменное на электродах разрядника при отсутствии тока анода на частоте 100 МГц (амплитудное значение)	50 В
Ток анода:	
в импульсе[1]	3 кА
при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	50 А
Длительность импульса тока анода	25 мс
Длительность фронта импульса тока анода	200 мкс
Длительность спада импульса тока анода	90 мс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Количество электричества за импульс	90 Кл
Температура окружающей среды	—60 ... +70° С
Минимальная наработка	20 пробоев
90 %-ный ресурс, не менее	25 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет



Вольт-секундная характеристика



Зависимость времени запаздывания пробоя от скорости нарастания напряжения

[1] Допускается эксплуатация разрядника с током анода в импульсе 180 кА при длительности импульса тока анода 50 мс, с частотой повторения импульсов 0,5 Гц, с количеством электричества не более 90 Кл.

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за катодный фланец.

3. Допускается эксплуатация разрядника в одном из следующих режимов:

при токе анода в импульсе до 1 кА с частотой повторения импульсов 30 имп./мин — не менее 8 серий по 8 пробоев, интервал между сериями не менее 1 мин;

при токе анода в импульсе с частотой повторения импульсов 12 имп./мин:

2 кА — 5 серий по 3 пробоя;

3 кА — 2 серии по 3 пробоя;

6 кА — 1 серия — 3 пробоя.

интервал между сериями не менее 1 мин;

при токе анода в импульсе 10 кА (постоянная спада 16 мс) с частотой повторения импульсов 6 имп./мин — 2 серии по 3 пробоя, интервал между сериями не менее 1 мин;

при токе анода в импульсе с частотой повторения импульсов 30 имп./мин:

2 кА — 4 серии по 8 пробоев;

3 кА — 6 серий по 3 пробоя,

интервал между сериями не менее 1 мин.

4. Допускается эксплуатация разрядников при длительности протекания тока не более 3 с., с интервалами между включениями не менее 60 с. Число пробоев не более 5.

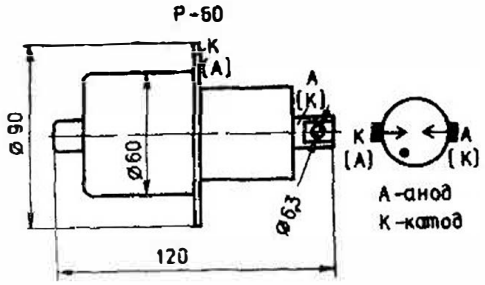
5. Ресурс разрядников определяется по следующей формуле:

$$N_{р\ мин} = \frac{1}{3 \cdot 10^{-4} I_{ан} t^{2/3} \exp 2 \cdot 10^{-2} Q f} \cdot 0{,}67,$$

где $N_{р\ мин}$ — минимальное число пробоев при достоверности 0,95; $I_{ан}$ — ток анода в импульсе, кА; t — постоянная спада импульса, мс; Q — количество электричества за импульс, Кл; f — частота повторения импульсов, Гц.

Р-60

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 0,6 кг. Удельная материалоемкость не более 0,18 кг/кВ.



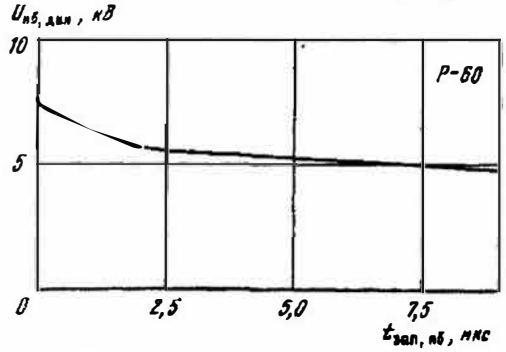
Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	2,2...3,3 кВ
динамическое при скорости нарастания напряжения на электродах разрядника 25 кВ/мкс, не более	12,5 кВ
Напряжение поддержания разряда, не более:	
при максимальном токе анода в импульсе	150 В

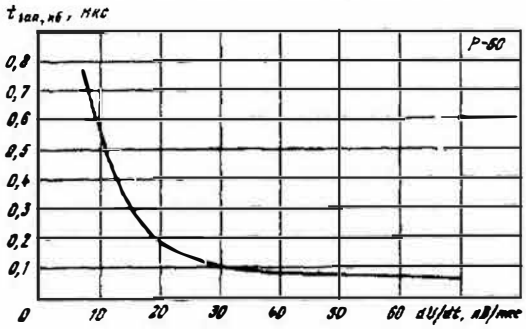
в установившемся режиме . . .	50 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	8 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения на электродах разрядника 25 кВ/мкс, не более	0,5 мкс
Время восстановления сопротивления разрядного промежутка, не более	0,5 с

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение на электродах разрядника при отсутствии тока анода:	
переменное (амплитудное значение) на частоте 100 МГц . . .	800 В
постоянное и переменное (амплитудное значение) на частотах до 1 МГц	1000 В
Ток анода:	
в импульсе[1]	3 кА
при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	50 А
Длительность импульса тока анода	25 мс
Длительность фронта импульса тока анода	200 мкс
Длительность спада импульса тока анода	90 мс
Частота повторения импульсов . .	1 имп./мин
Количество электричества за импульс	90 Кл
Температура окружающей среды	—60 . . . +70° С
Минимальная наработка	20 пробоев
90%-ный ресурс, не менее	30 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет



Вольт-секундная характеристика



Зависимость времени запаздывания пробоя от скорости нарастания напряжения

[1] Допускается эксплуатация разрядников с током анода в импульсе 180 кА при длительности импульса тока анода 50 мс, с частотой повторения импульсов 0,5 Гц, с количеством электричества не более 90 Кл.

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за катодный фланец.

3. Допускается эксплуатация разрядника в одном из следующих режимов:

при токе анода в импульсе до 1 кА с частотой повторения импульсов 30 имп./мин — не менее 8 серий по 8 пробоев, интервал между сериями не менее 1 мин;

при токе анода в импульсе с частотой повторения импульсов 12 имп./мин:

2 кА — 5 серий по 3 пробоя;

3 кА — 2 серии по 3 пробоя;

6 кА — 1 серия — 3 пробоя,

интервал между сериями не менее 1 мин.

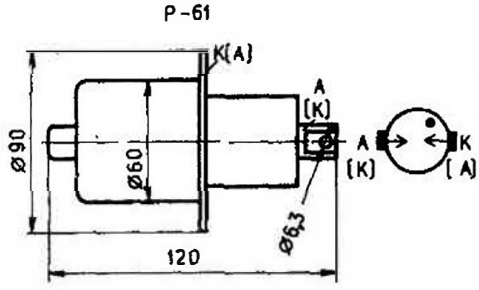
4. Ресурс разрядников определяется по следующей формуле:

$$N_{р\ мин} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-4} I_{ан} t^{1/2} \exp 3 \cdot 10^{-2} Q f} \cdot 0{,}74,$$

где $N_{р\ мин}$ — минимальное число пробоев с вероятностью 0,95; $I_{ан}$ — ток анода в импульсе, кА; t — постоянная спада импульса, мс; Q — количество электричества за импульс, Кл; f — частота повторения импульсов, Гц.

Р-61

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 0,6 кг. Удельная материалоемкость не более 0,12 кг/кВ.

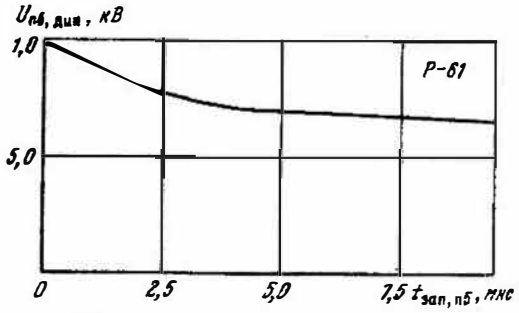


Электрические параметры

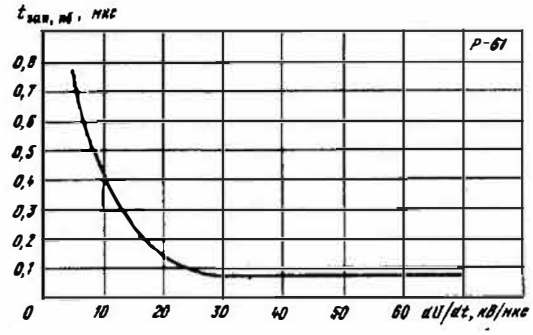
Напряжение пробоя:	
статическое	3,5 . . . 5,0 кВ
динамическое при скорости нарастания напряжения на электродах разрядника 25 кВ/мкс, не более .	12,5 кВ
Напряжение поддержания разряда, не более:	
при максимальном токе анода в импульсе	150 В
в установившемся режиме . . .	50 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	8 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения на электродах разрядника 25 кВ/мкс, не более	0,5 мкс
Время восстановления сопротивления разрядного промежутка, не более	0,5 с

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение на электродах разрядника при отсутствии тока анода:	
переменное с частотой 100 МГц (амплитудное значение)	1300 В
постоянное и переменное (амплитудное значение) на частоте до 1 МГц	2000 В
Ток анода:	
в импульсе[1]	3 кА
при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	50 А
Длительность импульса тока анода	25 мс
Длительность фронта импульса тока анода	200 мкс
Длительность спада импульса тока анода	90 мс
Частота повторения импульсов . .	1 имп./мин
Количество электричества за импульс	90 Кл
Температура окружающей среды .	—60 . . . +70° С
Минимальная наработка	20 пробоев
90%-ный ресурс, не менее	30 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет



Вольт-секундная характеристика



Зависимость времени запаздывания пробоя от скорости нарастания напряжения

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Допускается эксплуатация разрядников в одном из следующих режимов:

при токе анода в импульсе до 1 кА с частотой повторения импульсов 30 имп./мин — не менее 8 серий по 8 пробоев, интервал между сериями не менее 1 мин;

при токе анода в импульсе с частотой повторения 12 имп./мин:

2 кА — 5 серий по 3 пробоя;

3 кА — 2 серии по 3 пробоя;

6 кА — 1 серия — 3 пробоя,

интервал между сериями не менее 1 мин;

при токе анода в импульсе 10 кА (постоянная спада 16 мс) с частотой повторения импульсов 6 имп./мин — 2 серии по 3 пробоя, интервал между сериями не менее 1 мин.

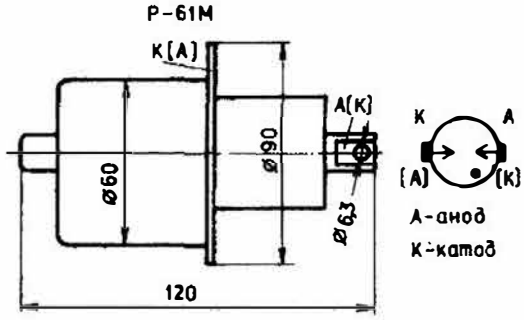
3. Ресурс разрядников определяется по следующей формуле:

$$N_{р\ мин} = \frac{1}{8 \cdot 10^{-4} I_{ан} t^{1/2} \exp 3 \cdot 10^{-2} Q f} \cdot 0{,}64,$$

где $N_{р\ мин}$ — минимальное число пробоев с вероятностью 0,95; $I_{ан}$ — ток анода в импульсе, кА; t — постоянная спада импульса, мс; Q — количество электричества за импульс, Кл; f — частота повторения импульсов, Гц.

Р-61М

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты приемопередающих устройств средневолнового диапазона (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 0,6 кг. Удельная материалоемкость не более 6,6 г/Кл.



Электрические параметры

Напряжение пробоя статическое . .	6 . . . 8 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная	7 . . . 8 пФ
Время восстановления разрядного промежутка, не более	0,5 с

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение на электродах разрядника постоянное и переменное (амплитудное значение) с частотой 100 МГц	4 кВ
Ток анода в импульсе	3 кА
Коммутируемый заряд	90 кЛ
Длительность импульса тока анода	25 мс
Длительность спада импульса тока анода	60 мс
Частота повторения импульсов . .	1 имп./мин
Скорость нарастания напряжения на электродах разрядника	25 кВ/мкс
Температура окружающей среды	—60 . . . +85° С
Минимальная наработка	20 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

[1] Допускается эксплуатация разрядников с током анода в импульсе 180 кА при длительности импульса тока анода 50 мс, с частотой повторения импульсов 0,5 Гц, с количеством электричества не более 90 Кл.

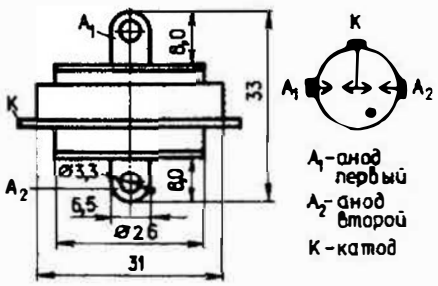
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Разрядник укрепляют в аппаратуре за катодный фланец.

Р-63

Разрядник газоразрядный неуправляемый трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов, т. е. может защищать одновременно две электрические цепи. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 50 г. Удельная материалоемкость не более 0,16 г/В.

Р-63



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	200 ... 300 В
динамическое при скорости нарастания напряжения на электродах 4 кВ/мкс, не более	2300 В
Сопротивление изоляции, не менее	500 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения на электродах 4 кВ/мкс, не более	0,5 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1000 А
Длительность импульса тока анода (на уровне 0,1)	0,25 мс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Длительность спада импульса тока анода	200 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	3 с

Режим III

Ток анода в импульсе	1000 А
Длительность импульса тока анода (на уровне 0,1)	37 мс
Длительность импульса тока анода (на уровне 0,5)	5 мс
Длительность фронта импульса тока анода	5 мкс
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка[1]:	
в режиме I	200 пробоев
в режиме II	1 включение
в режиме III	15 пробоев
90%-ный ресурс[1], не менее:	
в режиме I	400 пробоев
в режиме II	2 включений
в режиме III	20 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

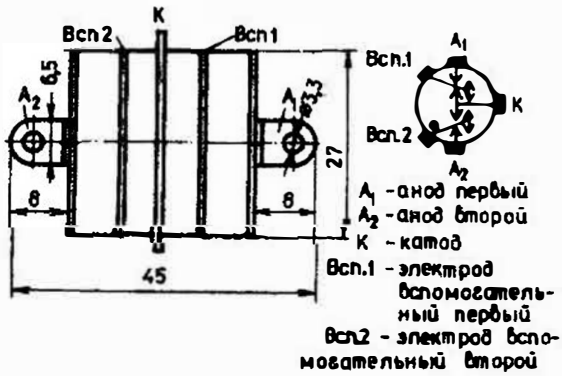
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Разрядник укрепляет в аппаратуре за фланец. Фланец является общим катодным выводом, а два лепестка — выводы анодов.
3. Подсоединение к электродам разрядника осуществляют с помощью винтов, используя отверстия на лепестках анодов и фланце катода. Допускается подсоединение к лепесткам с помощью пайки.
4. При эксплуатации последовательность режимов может быть любой.

Р-64

Разрядник газоразрядный неуправляемый пятиэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Разрядник имеет один вывод катода, два вывода анодов и два вспомогательных электрода, т. е. может защищать одновременно четыре электрические цепи. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 60 г. Удельная материалоемкость не более 0,7 г/В.

Р-64



[1] Число пробоев и включений приведено для одного промежутка (между анодом и катодом).

Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	600...900 В
динамическое при скорости нарастания напряжения на электродах 4 кВ/мкс, не более	3 кВ
Напряжение погасания, не менее	500 В
Сопротивление изоляции, не менее	500 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения на электродах 4 кВ/мкс, не более	0,6 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Напряжение на электродах разрядника при отсутствии импульса тока	500 В
Ток анода в импульсе	1000 А
Ток короткого замыкания источника постоянного напряжения	0,5 А
Длительность импульса тока анода (на уровне 0,1)	0,25 мс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Длительность спада импульса тока анода	200 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц

Режим II

Ток анода (амплитудное значение) при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	3 с

Режим III

Ток анода в импульсе	1000 А
Длительность импульса тока анода:	
на уровне 0,1	37 мс
на уровне 0,5	5 мс
Длительность фронта импульса тока анода	5 мкс
Температура окружающей среды	—60...+100° С
Минимальная наработка[1]:	
в режиме I	200 пробоев
в режиме II	1 включение
в режиме III	15 пробоев
90%-ный ресурс[1], не менее:	
в режиме I	400 пробоев
в режиме II	2 включений
в режиме III	20 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

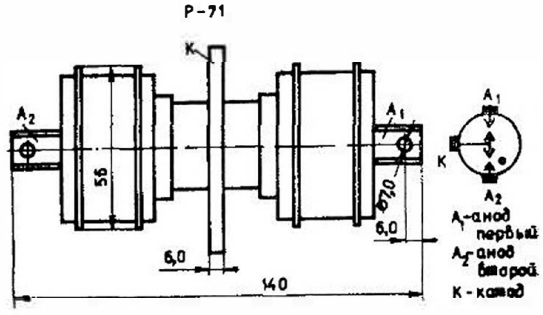
2. Разрядник укрепляют в аппаратуре за фланец. Фланец является общим катодным выводом, а два жестких вывода — выводы анодов.

3. При эксплуатации последовательность режимов может быть любой.

[1] Число пробоев и включений приведено для одного промежутка.

Р-71

Разрядник газоразрядный неуправляемый трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов, т. е. может защищать одновременно две электрические цепи. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 0,8 кг.

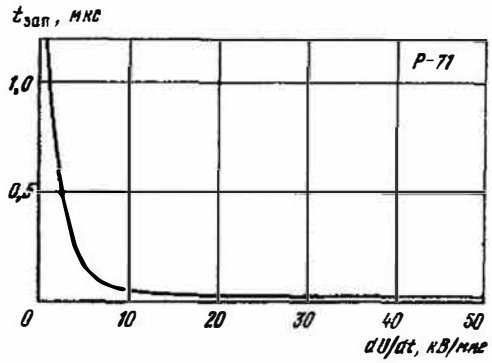


Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	180...250*...280 В
динамическое при скорости нарастания напряжения на электродах 1 кВ/мкс, не более	1,5 кВ
Напряжение поддержания разряда, не более:	
при максимальном токе анода в импульсе	100 В
в установившемся режиме	50 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	15 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения на электродах 1 кВ/мкс, не более	1,3 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение на электродах разрядника при отсутствии импульса тока анода (постоянное и переменное)	50 В
Ток анода в импульсе	3 кА
Длительность импульса тока анода	25 мс
Длительность фронта импульса тока анода	200 мкс
Длительность спада импульса тока анода	90 мс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Количество электричества за импульс	90 Кл
Температура окружающей среды	—60...+70° С
Ток прекращения разряда при напряжении на электродах 40 В, не менее	0,1 А
Минимальная наработка в течение 12 лет при напряжении на электродах разрядника не более 50 В	20 пробоев
95%-ный ресурс в импульсном режиме, не менее	25 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет



Зависимость времени запаздывания пробоя от скорости нарастания напряжения

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за катодный фланец, который является общим электродом.

3. Допускается эксплуатация разрядников:

при токе анода в импульсе 500 А после прохождения 10 импульсов тока анода 3 кА с частотой повторения импульсов 30 имп./мин:

2 серии по 20 пробоев с частотой повторения импульсов

1 имп./мин;

5 пробоев при токе анода 6 кА;

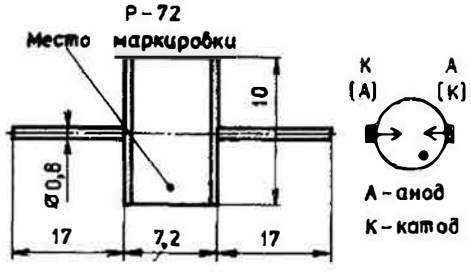
при токе анода в импульсе 3 кА с частотой повторения импульсов 30 имп./мин:

1 кА — не менее 5 серий по 20 пробоев;

3 кА — 4 серии по 5 пробоев.

Р-72

Разрядник газоразрядный неуправляемый малогабаритный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 2 г. Удельная материалоемкость не более 6,1 г/Кл (для режима III), 0,24 г/Кл (для режима II), $1{,}5 \cdot 10^{-2}$ г/Кл для всех режимов работы (I, II и III).



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	850 ... 1000* ... ... 1150 В
динамическое, не более:	
при скорости нарастания напряжения на электродах 1 кВ/мкс	1,8 кВ
при скорости нарастания напряжения на электродах 4 кВ/мкс	2,2 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	2 пФ
Время запаздывания пробоя, не более:	
при скорости нарастания напряжения на электродах 1 кВ/мкс	0,8 мкс
при скорости нарастания напряжения на электродах 4 кВ/мкс	0,3 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1000 А
Длительность импульса тока анода	140 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	6 имп./мин

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с

Режим III

Ток анода в импульсе	10 000 А
Длительность импульса тока анода	24 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С
Длительность импульса тока анода между началом импульса и спадом его до уровня 0,5 $I_{ан}$ должна быть не более:	
в режиме I	163 мкс
в режиме III	28 мкс
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 включений
в режиме III	10 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус. При токе больше 5 кА электрический контакт необходимо обеспечивать с помощью контактирующих устройств в виде чашек.

3. Допускается эксплуатация разрядников в любом из режимов и в любой последовательности.

Р-73

Разрядник газоразрядный неуправляемый малогабаритный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 2 г. Удельная материалоемкость не более 6,1 г/Кл (для режима III); 0,24 г/Кл (для режима работы II) и $1{,}5 \cdot 10^{-2}$ г/Кл для всех режимов работы (I, II и III).

Р-73



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	70...90*... ...110 В
динамическое, не более:	
при скорости нарастания напряжения на электродах 1 кВ/мкс	0,8 кВ
при скорости нарастания напряжения на электродах 4 кВ/мкс	1,0 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	2 пФ
Время запаздывания пробоя, не более:	
при скорости нарастания напряжения на электродах 1 кВ/мкс	0,7 мкс
при скорости нарастания напряжения на электродах 4 кВ/мкс	0,2 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1000 А
Длительность импульса тока анода	140 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	6 имп./мин

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Перерыв между включениями	3 мин

Режим III

Ток анода в импульсе	10 000 А
Длительность импульса тока анода	24 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Температура окружающей среды	—60...+125° С
Длительность импульса тока анода между началом импульса и спадом до его уровня $0{,}5I_{ам}$ должна быть не более:	
в режиме I	163 мкс
в режиме III	28 мкс
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 включений
в режиме III	10 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

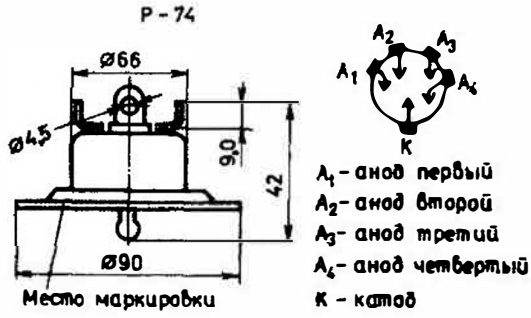
2. Крепление разрядников в аппаратуре осуществляется за корпус.

3. При токе более 5 кА электрический контакт необходимо обеспечивать с помощью контактирующих устройств в виде чашек.

4. Допускается эксплуатация разрядников в любом из режимов и в любой последовательности.

Р-74

Разрядник газоразрядный неуправляемый пятиэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и четыре вывода анодов, т. е. может одновременно защищать четыре электрические цепи при разноименной полярности воздействующих импульсов напряжения. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 200 г. Удельная материалоемкость не более 0,66 г/В.



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	180...300 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	3 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	500 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	15 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	0,7 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода (на уровне 0,1)	250 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Длительность спада импульса тока анода	200 мкс
Частота повторения импульсов	6 имп./мин

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	3 с

Режим III

Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода (на уровне 0,1)	50 мс
Длительность фронта импульса тока анода	15 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин

Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка[1]:	
в режиме I	200 пробоев
в режиме II	1 включение
в режиме III	15 пробоев
90%-ный ресурс разрядника[1], не менее:	
для режима I	400 пробоев
для режима II	2 включения
для режима III	22 пробоя
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Разрядник имеет четыре разрядных промежутка. Фланец является общим катодным выводом, а четыре жестких вывода — выводы анодов.

3. Подсоединение к электродам разрядника осуществляют с помощью винтов, используя отверстия на анодных выводах и фланце.

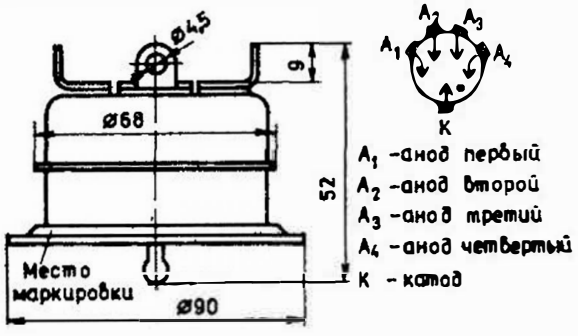
4. При эксплуатации разрядников последовательность режимов может быть любая.

5. Количество электричества через каждый промежуток разрядника — не более 200 Кл за один импульс.

Р-75

Разрядник газоразрядный неуправляемый пятиэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и четыре вывода анодов, т. е. может одновременно защищать четыре электрические цепи при разноименной полярности воздействующих импульсов напряжения. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 300 г. Удельная материалоемкость не более 0,23 г/В.

Р-75



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	700 ... 1300 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	4 кВ
Напряжение погасания разрядника при токе короткого замыкания источника дистанционного питания 0,5 А, не менее	500 В
Сопротивление изоляции, не менее	500 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	15 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	0,7 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Напряжение источника питания при токе короткого замыкания источника дистанционного питания 0,5 А	500 В
Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода на уровне 0,1	250 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Длительность спада импульса тока анода	200 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	3 с

Режим III

Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода на уровне 0,1	50 мс
Длительность фронта импульса тока анода	15 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка[1]:	
в режиме I	200 пробоев
в режиме II	1 включение
в режиме III	15 пробоев
90%-ный ресурс разрядника[1], не менее:	
для режима I	400 пробоев
для режима II	2 включения
для режима III	22 пробоя
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Разрядник имеет четыре разрядных промежутка. Фланец является общим катодным выводом, а четыре жестких вывода — выводы анодов.

3. Подсоединение к электродам разрядника осуществляют с помощью винтов, используя отверстия на анодных выводах и на фланце.

4. При эксплуатации разрядников последовательность режимов может быть любая.

5. Количество электричества через каждый промежуток разрядника — не более 20 Кл за один импульс.

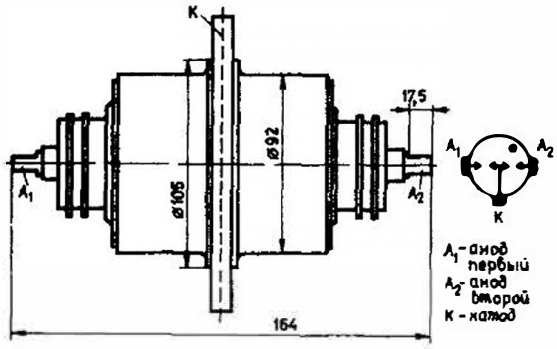
Р-77

Разрядник газоразрядный неуправляемый трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом

[1] Число пробоев и включений приведено для одного разрядного промежутка.

корпусе с жесткими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов, т. е. может защищать одновременно две электрические цепи. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 2,2 кг.

Р-77



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	170...320 В
динамическое[1] при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	1,5 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	25 пФ
Время запаздывания пробоя[2] при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	1 мкс
Время восстановления разрядного промежутка после прохождения тока анода в импульсе, не более:	
30 кА	250 мс
20 кА	130 мс
10 кА	75 мс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение на электродах разрядника при отсутствии импульса тока анода (постоянное и переменное)	50 В
Ток анода в импульсе	30 кА
Длительность импульса тока анода	15 мс
Длительность фронта импульса тока анода	2,5 мкс
Длительность спада импульса тока анода	48 мс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Коммутируемый заряд	450 Кл
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка разрядников, не менее	16 пробоев
из них:	
при токе анода в импульсе 30 кА	2 пробоя
при токе анода в импульсе 20 кА	2 пробоя
при токе анода в импульсе 10 кА	12 пробоев
90%-ный ресурс разрядников	32 пробоя
из них:	
при токе анода в импульсе 30 кА	2 пробоя
при токе анода в импульсе 20 кА	2 пробоя
при токе анода в импульсе 10 кА	28 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

[1] При скорости нарастания напряжения 20 кВ/мкс динамическое напряжение пробоя не более 3 кВ; при 300 В/мкс — не более 1,1 кВ; при 20 В/мкс — не более 0,8 кВ; при 0,2 В/мкс — не более 0,65 кВ; при 0,002 В/мкс — не более 0,45 кВ.

[2] При скорости нарастания напряжения 20 кВ/мкс время запаздывания пробоя не более 0,15 мкс.

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Фланец является общим катодным выводом.
3. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за фланец шестью болтами. При этом прилагаемое усилие не должно приводить к изгибу анодных выводов.
4. Допускается эксплуатация разрядников в одном из следующих режимов:

а) при токе анода в импульсе 30 кА (после прохождения серии 50 импульсов с током анода 3 кА, с постоянной спада 30 мс и частотой повторения импульсов не более 20 имп./мин) — 2 пробоя с постоянной спада 16 мс и интервалом времени между пробоями не менее 1 мин;

б) при токе спада в импульсе 10 кА с частотой повторения импульсов 12 имп./мин — 9 серий по 4 пробоя; интервал между сериями не менее 1 мин;

в) при токе анода в импульсе 10 кА — 10 серий по 4 пробоя;

г) при токе анода в импульсе 20 кА — 5 серий по 2 пробоя;

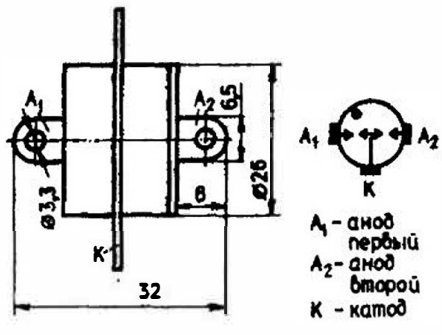
д) при токе анода в импульсе 30 кА — 3 серии по 2 пробоя.

Интервал между сериями не менее 5 мин. Частота повторения импульсов в режимах *в*), *г*), *д*) не более 1 имп./мин.

Р-78

Разрядник газоразрядный неуправляемый трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов, т. е. может защищать одновременно две электрические цепи. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 34 г. Удельная материалоемкость не более 1,13 г/Кл.

Р-78



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	600 ... 800 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	5 кВ
Напряжение погасания при токе анода в импульсе 1 кА и длительности импульса тока анода на уровне 0,1 0,25 мс, не менее	150 В
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	8 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	1 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Максимальное постоянное напряжение на электродах разрядника	500 В
Ток анода в импульсе	1 кА
Ток средний источника постоянного напряжения	0,3 А
Длительность импульса тока анода на уровне 0,1	0,25 мс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	6 имп/мин

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	30 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с

Режим III

Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода на уровне 0,1	37 мс
Длительность импульса тока анода на уровне 0,5	5 мс
Длительность фронта импульса тока анода	5 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп/мин
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	1000 пробоев
в режиме II	5 пробоев
в режиме III	10 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

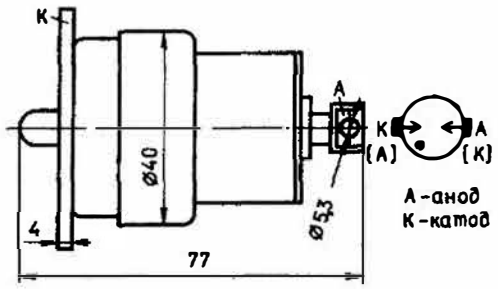
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Фланец является общим катодным выводом, а два жестких вывода с отверстиями — выводы анодов.
3. Подсоединение к выводам анода осуществляется с помощью пайки. При этом не допускается загрязнение керамических изоляторов флюсом и припоем. Допускается подсоединение к выводам анодов с помощью винтов.
4. Подсоединение к фланцу (катоду) осуществляется с помощью двух винтов. При креплении разрядника в аппаратуре прилагаемое усилие не должно приводить к изгибу выводов.

Р-79

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 200 г. Удельная материалоемкость не более 1 г/Кл.

Р-79



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	900 ... 1200 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 2 кВ/мкс, не более	2 кВ
динамическое с частотой 2 ... ... 6 МГц, не менее	500 В
Напряжение поддержания разряда в максимуме тока, не более	1000 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	8 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 2 кВ/мкс, не более	0,5 мкс
Коммутируемый заряд в импульсе, не более	4 Кл

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение (постоянное и переменное, амплитудное значение) на электродах разрядника при отсутствии тока анода при частоте 2 ... 6 МГц	500 В
Ток анода в импульсе	200 кА
Ток сопровождения в импульсе	500 А
Длительность импульса тока анода	30 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	10 мкс
Длительность спада импульса тока анода	30 мкс
Длительность импульса тока сопровождения	0,4 с
Частота повторения импульсов	0,2 имп./мин
Коммутируемый заряд тока сопровождения	200 Кл
Температура окружающей среды	—60 ... +85° С
Минимальна наработка	5 пробоев
90%-ный ресурс разрядника	10 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за катодный фланец.

3. Допускается эксплуатация разрядника в одном из следующих режимов:

при коммутируемом заряде тока сопровождения 100 Кл и длительности тока сопровождения 0,2 с — 10 пробоев;

при коммутируемом заряде тока сопровождения 50 Кл и длительности тока сопровождения 0,1 с — 20 пробоев;

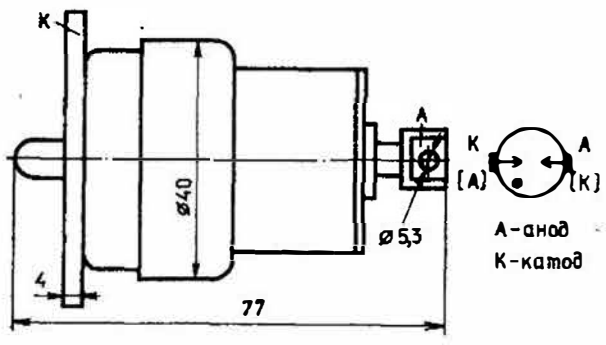
при коммутируемом заряде в импульсе 100 Кл; токе анода в импульсе 2 кА, длительности импульса тока анода 50 мс, длительности спада импульса тока анода 50 мс, интервале между импульсами не менее 1 мин — 10 пробоев.

4. При сочетании различных режимов эксплуатации число пробоев определяется суммарным коммутируемым зарядом, который не должен превышать 1000 Кл при коммутируемом заряде в импульсе не более 200 Кл.

Р-80

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 200 г. Удельная материалоемкость не более 1 г/Кл.

Р-80



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	1400...1700 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 2 кВ/мкс, не более	3000 В
динамическое с частотой 2...6 МГц, не менее	700 В
Напряжение поддержания разряда в максимуме тока, не более	1000 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	8 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 2 кВ/мкс, не более	2 мкс
Коммутируемый заряд в импульсе, не более	4 Кл

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение (постоянное и переменное, амплитудное значение) на электродах разрядника при отсутствии тока анода при частоте 2...6 МГц	700 В
Ток анода в импульсе	200 кА
Ток сопровождения в импульсе	500 А
Длительность импульса тока анода	30 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	10 мкс
Длительность спада импульса тока анода	30 мкс
Длительность импульса тока сопровождения	0,4 с
Частота повторения импульсов	0,2 имп./мин
Коммутируемый заряд импульса тока сопровождения	200 Кл
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка	5 пробоев
90 %-ный ресурс разрядника	10 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за катодный фланец.

3. Допускается эксплуатация разрядника в одном из следующих режимов:

при коммутируемом заряде тока сопровождения 100 Кл и длительности тока сопровождения 0,2 с — 10 пробоев;

при коммутируемом заряде в импульсе 100 Кл, токе анода в импульсе 2 кА, длительности импульса 50 мс, длительности спада 50 мс, интервале между импульсами не менее 1 мин — 10 пробоев;

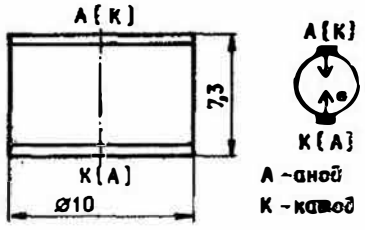
при коммутируемом заряде тока сопровождения 50 Кл, длительности тока сопровождения 0,1 с — 20 пробоев;

4. При сочетании различных режимов эксплуатации число пробоев определяется суммарным коммутируемым зарядом, который не должен превышать 1000 Кл при коммутируемом заряде в импульсе не более 200 Кл.

Р-81

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 3 г. Удельная материалоемкость $1{,}5 \cdot 10^{-2}$ г/Кл.

Р-81



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	230...300 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	900 В
Напряжение поддержания разряда в максимуме тока, не более	25 В

Напряжение погасания при токе 100 мА, не менее	80 В
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	0,7 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное напряжение на электродах разрядника при отсутствии тока анода в течение срока сохраняемости	75 В

Режим I

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	5 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Частота повторения импульсов	0,33 имп/мин
Коммутируемый заряд	1 Кл

Режим II

Ток анода в импульсе	5 кА
Длительность импульса тока анода	20 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Частота повторения импульсов	0,33 имп/мин

Режим III

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Частота повторения импульсов	0,33 имп/мин
Коммутируемый заряд	7 Кл

Режим IV

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	20 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Частота повторения импульсов	0,33 имп/мин

Режим V

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	5 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Коммутируемый заряд	210 Кл

Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка[1]	20 пробоев
95 %-ный ресурс разрядника	40 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

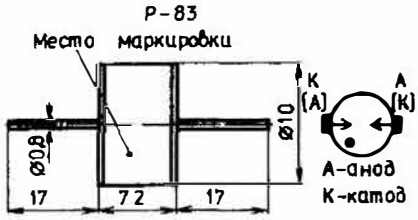
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. При установке разрядника в аппаратуру следует пользоваться инструментом, не нарушающим защитного покрытия.

[1] По 10 пробоев в режимах I и II или в режимах III и IV, в режиме V — один пробой.

Р-83

Разрядник газоразрядный неуправляемый малогабаритный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 2 г. Удельная материалоемкость не более 6,1 г/Кл (для режима работы III), 0,24 г/Кл (для режима работы II), $1{,}5 \cdot 10^{-2}$ г/Кл (для режимов работы I, II и III).



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	170 ... 200* ... 230 В
динамическое, не более:	
при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс	0,9 кВ
при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс	1,2 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	2 пФ
Время запаздывания пробоя, не более:	
при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс	0,7 мкс
при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс	0,25 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1000 А
Длительность импульса тока анода	140 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	6 имп/мин

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Перерыв между включениями	3 мин

Режим III

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	24 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп/мин

Температура окружающей среды	—60 ... +125° С
Длительность импульса тока анода между началом импульса и спадом до его уровня $0{,}5I_{ам}$:	

в режиме I	163 мкс
в режиме III	28 мкс
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 включений
в режиме III	10 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

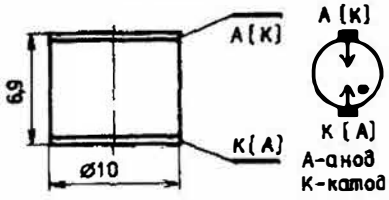
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус.
3. При токе больше 5 кА электрический контакт необходимо обеспечивать с помощью контактирующих устройств в виде чашек.
4. Допускается эксплуатация разрядника в любом из режимов и в любой последовательности.

Р-84

Разрядник газоразрядный неуправляемый Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 4 г. Удельная материалоемкость не более 6,4 г/Кл.

Р-84М



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	220...290 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	1,5 кВ
Напряжение поддержания разряда при амплитуде тока анода 10 А, не более	25 В
Напряжение погасания при токе анода не более 0,1 А, не менее	80 В
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	3 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	0,4 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Частота повторения импульсов	$5{,}5 \cdot 10^{-3}$ Гц
Коммутируемый заряд	7 Кл

Режим II

Ток анода в импульсе	5 кА
Длительность импульса тока анода	250 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	$5{,}5 \cdot 10^{-3}$ Гц
Коммутируемый заряд	0,625 Кл

Режим III

Ток анода в импульсе	0,5 кА
Длительность импульса тока анода	1000 мкс
Частота повторения импульсов	$5{,}5 \cdot 10^{-3}$ Гц
Коммутируемый заряд	0,5 Кл
Температура окружающей среды	—60...+125° С
Минимальная наработка[1]	20 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

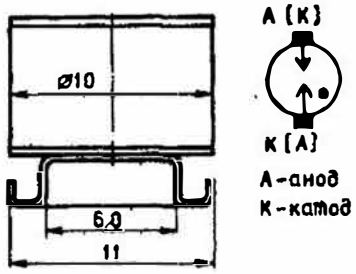
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядников в аппаратуре осуществляется в специальном гнезде. При этом необходимо пользоваться инструментом, не нарушающим защитного покрытия колбы.
3. Внутри разрядника имеется радиоактивный изотоп никель-63 с дозой 0,05...0,1 мкКи. Разрядники с радиоактивным изотопом не создают опасного излучения и могут храниться в упаковке изготовителя или вмонтированными в аппаратуру Специальных мер защиты не требуется.

Р-84М

Разрядник газоразрядный неуправляемый Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 2 г. Удельная материалоемкость не более 0,028 г/Кл.

Р-84



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	215...300 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	1500 В

[1] По 10 пробоев в режимах I и II и 50 пробоев в режиме III.

Напряжение поддержания разряда при амплитуде тока анода 10 А, не более	25 В
Напряжение погасания при токе анода не более 100 мА, не менее	75 В
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное напряжение на электродах разрядника при отсутствии тока анода, не более	75 В

Режим I

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Частота повторения импульсов	$5{,}5 \cdot 10^{-3}$ Гц
Коммутируемый заряд	7 Кл

Режим II

Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода на уровне 0,1	250 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	$5{,}5 \cdot 10^{-3}$ Гц
Коммутируемый заряд	0,125 Кл

Режим III

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	5 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	20 с
Коммутируемый заряд	70 Кл
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	10 пробоев
в режиме II	10 пробоев
в режиме III	1 пробой
Минимальный срок сохраняемости	10 лет

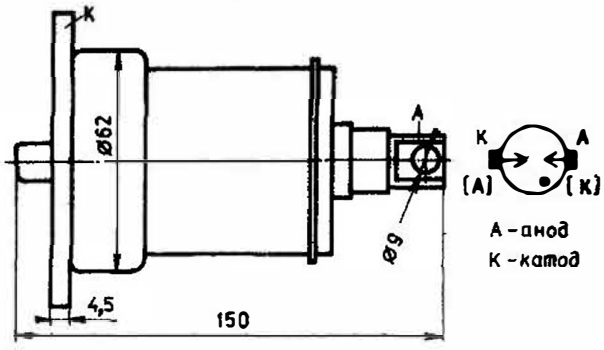
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется в специальном гнезде. При этом необходимо пользоваться инструментом, не нарушающим защитного покрытия колбы.

Р-86

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 900 г.

Р-86



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	8...12 кВ
динамическое, не более:	
при скорости нарастания напряжения 500 кВ/мкс	35 кВ
при скорости нарастания напряжения 25 кВ/мкс	20 кВ
Напряжение поддержания разряда при амплитуде тока анода 70 кА, не более	400 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	15 пФ
Время запаздывания пробоя, не более:	
при скорости нарастания напряжения 500 кВ/мкс	0,06 мкс
при скорости нарастания напряжения 25 кВ/мкс	0,55 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение переменное (амплитудное значение) на электродах разрядника при отсутствии тока анода при длительности непрерывного воздействия не более 1 ч:	
на частотах до 1 МГц	5,5 кВ
на частотах до 30 МГц	3,0 кВ

Режим I

Ток анода в импульсе	200 кА
Длительность импульса тока анода на уровне 0,1	60 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	5 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Коммутируемый заряд	4 Кл

Режим II

Ток анода в импульсе	70 кА
Длительность импульса тока анода на уровне 0,1	1 мс
Длительность фронта импульса тока анода	20 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Коммутируемый заряд	23 Кл

Режим III

Ток анода в импульсе	200 кА
Ток сопровождения в импульсе	500 А
Длительность импульса тока анода	

на уровне 0,1	60 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Коммутируемый заряд	4 Кл
Коммутируемый заряд тока сопровождения	200 Кл
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка[1]	100 пробоев
90%-ный ресурс разрядника[2]	150 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за фланец к токопроводящему основанию шестью болтами; деформация вывода не допускается.

3. При эксплуатации разрядника в режиме III допускается изменение цвета корпуса.

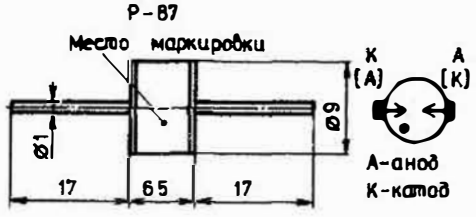
4. Предельное значение динамического напряжения пробоя в диапазоне скоростей нарастания напряжения на электродах разрядника 25...500 кВ/мкс рассчитывается по формуле

$$U_{\text{пб,дин}} = 5{,}2 t_{\text{зап}} \ln 0{,}13 \frac{dU}{dt} + U_{\text{пб,ст}},$$

где $U_{\text{пб, дин}}$ — динамическое напряжение пробоя, кВ; dU/dt — скорость нарастания напряжения на электродах разрядника, кВ/мкс; $t_{\text{зап}}$ — время запаздывания пробоя, мкс; $U_{\text{пб, ст}}$ — напряжение пробоя статическое.

Р-87

Разрядник газоразрядный неуправляемый миниатюрный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 1,5 г. Удельная материалоемкость 9,2 г/Кл (для режима I), 0,21 г/Кл (для режима II), 5,35 г/Кл (для режима III), $1{,}3 \cdot 10^{-2}$ г/Кл (по совокупности всех режимов — I, II и III).



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	60...75*...90 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	1 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	1,5 мкс

[1] Из них 90 пробоев в режиме I и 10 пробоев в режиме II или 2 пробоя в режиме III

[2] Из них 135 пробоев в режиме I, 15 пробоев в режиме II и 3 пробоя в режиме III.

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1000 А
Длительность импульса тока анода	140 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	6 имп./мин
Коммутируемый заряд	0,163 Кл

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Интервал между импульсами	1 мин
Коммутируемый заряд	7,09 Кл

Режим III

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	28 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Коммутируемый заряд	0,28 Кл
Температура окружающей среды	—60...+125° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 пробоев
в режиме III	5 пробоев
90%-ный ресурс разрядника.	
в режиме I	500 пробоев
в режиме II	20 пробоев
в режиме III	10 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

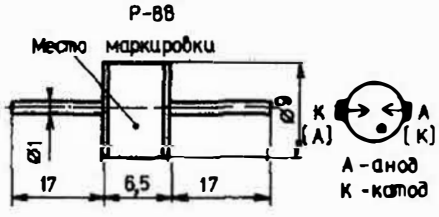
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус.

Р-88

Разрядник газоразрядный неуправляемый миниатюрный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Масса разрядника не более 1,5 г. Удельная материалоемкость 9,2 г/Кл (для режима I), 0,2 г/Кл (для режима II), 5,3 г/Кл (для режима III), $1{,}3 \cdot 10^{-2}$ г/Кл (по совокупности всех режимов — I, II и III).



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	120...150*...180 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	1 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	1,5 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1000 А
Длительность импульса тока анода	138 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	6 имп./мин
Коммутируемый заряд	7,09 Кл

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Интервал между импульсами	1 мин
Коммутируемый заряд	7,09 Кл

Режим III

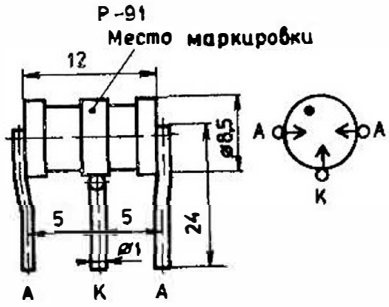
Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	28 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Коммутируемый заряд	0,28 Кл
Температура окружающей среды	—60...+125° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 пробоев
в режиме III	5 пробоев
90%-ный ресурс разрядника.	
в режиме I	500 пробоев
в режиме II	20 пробоев
в режиме III	10 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус.

Р-91

Разрядник газоразрядный неуправляемый миниатюрный трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с гибкими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 4 г. Удельная материалоемкость 32 г/Кл (для режима I), 0,4 г/Кл (для режима II), 20 г/Кл (для режима III), 17,6 г/Кл (для режима IV).



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	65...85*...95 В
динамическое, не более.	
при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс	0,8 кВ
при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс	1,0 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более:	
между катодом и любым из анодов	5 пФ
между анодами	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	0,15 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода	125 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,125 Кл

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	14 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Интервал между включениями	3 мин
Коммутируемый заряд	10 Кл

Режим III

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	20 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Интервал между включениями	0,1 мин
Коммутируемый заряд	0,2 Кл

Режим IV

Ток анода в импульсе	0,33 кА
Длительность импульса тока анода	700 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	10 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,23 Кл

Температура окружающей среды	—60 ... ...+125° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 пробоев
в режиме III	10 пробоев
в режиме IV	200 пробоев
95%-ный ресурс разрядника:	
в режиме I	375 пробоев
в режиме II	15 пробоев
в режиме III	15 пробоев
в режиме IV	300 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

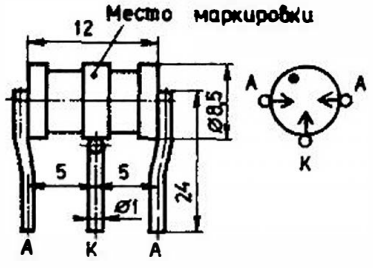
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус.
3. Допускается установка разрядников на печатную плату; при этом расстояние между выводами должно быть не менее 5 мм.
4. При коммутации тока не более 3 кА электрический контакт может быть осуществлен пайкой за гибкие выводы на расстоянии не менее 5 мм от корпуса разрядника.
5. С целью обеспечения сопротивления изоляции 1000 МОм разрядник необходимо предохранять от загрязнений.
6. Допускается эксплуатация разрядников попеременно во всех четырех режимах в любой последовательности.

Р-92

Разрядник газоразрядный неуправляемый миниатюрный трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 Гц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с гибкими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 4 г. Удельная материалоемкость 32 г/Кл (для режима I), 0,4 г/Кл (для режима II), 20 г/Кл (для режима III), 17,6 г/Кл (для режима IV).

Р-92



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	80 ... 100* ... ...120 В
динамическое, не более:	
при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс	0,8 кВ
при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс	1,0 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более:	
между катодом и любым из анодов	5 пФ
между анодами	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	0,15 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода	125 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,125 Кл

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	14 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Интервал между включениями	3 мин
Коммутируемый заряд	10 Кл

Режим III

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	20 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Интервал между включениями	0,1 мин
Коммутируемый заряд	0,2 Кл

Режим IV

Ток анода в импульсе	0,33 кА
Длительность импульса тока анода	700 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	10 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,23 Кл
Температура окружающей среды	—60 ... ...+125° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 пробоев
в режиме III	10 пробоев
в режиме IV	200 пробоев
95%-ный ресурс разрядника:	
в режиме I	375 пробоев
в режиме II	15 пробоев
в режиме III	15 пробоев
в режиме IV	300 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус.
3. Допускается установка разрядников на печатную плату; при этом расстояние между выводами должно быть не менее 5 мм.
4. При коммутации тока не более 3 кА электрический контакт может быть осуществлен пайкой за гибкие выводы на расстоянии не менее 5 мм от корпуса разрядника.
5. С целью обеспечения сопротивления изоляция

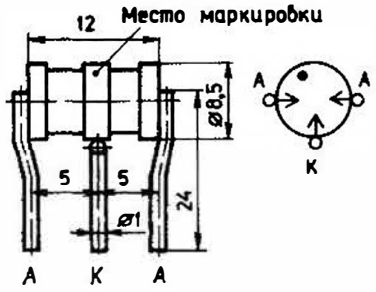
1000 МОм разрядник необходимо предохранять от загрязнений.

6. Допускается эксплуатация разрядника попеременно во всех четырех режимах в любой последовательности.

Р-93

Разрядник газоразрядный неуправляемый миниатюрный трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с гибкими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 4 г. Удельная материалоемкость 32 г/Кл (для режима I), 0,4 г/Кл (для режима II), 20 г/Кл (для режима III), 17,6 г/Кл (для режима IV).

Р-93



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	130...160*...190 В
динамическое, не более:	
при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс	0,8 кВ
при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс	1,0 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более.	
между катодом и любым из анодов	5 пФ
между анодами	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	0,15 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода	125 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,125 Кл

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	14 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Интервал между включениями	3 мин
Коммутируемый заряд	10 Кл

Режим III

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	20 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Интервал между включениями	0,1 мин
Коммутируемый заряд	0,2 Кл

Режим IV

Ток анода в импульсе	0,33 кА
Длительность импульса тока анода	700 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	10 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,23 Кл
Температура окружающей среды	—60...+125° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 пробоев
в режиме III	10 пробоев
в режиме IV	200 пробоев
95%-ный ресурс разрядника:	
в режиме I	375 пробоев
в режиме II	15 пробоев
в режиме III	15 пробоев
в режиме IV	300 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус.

3. Допускается установка разрядника на печатную плату; при этом расстояние между выводами должно быть не менее 5 мм.

4. При коммутации тока не более 3 кА электрический контакт может быть осуществлен пайкой за гибкие выводы на расстоянии не менее 5 мм от корпуса разрядника.

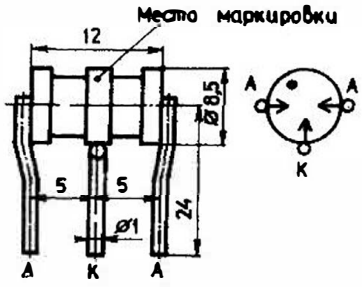
5. С целью обеспечения сопротивления изоляции 1000 МОм разрядник необходимо предохранять от загрязнений.

6. Допускается эксплуатация разрядников попеременно во всех четырех режимах в любой последовательности.

Р-94

Разрядник газоразрядный неуправляемый миниатюрный трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с гибкими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 4 г. Удельная материалоемкость 32 г/Кл (для режима I), 0,4 г/Кл (для режима II), 20 г/Кл (для режима III), 17,6 г/Кл (для режима IV).

Р-94



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	200...250*... ...300 В
динамическое, не более:	
при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс	0,8 кВ
при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс	1,0 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более:	
между катодом и любым из анодов	5 пФ
между анодами	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	0,15 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода	125 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,125 Кл

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	14 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Интервал между включениями	3 мин
Коммутируемый заряд	10 Кл

Режим III

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	20 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Интервал между включениями	0,1 мин
Коммутируемый заряд	0,2 Кл

Режим IV

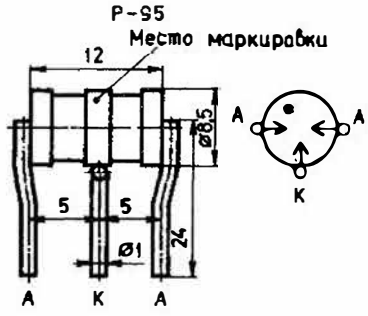
Ток анода в импульсе	0,33 кА
Длительность импульса тока анода	700 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	10 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,23 Кл
Температура окружающей среды	—60...+125° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 пробоев
в режиме III	10 пробоев
в режиме IV	200 пробоев
95%-ный ресурс разрядника:	
в режиме I	375 пробоев
в режиме II	15 пробоев
в режиме III	15 пробоев
в режиме IV	300 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус.
3. Допускается установка разрядника на печатную плату; при этом расстояние между выводами должно быть не менее 5 мм.
4. При коммутации тока не более 3 кА электрический контакт может быть осуществлен пайкой за гибкие выводы на расстоянии не менее 5 мм от корпуса разрядника.
5. С целью обеспечения сопротивления изоляции 1000 МОм разрядник необходимо предохранять от загрязнений.
6. Допускается эксплуатация разрядника попеременно во всех четырех режимах в любой последовательности.

Р-95

Разрядник газоразрядный неуправляемый миниатюрный трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с гибкими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 4 г. Удельная материалоемкость 32 г/Кл (для режима I), 0,4 г/Кл (для режима II), 20 г/Кл (для режима III), 17,6 г/Кл (для режима IV).



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	250...300*... ...350 В
динамическое, не более:	
при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс	0,8 кВ
при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс	1,0 кВ
Напряжение погасания при токе 0,2 А, не менее	150 В
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более:	
между катодом и любым из анодов	5 пФ
между анодами	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	0,15 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Напряжение источника дистанционного питания при токе короткого замыкания 0,2 А	150 В
Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода	125 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,125 Кл

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	14 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Интервал между включениями	3 мин
Коммутируемый заряд	10 Кл

Режим III

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	20 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Интервал между включениями	0,1 мин
Коммутируемый заряд	0,2 Кл

Режим IV

Ток анода в импульсе	0,33 кА
Длительность импульса тока анода	700 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	10 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,23 Кл

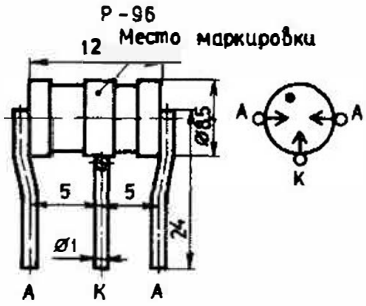
Температура окружающей среды	−60...+125° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 пробоев
в режиме III	10 пробоев
в режиме IV	200 пробоев
95%-ный ресурс разрядника:	
в режиме I	375 пробоев
в режиме II	15 пробоев
в режиме III	15 пробоев
в режиме IV	300 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус.
3. Допускается установка разрядника на печатную плату; при этом расстояние между выводами должно быть не менее 5 мм.
4. При коммутации тока не более 3 кА электрический контакт может быть осуществлен пайкой за гибкие выводы на расстоянии не менее 5 мм от корпуса разрядника.
5. С целью обеспечения сопротивления изоляции 1000 МОм разрядник необходимо предохранять от загрязнений.
6. Допускается эксплуатация разрядников попеременно во всех четырех режимах в любой последовательности.

Р-96

Разрядник газоразрядный неуправляемый миниатюрный трехэлектродный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с гибкими выводами. Разрядник имеет один вывод катода и два вывода анодов. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 4 г. Удельная материалоемкость 32 г/Кл (для режима I), 0,4 г/Кл (для режима II), 20 г/Кл (для режима III), 17,6 г/Кл (для режима IV).



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	480...600*...720 В
динамическое, не более:	
при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс	0,8 кВ
при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс	1,0 кВ
Напряжение погасания при токе 0,2 А, не менее	150 В
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более:	
между катодом и любым из анодов	5 пФ
между анодами	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 4 кВ/мкс, не более	0,15 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Напряжение источника дистанционного питания при токе короткого замыкания 0,2 А	150 В
Ток анода в импульсе	1 кА
Длительность импульса тока анода	125 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	50 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,125 Кл

Режим II

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	14 А
Длительность протекания синусоидального тока с частотой 50 Гц	1 с
Интервал между включениями	3 мин
Коммутируемый заряд	10 Кл

Режим III

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	20 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	8 мкс
Интервал между включениями	0,1 мин
Коммутируемый заряд	0,2 Кл

Режим IV

Ток анода в импульсе	0,33 кА
Длительность импульса тока анода	700 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	10 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	0,23 Кл

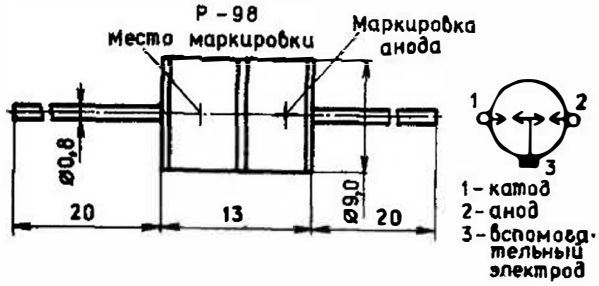
Температура окружающей среды	—60 ... +125° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	250 пробоев
в режиме II	10 пробоев
в режиме III	10 пробоев
в режиме IV	200 пробоев
95%-ный ресурс разрядника:	
в режиме I	375 пробоев
в режиме II	15 пробоев
в режиме III	15 пробоев
в режиме IV	300 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за корпус.
3. Допускается установка разрядника на печатную плату; при этом расстояние между выводами должно быть не менее 5 мм.
4. При коммутации тока не более 3 кА электрический контакт может быть осуществлен пайкой за гибкие выводы на расстоянии не менее 5 мм от корпуса разрядника.
5. С целью обеспечения сопротивления изоляции 1000 МОм разрядник необходимо предохранять от загрязнений.
6. Допускается эксплуатация разрядников попеременно во всех четырех режимах в любой последовательности.

Р-98

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты высоковольтных электродов цветных электронно-лучевых трубок и цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с гибкими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 3 г. Удельная материалоемкость не более 10^3 г/Кл.



Электрические параметры

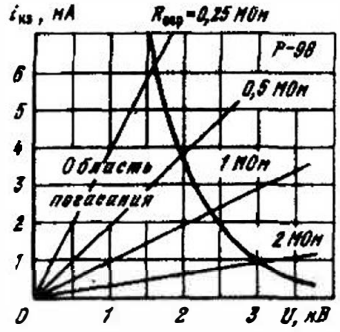
Напряжение пробоя, не более:	
статическое	3,4 ... 4,0* ... ... 4,6 кВ
динамическое при скорости нарастания напряжения 20 кВ/мкс	10 кВ
Напряжение погасания при максимальном токе источника постоянного напряжения 1,5 мА, не менее	2 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	1 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 20 кВ/мкс, не более	0,3 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное напряжение на электродах разрядника при максимальном токе источника 1,5 мА	2 кВ
Ток анода в импульсе	600 А
Длительность импульса тока анода	5 мкс
Длительность импульса тока анода на уровне 0,1	8 мкс
Частота повторения импульсов	3 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	1000 пробоев
95%-ный ресурс разрядника	2000 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Допускается заливка разрядника компаундом или виксинтом.
3. С целью сохранения сопротивления изоляции 1000 МОм, стабильности статического напряжения пробоя и грибостойкости корпус разрядника необходимо предохранять от загрязнений.

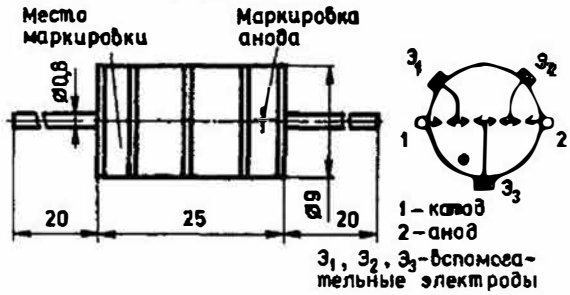


Вольт-амперные характеристики

Р-99

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты высоковольтных электродов цветных электронно-лучевых трубок и цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с гибкими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 6 г. Удельная материалоемкость не более $2 \cdot 10^3$ г/Кл.

Р-99



Электрические параметры

Напряжение пробоя, не более:	
статическое	9,5 ..10* .. .. 12,5 кВ
динамическое при скорости нарастания напряжения 20 кВ/мкс	22 кВ
Напряжение погасания при максимальном токе источника постоянного напряжения 4 мА, не менее	8 5 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	1 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 20 кВ/мкс, не более	0,4 мкс

Предельные эксплуатационные данные

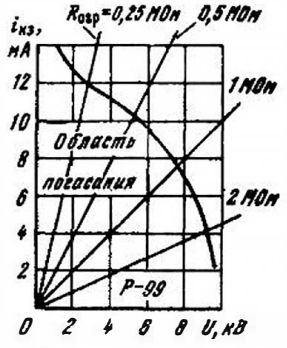
Постоянное напряжение на электродах разрядника при максимальном токе источника 4 мА	8,5 кВ
Ток анода в импульсе	600 А
Длительность импульса тока анода	5 мкс
Длительность импульса тока анода на уровне 0,1	8 мкс
Частота повторения импульсов	3 Гц
Температура окружающей среды	—60...+100° С
Минимальная наработка	1000 пробоев
95%-ный ресурс разрядника	2000 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Допускается заливка разрядника компаундом или виксинтом.

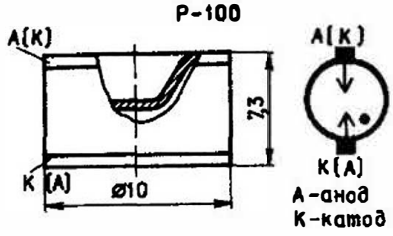
3. С целью сохранения высокого сопротивления изоляции (1000 МОм), стабильности статического напряжения пробоя и грибостойкости корпус разрядника необходимо предохранять от загрязнений.



Вольт-амперные характеристики

Р-100

Разрядник газоразрядный неуправляемый миниатюрный. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 2 г. Удельная материалоемкость не более 0,38 г/Кл.



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	165...225 В
динамическое при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	650 В
Напряжение погасания после прохождения импульса тока анода 10 кА при максимальном токе источника постоянного напряжения 100 мА в течение 0,5 с, не менее	75 В
Напряжение поддержания разряда при амплитуде синусоидального тока анода 10 А, не более	25 В
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	2 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 1 кВ/мкс, не более	0,485 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Ток источника постоянного напряжения	100 мА

Режим I

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	10 А
Длительность протекания синусоидального тока анода с частотой 50 Гц	1 с
Частота повторения импульсов	0,33 имп./мин
Коммутируемый заряд	7 Кл

Режим II

Ток анода в импульсе	10 кА
Длительность импульса тока анода	17 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	3,5 мкс
Частота повторения импульсов	0,33 имп./мин
Коммутируемый заряд	0,17 Кл

Режим III

Ток анода при синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц (амплитудное значение)	5 А
Длительность протекания синусоидального тока анода с частотой	

50 Гц	15 с
Коммутируемый заряд	52,5 Кл
Температура окружающей среды	—60...+100° С
Минимальная наработка	20 пробоев[1]
95%-ный ресурс:	
в режимах I и II	35 пробоев[2]
в режиме III	2 пробоя
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

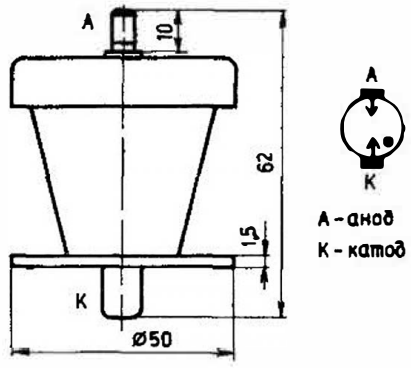
2. Динамическое напряжение пробоя при скорости нарастания напряжения 5 кВ/мкс не должно превышать 2 кВ.

3. Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 5 кВ/мкс не должно превышать 0,37 мкс.

Р-101

Разрядник газоразрядный неуправляемый. Предназначен для защиты высоковольтных электровакуумных приборов и цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 200 г. Удельная материалоемкость не более 66,6 г/Кл.

Р-101



Электрические параметры

Напряжение пробоя:	
статическое	5,8...7,2 кВ
динамическое при скорости нарастания напряжения 25 кВ/мкс, не более	18 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	15 пФ
Время запаздывания пробоя при скорости нарастания напряжения 25 кВ/мкс, не более	0,5 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение постоянное на электродах разрядника при отсутствии тока анода	5 кВ
Ток анода в импульсе	1,5 кА
Ток сопровождения в импульсе	15 А
Коммутируемая энергия	500 Дж
Длительность импульса тока сопровождения	0,2 с
Частота повторения импульсов	0,1 Гц
Коммутируемый заряд	3 Кл
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка	500 пробоев
95%-ный ресурс	750 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за фланец катода к основанию тремя болтами. Превышение головки болта над фланцем не должно превышать 5 мм.

3. Деформация вывода анода не допускается.

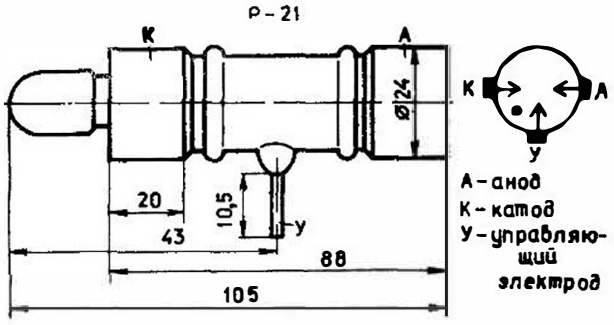
4. Допускается эксплуатация разрядника при работе сериями по 3 пробоя с интервалом между пробоями не менее 2 с и интервалом между сериями не менее 1 мин. Число серий 500.

13.2. Управляемые разрядники

Р-21

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для работы в качестве коммутирующего элемента, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перенапряжений. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 12 г.

Р-21



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	1,1 кВ
максимальное, не менее	2,0 кВ
Относительная мощность потерь, не более	15%
Нестабильность времени запаздывания пробоя промежутка анод—катод относительно пробоя промежутка катод—управляющий электрод, не более	10 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	1,1...1,5 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	15 кВ
Ток анода в импульсе	500 А

[1] Из них 10 пробоев в режиме I и 10 пробоев в режиме II или I пробой в режиме III.

[2] Из них 15 пробоев в режиме I и 20 пробоев в режиме II.

Мощность, коммутируемая разрядником, средняя	200 Вт
Энергия импульса управляющего напряжения	40 мДж
Длительность импульса тока анода	100 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,5 мкс
Температура окружающей среды	—60...+70° С
Минимальная наработка	$1{,}5 \cdot 10^7$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

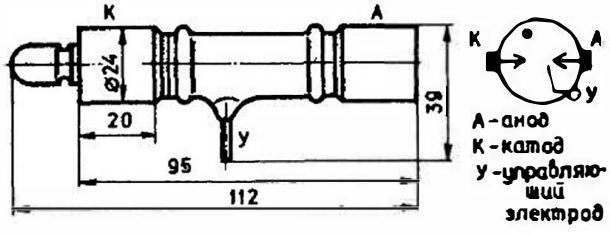
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Подсоединение к выводам катода и анода должно быть не ближе 5 мм от спая стекла с металлом. Провод, соединяющий управляющий электрод с аппаратурой, должен быть гибким.
3. Запрещается использовать защитный колпачок в качестве электрического контакта.
4. Подача питающих напряжений на электроды разрядника может осуществляться в любой последовательности.
5. Управляющий электрод соединяют с катодом через вторичную обмотку импульсного трансформатора.
6. Для увеличения максимального напряжения на аноде необходимо между управляющим электродом и катодом приложить положительное напряжение через высокоомный делитель, включенный параллельно разряднику.

Р-24

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для работы в качестве коммутирующего элемента, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 140 г. Удельная материалоемкость не более $3{,}5 \cdot 10^{-2}$ кг/Дж.

Р-24



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	2 кВ
максимальное, не менее	5,5 кВ

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Напряжение анода	2,4...4,0 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	15 кВ
Ток анода в импульсе	300 А
Энергия коммутируемая	4 Дж
Длительность импульса тока анода	100 мкс
Частота повторения импульсов	10 Гц

Режим II

Напряжение анода	1,0...4,5 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	18 кВ
Ток анода в импульсе:	
прямой полуволны	110...130 А
обратной полуволны	35...40 А
Энергия импульса управляющего напряжения	0,04...0,06 Дж
Длительность импульса тока анода:	
прямой полуволны	0,1...6,0 мс
обратной полуволны	0,1...6,0 мс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	4 мкс
Режим работы циклический:	
период повторения импульсов	15 мс
количество импульсов за цикл	15
пауза[1]	2 мин
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	$2 \cdot 10^6$ пробоев
в режиме II	$2 \cdot 10^4$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	4 года

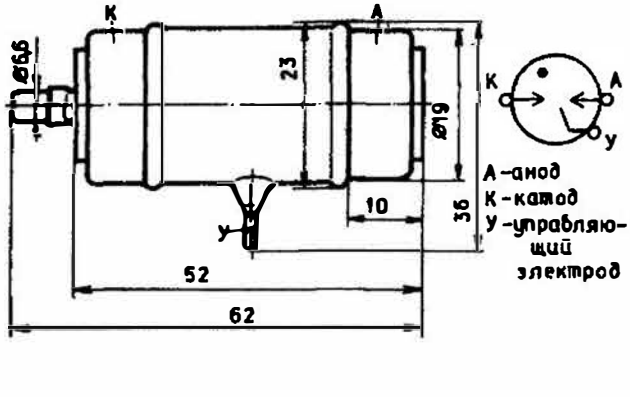
Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за выводы. Крепление должно обеспечивать надежный контакт и исключать пробои по поверхности.

Р-37

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для коммутации импульсов тока, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 40 г.

Р-37



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не менее	0,8 кВ
максимальное, не более	2,0 кВ

[1] В течение паузы при работе в динамическом режиме на анод разрядника может быть подано напряжение 4,5 кВ на время не более 2 мин.

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	0,8 ... 2,0 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	9 кВ
Ток анода в импульсе:	
при напряжении 2,0 кВ	1,9 кА
при напряжении 1,4 кВ	0,25 кА
Энергия коммутируемая	2 Дж
Энергия импульса управляющего напряжения	0,007 Дж
Длительность импульса управляющего напряжения на уровне 0,1	5 мкс
Частота повторения импульсов	10 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +100° С
Минимальная наработка	$5 \cdot 10^5$ пробоев
90%-ный ресурс, не менее	10^6 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

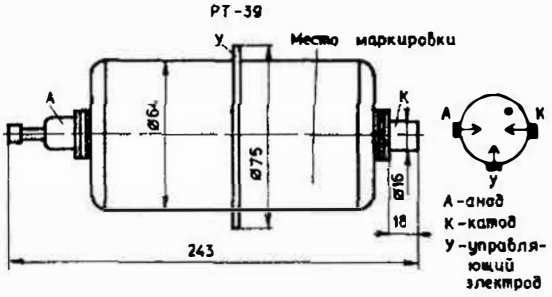
1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим пробои по поверхности контактов.

3. Для эксплуатации разрядников в темноте необходима подсветка разрядного промежутка от внешнего источника света, обеспечивающего освещенность на оболочке разрядника не менее 80 лк. Подсветка может осуществляться лампой типа НСМ6-150 при токе 80 мА, расположенной напротив разрядного промежутка на расстоянии 20 мм от оболочки разрядника.

РТ-39

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для защиты аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению, а также в качестве коммутирующего элемента. Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 1 кг.



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	45 кВ
максимальное, не менее	75 кВ
Электрическая прочность, не менее	90 кВ
Время запаздывания пробоя вспомогательного промежутка от момента подачи импульса управляющего напряжения до момента пробоя промежутка на уровне 0,1, не более	25 мкс
Время запаздывания пробоя промежутка анод—катод относительно пробоя вспомогательного промежутка на уровне 0,1, не более	0,3 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	45 ... 75 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	45 ... 55 кВ
Ток анода в импульсе	18 кА
Энергия коммутируемая	300 Дж
Длительность импульса тока анода	3 мкс
Частота повторения импульсов	2 имп./мин
Температура окружающей среды	—60 ... +85° С
Минимальная наработка	$6{,}5 \cdot 10^3$ пробоев
90%-ный ресурс, не менее	$13 \cdot 10^3$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, рабочая среда — трансформаторное масло.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим пробои по поверхности контактов.

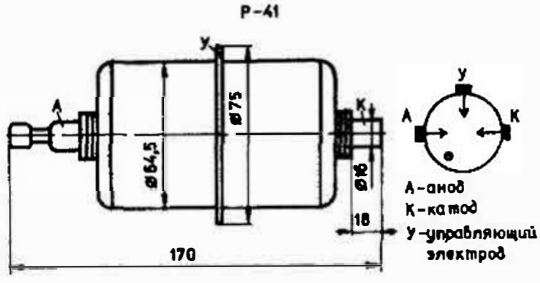
3. При эксплуатации разрядников необходимо выбирать элементы разрядного контура, обеспечивающие режимы эксплуатации разрядников, не превышающие предельно допустимых значений эксплуатационных параметров: емкость накопительного конденсатора менее 0,1 мкФ; индуктивность разрядного контура менее 1,1 мкГн; активное сопротивление нагрузки не менее 4 Ом. Сопротивление делителя должно быть не менее 4 МОм.

4. Отношение сопротивления делителя управляющий электрод—анод к сопротивлению управляющий электрод—катод должно составлять 1,35.

5. Не допускается работа разрядников в режимах короткого замыкания и длительного протекания анодного тока.

Р-41

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для защиты аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению, а также в качестве коммутирующего элемента. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 0,6 кг.



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	16 кВ
максимальное, не менее	27 кВ
Электрическая прочность, не менее	33 кВ
Время запаздывания пробоя, не более	6 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	17...26 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	38...52 кВ
Ток анода в импульсе	8...14 А
Энергия коммутируемая	2000 Дж
Энергия импульса управляющего напряжения	0,8 Дж
Длительность импульса управляющего напряжения	2,5 мкс
Частота повторения импульсов	3 имп./мин
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка разрядника с подачей управляющих импульсов	4000 пробоев в течение 3000 ч дежурного режима
90%-ный ресурс, не менее	8000 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим пробои по поверхности контактов.

3. При эксплуатации разрядников необходимо выбирать элементы разрядного контура, обеспечивающие режимы эксплуатации разрядников, не превышающие предельно допустимые значения эксплуатационных параметров: емкость накопительного конденсатора менее 5 мкФ; индуктивность разрядного контура менее 0,9 мкГн; активное сопротивление нагрузки более 150 Ом.

4. Сопротивление делителя должно быть достаточно высоким для обеспечения токов утечки на уровне 10^{-1} А.

5. При эксплуатации разрядников при анодном напряжении 26 кВ и менее отношение сопротивления управляющий электрод—катод должно быть равно 1,33.

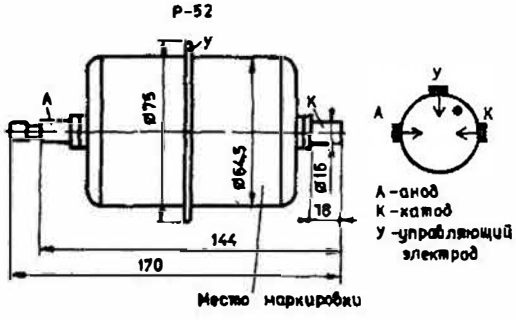
6. Допускается кратковременная работа разрядника при напряжении 33 кВ в течение 15 мин без управляющего сигнала, а также ступенчатое включение анодного напряжения до 20 кВ в течение 500 мс.

7. Полярность управляющего импульса противоположна напряжению на аноде.

8. Не допускается работа разрядников в режимах короткого замыкания и длительного протекания анодного тока.

Р-52

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению, а также в качестве коммутирующего элемента. Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 0,6 кг.



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	10 кВ
максимальное, не менее	25 кВ
Время запаздывания пробоя, не более	4 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	10...25 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	28...50 кВ
Ток анода в импульсе	1,1 кА
Энергия управляющего импульса	1...5 Дж
Длительность импульса тока анода	460 мкс
Длительность импульса управляющего напряжения (на уровне 0,1)	3 мкс
Частота повторения импульсов	3 имп./мин
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка	2000 пробоев
Минимальная наработка в диапазоне напряжений 10...25 кВ без подачи управляющего импульса	1500 ч
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Выводы разрядника должны соединяться с токопроводящими контактирующими элементами любым способом, обеспечивающим надежный электрический контакт и исключающим пробои по поверхности контактов.

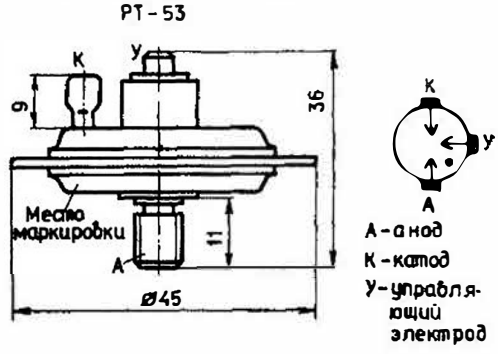
3. Разрядник в аппаратуре может работать только при наличии внешнего делителя. Отношение сопротивления делителя анод — управляющий электрод к сопротивлению катод — управляющий электрод должно равняться 1,33.

4. Допускается эксплуатировать разрядники при амплитуде тока анода до 18 кА и коммутируемой энергии до 800 Дж в течение 10 пробоев.

5. Допускается эксплуатировать разрядники при амплитуде тока анода до 18 кА и коммутируемой энергии до 2000 Дж в течение 50 пробоев.

РТ-53

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для коммутации электрических цепей, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 40 г. Удельная энергоемкость не более 5,8 Дж/см³. Удельная материалоемкость не более $6{,}7 \cdot 10^{-1}$ г/Дж.



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	0,6 кВ
максимальное, не менее	1,6 кВ
Время запаздывания пробоя, не более:	
при напряжении анода 1,6 кВ	0,7 мкс
при напряжении анода 0,6 кВ	3 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	0,8...1,5 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	4...6 кВ
Ток анода в импульсе	0,5...1,3 кА
Ток управляющего электрода в импульсе	3...5 А
Энергия коммутируемая	1,7 Дж
Длительность импульса управляющего напряжения	2...10 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,4...0,6 мкс
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка:	
при токе анода в импульсе 0,5...1,3 кА	$5 \cdot 10^5$ пробоев
при токе анода в импульсе 10 кА	300 пробоев
90%-ный ресурс при токе анода в импульсе 0,5...1,3 кА	10^6 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	15 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется с помощью установочного винта, электрически соединенного с анодом.

3. Подсоединение к электродам разрядника необходимо осуществлять с помощью пайки, используя сплющенную часть вывода катода и паз вывода управляющего электрода. Температура припоя не должна превышать 190° С.

4. Управляющий электрод рекомендуется подключать к источнику управляющих импульсов через разделительный конденсатор емкостью не более 500 пФ при токе анода не более 1,3 кА и не более 1500 пФ при токе анода 10 кА.

5. Рекомендуется включать нагрузку в цепь катода разрядника.

6. Не рекомендуется длительная работа разрядника при включении только управляющего напряжения.

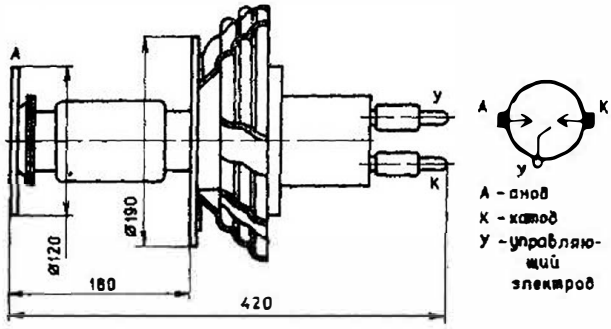
7. Допускается эксплуатация разрядника в режиме:

Диапазон напряжения	0,6...1,6 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения, не менее	3,1 кВ
Ток анода в импульсе	до 10 кА
Ток управляющего электрода в импульсе, не менее	10 А
Энергия в импульсе (максимальная)	до 60 Дж
Частота повторения импульсов, не более	6 имп./мин

РТ-57

Разрядник газоразрядный управляемый с разрядом в скрещенных магнитных полях. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 8 кг.

РТ-57



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	1,8 кВ
максимальное, не менее	30 кВ
Электрическая прочность, не менее	40 кВ
Время запаздывания пробоя, не более	20 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	2...28 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения, не менее	2 кВ
Ток анода в импульсе	25 кА
Ток анода сопровождения в импульсе	300 А
Ток управляющего электрода в импульсе	300 А
Длительность импульса тока анода	500 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	70 мкс
Длительность импульса тока анода (сопровождающего)	20 мс
Длительность импульса тока управляющего электрода	25 мкс
Частота повторения импульсов в пакете	2 имп./с
Количество электричества за импульс	20 Кл
Температура окружающей среды	—60...+70° С
Минимальная наработка в течение 300 ч в дежурном режиме	$5 \cdot 10^4$ пробоев
90%-ный ресурс, не менее	10^5 пробоев в течение 6000 ч в дежурном режиме
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника вертикальное, анодом вверх. Допускается отклонение от вертикального положения в пределах ±15°. Охлаждение разрядника воздушное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется катодным фланцем к диэлектрической или изолированной плате.

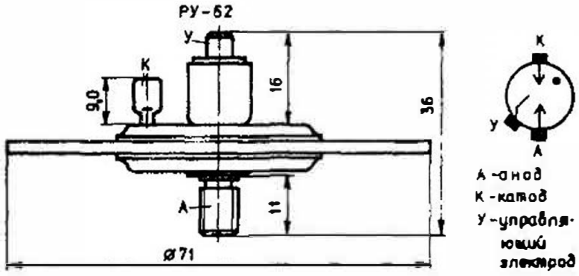
3. При выборе схемы защиты с разрядником необходимо, чтобы элементы разрядного контура обеспечивали апериодическую форму тока, для чего в цепь разряда емкости накопителя должен включаться ограничительный резистор сопротивлением 0,05...0,1 Ом. Емкость накопителя цепи формирования управляющего импульса должна быть не менее 1 мкФ. Сопротивление ограничительного резистора в цепи подачи управляющего импульса должно составлять 6 Ом.

4. При эксплуатации разрядника допускаются перегрузки по напряжению анода до 30 кВ и току анода

в импульсе до 28 кА в течение 2 мин. Число импульсов в пакете 3 с интервалами между пакетами не менее 15 с н интервалами между группами, состоящими из двух пакетов, не менее 2 мин.

РУ-62

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен в качестве коммутирующего элемента, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 10 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 60 г. Удельная энергоемкость не более 12,4 Дж/см³. Удельная материалоемкость не более $3{,}7 \cdot 10^{-1}$ г/Дж.



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	4 кВ
максимальное, не менее	10 кВ
Электрическая прочность, не менее	10 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	50 пФ
Время запаздывания пробоя, не более:	
при минимальном напряжении анода	40 мкс
при максимальном напряжении анода	3 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	4,2...10 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	8 кВ
Ток анода в импульсе:	
при минимальном напряжении анода	16 кА
при максимальном напряжении анода	4 кА
Энергия коммутируемая:	
при минимальном напряжении анода	23 Дж
при максимальном напряжении анода	160 Дж
Энергия импульса управляющего напряжения	0,1 Дж
Длительность импульса тока анода	1,7...2,2 мкс
Длительность импульса управляющего напряжения	2...3 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,6 мкс
Частота повторения импульсов, не более	50 имп./с
Температура окружающей среды	—60...+100° С
Минимальная наработка[1]:	
при напряжении 4,2...5,5 кВ, токе 16 кА	10^4 пробоев
при напряжении 5,5...10 кВ, токе 4 кА	10^5 пробоев
при напряжении 5,5...10 кВ, токе 16 кА	200 пробоев
90%-ный ресурс:	
при напряжении 4,2...10 кВ, токе 4 кА	$1{,}5 \cdot 10^5$ пробоев
при напряжении 5,5...10 кВ, токе 16 кА	30 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	15 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

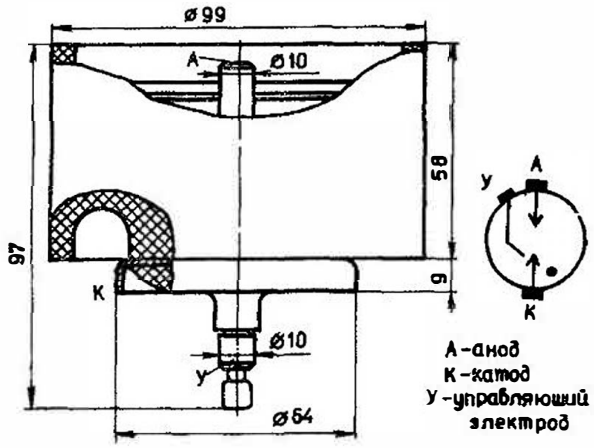
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется с помощью установочного винта, пружинной шайбы и гайки. Крутящий момент при завинчивании гайки не должен превышать 0,25 кгс·м.

3. Подсоединение к катоду и управляющему электроду разрядника осуществляется пайкой к спущенной части вывода катода и пазу вывода управляющего электрода. При этом рекомендуется использовать бескислотные флюсы; температура плавления не выше 190° С. Не допускается загрязнение флюсом керамических изоляторов.

4. Разрядник наполнен газом до давления выше атмосферного. Поэтому при его эксплуатации необходимо соблюдать осторожность.

РУ-65

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для защиты аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 30 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению, а также для коммутации электрических цепей в радиотехнических устройствах. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 0,8 кг. Удельная энергоемкость не более 65 Дж/см³. Удельная материалоемкость не более $2{,}2 \cdot 10^{-2}$ г/Дж.



[1] Допускается не более 0,075% самопроизвольных пробоев и не более 0,075% пропусков пробоев от общего числа пробоев в течение минимальной наработки.

Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	16 кВ
максимальное, не менее	40 кВ
Электропрочность, не менее	42 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	10 пФ
Время запаздывания пробоя (при напряжении анода 40 кВ), не более	0,6 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Напряжение анода	16...40 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения:	
при напряжении анода 40 кВ	12 кВ
при напряжении анода 16 кВ	18 кВ
Ток анода в импульсе	1...16 кА
Ток управляющего электрода в импульсе	2...4 А
Энергия коммутируемая	1000 Дж
Длительность импульса управляющего напряжения	2...15 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,4...0,6 мкс
Частота повторения импульсов	6 имп./мин
Коммутируемый заряд за пробой	0,6 Кл

Режим II

Напряжение анода	16...40 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения:	
при напряжении анода 40 кВ	12 кВ
при напряжении анода 16 кВ	18 кВ
Ток анода в импульсе	35 кА
Ток управляющего электрода в импульсе	2...10 А
Энергия коммутируемая	37 000 Дж
Длительность импульса управляющего напряжения	2...15 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,4...0,6 мкс
Частота повторения импульсов	0,1 имп./мин
Коммутируемый заряд за пробой	2 Кл

Режим III

Напряжение анода	16...40 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения:	
при напряжении анода 40 кВ	12 кВ
при напряжении анода 16 кВ	18 кВ
Ток анода в импульсе	5 кА
Ток управляющего электрода в импульсе	2...10 А
Энергия коммутируемая	5000 Дж
Длительность импульса управляющего напряжения	2...15 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,4...0,6 мкс
Частота повторения импульсов	1 имп./мин
Коммутируемый заряд за пробой	0,24 Кл
Температура окружающей среды	—60...+70° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	4000 пробоев
в режиме II	50 пробоев
в режиме III	1000 пробоев
90%-ный ресурс разрядника:	
в режиме I	8000 пробоев
в режиме II	100 пробоев
в режиме III	2000 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	15 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

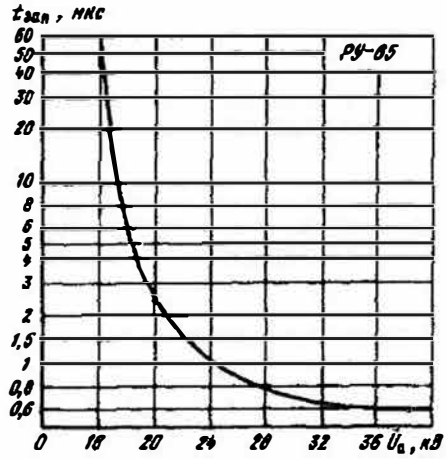
2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за керамический изолятор с помощью диэлектрического приспособления, не снижающего электрическую прочность разрядника.

3. Подсоединение к выводам электродов рекомендуется производить с помощью цанги; при этом исключаются нарушение и подгорание контакта.

4. Управляющий электрод необходимо подключать к источнику управляющих импульсов через ограничительное безындуктивное сопротивление 3...10 кОм.

5. Очередность включения управляющего напряжения и напряжения анода может быть любой.

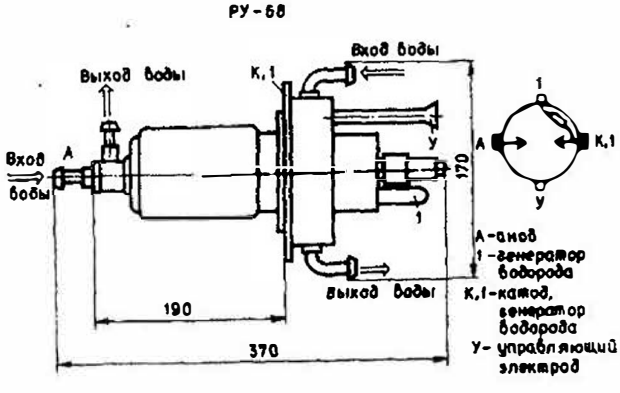
6. Не рекомендуется длительная работа разрядника при включении только управляющего напряжения.



Зависимость времени запаздывания пробоя от анодного напряжения

РУ-68

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для использования в качестве коммутирующего прибора, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 3 кг.



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	2,5 кВ
максимальное, не менее	25 кВ
Электрическая прочность	35 кВ
Время готовности, не более	2,5 мин
Время запаздывания пробоя, не более	5 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	3...22 кВ
Напряжение накала генератора водорода	5,7...6,9 В
Амплитуда импульса управляющего напряжения, не менее	3 кВ
Ток анода в импульсе	35 кА
Ток управляющего электрода в импульсе	200...300 А
Ток накала генератора водорода	1 А
Энергия коммутируемая	4 кДж
Длительность импульса тока анода	25 мкс
Длительность импульса тока управляющего электрода	10...30 мкс
Частота повторения импульсов	10 Гц
Количество электричества за импульс	0,5 Кл
Температура окружающей среды	—60...+70° С
Минимальная наработка	10^6 пробоев
90%-ный ресурс, не менее	$1{,}5 \cdot 10^6$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — принудительное жидкостное. Расход охлаждающей жидкости не менее 3 л/мин. Охлаждение включают до подачи напряжения анода и отключают через 10 мин после выключения напряжения анода.

2. Разрядник жестко крепят катодным фланцем к соответствующему выводу установки.

3. Порядок включения напряжений на электроды разрядника: через 2,5 мин с момента включения напряжения накала генератора водорода необходимо включить напряжение анода одной ступенью; затем включить напряжение управляющего импульса.

4. Порядок выключения напряжений разрядника: выключить напряжение анода; выключить напряжение управляющего импульса; выключить напряжение накала генератора водорода.

5. При выборе схемы эксплуатации разрядника необходимо, чтобы элементы разрядного контура обеспечивали апериодическую или колебательную затухающую форму импульса тока с отношением амплитуды первого полупериода ко второму не менее 3.

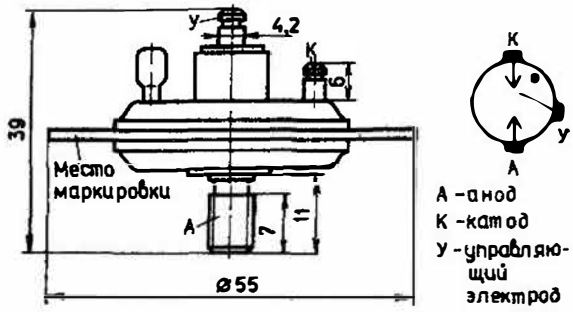
6. Форма импульса управляющего напряжения — положительный импульс с отношением амплитуды положительного периода к отрицательному не более 3.

7. При эксплуатации разрядника с меньшим током анода в импульсе допускается увеличение длительности импульса; при этом количество электричества за импульс не должно превышать 0,5 Кл.

РУ-69

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для использования в качестве коммутирующего элемента, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 10 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 50 г.

РУ-69



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	2 кВ
максимальное, не менее	4 кВ
Электрическая прочность, не менее	4 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм
Емкость статическая межэлектродная, не более	40 пФ
Время запаздывания пробоя при напряжении анода 4 кВ, не более	0,7 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Режим I

Напряжение анода	2...4 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	6 кВ
Ток анода в импульсе при напряжении анода 4 кВ	4 кА
Ток управляющего электрода в импульсе	2...4 А
Энергия коммутируемая	4 Дж
Длительность импульса управляющего напряжения	3...10 мкс
Частота повторения импульсов	10 Гц
Количество электричества за импульс	$2 \cdot 10^3$ Кл

Режим II

Напряжение анода	2...4 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения	6 кВ
Ток анода в импульсе при напряжении анода 4 кВ	16 кА
Ток управляющего электрода в импульсе	2...,4 А
Энергия коммутируемая	250 Дж
Длительность импульса управляющего напряжения	3...10 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,4...0,6 мкс
Частота повторения импульсов	0,05 Гц
Количество электричества за импульс	$12{,}5 \cdot 10^{-2}$ Кл
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка:	
в режиме I	$2 \cdot 10^5$ пробоев
в режиме II	200 пробоев
90%-ный ресурс:	
в режиме I	$4 \cdot 10^5$ пробоев
в режиме II	400 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — воздушное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется с помощью установочного винта, электрически соединенного с анодом. При креплении разрядник необходимо удерживать за керамический диск.

3. Подсоединение к выводам катода и управляющего электрода разрядника рекомендуется осуществлять с помощью цанги. Допускается подсоединение к выводам катода и управляющего электрода с помощью пайки к пазам выводов управляющего электрода и катода.

4. Управляющий электрод следует подключать к источнику управляющих импульсов через безындуктивное сопротивление 1 ... 3 кОм.

5. Скорость нарастания напряжения анода не должна превышать 500 В/мкс.

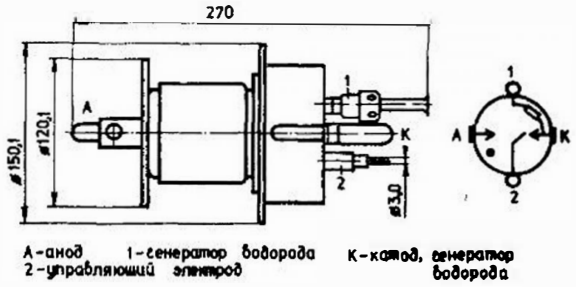
6. Очередность включения управляющего напряжения и напряжения анода может быть любой.

7. Не рекомендуется длительная работа разрядника при включении только управляющего напряжения.

РУ-70

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для использования в качестве коммутирующего элемента, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 3,2 кг. Удельная энергоемкость не более $1{,}8 \cdot 10^{-2}$ Дж/см³. Удельная материалоемкость не более 3,2 г/Дж.

РУ-70



А-анод 1-генератор водорода К-катод, генератор водорода
2-управляющий электрод

Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	5 кВ
максимальное, не менее	25 кВ
Электрическая прочность, не менее	30 кВ
Время готовности, не более	5 мин
Время запаздывания пробоя, не более	1 мкс
Нестабильность времени запаздывания пробоя, не более	0,3 мкс
Индуктивность выводов, не более	30 мГн

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	5 ... 25 кВ
Амплитуда напряжения управляющего импульса	3 ... 4 кВ
Напряжение накала генератора водорода	6,0 ... 6,6 В
Ток анода в импульсе при частоте повторения импульсов, не более:	
5 Гц	100 кА
10 Гц	50 кА
Ток управляющего электрода в импульсе	300 ... 400 А
Энергия коммутируемая	1000 Дж
Мощность накала генератора водорода	15 Вт
Длительность импульса тока анода	3 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	0,5 мкс
Длительность импульса управляющего напряжения	3 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,3 мкс
Крутизна нарастания напряжения управляющего импульса	2,5 кВ/мкс
Частота повторения импульсов	5 ... 10 Гц
Температура окружающей среды	—60 ... +85° С
Минимальная наработка:	
при токе 50 кА	$5 \cdot 10^5$ пробоев
при токе 100 кВ	$5 \cdot 10^4$ пробоев
90%-ный ресурс разрядника	10^6 пробоев при токе анода в импульсе 50 кА
Минимальный срок сохраняемости	12 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — принудительное, жидкостное. Расход охлаждающей воды не менее 0,06 м³/ч. Охлаждение включают до подачи напряжения анода.

2. Разрядник крепится в аппаратуре жестко катодным фланцем к катодной шине оборудования. Анодная шина должна допускать деформацию с таким расчетом, чтобы после ее крепления к выводу анода исключалось возникновение механических напряжений на изоляторе разрядника.

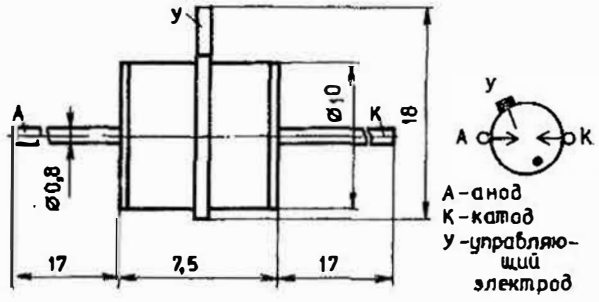
3. Порядок включения напряжений на электроды разрядника: включить напряжение накала генератора водорода и выдержать 5 мин; включить напряжение анода; включить напряжение управляющего импульса.

4. Порядок выключения напряжений с электродов разрядника: выключить напряжение анода; выключить напряжение управляющего импульса; выключить напряжение накала генератора водорода.

РУ-71

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для работы в качестве коммутирующего элемента, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с гибкими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 2,5 г. Удельная материалоемкость не более $6{,}3 \cdot 10^{-2}$ г/Дж.

РУ-71



А-анод
К-катод
У-управляющий электрод

Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	120 В
максимальное, не менее	400 В
Электрическая прочность, не менее	440 В
Сопротивление изоляции, не менее	100 МОм

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	140...400 В
Амплитуда импульса управляющего напряжения на нагрузке 100 кОм	3 кВ
Ток анода в импульсе	3...5 кА
Энергия коммутируемая	40 Дж
Длительность импульса управляющего напряжения	0,8...2,0 мкс
Частота повторения импульсов	6 имп/мин
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка:	
при токе анода 3 кА	500 пробоев
при токе анода 5 кА	100 пробоев
90%-ный ресурс	7500 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	8 лет

Рекомендации по применению

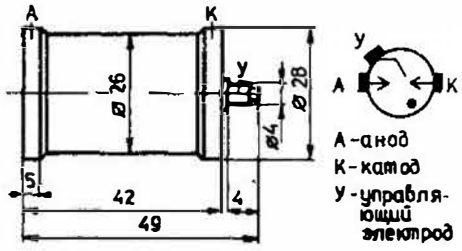
1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется с помощью гибких выводов.

РУ-73

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для формирования импульсов тока наносекундной длительности, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 50 г. Удельная материалоемкость не более 25 г/Дж. Удельная энергоемкость не более 0,12 Дж/см³.

РУ-73



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	15 кВ
максимальное, не менее	21 кВ
Электрическая прочность, не менее	22 кВ
Сопротивление изоляции, не менее	1000 МОм
Время запаздывания пробоя при напряжении 21 кВ, не более	0,7 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	16...21 кВ
Амплитуда импульса управляющего напряжения, не менее	15 кВ
Ток анода в импульсе	2 кА
Ток управляющего электрода в импульсе	2...3 А
Энергия коммутируемая	2 Дж
Длительность импульса тока анода	0,3 мкс
Длительность фронта импульса тока анода	0,15 мкс
Длительность импульса управляющего напряжения	1...3 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,4...0,6 мкс
Частота повторения импульсов	7 Гц
Коммутируемый заряд	$2 \cdot 10^{-4}$ Кл
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка	$2 \cdot 10^6$ пробоев
90%-ный ресурс разрядника	$3 \cdot 10^6$ пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное.

2. Крепление разрядника в аппаратуре осуществляется за керамический изолятор с помощью приспособления, не снижающего электрической прочности разрядника. При этом усилие, прикладываемое по окружности изолятора, не должно превышать 0,5 кг/см².

3. Подсоединение к выводам анода, катода и управляющего электрода разрядника рекомендуется с помощью цанги. При этом исключаются нарушение и подгорание контактов.

4. При колебательном режиме разряда амплитуды второй полуволны тока анода не должна превышать 10% от амплитуды тока первой полуволны.

5. Управляющий электрод необходимо подключать к источнику управляющих импульсов через ограничительное безындуктивное сопротивление 5...7 кОм.

6. Скорость нарастания напряжения анода не должна превышать 250 В/мс.

7. Для обеспечения эксплуатации разрядника при рабочем давлении ниже атмосферного разрядника должен быть защищен в составе аппаратуры путем заливки его компаундом с электрической прочностью не ниже 15 кВ/мм.

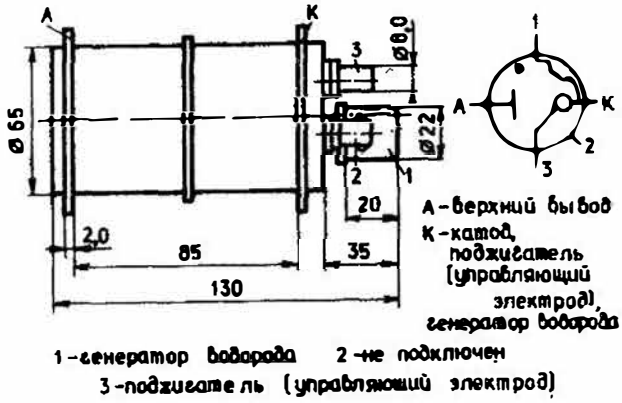
8. Очередность включения управляющего напряжения и напряжения анода может быть любой.

9. Не рекомендуется длительная работа разрядника при включении только управляющего напряжения.

РУ-74

Разрядник газоразрядный управляемый. Предназначен для коммутации импульсного тока, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип разрядника указывается на корпусе. Масса разрядника не более 0,9 кг. Удельная энергоемкость не более 0,055 Дж/см³. Удельная материалоемкость не более 0,9 г/Дж.

РУ-74



Электрические параметры

Напряжение анода:	
минимальное, не более	4 кВ
максимальное, не менее	21 кВ
Электрическая прочность, не менее	23 кВ
Сопротивление изоляции между электродами, не менее	1000 МОм
Время запаздывания пробоя, не более	1,4 мкс
Нестабильность времени запаздывания пробоя, не более	0,4 мкс
Время готовности, не более	5 мин

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение анода	5...20 кВ
Напряжение накала генератора водорода	6,0...6,6 В
Амплитуда импульса управляющего напряжения	3 кВ
Ток анода в импульсе	50 кА
Ток управляющего электрода	300 А
Энергия коммутируемая	1000 Дж
Мощность накала генератора водорода	15 Вт
Длительность импульса управляющего напряжения	3 мкс
Длительность фронта импульса управляющего напряжения	0,5 мкс
Время разогрева	5 мин
Частота повторения импульсов	15 Гц
Температура окружающей среды	—60...+85° С
Минимальная наработка:[1]	
в динамическом режиме	$5 \cdot 10^5$ пробоев
в режиме дежурного накала (при 100 циклах включений и выключений напряжения накала, включая наработку в динамическом режиме $5 \cdot 10^5$ пробоев)	1000 ч
90%-ный ресурс разрядника	10^6 пробоев
Минимальный срок сохраняемости	25 лет

Рекомендации по применению

1. Рабочее положение разрядника любое, охлаждение — естественное, воздушное.

2. Разрядник крепится в аппаратуре жестко за катодный фланец. Крепление катодного и анодного фланцев должно осуществляться так, чтобы обеспечивалось равномерное распределение токовой нагрузки по окружностям фланцев. В анодном токопроводе используются гибкие шины.

3. Крепление разрядника в аппаратуре должно обеспечивать свободный доступ воздуха к нижней его части, где расположено компенсирующее сопротивление.

4. При использовании одного накопителя энергии параллельная работа разрядников не допускается.

5. Максимальная температура корпуса разрядника при эксплуатации не должна превышать 220° С.

6. Порядок включения напряжений на электроды: включить напряжение накала генератора водорода и выдержать 5 мин; включить напряжение анода; включить напряжение управляющего электрода.

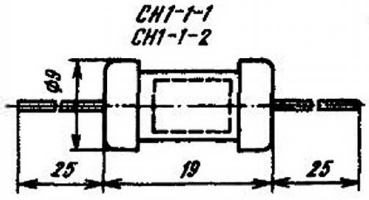
7. Порядок выключения напряжений электродов: выключить напряжение анода; выключить напряжение управляющего электрода; выключить напряжение накала генератора водорода.

Раздел четырнадцатый

Варисторы (нелинейные резисторы)

СН-1-1, СН1-1-2

Варисторы неизолированные постоянные с симметричной ВАХ. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в стержневом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 3,5 г (СН1-1-1) и 2,5 г (СН1-1-2).



Электрические параметры

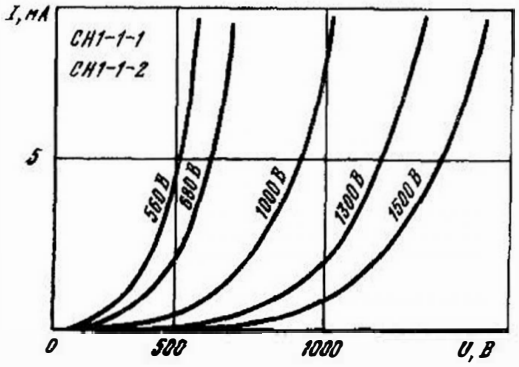
Классификационный ток СН1-1-1, СН1-1-2	10 мА
Классификационное напряжение при $I_к = 10$ мА:	
СН1-1-1	560, 680, 820, 1000, 1200, 1300, 1500 В
СН1-1-2	560, 680, 1300 В
Амплитуда импульсного напряжения:	
СН1-1-1:	
$U_к = 1500$ В	2000 В
$U_к = 1300$ В	1700 В
$U_к = 1200$ В	1600 В
$U_к = 1000$ В	1500 В
$U_к = 820$ В	1400 В
$U_к = 680$ В	1300 В
$U_к = 560$ В	1200 В
СН1-1-2:	
$U_к = 1300$ В	1700 В
$U_к = 680$ В	1300 В
$U_к = 560$ В	1200 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения СН1-1-1, СН1-1-2	±10%
Коэффициент нелинейности:	
СН1-1-1:	

[1] Допустимое число пропусков пробоев в течение $5 \cdot 10^5$ импульсов не должно превышать 500, число самопроизвольных пробоев — 1500.

$U_к$ = 560 В	3,5
$U_к$ = 680, 820, 1000, 1200 В	4
$U_к$ = 1300, 1500 В	4,5
СН1-1-2:	
$U_к$ = 560 В	3,5
$U_к$ = 680 В	4
$U_к$ = 1300 В	4,5
Коэффициент несимметрии тока СН1-1-1, СН1-1-2	±10%
Емкость варистора СН1-1-1, СН1-1-2	2 пФ

Предельные эксплуатационные данные

Номинальная рассеиваемая мощность[1]:	
СН1-1-1, СН1-1-2 при T = —40 ... ... +70° С	1 Вт
Допустимая амплитуда импульсного напряжения[2]:	
СН1-1-1:	
$U_к$ = 1500 В	2200 В
$U_к$ = 1300 В	1900 В
$U_к$ = 1200 В	1750 В
$U_к$ = 1000 В	1600 В
$U_к$ = 820 В	1500 В
$U_к$ = 680 В	1400 В
$U_к$ = 560 В	1300 В
СН1-1-2:	
$U_к$ = 1300 В	1900 В
$U_к$ = 680 В	1400 В
$U_к$ = 560 В	1300 В
Допустимое значение произведения длительности импульса[3] и частоты следования импульсов ($t_и F$):	
СН1-1-1:	
$U_к$ = 2000 В	$1{,}4 \cdot 10^{-2}$
$U_к$ = 1700 В	$2{,}0 \cdot 10^{-2}$
$U_к$ = 1600 В	$2{,}2 \cdot 10^{-2}$
$U_к$ = 1500 В	$2{,}5 \cdot 10^{-2}$
$U_к$ = 1400 В	$2{,}0 \cdot 10^{-2}$
$U_к$ = 1300 В	$1{,}6 \cdot 10^{-2}$
$U_к$ = 1200 В	$1{,}4 \cdot 10^{-2}$
СН1-1-2:	
$U_к$ = 1700 Б	$1{,}6 \cdot 10^{-2}$
$U_к$ = 1300 В	$1{,}25 \cdot 10^{-2}$
$U_к$ = 1200 В	$1{,}1 \cdot 10^{-2}$
Температура окружающей среды	—60 ... +70° С

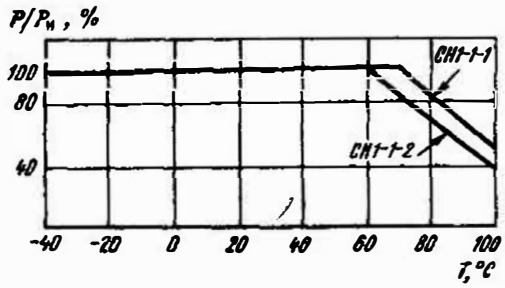


Зависимости тока от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях

[1] В диапазоне температур окружающей среды +70 ... +100° С значение допустимой рассеиваемой мощности снижается линейно (см. рисунок).

[2] Время воздействия импульсного напряжения не должно превышать 30 мин.

[3] Форма импульса должна быть прямоугольной, $t_и$ = 10 мкс.



Зависимости мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса до начала изгиба выводов не менее 8...10 мм. Число изгибов не должно превышать 4.

2. Выводы варисторов не требуют дополнительного облуживания в течение 12 мес после их изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

3. При монтаже варисторов в аппаратуру следует применять припой ПОС-60 (ГОСТ 21930—76). Температура жала паяльника 350±10° С, время пайки 5 с, флюс — канифольно-спиртовой.

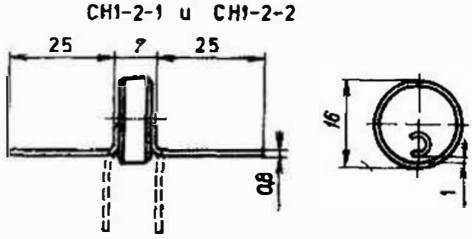
4. Минимальное расстояние от корпуса до места лужения и пайки 5 мм.

5. Полярность включения варисторов значения не имеет.

6. При эксплуатации варисторов в импульсных режимах средняя рассеиваемая мощность не должна превышать номинальную.

СН1-2-1, СН1-2-2

Варисторы неизолированные постоянные малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и перменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в дисковом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указывают на корпусе. Масса варистора не более 4 г (СН1-2-1) и 3,5 г (СН1-2-2).



Габаритные размеры варисторов

Тип варистора	СН1 2 2	СН1-2-1		
Классификационное напряжение, В	15; 18; 22; 27	56; 68; 82; 100; 120	150; 180	220, 270
Толщина, мм	6,5	6,5	7,5	8,5
Диаметр, мм	12	16	16	16

Электрические параметры

Классификационный ток СН1-2-1, СН1-2-2	1 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=1 мА:	
СН1-2-1	270, 220, 180, 150, 120, 100, 82, 68, 56 В
СН1-2-2	100, 82, 68, 56, 47, 39, 33, 27, 22, 18, 15 В
Амплитуда импульсного напряжения:	
СН1-2-1:	
$U_к$=270 В	800 В
$U_к$=220 В	650 В
$U_к$=160 В	550 В
$U_к$=150 В	450 В
$U_к$=120 В	360 В
$U_к$=100 В	300 В
$U_к$=82 В	250 В
$U_к$=68 В	210 В
$U_к$=56 В	180 В
СН1-2-2:	
$U_к$=100 В	230 В
$U_к$=82 В	200 В
$U_к$=68 В	170 В
$U_к$=56 В	150 В
$U_к$=47 В	120 В
$U_к$=39 В	110 В
$U_к$=33 В	95 В
$U_к$=27 В	90 В
$U_к$=22 В	80 В
$U_к$=18 В	70 В
$U_к$=15 В	60 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения СН1-2-1, СН1-2-2	±10%
Коэффициент нелинейности:	
СН1-2-1	3,5
СН1-2-2:	
$U_к$=100, 82, 68, 56 В	3,5
$U_к$=47, 39, 33, 27, 22, 18, 15 В	3
Коэффициент асимметрии тока СН1-2-1, СН1-2-2	±10%
Емкость варистора:	
СН1-2-1:	
$U_к$=270, 220, 180, 150 В	25 пФ
$U_к$=120, 100, 82, 68, 56 В	100 пФ
СН1-2-2: $U_к$=100 В, 82 В, 68 В, 56 В, 47 В, 39 В, 33 В, 27 В, 22 В, 18 В, 15 В	150 пФ
Температурный коэффициент напряжения при T=—60...+100° С	0,7%/°С

Предельные эксплуатационные данные

Номинальная рассеиваемая мощность[1] СН1-2-1, СН1-2-2 при T=—60...+60° С	0,8 Вт
Допустимая амплитуда импульсного напряжения[2]:	
СН1-2-1:	
$U_к$=270 В	900 В
$U_к$=220 В	725 В
$U_к$=180 В	625 В
$U_к$=150 В	500 В
$U_к$=120 В	400 В
$U_к$=100 В	350 В
$U_к$=82 В	250 В
$U_к$=68 В	245 В
$U_к$=56 В	210 В
СН1-2-2:	
$U_к$=100 В	250 В
$U_к$=82 В	220 В
$U_к$=68 В	190 В
$U_к$=56 В	160 В
$U_к$=47 В	130 В
$U_к$=39 В	120 В
$U_к$=33 В	110 В
$U_к$=27 В	110 В
$U_к$=22 В	90 В
$U_к$=18 В	85 В
$U_к$=15 В	70 В
Температура окружающей среды	—60...+100° С

[1] В диапазоне температур окружающей среды +70...+100° С значение допустимой рассеиваемой мощности снижается линейно (см. рисунок).

[2] Время воздействия импульсного напряжения не должно превышать 30 мин.

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса до начала изгиба выводов не менее 8...10 мм. Число изгибов не должно превышать 4.

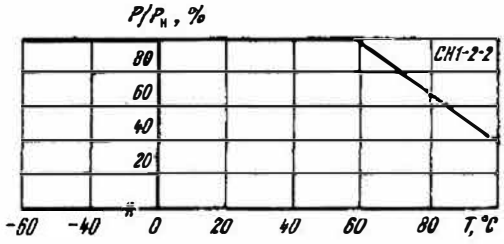
2. Выводы варисторов не требуют дополнительного облуживания в течение 12 мес после их изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

3. При монтаже варисторов в аппаратуру следует применять припой марки ПОС-60 (ГОСТ 21930—76). Температура жала паяльника 350±10° С, время пайки 5 с, флюс — канифольно-спиртовой.

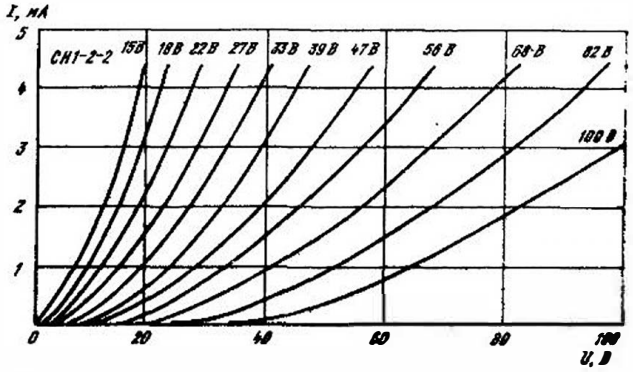
4. Минимальное расстояние от корпуса до места лужения и пайки 5 мм.

5. Полярность включения варисторов значения не имеет.

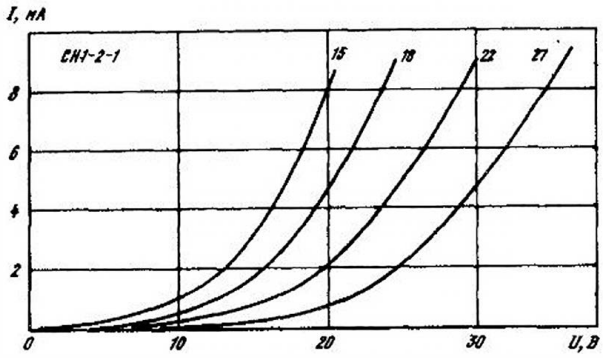
6. При эксплуатации варисторов в импульсных режимах средняя рассеиваемая мощность не должна превышать номинальную.



Зависимость мощности от температуры



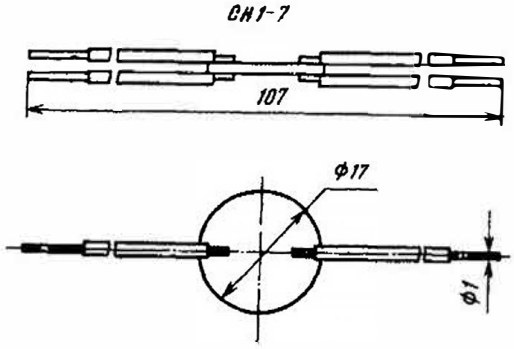
Зависимости тока от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях



Зависимости тока от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях: (15...27)·10^2 В

СН1-7

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в дисковом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора, не более: 2,4 г при $U_к$=10 В и $I_к$=15 мА; 2,6 г при $U_к$=22 В и $I_к$=4 мА; 3,0 г при $U_к$=47 В и $I_к$=6 мА; 3,5 г при $U_к$=82 В и $I_к$=4 мА.



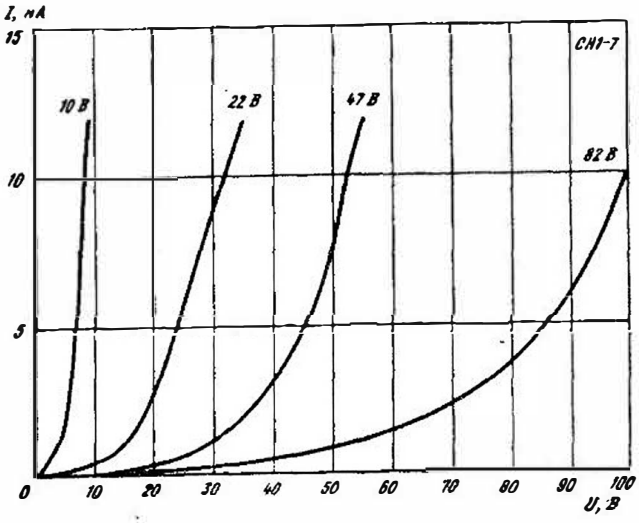
Электрические параметры

Классификационное напряжение:	
$I_к$=15 мА	10 В
$I_к$=4 мА	22 В
$I_к$=6 мА	47 В
$I_к$=4 мА	82 В
Амплитуда импульсного напряжения[1]:	
$U_к$=10 В	30 В
$U_к$=22 В	70 В
$U_к$=47 В	110 В
$U_к$=82 В	180 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения при $U_к$=10, 22, 47, 82 В	±10 и ±20%
Коэффициент нелинейности:	
$U_к$=10 В	2
$U_к$=22, 47 В	3
$U_к$=82 В	3,5
Коэффициент асимметрии тока	±10%

[1] Время воздействия импульсного напряжения не должно превышать 30 мин.

Предельные эксплуатационные данные

Номинальная рассеиваемая мощность при T=—40...+70° С	0,5 Вт
Допустимое значение произведения длительности импульса и частоты следования импульсов[1]:	
$U_к$=10 В	$46\cdot10^{-3}$
$U_к$=22 В	$35\cdot10^{-3}$
$U_к$=47 В	$15\cdot10^{-3}$
$U_к$=82 В	$11\cdot10^{-3}$
Температура окружающей среды	—40...+70° С



Зависимости тока от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса до начала изгиба выводов не менее 10 мм. Число изгибов не должно превышать 4.

2. Выводы варистора не требуют дополнительного обслуживание в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

3. При монтаже варистора в аппаратуру следует применять припой марки ПОС-60 (ГОСТ 21930—76). Температура жала паяльника 350±10° С, время пайки 5 с, флюс — канифольно-спиртовой.

4. Минимальное расстояние от корпуса до места лужения и пайки 10 мм.

5. Полярность включения варистора значения не имеет.

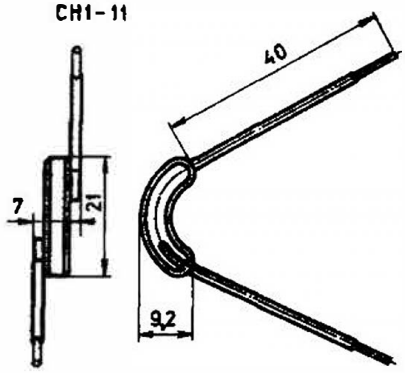
6. При эксплуатации варистора в импульсных режимах средняя рассеиваемая мощность не должна превышать номинальную.

СН1-11

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в дисковом (сегментном) исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 2,5 г.

[1] Форма импульса должна быть прямоугольной, $t_и$=10 мкс.

СН1-11

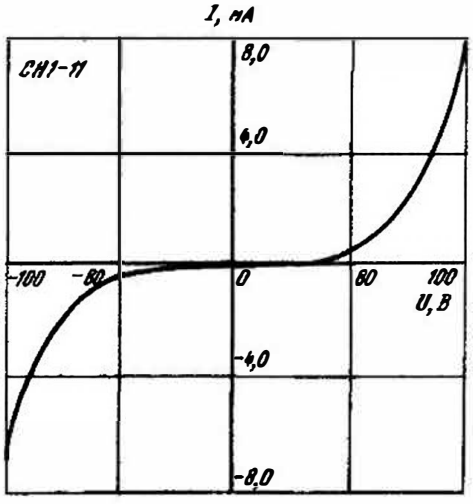


Электрические параметры

Классификационное напряжение при $I_к$=2 мА	120 В
Амплитуда импульсного напряжения[1] при $U_к$=120 В	300 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения при $U_к$=120 В	±10%
Коэффициент нелинейности при $U_к$=120 В	4
Коэффициент асимметрии тока	±10%
Емкость варистора, не более	100 пФ

Предельные эксплуатационные данные

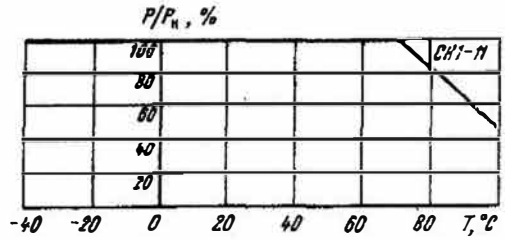
Номинальная рассеиваемая мощность[2] при T=—40...+70° С	0,25 Вт
Температура окружающей среды	—40...+70° С



Зависимость тока от напряжения

[1] Время воздействия импульсного напряжения не должно превышать 30 мин.

[2] В диапазоне температур окружающей среды +70...+100° С значение допустимой рассеиваемой мощности снижается линейно (см. рисунок).



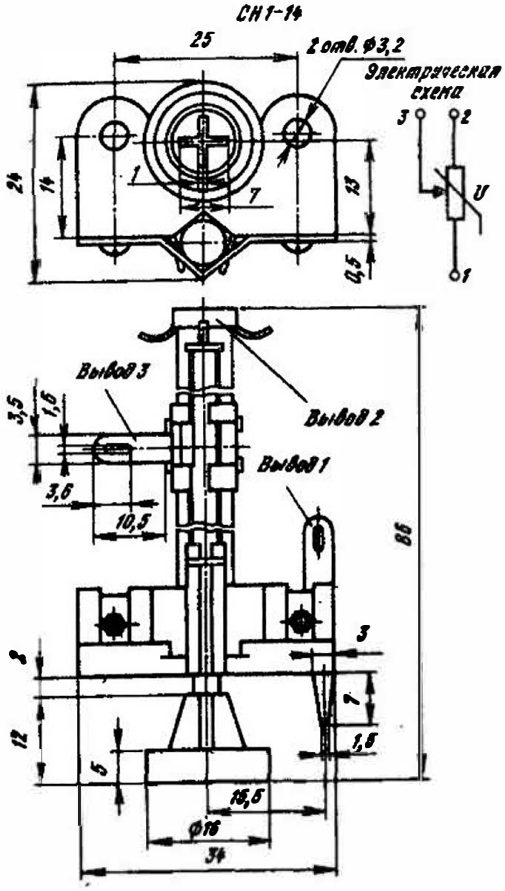
Зависимость мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса до начала изгиба выводов не менее 10 мм.
2. Число изгибов не должно превышать 3.
3. Полярность включения варистора значения не имеет.
4. При эксплуатации варистора в импульсных режимах средняя рассеиваемая мощность не должна превышать номинальную.
5. Выводы варистора не требуют дополнительного облуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.
6. Расстояние от корпуса до места пайки 7 мм. Температура жала паяльника 350±10° С, время пайки не более 5 с, флюс — канифольно-спиртовой.

СН1-14

Варистор неизолированный переменный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от



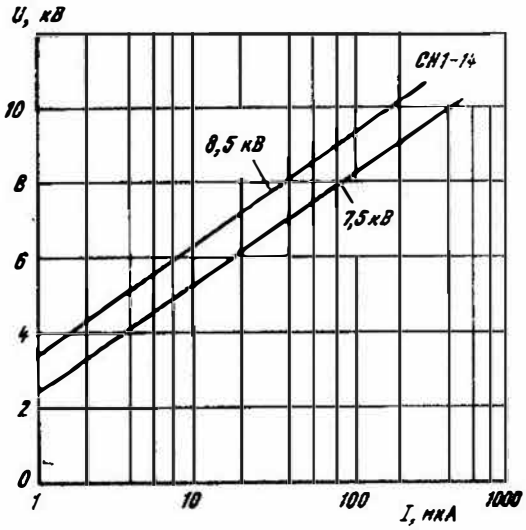
импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в цилиндрическом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 22 г.

Электрические параметры

Классификационный ток	50 мкА
Классификационное напряжение при $I_к$=50 мкА	7,5 и 8,5 кВ
Амплитуда импульсного напряжения:	
$U_к \leqslant 7{,}5$ кВ	12 кВ
$U_к$=8,5 кВ	10 кВ
Допустимое отклонение классификационного напряжения	±50%
Коэффициент нелинейности при $U_к$= =7,5 и 8,5 кВ	4,5

Предельные эксплуатационные данные

Номинальная рассеиваемая мощность при T=—40...+60° С	3 Вт
Минимальное регулируемое напряжение между выводами *1* и *3* (см. рисунок):	
$U_к$=7,5 кВ	3,5 кВ
$U_к$=8,5 кВ	3,2 кВ
Максимальное регулируемое напряжение между выводами *1* и *3*:	
$U_к$=7,5 кВ	7,7 кВ
$U_к$=8,5 кВ	6,2 кВ
Сопротивление изоляции между выводом *3* и ручкой	1000 МОм
Температура окружающей среды	—40...+60° С



Зависимости тока от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях

Рекомендации по применению

1. Выводы варистора не требуют дополнительного облуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

2. При монтаже варистора в аппаратуру применяют припой ПОС-61 (ГОСТ 21391—76). Температура жала паяльника 350±10° С, время пайки не более 5 с, флюс — канифольно-спиртовой.

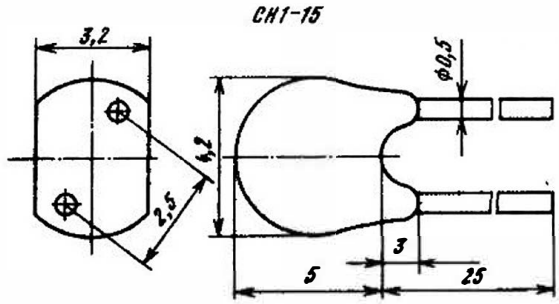
3. Варистор можно эксплуатировать только при условии подачи нулевого или близкого к нулю потенциала на вывод *1* и постоянного высокого напряжения на вывод *2*.

4. В процессе эксплуатации при перемещениях подвижной системы возможно появление металлического следа вследствие трения металла контактной пружины о поверхность стержня варистора.

5. Допускается эксплуатация варистора при напряжении между выводами *1* и *2* до 8,8 кВ (для варистора с $U_к$=8,5 кВ) и 7,8 кВ (для варистора с $U_к$=7,5 кВ).

СН1-15

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в дисковом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 0,35 г.

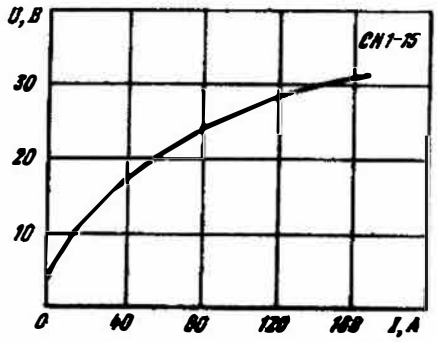


Электрические параметры

Классификационный ток	10 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=10 мА	10 В
Амплитуда импульсного напряжения при $U_к$=10 В	30 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения при $U_к$=10 В	±10%
Коэффициент нелинейности при $U_к$= =10 В	2,5
Коэффициент асимметрии тока	±10%

Предельные эксплуатационные данные

Номинальная рассеиваемая мощность при T=—60...+85° С	0,1 Вт
Температура окружающей среды	—40...+85° С



Зависимость тока от рабочего напряжения

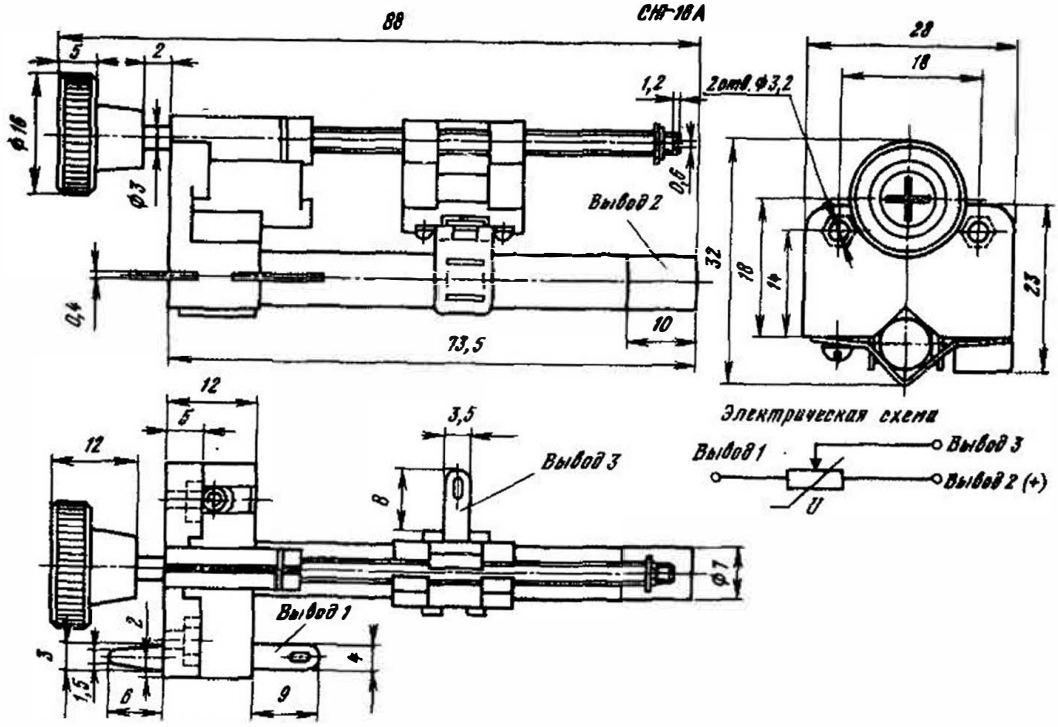
Рекомендации по применению

1. Выводы варистора не требуют дополнительного облуживания в течение 12 месяцев после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

2. При монтаже варистора в аппаратуру применяют припой ПОС-61 (ГОСТ 21391—76).

СН1-16А

Варистор неизолированный переменный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в цилиндрическом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 25 г.



Электрические параметры

Классификационный ток	50 мкА
Классификационное напряжение при $I_к$=50 мкА	8,5 кВ
Допустимое отклонение классификационного напряжения	±50%
Коэффициент нелинейности при $U_к$=8,5 кВ	4,5

Предельные эксплуатационные данные

Номинальная рассеиваемая мощность при T=—60...+70° С	3 Вт
Минимальное регулируемое напряжение между выводами *1* и *3* при $U_к$=8,5 кВ	3,4 кВ
Максимальное регулируемое напряжение между выводами *1* и *3* при $U_к$=8,5 кВ	6,4 кВ
Сопротивление изоляции между выводом *3* и ручкой	1000 МОм
Температура окружающей среды	—40...+70° С

Рекомендации по применению

1. Выводы варистора не требуют дополнительного облуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

2. При монтаже варистора в аппаратуру применяют припой ПОС-61 (ГОСТ 21391—76). Температура жала паяльника 350±10° С, время пайки не более 5 с, флюс — канифольно-спиртовой.

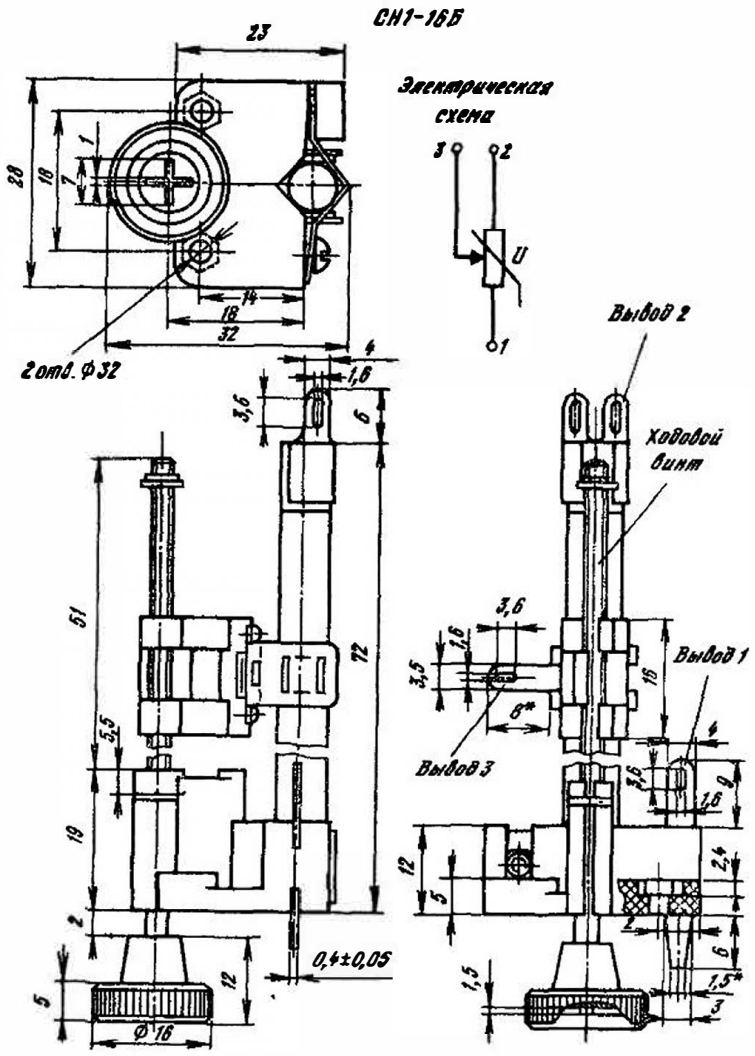
3. Варистор можно эксплуатировать только при условии подачи нулевого или близкого к нулю потенциала на вывод *1* и постоянного высокого напряжения на вывод 2.

4. В процессе эксплуатации при перемещениях подвижной системы возможно появление металлического следа вследствие трения металла контактной пружины о поверхность стержня варистора.

5. Допускается эксплуатация варистора при напряжении между выводами *1* и *2* до 8,8 кВ.

СН1-16Б

Варистор неизолированный переменный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в цилиндрическом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 25 г.



Электрические параметры

Классификационный ток	20...60 мкА
Классификационное напряжение при $I_к$=50 мкА	5,4 кВ
Допустимое отклонение классификационного напряжения	50%
Коэффициент нелинейности при $U_к$= =5,4 кВ	4

Предельные эксплуатационные данные

Номинальная рассеиваемая мощность при T=—60...+70° С	2 Вт
Допустимое постоянное напряжение	5,8 кВ
Минимальное регулируемое напряжение между выводами *1* и *3* при $U_к$= =5,4 кВ	0,9 кВ
Максимально регулируемое напряжение между выводами *1* и *3* при $U_к$= =5,4 кВ	3,5 кВ
Сопротивление изоляции между выводами *3* и ручкой	1000 МОм
Температура окружающей среды	—60...+70° С

Рекомендации по применению

1. Выводы варистора не требуют дополнительного облуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

2. При монтаже варисторов в аппаратуру применяют припой ПОС-61 (ГОСТ 21391—76). Температура жала паяльника 350±10° С, время пайки не более 5 с, флюс — канифольно-спиртовой.

3. Варистор можно эксплуатировать только при условии подачи нулевого или близкого к нулю потенциала на вывод *1* и постоянного высокого напряжения на вывод *2*.

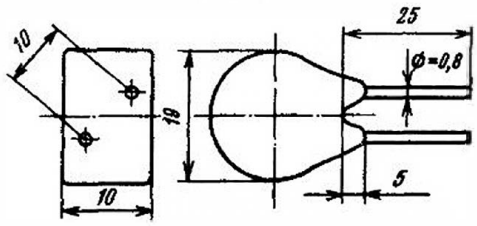
4. В процессе эксплуатации при перемещениях подвижной системы возможно появление металлического следа вследствие трения металла контактной пружины о поверхность стержня варистора.

5. Допускается эксплуатация варистора при напряжении между выводами *1* и *2* до 8,8 кВ.

СН2-1

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в дисковом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 12 г.

СН2-1

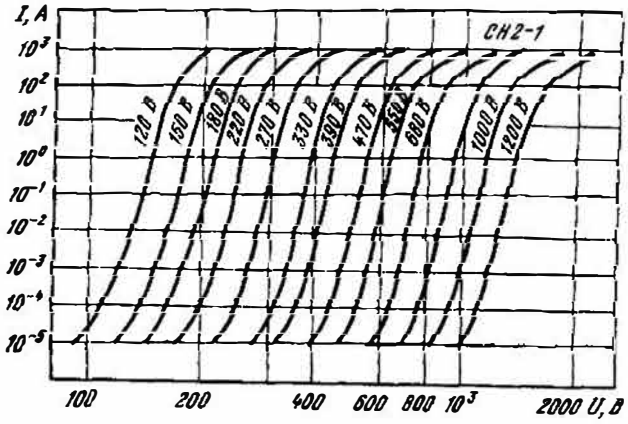


Электрические параметры

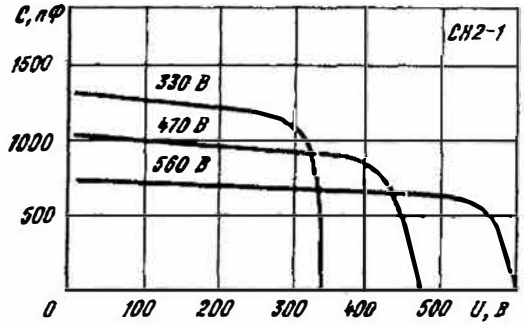
Классификационный ток	1 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=1 мА	120, 130, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 430, 470, 510, 560, 620, 680, 750, 820, 910, 1000, 1200 В
Амплитуда импульсного напряжения:	
$U_к$=120 В	360 В
$U_к$=130 В	390 В
$U_к$=150 В	450 В
$U_к$=160 В	480 В
$U_к$=180 В	540 В
$U_к$=200 В	600 В
$U_к$=220 В	660 В
$U_к$=240 В	720 В
$U_к$=270 В	810 В
$U_к$=300 В	900 В
$U_к$=330 В	990 В
$U_к$=360 В	1080 В
$U_к$=390 В	1170 В
$U_к$=430 В	1290 В
$U_к$=470 В	1410 В
$U_к$=510 В	1530 В
$U_к$=560 В	1680 В
$U_к$=620 В	1860 В
$U_к$=680 В	2040 В
$U_к$=750 В	2250 В
$U_к$=820 В	2460 В
$U_к$=910 В	2730 В
$U_к$=1000 В	3000 В
$U_к$=1200 В	3600 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения при $U_к$=120...1200 В	5, 10, 20%
Коэффициент нелинейности:	
$U_к$=120...300 В	25
$U_к$=300...1200 В	30
Коэффициент нелинейности (после воздействия импульсного напряжения, равного $3U_к$):	
$U_к$=120...300 В	15
$U_к$=300...1200 В	20
Коэффициент асимметрии тока	±10%
Температурный коэффициент напряжения при T=—60...+70° С	—0,05%/°С

Предельные эксплуатационные данные

Энергия, рассеиваемая варистором, при воздействии одиночных импульсов тока с $t_и \leqslant 20$ мкс:	
$U_{к,и}$=360 В	4,7 Дж
$U_{к,и}$=390 В	5,1 Дж
$U_{к,и}$=450 В	6,0 Дж
$U_{к,и}$=480 В	6,3 Дж
$U_{к,и}$=540 В	7,0 Дж
$U_{к,и}$=600 В	7,6 Дж
$U_{к,и}$=660 В	8,5 Дж
$U_{к,и}$=720 В	8,9 Дж
$U_{к,и}$=810 В	10 Дж
$U_{к,и}$=900 В	12 Дж
$U_{к,и}$=990 В	14,2 Дж
$U_{к,и}$=1080 В	15,5 Дж
$U_{к,и}$=1170 В	16,7 Дж
$U_{к,и}$=1290 В	17,7 Дж
$U_{к,и}$=1410 В	19,2 Дж
$U_{к,и}$=1530 В	20,8 Дж
$U_{к,и}$=1680 В	22,8 Дж
$U_{к,и}$=1860 В	24,9 Дж
$U_{к,и}$=2040 В	26,4 Дж
$U_{к,и}$=2250 В	29,3 Дж
$U_{к,и}$=2460 В	32,4 Дж
$U_{к,и}$=2730 В	36,0 Дж
$U_{к,и}$=3000 В	40,0 Дж
$U_{к,и}$=3600 В	48,2 Дж
Номинальная мощность	0,5 Вт
Постоянный или переменный рабочий ток при $U_к$=120...1200 В	0,1 мА
Температура окружающей среды	—40...+70° С



Зависимости тока от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях



Зависимости емкости от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях

Рекомендации по применению

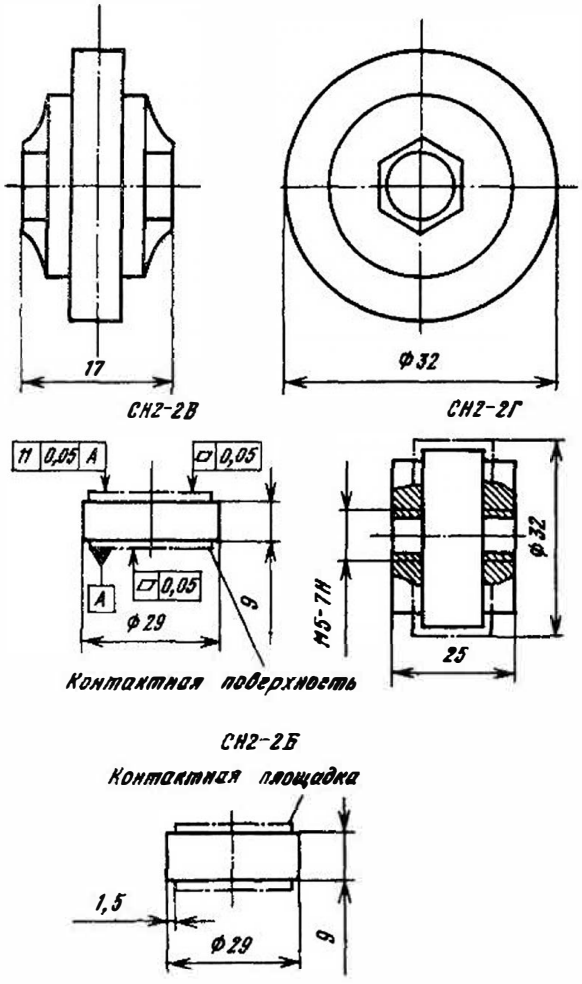
1. Выводы варистора не требуют дополнительного облуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

2. При монтаже варистора в аппаратуру применяют припой марки ПОС-40 (ГОСТ 21931—76). Температура жала паяльника 260±10° С, время пайки не более 5 с. Минимальное расстояние от корпуса до места пайки вывода должно быть не менее 5 мм.

3. Полярность включения варистора значения не имеет.

СН2-2А, СН2-2Б, СН2-2В, СН2-2Г

Варисторы неизолированные постоянные с симметричной ВАХ. Предназначены для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в дисковом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варисторов СН2-2А, СН2-2Г не более 50 г, СН2-2Б, СН2-2В — не более 200 г.

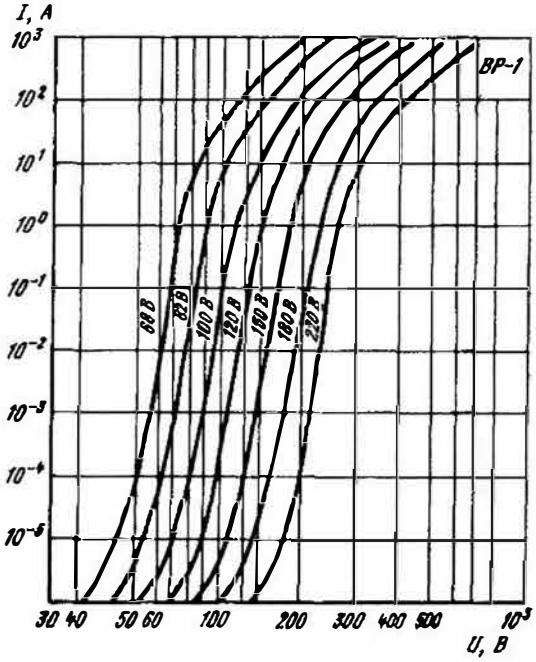


Электрические параметры

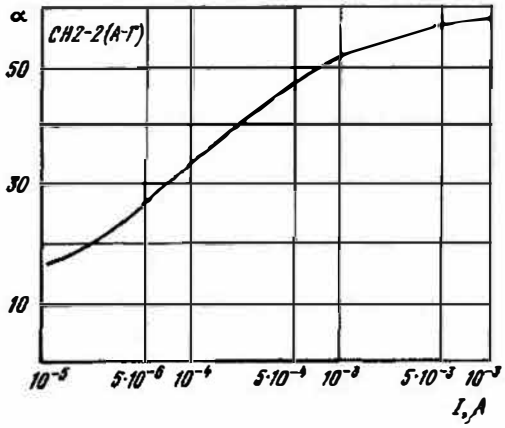
Классификационный ток	1 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=1 мА	300, 360, 390, 430, 470, 510, 560, 620, 680, 750, 820, 910, 1000, 1200, 1300, 1500 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения:	
$U_к$=330...510 В	±10%
$U_к$=560...1500 В	±5, ±10, ±20%
Коэффициент нелинейности при $U_к$=30...1500 В	30
Защитный коэффициент ($U_{к\ 100\ А}$/$U_{1\ мА}$) при $U_к$=330...1500 В	1,6
Коэффициент асимметрии тока	±10%
Температурный коэффициент напряжения при T=—60...+70° С	—0,06%/°С

Предельные эксплуатационные данные

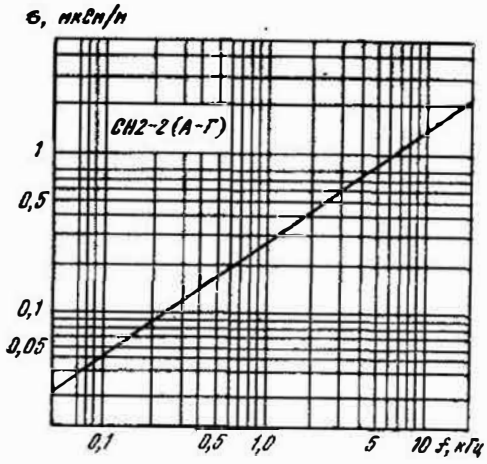
Энергия, рассеиваемая варистором при воздействии одиночных импульсов тока:	
$t_и$≤20 мкс	22...114 Дж
$t_и$≤2,5 мс	104...508 Дж
Допустимая амплитуда одиночных импульсов тока:	
$t_и$≤2,5 мс	2000 А
$t_и$≤2,5 мс	120 А
Переменный или постоянный допустимый рабочий ток	0,1 мА
Температура окружающей среды	—40...+70° С



Зависимости тока от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях



Зависимость коэффициента нелинейности от тока



Зависимость проводимости от частоты

Рекомендации по применению

1. Выводы варисторов, включая места их присоединения к аппаратуре, выдерживают без механических повреждений воздействие крутящего момента 2 Н·м.

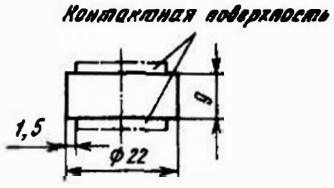
2. Варисторы допускают воздействие на всю площадь электрода усилия, перпендикулярного плоскости электродов, равного 150 кгс.

3. При монтаже варисторов в аппаратуру следует избегать касания торцом крепежного винта дна крепежного отверстия штуцера (вывода).

4. Рекомендуется последовательно с варистором включать плавкий предохранитель, так как при пробое варистора падение напряжения на нем составляет несколько десятков вольт и варистор разогревается до высокой температуры.

СН2-2Д

Варистор неизолированный постоянный с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных перегрузок по напряжению. Выпускается в дисковом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 23 г.



Электрические параметры

Классификационный ток	1 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=1 мА	560, 620, 680, 750, 820 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения при $U_к$=560...820 В	±5, ±10%
Коэффициент нелинейности при $U_к$=560...820 В	30
Защитный коэффициент ($U_{к\ 100\ А}$/$U_{1\ мА}$) при $U_к$=560...820 В	1,6
Коэффициент асимметрии тока	±10%
Температурный коэффициент напряжения при T=—60...+70° С	—0,07%/°С

Предельные эксплуатационные данные

Энергия, рассеиваемая варистором при воздействии одиночных импульсов тока с $t_и$=20 мкс:	
$U_к$=560 В	13 Дж
$U_к$=620 В	14 Дж
$U_к$=680 В	16 Дж
$U_к$=750 В	18 Дж
$U_к$=820 В	20 Дж
Допустимая амплитуда одиночных импульсов тока:	
$t_и$≤20 мкс	2000 А
$t_и$≤20 мс	120 А
Постоянный или переменный рабочий ток	0,1 мА
Температура окружающей среды	—40...+70° С

Рекомендации по применению

1. Выводы варистора, включая места его присоединения в аппаратуре, выдерживают без повреждений воздействие крутящего момента 2 Н·м.

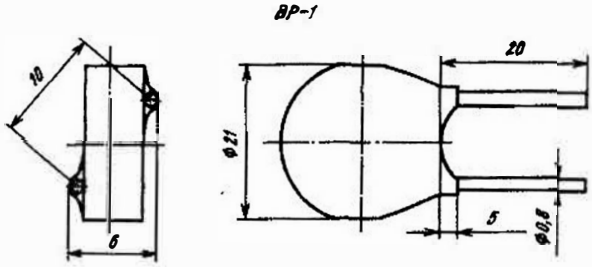
2. Варистор допускает воздействие на всю площадь электрода усиления, перпендикулярного плоскости электродов, равного 150 кгс.

3. При монтаже варистора в аппаратуру следует избегать касания торцом крепежного винта дна крепежного отверстия штуцера (вывода).

4. Рекомендуется последовательно с варистором включать плавкий предохранитель, так как при пробое варистора падение напряжения на нем составляет несколько десятков вольт и варистор разогревается до высокой температуры.

ВР-1

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в дисковом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указывается на корпусе. Масса варистора не более 12 г.



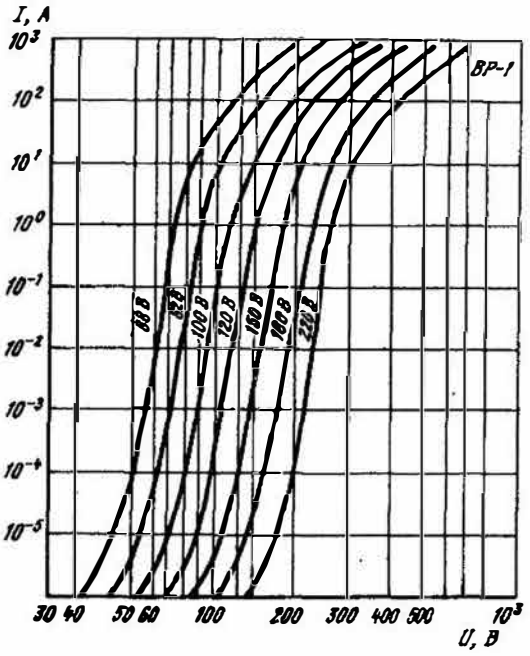
Электрические параметры

Классификационный ток	1 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=1 мА	68, 82, 100, 120, 150, 180, 220 В

Допустимое отклонение классификационного напряжения	±10, ±20%
Коэффициент нелинейности	22
Коэффициент асимметрии тока	±10%
Температурный коэффициент напряжения при T = —45 ... +70° С	—0,06%/°С

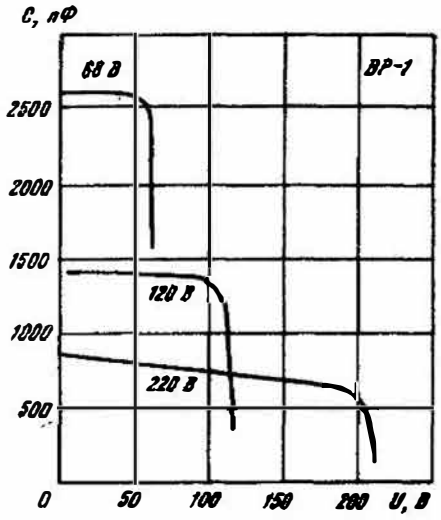
Предельные эксплуатационные данные

Допустимая энергия, рассеиваемая варистором при воздействии одиночных импульсов тока ($t_и \leqslant 20$ мкс, $N=20$, интервал следования 1 ... ... 1,5 мин):	
$U_к$ = 68 В	3,1 Дж
$U_к$ = 82 В	3,8 Дж
$U_к$ = 100 В	4,7 Дж
$U_к$ = 120 В	5,7 Дж
$U_к$ = 150 В	6,8 Дж
$U_к$ = 180 В	8,4 Дж
$U_к$ = 220 В	10 Дж
Постоянный или переменный допустимый рабочий ток[1] при T = —60 ... ... +40° С	0,05 мА
Допустимая амплитуда одиночных импульсов тока ($t_и \leqslant 20$ мкс, N = =20, интервал следования 1 .. ... 1,5 мин)	800 А
Температура окружающей среды	—60 ... +70° С

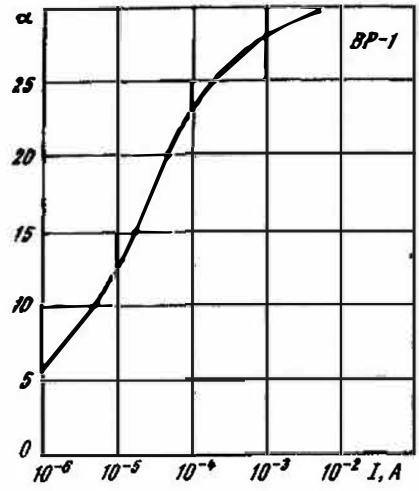


Зависимости тока от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях

[1] В интервале температур +40 ... +70° С значение допустимого рабочего тока снижается линейно.



Зависимости емкости от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях



Зависимость коэффициента нелинейности от тока

Рекомендации по применению

1. Выводы варистора не требуют дополнительного обслуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

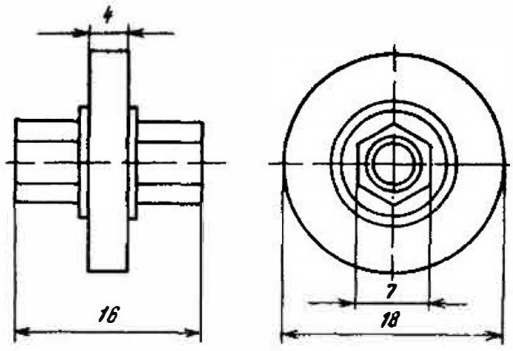
2. При монтаже варисторов в аппаратуру применяют припой ПОС-40 или ПОС-61 (ГОСТ 21930—76). Температура жала паяльника 260±10° С, время пайки 5 с, флюс — канифольно-спиртовой. Расстояние от корпуса до места пайки вывода не менее 6 мм.

3. Выводы варистора, включая места их присоединения, выдерживают без механических повреждений трехкратное воздействие изгибающей силы, а также воздействие растягивающей силы, направленной вдоль оси вывода, равное 20 Н (2 кгс).

4. Полярность включения варистора значения не имеет.

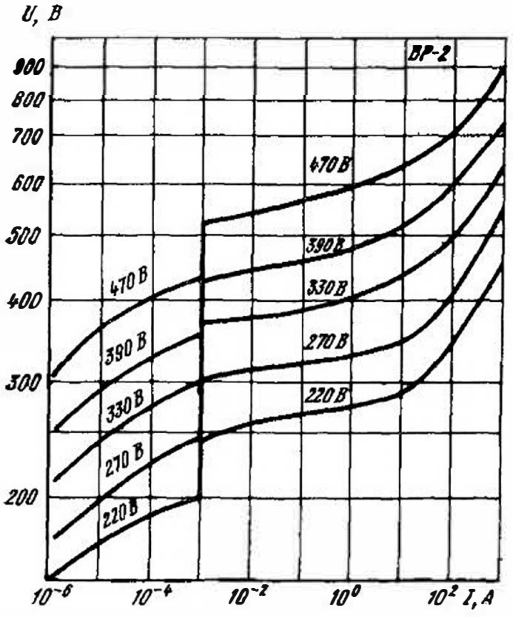
ВР-2

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в виде керамического диска с выводами, в качестве которых используются гаечные штуцеры. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 20 кг.



Электрические параметры

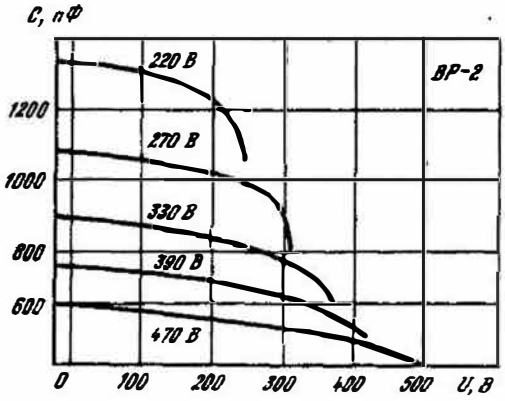
Классификационный ток	1 мА
Классификационное напряжение при $I_н$=1 мА	220, 270, 330, 390, 470 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения	±10%
Коэффициент нелинейности	30
Температурный коэффициент напряжения при T=—60...+85° С	—0,06%/°С



Зависимости рабочего напряжения от тока при различных классификационных напряжениях

Предельные эксплуатационные данные

Энергия, рассеиваемая варистором при воздействии одиночных импульсов тока ($t_и$≤20 мкс, интервал следования 1,5 мин):	
$U_к$=220 В	9,1 Дж
$U_к$=270 В	11 Дж
$U_к$=330 В	12,8 Дж
$U_к$=390 В	14,7 Дж
$U_к$=470 В	18 Дж
Постоянный или переменный допустимый рабочий ток	0,2 мА
Допустимая амплитуда одиночных импульсов тока ($t_и$≤20 мкс, N=20, интервал следования 1,5 мин)	1000 А
Температура окружающей среды	—60...+85° С



Зависимости емкости от рабочего напряжения при различных классификационных напряжениях

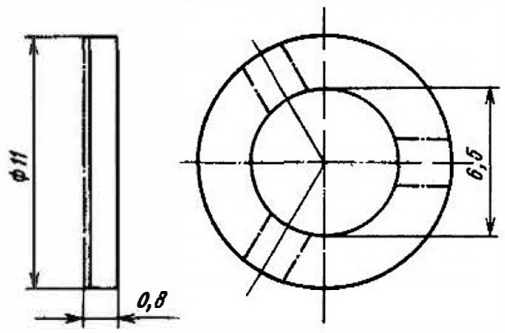
Рекомендации по применению

1. Выводы варисторов, включая места их присоединения, выдерживают без механических повреждений воздействие крутящего момента 2 Н·м.
2. Варисторы допускают воздействие на всю площадь электрода усилия, перпендикулярного плоскости электродов, равного 150 кгс.
3. При монтаже варисторов в аппаратуру следует избегать касания торцом крепежного винта дна крепежного отверстия штуцера (вывода).
4. Рекомендуется последовательно с варистором включать плавкий предохранитель, так как при пробое падение напряжения на нем составляет несколько десятков вольт и варистор разогревается до высокой температуры.

ВР-3

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в виде керамического кольца с тремя контактными площадками, сдвинутыми относительно друг друга на 120°. Тип варистора, значения классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 1,5 г.

ВР-3



Электрические параметры

Классификационный ток	1 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=1 мА	3, 10 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения:	
$U_к$=3 В	±30%
$U_к$=10 В	±10, ±30%
Коэффициент нелинейности:	
$U_к$=3 В	2,3
$U_к$=10 В	3,2
Температурный коэффициент напряжения при T=+1...+55° С	±0,1%/°С

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или переменный допустимый рабочий ток[1]	1 мА
Допустимая амплитуда одиночных импульсов напряжения ($t_и$≤10 мкс, N=10, интервал следования 1,5 мин):	
$U_н$=3 В	10 В
$U_к$=10 В	30 В
Температура окружающей среды	—60...+60° С

Рекомендации по применению

1. Контактные поверхности варистора не требуют дополнительного обслуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

2. При монтаже варистора в аппаратуру следует применять припой марки ПОС-61 по ГОСТ 21930—76. Температура жала паяльника 230±5° С, время пайки 4 с, флюс — канифольно-спиртовой.

3. Варистор допускает одноразовое соединение пайкой.

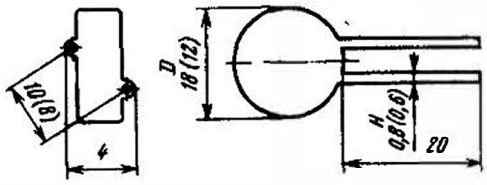
ВР-4

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в дисковом исполнении. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора при типоразмере 1 не более 6 г, при типоразмере 2 не более 3 г.

На габаритном чертеже в скобках указаны размеры варистора для типоразмера 2.

[1] В интервале температур +35...+60° С значение допустимого рабочего тока снижается линейно.

ВР-4



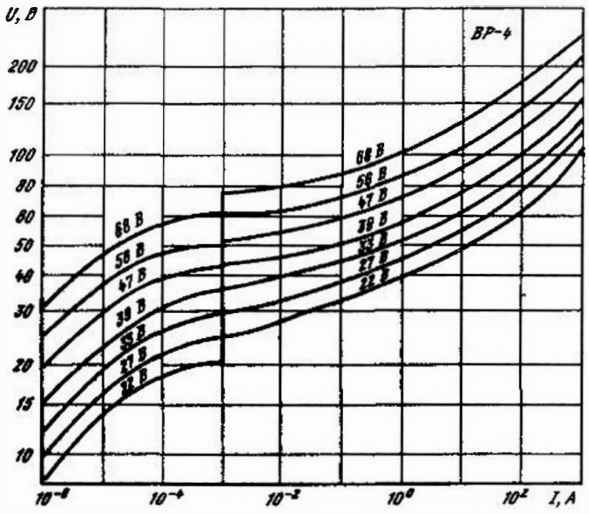
Электрические параметры

Классификационный ток	1 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=1 мА, типоразмерах 1 и 2	22, 27, 33, 39, 47, 56, 68 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения	±10%
Коэффициент нелинейности	15
Температурный коэффициент напряжения при T=—60°...+70° С	±0,05%/°С

Предельные эксплуатационные данные

Допустимая энергия, рассеиваемая варистором при воздействии одиночных импульсов тока ($t_и$≤20 мкс, N=20, интервал следования 1,5 мин):	
типоразмера 1:	
$U_к$=22 В	0,56 Дж
$U_к$=27 В	0,64 Дж
$U_к$=33 В	0,71 Дж
$U_к$=39 В	1,30 Дж
$U_к$=47 В	1,60 Дж
$U_к$=56 В	1,90 Дж
$U_к$=68 В	2,30 Дж
типоразмера 2:	
$U_к$=22 В	0,23 Дж
$U_к$=27 В	0,26 Дж
$U_к$=33 В	0,30 Дж
$U_к$=39 В	0,47 Дж
$U_к$=47 В	0,56 Дж
$U_к$=56 В	0,66 Дж
$U_к$=68 В	0,76 Дж
Допустимая амплитуда одиночных импульсов тока варистора ($t_и$≤20 мкс, N=20, интервал следования 1,5 мин):	
типоразмера 1:	
$U_к$=22, 27, 33 В	350 А
$U_к$=39, 47, 56, 68 В	500 А
типоразмера 2:	
$U_к$=22, 27, 33 В	150 А
$U_к$=39, 47, 56, 68 В	200 А
Постоянный или переменный допустимый рабочий ток	0,1 мА
Температура окружающей среды	—60...+70° С

Примечание. Типоразмер 1: D=18 мм, H=0,8 мм. Типоразмер 2: D=12 мм, H=0,6 мм.



Зависимости рабочего напряжения от тока при различных классификационных напряжениях

Рекомендации по применению

1. Выводы варистора не требуют дополнительного обслуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

2. При монтаже варисторов в аппаратуру применяют припой ПОС-61 (ГОСТ 21930—76). Температура припоя 260±5° С, флюс — канифольно-спиртовой. Расстояние от корпуса до места пайки вывода 10 мм.

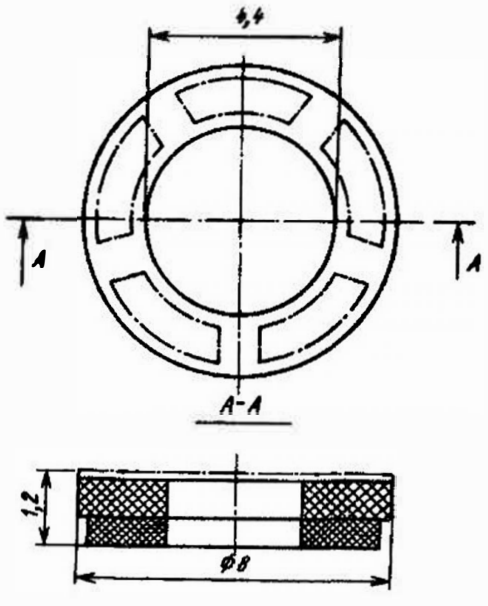
3. Изгиб выводов допускается не ближе 2,5 мм от корпуса варистора

4. Полярность включения варистора значения не имеет.

ВР-5

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в виде керамического кольца с тремя контактными площадками, сдвинутыми относительно друг друга на 120°. Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 1,5 г.

ВР-5



Электрические параметры

Классификационный ток	1 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=1 мА	3, 5,6, 10 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения	±30%
Коэффициент нелинейности	2,3
Температурный коэффициент напряжения при T=+1...+55° С	0,1%/°С

Предельные эксплуатационные данные

Допустимая энергия, рассеиваемая варистором при воздействии одиночных импульсов напряжения ($t_и$≤≤20 мкс, N=10, интервал следования 1 мин):	
$U_к$=3 В	0,61 мДж
$U_к$=5,6 В	2,1 мДж
$U_к$=10 В	6,8 мДж
Допустимая амплитуда одиночных импульсов напряжения ($t_и$≤20 мкс, Q≥20, интервал следования 1 мин):	
$U_к$=3 В	9 В
$U_к$=5,6 В	17 В
$U_к$=10 В	20 В
Температура окружающей среды	—60...+60° С

Рекомендации по применению

1. Выводы варистора не требуют дополнительного обслуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

2. При монтаже варистора в аппаратуру применяют припой ПОС-61 (ГОСТ 21930—76). Температура припоя 260±5° С, время пайки 4 с, флюс — канифольно-спиртовой. Расстояние от корпуса до места пайки вывода 10 мм.

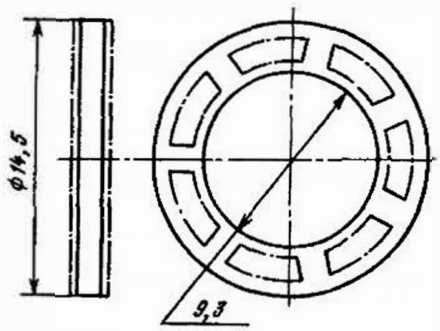
3. Изгиб выводов допускается не ближе 2,5 мм от корпуса варистора.

4. Полярность включения варистора значения не имеет.

ВР-6

Варистор неизолированный постоянный малой мощности с симметричной ВАХ. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в дисковом исполнении (семисекционный кольцевой). Тип варистора, значение классификационного напряжения и его допустимое отклонение указываются на корпусе. Масса варистора не более 1,5 г.

ВР-6



Электрические параметры

Классификационный ток	1 мА
Классификационное напряжение при $I_к$=1 мА	6,8 В
Допустимое отклонение классификационного напряжения	±30 %
Коэффициент нелинейности	2,5
Температурный коэффициент напряжения при T=+1 ... +55° С	0,03 %/°С

Предельные эксплуатационные данные

Допустимая энергия, рассеиваемая варистором при воздействии одиночных импульсов напряжения ($t_и$ ≤ ≤20 мкс, N=10, интервал следования 0,5 мин) при $U_к$=6,8 В	9 мДж
Допустимая амплитуда одиночных импульсов напряжения ($t_и$ ≤20 мкс, N=10, интервал следования 0,5 мин)	20 В
Постоянный или переменный допустимый рабочий ток	1 мА
Температура окружающей среды	—60 ... +55° С

Рекомендации по применению

1. Выводы варистора не требуют дополнительного обслуживания в течение 12 мес после его изготовления при условии соблюдения режимов и правил выполнения пайки.

2. При монтаже варистора в аппаратуру применяют припой ПОС-61 (ГОСТ 21930—76). Температура припоя 260±5° С, флюс — канифольно-спиртовой, время пайки не более 4 с. Расстояние от корпуса до места пайки вывода 10 мм.

3. Изгиб выводов допускается не ближе 2,5 мм от корпуса варистора.

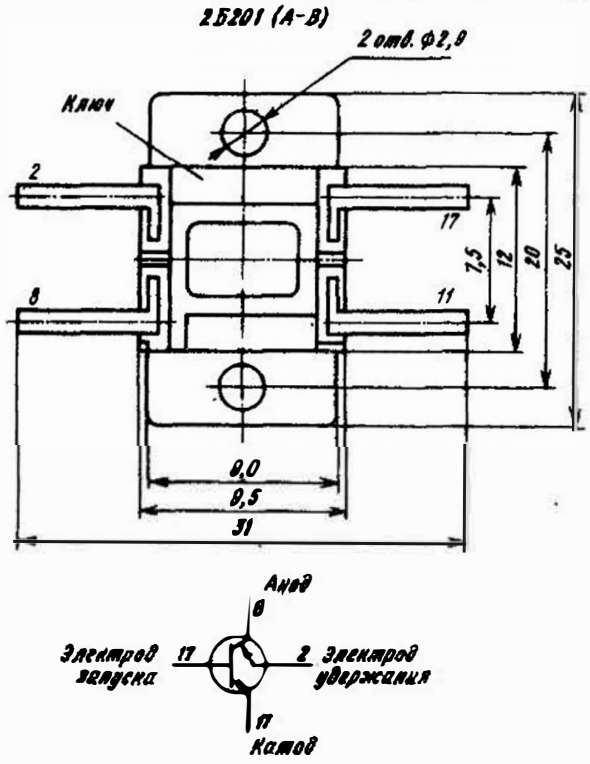
4. Полярность включения варистора значения не имеет.

Раздел пятнадцатый

Дефензоры (биполярные тетроды)

2Б201А, 2Б201Б, 2Б201В

Дефензоры кремниевые планарные структуры *п-р-п*. Предназначены для применения в импульсных и переключающих устройствах, а также для защиты электрических цепей при перегрузках по току. Выпускаются в металлокерамическом корпусе с планарными плоскими выводами. Тип дефензора указывается на его корпусе. Масса дефензора не более 3 г.



Электрические параметры

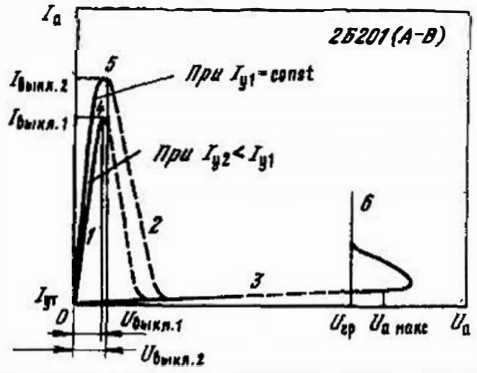
Граничное напряжение при $I_{а,и}$ = =100 мА, T=+25° С, не менее:	
2Б201А	20 В
2Б201Б	40 В
2Б201В	80 В
Остаточное напряжение при $I_а$=5 А, $I_у$=0,5 А, T=+25° С, не более	0,5 В
Постоянный ток утечки при $U_а$= =$U_{а\ макс}$, не более.	
T=+25° С	0,5 мА
T=—60° С	0,5 мА
T=+125° С	5,0 мА
Ток электрода удержания в точке выключения при $I_а$=5 А, $E_у$=6 В, T=+25° С:	
2Б201А	100 ... 250 мА
2Б201Б, 2Б201В	100 ... 330 мА
Импульсный ток запуска при $I_а$= =5 мА, T=+25° С, не более	10 мА
Время включения при $I_{а,и}$=5 А, $I_{у,и}$=0,5 А, $E_у$=6 В, $U_{а,и}$=20 В, $I_{з,и}$=10 мА, $t_{ф,отп}$=0,05 мкс, T= =+25° С, не более	10 мкс
Время выключения при $I_{а,и}$=5 А, $I_{у,и}$=0,5 А, T=+25° С, не более	2 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное напряжение анода[1] при T=—60° С ... $T_к$=+125° С:	
2Б201А	30 В
2Б201Б	50 В
2Б201В	100 В

Импульсное напряжение анода произвольной формы и длительности[1,2] при $T=-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$:

2Б201А	20 В
2Б201Б	40 В
2Б201В	80 В
Постоянное и импульсное напряжение электрода удержания произвольной формы и длительности[1] при $T=-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$	6 В
Импульсное обратное напряжение электрода удержания произвольной формы и длительности при $T=-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$	10 В
Импульсное обратное напряжение электрода запуска при $T=-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$	5 В
Постоянный ток[3,4]:	
при $T=-60°\,C \ldots T_к=+100°\,C$.	5 А
при $T=-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$.	2,0 А
Постоянный ток электрода удержания[3,4]:	
при $T=-60°\,C \ldots T_к=+100°\,C$.	1 А
при $T=-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$.	0,4 А
Импульсный ток электрода удержания:	
длительностью[4] не более 100 мкс и частотой не более 1 кГц:	
при $T=-60°\,C \ldots T_к=+100°\,C$	2,5 А
при $T=-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$	1,0 А
произвольной формы и длительности[2,4]:	
при $T=-60°\,C \ldots T_к=+100°\,C$	1,0 А
при $T=-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$	0,4 А
Импульсный ток запуска при среднем токе запуска не более 20 мА, $T=-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$ . . .	0,1 А
Температура окружающей среды .	$-60 \ldots +125°\,C$



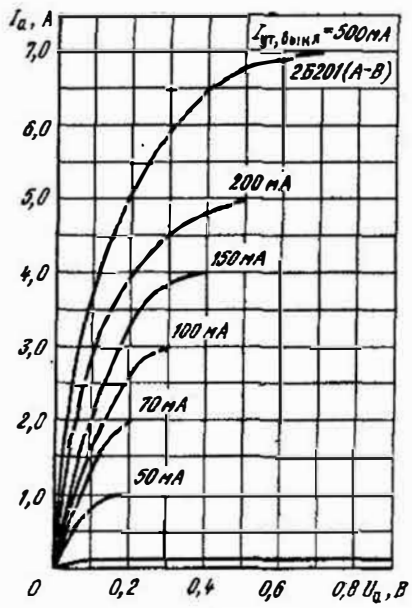
Анодная вольт-амперная характеристика дефензоров: *1* — участок ВАХ, характеризующий открытое состояние прибора; *2* — участок ВАХ с отрицательным дифференциальным сопротивлением; *3* — высокоомный участок ВАХ, характеризующий закрытое состояние прибора; *4* — точка выключения при $I_{у1}=I_{у,выкл1}$, $E_у$=const; *5* — точка выключения при $I_{у2}=I_{у,выкл2}$, $E_у$=const, $I_{у.выкл2}>I_{у,выкл1}$; *6* — участок ВАХ, характеризующий область лавинного пробоя

[1] Скорость нарастания напряжения анода на закрытом приборе не должна превышать 10 В/мкс в диапазоне напряжений 20 ... 30 В для 2Б201А, 40 ... ... 50 В для 2Б201Б, 80 ... 100 В для 2Б201В.

[2] Область допустимых рабочих частот определяется в соответствии с приведенными в ТУ зависимостями.

[3] Область допустимых значений импульсных напряжений и токов анода определяются в соответствии с приведенными в ТУ зависимостями.

[4] В диапазоне температур корпуса $T_к=+100 \ldots$ ... $+125°\,C$ значения постоянных и импульсных токов анода и электрода удержания снижаются линейно.



Вольт-амперные характеристики дефензоров

Рекомендации по применению

1. При установке дефензора на радиатор рекомендуется применять теплопроводную пасту КПТ-8 или другую аналогичную пасту.

2. Расстояние от корпуса до центра окружности изгиба вывода не менее 3 мм, радиус изгиба 1,5 мм.

3. Расстояние от корпуса до места лужения и пайки (по длине вывода) не менее 3 мм. Время пайки каждого вывода не более 3 с. Температура жала паяльника не более 250° С.

4. Для обеспечения устойчивой работы дефензора рекомендуется соблюдать следующие условия:

$$E_а \geqslant E_у + 1\ \text{В},$$

где $E_а$ — напряжение источника питания цепи анода; $E_у$ — напряжение источника питания цепи электрода удержания.

5. Сопротивление внешней цепи между электродом запуска и катодом не должно превышать 1 кОм.

6. Ток электрода удержания рекомендуется выбирать из условий:

$$I_у \geqslant 100\ \text{мА при } I_а < 1\ \text{А};$$

$$I_у \geqslant 0{,}1 \cdot I_а,\ I_{у,и} \geqslant 0{,}1 \cdot I_{а,и} \text{ при } 1\ \text{А} \leqslant I_а \leqslant 5\ \text{А};$$

$$I_{у,и} \geqslant \left(0{,}1 + \frac{I_{а,и} - 5\text{А}}{100}\right) \cdot I_{а,и} \text{ при } I_{а,и} > 5\ \text{А}.$$

Для конкретного дефензора допускается устанавливать ток электрода удержания исходя из условия $I_у(I_{у,и}) > I_{у,выкл}$ при заданном токе анода с учетом зависимости $I_{у,выкл} = f(T_к)$

7. Амплитуда отпирающих импульсов в диапазоне температур $-60°\,C \ldots T_к=+125°\,C$ должна быть не менее 3,5 В при $I_а \leqslant 5$ А и не менее 5 В при $I_а > 5$ А.

Длительность отпирающих импульсов должна быть не менее 0,5 мкс.

8. Во всем диапазоне температур $-60°\,C \ldots T_к = +125°\,C$ дефензор надежно включается при импульсном токе запуска более 10 мА при $I_а(I_{а,и}) \leqslant 5$ А и более 20 мА при $I_{а,и} > 5$ А.

9. Для выключения прибора необходимо увеличить отношение тока анода к току электрода удержания до достижения точки выключения. Во время выключения напряжение на электроде удержания не должно превышать 2 В.

10. Во избежание самопроизвольного включения дефензора при подаче питающих напряжений $E_а$, $E_у$ не допускается подача напряжения на электрод удержания ранее напряжения анода.

11. При всех условиях эксплуатации запрещается подавать на анод дефензора напряжение отрицательной полярности.

12. Допускается параллельное соединение любого числа дефензоров. При этом должны быть приняты меры, обеспечивающие условия, при которых значения постоянного или импульсного тока анода через дефензор не превышали бы максимально допустимых.

13. Допустимое значение статического потенциала не более 200 В.

Раздел шестнадцатый

Полупроводниковые приборы общего применения

16.1. Стабилитроны

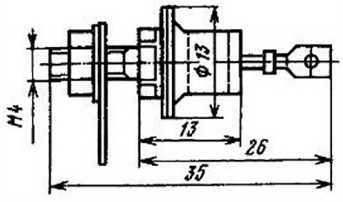
Д815А, Д815Б, Д815В, Д815Г, Д815Д, Д815Е, Д815Ж, Д816А, Д816Б, Д816В, Д816Г, Д816Д, Д817А, Д817Б, Д817В, Д817Г

Стабилитроны кремниевые диффузионно-сплавные средней и большой мощности. Предназначены для стабилизации номинального напряжения от 5,6 до 100 В в диапазоне токов стабилизации от 5...50 мА до 0,05...1,4 А, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип стабилитрона указывается на корпусе. Корпус стабилитрона в рабочем режиме служит отрицательным электродом (катодом).

Масса стабилитрона с комплектующими деталями не более 6 г.

Д815(А-Ж), Д816(А-Д), Д817(А-Г)



Электрические параметры

Напряжение стабилизации:

при $I_{ст}$=1 А:	
Д815А	5,0...6,2 В
Д815Б	6,1...7,5 В
Д815В	7,4...9,1 В
при $I_{ст}$=500 мА:	
Д815Г	9,0...11,0 В
Д815Д	10,8...13,3 В
Д815Е	13,3...16,4 В
Д815Ж	16,2...19,8 В
при $I_{ст}$=150 мА:	
Д816А	19,6...24,2 В
Д816Б	24,2...29,5 В
Д816В	29,5...36,0 В
Д816Г	35,0...43,0 В
Д816Д	42,5...51,5 В
при $I_{ст}$=50 мА:	
Д817А	50,5...61,5 В
Д817Б	61,0...75,0 В
Д817В	74,0...90,0 В
Д817Г	90,0...110,0 В

Температурный коэффициент напряжения стабилизации при T=—60...+120° С, не более:

$I_{ст}$=360 мА для Д815А	0,045%/°С
$I_{ст}$=300 мА для Д815Б	0,050%/°С
$I_{ст}$=250 мА для Д815В	0,070%/°С
$I_{ст}$=200 мА для Д815Г	0,080%/°С
$I_{ст}$=170 мА для Д815Д	0,090%/°С
$I_{ст}$=135 мА для Д815Е	0,100%/°С
$I_{ст}$=110 мА для Д815Ж	0,110%/°С
$I_{ст}$=90 мА для Д816А, $I_{ст}$=30 мА для Д817Б, $I_{ст}$=25 мА для Д817В, $I_{ст}$=20 мА для Д817Г	0,140%/°С

Временная нестабильность напряжения стабилизации, не более:

при $I_{ст}$=1 А для Д815А, Д815Б, Д815В и $I_{ст}$=500 мА для Д815Г, Д815Д, Д815Е, Д815Ж	4%
при $I_{ст}$=150 мА для Д816А, Д816Б, Д816В, Д816Г, Д816Д	5%
при $I_{ст}$=50 мА для Д817А, Д817Б, Д817В, Д817Г	6%

Дифференциальное сопротивление, не более:

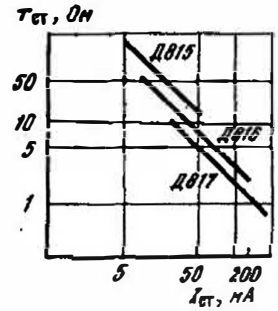
при $I_{ст}$=1 А, T=+25° С:	
Д815А	0,6 Ом
Д815Б	0,8 Ом
Д815В	1,0 Ом
при $I_{ст}$=500 мА, T=+25° С:	
Д815Г	1,8 Ом
Д815Д	2,0 Ом
Д815Е	2,5 Ом
Д815Ж	3,0 Ом
при $I_{ст}$=150 мА, T=+25° С:	
Д816А	7 Ом
Д816Б	8 Ом
Д816В	10 Ом
Д816Г	12 Ом
Д816Д	15 Ом
при $I_{ст}$=50 мА, T=+25° С:	
Д815А	20 Ом
Д815Б	15 Ом
Д815В	8 Ом
Д817А	35 Ом
Д817Б	40 Ом
Д817В	45 Ом
Д817Г	50 Ом
при $I_{ст}$=25 мА, T=+25° С:	
Д815Г	15 Ом
Д815Д	20 Ом
Д815Е	25 Ом
Д815Ж	30 Ом
при $I_{ст}$=10 мА, T=+25° С:	
Д816А	120 Ом
Д816Б, Д816В, Д816Г, Д817Д	150 Ом
при $I_{ст}$=5 мА, T=+25° С:	
Д817А, Д817Б	200 Ом
Д817В, Д817Г	300 Ом
при $I_{ст}$=50 мА, T=—60 и +120° С:	

Д815А . . . . . 30 Ом
Д815Б . . . . . 20 Ом
Д815В . . . . . 12 Ом
при $I_{ст}$=25 мА, T=—60 и +120° С:
Д815Г . . . . . 20 Ом
Д815Д . . . . . 30 Ом
Д815Е . . . . . 40 Ом
Д815Ж . . . . . 50 Ом
при $I_{ст}$=10 мА, T=—60 и +120° С:
Д816А . . . . . 150 Ом
Д816Б . . . . . 180 Ом
Д816В . . . . . 200 Ом
Д816Г . . . . . 250 Ом
Д816Д . . . . . 300 Ом
при $I_{ст}$=5 мА, T=—60 и +120° С:
Д817А, Д817Б . . . . . 600 Ом
Д817В . . . . . 600 Ом
Д817Г . . . . . 800 Ом
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=500 мА, не более . . . . . 1,5 В
Постоянное обратное напряжение при $I_{обр}$=50 мкА, не менее:
Д816А . . . . . 16 В
Д816Б . . . . . 19 В
Д816В . . . . . 23 В
Д816Г . . . . . 27 В
Д816Д . . . . . 33 В
Д817А . . . . . 39 В
Д817Б . . . . . 47 В
Д817В . . . . . 57 В
Д817Г . . . . . 70 В

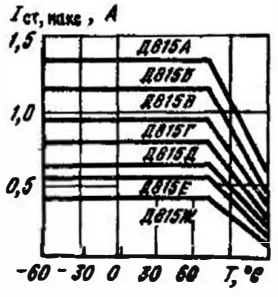
Предельные эксплуатационные данные

Д815А, Д815Б, Д815В . . . . . 50 мА
Д815Г, Д815Д, Д815Е, Д815Ж . 25 мА
Д816А, Д816Б, Д816В, Д816Г, Д816Д . . . . . 10 мА
Д817А, Д817Б, Д817В, Д817Г . 5 мА
Максимальный ток стабилизации:
при $T \leqslant +75°$ С:
Д815А . . . . . 1,40 А
Д815Б . . . . . 1,15 А
Д815В . . . . . 950 мА
Д815Г . . . . . 800 мА
Д815Д . . . . . 650 мА
Д815Е . . . . . 550 мА
Д815Ж . . . . . 450 мА
Д816А . . . . . 230 мА
Д816Б . . . . . 180 мА
Д816В . . . . . 150 мА
Д816Г . . . . . 130 мА
Д816Д . . . . . 110 мА
Д817А . . . . . 90 мА
Д817Б . . . . . 75 мА
Д817В . . . . . 60 мА
Д817Г . . . . . 50 мА
$T_к$=+130° С:
Д815А . . . . . 360 мА
Д815Б . . . . . 300 мА
Д815В . . . . . 250 мА
Д815Г . . . . . 200 мА
Д815Д . . . . . 170 мА
Д815Е . . . . . 135 мА
Д815Ж . . . . . 110 мА
Д816А . . . . . 90 мА
Д816Б . . . . . 75 мА
Д816В . . . . . 60 мА
Д816Г . . . . . 55 мА
Д816Д . . . . . 45 мА
Д817А . . . . . 35 мА
Д817Б . . . . . 30 мА
Д817В, Д817Г . . . . . 25 мА

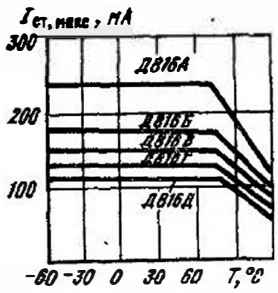
Постоянный прямой ток . . . . . 1 А
Перегрузка по току стабилизации в течение 1 с:
при $T \leqslant +75°$ С:
Д815А . . . . . 8,8 А
Д815Б . . . . . 2,3 А
Д815В . . . . . 1,9 А
Д815Г . . . . . 1,6 А
Д815Д . . . . . 1,3 А
Д815Е . . . . . 1,1 А
Д815Ж . . . . . 900 мА
Д816А . . . . . 460 мА
Д816Б . . . . . 360 мА
Д816В . . . . . 300 мА
Д816Г . . . . . 260 мА
Д816Д . . . . . 220 мА
Д817А . . . . . 180 мА
Д817Б . . . . . 150 мА
Д817В . . . . . 120 мА
Д817Г . . . . . 100 мА
$T_к$=+130° С:
Д815А . . . . . 720 мА
Д815Б . . . . . 600 мА
Д815В . . . . . 500 мА
Д815Г . . . . . 400 мА
Д815Д . . . . . 340 мА
Д815Е . . . . . 270 мА
Д815Ж . . . . . 220 мА
Д816А . . . . . 180 мА
Д816Б . . . . . 150 мА
Д816В . . . . . 120 мА
Д816Г . . . . . 110 мА
Д816Д . . . . . 90 мА
Д817А . . . . . 70 мА
Д817Б . . . . . 60 мА
Д817В, Д817Г . . . . . 50 мА
Рассеиваемая мощность:
при $T \leqslant +75°$ С:
Д815А, Д815Б, Д815В, Д815Г, Д815Д, Д815Е, Д815Ж . . . 8 Вт
Д816А, Д816Б, Д816В, Д816Г, Д816Д, Д817А, Д817Б, Д817В, Д817Г . . . . . 5 Вт
при $T_к$=+130° С . . . . . 2 Вт
Температура корпуса . . . . . +130° С
Температура окружающей среды . —60 . . . . . +120° С



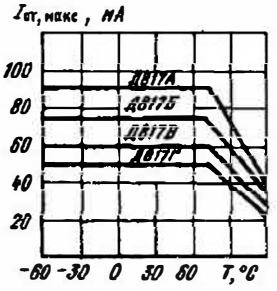
Зависимость дифференциального сопротивления от тока при T=+25° С



Зависимость максимального тока стабилизации от температуры



Зависимость максимального тока стабилизации от температуры



Зависимость максимального тока стабилизации от температуры

Рекомендации по применению

1. Стабилитроны необходимо крепить к теплоотводящему радиатору, обеспечивающему температуру корпуса не выше 130° С. Рекомендуется применять алюминиевые радиаторы черного цвета толщиной 3 ... 4 мм, площадью не менее 100 см². При креплении стабилитронов к радиатору крутящий момент, воздействующий на вывод катода, не должен превышать 1,17 Н·м Запрещается прилагать к анодному выводу растягивающую силу более 14,7 Н и изгибающее усилие, превышающее 7,35 Н в месте просечки.

2. Пайка анодного вывода допускается не ближе 5 мм от корпуса, время пайки не более 3 с при температуре жала паяльника не выше 280° С

3. Допускается последовательное соединение любого числа стабилитронов.

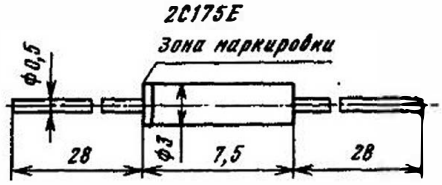
4. Параллельное включение стабилитронов разрешается при условии, что суммарная рассеиваемая на всех стабилитронах мощность не превышает допустимую рассеиваемую мощность для одного стабилитрона.

2С175Е, КС175Е, 2С182Е, КС182Е, 2С191Е, КС191Е, 2С210Е, КС210Е, 2С211Е, КС211Е, 2С212Е, КС212Е, 2С213Е, КС213Е

Стабилитроны кремниевые планарные малой мощности импульсные. Предназначены для стабилизации постоянного и импульсного номинального напряжения от 7,5 до 13 В в диапазоне токов стабилизации от 3 до 12 ... 20 мА (постоянного) и до 200 мА (импульсного), для ограничения импульсов напряжения с длительностью фронта не менее 5 нс, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянных корпусах КД-2 и КД-4 с гибкими выводами. Тип стабилитрона и схема соединения электродов с выводами стабилитронов, выпускаемых в корпусе КД-4, указываются на корпусе. Стабилитроны в корпусе КД-2 маркируются условным цветовым кодом, в состав которого входят зеленая метка на торце со стороны катодного вывода и кольцевая полоса со стороны катодного вывода: белого цвета — для 2С175Е, желтого цвета — для 2С182Е, голубого цвета — для 2С191Е, зеленого цвета — для 2С210Е, синего цвета — для 2С211Е, оранжевого цвета — для 2С212Е, черного цвета — для 2С213Е.

Масса стабилитрона в корпусе КД-2 не более 0,2 г, в корпусе КД-4 не более 0,4 г.



Электрические параметры

Напряжение стабилизации номинальное при $I_{ст}$=5 мА:

2С175Е, КС175Е	7,5 В
2С182Е, КС182Е	8,2 В
2С191Е, КС191Е	9,1 В
2С210Е, КС210Е	10 В
2С211Е, КС211Е	11 В
2С312Е, КС212Е	12 В
2С213Е, КС213Е	13 В

Разброс напряжения стабилизации при $I_{ст}$=5 мА, T=+30° С:

2С175Е	7,15 ... 7,9 В
2С182Е	7,8 ... 8,6 В
2С191Е	8,6 ... 9,5 В
2С210Е	9,5 ... 10,5 В
2С211Е	10,5 ... 11,6 В
2С212Е	11,4 ... 12,6 В
2С213Е	12,4 ... 13,7 В
КС175Е	7,1 ... 7,9 В
КС182Е	7,4 ... 9,0 В
КС191Е	8,6 ... 9,6 В
КС210Е	9,0 ... 11,0 В
КС211Е	10,4 ... 11,6 В
КС212Е	10,8 ... 13,2 В
КС213Е	12,3 ... 13,7 В

при $I_{ст}$=5 мА, T=−60° С

2С175Е	5,9 ... 7,9 В
2С182Е	6,6 ... 8,6 В
2С191Е	7,4 ... 9,5 В
2С210Е	8,3 ... 10,5 В
2С211Е	9,2 ... 11,6 В
2С212Е	10,6 ... 12,6 В
2С213Е	11,2 ... 13,7 В

T=+125° С:

2С175Е	7,15 ... 9,2 В
2С182Е	7,8 ... 10 В
2С191Е	8,6 ... 10,9 В
2С210Е	9,5 ... 11,8 В
2С211Е	10,5 ... 12,9 В
2С212Е	11,4 ... 13,9 В
2С213Е	12,4 ... 15 В

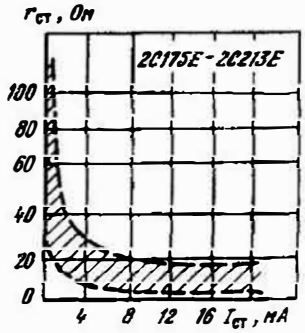
Температурный коэффициент напряжения стабилизации в рабочем диапазоне температур, не более	0,1 %/°С
Временная нестабильность напряжения стабилизации 2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е, 2С212Е, 2С213Е	±1,5%
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=20 мА для 2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е, 2С211Е, 2С212Е, 2С213Е, не более	1,5 В
Постоянный обратный ток при обратном напряжении 6 В для 2С175Е, 6,5 В для 2С182Е, 8 В для 2С191Е, 8 В для 2С210Е, 8,5 В для 2С211Е, 9,5 В для 2С212Е, 10 В для 2С213Е, не более	50 мкА
Дифференциальное сопротивление, не более:	
при $I_{ст}$=5 мА, T=+25° С	30 Ом
при $I_{ст}$=5 мА, T=−60° С для 2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е, 2С211Е, 2С212Е, 2С213Е	30 Ом
при $I_{ст}$=5 мА, T=+125° С для 2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е,	

2С211Е, 2С212Е, 2С213Е	60 Ом
Общая емкость 2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е, 2С211Е, 2С212Е, 2С213Е, не более:	
при $U_{обр}$=0,1 В	15 пФ
при $U_{обр}$=5 В	7 пФ
Время спада переходной характеристики в режиме ограничения импульсов при $t_и \leqslant 5$ нс, $t_ф$=0,15 нс, $R_г$=50 Ом, $R_н$=50 Ом для 2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е, 2С211Е, 2С212Е, 2С213Е, не более:	
при переключении с $I_{пр}$=20 мА на предпробойный участок . . .	0,8 нс
при переключении с $I_{пр}$=50 мА на предпробойный участок . . .	0,9 нс
при переключении с $I_{пр}$=20 мА на участок стабилизации, $I_{ст}$= =15 . . . 100 мА	1,1 нс
при переключении с $I_{пр}$=50 мА на участок стабилизации, $I_{ст}$= =15 . . . 1000 мА	1,4 нс
Время выхода на режим:	
при измерении $I_{ст}$	5 с
при измерении $I_{ст}$ точно	10 мин

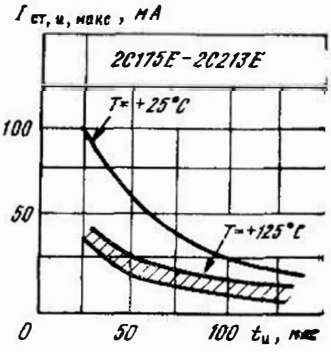
Предельные эксплуатационные данные

Минимальный ток стабилизации . .	3 мА
Максимальный ток стабилизации[1].	
при T=—60 . . . +35° С:	
2С175Е	20 мА
2С182Е	18 мА
КС175Е	17 мА
2С191Е	16 мА
2С210Е, КС182Е	15 мА
2С211Е, КС191Е	14 мА
2С212Е, КС210Е	13 мА
2С213Е, КС211Е	12 мА
КС212Е	11 мА
КС213Е	10 мА
при T=+125° С:	
2С175Е	13 мА
2С182Е	12 мА
2С191Е	11 мА
2С210Е	10 мА
2С211Е	9 мА
2С212Е	8 мА
2С213Е	7,5 мА
Максимальный импульсный ток стабилизации при $t_и \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant$ $\geqslant$10 . . . 100:	
T=—60 . . . +35° С для 2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е, 2С211Е, 2С212Е, 2С213Е	200 мА
T=+125° С:	
2С175Е	100 мА
2С182Е, 2С191Е	90 мА
2С210Е, 2С211Е	80 мА
2С212Е, 2С213Е	70 мА
Постоянный прямой ток	20 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
при T=—60 . . . +25° С:	
2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е, 2С211Е, 2С212Е, 2С213Е КС175Е, КС182Е, КС191Е, КС210Е, КС211Е, КС212Е, КС213Е	150 мВт 125 мВт
при T=+125° С для 2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е, 2С211Е, 2С212Е, 2С213Е	100 мВт
Температура p-n перехода, 2С175Е, 2С182Е, 2С191Е, 2С210Е, 2С211Е, 2С212Е, 2С213Е	+150° С
Температура окружающей среды .	—60 . . . +125° С

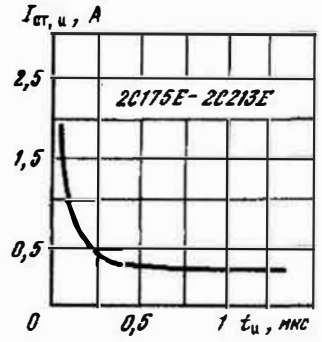
[1] В интервале температур окружающей среды +35 . . . +125° С допустимые значения максимального тока стабилизации и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зона возможных положений зависимости дифференциального сопротивления от тока



Зависимость максимального тока от длительности импульса



Зависимость амплитуды импульсной нагрузки от длительности импульса при T=+25° С

Рекомендации по применению

1. В режиме стабилизации напряжения стабилитрон должен быть включен полярностью, обратной указанной на корпусе. Разрешается работа стабилитронов при постоянных и импульсных обратных напряжениях от нуля до напряжения стабилизации.

2. Изгиб выводов допускается не ближе 3 мм от корпуса, радиус закругления не менее 1,5 мм Растягивающая выводы сила не должна превышать 9,8 Н.

3. Минимальное расстояние места пайки выводов от корпуса 5 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С

4. Допускается последовательное или параллельное соединение любого числа стабилитронов.

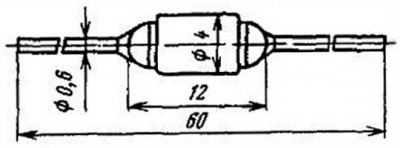
Д219С, Д220С, Д223С

Стабисторы кремниевые микросплавные малой мощности. Предназначены для стабилизации постоянного и импульсного напряжений и ограничения импульсов напряжения, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип стабистора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса стабистора не более 0,5 г.

Д219С, Д220С, Д223С



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение:

при $I_{ст}$=1 мА, T=+25° С:	
Д219С	0,57 В
Д220С, Д223С	0,59 В
при $I_{ст}$=1 мА, T=—60 и +120° С:	
Д219С	0,35 В
Д220С, Д223С	0,36 В
при $I_{ст}$=50 мА, T=+25° С:	
Д219С, Д223С	1 В
Д220С	1,5 В
при $I_{ст}$=50 мА, T=—60° С:	
Д219С, Д223С	1,3 В
Д220С	1,75 В
при $I_{ст}$=40 мА, T=+120° С:	
Д219С, Д223С	1,1 В
Д220С	1,9 В

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток[1]:	
при T=—60...+25° С	50 мА
при T=+120° С	20 мА
Импульсный прямой ток при $t_и \leqslant$ $\leqslant$10 мкс	500 мА
Однократный импульс прямого тока при T=+25° С, $t_и$=0,5 с (аварийная перегрузка)	200 мА
Температура окружающей среды	—60 +120° С

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 2 мм от корпуса, радиус закругления не менее 1,5 мм Растягивающая сила не должна превышать 19,6 Н для катодного вывода и 9,8 Н для анодного.

2. Минимальное расстояние места пайки выводов от корпуса 5 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С.

3. Допускается последовательное или параллельное соединение любого числа стабисторов.

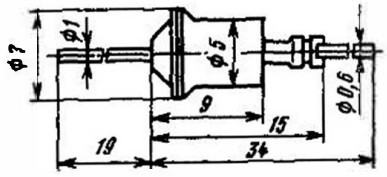
2С433А, КС433А, 2С439А, КС439А, 2С447А, КС447А, 2С456А, КС456А, 2С468А, КС468А

Стабилитроны кремниевые диффузионно-сплавные средней мощности Предназначены для стабилизации номинального напряжения от 3,3 до 6,8 В в диапазоне токов стабилизации от 30 до 229 мА, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип стабилитрона указывается на корпусе. Корпус стабилитрона в рабочем режиме служит положительным электродом (анодом).

Масса стабилитрона не более 1 г.

2С433А-2С468А, КС433А-КС468А



Электрические параметры

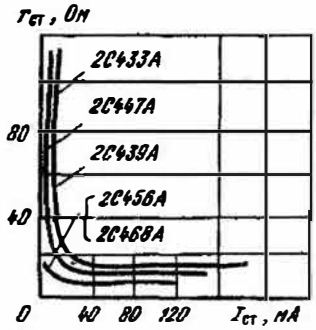
Номинальный ток стабилизации:	
2С433А	60 мА
2С439А	51 мА
2С447А	43 мА
2С456А	36 мА
2С468А	29 мА
КС433А, КС439А, КС447А, КС456А, КС468А	30 мА
Напряжение стабилизации при $I_{ст}$=$I_{ст.ном}$:	
T=+25° С:	
2С433А, КС433А	2,97...3,63 В
2С439А, КС439А	3,51...4,29 В
2С447А, КС447А	4,23...5,17 В
2С456А, КС456А	5,04...6,16 В
2С468А, КС468А	6,12...7,48 В
T=—60° С:	
2С433А, КС433А	2,97...3,89 В
2С439А, КС439А	3,51...4,59 В
2С447А, КС447А	4,00...5,30 В
2С456А, КС456А	4,82...6,16 В
2С468А, КС468А	5,78...7,48 В
T=+100° С:	
КС433А	2,66...3,63 В
КС439А	3,15...4,29 В
КС447А	3,87...5,33 В
КС456А	5,04...6,49 В
КС468А	6,12...8,00 В
T=+125° С:	
2С433А	2,66...3,63 В
2С439А	3,15...4,29 В
2С447А	3,67...5,33 В
2С456А	5,04...6,49 В
2С468А	6,12...8,00 В
Температурный коэффициент напряжения стабилизации при T=—60° С...$T_{макс}$, $I_{ст}$=$I_{ст.ном}$:	
2С433А, 2С439А, КС433А, КС439А	—0,1%/°С...0
2С447А, КС447А	—0,08... ...0,03%/°С
2С456А, КС456А	0...0,05%/°С
2С468А, КС468А	0...0,065%/°С
Временная нестабильность напряжения стабилизации при $I_{ст}$=$I_{ст.ном}$	±1,5%
Дифференциальное сопротивление, не более:	
при $I_{ст}$=$I_{ст.ном}$, T=+25° С:	
КС433А, КС439А	25 Ом

[1] В интервале температур окружающей среды +25...+120° С допустимые значения постоянного и среднего прямого тока снижаются линейно.

КС477А	18 Ом
2С433А	14 Ом
2С439А	12 Ом
2С447А, КС456А	10 Ом
2С456А	7 Ом
2С468А, КС468А	5 Ом
при $I_{ст}=I_{ст,ном}$, $T=-60°$ С:	
КС433А, КС439А	25 Ом
КС447А	20 Ом
2С433А	17 Ом
2С439А	14 Ом
2С447А, КС456А	12 Ом
2С456А	8,5 Ом
2С468А, КС468А	6,5 Ом
при $I_{ст}=I_{ст,ном}$, $T=+100°$ С:	
КС433А, КС439А	35 Ом
КС447А	30 Ом
КС456А	25 Ом
КС468А	17 Ом
при $I_{ст}=I_{ст,ном}$, $T=+125°$ С:	
2С433А	29 Ом
2С439А	27 Ом
2С447А	24 Ом
2С456А	21 Ом
2С468А	17 Ом
при $I_{ст}=3$ мА, $T=+25°$ С	
2С433А, 2С439А, 2С447А, КС433А, КС439А, КС447А	180 Ом
2С456А, КС456А	145 Ом
2С468А, КС468А	70 Ом
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА для 2С433А, 2С439А, 2С447А, 2С456А, 2С468А, не более	1 В
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=0{,}7\ U_{ст,ном}$ для 2С433А, 2С439А, 2С447А, 2С456А, 2С468А, не более	1,5 мА

Предельные эксплуатационные данные

Минимальный ток стабилизации	3 мА
Максимальный ток стабилизации[1]:	
при $T\leqslant+35°$ С:	
2С433А	229 мА
2С439А	212 мА
2С447А	190 мА
2С456А	167 мА
2С468А	142 мА
при $T\leqslant+50°$ С:	
КС433А	191 мА
КС439А	176 мА
КС447А	159 мА
КС456А	139 мА
КС468А	119 мА
при $T=+100°$ С:	
КС433А	60 мА
КС439А	51 мА
КС447А	43 мА
КС456А	36 мА
КС468А	30 мА
при $T=+125°$ С	
2С433А	60 мА
2С439А	51 мА
2С447А	43 мА
2С456А	36 мА
2С468А	29 мА
Импульсный ток одноразовой перегрузки для двух импульсов с $t_и=1$ с и интервалом между ними 1 мин при $T=+25°$ С:	
КС433А	382 мА
КС439А	352 мА
КС447А	318 мА
КС456А	278 мА
КС468А	238 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
при $T\leqslant+35°$ С для 2С433А, 2С439А, 2С447А, 2С456А, 2С468А	1 Вт
при $T\leqslant+50°$ С для КС433А, КС439А, КС447А, КС456А, КС468А	1 Вт
при $T=T_{макс}$	0,2 Вт
Температура окружающей среды:	
2С433А, 3С439А, 2С447А, 2С456А, 2С468А	—60...+125° С
КС433А, КС439А, КС447А, КС456А, КС468А	—60...+100° С



Зависимости дифференциального сопротивления от тока

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 2 мм от корпуса или расплющенной части катодного вывода, радиус закругления не менее 1,5 мм. Растягивающая сила не должна превышать 19,6 Н для анодного вывода и 9,8 Н для катодного.

2. Минимальное расстояние места пайки от корпуса стабилитрона 5 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С (+100° С для КС433А—КС468А).

3. Допускается последовательное или параллельное соединение любого числа стабилитронов.

2С482А, КС482А, 2С510А, КС510А, 2С512А, КС512А, 2С515А, КС515А, 2С518А, КС518А, 2С522А, КС522А, 2С524А, 2С527А, КС527А, 2С530А, 2С536А

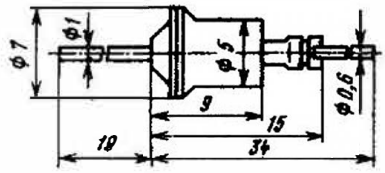
Стабилитроны кремниевые планарные средней мощности. Предназначены для стабилизации номинального напряжения от 8,2 до 36 В в диапазоне токов стабилизации от 1 до 96 мА, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип стабилитрона указывается на корпусе. Корпус стабилитрона в рабочем режиме служит положительным электродом (анодом).

Масса стабилитрона не более 1 г.

[1] В интервале температур окружающей среды +35° С (+50° С для КС433А—КС468А) до $T_{макс}$ допустимые значения максимального тока стабилизации и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

2С482А–2С536А, КС482А–КС527А



Электрические параметры

Напряжение стабилизации при $I_{ст}$ = =5 мА:

T = +30° С:

2С482А, КС482А	7,4 . . 9,0 В
2С510А, КС510А	9,0 . . . 11,0 В
2С512А, КС512А	10,8 . . . 13,2 В
2С515А, КС515А	13,5 . . . 16,5 В
2С518А, КС518А	16,2 . . . 19,8 В
2С522А, КС522А	19,8 . . . 24,2 В
2С524А	22,8 . . . 25,2 В
2С527А, КС527А	24,3 . . . 39,7 В
2С530А	28,5 . . . 31,5 В
2С536А	34,2 . . . 37,8 В

T = —60° С:

2С482А, КС482А	6,9 . . . 9,0 В
2С510А, КС510А	8,2 . . . 11,0 В
2С512А, КС512А	9,9 . . . 13,2 В
2С515А, КС515А	12,3 . . . 16,5 В
2С518А, КС518А	14,7 . . . 19,8 В
2С522А, КС522А	17,9 . . . 24,2 В
2С524А	20,5 . . . 25,2 В
2С527А, КС527А	22,0 . . . 29,7 В
2С530А	25,8 . . . 31,5 В
2С536А	30,8 . . . 37,8 В

T = +100° С:

КС482А	7,4 . . . 9,7 В
КС510А	9,0 . . . 12,0 В
КС512А	10,8 . . . 14,5 В
КС515А	13,5 . . . 18,1 В
КС518А	16,2 . . . 21,7 В
КС522А	19,8 . . . 26,6 В
КС527А	24,3 . . . 32,6 В

T = +125° С:

2С482А	7,4 . . . 9,7 В
2С510А	9,0 . . . 12,0 В
2С512А	10,8 . . . 14,5 В
2С515А	13,5 . . . 18,1 В
2С518А	16,2 . . . 21,7 В
2С522А	19,8 . . . 26,6 В
2С524А	22,8 . . . 27,9 В
2С527А	24,3 . . . 32,6 В
2С530А	28,5 . . . 34,6 В
2С536А	24,2 . . . 42,0 В

Температурный коэффициент напряжения стабилизации при T = =—60° С . . . $T_{макс}$, $I_{ст}$ =5 мА, не более:

2С482А, КС482А	0,08%/°С
2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, 2С524А, 2С527А, 2С530А, 2С536А, КС510А, КС512А, КС515А, КС518А, КС522А, КС527А	0,10%/°С

Временная нестабильность напряжения стабилизации при $I_{ст}$ =5 мА . . . . . 1,5%[1]

Дифференциальное сопротивление, не более:

при $I_{ст}$ =1 мА, T = +25° С:

2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, КС482А, КС510А, КС512А, КС515А, КС518А, КС522А	25 Ом
2С524А	30 Ом
2С527А, КС527А	40 Ом
2С530А	45 Ом
2С536А	50 Ом

при $I_{ст}$ =5 мА, T = —60° С:

2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, КС482А, КС510А, КС512А, КС515А, КС518А, КС522А	50 Ом
2С524А	60 Ом
2С527А, КС527А	80 Ом
2С530А	90 Ом
2С536А	100 Ом

при $I_{ст}$ =5 мА, T = +100° С:

КС482А, КС510А, КС512А, КС515А, КС518А, КС522А	50 Ом
КС527А	65 Ом

при $I_{ст}$ =5 мА, T = +125° С:

2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, 2С524А	50 Ом
2С527А	65 Ом
2С530А	70 Ом
2С536А	75 Ом

при $I_{ст}$ =1 мА, T = +25° С:

2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, 2С524А, 2С527А, 2С530А, КС482А, КС512А, КС515А, КС518А, КС510А, КС522А, КС527А	200 Ом
2С536А	240 Ом

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$ =50 мА, не более . . . . . 1 В

Предельные эксплуатационные данные

Минимальный ток стабилизации . . 1 мА

Максимальный ток стабилизации[1]:

при $T \leqslant$ +35° С и $P \leqslant$ 101 990 Па:

2С482А	96 мА
2С510А	79 мА
2С512А	67 мА
2С515А	53 мА
2С518А	45 мА
2С522А	37 мА
2С524А	33 мА
2С527А	30 мА
2С530А	27 мА
2С536А	23 мА

при $T \leqslant$ +50° С:

КС482А	96 мА
КС510А	79 мА
КС512А	67 мА
КС515А	53 мА
КС518А	45 мА
КС522А	37 мА
КС527А	30 мА

при T = +100° С:

КС482А	20,0 мА
КС510А	16,0 мА
КС512А	14,0 мА
КС515А	11,0 мА
КС518А	9,0 мА
КС522А	7,5 мА
КС527А	6,0 мА

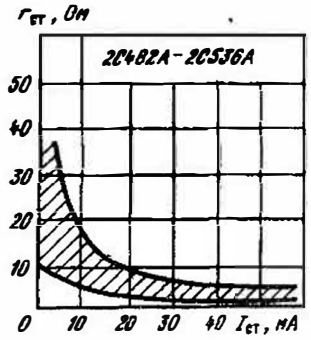
при T = +125° С:

2С482А	20,0 мА
2С510А	16,0 мА
2С512А	14,0 мА
2С515А	11,0 мА

2С518А	9,0 мА
2С522А	7,5 мА
2С524А	7,0 мА
2С527А	6,0 мА
2С530А	5,5 мА
2С536А	5,0 мА
при $T \leqslant +35°$ С и $P=665$ Па:	
2С482А	48,0 мА
2С510А	39,5 мА
2С512А	33,5 мА
2С515А	26,5 мА
2С518А	22,5 мА
2С522А	18,5 мА
2С524А	16,5 мА
2С527А	15,0 мА
2С530А	13,5 мА
2С536А	11,5 мА
при $T=+125°$ С и $P=665$ Па:	
2С482А	10,0 мА
2С510А	8,0 мА
2С512А	7,0 мА
2С515А	5,5 мА
2С518А	4,5 мА
2С522А	3,8 мА
2С524А	3,5 мА
2С527А	3,0 мА
2С530А	2,7 мА
2С536А	2,5 мА
Постоянный прямой ток[2]	50 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
при $T \leqslant +35°$ С и $P=101\,990$ Па для 2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, 2С524А, 2С527А, 2С530А, 2С536А	1 Вт
при $T \leqslant +50°$ для КС482А, КС510А, КС512А, КС515А, КС518А, КС522А, КС527А	1 Вт
при $T=+100°$ С для КС482А, КС510А, КС512А, КС515А, КС518А, КС522А, КС527А	0,2 Вт
при $T=+125°$ С и $P=101\,990$ Па для 2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, 2С524А, 2С527А, 2С530А, 2С536А	0,2 Вт
при $T \leqslant +35°$ С и $P=665$ Па для 2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А 2С518А, 2С522А, 2С524А, 2С527А, 2С530А, 2С536А	0,5 Вт
при $T=+125°$ С и $P=665$ Па для 2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, 2С524А, 2С527А, 2С530А, 2С536А	0,1 Вт
Температура окружающей среды:	
2С482А, 2С510А, 2С512А, 2С515А, 2С518А, 2С522А, 2С524А, 2С527А, 2С530А, 2С536А	$-60 \ldots +125°$ С
КС482А, КС510А, КС512А, КС515А, КС518А, КС522А, КС527А	$-60 \ldots +100°$ С

[1] В интервалах температур окружающей среды +35° С (+50° С для КС482А — КС527А) до $T_{макс}$ и атмосферного давления 101 990 ... 665 Па.

[2] Протекание через стабилитрон прямого тока допускается только при переходных процессах.



Зона возможных положений зависимости дифференциального сопротивления от тока

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 2 мм от корпуса или расплющенной части катодного вывода, радиус закругления не менее 1,5 мм. Растягивающая сила не должна превышать 19,6 Н для анодного вывода и 9,8 Н для катодного.

2. Минимальное расстояние места пайки от корпуса стабилитрона 5 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С (+100° С для КС482А—КС527А).

3. Допускается последовательное или параллельное соединение любого числа стабилитронов.

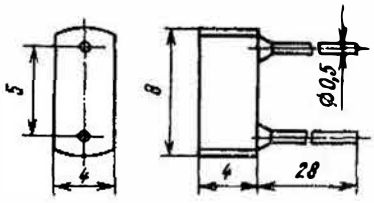
КС533А

Стабилитрон кремниевый диффузионный средней мощности. Предназначен для стабилизации номинального напряжения 33 В в диапазоне токов стабилизации от 3 до 17 мА, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускается в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Тип стабилитрона и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса стабилитрона не более 0,3 г.

КС533А



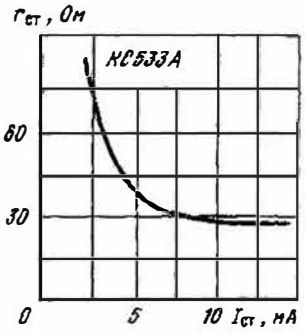
Электрические параметры

Напряжение стабилизации при $I_{ст}=10$ мА	29,7 ... 36,3 В
Температурный коэффициент напряжения стабилизации при $T=-40 \ldots +85°$ С, $I_{ст}=10$ мА, не более ...	0,1%/° С
Дифференциальное сопротивление, не более:	
при $I_{ст}=3$ мА	100 Ом
при $I_{ст}=10$ мА	40 Ом
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА, не более	1 В

Предельные эксплуатационные данные

Минимальный ток стабилизации	3 мА
Максимальный ток стабилизации[1]:	
при $T=+50°$ С	17 мА
при $T=+85°$ С	10 мА

Одноразовая перегрузка по току стабилизации в течение 1 с . . .	20 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
при $T=+50°$ С	640 мВт
при $T=+85°$ С	360 мВт
Температура окружающей среды .	—40 . . . +85° С



Зависимость дифференциального сопротивления от тока при $T=+25°$ С

Рекомендации по применению

В режиме стабилизации напряжения стабилитрон должен быть включен полярностью, обратной указанной на корпусе.

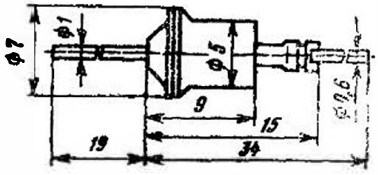
2С551А, КС551А, 2С591А, КС591А, 2С600А, КС600А

Стабилитроны кремниевые планарные средней мощности. Предназначены для стабилизации номинального напряжения от 51 до 100 В в диапазоне токов стабилизации от 1 до 14,6 мА, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип стабилитрона указывается на корпусе. Корпус стабилитрона в рабочем режиме служит положительным электродом (анодом).

Масса стабилитрона не более 1 г.

2С551А–2С600А
КС551А–КС600А



Электрические параметры

Напряжение стабилизации при $I_{ст}=1{,}5$ мА:	
$T=+30°$ С:	
2С551А, КС551А	48 . . . 54 В
2С591А, КС591А	86 . . . 96 В
2С600А, КС600А	95 . . . 105 В
$T=-60°$ С:	
2С551А	42 . . . 54 В
2С591А	76 . . 96 В
2С600А	84 . . . 105 В
$T=+125°$ С:	
2С551А	48 . . . 61 В
2С591А	86 . . . 107 В
2С600А	95 . . . 117 В
Температурный коэффициент напряжения стабилизации при $T=-60...+125°$ С, $I_{ст}=1{,}5$ мА для 2С551А, 2С591А, 2С600А, не более	0,12%/°С
Временная нестабильность напряжения стабилизации при $I_{ст}=1{,}5$ мА для 2С551А, 2С591А, 2С600А . . .	±1,5%
Дифференциальное сопротивление, не более:	
при $I_{ст}=1{,}5$ мА, $T=+25°$ С:	
2С551А, КС551А	200 Ом
2С591А, КС591А	400 Ом
2С600А, КС600А	450 Ом
при $I_{ст}=1{,}5$ мА, $T=-60°$ С:	
2С551А	260 Ом
2С591А	520 Ом
2С600А	600 Ом
при $I_{ст}=1{,}5$ мА, $T=+125°$ С:	
2С551А	300 Ом
2С591А	600 Ом
2С600А	700 Ом
при $I_{ст}=1$ мА, $T=+25°$ С:	
2С551А	300 Ом
2С591А	600 Ом
2С600А	700 Ом
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА для 2С551А, 2С591А, 2С600А, не более	1 В
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=0{,}7U_{ст.ном}$ для 2С551А, 2С591А, 2С600А, не более	5 мкА

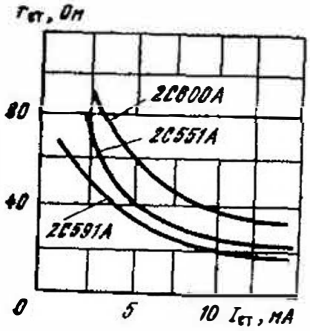
Предельные эксплуатационные данные

Минимальный ток стабилизации . .	1 мА
Максимальный ток стабилизации[1]:	
при $T\leqslant+35°$ С:	
2С551А, КС551А	14,6 мА
2С591А, КС591А	8,8 мА
2С600А, КС600А	8,1 мА
при $T=+125°$ С:	
2С551А, КС551А	3,4 мА
2С591А, КС591А	1,9 мА
2С600А, КС600А	1,6 мА
при $T=+35°$ С и $P=665$ Па:	
2С551А	9,1 мА
2С591А	5,5 мА
2С600А	5,0 мА
при $T=+125°$ С и $P=665$ Па:	
2С551А	2,0 мА
2С591А, 2С600А	1,0 мА
Постоянный прямой ток[2]	50 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
при $T\leqslant+35°$ С	1 Вт
при $T=+125°$ С	0,2 Вт
при $T\leqslant+35°$ С и $P=665$ Па для 2С551А, 2С591А, 2С600А . . .	0,62 Вт
при $T=+125°$ С и $P=665$ для 2С551А, 2С591А, 2С600А	0,12 Вт
Температура окружающей среды .	—60... ...+125° С

[1] В интервале температур окружающей среды +50 . . . +85° С допустимые значения максимального тока стабилизации и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

[1] В интервалах температур окружающей среды +35 . . . +125° С и атмосферного давления 101 990 . . . 665 Па допустимые значения максимального тока стабилизации и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

[2] Протекание через стабилитрон прямого тока допускается только при переходных процессах.



Зависимость дифференциального сопротивления от тока при $T=+25°$ С

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 2 мм от корпуса или расплющенной части катодного вывода, радиус закругления не менее 1,5 мм. Растягивающая сила не должна превышать 19,6 Н для анодного вывода и 9,8 Н для катодного.

2. Минимальное расстояние места пайки выводов от корпуса 5 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +125° С (+100° С для КС551А—КС600А).

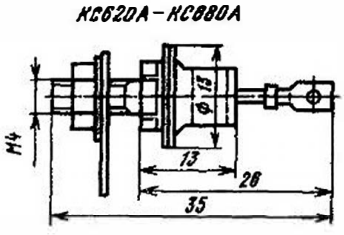
3. Допускается последовательное или параллельное соединение любого числа стабилитронов.

КС620А, КС630А, КС650А, КС680А

Стабилитроны кремниевые диффузионно-сплавные средней мощности. Предназначены для стабилизации номинального напряжения от 120 до 180 В в диапазоне токов стабилизации от 2,5...5 до 28...42 мА, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип стабилитрона указывается на корпусе. Корпус стабилитрона в рабочем режиме служит отрицательным электродом (катодом).

Масса стабилитрона с комплектующими деталями не более 6 г.

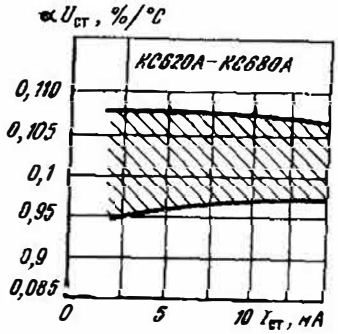


Электрические параметры

Напряжение стабилизации:
при $I_{ст}=50$ мА:
КС620А . . . . . 108...132 В
КС630А . . . . . 117...143 В
при $I_{ст}=25$ мА:
КС650А . . . . . 135...165 В
КС680А . . . . . 162...198 В
Температурный коэффициент напряжения стабилизации при $T=-60$... ...$+125°$ С, не более . . . . . 0,2%/°С
Дифференциальное сопротивление, не более:
при $I_{ст}=50$ мА, $T=+25°$ С:
КС620А . . . . . 150 Ом
КС630А . . . . . 180 Ом
при $I_{ст}=25$ мА, $T=+25°$ С:
КС650А . . . . . 270 Ом
КС680А . . . . . 330 Ом
при $I_{ст}=5$ мА, $T=-60$ и $+25°$ С:
КС620А . . . . . 1,0 кОм
КС630А . . . . . 1,5 кОм
при $I_{ст}=2.5$ мА, $T=-60$ и $+25°$ С:
КС650А . . . . . 2,2 кОм
КС680А . . . . . 2,7 кОм
при $I_{ст}=5$ мА, $T_к=+125°$ С:
КС620А . . . . . 1,5 кОм
КС630А . . . . . 2,25 кОм
при $I_{ст}=2,5$ мА, $T=+125°$ С:
КС650А . . . . . 3,3 кОм
КС680А . . . . . 4,05 кОм
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=500$ мА, не более . . . . . 1,5 В
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=0,7\ U_{ст.ном}$, не более . . . 0,5 мА

Предельные эксплуатационные данные

Минимальный ток стабилизации:
КС620А, КС630А . . . . . 5 мА
КС650А, КС680А . . . . . 2,5 мА
Максимальный ток стабилизации[1]:
при $T_к=+70°$ С:
КС620А . . . . . 42 мА
КС630А . . . . . 32 мА
КС650А . . . . . 33 мА
КС680А . . . . . 28 мА
при $T_к=+125°$ С:
КС620А . . . . . 16 мА
КС630А . . . . . 15 мА
КС650А . . . . . 13 мА
КС680А . . . . . 11 мА
Постоянный прямой ток . . . . . 1 А
Перегрузка по току стабилизации в течение 1 с:
КС620А . . . . . 84 мА
КС630А . . . . . 76 мА
КС650А . . . . . 66 мА
КС680А . . . . . 56 мА
Рассеиваемая мощность[1]:
при $T_к\leqslant+70°$ С . . . . . 5 Вт
при $T_к=+125°$ С . . . . . 2 Вт
Температура окружающей среды . —60...+125° С



Зон возможных положений зависимости температурного коэффициента напряжения стабилизации от тока

[1] В интервале температур корпуса +70...+125° С допустимые значения тока стабилизации и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

Рекомендации по применению

1. Стабилитрон необходимо устанавливать на теплоотводящий радиатор, обеспечивающий температуру корпуса не выше +125° С.

2. Пайка анодного вывода рекомендуется не ближе 5 мм от корпуса, время пайки не более 3 с при мощности паяльника не выше 60 Вт.

3. Допускается последовательное соединение любого числа стабилитронов.

4. Параллельное включение стабилитронов разрешается при условии, что суммарная рассеиваемая на всех стабилитронах мощность не превышает допустимую рассеиваемую мощность для одного стабилитрона.

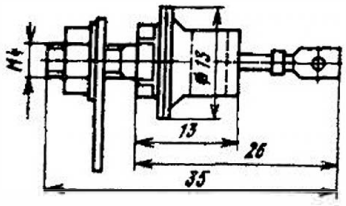
2С920А, 2С930А, 2С950А, 2С980А

Стабилитроны кремниевые диффузионно-сплавные средней мощности. Предназначены для стабилизации номинального напряжения от 120 до 180 В в диапазоне токов стабилизации от 2,5...5 до 28...42 мА, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип стабилитрона указывается на корпусе. Корпус стабилитрона в рабочем режиме служит отрицательным электродом (катодом).

Масса стабилитрона с комплектующими деталями не более 6 г.

2С920А - 2С980А



Электрические параметры

Напряжение стабилизации:
- при $I_{ст}$=50 мА:
  - 2С920А . . . . . 108...132 В
  - 2С930А . . . . . 117...143 В
- при $I_{ст}$=25 мА:
  - 2С950А . . . . . 136...164 В
  - 2С980А . . . . . 162...198 В

Температурный коэффициент напряжения стабилизации при T=—60...+120° С, $I_{ст}$=16 мА для 2С920А, $I_{ст}$=15 мА для 2С930А, $I_{ст}$=13 мА для 2С950А, $I_{ст}$=11 мА для 2С980А, не более . . . . . 0,16%/°С

Временная нестабильность напряжения стабилизации при $I_{ст}$=50 мА для 2С920А, 2С930А, $I_{ст}$=25 мА для 2С950А, 2С980А, не более 4%

Дифференциальное сопротивление, не более:
- при $I_{ст}$=50 мА, T=+25° С:
  - 2С920А . . . . . 100 Ом
  - 2С930А . . . . . 120 Ом
- при $I_{ст}$=25 мА, T=+25° С:
  - 2С950А . . . . . 170 Ом
  - 2С980А . . . . . 220 Ом
- при $I_{ст}$=5 мА, T=+25° С для
  - 2С920А . . . . . 300 Ом
- при $I_{ст}$=5 мА, T=—60 и +120° С:
  - 2С920А . . . . . 1000 Ом
  - 2С930А . . . . . 1600 Ом
- при $I_{ст}$=2,5 мА, T=+25° С:
  - 2С950А . . . . . 1200 Ом
  - 2С980А . . . . . 1500 Ом
- при $I_{ст}$=2,5 мА, T=—60 и +120° С:
  - 2С950А . . . . . 2400 Ом
  - 2С980А . . . . . 3000 Ом

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=500 мА, не более . . . . . 1,5 В

Постоянное обратное напряжение при $I_{обр}$=200 мкА, не менее:
- 2С920А . . . . . 84 В
- 2С930А . . . . . 91 В
- 2С950А . . . . . 105 В
- 2С980А . . . . . 126 В

Предельные эксплуатационные данные

Минимальный ток стабилизации:
- 2С920А, 2С930А . . . . . 5 мА
- 2С950А, 2С980А . . . . . 3,5 мА

Максимальный ток стабилизации[1]:
- при T≤+75° С:
  - 2С920А . . . . . 42 мА
  - 2С930А . . . . . 38 мА
  - 2С950А . . . . . 33 мА
  - 2С980А . . . . . 28 мА
- при T=+120° С:
  - 2С920А . . . . . 16 мА
  - 2С930А . . . . . 15 мА
  - 2С950А . . . . . 13 мА
  - 2С980А . . . . . 11 мА

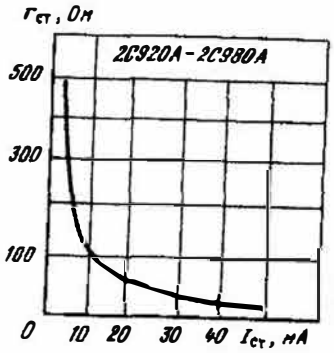
Постоянный прямой ток . . . . 1 А

Перегрузка по току стабилизации в течение 1 с:
- при T≤+75° С:
  - 2С920А . . . . . 84 мА
  - 2С930А . . . . . 76 мА
  - 2С950А . . . . . 66 мА
  - 2С980А . . . . . 56 мА
- при T≤+130° С:
  - 2С920А . . . . . 32 мА
  - 2С930А . . . . . 30 мА
  - 2С950А . . . . . 26 мА
  - 2С980А . . . . . 22 мА

Рассеиваемая мощность[1]:
- при T≤+75° С . . . . . 5 Вт
- при T=+120° С . . . . . 2 Вт

Температура корпуса . . . . . +130° С

Температура окружающей среды . —60...+120° С



Зависимость дифференциального сопротивления от тока

[1] В интервале температур окружающей среды +75...+120° С допустимые значения максимального тока стабилизации и рассеиваемой мощности снижаются линейно.

Рекомендации по применению

1. Стабилитрон необходимо устанавливать на теплоотводящий радиатор, обеспечивающий температуру корпуса не выше +130° С. Рекомендуется применять алюминиевый радиатор черного цвета толщиной 3... ...5 мм, площадью не менее 100 см². При креплении стабилитрона к радиатору крутящий момент, воздействующий на вывод катода, не должен превышать 1,17 Н·м. Запрещается прилагать к анодному выводу растягивающую силу более 14,7 Н и изгибающее усилие, превышающее 7,35 Н в месте просечки.

2. Пайка анодного вывода рекомендуется не ближе 5 мм от корпуса, время пайки не более 3 с при температуре жала паяльника не выше +280° С.

3. Допускается последовательное соединение любого числа стабилитронов.

4. Параллельное включение стабилитронов разрешается при условии, что суммарная рассеиваемая на всех стабилитронах мощность не превышает допустимую рассеиваемую мощность одного стабилитрона.

16.2. Диоды выпрямительные, лавинные, столбы

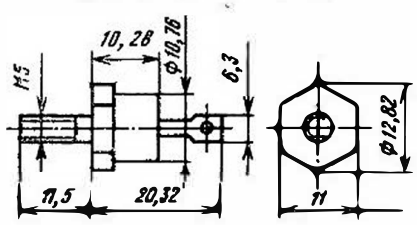
2Д206А, 2Д206Б, 2Д206В, КД206А, КД206Б, ДК206В

Диоды кремниевые мезадиффузионные лавинные. Предназначены для преобразования переменного напряжения частотой до 20 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип диода и схема соединения электродов с выводами приводятся на корпусе.

Масса диода с комплектующими деталями не более 9 г.

2Д206 (А-В), КД206 (А-В)



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=1$ А:
- $T=+25°$ С . . . . . 0,6*... 0,9*... ...1,2 В
- $T=+125°$ С, не более . . . . . 1,2 В
- $T=-60°$ С, не более . . . . . 1,5 В

Импульсное прямое напряжение при $I_{пр,и}=5$ А, $t_и=50$ мкс для 2Д206А, 2Д206Б, 2Д206В . . . . . 0,7*... 1*... ...1,5 В

Пробивное напряжение* при $I_{обр}=2$ мА:
- 2Д206А, КД206А . . . . . 500... 750 В
- 2Д206Б, КД206Б . . . . . 600... 900 В
- 2Д206В, КД206В . . . . . 700... 1250 В

Время обратного восстановления* при $U_{обр}=U_{об,макс}$, $I_{пр,и}=5$ А, не более . . . . . 10 мкс

Время прямого восстановления при $I_{пр,и}=100$ А для КД206А, КД206Б, КД206В, не более . . . . . 10 мкс

Постоянный обратный ток при $U_{обр}=U_{обр,макс}$. не более:
- $T=+25$ и $-60°$ С . . . . . 0,7 мА
- $T=+125°$ С . . . . . 1,5 мА

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное (импульсное) обратное напряжение:
- 2Д206А, КД206А . . . . . 400 В
- 2Д206Б, КД206Б . . . . . 500 В
- 2Д206В, КД206В . . . . . 600 В

Постоянный (средний) прямой ток:
- 2Д206А, 2Д206Б, 2Д206В:
  - при $T=-60°$ С... $T_к=+85°$ С 5 А
  - при $T_к=+130°$ С . . . . . 1 А
- КД206А, КД106Б. КД206В:
  - при $T=-60°$ С... $T_к=+70°$ С 10 А
  - при $T_к=+85°$ С . . . . . 5 А
  - при $T_к=+125°$ С . . . . . 1 А

Импульсный прямой ток:
- 2Д206А, 2Д206Б. 2Д206В при $t_и\leqslant 100$ мкс, $f\leqslant 1000$ Гц, $I_{пр,ср}\leqslant 2$ А:
  - $T=-60°$ С ... $T_к=+85°$ С . . . 100 А
  - $T_к=+130°$ С . . . . . 20 А
- КД206А, КД206Б, КД206В при $t_и\leqslant 100$ мкс, $f\leqslant 1000$ Гц . . . . 100 А

Импульсный (однократный) прямой ток:
- 2Д206А, 2Д206Б, 2Д206В при $t_и=0{,}75...0{,}25$ с:
  - $T=-60°$ С ... $T_к=+85°$ С . . 15 А
  - $T_к=+130°$ С . . . . . 3 А
- 2Д206А, 2Д206Б, 2Д206В при $t_и\leqslant t_и\leqslant 1000$ мкс . . . . . 500 А

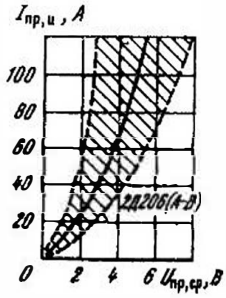
Импульсный обратный ток:
- при $t_и=50$ мкс:
  - $T=-60°$ С ... $T_к=+85°$ С:
    - 2Д206А . . . . . 2 А
    - 2Д206Б 1А
    - 2Д206В . . . . . 0,5 А
  - $T_к=+130°$ С:
    - 2Д206А . . . . . 0,4 А
    - 2Д206Б . . . . . 0,2 А
    - 2Д206В . . . . . 0,1 А
- при $t_и=50$ мкс для КД206А, КД206Б, КД206В . . . . . 3 А
- при $t_к=20$ мкс для КД206А, КД206Б, КД206В . . . . . 5 А

Средняя рассеиваемая мощность:
- при $T=-60°$ С ... $T_к=+85°$ С . 10 Вт
- при $T_к=+130°$ С . . . . . 1,5 Вт

Частота без снижения электрических режимов . . . . . 1000 Гц

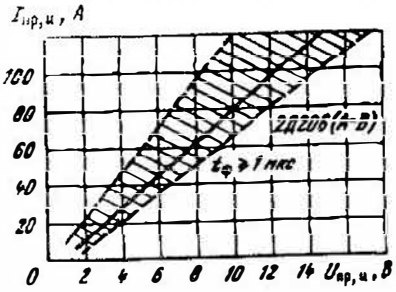
Температура корпуса . . . . . +130° С

Температура окружающей среды . —60... +125° С



Зона возможных положений зависимости импульсного прямого тока от напряжения

* Здесь и далее в настоящем разделе этим знаком отмечены параметры или их значения, приведенные в ТУ, которые при производстве приборов могут не контролироваться.



Зона возможных положений зависимости импульсного прямого тока от напряжения

Рекомендации по применению

1. Допускается последовательное соединение диодов (без шунтирования) для обеспечения постоянного (импульсного) обратного напряжения до 40 кВ.

2. Допускается использование диодов в диапазоне частот до 20 кГц в режимах, указанных ниже в таблице. При этом длительность фронта импульса прямого тока должна быть не менее 1 мкс.

Таблица 16.1

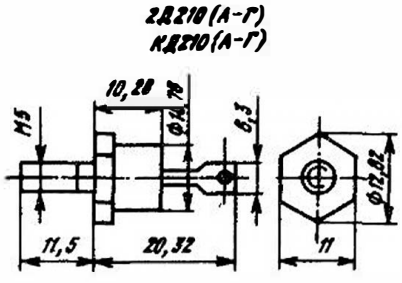
Длительность импульса прямого тока, мкс, не более	Частота, кГц	Импульсный прямой ток, А, не более	Средний прямой ток, А, не более	
			T = −60° С ... $T_к$ = +85° С	$T_к$ = +130° С
100	⩽5	100	2	0,4
50	5...10	100	2	0,4
25	10...20	100	2	0,4
1000	⩽0,5	15	5	1
500	0,5...1	15	5	1
1000	1...5	15	5	1
20	5...10	15	5	1
10	10...20	15	5	1

2Д210А, 2Д210Б, 2Д210В, 2Д210Г, КД210А, КД210Б, КД210В, КД210Г

Диоды кремниевые диффузионные лавинные. Предназначены для преобразования переменного напряжения частотой до 5 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип диода и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода с комплектующими деталями не более 8,32 г.



Электрические параметры

Среднее прямое напряжение при $I_{пр,ср}$ = 10 А, f = 50 Гц, не более . 1 В

Постоянное прямое напряжение* при $I_{пр}$ = 10 А для КД210А, КД210Б, КД210В, КД210Г, не более . . . . 2 В

Средний обратный ток при $U_{обр}$ = $U_{обр,и,макс}$, не более . . . . 1,5 мА

Постоянный обратный ток*, не более:
при $U_{обр}$ = 800 В для 2Д210А, 2Д210Б, КД210А, КД210Б . . . 4,5 мА
при $U_{обр}$ = 1000 В для 2Д210В, 2Д210Г, КД210В, КД210Г . . . 4,5 мА

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение:
2Д210А, 2Д210Б: . . . . . 800 В
2Д210В 2Д210Г . . . . . 1000 В

Импульсное обратное напряжение:
2Д210А, 2Д210Б, КД210А, КД210Б 800 В
2Д210В, 2Д210Г, КД210В, КД210Г 1000 В

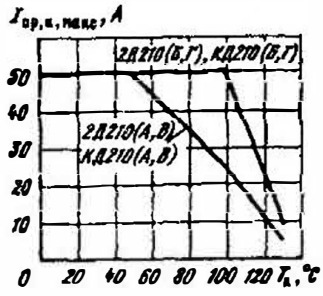
Постоянный (средний) прямой ток:
при T = −60° С ... $T_к$ = +50° С для 2Д210А, 2Д210Б, 2Д210В, 2Д210Г, КД210А, КД210Б, КД210В, КД210Г . . . . . 10 А
при $T_к$ = +100° С:
2Д210А, 2Д210В, КД210А, КД210В . . . . . 5 А
2Д210Б, 2Д210Г, КД210Б, КД210Г . . . . . 10 А
при $T_к$ = +130° С:
2Д210А, 2Д210В . . . . . 1 А
2Д210Б, 2Д210Г . . . . . 2 А

Импульсный прямой ток при f = 50 Гц:
при $t_и$ = 50 мс:
T = −60° С ... $T_к$ = +50° С для 2Д210А, 2Д210Б, 2Д210В, 2Д210Г, КД210А, КД210Б, КД210В, КД210Г . . . . . 50 А
$T_к$ = +100° С:
2Д210А, 2Д210В, КД210А, КД210В . . . . . 25 А
2Д210Б, 2Д210Г, КД210Б, КД210Г . . . . . 50 А
$T_к$ = +130° С:
2Д210А, 2Д210В . . . . . 5 А
2Д210Б, 2Д210Г . . . . . 10 А
при $t_и$ = 1,5 с:
T = −60° С ... $T_к$ = +50° С для 2Д210А, 2Д210Б, 2Д210В, 2Д210Г, КД210А, КД210Б, КД210В, КД210Г . . . . . 30 А
$T_к$ = +100° С:
2Д210А, 2Д210В, КД210А, КД210В . . . . . 15 А
2Д210Б, 2Д210Г, КД210Б, КД210Г . . . . . 30 А
$T_к$ = +130° С:
2Д210А, 2Д210В . . . . . 3 А
2Д210Б, 2Д210Г . . . . . 6 А

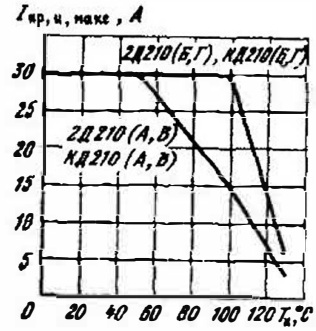
Импульсный обратный ток при $t_и$ = 100 мкс:
2Д210А, 2Д210Б, КД210А, КД210Б 1,5 А
2Д210В, 2Д210Г, КД210В, КД210Г 1,2 А

Средняя прямая рассеиваемая мощность:
при T = −60° С ... $T_к$ = +50° С для 2Д210А, 2Д210Б, 2Д210В, 2Д210Г, КД210А, КД210Б, КД210В, КД210Г 20 Вт

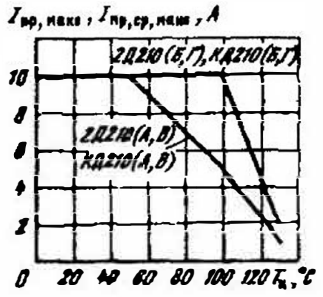
при $T_к = +100°$ С:
2Д210А, 2Д210В, КД210А, КД210В . . . . . 10 Вт
2Д210Б, 2Д210Г, КД210Б, КД210Г . . . . . 20 Вт
при $T_к = +130$ °С:
2Д210А, 2Д210В . . . . . 2 Вт
2Д210Б, 2Д210Г . . . . . 4 Вт
Обратная рассеиваемая мощность при $T = -60°$ С ... $T_к = +100°$ С для КД210А, КД210Б, КД210В, КД210Г 1 Вт
Частота без снижения электрических режимов . . . . . 1000 Гц
Частота со снижением $I_{пр.ср.макс}$. 5000 Гц
Тепловое сопротивление переход—корпус*:
2Д210А, 2Д210Б, 2Д210В, 2Д210Г 3° С/Вт
КД210А, КД210Б, КД210В, КД210Г . . . . . 2° С/Вт
Температура p-n перехода . . . . 140° С
Температура окружающей среды:
2Д210А, 2Д210Б, 2Д210В, 2Д210Г —60° С ... ... $T_к =$ $= +130°$ С
КД210А, КД210Б, КД210В, КД210Г . . . . . —60° С ... ... $T_к =$ $= +100°$ С



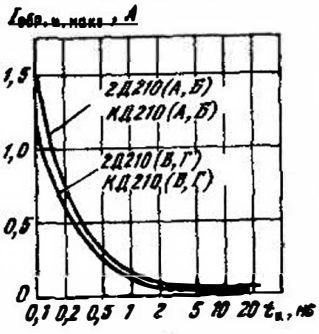
Зависимости допустимого постоянного (среднего) прямого тока от температуры корпуса



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от температуры корпуса при $t_и = 50$ мс, $f = 50$ Гц



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от температуры корпуса при $t_и = 1,5$ с



Зависимости допустимого импульсного обратного тока от длительности импульса

Рекомендации по применению

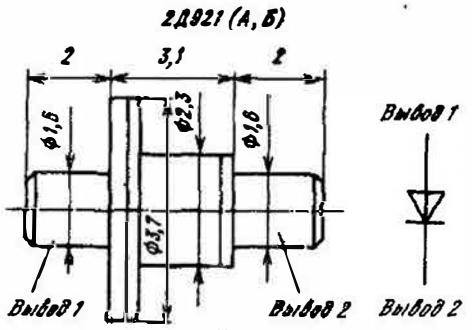
При монтаже на теплоотвод или шасси диод необходимо удерживать ключом за шестигранное основание. Усилие затяжки должно быть не более 1,47 Н·м (0,15 кгс·м). При монтаже запрещается прилагать усилие к изолированному выводу, превышающее 4,9 Н (0,5 кгс).

2Д921А, 2Д921Б

Диоды кремниевые планарные с барьером Шотки. Предназначены для применения в импульсных устройствах, также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Маркируются одной цветной точкой на керамической части корпуса: 2Д921А — белой, 2Д921Б — зеленой.

Масса диода не более 0,15 г.



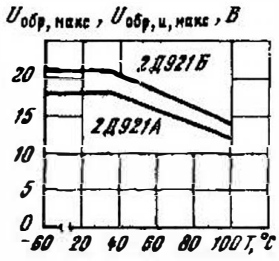
Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение:
при $T = +25°$ С, $I_{пр} = 75$ мА:
2Д921А . . . . . 0,8*...0,92*...1,0 В
2Д921Б . . . . . 0,98*...1,1*...1,6* В
при $T = -60°$ С, $I_{пр} = 75$ мА, не более:
2Д921А . . . . . 1,0 В
2Д921Б . . . . . 1,6 В
при $T = +100°$ С, $I_{пр} = 20$ мА, не более:
2Д921А . . . . . 0,6 В
2Д921Б . . . . . 0,7 В
Пробивное напряжение* при $I_{обр} = 10$ мкА . . . . . 30...33...35 В
Общая емкость диода при $U_{обр} = 0$ 1,15*...1,2*...1,5 пФ
Эффективное время жизни неосновных носителей заряда при $I_{пр.и} = 25$ мА, $f = 600$ Мгц . . . . . 0,015*...0,04*...0,1 нс
Постоянный обратный ток, не более:
при $T = -60$ и $+25°$ С, $U_{обр} = 15$ В 0,5 мкА
при $T = +100°$ С, $U_{обр} = 10$ В . . 20 мкА

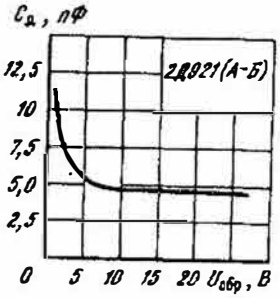
Предельные эксплуатационные данные

Постоянное (импульсное) обратное напряжение[1]:
при $T = -60...+35°$ С:
2Д921А . . . . . 18 В
2Д921Б . . . . . 21 В
при $T = +100°$ С:
2Д921А . . . . . 12 В
2Д921Б . . . . . 14 В
Постоянный прямой ток[1]:
при $T = -60...+35°$ С:
2Д921А . . . . . 100 мА
2Д921Б . . . . . 75 мА
при $T = +100°$ С для 2Д921А, 2Д921Б . . . . . 20 мА

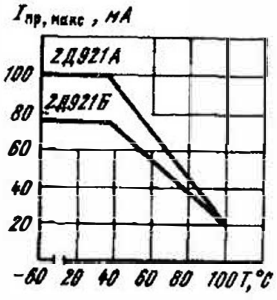
Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant$ $\leqslant$100 мс, $Q \geqslant 2$:
$T = -60 \ldots +35°$ С:
2Д921А . . . . . 200 мА
2Д921Б . . . . . 150 мА
$T = +100°$ С для 2Д921А 2Д921Б 40 мА
Средний прямой ток[1]:
при $T = -60 \ldots +35°$ С:
2Д921А . . . . . 60 мА
2Д921Б . . . . . 45 мА
при $T = +100°$ С для 2Д921А, 2Д921Б . . . . . 12 мА
Температура окружающей среды . . $-60 \ldots +100°$ С



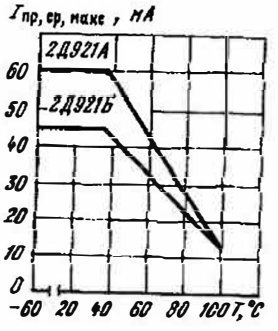
Зависимости допустимого постоянного и импульсного обратного напряжений от температуры



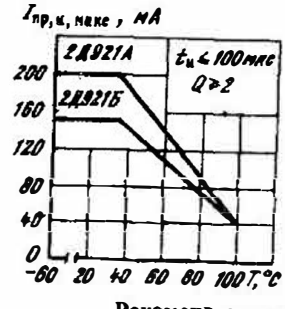
Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимости допустимого постоянного прямого тока от температуры



Зависимости допустимого среднего прямого тока от температуры



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от температуры

Рекомендации по применению

Монтаж диодов в аппаратуре осуществляется путем прижима контактных выводов. Допускается пайка выводов диодов. Температура пайки не выше $+120°$ С, время пайки не более 5 с.

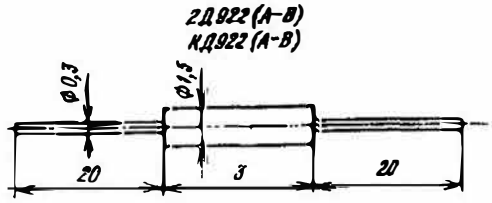
[1] В интервале температур $+35 \ldots +100°$ С напряжение и ток снижаются линейно.

2Д922А, 2Д922Б, 2Д922В, КД922А, КД922Б, КД922В

Диоды кремниевые планарные с барьером Шотки. Предназначены для применения в быстродействующих импульсных устройствах, преобразователях переменного напряжения в диапазоне частот от 50 Гц до 1000 МГц, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Маркируются одной цветной точкой у положительного вывода: 2Д922А — белой, 2Д922Б — зеленой, 2Д922В — желтой, КД922А — красной, КД922Б — синей, КД922В — оранжевой.

Масса диода не более 0,035 г.



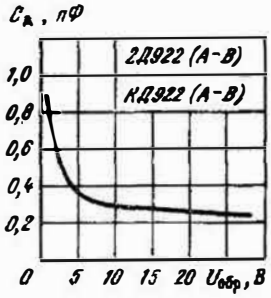
Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение:
при $T = +25°$ С:
2Д922А, КД922А:
$I_{пр} = 50$ мА . . . . . 0,8*...0,89*... ...1,0 В
$I_{пр} = 1$ мА, не более . . . . 0,4 В
2Д922Б, КД922Б:
$I_{пр} = 35$ мА . . . . . 0,8*...0,87*... ...1,0 В
$I_{пр} = 1$ мА, не более . . . . 0,4 В
2Д922В, КД922В, $I_{пр} = 10$ мА 0,42*... ...0,46*... ...0,55 В
при $T = -60°$ С, не более:
2Д922А, КД922А, $I_{пр} = 50$ мА 1,0 В
2Д922Б, КД922Б, $I_{пр} = 35$ мА 1,0 В
2Д922В, КД922В, $I_{пр} = 10$ мА 0,6 В
при $T = +100°$ С, не более:
2Д922А, 2Д922В, КД922А, КД922В, $I_{пр} = 10$ мА . . . . 0,5 В
2Д922Б, КД922Б, $I_{пр} = 10$ мА 0,6 В
Эффективное время жизни неосновных носителей заряда при $I_{пр, и} =$ $= 25$ мА, $f = 600$ МГц . . . . . 0.015*... ...0,025* ...0,1 нс
Общая емкость диода при $U_{обр} = 0$ 0,75*... ...0,85*... ...1,0 пФ
Пробивное напряжение* при $I_{обр} =$ $= 10$ мкА . . . . . 30...33... ... 35 В
Постоянный обратный ток, не более:
при $T = +25$ и $-60°$ С, $U_{обр} = 15$ В для 2Д922А, 2Д922Б, КД922А, КД922Б и $U_{обр} = 10$ В для 2Д922В, КД922В . . . . . 0,5 мкА
при $T = +100°$ С, $U_{обр} = 10$ В для 2Д922А, 2Д922Б, 2Д922В, КД922А, КД922Б, КД922В . . . . . 10 мкА
Индуктивность диода* (последовательная), не более . . . . . 1 нГн

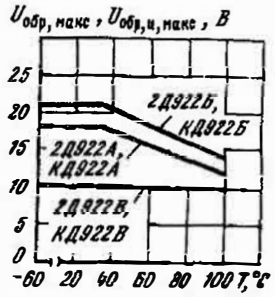
Предельные эксплуатационные данные

Постоянное (импульсное) обратное напряжение:
при $T = -60 \ldots +35°$ С:
2Д922А, КД922А . . . . . 18 В
2Д922Б, КД922Б . . . . . 21 В

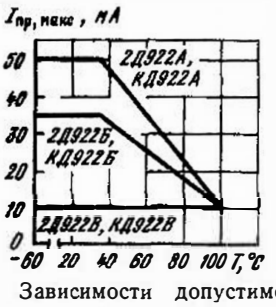
2Д922В, КД922В . . . . . 10 В
при $T=+100°$ С:
2Д922А, КД922А . . . . . 12 В
2Д922Б, КД922Б . . . . . 14 В
2Д922В, КД922В . . . . . 10 В
Постоянный прямой ток[1]:
при $T=-60...+35°$ С:
2Д922А, КД922А . . . . . 50 мА
2Д922Б, КД922Б . . . . . 35 мА
2Д922В, КД922В . . . . . 10 мА
при $T=+100°$ С для 2Д922А, 2Д922Б, 2Д922В, КД922А, КД922Б, КД922В . . . . . 10 мА
Импульсный прямой ток при $t_и \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10$:
$T=-60...+35°$ С:
2Д922А, КД922А . . . . . 100 мА
2Д922Б, КД922Б . . . . . 70 мА
2Д922В, КД922В . . . . . 20 мА
при $T=+100°$ С для 2Д922А, 2Д922Б, 2Д922В, КД922А, КД922Б, КД922В . . . . . 20 мА
Одиночные импульсы при $t_и \leqslant 10$ мкс . . . . . 300 мА
Средний прямой ток [1,2]:
при $T=-60...+35°$ С:
2Д922А, КД922А . . . . . 30 мА
2Д922Б, КД922Б . . . . . 20 мА
2Д922В, КД922В . . . . . 6 мА
при $T=+100°$ С для 2Д922А, 2Д922Б, 2Д922В, КД922А, КД922Б, КД922В . . . . . 6 мА
Неповторяющийся импульсный прямой ток при $t_и \leqslant 10$ мкс . . . . . 300 мА
Температура окружающей среды —60...+100° С



Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимости допустимого постоянного и импульсного обратного напряжения от температуры



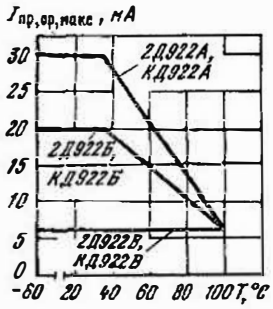
Зависимости допустимого прямого тока от температуры



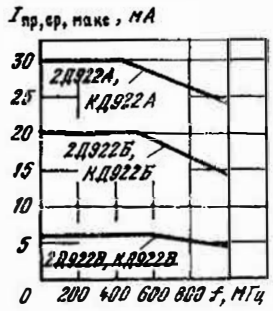
Зависимости допустимого импульсного прямого тока от температуры

[1] В интервале температур +35...+100° С напряжение и ток снижаются линейно.

[2] На частоте 1000 МГц средний прямой ток снижается до 0,7 $I_{вп.ср}$.



Зависимости допустимого среднего прямого тока от температуры



Зависимости допустимого среднего прямого тока от частоты при $T=-60...+35°$ С

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 3 мм от корпуса, радиус закругления не более 1,5 мм.

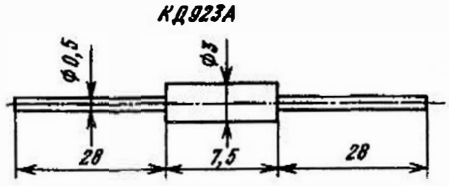
2. Минимальное расстояние места пайки (сварки) выводов от корпуса 3 мм. Температура корпуса при пайке не должна превышать +100° С.

КД923А

Диод кремниевый планарный с барьером Шотки. Предназначен для применения в импульсных устройствах, преобразователях высокочастотного напряжения, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Маркируется двумя белыми точками на керамической части корпуса.

Масса диода не более 0,15 г.

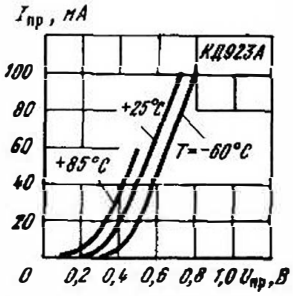


Электрические параметры

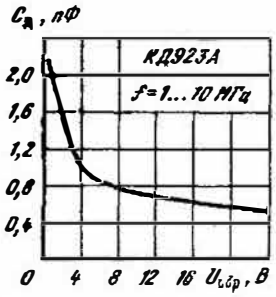
Постоянное прямое напряжение:
при $T=+25°$ С:
$I_{пр}=1$ мА . . . . . 0,285*...
...0,3*...
...0,34 В
$I_{пр}=100$ мА . . . . . 0,7*...0,81*...
...1,0 В
при $T=-40°$ С, $I_{пр}=100$ мА, не более . . . . . 1,1 В
при $T=+85°$ С, $I_{пр}=20$ мА, не более . . . . . 0,7 В
Общая емкость диода при $U_{обр}=0$ 2,0*...2,55*...
...3,6 пФ
Эффективное время жизни неосновных носителей заряда при $I_{пр,и}=20...25$ мА, $f=400...700$ МГц 0,06*...
...0,07*...
...0,1 нс
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=10$ В, не более:
$T=+25$ и $-40°$ С . . . . . 5 мкА
$T=+85°$ С . . . . . 100 мкА
Индуктивность диода, не более . . 10 нГн

Предельные эксплуатационные данные

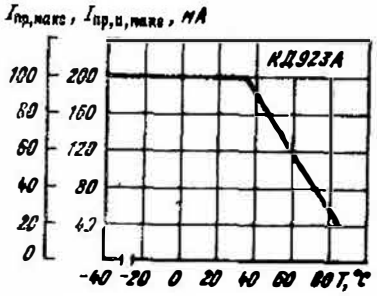
Постоянное (импульсное) обратное напряжение[1]:	
при $T=-40\ldots+35°$ С	14 В
при $T=+85°$ С	10 В
Постоянный прямой ток[1]:	
при $T=-40\ldots+35°$ С	100 мА
при $T=+85°$ С	20 мА
Импульсный прямой ток при $t_и \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10$:	
$T=-40\ldots+35°$ С	200 мА
$T=+85°$ С	40 мА
Температура окружающей среды	$-40\ldots+85°$ С



Зависимости прямого тока от напряжения



Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимость допустимого постоянного и импульсного прямого тока от температуры

Рекомендации по применению

1. Расстояние от корпуса до начала изгиба вывода не менее 3 мм.

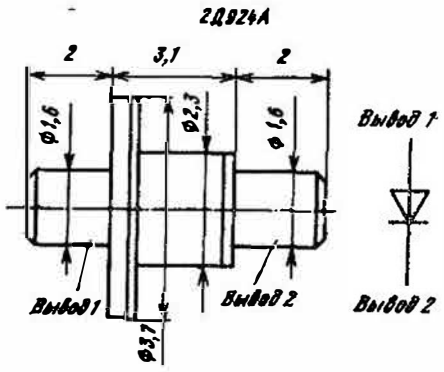
2. Пайка выводов допускается не ближе 5 мм от корпуса в течение 2...3 с паяльником мощностью не более 50 Вт с отводом теплоты между корпусом диода и местом пайки.

2Д924А

Диод кремниевый планарный с барьером Шотки. Предназначен для применения в импульсных устройствах, в устройствах формирования импульсов субнаносекундного диапазона, преобразователях высокочастотного напряжения, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускается в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Маркируется двумя белыми точками на керамической части корпуса.

Масса диода не более 0,15 г.



Электрические параметры

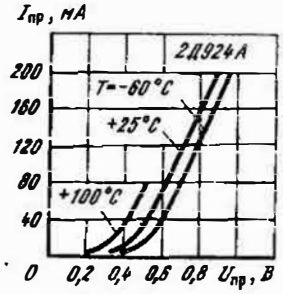
Постоянное прямое напряжение:	
при $T=+25°$ С:	
$I_{пр}=1$ мА	0,28*...0,31*...0,36 В
$I_{пр}=150$ мА	0,73*...0,85*...1,0 В
при $T=-60°$ С, $I_{пр}=150$ мА, не более	1,0 В
при $T=+100°$ С, $I_{пр}=40$ мА, не более	0,7 В
Дифференциальное сопротивление при $I_{пр}=150$ мА, не более	4,0 Ом
Эффективное время жизни неосновных носителей заряда при $I_{пр,и}=20\ldots25$ мА, $f=400\ldots700$ МГц	0,021*...0,03*...0,1 нс
Общая емкость диода при $U_{обр}=0$	2,5*...2,6*...3,0 пФ
Постоянный обратный ток, не более:	
при $T=+25$ и $-60°$ С, $U_{обр}=15$ В	5 мкА
при $T=+100°$ С, $U_{обр}=10$ В	35 мкА
Индуктивность диода*, не более	0,8 нГн

Предельные эксплуатационные данные

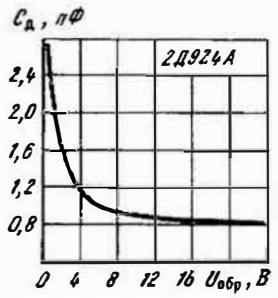
Постоянное (импульсное) обратное напряжение[1]:	
при $T=-60\ldots+35°$ С	18 В
при $T=+100°$ С	12 В
Постоянный прямой ток[1]:	
при $T=-60\ldots+35°$ С	200 мА
при $T=+100°$ С	40 мА
Импульсный прямой ток[1] при $Q \geqslant 5$:	
$t_и \leqslant 10$ мкс:	
$T=-60\ldots+35°$ С	400 мА
$T=+100°$ С	160 мА
10 мкс $< t_и \leqslant 10$ мс:	
$T=-60\ldots+35°$ С	300 мА
$T=+100°$ С	80 мА
Температура окружающей среды	$-60\ldots+100°$ С

[1] В интервале температур $+35\ldots+85°$ С напряжение и ток снижаются линейно.

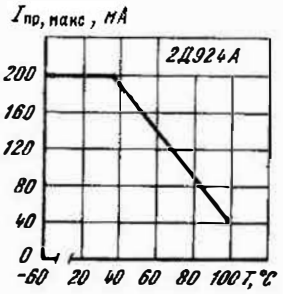
[1] В интервале температур $+35\ldots+100°$ С напряжение и ток снижаются линейно.



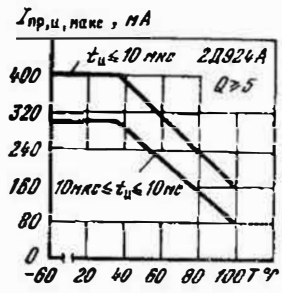
Зависимости прямого тока от напряжения



Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимость допустимого постоянного прямого тока от температуры



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от температуры

Рекомендации по применению

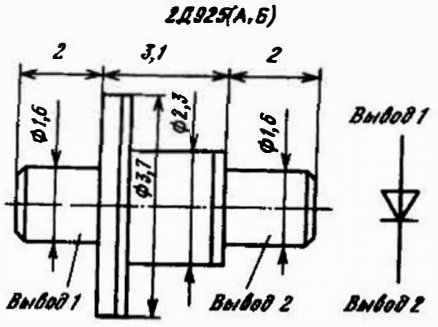
Монтаж диодов в аппаратуре осуществляется путем прижима контактных выводов. Допускается пайка выводов диодов. Температура пайки не выше +120° С, время пайки не более 5 с.

2Д925А, 2Д925Б

Диоды кремниевые планарные с барьером Шоткн. Предназначены для применения в импульсных устройствах, преобразователях высокочастотного напряжения, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Маркируются точками на керамической части корпуса: 2Д925А — двумя черными, 2Д925Б — черной и белой.

Масса диода не более 0,15 г.



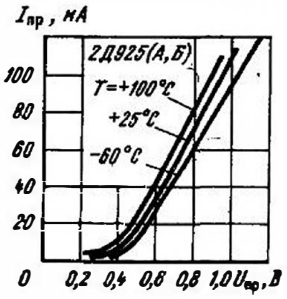
Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение:	
при $T=+25$° С:	
$I_{пр}=1$ мА, 2Д925А, 2Д925Б	0,28*... ...0,31*... ...0,38 В
$I_{пр}=10$ мА:	
2Д925А	0,39*... ...0,42*... ...0,5 В
2Д925Б	0,39*... ...0,41*... ...0,5 В
$I_{пр}=40$ мА:	
2Д925А	0,55*... ...0,66*... ...1,0 В
2Д925Б	0,55*... ...0,62*... ...0,9 В
$I_{пр}=100$ мА:	
2Д925А	0,8*... ...1,05*... ...1,5 В
2Д925Б	0,85*... ...1,0*... ...1,4 В
при $T=-60$° С, не более:	
$I_{пр}=30$ мА:	
2Д925А	1,0 В
2Д925Б	0,9 В
$I_{пр}=100$ мА:	
2Д925А	1,5 В
2Д925Б	1,4 В
при $T=+100$° С, $I_{пр}=40$ мА, не более:	
2Д925А	1,0 В
2Д925Б	0,9 В
Эффективное время жизни неравновесных носителей заряда при $I_{пр,и}=$ $=20...25$ мА, $f=400...700$ МГц	0,05*... ...0,06*... .. 0,1 нс
Индуктивность вывода при $f=$ $=6$ ГГц	0,6*... 0,8*... ...0,1 нГн
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=$ $=30$ В, не более:	
$T=-60$ и $+25$° С:	
2Д925А	1 мкА
2Д925Б	4 мкА
$T=+100$° С:	
2Д925А	50 мкА
2Д925Б	100 мкА

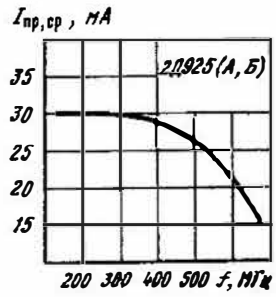
Предельные эксплуатационные данные

Постоянное (импульсное) обратное напряжение	30 В
Постоянный прямой ток[1]:	
при $T=-60...+35$° С	100 мА
при $T=+100$° С	40 мА
Средний выпрямленный ток:	
при $T=-60...+35$° С	60 мА
при $T=+100$° С	25 мА
Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant$ $\leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 2$:	
$T=-60...+35$° С	200 мА
$T=+100$° С	80 мА

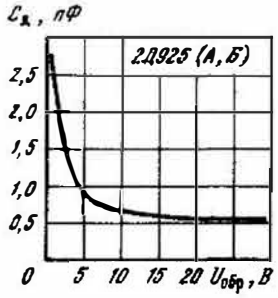
[1] В интервале температур $+35...+100$° С ток и мощность снижаются линейно.



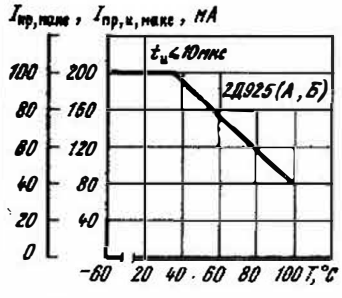
Зависимости прямого тока от напряжения



Зависимость среднего прямого тока от частоты



Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимость допустимых постоянного и импульсного прямых токов от температуры

Однократный импульсный прямой ток при $t_и \leqslant 10$ мкс . . . . . 2500 мА

Средняя рассеиваемая мощность (без превышения $I_{пр,ср,макс}$):

$T = -60 \ldots +35°$ С . . . . . 180 мВт

$T = +100°$ С . . . . . 45 мВт

Температура окружающей среды . . $-60 \ldots +100°$ С

Рекомендации по применению

Монтаж диодов в аппаратуру осуществляется путем прижима контактных выводов. Допускается пайка выводов диодов. Температура паяльника не выше $+150°$ С, продолжительность пайки не более 3 с.

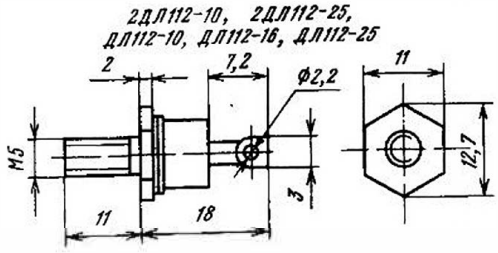
2ДЛ112-10, ДЛ112-10, ДЛ112-16, 2ДЛ112-25, ДЛ112-25

Диоды кремниевые диффузионные лавинные. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов на частотах до 1,5 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды 2ДЛ112-10; 2ДЛ112-25 имеют 11 классов по напряжению (от 4 до 14), диоды ДЛ112-10, ДЛ112-6, ДЛ112-25 — 12 классов (от 4 до 15).

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жестким выводом катода. Охлаждение воздушное естественное.

Тип и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 6 г.



Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $I_{пр,и} = 3{,}14 \cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п = +25°$ С, не более . . . . . 1,35 В

Пороговое напряжение* при $I_{пр,и} = (1{,}57 \ldots 4{,}71) \cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п = +160°$ С, не более . . . . . 0,92 В

Напряжение пробоя* при $I_{обр} = 5$ мА, $T_п \leqslant +160°$ С, не более . . . . . 1,25 $U_{обр,и,п,макс}$

Динамическое сопротивление* при $I_{пр,и} = (1{,}57 \ldots 4{,}71) \cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п = +160°$ С, не более:

2ДЛ112-10, ДЛ112-10 . . . . . 15,2 мОм

ДЛ112-16 . . . . . 10,5 мОм

2ДЛ112-25, ДЛ112-25 . . . . . 5,7 мОм

Время обратного восстановления* при $U_{обр,и} = 100$ В, $t_и = 500$ мкс, $di/dt = 5$ А/мкс, $T_п = +160°$ С, не более:

2ДЛ112-10, ДЛ112-10, $I_{пр,и} = 10$ А 5,9 мкс

ДЛ112-16, $I_{пр,и} = 16$ А . . . . 6,3 мкс

2ДЛ112-25, ДЛ112-25, $I_{пр,и} = 25$ А 6,7 мкс

Заряд восстановления* при $U_{обр,и} = 100$ В, $t_и = 500$ мкс, $di/dt = 5$ А/мкс, $T_п = +160°$ С, не более:

2ДЛ112-10, ДЛ112-10, $I_{пр,и} = 10$ А 63 мкКл

ДЛ112-16, $I_{пр,и} = 16$ А . . . . 76 мкКл

2ДЛ112-25, ДЛ112-25, $I_{пр,и} = 25$ А 90 мкКл

Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр,и} = U_{обр,и,п,макс}$, не более:

$T_п = +25°$ С . . . . . 0,4 мА

$T_п = +160°$ С:

2ДЛ112-10, ДЛ112-10 (до 6 класса) . . . . . 1 мА

2ДЛ112-10, ДЛ112-10 (свыше 6 класса) . . . . . 2 мА

ДЛ112-16 . . . . . 1,5 мА

2ДЛ112-25, ДЛ112-25 . . . . 2 мА

Импульсный обратный ток* при $U_{обр,и} = 100$ В, $t_и = 500$ мкс, $di/dt = 5$ А/мкс, $T_п = +160°$ С, не более:

2ДЛ112-10, ДЛ112-10 при $I_{пр,и} = 10$ А . . . . . 21 А

ДЛ112-16 при $I_{пр,и} = 16$ А . . . 24 А

2ДЛ112-25, ДЛ112-25 при $I_{пр,и} = 25$ А . . . . . 27 А

Тепловое сопротивление переход—корпус, не более:

2ДЛ112-10, ДЛ112-10 . . . . . 2,7° С/Вт

ДЛ112-16 . . . . . 1,7° С/Вт

2ДЛ112-25, ДЛ112-25 . . . . . 1,1° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

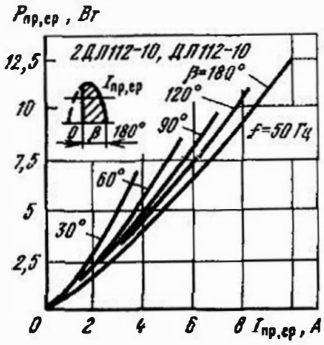
Повторяющееся импульсное обратное напряжение:

2ДЛ112-10, 2ДЛ112-25 . . . . . 400 . . . 1400 В

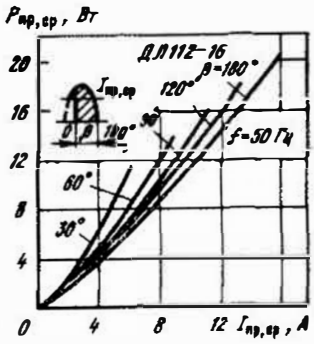
ДЛ112-10, ДЛ112-16, ДЛ112-25 400 . . . 1500 В

Импульсное рабочее обратное напряжение . . . . . 0,8× × $U_{обр,и,п,макс}$

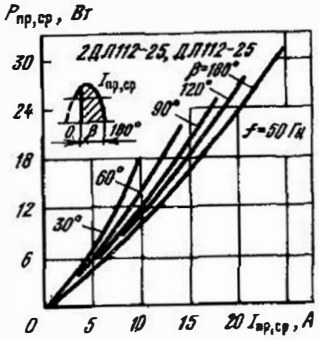
Постоянное обратное напряжение	$0{,}6 \times U_{обр,и,п,макс}$
Средний прямой ток при $T_к = +125°$ С:	
2ДЛ112-10, ДЛ112-10	10 А
ДЛ112-16	16 А
2ДЛ112-25, ДЛ112-25	25 А
Неповторяющийся импульсный прямой ток при $t_и = 10$ мс:	
$T_п = +25°$ С для 2ДЛ112-10, 2ДЛ112-25	270 А
$T_п = +160°$ С:	
ДЛ112-10	210 А
2ДЛ112-10, ДЛ112-16	250 А
ДЛ112-25	300 А
2ДЛ112-25	340 А
Неповторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность при $t_и = 100$ мкс, $T_п = +160°$ С:	
2ДЛ112-10, ДЛ112-10, ДЛ112-16, ДЛ112-25	1,5 кВт
2ДЛ112-25	2,0 кВт
Температура p-n перехода	+160° С
Температура окружающей среды:	
2ДЛ112-10, 2ДЛ112-25	—60 ... +125° С
ДЛ112-10, ДЛ112-16, ДЛ112-25	—50 ... +125° С



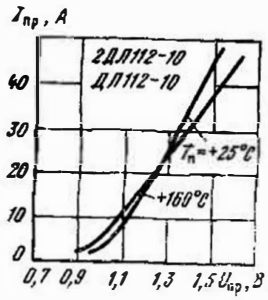
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока синусоидальной формы



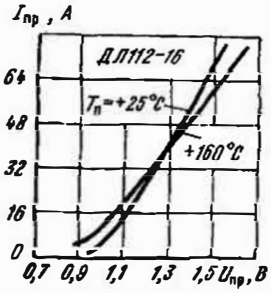
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока синусоидальной Формы



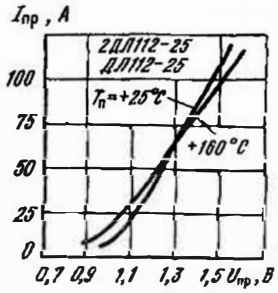
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока синусоидальной формы



Зависимости прямого тока от напряжения



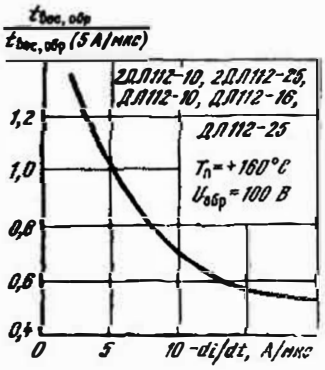
Зависимости прямого тока от напряжения



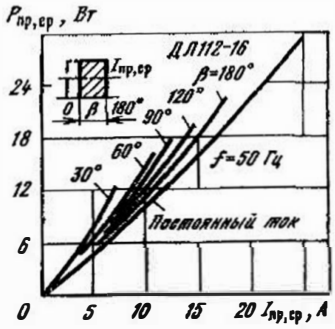
Зависимости прямого тока от напряжения



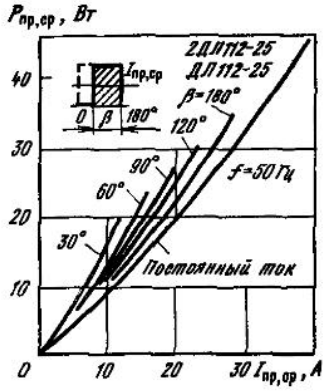
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы



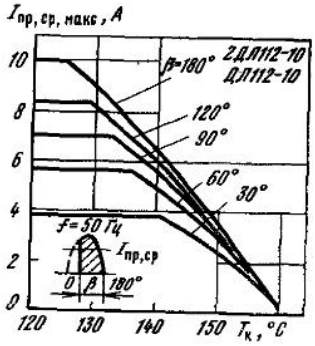
Зависимость времени обратного восстановления от скорости нарастания импульса тока



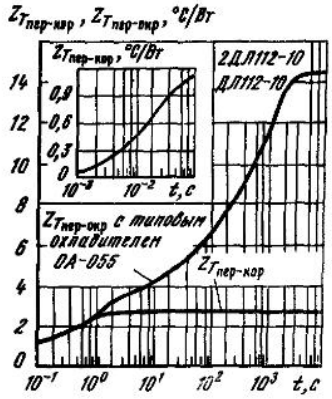
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы



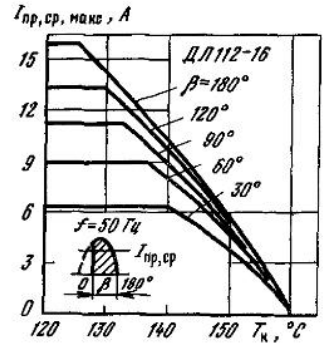
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы



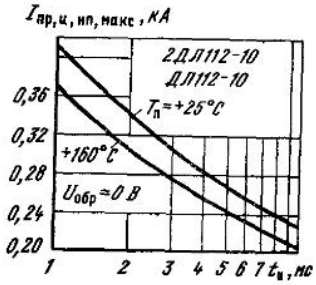
Зависимости допустимого среднего прямого тока синусоидальной формы от температуры корпуса



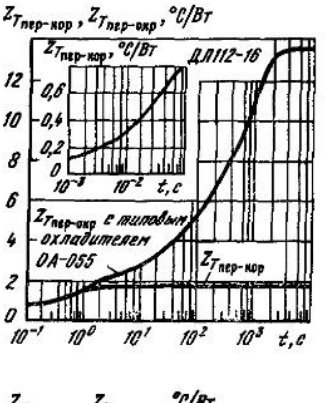
Зависимости переходных тепловых сопротивлений переход—корпус и переход—среда от времени



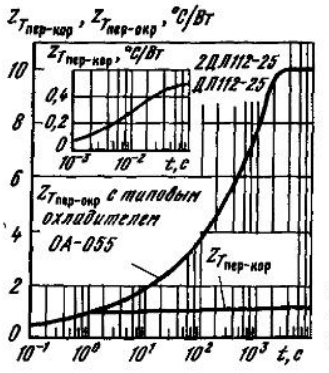
Зависимости допустимого среднего прямого тока синусоидальной формы от температуры корпуса



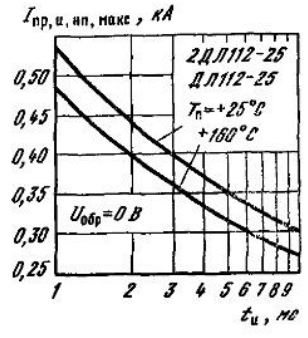
Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



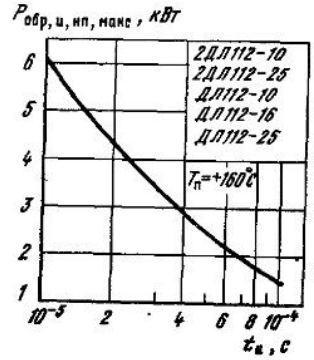
Зависимости переходных тепловых сопротивлений переход—корпус и переход—среда от времени



Зависимости переходных тепловых сопротивлений переход—корпус и переход—среда от времени



Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимость допустимой неповторяющейся импульсной мощности обратных потерь от длительности импульса

Рекомендации по применению

1. При монтаже диодов в аппаратуру растягивающая сила должна быть не более 9,8 Н, крутящий момент — не более 1,76 Н·м, изгибающая сила — не более 35 Н

2. Расстояние от корпуса диода до места пайки не менее 3 мм, температура пайки вывода не должна превышать +270° С, время пайки не более 5 с, мощность паяльника до 60 Вт.

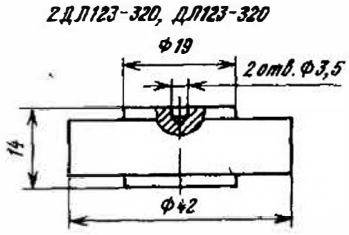
2ДЛ123-320, ДЛ123-320

Диоды кремниевые диффузионные лавинные. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов на частотах до 2 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды имеют 11 классов по напряжению (от 4 до 13).

Выпускаются в металлокерамическом корпусе таблеточной конструкции. Охлаждение воздушное естественное (или принудительное).

Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 70 г.



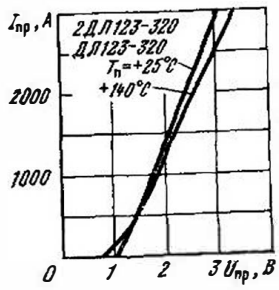
Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $I_{пр,и}=3{,}14 \cdot I_{пр,ср,макс}$, не более	1,7 В
Пороговое напряжение* при $I_{пр,и}=(1{,}57\ldots4{,}71)\cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п=+140°$ С, не более	0,9 В
Напряжение пробоя* при $I_{обр}=2$ мА, $T_п=+140°$ С, не более	$1{,}25\times U_{обр,и,п,макс}$
Динамическое сопротивление* при $I_{пр,и}=(1{,}57\ldots4{,}71)\cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п=+140°$ С, не более	0,83 мОм
Время обратного восстановления* при $U_{обр,и}=100$ В, $I_{пр,и}=320$ А, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $T_п=+140°$ С, не более	20 мкс
Заряд восстановления* при $U_{обр,и}=100$ В, $I_{пр,и}=320$ А, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $T_п=+140°$ С, не более	400 мкКл
Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр,и}=U_{обр,и,п,макс}$, $T_п=+140°$ С, не более	25 А
Тепловое сопротивление переход—корпус[1], не более	0,08° С/Вт

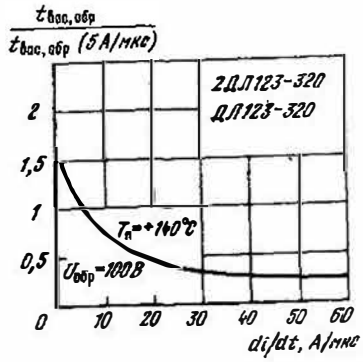
Предельные эксплуатационные данные

Повторяющееся импульсное обратное напряжение	400 . . . 1400 В
Импульсное рабочее обратное напряжение	$0{,}8\times U_{обр,и,п,макс}$
Постоянное обратное напряжение	$0{,}75\times U_{обр,и,п,макс}$
Средний прямой ток при $T_к=+100°$ С	320 А
Неповторяющийся импульсный прямой ток:	
при $T_п=+25°$ С	6000 А
при $T_п=+140°$ С	5500 А
Неповторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность при $t_и=100$ мкс, $T_п=+140°$ С	8 кВт
Температура p-n перехода	+140° С
Температура окружающей среды	−60 . . . . . +110° С

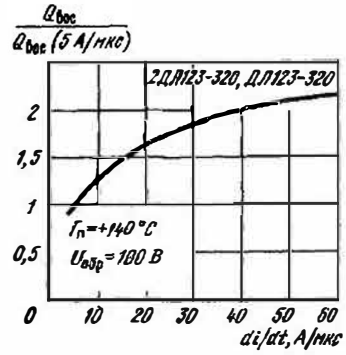
[1] Тепловое сопротивление диода со стороны анода (переход — анодный вывод) и со стороны катода (переход — катодный выход) приводятся в паспорте.



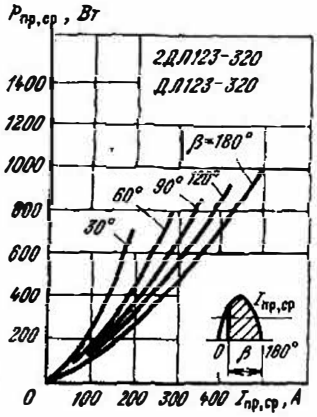
Зависимости прямого тока от напряжения



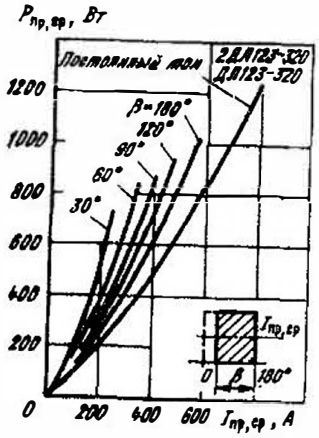
Зависимость времени обратного восстановления от скорости нарастания импульса тока



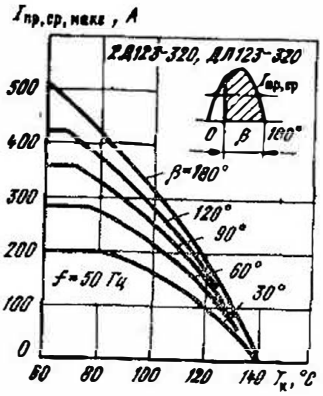
Зависимость заряда восстановления от скорости нарастания импульса тока



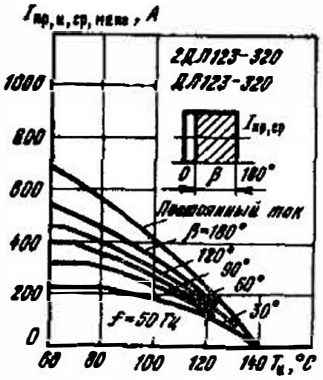
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока синусондальной формы



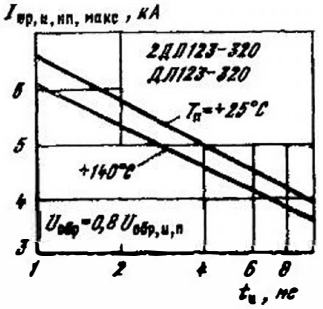
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы



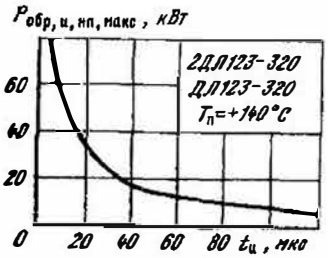
Зависимости допустимого среднего прямого тока синусоидальной формы от температуры корпуса



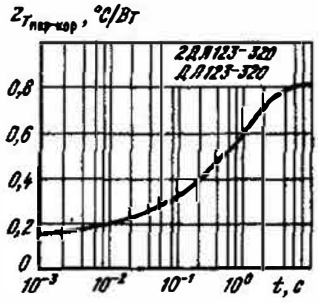
Зависимости допустимого среднего прямого тока прямоугольной формы от температуры корпуса



Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимость допустимой неповторяющейся мощности обратных потерь от длительности импульса



Зависимость переходного теплового сопротивления переход—корпус от времени

Рекомендации по применению

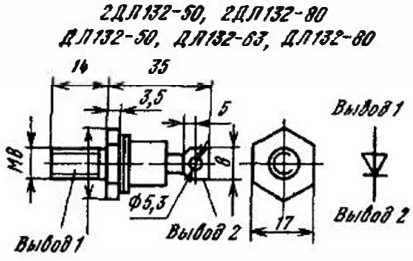
При монтаже диодов в аппаратуре неплоскостность поверхностей прижимных устройств должна быть не более 0,01 мм, шероховатость поверхностей — не более 0,63 мкм.

2ДЛ132-50, ДЛ132-50, ДЛ132-63, 2ДЛ132-80, ДЛ132-80

Диоды кремниевые диффузионные лавинные. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов на частотах до 1,5 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды 2ДЛ132-50, 2ДЛ132-80 имеют 11 классов по напряжению (от 4 до 14), ДЛ132-50, ДЛ132-63, ДЛ132-80 — 12 классов (от 4 до 15).

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жестким выводом катода. Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 27 г.



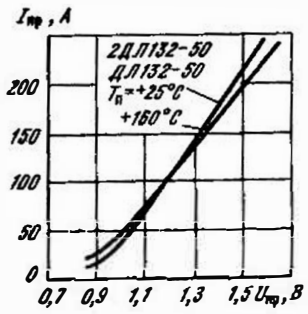
Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $I_{пр,и}=3{,}14 \cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п=+25°С$, не более . . . . . 1,35 В

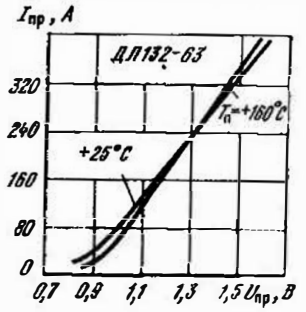
Пороговое напряжение* при $I_{пр,\,и}$ = = (1,57 . . . 4,71)·$I_{пр,\,ср,\,макс}$, $T_п$ = = +160° С, не более	0,85 В
Напряжение пробоя* при $T_п \leqslant$ $\leqslant$ +160° С, $I_{обр}$ = 10 мА для 2ДЛ132-50, ДЛ132-50, ДЛ132-63 и $I_{обр}$ = 15 мА для 2ДЛ132-80, ДЛ132-80	1,25× ×$U_{обр,\,и,\,п,\,макс}$
Динамическое сопротивление* при $I_{пр,\,и}$ = (1,57 . . . 4,71)·$I_{пр,\,ср,\,макс}$, $T_п$ = +160° С, не более:	
2ДЛ132-50, ДЛ132-50	3,4 мОм
ДЛ132-63	2,6 мОм
2ДЛ132-80, ДЛ132-80	2,0 мОм
Время обратного восстановления* при $U_{обр,\,и}$ = 100 В, di/dt = 5 А/мкс, $T_п$ = = +160° С, не более:	
2ДЛ132-50, ДЛ132-50	9,3 мкс
ДЛ132-63	9,8 мкс
2ДЛ132-80, ДЛ132-80	10,2 мкс
Заряд восстановления* при $U_{обр,\,и}$ = = 100 В, di/dt = 5 А/мкс, $T_п$ = = +160° С, не более:	
2ДЛ132-50, ДЛ132-50	138 мкКл
ДЛ132-63	160 мкКл
2ДЛ132-80, ДЛ132-80	190 мкКл
Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр,\,и}$ = $U_{обр,\,и,\,п,\,макс}$, не более:	
$T_п$ = +25° С	0,8 мА
$T_п$ = +160° С:	
2ДЛ132-50, ДЛ132-50	4 мА
ДЛ132-63	6 мА
2ДЛ132-80, ДЛ132-80	8 мА
Тепловое сопротивление переход—корпус, не более.	
2ДЛ132-50, ДЛ132-50	0,55° С/Вт
ДЛ132-63	0,44° С/Вт
2ДЛ132-80, ДЛ132-80	0,35° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

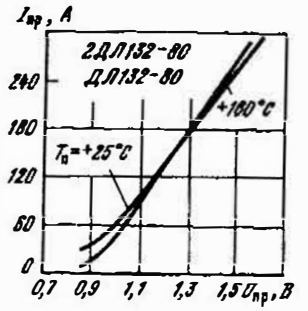
Повторяющееся импульсное обратное напряжение:	
2ДЛ132-50, 2ДЛ132-80	400 . . . 1400 В
ДЛ132-50, ДЛ132-63, ДЛ132-80	400 . . . 1500 В
Импульсное рабочее обратное напряжение	0,8× ×$U_{обр,\,и,\,п,\,макс}$
Постоянное обратное напряжение	0,6× ×$U_{обр,\,п,\,п,\,макс}$
Средний прямой ток при $T_к$ = = +125° С:	
2ДЛ132-50, ДЛ132-50	50 А
ДЛ132-63	63 А
2ДЛ132-80, ДЛ132-80	80 А
Неповторяющийся импульсный прямой ток при $t_и$ = 10 мс:	
$T_п$ = +25° С:	
2ДЛ132-50	1300 А
2ДЛ132-80	1500 А
$T_п$ = +160° С:	
ДЛ132-50	1000 А
ДЛ132-63	1100 А
2ДЛ132-50, ДЛ132-80	1200 А
2ДЛ132-80	1400 А
Неповторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность при $t_и$ = = 100 мкс, $T_п$ = +160° С	3,8 кВт
Температура *p-n* **перехода**	+160° С
Температура окружающей среды:	
2ДЛ132-50, 2ДЛ132-80	—60 . . . . . +125° С
ДЛ132-50, ДЛ132-63, ДЛ132-80	—50 . . . . . +125° С



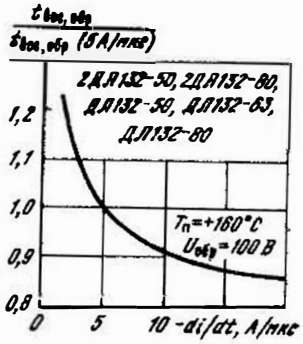
Зависимости прямого тока от напряжения



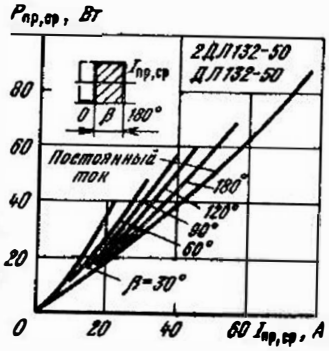
Зависимости прямого тока от напряжения



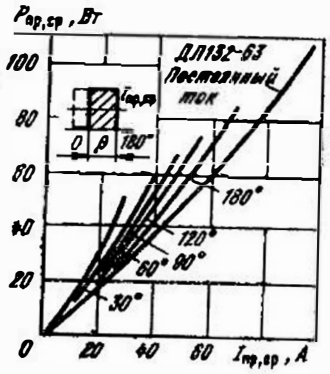
Зависимости прямого тока от напряжения



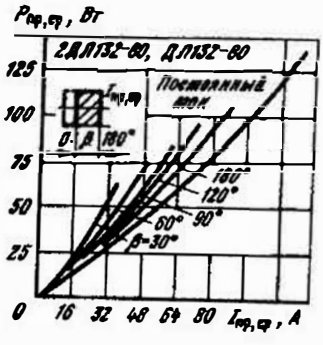
Зависимость времени обратного восстановления от скорости нарастания импульса тока



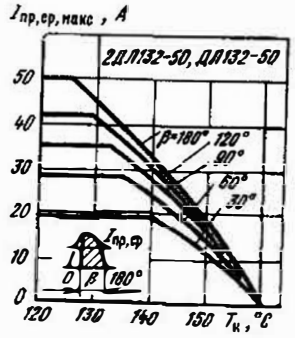
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы



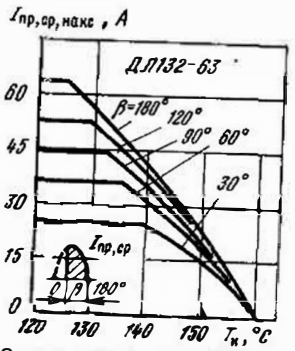
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы



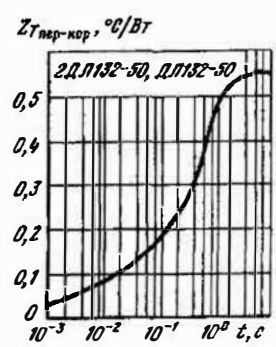
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы



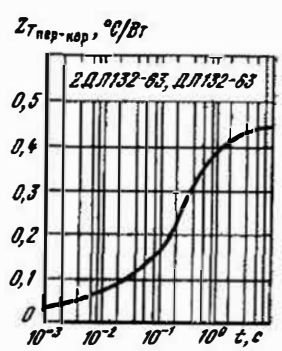
Зависимости допустимого среднего прямого тока синусоидальной формы от температуры корпуса



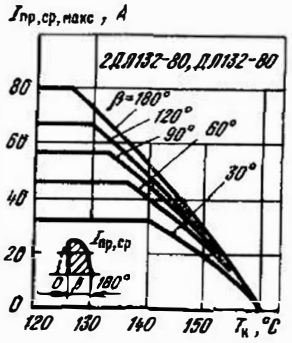
Зависимости допустимого среднего прямого тока синусоидальной формы от температуры корпуса



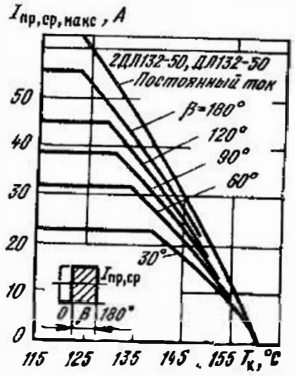
Зависимость переходного теплового сопротивления переход—корпус от времени



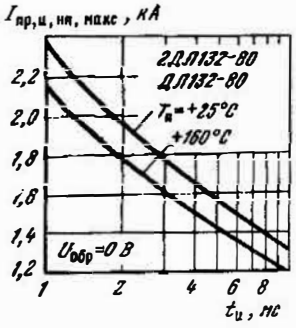
Зависимость переходного теплового сопротивления переход—корпус от времени



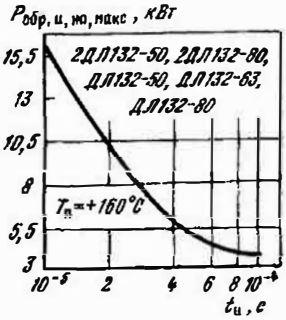
Зависимости допустимого среднего прямого тока синусоидальной формы от температуры корпуса



Зависимости допустимого среднего прямого тока прямоугольной формы от температуры корпуса



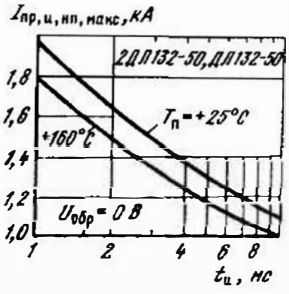
Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



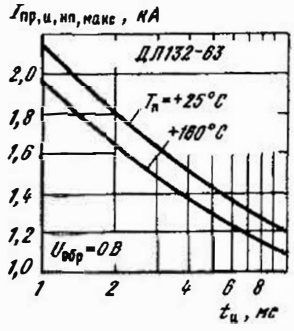
Зависимость допустимой неповторяющейся импульсной мощности обратных потерь от длительности импульса



Зависимости допустимого среднего прямого тока прямоугольной формы от температуры корпуса



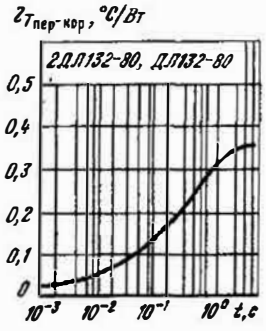
Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимости допустимого среднего прямого тока прямоугольной формы от температуры корпуса



Зависимость переходного теплового сопротивления переход—корпус от времени

Рекомендации по применению

1. При монтаже диодов в аппаратуре. Растягивающая сила должна быть не более 39,2 Н, крутящий момент — не более 5,6 Н·м, изгибающая сила — не более 45 Н.

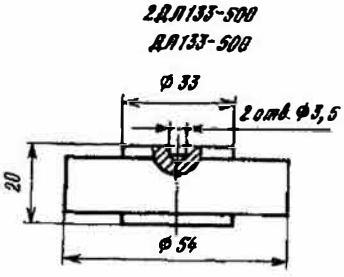
2. Расстояние от корпуса диода до места пайки не менее 8 мм. Температура пайки вывода не должна превышать +270° С, время пайки не более 5 с, мощность паяльника до 60 Вт.

2ДЛ133-500, ДЛ133-500

Диоды кремниевые диффузионные лавинные. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов на частотах до 2 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды имеют 11 классов по напряжению (от 4 до 14).

Выпускаются в металлокерамическом корпусе таблеточной конструкции. Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 180 г.

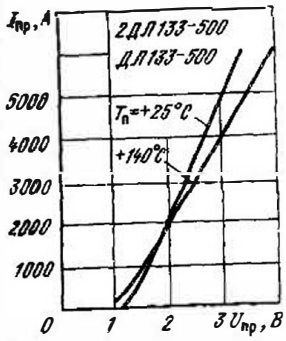


Электрические параметры

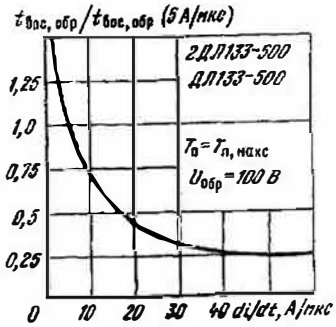
Импульсное прямое напряжение при $I_{пр,и}=3{,}14 \cdot I_{пр,ср,макс}$, не более	1,8 В
Пороговое напряжение* при $I_{пр,п}=(1{,}57 \ldots 4{,}71) \cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п=+140°$ С, не более	1,05 В
Напряжение пробоя* при $I_{обр}=2$ мА, $T_п=+140°$ С, не более	$1{,}25 \times U_{обр,и,п,макс}$
Динамическое сопротивление* при $I_{пр,и}=(1{,}57 \ldots 4{,}71) \cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п=+140°$ С, не более	0,5 мОм
Время обратного восстановления* при $U_{обр,и}=100$ В, $I_{пр,и}=500$ А, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $T_п=+140°$ С, не более	25 мкс
Заряд восстановления* при $U_{обр,и}=100$ В, $I_{пр,и}=500$ А, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $T_п=+140°$ С, не более	600 мкКл
Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр,и}=U_{обр,и,п,макс}$, $T_п=+140°$ С, не более	25 мА
Тепловое сопротивление переход—корпус[1], не более	0,045° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

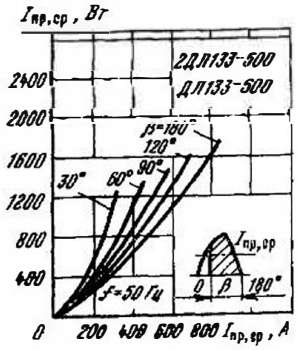
Повторяющееся импульсное обратное напряжение	400...1400 В
Импульсное рабочее обратное напряжение	$0{,}8 \cdot U_{обр,и,п,макс}$
Постоянное обратное напряжение	$0{,}75 \times U_{обр,и,п,макс}$
Средний прямой ток при $T_к=+100°$ С	500 А
Неповторяющийся импульсный прямой ток:	
при $T_п=+25°$ С	8000 А
при $T_п=+140°$ С	7500 А
Неповторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность при $t_и=100$ мкс, $T_п=+140°$ С	8 кВт
Температура p-n перехода	+140° С
Температура окружающей среды	—60... ...+110° С



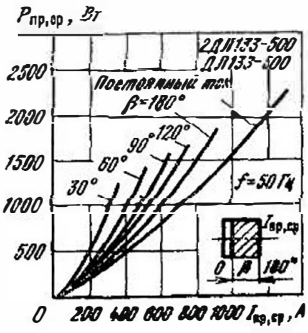
Зависимости прямого тока от напряжения



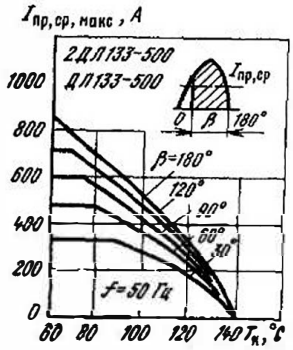
Зависимость времени обратного восстановления от скорости нарастания импульса тока



Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока синусоидальной формы

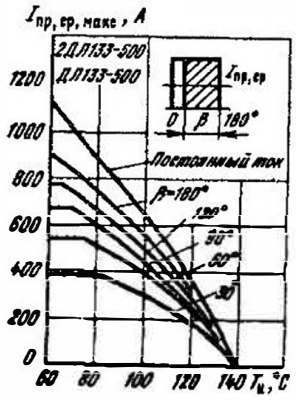


Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы

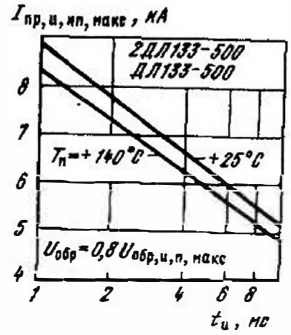


Зависимости допустимого среднего прямого тока синусоидальной формы от температуры корпуса

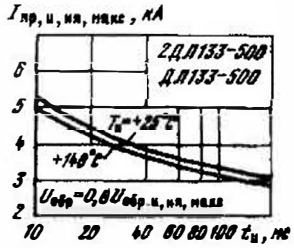
[1] Тепловые сопротивления диода со стороны анода (переход — анодный вывод) и со стороны катода (переход — катодный вывод) указываются в паспорте.



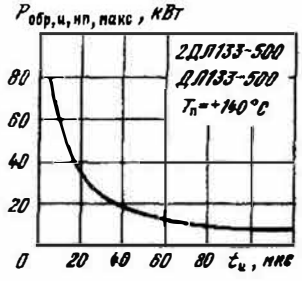
Зависимости допустимого среднего прямого тока прямоугольной формы от температуры корпуса



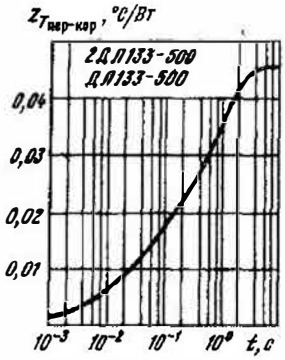
Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимость допустимой неповторяющейся импульсной мощности обратных потерь от длительности импульса



Зависимость переходного теплового сопротивления переход—корпус от времени

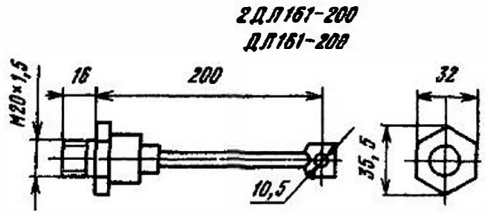
Рекомендации по применению

При монтаже диодов в аппаратуре неплоскостность поверхностей прижимных устройств должна быть не более 0,01 мм, шероховатость поверхностей — не более 0,63 мкм.

2ДЛ161-200, ДЛ161-200

Диоды кремниевые диффузионные лавинные. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов на частотах до 2 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды имеют 11 классов по напряжению (от 4 до 14).

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с гибким выводом катода. Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе. Масса диода не более 265 г.

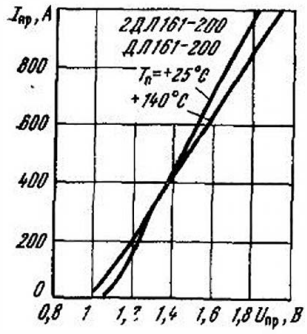


Электрические параметры

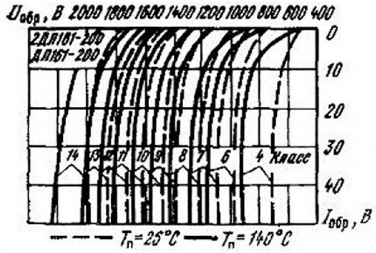
Импульсное прямое напряжение при $I_{пр, и}=3{,}14 \cdot I_{пр, ср, макс}$, $T_п=+25°С$, не более	1,45 В
Пороговое напряжение* при $I_{пр, и}=(1{,}57 \ldots 4{,}71) \cdot I_{пр, ср, макс}$, $T_п=+140°С$, не более	1,0 В
Напряжение пробоя* при $I_{обр}=2$ мА, $T_п \leqslant +140°С$, не более	1,25× $\times U_{обр, и, п, макс}$
Динамическое сопротивление* при $I_{пр, и}=(1{,}57 \ldots 4{,}71) \cdot I_{пр, ср, макс}$, $T_п=+140°С$, не более	0,7 мОм
Время обратного восстановления* при $U_{обр, и}=100$ В, $I_{пр, и}=I_{пр, ср, макс}$, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $t_и \geqslant 0{,}3$ мкс, $T_п=+140°С$, не более	25 мкс
Время запаздывания обратного напряжения* при $U_{обр, и}=100$ В, $I_{пр, и}=I_{пр, ср, макс}$, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $t_и \geqslant 0{,}3$ мкс, $T_п=+140°С$, не более	22 мкс
Заряд восстановления* при $U_{обр, и}=100$ В, $I_{пр, и}=I_{пр, ср, макс}$, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $t_и \geqslant 0{,}3$ мкс, $T_п=+140°С$, не более	1000 мкКл
Заряд запаздывания* при $U_{обр, и}=100$ В, $I_{пр, и}=I_{пр, ср, макс}$, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $t_и \geqslant 0{,}3$ мкс, $T_п=+140°С$, не более	900 мкКл
Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр, и}=U_{обр, и, п, макс}$, $T_п=+140°С$, не более	25 мА
Тепловое сопротивление переход—корпус, не более	0,15° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

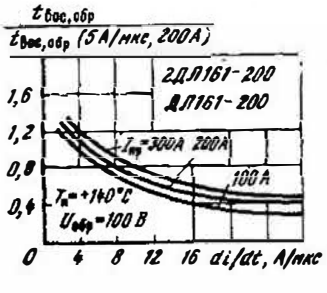
Повторяющееся импульсное обратное напряжение	400 ... 1400 В
Импульсное рабочее обратное напряжение	0,8× $\times U_{обр, и, п, макс}$
Постоянное обратное напряжение	0,75× $\times U_{обр, и, п, макс}$
Средний прямой ток при $T_к=+100°С$	200 А
Неповторяющийся импульсный прямой ток при $t_и=10$ мс:	
$T_п=+25°С$	6000 А
$T_п=+140°С$	5500 А
Неповторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность при $t_и=100$ мкс, $T_п=+140°С$	16 кВт
Температура p-n перехода	+140° С
Температура окружающей среды	—60 ... ... +125° С



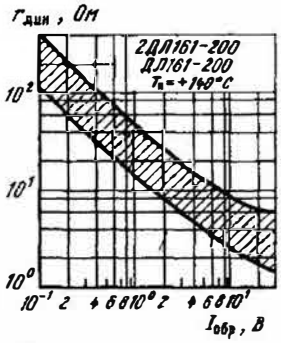
Зависимости прямого тока от напряжения



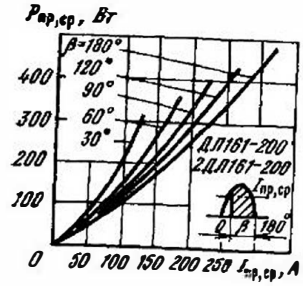
Зависимости обратного тока от напряжения



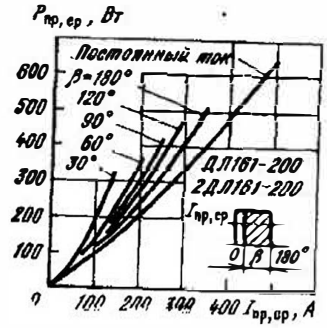
Зависимости времени обратного восстановления от скорости нарастания импульса тока



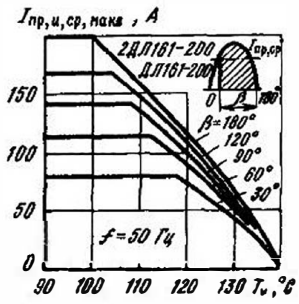
Зона возможных положений зависимости динамического сопротивления от обратного тока



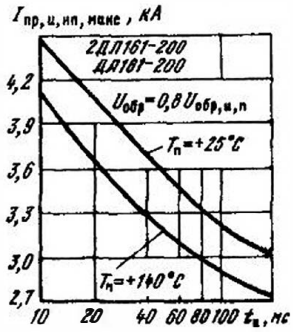
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока синусоидальной формы



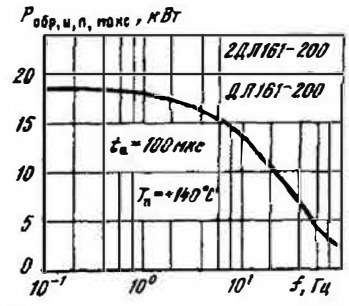
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы



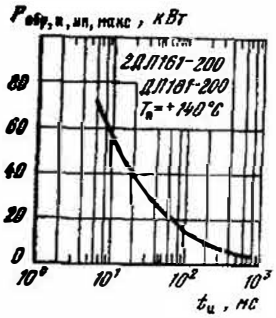
Зависимости допустимого среднего прямого тока синусоидальной формы от температуры корпуса



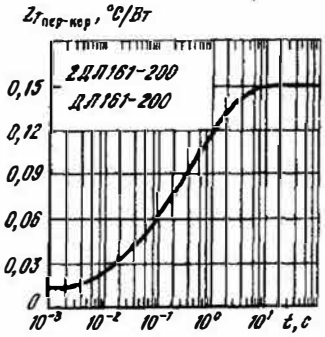
Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимость повторяющейся импульсной мощности обратных потерь от частоты



Зависимость неповторяющейся импульсной мощности обратных потерь от длительности импульса



Зависимость переходного теплового сопротивления переход—корпус от времени

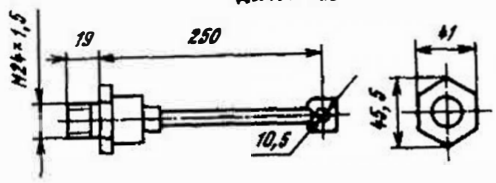
2Д171-320, Д171-320

Диоды кремниевые диффузионные лавинные. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов на частотах до 2 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды имеют 11 классов по напряжению (от 4 до 14).

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с гибким выводом катода. Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 465 г.

2ДЛ171-320
ДЛ171-320

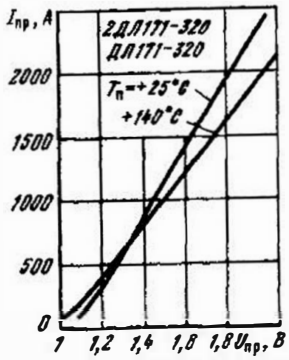


Электрические параметры

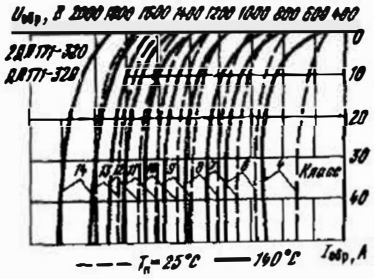
Импульсное прямое напряжение при $I_{пр,и}=3{,}14\cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п=+25°C$, не более	1,45 В
Пороговое напряжение* при $I_{пр,и}=(1{,}57\ldots4{,}71)\cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_п=+140°C$, не более	1,0 В
Напряжение пробоя* при $I_{обр}=2$ мА, $T_и\leqslant+140°C$	1,25× $\times U_{обр,и,п,макс}$
Динамическое сопротивление* при $I_{пр,и}=(1{,}57\ldots4{,}71)\cdot I_{пр,ср,макс}$, $T_и=+140°C$, не более	0,5 мОм
Время обратного восстановления* при $U_{обр,и}=100$ В, $I_{пр,и}=I_{пр,ср,макс}$, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $t_и\geqslant0{,}3$ мс, $T_п=+140°C$, не более	25 мкс
Время запаздывания обратного напряжения* при $U_{обр,и}=100$ В, $I_{пр,и}=I_{пр,ср,макс}$, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $t_и\geqslant0{,}3$ мкс, $T_п=+140°C$, не более	22 мкс
Заряд восстановления* при $U_{обр,и}=100$ В, $I_{пр,и}=I_{пр,ср,макс}$, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $t_и\geqslant0{,}3$ мс, $T_п=+140°C$, не более	1000 мкКл
Заряд запаздывания* при $U_{обр,и}=100$ В, $I_{пр,и}=I_{пр,ср,макс}$, $di_{пр}/dt=5$ А/мкс, $t_и\geqslant0{,}3$ мс, $T_п=+140°C$, не более	900 мкКл
Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр,и}=U_{обр,п,п,макс}$, $T_п=+140°C$, не более	25 мА
Тепловое сопротивление переход — корпус, не более	0,09° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

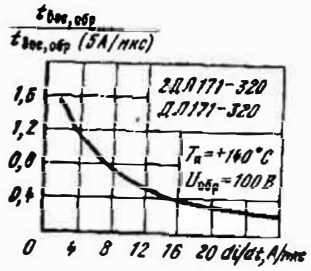
Повторяющееся импульсное обратное напряжение	400...1400 В
Импульсное рабочее обратное напряжение	0,8× $\times U_{обр,и,п,макс}$
Постоянное обратное напряжение	0,75× $\times U_{обр,и,п,макс}$
Средний прямой ток при $T_и=+100°C$	320 А
Неповторяющийся импульсный прямой ток при $t_и=10$ мс:	
$T_п=+25°C$	8200 А
$T_п=+140°C$	7500 А
Неповторяющаяся импульсная обратная рассеиваемая мощность при $t_и=100$ мкс, $T_п=+140°C$	16 кВт
Температура p-n перехода	+140° С
Температура окружающей среды	—60... ...+125° С



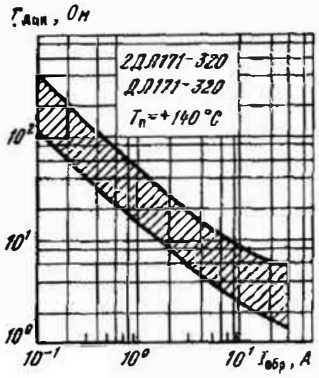
Зависимости прямого тока от напряжения



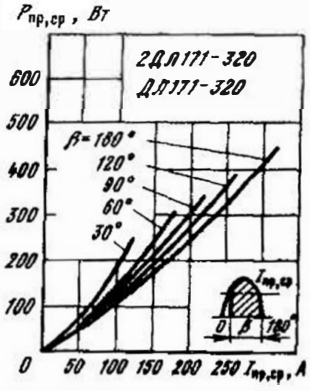
Зависимости обратного тока от напряжения



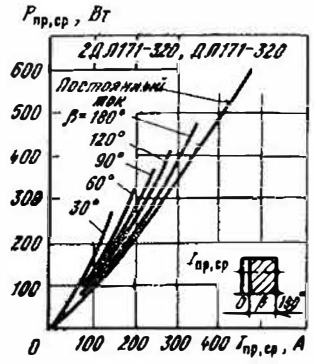
Зависимость времени обратного восстановления от скорости нарастания импульса тока



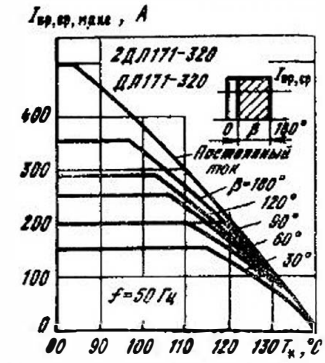
Зона возможных положений зависимости динамического сопротивления от обратного тока



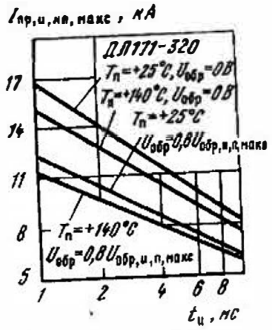
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока синусоидальной формы



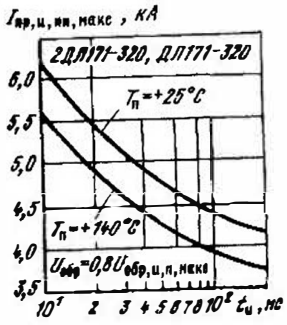
Зависимости мощности прямых потерь от среднего прямого тока прямоугольной формы



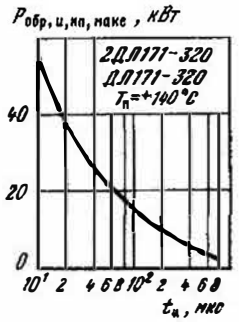
Зависимости допустимого среднего прямого тока прямоугольной формы от температуры корпуса



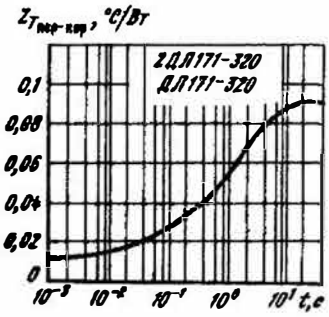
Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимости допустимого неповторяющегося импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимость допустимой неповторяющейся импульсной мощности обратных потерь от длительности импульса



Зависимость переходного теплового сопротивления переход—корпус от времени

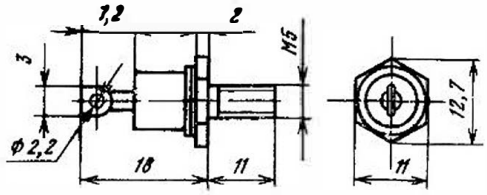
2ДШ112-32Х, 2ДШ112-40Х

Диоды Шотки кремниевые. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды имеют 3 класса по напряжению (от 0,2 до 0,4).

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жестким выводом анода (обратной полярности). Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 6 г.

2ДШ112-32Х, 2ДШ112-40Х



Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $T_п$=+25° С, не более:	
$I_{пр,и}$=3,14·$I_{пр,ср,макс}$	
2ДШ112-32Х	1,15 В
2ДШ112-40Х	1,2 В
$I_{пр,и}$=$I_{пр,ср,макс}$	
2ДШ112-32Х	0,6 В
2ДШ112-40Х	0,64 В
Время обратного восстановления при $U_{обр,и}$=20 В, $I_{пр,и}$=6 А, $I_{обр,и}$=6 А, $T_п$=+25° С, не более	32 нс
Заряд восстановления при $U_{обр,и}$=20 В, $I_{пр,и}$=6 А, $I_{обр,и}$=6 А, $T_п$=+25° С, не более	100 нКл
Общая емкость диода при $U_{обр}$=0, не более	3 пФ
Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр,и}$=$U_{обр,и,п,макс}$, $T_п$=+125° С, не более	250 мА
Тепловое сопротивление переход—корпус, не более	1,3° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

Повторяющееся импульсное обратное напряжение	20...40 В
Неповторяющееся импульсное обратное напряжение	1,2× ×$U_{обр,и,п,макс}$
Импульсное рабочее обратное напряжение	0,8× ×$U_{обр,и,п,макс}$
Постоянное обратное напряжение	0,6× ×$U_{обр,и,п,макс}$
Средний прямой ток при $T_к$=+85° С:	
2ДШ112-32Х	32 А
2ДШ112-40Х	40 А
Неповторяющийся импульсный прямой ток при $U_{обр}$=0:	
$T_п$=+25° С:	
2ДШ112-32Х	600 А
2ДШ112-40Х	750 А
$T_п$=+125° С:	
2ДШ112-32Х	550 А
2ДШ112-40Х	700 А
Температура p-n перехода	+125° С
Температура окружающей среды	—60.. +125° С

Рекомендации по применению

1. При монтаже диодов в аппаратуре растягивающая вывод сила должна быть не более 10 Н, крутящий момент — не более 0,8 Н·м.

2. Расстояние от корпуса диода до места пайки не менее 3 мм, температура пайки вывода не выше +235° С, время пайки не более 5 с, мощность паяльника до 100 Вт.

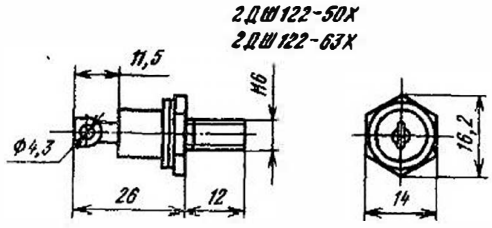
3. При всех режимах работы диодов скорость нарастания обратного напряжения не должна превышать 700 В/мкс.

2ДШ122-50Х, 2ДШ122-63Х

Диоды Шотки кремниевые. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды имеют 3 класса по напряжению (от 0,2 до 0,4).

Выпускаются в металлическом корпусе с жестким выводом анода (обратной полярности). Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора указывается на корпусе.

Масса диода не более 12 г.



Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $T_п$ = +25° С, не более:	
$I_{пр, и}$ = 3,14·$I_{пр, ср, макс}$	1,25 В
$I_{пр, и}$ = $I_{пр, ср, макс}$	0,66 В
Время обратного восстановления при $U_{обр, и}$ = 20 В, $I_{пр, и}$ = 6 А, $I_{обр, и}$ = 6 А, $T_п$ = +25° С, не более	32 нс
Заряд восстановления при $U_{обр, и}$ = 20 В, $I_{пр, и}$ = 6 А, $I_{обр, и}$ = 6 А, $T_п$ = +25° С, не более	100 нКл
Общая емкость диода при $U_{обр}$ = 0, не более	5 пФ
Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр, и}$ = $U_{обр, и, п, макс}$, $T_п$ = +125° С, не более	250 мА
Тепловое сопротивление переход — корпус, не более	0,9° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

Повторяющееся импульсное обратное напряжение	20...40 В
Неповторяющееся импульсное обратное напряжение	1,2× × $U_{обр, и, п, макс}$
Импульсное рабочее обратное напряжение	0,8× × $U_{обр, и, п, макс}$
Постоянное обратное напряжение	0,6× × $U_{обр, и, п, макс}$
Средний прямой ток при $T_к$ = +85° С:	
2ДШ122-50Х	50 А
2ДШ122-63Х	63 А
Неповторяющийся импульсный прямой ток при $U_{обр}$ = 0:	
2ДШ122-50Х	850 А
2ДШ122-63Х	950 А
$T_п$ = +125° С:	
2ДШ122-50Х	800 А
2ДШ122-63Х	900 А
Температура p-n перехода	+125° С
Температура окружающей среды	—60... ...+100° С

Рекомендации по применению

1. При монтаже диодов в аппаратуре растягивающая сила должна быть не более 20 Н, крутящий момент резьбового вывода — не более 1,0 Н·м.

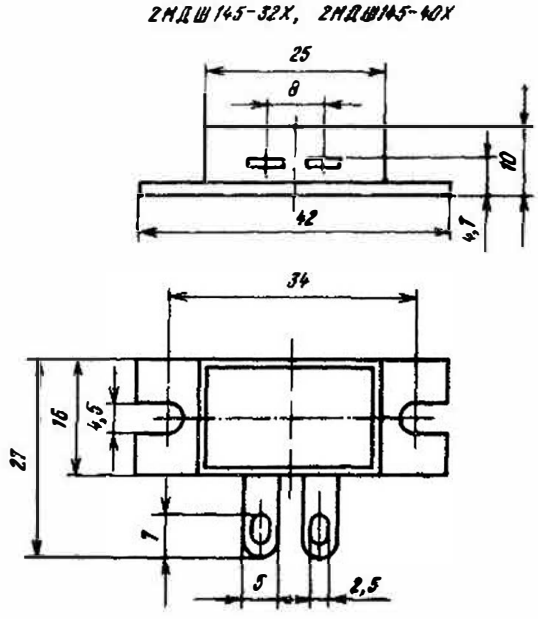
2. Расстояние от корпуса диода до места пайки вывода не менее 5 мм, температура паяльника не выше +235° С, время пайки не более 5 с, мощность паяльника до 100 Вт.

2МДШ145-32Х, 2МДШ145-40Х

Модули из двух кремниевых диодов Шотки с общим катодом. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Модули 2МДШ145-32Х имеют один класс по напряжению (0,2), 2МДШ145-40Х — два (0,3 и 0,4).

Выпускаются в металлокерамическом фланцевом корпусе с двумя раздельными жесткими выводами анодов. Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора указывается на корпусе.

Масса модуля не более 21 г.



Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $T_п$ = +25° С, не более:	
$I_{пр, и}$ = 3,14·$I_{пр, ср, макс}$:	
2МДШ145-32Х-0,2	1,15 В
2МДШ145-40Х-0,3	1,2 В
2МДШ145-40Х-0,4	1,25 В
$I_{пр, и}$ = $I_{пр, ср, макс}$:	
2МДШ145-32Х-0,2	0,6 В
2МДШ145-40Х-0,3	0,64 В
2МДШ145-40Х-0,4	0,66 В

Разность между импульсными прямыми напряжениями диодов модуля при $I_{пр, н}=I_{пр. ср. макс}$ и $3{,}14\times\times I_{пр. ср. макс}$, $T_п=+25°$ С, не более — 0,05 В

Время обратного восстановления при $U_{обр, н}=25$ В, $I_{пр, н}=6$ А, $I_{обр, н}=6$ А, $T_п=+25°$ С, не более . . . — 32 нс

Заряд восстановления при $U_{обр, н}=25$ В, $I_{пр. н}=6$ А, $I_{обр. н}=6$ А, $T_п=+25°$ С, не более . . . . . — 100 нКл

Общая емкость диода при $U_{обр}=0$, не более . . . . . — 3 нФ

Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр, н}=U_{обр, и, п, макс}$, не более . . . . . — 250 мА

Тепловое сопротивление переход — корпус, не более . . . . . — 1,3° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

Повторяющееся импульсное обратное напряжение:

2МДШ145-32Х-0,2 . . . . . — 20 В

2МДШ145-40Х-0,3 . . . . . — 30 В

2МДШ145-40Х-0,4 . . . . . — 40 В

Неповторяющееся импульсное обратное напряжение . . . . . — $1{,}2\times\times U_{обр, и, п, макс}$

Импульсное рабочее обратное напряжение . . . . . — $0{,}8\times\times U_{обр, и, п, макс}$

Постоянное обратное напряжение . — $0{,}6\times\times U_{обр, п, п, макс}$

Средний прямой ток при $T_к=+85°$ С:

2МДШ145-32Х . . . . . — 32 А

2МДШ145-40Х . . . . . — 40 А

Неповторяющийся импульсный прямой ток при $U_{обр}=0$:

$T_п=+25°$ С:

2МДШ145-32Х . . . . . — 600 А

2МДШ145-40Х . . . . . — 750 А

$T_п=+125°$ С:

2МДШ145-32Х . . . . . — 550 А

2МДШ145-40Х . . . . . — 700 А

Температура p-n перехода . . . . — +125° С

Температура окружающей среды . — —60 . . . . . +100° С

Рекомендации по применению

1. При монтаже диодов в аппаратуре температура пайки выводов не выше +235° С, время пайки не более 5 с, мощность паяльника до 100 Вт, расстояние от корпуса модуля до места пайки не менее 5 мм.

2. Допускается посадка модулей на охлаждающую поверхность путем приклеивания теплопроводящим клеем (например, ТКЛ-2).

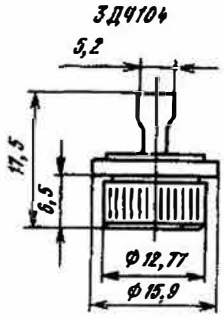
3. При всех режимах работы модулей скорость нарастания обратного напряжения не должна превышать 700 В/мкс.

3ДЧ104-10, 3ДЧ104-10Х, 3ДЧ104-25, 3ДЧ104-25Х

Диоды арсенидо-галлиевые. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды 3ДЧ104-10, 3Д104-10Х имеют 9 классов по напряжению (от 1 до 6, а также 1,5; 2,5; 3,5), 3ДЧ104-25, 3ДЧ104-25Х — 7 классов (от 1 до 4, а также 1,5; 2,5; 3,5).

Выпускаются в металлическом корпусе под запрессовку с жестким выводом катода (3Д104-10, 3Д104-25) и анода (обратной полярности — 3ДЧ104-10Х, 3ДЧ104-25Х). Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора указывается на корпусе.

Масса диода не более 10 г.



Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $I_{пр}=3{,}14\cdot I_{п, ср, макс}$. $T_п=+25$ и +260° С, не более:

3ДЧ104-10-1 . . .4, 3ДЧ104-10Х-1 . . . 4 . . . . . — 2,0 В

3ДЧ104-10-5 . . . 6, 3ДЧ104-10Х-5 . . . . . 6 . . . . . — 2,5 В

3ДЧ104-25-1 . . . 4, 3ДЧ104-25Х-1 . . . . . 4 . . . . . — 2,0 В

Время обратного восстановления при $U_{обр, н}=100$ В, $I_{пр, н}=I_{пр, ср, макс}$, $T_п=+25$ и +260° С для двух групп, не более . . . . . — 0,2 или 0,5 мкс

Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр, н}=U_{обр, и, п, макс}$, $T_п=+260°$ С, не более . . . . . — 10 мА

Тепловое сопротивление переход — корпус, не более:

3ДЧ104-10, 3ДЧ104-10Х . . . . — 2,0° С/Вт

3ДЧ104-25, 3ДЧ104-25Х . . . . — 1,2° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

Повторяющееся импульсное обратное напряжение при $T_п\leqslant+260°$ С:

3ДЧ104-10, 3ДЧ104-10Х . . . . — 100 . . . 600 В

3ДЧ104-25, 3ДЧ104-25Х . . . . — 100 . . . 400 В

Неповторяющееся импульсное обратное напряжение при $T_п\leqslant+260°$ С . — $1{,}1\times\times U_{обр, и, п, макс}$

Импульсное рабочее обратное напряжение при $T_п\leqslant+260°$ С . . . . . — $0{,}7\times\times U_{обр, и, п, макс}$

Постоянное обратное напряжение при $T_п\leqslant+260°$ С . . . . . — $0{,}6\times\times U_{обр, и, п, макс}$

Средний прямой ток:

3ДЧ104-10-1 . . 4, 3ДЧ104-10Х-1 . . . 4 при $T_к=+220°$ С . . . . . — 10 А

3ДЧ104-10-5 6, 3ДЧ104-10Х-5 . . . 6 при $T_к=+210°$ С . . . . — 10 А

3ДЧ104-25, 3ДЧ104-25Х при $T_к=+200°$ С . . . . . — 25 А

Неповторяющийся импульсный прямой ток:

при $T_п=+25°$ С:

3ДЧ104-10, 3ДЧ104-10Х . . . — 150 А

3ДЧ104-25, 3ДЧ104-25Х . . . — 350 А

при $T_п=+260°$ С:

3ДЧ104-10, 3ДЧ104-10Х . . . — 100 А

3ДЧ104-25, 3ДЧ104-25Х . . . — 250 А

Температура p-n перехода . . . — +260° С

Температура окружающей среды . . — —60 . . . . . +240° С

Рекомендации по применению

1. При монтаже диодов в аппаратуре растягивающая сила должна быть не более 9,8 Н.

2. Диоды должны быть запрессованы на глубину не менее 6 мм, усиление при запрессовке корпуса не более 5000 Н Запрессовку следует выполнять плавно, без ударов, со скоростью 2 ... 3 мм/с.

3. Рекомендуемый материал теплоотвода — алюминий марки АД-1.

4. Расстояние от корпуса диода до места пайки не менее 4 мм, температура пайки вывода не выше +350° С, время пайки не более 5 с, мощность паяльника до 60 Вт.

5. Изолятор корпуса диода рекомендуется периодически очищать от загрязнения и пыли.

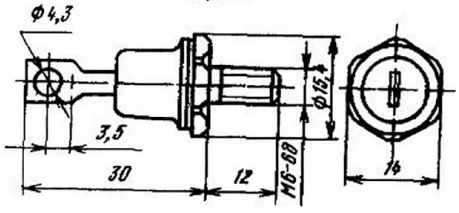
3ДЧ122-20, 3ДЧ122-20Х, 3ДЧ122-50, 3ДЧ122-50Х

Диоды арсенидо-галлиевые. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению Диоды 3ДЧ122-20, 3ДЧ122 20Х имеют 9 классов по напряжению (от 1 до 6, а также 1,5; 2,5; 3,5), 3ДЧ122-50, 3ДЧ122-50Х — 4 класса (1; 1,5; 2; 2,5).

Выпускаются в металлическом корпусе с жестким выводом катода (3ДЧ122-20, 3ДЧ122-50) и анода (обратной полярности — 3ДЧ122-20Х, 3ДЧ122-50Х). Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора указывается на корпусе.

Масса диода не более 13 г.

3ДЧ122



Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $I_{пр}=3{,}14 \cdot I_{пр.\,ср.\,макс}$, $T_п=+25$ и +260° С, не более:	
3ДЧ122-20-1 ... 4, 3ДЧ122-20Х-1 ... 4	2,0 В
3ДЧ122-20 5 ... 6, 3ДЧ122-20Х-5 ... 6	2,5 В
3ДЧ122-50, 3ДЧ122-50Х	1,8 В
Время обратного восстановления при $U_{обр.\,и}=100$ В, $I_{пр.\,и}=I_{пр.\,ср.\,макс}$, $T_п=+25$ и +260° С для двух групп, не более	0,2 или 0,5 мкс
Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр.\,и}=U_{обр.\,и.\,п.\,макс}$, $T_п=+260$° С, не более	10 мА
Тепловое сопротивление переход — корпус, не более:	
3ДЧ122-20, 3ДЧ122-20Х	1,0° С/Вт
3ДЧ122-50, 3ДЧ122-50Х	0,8° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

Повторяющееся импульсное обратное напряжение при $T_п \leqslant +260$° С:	
3ДЧ122-20, 3ДЧ122-20Х	100 ... 600 Вт
3ДЧ122-50, 3ДЧ122-50Х	100 ... 250 В
Неповторяющееся импульсное обратное напряжение при $T_п \leqslant +260$° С	1,1 × $\times U_{обр.\,и.\,п.\,макс}$
Импульсное рабочее обратное напряжение при $T_п \leqslant +260$° С	0,7 × $\times U_{обр.\,и.\,п.\,макс}$
Постоянное обратное напряжение при $T_п \leqslant +260$° С	0,6 × $\times U_{обр.\,и.\,п.\,макс}$
Средний прямой ток:	
3ДЧ122-20-1 ... 4, 3ДЧ122-20Х-1 ... ... 4 при $T_к=+220$° С	20 А
3ДЧ122-20-5 ... 6, 3ДЧ122-20Х-5 ... ... 6 при $T_к=+200$° С	20 А
3ДЧ122-50, 3ДЧ122-50Х при $T_к=+190$° С	20 А
Неповторяющийся импульсный прямой ток:	
при $T_п=+25$° С:	
3ДЧ122-20, 3ДЧ122-20Х	300 А
3ДЧ122-50, 3ДЧ122-50Х	700 А
при $T_п=+260$° С:	
3ДЧ122-20, 3ДЧ122-20Х	200 А
3ДЧ122-50, 3ДЧ122-50Х	600 А
Температура p-n перехода	+260° С
Температура окружающей среды	—60 ... ... +240° С

Рекомендации по применению

1. При монтаже диодов в аппаратуре растягивающая сила должна быть не более 14,7 Н, крутящий момент резьбового вывода — не более 0,8 Н·м.

2 Расстояние от корпуса диода до места пайки не менее 6 мм, температура пайки вывода не выше +350° С, время пайки не более 5 с, мощность паяльника до 60 Вт.

3. Рекомендуемый материал теплоотвода — медь или алюминий. Сопрягаемые поверхности теплоотвода и диода рекомендуется покрывать слоем пасты КТП-8 (ГОСТ 198783—74).

4. Изолятор корпуса диода рекомендуется периодически очищать от загрязнения и пыли.

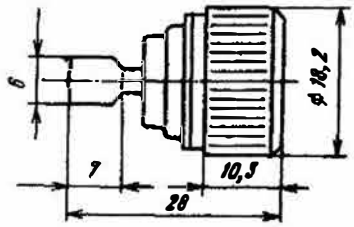
3ДЧ304-25, 3ДЧ304-25Х

Диоды арсенидо-галлиевые. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных перегрузок по напряжению. Диоды имеют 3 класса по напряжению (1; 1,5; 2; 2,5).

Выпускаются в металлическом корпусе под запрессовку с жестким выводом катода (3ДЧ304-25) и анода (обратной полярности — 3ДЧ304-25Х). Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора указывается на корпусе.

Масса диода не более 25 г

3ДЧ304



Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $I_{пр}=3{,}14 \cdot I_{пр.\,ср.\,макс}$, $T_п=+25$ и +260° С, не более	1,8 В

Время обратного восстановления при $U_{обр, и}=100$ В, $I_{пр, и}=I_{пр, ср, макс}$, $T_п=+25$ и $+260°$ С для двух групп, не более . . . . . 0,2 или 0,5 мкс

Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр, и}=U_{обр, и, макс}$, $T_п=+26°$ С, не более . . . . . 10 мА

Тепловое сопротивление переход — корпус, не более . . . . . 0,9° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

Повторяющееся импульсное обратное напряжение при $T_п \leqslant +260°$ С . . . 100 . . . 250 В

Неповторяющееся импульсное обратное напряжение при $T_п \leqslant +260°$ С . . . $1{,}1 \times U_{обр, и, п, макс}$

Импульсное рабочее обратное напряжение при $T_п \leqslant +260°$ С . . . . . $0{,}7 \times U_{обр, и, п, макс}$

Постоянное обратное напряжение при $T_п=+260°$ С . . . . . $0{,}6 \times U_{обр, и, п, макс}$

Средний прямой ток при $T_к=+220°$ С . . . . . 25 А

Неповторяющийся импульсный прямой ток:

при $T_п=+25°$ С . . . . . 350 А

при $T_п=+260°$ С . . . . . 250 А

Температура p-n перехода . . . . +260° С

Температура окружающей среды . . . —60 . . . . . +240° С

Рекомендации по применению

1. При монтаже диодов в аппаратуре растягивающая сила должна быть не более 19,6 Н.

2. Диоды должны быть запрессованы на глубину не менее 9 мм, усилие при запрессовке корпуса не более 6000 Н. Запрессовку следует выполнять плавно, без ударов, со скоростью 2 . . . 3 мм/с.

3. Рекомендуемый материал теплоотвода — алюминий марки АД-1.

4. Расстояние от корпуса диода до места пайки не менее 5 мм, температура пайки вывода не выше +350° С, время пайки не более 5 с, мощность паяльника до 60 Вт.

5. Изолятор корпуса диода рекомендуется периодически очищать от загрязнения и пыли.

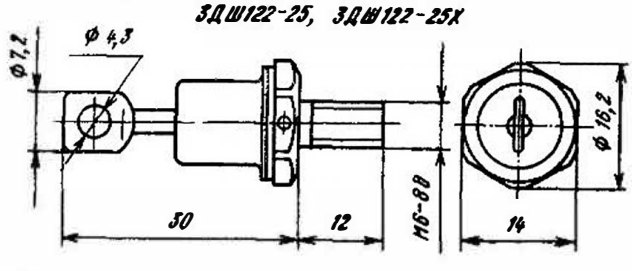
3ДШ-122-25, 3ДШ122-25Х

Диоды Шотки арсенидо-галлиевые. Предназначены для применения в преобразователях электроэнергии постоянного и переменного токов, а также для защиты цепей аппаратуры от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Диоды имеют 6 классов по напряжению (от 0,2 до 0,7).

Выпускаются в металлическом корпусе с жестким выводом катода (3ДШ122-25) и анода (обратной полярности — 3ДШ122-25Х). Охлаждение воздушное естественное (или принудительное). Тип прибора указывается на корпусе.

Масса диода не более 13 г.

3ДШ122-25, 3ДШ122-25Х



Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение, не более:

при $I_{пр}=3{,}14 \cdot 25$ А:

$T_п=+25°$ С . . . . . 0,9 В

$T_п=+200°$ С . . . . . 0,8 В

при $I_{пр}=25$ А:

$T_п=+25°$ С . . . . . 0,8 В

$T_п=+200°$ С . . . . . 0,6 В

Время обратного восстановления при $U_{обр, и}=10 . . . 20$ В, $di_{пр}/dt=100$ А/мкс, $T=-60° С . . . T_п=+200°$ С, не более . . . . . 0,063 мкс

Повторяющийся импульсный обратный ток при $U_{обр, и}=U_{обр, и, макс}$, $T_п=+200°$ С, не более . . . . . 50 мА

Тепловое сопротивление переход — корпус, не более . . . . . 1,6° С/Вт

Предельные эксплуатационные данные

Повторяющееся импульсное обратное напряжение . . . . . 20 . . . 70 В

Неповторяющееся импульсное обратное напряжение . . . . . $1{,}15 \times U_{обр, и, п, макс}$

Импульсное рабочее обратное напряжение . . . . . $0{,}7 \times U_{обр, и, п, макс}$

Постоянное обратное напряжение . $0{,}6 \times U_{обр, и, п, макс}$

Средний прямой ток при $T_к=+160°$ С . . . . . 25 А

Неповторяющийся импульсный прямой ток:

при $T_п=+25°$ С . . . . . 500 А

при $T_п=+200°$ С . . . . . 400 А

Температура p-n перехода . . . . +200° С

Температура окружающей среды . . . —60 . . . . . +190° С

Рекомендации по применению

1. При монтаже диодов в аппаратуре растягивающая сила должна быть не более 40 Н, крутящий момент резьбового вывода — не более 0,8 Н·м.

2. Расстояние от корпуса диода до места пайки не менее 4 мм, температура пайки вывода не выше +270° С, время пайки не более 5 с, мощность паяльника до 60 Вт.

3. Поверхность охладителя или теплоотвода и диода рекомендуется покрывать слоем пасты КПТ-8 (ГОСТ 19783—74).

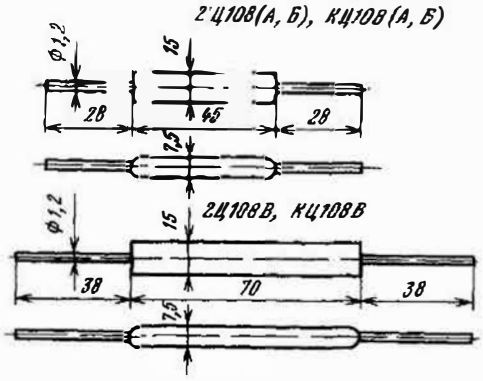
4. Изолятор корпуса диода рекомендуется периодически очищать от загрязнения и пыли.

2Ц108А, 2Ц108Б, 2Ц108В, КЦ108А, КЦ108Б, КЦ108В

Столбы из кремниевых диффузионных диодов. Предназначены для преобразования переменного напряжения частотой до 50 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса столбов 2Ц108А, 2Ц108Б, КЦ108А, КЦ108Б не более 20 г, 2Ц108В, КЦ108В не более 25 г.



Электрические параметры

Среднее прямое напряжение при $I_{пр, ср}=180$ мА, $U_{обр}=U_{обр, макс}$, не более:

$T=+25°$ С:

2Ц108А, 2Ц108Б, КЦ108А, КЦ108Б . . . . . 6 В

2Ц108В, КЦ108В . . . . . 10 В

$T=-60°$ С:

2Ц108А, 2Ц108Б . . . . . 7,5 В

2Ц108В . . . . . 12 В

$T=-45°$ С:

КЦ108А, КЦ108Б . . . . . 7,5 В

КЦ108В . . . . . 12 В

Время обратного восстановления при $I_{пр, и}=1$ А, $U_{обр, и}=30$ В, $R_н=500$ Ом . . . . . 0,6 . . . 0,9 мкс

Средний обратный ток при $U_{обр}=U_{обр, макс}$, не более:

$T=+25°$ С, $I_{пр, ср}=180$ мА . . 150 мкА

$T=+125°$ С, $I_{пр, ср}=40$ мА для 2Ц108А, 2Ц108Б, 2Ц108В . . . . 1 мА

Предельные эксплуатационные данные

Импульсное обратное напряжение произвольной формы при $dU_{пр}/dt \leqslant 3000$ В/мкс, $f \leqslant 50$ кГц:

2Ц108А, КЦ108А . . . . . 2000 В

2Ц108Б, КЦ108Б . . . . . 4000 В

2Ц108В, КЦ108В . . . . . 6000 В

Средний прямой ток произвольной формы при $f \leqslant 50$ кГц:

$T_к \leqslant +100°$ С . . . . . 100 мА

$T_к = +130°$ С для 2Ц108А, 2Ц108Б, 2Ц108В . . . . . 20 мА

Импульсный прямой ток перегрузки при $t_ф \geqslant 1$ мкс и $t_и \leqslant 10$ мс (не более 3 импульсов в течение 20 мин с интервалами между импульсами не менее 1 мин):

$T_к \leqslant +100°$ С . . . . . 5 А

$T_к = T_{к, макс}$ . . . . . 1,5 А

Частота без снижения электрических режимов . . . . . 50 кГц

Температура корпуса:

2Ц108А, 2Ц108Б, 2Ц108В . . . +130° С

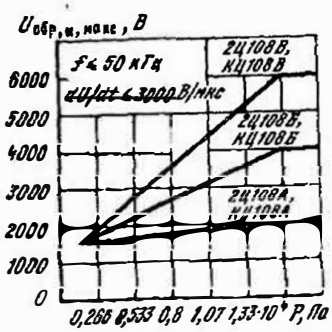
КЦ108А, КЦ108Б, КЦ108В . . . +110° С

Температура окружающей среды:

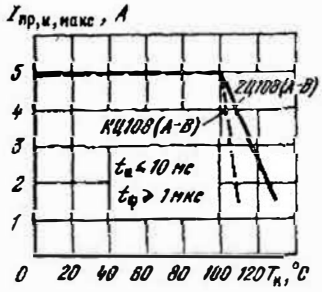
2Ц108А, 2Ц108Б, 2Ц108В . . . —60 . . .

КЦ108А, КЦ108Б, КЦ108В . . . . . +125° С

—45 . . . +85° С



Зависимости допустимого импульсного обратного напряжения от давления



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от температуры корпуса

Рекомендации по применению

1. При работе столбов при предельных напряжениях выводы и оголенные части подводящих проводов должны быть защищены изолирующими материалами при давлениях ниже $1{,}6 \cdot 10^4$ Па для 2Ц108Б, 2Ц108В, КЦ108Б, КЦ108В и ниже $0{,}4 \cdot 10^4$ Па для 2Ц108А, КЦ108А.

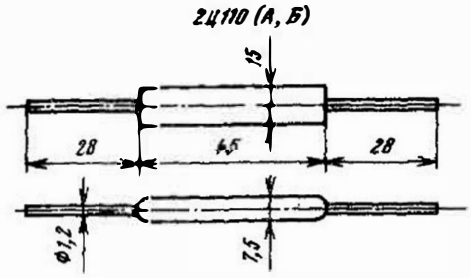
2. Допускается последовательное соединение двух столбов одного типа на напряжение до 8000 В для 2Ц108В, КЦ108В и до 5600 В для 2Ц108Б, КЦ108Б.

2Ц110А, 2Ц110Б

Столбы из кремниевых диффузионных диодов. Предназначены для применения в импульсных высоковольтных устройствах, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса столба не более 15 г.



Электрические параметры

Среднее прямое напряжение при $I_{пр, ср}=100$ мА, не более:

$T \geqslant +25°$ С . . . . . 10 В

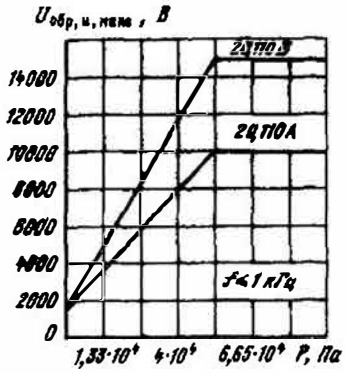
$T=-60°$ С . . . . . 12 В

Средний обратный ток при $U_{обр,и}=U_{обр,и,макс}$, не более:

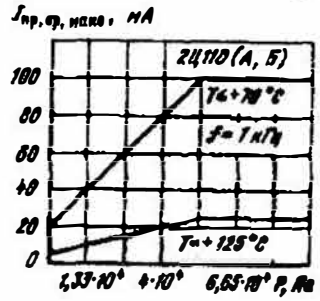
$T=+25°$ С, $I_{пр,ср}=100$ мА	100 мкА
$T=+125°$ С, $I_{пр,ср}=25$ мА	500 мкА

Предельные эксплуатационные данные

Импульсное обратное напряжение при $f\leqslant 1$ кГц:	
2Ц110А	10 000 В
2Ц110В*	15 000 В
Средний прямой ток при $f\leqslant 1$ кГц:	
$T\leqslant+70°$ С	100 мА
$T=+125°$ С	25 мА
Импульсный прямой ток перегрузки при $t_ф\geqslant 5$ мкс, интервал между импульсами 90 с:	
$t_и\leqslant 2$ с	$20\times I_{пр,ср,макс}$
$t_и\leqslant 0{,}02$ с	$50\times I_{пр,ср,макс}$
Частота без снижения электрических режимов	1 кГц
Температура корпуса	+125° С
Температура окружающей среды	—60... ...+125° С



Зависимости допустимого импульсного обратного напряжения от давления



Зависимости допустимого среднего прямого тока от давления

Рекомендации по применению

1. Монтаж столбов непосредственно на металлическое шасси не допускается.

2. При монтаже столбов должны быть приняты меры, обеспечивающие емкость столба относительно корпуса не более 3 пФ.

3. Допускается последовательное соединение двух столбов без выравнивающих элементов. При этом прямое напряжение не должно превышать 20 В.

4. При давлении ниже $5{,}33\cdot10^4$ Па и $U_{обр,и}=10\,000$ В для 2Ц110А и 15 000 В для 2Ц110Б выводы столбов и оголенные части подводящих проводов должны быть защищены изолирующими материалами.

* Допускается кратковременная работа столбов 2Ц110Б (3 мин работа, 15 мин пауза) при $U_{обр,и}=16\,000$ В, $I_{пр,ср,макс}=100$ мА, $T=-60...+55°$ С и $I_{пр,ср,макс}=50$ мА, $T=+85°$ С.

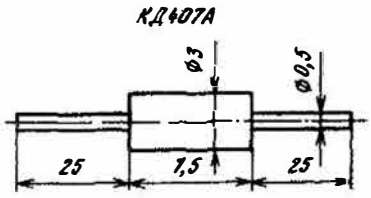
16.3. Диоды импульсные, сборки и матрицы

КД407А

Диод кремниевый, эпитаксиально-планарный. Предназначен для применения в качестве высокочастотных детекторов, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 0,3 г.

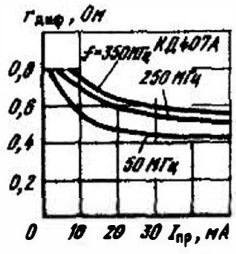


Электрические параметры

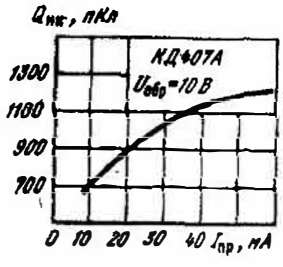
Дифференциальное сопротивление при $I_{пр}=10$ мА, $f=50...300$ МГц, не более	1 Ом
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=24$ В, не более:	
$T=+25°$ С	0,5 мкА
$T=+100°$ С	10 мкА
Общая емкость диода при $U_{обр}=5$ В, не более	1 пФ
Индуктивность диода, не более	5 нГн

Предельные эксплуатационные данные

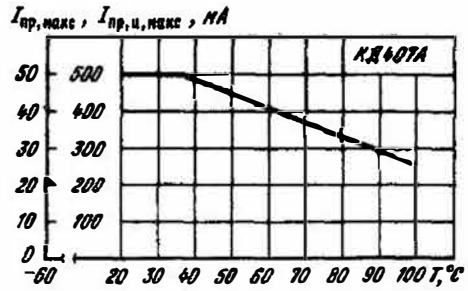
Постоянное (импульсное) обратное напряжение	24 В
Постоянный (средний) прямой ток:	
при $T\leqslant+35°$ С	50 мА
при $T=+100°$ С	25 мА
Импульсный прямой ток при $t_и\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10$:	
при $T\leqslant+35°$ С	500 мА
при $T=+100°$ С	250 мА
Температура окружающей среды	—60... ...+100° С



Зависимости дифференциального сопротивления от прямого тока



Зависимость заряда переключения от прямого тока



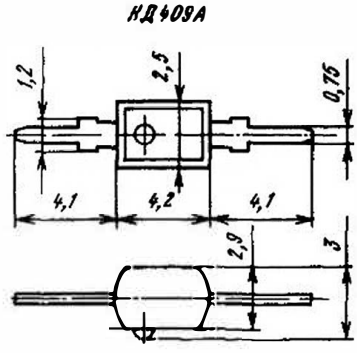
Зависимости допустимого постоянного и импульсного прямого тока от температуры

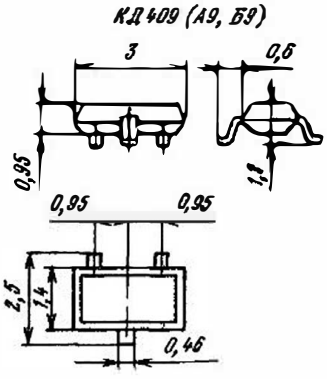
КД409А, КД409А9, КД409Б9

Диоды кремниевые, эпитаксиальные. Предназначены для применения в селекторах телевизионных сигналов, в качестве высокочастотных детекторов, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в пластмассовых корпусах с гибкими (КД409А) и жесткими (КД409А9, КД409Б9) выводами. Диоды КД409А9, КД409Б9 используются в герметизируемой аппаратуре. Маркируются цветными точками на корпусе.

Масса КД409А не более 0,16 г, КД409А9, КД409Б9 — не более 0,01 г.





Электрические параметры

Дифференциальное сопротивление при f=50...1000 МГц, не более:
- КД409А при $I_{пр}$=10 мА . . . . 1,0 Ом
- КД409А9 при $I_{пр}$=5 мА . . . . 0,7 Ом
- типовое значение . . . . . 0,55* Ом
- КД409Б9 при $I_{пр}$=10 мА . . . 1,0 Ом
- типовое значение . . . . . 0,5* Ом

Общая емкость диода, не более:
- КД409А при $U_{обр}$=15 В . . . 2,0 пФ
- КД409А9 при $U_{обр}$=20 В . . . 1,5 пФ
- КД409Б9 при $U_{обр}$=15 В . . . 1,5 пФ
- типовое значение . . . . . 1,0* пФ

Постоянный обратный ток при $U_{обр}$=24 В для КД409А, КД409Б9 и $U_{обр}$=40 В для КД409А9, не более:
- T=+25° С . . . . . 0,5 мкА
- T=+100° С . . . . . 100 мкА

Индуктивность выводов, не более:
- КД409А . . . . . 4 нГн
- КД409А9, КД409Б9 . . . . . 3 нГн

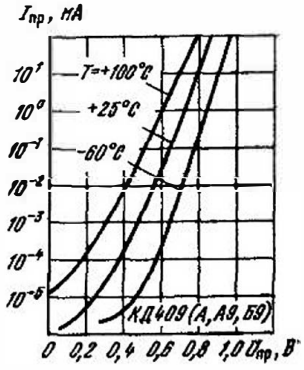
Предельные эксплуатационные данные

Постоянное (импульсное) обратное напряжение:
- КД409А, КД409Б9 . . . . . 24 В
- КД409А9 . . . . . 40 В

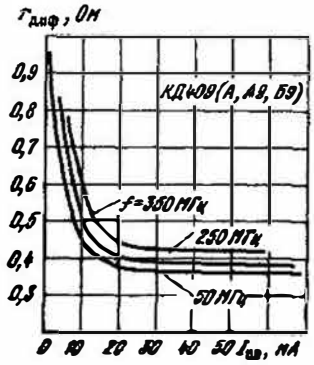
Постоянный (средний) прямой ток:
- КД409А, КД409Б9:
  - при $T \leqslant$+35° С . . . . . 50 мА
  - при T=+100° С . . . . . 25 мА
- КД409А9:
  - при $T \leqslant$+35° С . . . . . 100 мА
  - при T=+100° С . . . . . 50 мА

Импульсный прямой ток при $t_и \leqslant$ $\leqslant$10 мкс, $Q \geqslant$10:
- $T \leqslant$+35° С . . . . . 500 мА
- T=+100° С . . . . . 250 мА

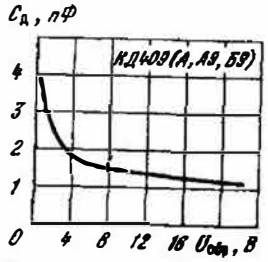
Температура окружающей среды . —60... ...+100° С.



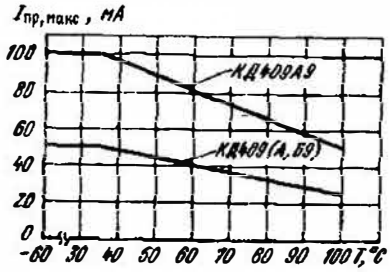
Зависимости прямого тока от напряжения



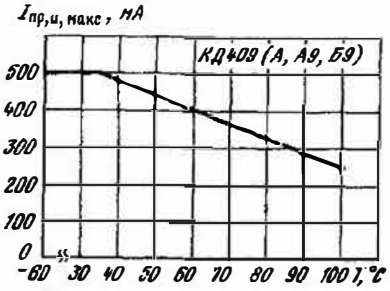
Зависимости дифференциального сопротивления от прямого тока



Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимости допустимого постоянного прямого тока от температуры



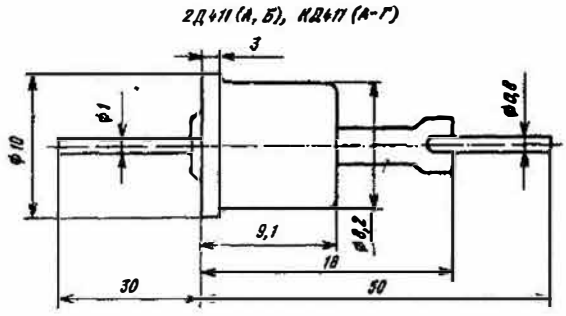
Зависимость допустимого импульсного прямого тока от температуры

2Д411А, 2Д411Б, КД411А, КД411Б, КД411В, КД411Г

Диоды кремниевые, диффузионные. Предназначены для применения в импульсных каскадах телевизионных приемников, преобразователях переменного напряжения на частотах до 30 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 3 г.



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=1 А, не более:
- 2Д411А, 2Д411Б, КД411А, КД411Б, КД411В . . . . . 1,4 В
- КД411Г . . . . . 2 В

Время обратного восстановления при $U_{обр}$=100 В, $I_{пр}$=1 А, $t_и$=10...100 мкс, f≤200 Гц, не более:
- 2Д411А . . . . . 1 мкс
- 2Д411Б, КД411Б, КД411Г . . . 1,5 мкс
- КД411А, КД411В . . . . . 2,5 мкс

Постоянный обратный ток при $U_{обр}=U_{обр.макс}$, не более:
- T=+25° С для 2Д411А, 2Д411Б . 0,1 мкА
- T=+70° С для КД411А, КД411Б, КД411В, КД411Г . . . . . 0,7 мкА
- T=+80° С для 2Д411А, 2Д411Б . 0,2 мкА

Предельные эксплуатационные данные

Импульсное обратное напряжение:
- 2Д411А, 2Д411Б . . . . . 800 В
- КД411А . . . . . 700 В
- КД411Б . . . . . 600 В
- КД411В . . . . . 500 В
- КД411Г . . . . . 400 В

Постоянное обратное напряжение 2Д411А, 2Д411Б . . . . . 500 В

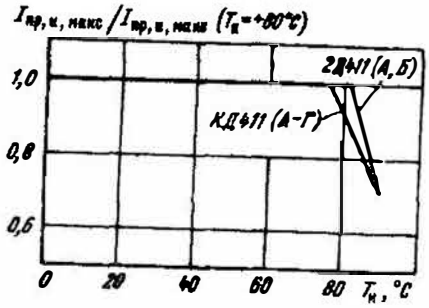
Неповторяющееся импульсное обратное напряжение:
- КД411А . . . . . 800 В
- КД411Б . . . . . 700 В
- КД411В . . . . . 575 В
- КД411Г . . . . . 450 В

Средний прямой ток при импульсах синусоидальной формы в однополупериодной схеме с активной нагрузкой, f=50 Гц:
- при T=—60° С...$T_к$=+80° С для 2Д411А, 2Д411Б . . . . . 2 А
- при T=—40° С...$T_к$=+75° С для КД411А, КД411Б, КД411В, КД411Г 2 А

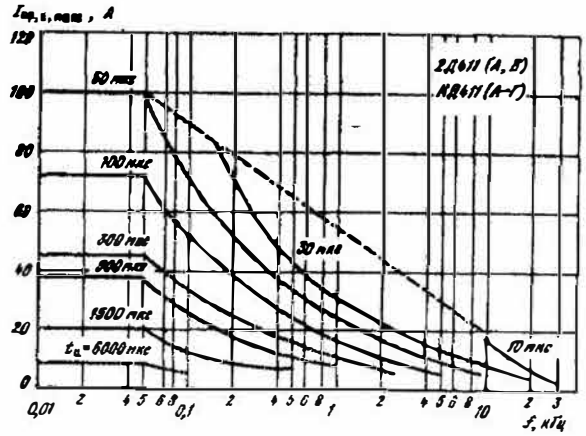
Импульсный прямой ток при $T_к$≤≤+80° С для 2Д411А, 2Д411Б и $T_к$≤+75° С для КД411А, КД411Б, КД411В, КД411Г*:
- при пилообразной форме импульсов с $t_и$=20...27 мкс, f=16 кГц 8 А
- при импульсах синусоидальной формы с $t_и$=10...13 мкс, f=16 кГц:
- 2Д411А, 2Д411Б . . . . . 12 А
- КД411А, КД411Б, КД411В, КД411Г 11 А

* Допустимое значение импульсного прямого тока в зависимости от температуры корпуса, частоты и длительности импульсов рассчитывается по графикам.

при импульсах синусоидальной формы с $t_и=50$ мкс, $f=50$ Гц . 100 А
при импульсах экспоненциальной формы с $t_и=1{,}5$ мс (по уровню 0,5), $t_ф \geqslant 80$ мкс, $f=3$ Гц для КД411А, КД411Б, КД411В, КД411Г 50 А
Средняя рассеиваемая мощность при $T_к \leqslant +80°$ С для 2Д411А, 2Д411Б и $T_к \leqslant +75°$ С для КД411А, КД411Б, КД411В, КД411Г . . . . . 3,5 Вт
Частота следования импульсов . . 30 кГц
Температура окружающей среды:
2Д411А, 2Д411Б . . . . . —60° С . . $T_к = +85°$ С
КД411А, КД411Б, КД411В, КД411Г —40° С . . . $T_к = +90°$ С



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от температуры корпуса



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от частоты и длительности импульсов

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 4 мм от корпуса, радиус закругления не менее 2 мм.

2. Пайка выводов рекомендуется не ближе 4 мм от корпуса при температуре не выше +285° С в течение не более 4 с.

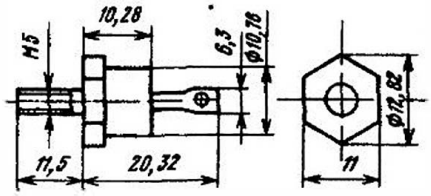
2Д412А, 2Д412Б, 2Д412В, КД412А, КД412Б, КД412В, КД412Г

Диоды кремниевые диффузионные. Предназначены для применения в регулируемых источниках электропитания, инверторах, прерывателях и других импульсных устройствах, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 8 г.

2Д412 (А-В), КД412 (А-Г)



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ А, не более . . . . . 2 В
Импульсное прямое напряжение при $I_{пр,и}=100$ А, $t_и=50$ мкс, не более 3 В
Время обратного восстановления при $U_{обр}=100$ В, $I_{пр}=1$ А, не более
$T=+25°$ С . . . . . 1,5 мкс
$T=+110°$ С . . . . . 2,8 мкс
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=U_{обр,макс}$, не более:
$T=+25°$ С . . . . . 0,1 мА
$T=+110°$ С для 2Д412А, 2Д412Б, 2Д412В . . . . . 2 мА

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное (импульсное) обратное напряжение:
2Д412А, КД412А . . . . . 1000 В
2Д412Б, КД412Б . . . . . 800 В
2Д412В, КД412В . . . . . 600 В
КД412Г . . . . . 400 В
Постоянный прямой ток при $T=-60°$ С . . . $T_к=+85°$ С для 2Д412А, 2Д312Б, 2Д414В и $T=-60°$ С . . . $T_к=+80°$ С для КД412А, КД412Б, КД412В, КД412Г 10 А
Импульсный прямой ток при $T=-60°$ С . . . $T_к=+80°$ С:
2Д412А, 2Д412Б, 2Д412В при импульсах прямоугольной формы . 100 А
КД412А, КД412Б, КД412В, КД412Г:
при импульсах прямоугольной формы, $t_и=15$ мкс, скорости нарастания прямого тока 25 А/мкс:
$f=1$ кГц . . . . . 100 А
$f=15$ кГц . . . . . 35 А
$f=20$ кГц . . . . . 20 А
при импульсах полусинусоидальной формы, $f=20$ кГц, $t_и=15$ мкс (по основанию) с модуляцией по амплитуде сигналом полусинусоидальной формы и $f=100$ Гц, $t_и=10$ мс (по основанию) . . . . . 50 А
Импульсный обратный ток при $T=-60°$ С . . . $T_к=+85°$ С для 2Д412А, 2Д412Б, 2Д412В и $T=-60°$ С . . . $T_к=+80°$ С для КД412А, КД412Б, КД412В, КД412Г 10 А
Скорость нарастания прямого тока 25 А/мкс

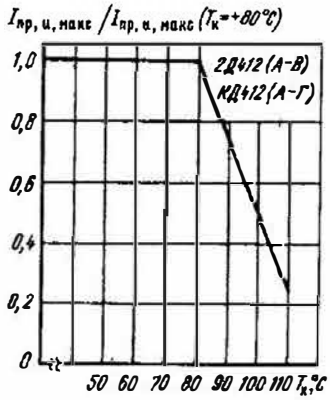
Средняя рассеиваемая мощность при T = —60° С... $T_к$ = +80° С для КД412А, КД412Б, КД412В, КД412Г — 35 Вт

Частота следования импульсов . . — 30 кГц

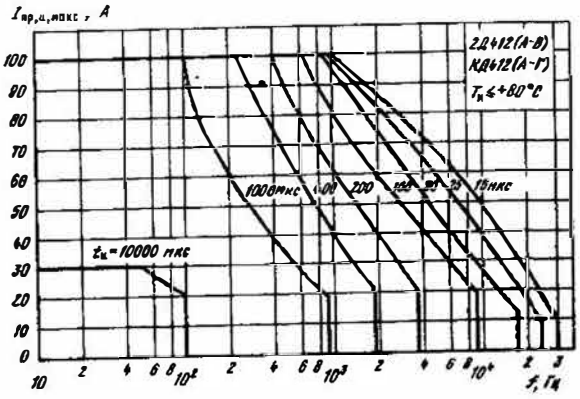
Температура окружающей среды:

2Д412А, 2Д412Б, 2Д412В . . . — —60° С... $T_к$ = +85° С

КД412А, КД412Б, КД412В, КД412Г . . . . . — —60° С... $T_к$ = +80° С



Зависимость допустимого импульсного прямого тока от температуры корпуса



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от частоты и длительности импульсов

Рекомендации по применению

1. При установке диодов на теплоотвод шероховатость поверхности теплоотвода должна быть не хуже 6, плоскопараллельность — не хуже 0,02 мм, отверстие диаметром не более 5,1 мм.

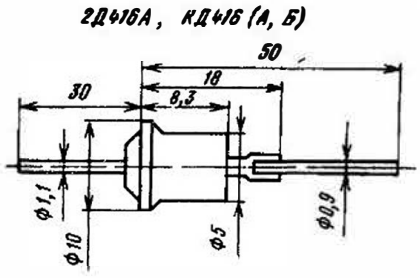
2. Пайка выводов рекомендуется не ближе 5 мм от корпуса при температуре не выше +250° С в течение не более 4 с.

2Д416А, КД416А, КД416Б

Диоды кремниевые, диффузионные. Предназначены для применения в устройствах формирования импульсов частотой до 500 Гц, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 10 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 3 г.



Электрические параметры

Импульсное прямое напряжение при $I_{пр, и}$ = 15 А, $t_и$ = 30...50 мкс, f = 30...50 Гц, не более . . . . — 3 В

Постоянное прямое напряжение* при $I_{пр}$ = 0,3 А для 2Д416А, не более . — 1,1 В

Общая емкость диода* при $U_{обр}$ = =400 В для 2Д416А, не более . . — 25 пФ

Постоянный обратный ток при $U_{обр} = U_{обр, макс}$, не более . . . . — 0,5 мА

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное (импульсное) обратное напряжение:

2Д416А, КД416А . . . . . — 400 В

КД416Б . . . . . — 200 В

Средний прямой ток при $T \leqslant +70$° С — 0,3 А

Импульсный прямой ток при $T \leqslant$ $\leqslant 70$° С, $t_и \leqslant 1$ мс, $t_ф = t_{сп} \geqslant 10$ мкс и Q = 50 . . . . . — 15 А

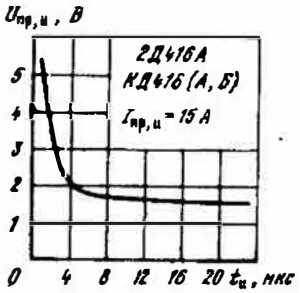
Однократный ток перегрузки при импульсах синусоидальной формы, $t_и$ = 20 мс (по основанию) для 2Д416А . . . . . — 60 А

Частота следования импульсов . . — 500 Гц

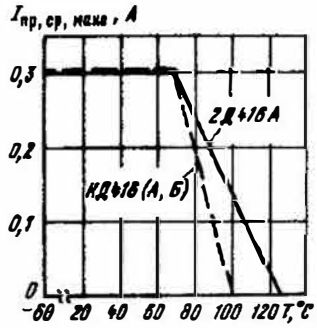
Температура окружающей среды:

2Д416А . . . . . — —60...+125° С

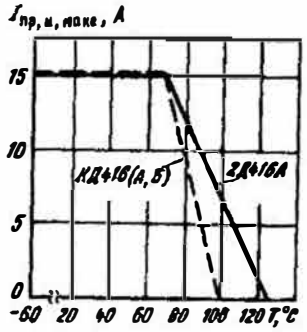
КД416А, КД416Б . . . . . — —60...+100° С



Зависимость импульсного прямого напряжения от длительности импульсов



Зависимости допустимого среднего прямого тока от температуры



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от температуры

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 4 мм от корпуса.

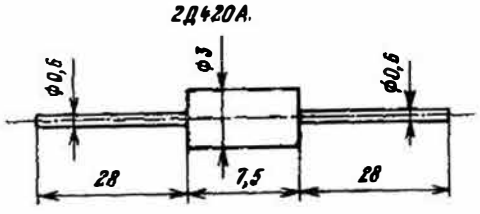
2. Пайка выводов рекомендуется не ближе 4 мм от корпуса при температуре не выше +285° С в течение 2...4 с.

2Д420А

Диод кремниевый диффузионный. Предназначен для коммутации высокочастотных сигналов в диапазоне частот 30...300 МГц, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 300 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип диода и схема соединений электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 0,25 г.

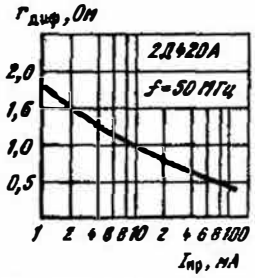


Электрические параметры

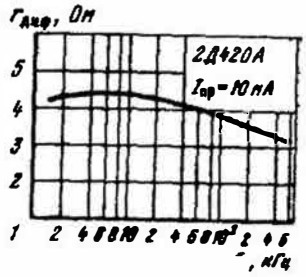
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=5 мА, не более:	
T=+25° С	1 В
T=—60° С	1,4 В
Дифференциальное сопротивление при $I_{пр}$=10 мА, f=50 МГц, не более	1 Ом
Общая емкость диода при $U_{обр}$=0, f=1 МГц, не более	1 пФ

Предельные эксплуатационные данные

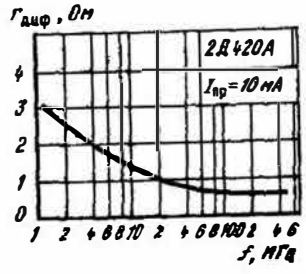
Постоянное обратное напряжение	24 В
Импульсное обратное напряжение	35 В
Средний ток:	
$T \leqslant$ +35° С	50 мА
T=+125° С	25 мА
Импульсный прямой ток при $t_и \leqslant$ $\leqslant$10 мкс, $Q \geqslant 10$:	
$T \leqslant$ +35° С	50 мА
T=+125° С	250 мА
Коммутируемая мощность:	
$T \leqslant$ +85° С	1,5 Вт
T=+125° С	1 Вт
Рабочая частота	30...300 МГц
Температура окружающей среды	—60...+125° С



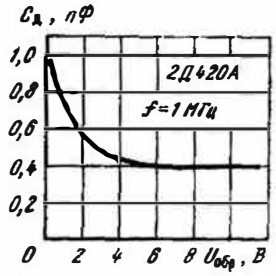
Зависимость дифференциального сопротивления от прямого тока



Зависимость дифференциального сопротивления от частоты



Зависимость дифференциального сопротивления от частоты



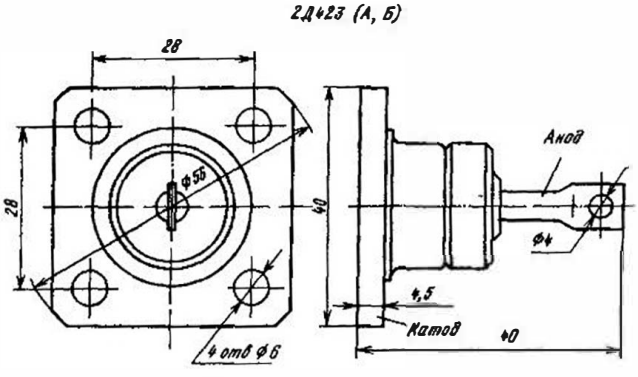
Зависимость общей емкости диода от напряжения

2Д423А, 2Д423Б

Диоды кремниевые диффузионные. Предназначены для применения в импульсных устройствах, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жестким выводом анода. Плоское основание корпуса диода является выводом катода. Тип прибора указывается на корпусе.

Масса диода не более 75 г.



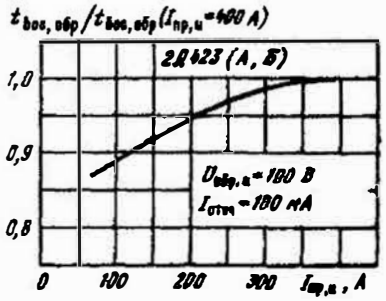
Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=20 А, не более	3 В
Время обратного восстановления при $I_{пр}$=1 А, $U_{обр.и}$=100 В, $I_{пр}$= =100 мА, не более	2 мкс
Обратный ток при $U_{обр.и}$= =$U_{обр.и.макс}$, $t_и$=1,1 мс, не более:	
T=+25° С	1,5 мА

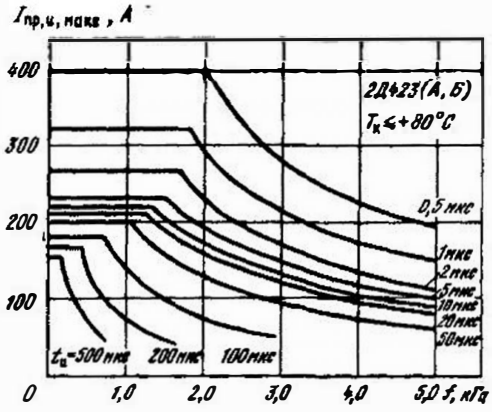
$T_к$ = +110° С	15 мА
Пробивное напряжение при $I_{обр, и}$ = = 1,5 мА, не менее:	
2Д423А	2300 В
2Д423Б	1900 В

Предельные эксплуатационные данные

Импульсное обратное напряжение[1] при T = —60° С ... $T_к$ = +110° С:	
2Д423А	2000 В
2Д423Б	1600 В
Постоянное обратное напряжение при T = —60° С ... $T_к$ = +80° С:	
2Д423А	1000 В
2Д423Б	800 В
Импульсный прямой ток[2] . . .	400 А
Средняя рассеиваемая мощность при T = —60° С ... $T_к$ = +80° С . .	80 Вт
Скорость нарастания прямого тока	1000 А/мкс
Частота следования импульсов . .	5000 Гц
Температура окружающей среды[3] .	—60° С ... ... $T_к$ = +85° С



Зависимость времени обратного восстановления от импульсного прямого тока

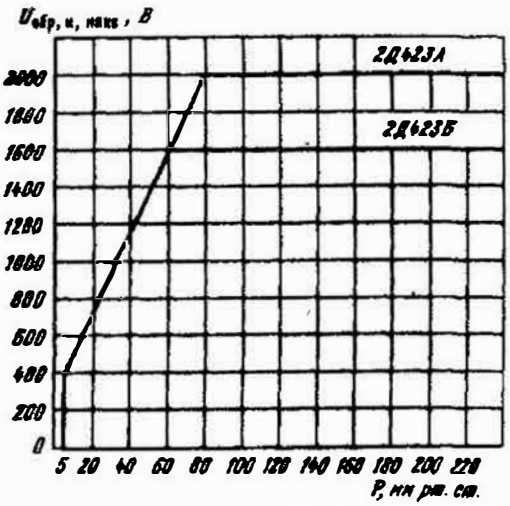


Зависимости допустимого импульсного прямого тока от частоты и длительности импульсов

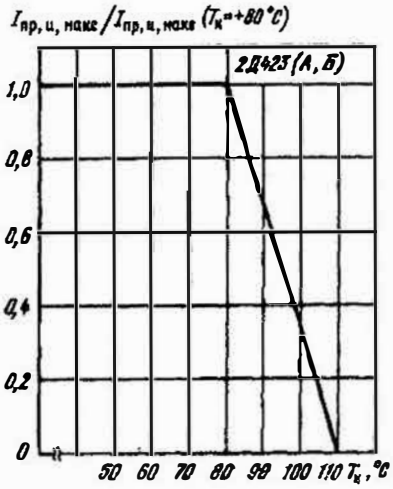
[1] Допустимое значение импульсного обратного напряжения в зависимости от величины атмосферного давления рассчитывается по графику.

[2] Допустимое значение импульсного прямого тока в зависимости от температуры корпуса, частоты и длительности импульсов рассчитывается по графикам.

[3] Допускается использование диодов при температуре корпуса в диапазоне +85 ... +110° С при снижении импульсного прямого тока в соответствии с графиком, приведенным ниже.



Зависимости допустимого обратного импульсного напряжения от давления



Зависимость допустимого импульсного прямого напряжения от температуры корпуса

Рекомендации по применению

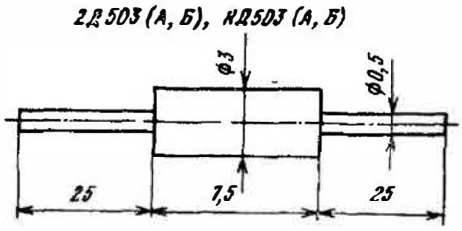
1. Пайка анодного вывода рекомендуется не ближе 10 мм от корпуса при температуре не выше +300° С в течение 4 с.
2. Допускается присоединение вывода с помощью винта и гайки с резьбой М3.
3. При установке диода на теплоотвод шероховатость контактирующей поверхности должна быть не хуже 2,5. На контактирующую поверхность рекомендуется наносить слой теплопроводящей пасты КПТ-8.

2Д503А, 2Д503Б, КД503А, КД503Б

Диоды кремниевые, эпитаксиальные. Предназначены для применения в импульсных быстродействующих устройствах наносекундного диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 0,3 г.



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$ = 10 мА:

T = +25° С:

2Д503А, КД503А . . . . . 0,72* ... 0,8* ... ... 1,0 В

2Д503Б, ДК503Б . . . . . 0,7* ... 0,85* ... ... 1,2 В

T = —60 и +125° С, не более:

2Д503А . . . . . 1,4 В

2Д503Б . . . . . 1,6 В

T = —40 и +125° С, не более:

КД503А . . . . . 1,4 В

КД503Б . . . . . 1,6 В

Импульсное прямое напряжение при $I_{пр, и}$ = 50 мА:

2Д503А, КД503 . . . . . 1,53* ... ... 1,75* ... ... 2,5 В

2Д503Б, КД503Б . . . . . 1,1* ... 1,8* ... ... 3,5 В

Заряд переключения при $I_{пр}$ = 10 мА и $U_{обр, и}$ = 10 В для 2Д503А, 2Д503Б . . . . . 25* ... 30* ... ... 120 пКл

Время обратного восстановления* при $I_{пр, и}$ = 1 мА, $U_{обр, и}$ = 10 В, $I_{пр}$ = = 2 мА, не более . . . . . 10 нс

Общая емкость диода при $U_{обр}$ = = 0:

2Д503А, КД503А . . . . . 1,45* ... 1,5* ... ... 5 пФ

2Д504Б, КД503Б 1,22* ... 1,4* ... ... 2,5 пФ

Постоянный обратный ток при $U_{обр}$ = 30 В, не более:

T = —60 ... +25° С для 2Д503А, 2Д503Б и T = —40 ... +25° С для КД503А, КД503Б . . . . . 4 мкА

T = +125° С для 2Д503А, 2Д503Б, КД503А, КД503Б . . . . . 50 мкА

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное (импульсное) обратное напряжение . . . . . 30 В

Постоянный (средний) прямой ток[1]:

при T = —60 ... +35° С для 2Д503А, 2Д503Б и T = —40 ... ... +35° С для КД503А, КД503Б при T = +125° С: 20 мА

2Д503А, 2Д503Б . . . . . 10 мА

КД503А, КД503Б . . . . . 15 мА

Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant$ $\leqslant$ 10 мкс и $Q \geqslant 10$:

при T = —60 ... +35° С для 2Д503А, 2Д503Б и T = —40 ... ... +35° С для КД503А, КД503Б 200 мА

при T = +125° С:

2Д503А, 2Д503Б . . . . . 100 мА

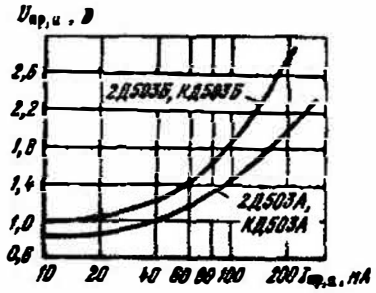
КД503А, КД503Б . . . . . 150 мА

Температура окружающей среды:

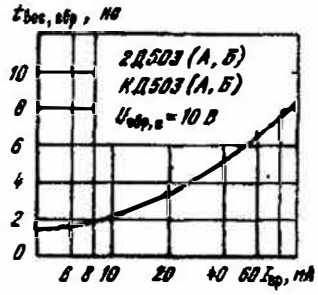
2Д503А, 2Д503Б . . . . . —60 ... ... +125° С

КД503А, КД503Б . . . . . —40 ... ... +125° С

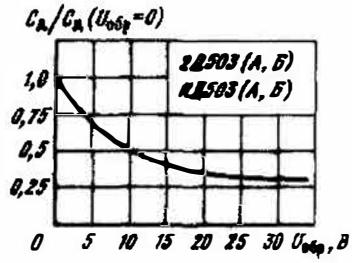
[1] В диапазоне температур окружающей среды +35 ... +125° С значения прямых токов снижаются линейно.



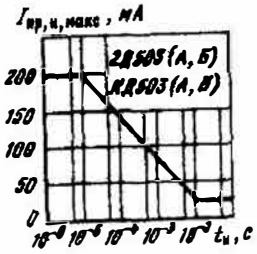
Зависимости импульсного прямого напряжения от импульсного прямого тока



Зависимость времени обратного восстановления от прямого тока



Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимость допустимого импульсного прямого тока от длительности импульса

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 3 мм от корпуса.

2. Пайка (сварка) выводов рекомендуется не ближе 5 мм от корпуса при температуре не выше +125° С.

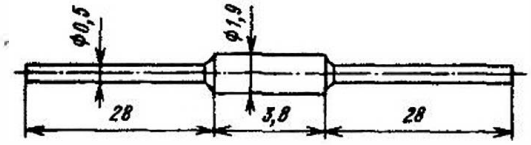
2Д509А, КД509А

Диоды кремниевые эпитаксиально-планарные. Предназначены для применения в импульсных устройствах, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Маркируются одной широкой и одной узкой полосами синего цвета со стороны катодного вывода.

Масса диода не более 0,25 г.

2Д509А, КД509А



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=100$ мА, не более:
при $T=+25$ и $+125°$ С для 2Д509А и $T=+25°$ С для КД509А — 1,1 В
при $T=-60°$ С для 2Д509А и $T=-55°$ С для КД509А . . . . — 1,5 В

Заряд переключения при $I_{пр}=50$ мА, $U_{обр.и}=10$ В для 2Д509А, не более — 400 пКл
типовое значение . . . . . — 190* пКл

Время обратного восстановления при $I_{пр}=10$ мА, $U_{обр.в}=10$ В, $I_{пр}=2$ мА для 2Д509А, не более . . — 4 нс

Общая емкость диода при $U_{обр}=0$ для 2Д509А, не более . . . . . — 4 пФ
типовое значение . . . . . — 1,7* пФ

Постоянный обратный ток при $U_{обр}=50$ В, не более:
при $T=-60$ и $+25°$ С для 2Д509А и $T=+25°$ С для КД509А . . . — 5 мкА
при $T=+125°$ С для 2Д509А и $T=+85°$ С для КД509А . . . . — 100 мкА

Предельные эксплуатационные данные

Импульсное обратное напряжение при $t_и \leqslant 2$ мкс (на уровне 0,5), $Q \geqslant 10$ . . . . . — 70 В

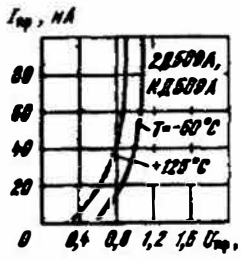
Постоянное обратное напряжение для 2Д509А . . . . . — 50 В

Постоянный (средний) прямой ток[1]:
при $T=-60 \ldots +50°$ С для 2Д509А и $T=-55 \ldots +25°$ С для КД509А . . . . . — 100 мА
при $T=+125°$ С для 2Д509А и $T=+85°$ С для КД509А — 50 мА.

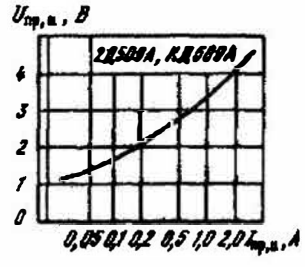
Импульсный прямой ток при $t_и \leqslant 10$ мкс:
при $T=-60 \ldots +50°$ С для 2Д509А и $T=-55 \ldots +25°$ С для КД509А . . . . . — 1,5 А
при $T=+125°$ С для 2Д509А и $T=+85°$ С для КД509А . . . — 0,5 А

Температура p-n перехода для 2Д509А . . . . . — +150° С

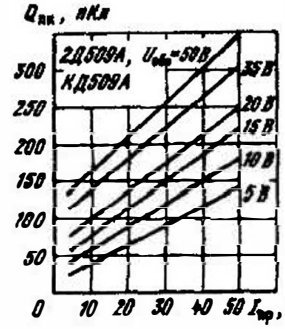
Температура окружающей среды:
2Д509А . . . . . — −60 . . . +125° С
КД509А . . . . . — −55 . . . +85° С



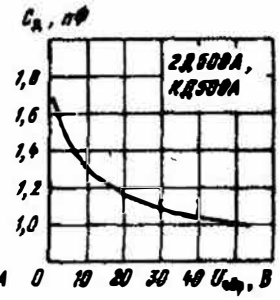
Зависимости прямого тока от напряжения



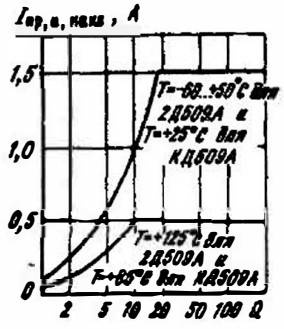
Зависимость импульсного прямого напряжения от импульсного прямого тока



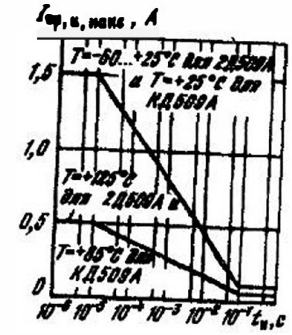
Зависимости заряда переключения от прямого тока



Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от скважности при $t_и \leqslant 10$ мкс



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от длительности импульса

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 3 мм от корпуса.

2. Пайка (сварка) выводов рекомендуется не ближе 5 мм от корпуса при температуре не выше +150° С.

[1] В диапазонах температур окружающей среды +50 . . . . +125° С для 2Д509А и +25 . . . +85° С для КД509А значения прямых токов снижаются линейно.

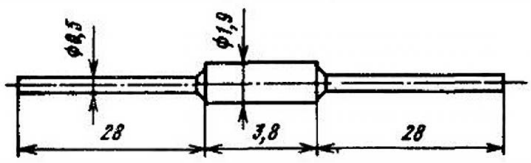
2Д510А, КД510А

Диоды кремниевые эпитаксиально-планарные. Предназначены для применения в импульсных устройствах, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Маркируются одной широкой и одной узкой полосами зеленого цвета со стороны катодного вывода.

Масса диода не более 0,15 г.

2Д510А, КД510А



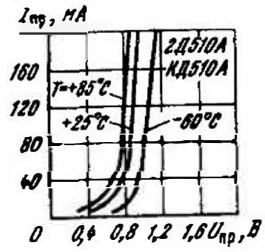
Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=200 мА, не более:	
при T=+25 и +125° С для 2Д510А и T=+25 и +85° С для КД510А	1,1 В
при T=—60° С для 2Д510А и КД510А	1,5 В
Заряд переключения при $I_{пр}$=50 мА, $U_{обр,и}$=10 В, не более	400 пКл
типовое значение	135* пКл
Время обратного восстановления при $I_{пр,и}$=10 мА, $U_{обр,и}$=10 В, $I_{пр}$=2 мА для 2Д510А, не более	4 нс
Общая емкость диода при $U_{обр}$=0, не более	4 пФ
типовое значение	1,85* пФ
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$=50 В, не более:	
при T=—60 и +25° С для 2Д510А, КД510А	5 мкА
при T=+85° С для КД510А	100 мкА
при T=+125° С для 2Д510А	150 мкА

Предельные эксплуатационные данные

Импульсное обратное напряжение при $t_и$≤2 мкс, Q≥10	70 В
Постоянное обратное напряжение	50 В
Постоянный (средний) прямой ток[1]:	
при T=+50° С для 2Д510А и T=+25° С для КД510А	200 мА
при T=+125° С для 2Д510А и T=+85° С для КД510А	100 мА
Импульсный прямой ток[1] при $t_и$≤10 мкс:	
при T≤+50° С для 2Д510А и T=+85° С для КД510А	1,5 А
при T=+125° С для 2Д510А	0,5 А
Температура окружающей среды:	
2Д510А	—60...+125° С
КД510А	—60...+85° С

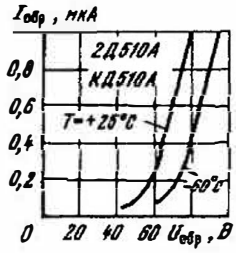
[1] В диапазонах температур окружающей среды +50...+125° С для 2Д510А и +25...+85° С для КД510А значения прямых токов снижаются линейно.



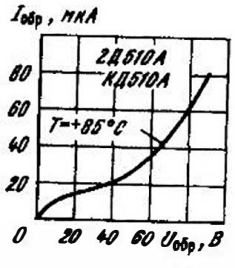
Зависимости прямого тока от напряжения



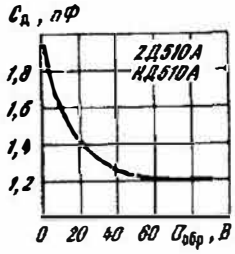
Зависимость импульсного прямого напряжения от импульсного прямого тока



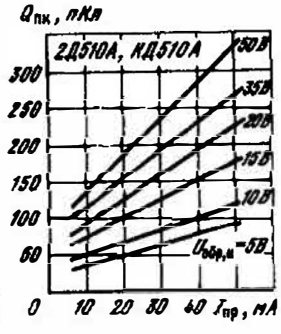
Зависимости обратного тока от напряжения



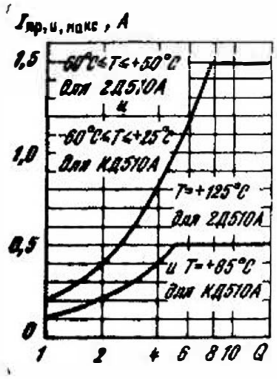
Зависимость обратного тока от напряжения



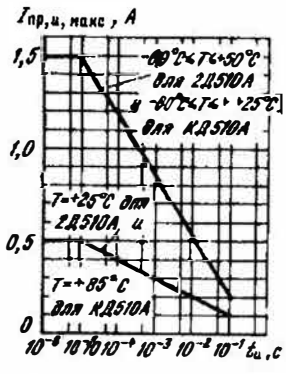
Зависимость общей емкости диода от напряжения



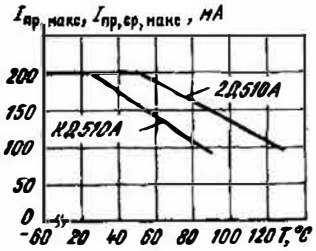
Зависимости заряда переключения от прямого тока



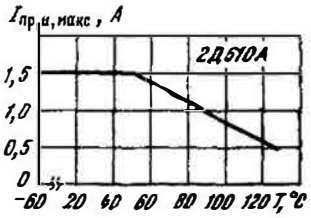
Зависимости допустимого импульсного прямого тока от скважности при $t_и$≤10 мкс



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от длительности импульса



Зависимости допустимого прямого постоянного (среднего) прямого тока от температуры



Зависимость допустимого импульсного прямого тока от температуры

Рекомендации по применению

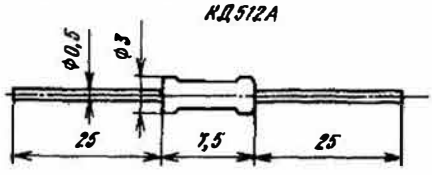
1. Изгиб выводов допускается не ближе 3 мм от корпуса.
2. Пайка выводов рекомендуется не ближе 5 мм от корпуса при температуре не выше +150° С.

КД512А

Диод кремниевый эпитаксиально-планарный. Предназначен для применения в импульсных быстродействующих устройствах наносекундного диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускается в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 0,3 г.



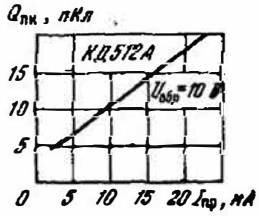
Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$ = 10 мА, не более:	
T = +25° С	1,0 В
T = —40 и +85° С	1,5 В
Заряд переключения при $I_{пр}$ = 10 мА, $U_{обр,и}$ = 10 В, не более	30 пКл
Время обратного восстановления при $I_{пр}$ = 10 мА, $U_{обр,и}$ = 10 В, $I_{пр}$ = = 2 мА, не более	1,0 нс
Общая емкость диода при $U_{обр}$ = = 5 В, не более	1,0 пФ
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$ = 15 В, не более:	
T = —40 и +25° С	5 мкА
T = +85° С	100 мкА

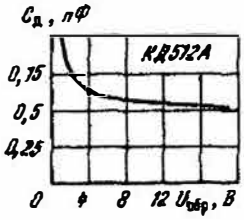
Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение	15 В
Постоянный (средний) прямой ток[1]:	
при T = —40...+25° С	20 мА
при T = +85° С	10 мА
Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant$ ≤ 10 мкс:	
при T = —40...+25° С	200 мА
при T = +85° С	100 мА
Температура окружающей среды	—40...+85° С

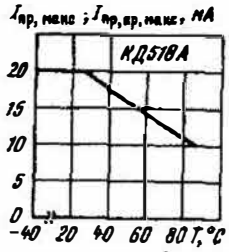
[1] В диапазоне температур окружающей среды +25...+85° С значения прямых токов снижаются линейно.



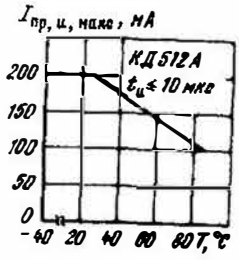
Зависимость заряда переключения от прямого тока



Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимости допустимого постоянного (среднего) прямого тока от температуры



Зависимость допустимого импульсного прямого тока от температуры



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от длительности импульса

Рекомендации по применению

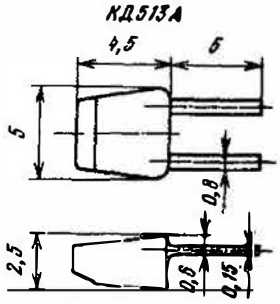
1. Изгиб выводов допускается не ближе 3 мм от корпуса.
2. Пайка выводов допускается не ближе 5 мм от корпуса.

КД513А

Диод кремниевый эпитаксиально-планарный. Предназначен для применения в импульсных быстродействующих устройствах наносекундного диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускается в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 0,11 г.

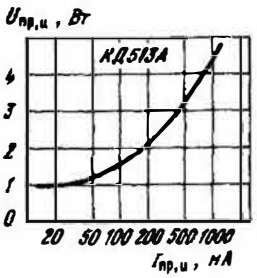


Электрические параметры

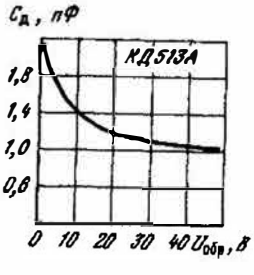
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=100$ мА, не более:	
$T=+25$ и $+85°$ С	1,1 В
$T=-60°$ С	1,5 В
Заряд переключения при $I_{пр}=50$ мА, $U_{обр,и}=10$ В, не более	400 пКл
Время обратного восстановления при $I_{пр}=10$ мА, $U_{обр,и}=10$ В, не более	4 нс
Общая емкость диода при $U_{обр}=0$, не более	4 пФ
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=50$ В, не более:	
$T=-60$ и $+25°$ С	5 мкА
$T=+85°$ С	100 мкА

Предельные эксплуатационные данные

Импульсное обратное напряжение при $t_и \leqslant 2$ мкс, $Q \geqslant 10$	70 В
Постоянное обратное напряжение	50 В
Постоянный (средний) прямой ток[1]:	
при $T=-60 \ldots +35°$ С	100 мА
при $T=+85°$ С	50 мА
Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 20$:	
при $T=-60 \ldots +35°$ С	1,5 А
при $T=+85°$ С	0,5 А
Температура окружающей среды	$-60 \ldots +85°$ С

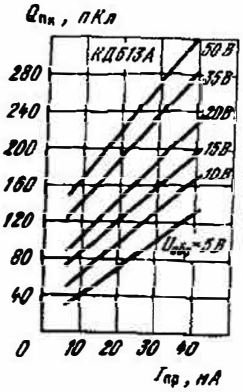


Зависимость импульсного прямого напряжения от импульсного прямого тока

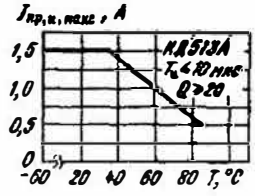


Зависимость общей емкости диода от напряжения

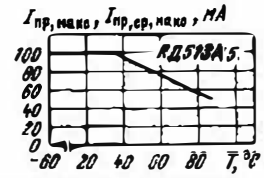
[1] В диапазоне температур окружающей среды $+35 \ldots +85°$ С значения прямых токов снижаются линейно.



Зависимости заряда переключения от прямого тока



Зависимость допустимого импульсного прямого тока от температуры



Зависимость допустимого постоянного (среднего) прямого тока от температуры

Рекомендации по применению

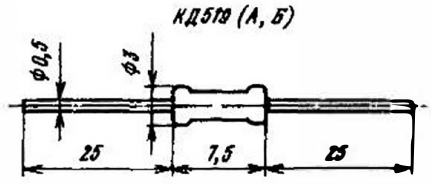
Пайки выводов рекомендуется не ближме 2 мм от корпуса

КД519А, КД519Б

Диоды кремниевые, эпитаксиально-планарные. Предназначены для применения в импульсных устройствах, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Маркируются цветной точкой у анодного вывода: КД519А — белой, КД519Б — красной.

Масса диода не более 0,2 г.

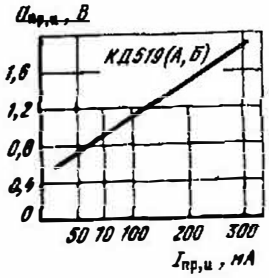


Электрические параметры

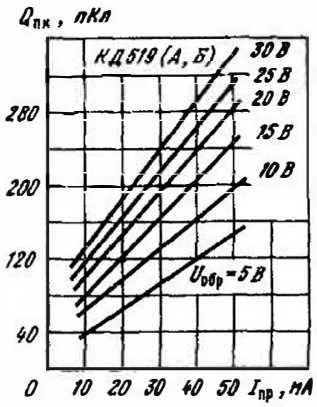
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=100$ мА, не более:	
$T=+25$ и $+85°$ С	1,1 В
$T=-40°$ С	1,5 В
Заряд переключения при $I_{пр}=50$ мА, $U_{обр,и}=10$ В, не более	400 пКл
Общая емкость диода при $U_{обр}=0$, не более:	
КД519А	4 пФ
КД519Б	2,5 пФ
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=30$ В, не более:	
$T=-40$ и $+25°$ С	5 мкА
$T=+85°$ С	100 мкА

Предельные эксплуатационные данные

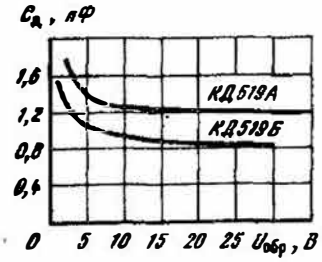
Импульсное обратное напряжение при $t_и \leqslant 2$ мкс, $Q \geqslant 10$	40 В
Постоянное обратное напряжение	30 В
Постоянный (средний) прямой ток	30 мА
Импульсный прямой ток при $t_и = 10$ мкс	300 мА
Температура окружающей среды	—40 ... +85° С



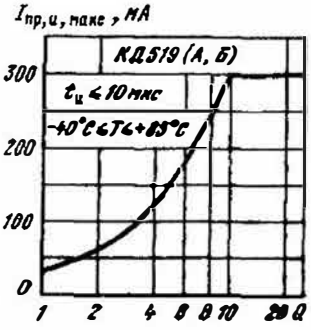
Зависимость импульсного прямого напряжения от импульсного прямого тока



Зависимости заряда переключения от прямого тока



Зависимости общей емкости диода от напряжения



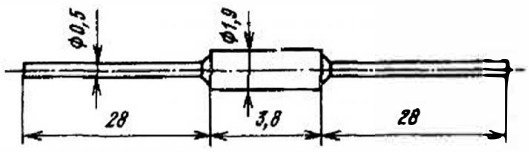
Зависимость допустимого импульсного прямого тока от скважности

КД521А, КД521В

Диоды кремниевые эпитаксиально-планарные. Предназначены для применения в импульсных быстродействующих устройствах наносекундного диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Маркируются одной широкой и двумя узкими полосами со стороны анодного вывода: КД521А — синего цвета, КД512В — желтого цвета.

Масса диода не более 0,15 г.

КД521 (А, В)



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр} = 50$ мА, не более:	
$T = +25$ и $+125°$ С	1,0 В
$T = -60°$ С	1,5 В
Импульсное прямое напряжение при $I_{пр,и} = 500$ мА, не более	1,75 В
Заряд переключения при $I_{пр} = 10$ мА, $U_{обр} = 10$ В, $I_{пр} = 1$ мА, не более	200 пКл
Время обратного восстановления* при $I_{пр} = 10$ мА, $U_{обр,и} = 10$ В, $I_{пр} = 1$ мА, не более	4 нс
Общая емкость диода при $U_{обр} = 0$, не более	4 пФ
Постоянный обратный ток при $U_{обр} = U_{обр,макс}$, не более:	
$T = -60$ и $+25°$ С	1,0 мкА
$T = +125°$ С	100 мкА

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение:	
КД621А	75 В
КД521В	50 В
Импульсное обратное напряжение при $t_и \leqslant 2$ мкс, $Q \geqslant 10$:	
КД521А	80 В
КД521В	55 В
Постоянный (средний) прямой ток[1]:	
при $T = -60 \ldots +50°$ С	50 мА
при $T = +125°$ С	20 мА
Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant 10$ мкс:	
при $T = -60 \ldots +50°$ С	500 мА
при $T = +125°$ С	200 мА
Аварийная перегрузка по прямому току в течение не более 5 мин при $T = -60 \ldots +50°$ С	200 мА
Температура окружающей среды	—60 ... ... +125° С

Рекомендации по применению

1. Изгиб выводов допускается не ближе 3 мм от корпуса, радиус закругления не менее 1,5 мм.
2. Пайка выводов рекомендуется не ближе 5 мм от корпуса.

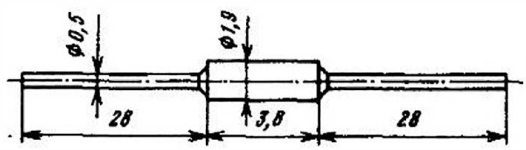
2Д522Б, КД522Б

Диоды кремниевые эпитаксиально-планарные. Предназначены для применения в импульсных быстродействующих устройствах наносекундного диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Маркируются черными кольцевыми полосами на корпусе со стороны анодного вывода: 2Д522Б — одной полосой, КД522Б — тремя полосами.

Масса диода не более 0,15 г.

2Д522Б, КД522Б



[1] В диапазоне температур окружающей среды +50 ... ... +125° С значения прямых токов снижаются линейно.

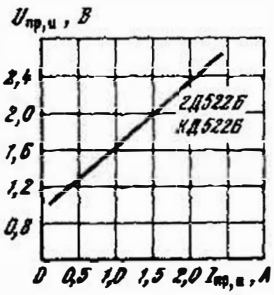
Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=100$ мА:	
при $T=+25°$ С для 2Д522Б, КД522Б, не более	1,1 В
при $T=+25°$ С для 2Д522Б, типовое значение	0,95* В
при $T=+125°$ С для 2Д522Б, не более	1,1 В
при $T=-60°$ С для 2Д522Б и $T=-55°$ С для КД522Б, не более	1,5 В
Заряд переключения при $I_{пр}=50$ мА, $U_{обр,и}=10$ В, не более	400 пКл
типовое значение для 2Д522Б	175* пКл
Время обратного восстановления при $I_{пр}=10$ мА, $U_{обр,и}=10$ В, $I_{пр}=2$ мА, не более	4 нс
Общая емкость диода при $U_{обр}=0$, не более	4 пФ
типовое значение для 2Д522Б	2,2* пФ
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=50$ В:	
при $T=+25°$ С для 2Д522Б, КД522Б, не более	5 мкА
при $T=+25°$ С для 2Д522Б, типовое значение	0,1* мкА
при $T=-60°$ С для 2Д522Б и $T=-55°$ С для КД522Б, не более	5 мкА
при $T=+125°$ С для 2Д522Б, не более	100 мкА
при $T=+85°$ С для КД522Б, не более	50 мкА

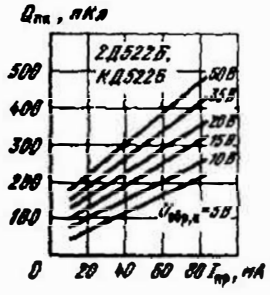
Предельные эксплуатационные данные

Импульсное обратное напряжение при $Q\geqslant 10$:	
2Д522Б при $t_и\leqslant 2$ мкс	75 В
КД522Б при $t_и\leqslant 10$ мкс	60 В
Постоянное обратное напряжение	50 В
Средний прямой ток[1]:	
при $T=-60\ldots+50°$ С для 2Д522Б и $T=-55\ldots+35°$ С для КД522Б	100 мА
при $T=+125°$ С для 2Д522Б и $T=-55°$ С для КД522Б	50 мА
Импульсный прямой ток[1] при $t_и\leqslant 10$ мкс:	
при $T=-60\ldots+50°$ С для 2Д522Б и $T=-55\ldots+35°$ С для КД522Б	1500 мА
при $T=+125°$ С для 2Д522Б	500 мА
при $T=+85°$ С для КД522Б	850 мА
Температура окружающей среды:	
2Д522Б	$-60\ldots+125°$ С
КД522Б	$-55\ldots+85°$ С

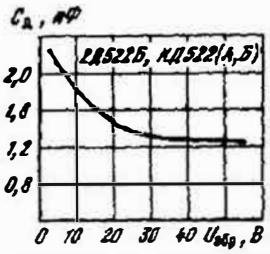
[1] В диапазонах температур окружающей среды $+50\ldots+125°$ С для 2Д522Б и $+35\ldots+85°$ С для КД522Б значения прямых токов снижаются *линейно*.



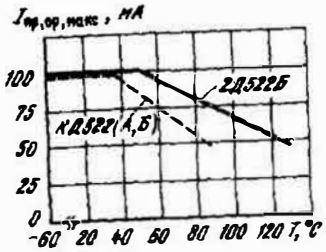
Зависимость импульсного прямого напряжения от импульсного прямого тока



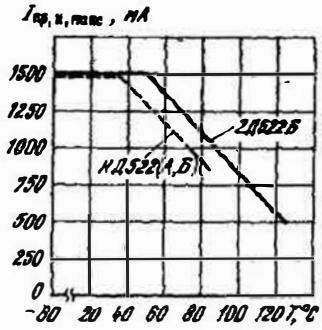
Зависимости заряда переключения от прямого тока



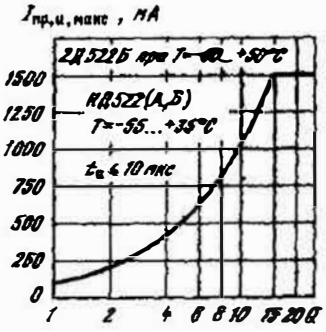
Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимости допустимого среднего прямого тока от температуры



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от температуры



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от скважности

Рекомендации по применению

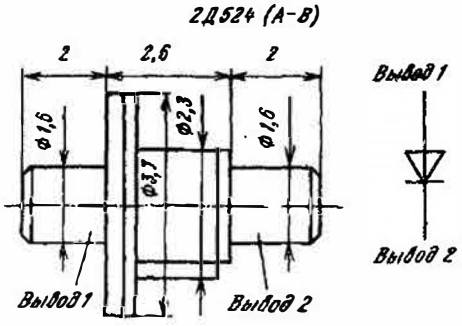
1. Изгиб выводов допускается не ближе 3 мм от корпуса, радиус закрепления не менее 1,5 мм.
2. Пайка выводов рекомендуется не ближе 5 мм от корпуса при температуре $+250°$ С в течение не более 3 с.

2Д524А, 2Д524Б, 2Д524В

Диоды кремниевые эпитаксиальные. Предназначены для формирования импульсов субнаносекундного диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Анодный вывод расположен со стороны крышки диаметром 3,7 мм. Маркируются цветной точкой на керамической втулке: 2Д524А — черной, 2Д524Б — зеленой, 2Д524В — желтой.

Масса диода не более 0,21 г.



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=40$ мА:
- $T=+25°$ С . . . . . 0,85* ... ...0,9* ... ...1,0 В
- $T=+125°$ С, не более . . . . . 1,0 В
- $T=-60°$ С, не более . . . . . 1,5 В

Заряд переключения при $I_{пр}=10$ мА, $U_{обр}=10$ В:
- 2Д524А . . . . . 250* ... ...270* ... ...300 пКл
- 2Д524Б, 2Д524В . . . . . 300* ... ...330* ... ...350 пКл

Время выключения $I_{пр}=5$ мА, $U_{обр}=10$ В:
- 2Д524А . . . . . 100* ... ...130* ... ...150 пс
- 2Д524Б . . . . . 200* ... ...250* ... ...300 пс
- 2Д524В . . . . . 80* ... 85* ... ...100 пс

Эффективное время жизни неосновных носителей заряда*:
- 2Д524А . . . . . 25 ... 27 ... ...30 нс
- 2Д524Б, 2Д524В . . . . . 30 ... 33 ... ...35 нс

Предельная частота*, не менее . . 100 ГГц

Общая емкость диода:
при $U_{обр}=0$:
- 2Д524А . . . . . 2,0* ... 2,5* ... ...3 пФ
- 2Д524Б . . . . . 1,5* ... 1,9* ... ...2,5 пФ
- 2Д524В . . . . . 2,5* ... 3,3* ... ...4 пФ

при $U_{обр}=6$ В, не менее:
- 2Д524А, 2Д524В . . . . . 1,2* пФ
- 2Д524Б . . . . . 1,0* пФ

Емкость корпуса диода* . . . . 0,2 ... 0,3 пФ

Индуктивность диода*, не более . 0,7 нГн

Постоянный обратный ток, не более: . . . . . .
- при $T=+25°$ С, $U_{обр}=10$ В . . 2 мкА
- при $T=+25$ и $-60°$ С, $U_{обр}=U_{обр,\ макс}$ . . . . . 20 мкА
- при $T=+125°$ С, $U_{обр}=U_{обр,\ макс}$ 300 мкА

Предельные эксплуатационные данные

Обратное напряжение любой формы и периодичности:
- 2Д524А . . . . . 24 В
- 2Д524Б . . . . . 30 В
- 2Д524В . . . . . 15 В

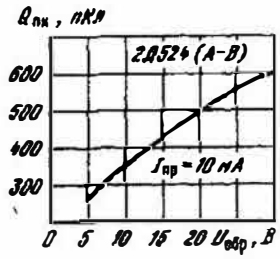
Средний прямой ток[1]:
- при $T=-60$ ... $+35°$ С . . . . 40 мА
- при $T=+125°$ С . . . . . 20 мА

Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10$:
- при $T=-60$ ... $+35°$ С . . . . 400 мА
- при $T=+125°$ С . . . . . 200 мА

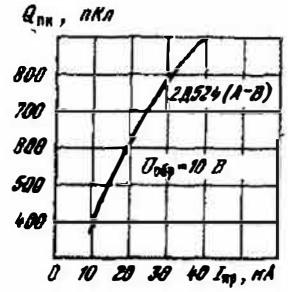
Импульсный обратный ток при $Q \geqslant 10$:
- 2Д524А, 2Д524В . . . . . 600 мА
- 2Д524Б . . . . . 1000 мА

Рассеиваемая мощность[1]:
- при $T=-60$ ... $+35°$ С . . . . 200 мВт
- при $T=+125°$ С . . . . . 50 мВт

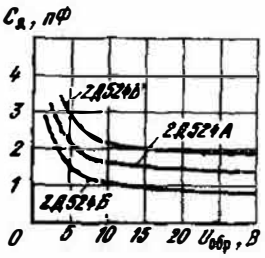
Температура окружающей среды . -60 ... ... $+125°$ С



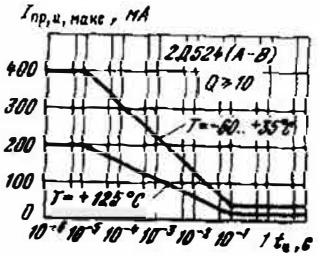
Зависимость заряда переключения от обратного напряжения



Зависимость заряда переключения от прямого тока

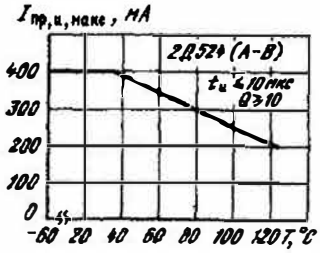


Зависимости общей емкости диода от напряжения

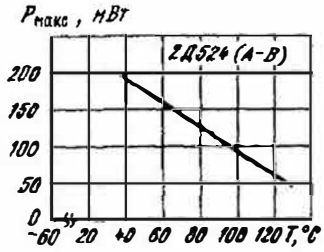


Зависимости допустимого импульсного прямого тока от длительности импульса

[1] В интервале температур окружающей среды $+35$ ... ... $+125°$ С значения прямых токов и рассеиваемой мощности снижаются линейно.



Зависимость допустимого импульсного прямого тока от температуры



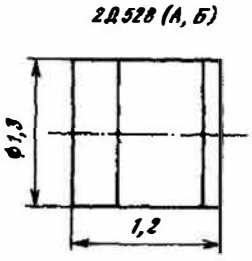
Зависимость допустимой рассеиваемой мощности от температуры

2Д528А, 2Д528Б

Диоды кремниевые эпитаксиально-планарные. Предназначены для формирования импульсов с длительностью фронтов пикосекундного диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Анодный вывод расположен со стороны более широкого металлического ободка на цилиндрической поверхности корпуса. Тип диода указывается в упаковочной карте и индивидуальной таре.

Масса диода не более 0,1 г.



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА:
- $T=+25$° С . . . . . 0,8*...0,9*...1,0 В
- $T=+85$° С, не более . . . . . 1,0 В
- $T=-60$° С, не более . . . . . 1,5 В

Пробивное напряжение при $I_{обр}=100$ мкА:
- $T=+25$° С:
  - 2Д528А . . . . . 12...15*...20* В
  - 2Д528Б . . . . . 20...25*...34* В
- $T=-60$ и $+125$° С, не менее:
  - 2Д528А . . . . . 12 В
  - 2Д528Б . . . . . 20 В

Время выключения при $I_{пр}=1{,}5$... ...5 мА, $U_{обр}=10$ В, не более:
- 2Д528А . . . . . 50 пс
- 2Д528Б . . . . . 70 пс

Эффективное время жизни неосновных носителей заряда при $I_{пр}=5$ мА, $U_{обр.и}=10$ В, не менее:
- 2Д528А . . . . . 10 нс
- 2Д528Б . . . . . 15 нс

Общая емкость диода при $U_{обр}=10$ В:
- 2Д528А . . . . . 0,6*...0,7*...0,8 пФ
- 2Д528Б . . . . . 0,6*...0,9*...1,0 пФ

Емкость перехода при $U_{обр}=10$ В, не более:
- 2Д528А . . . . . 0,6 пФ
- 2Д528Б . . . . . 0,8 пФ

Емкость корпуса* диода . . . . . 0,18...0,28 пФ

Индуктивность диода*, не более . 0,4 нГн

Предельные эксплуатационные данные

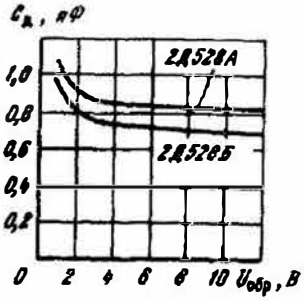
Постоянное (импульсное) обратное напряжение:
- 2Д528А . . . . . 12 В
- 2Д528Б . . . . . 20 В

Постоянный (средний) прямой ток[1]:
- при $T=-60$...$+60$° С . . . . 15 мА
- при $T=+85$° С . . . . . 5 мА

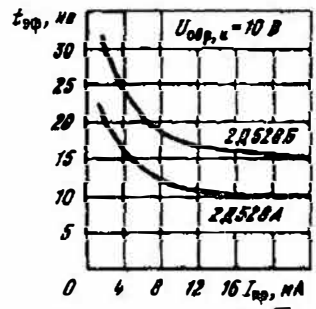
Импульсный прямой ток . . . . . 200 мА

Импульсный обратный ток . . . . 400 мА

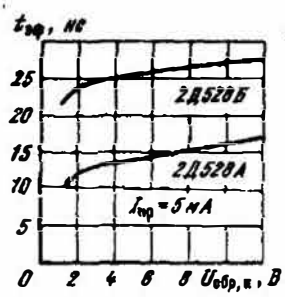
Температура окружающей среды . . —60...+85° С



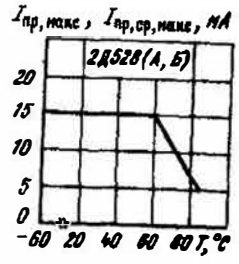
Зависимости общей емкости диода от напряжения



Зависимости эффективного времени жизни неосновных носителей заряда от прямого тока



Зависимости эффективного времени жизни неосновных носителей заряда от обратного напряжения



Зависимость допустимого постоянного (среднего) прямого тока от температуры

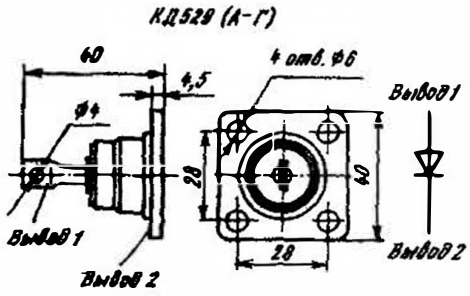
[1] В диапазоне температур окружающей среды $+60$... ...$+85$° С значение постоянного (среднего) прямого тока снижается линейно.

КД529А, КД529Б, КД529В, КД529Г

Диоды кремниевые структуры *p-i-n* диффузионные. Предназначены для применения в качестве демпферных элементов, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жестким выводом анода. Плоское основание корпуса диода является катодом. Тип прибора указывается на корпусе.

Масса диода не более 70 г.

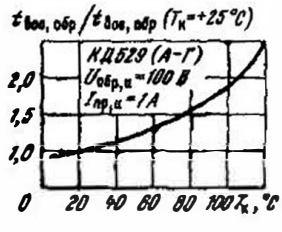


Электрические параметры

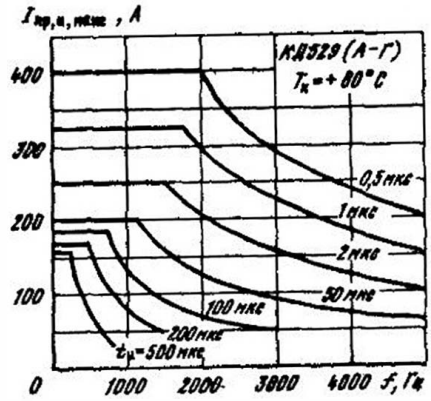
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=20 А, не более	3,5 В
Время обратного восстановления, не более:	
при $I_{пр,\,и}$=1 А, $U_{обр,\,и}$=100 В:	
КД529А, КД529В	2 мкс
КД529Б, КД529Г	3 мкс
при $I_{пр,\,и}$=400 А, $U_{обр,\,и}$=100 В, $t_и$=1 мкс для КД529А, КД529В	0,7 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Импульсное обратное напряжение:	
КД529А, КД529Б	2 кВ
КД529В, КД529Г	1,6 кВ
Средний прямой ток	8 А
Скорость нарастания прямого тока	1000 А/мкс
Средняя рассеиваемая мощность	64 Вт
Частота следования импульсов	5 кГц
Температура окружающей среды	—40° С... $T_к$= = +85° С



Зависимость времени обратного восстановления диода от температуры корпуса



Зависимости допустимого импульсного прямого тока от частоты и длительности импульсов

Рекомендации по применению

1. Пайка анодного вывода рекомендуется не ближе 10 мм от корпуса, время пайки не более 20 с паяльником мощностью 100 Вт.

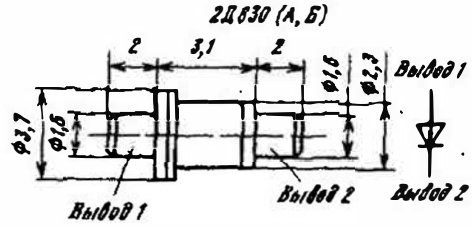
2. Допускается присоединение анодного вывода с помощью болта и гайки с резьбой М3.

2Д630А, 2Д630Б

Диоды кремниевые мезаэпитаксиально-планарные. Предназначены для формирования импульсов субнаносекундного диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 50 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Анодный вывод расположен со стороны крышки диаметром 3,7 мм. Маркируются желтой точкой на керамической втулке корпуса.

Масса диода не более 0,3 г.



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=30 мА:	
T=+25° С	0,8*... 0,9*... ...1,2 В
T=+125° С, не более	1,2 В
T=—60° С, не более	1,5 В
Пробивное напряжение при $I_{обр}$= =100 мкА:	
T=+25° С:	
2Д630А	65... 70*... ...90 В
2Д630Б	50... 60*... ...80 В
T=—60 и +125° С, не менее:	
2А630А	65 В
2Д630Б	50 В

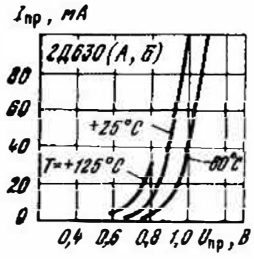
Время выключения при $I_{пр}=3...$ ...10 мА, $U_{обр,и}=10$ В:
2Д630А . . . . . 0,2* ... 0,35* ... ...0,4 нс
2Д630Б . . . . . 0,15* ... ...0,25* ... ...0,3 нс

Эффективное время жизни неосновных носителей заряда при $I_{пр}=10$ мА, $U_{обр,и}=10$ В:
2Д630А . . . . . 100 ... ...120* ... ...200* нс
2Д630Б . . . . . 60 ...100* ... ...200* нс

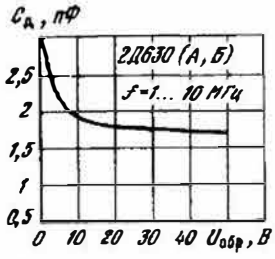
Общая емкость диода при $U_{обр}=0$ 1,5* ... 3* ... ...5 пФ

Предельные эксплуатационные данные

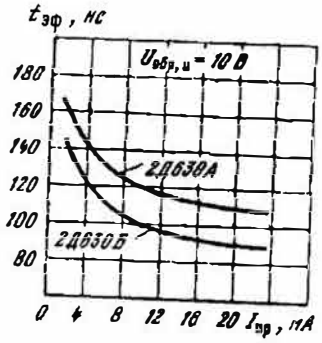
Импульсное обратное напряжение:
2Д630А . . . . . 65 В
2Д630Б . . . . . 50 В
Постоянный (средний) прямой ток[1]:
$T=-60...+60°$ С . . . . . 100 мА
$T=+125°$ С . . . . . 30 мА
Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant 10$ мс, $Q\geqslant 2$:
$T=-60...+60°$ С . . . . . 200 мА
$T=+125°$ С . . . . . 60 мА
Импульсный обратный ток при $t_и=0{,}01...10$ мс, $Q\geqslant 2$, $T=+25°$ С:
2Д630А . . . . . 2,6 А
2Д630Б . . . . . 2,0 А
Температура окружающей среды . . —60 ... ...+125° С



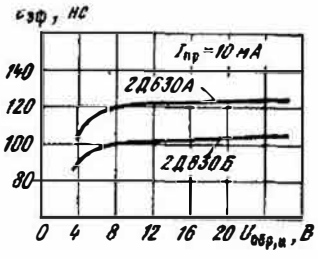
Зависимости прямого тока от напряжения



Зависимость общей емкости диода от напряжения

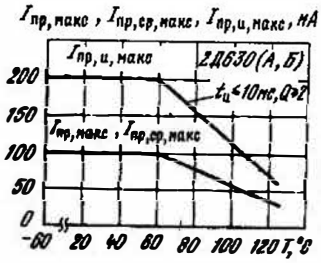


Зависимость эффективного времени жизни неосновных носителей заряда от прямого тока



Зависимости эффективного времени жизни неосновных носителей заряда от импульсного обратного напряжения

[1] В диапазоне температур окружающей среды +60 ... ...+125° С значения прямых токов снижаются линейно.



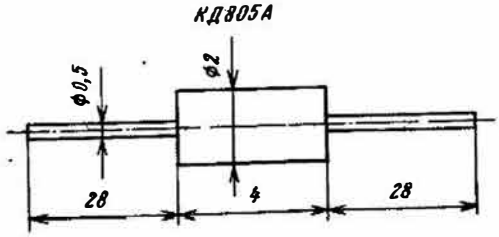
Зависимости допустимых постоянного (среднего) и импульсного прямых токов от температуры

КД805А

Диод кремниевый мезаэпитаксиально-планарный. Предназначен для применения в импульсных быстродействующих устройствах наносекундного диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в стеклянном корпусе с гибкими выводами. Тип прибора и схема соединения электродов с выводами указываются на корпусе.

Масса диода не более 0,15 г.

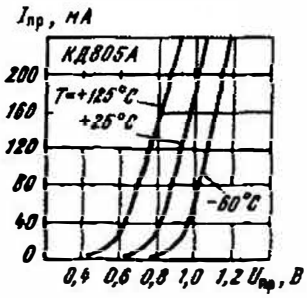


Электрические параметры

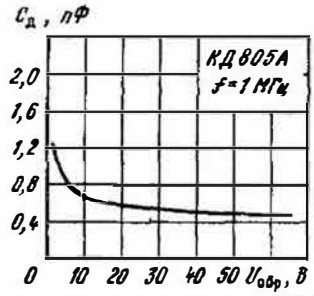
Постоянное напряжение:
при $I_{пр}=100$ мА:
$T=+25°$ С . . . . . 0,88 ... 0,93* ... ...1,0 В
$T=-60°$ С, не более . . . . 1,5 В
при $I_{пр}=85$ мА, $T=+100°$ С, не более . . . . . 1,0 В
Время обратного восстановления при $I_{пр}=10$ мА, $I_{пр,и}=10$ мА . . . . 2,0* ... 3,0* ... ...4,0 нс
Общая емкость диода при $U_{обр}=0$ 0,7* ... 1,0* ... ...2,0 пФ
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=75$ В, не более:
$T=+25°$ С . . . . . 5 мкА
типовое значение . . . . . 0,02* мкА
$T=+125°$ С . . . . . 50 мкА
$T=-60°$ С . . . . . 5 мкА

Предельные эксплуатационные данные

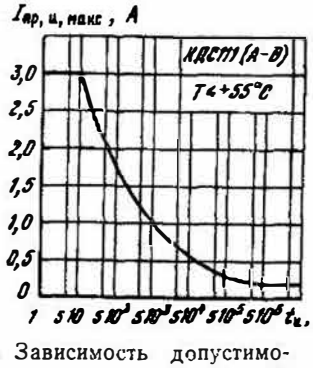
Постоянное (импульсное) обратное напряжение . . . . . 75 В
Постоянный прямой ток[1]:
$T=-60...+55°$ С . . . . . 200 мА
$T=+125°$ С . . . . . 85 мА
Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant 5$ мкс, $Q\geqslant 10$:
$T=-60...+55°$ С . . . . . 450 мА
$T=+125°$ С . . . . . 200 мА
Температура окружающей среды . . —60 ... ...+125° С



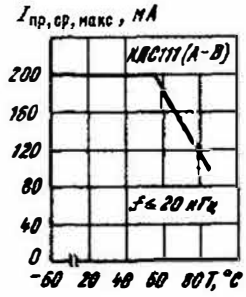
Зависимости прямого тока от напряжения



Зависимость общей емкости диода от напряжения



Зависимость допустимого импульсного прямого тока от длительности импульса



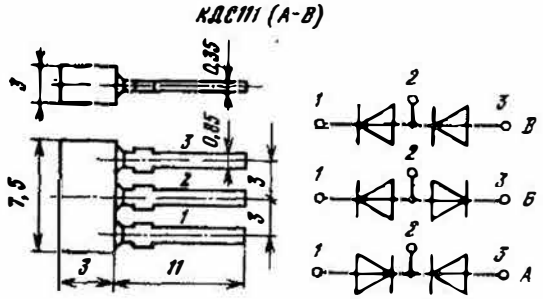
Зависимость допустимого среднего прямого тока от температуры

КДС111А, КДС111Б, КДС111В

Сборки, состоящие из двух кремниевых мезадиффузионных диодов. Предназначены для преобразования переменного напряжения частотой до 20 кГц, а также для защиты цепей аппаратуры переменного и постоянного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Маркируются цветными точками: КДС111А — одной красной, КДС111Б — одной зеленой, КДС111В — одной желтой.

Масса сборки не более 0,3 г.



Электрические параметры (каждого диода сборки)

Прямое напряжение при $I_{пр}$ = =100 мА, не более	1,2 В
Обратный ток при $U_{обр}$=300 В, не более:	
T=+25° С	3 мкА
T=+85° С	50 мкА

Предельные эксплуатационные данные (каждого диода сборки)

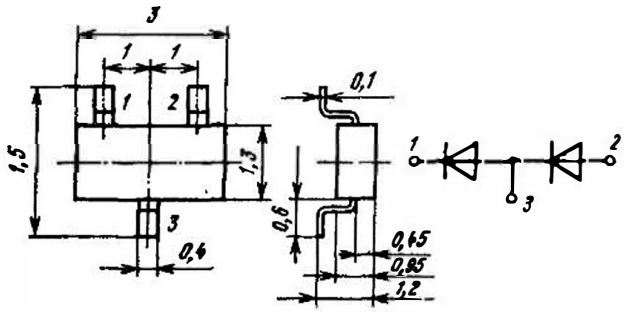
Постоянное обратное напряжение	300 В
Постоянный (средний) прямой ток:	
$T \leqslant$ +55° С	200 мА
T=+85° С	100 мА
Импульсный прямой ток:	
$t_и \leqslant$ 10 мкс	3 А
$t_и$=1 мс	1 А
Частота без снижения электрических режимов	20 кГц
Температура окружающей среды	—60...+85° С

КД629АС

Диодная сборка, состоящая из двух кремниевых эпитаксиально-планарных диодов, соединенных последовательно. Предназначены для применения в переключающих и импульсных устройствах с малым временем переключения, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 10 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в миниатюрном пластмассовом корпусе с жесткими выводами и используются в герметизируемой аппаратуре. Тип прибора указывается в этикетке.

Масса сборки не более 9 г.

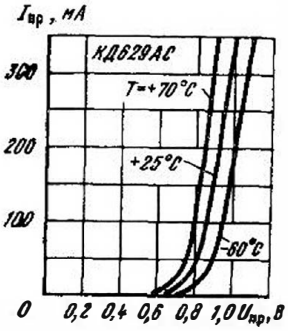


Электрические параметры (каждого диода сборки)

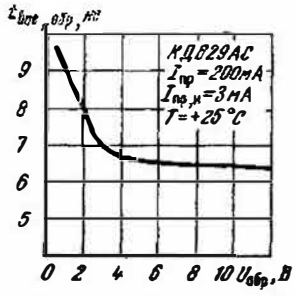
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=200 мА:	
T=+25° С	0,8*...0,9*... ...1,0 В
T=—60° С, не более	1,3 В
Время обратного восстановления при $I_{пр}$=200 мА, $U_{обр, и}$=1 В, $I_{обр, и}$= =3 мА	8*...12*... 50 нс
Общая емкость диода при $U_{обр}$=0, f=1...10 МГц	10*...15*... ...35 пФ
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$=90 В, не более:	
T=+25° С	0,1 мкА
T=—60 и +125° С	50 мкА

Предельные эксплуатационные данные (каждого диода сборки)

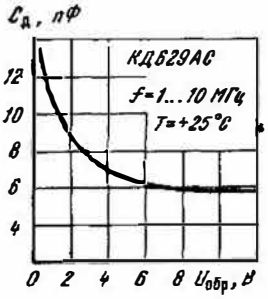
Постоянное обратное напряжение	90 В
Постоянный прямой ток[1]:	
T = —60 ... +25° С	200 мА
T = +85° С	100 мА
Импульсный прямой ток при $t_и \leqslant$ ⩽10 мкс без превышения среднего прямого тока:	
T = —60 ... +25° С	800 мА
T = +85° С	200 мА
Импульсный однократный прямой ток при $t_и \leqslant$ 10 мкс, T = +25° С	2,5 А
Средняя рассеиваемая мощность сборки при T = —60 ... +85° С	200 мВт
Температура окружающей среды	—60 ... +85° С



Зависимости прямого тока от напряжения



Зависимость времени обратного восстановления от обратного напряжения



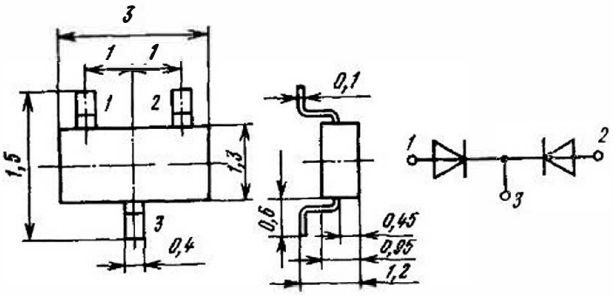
Зависимость общей емкости диода от напряжения

КД704АС

Диодная сборка, состоящая из двух кремниевых эпитаксиально-планарных диодов с общим катодом. Предназначена для применения в импульсных устройствах, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускается в миниатюрном пластмассовом корпусе с жесткими выводами и используется в герметизируемой аппаратуре.

Масса сборки не более 9 г.

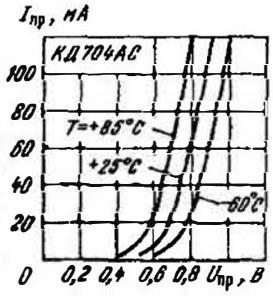


Электрические параметры (каждого диода сборки)

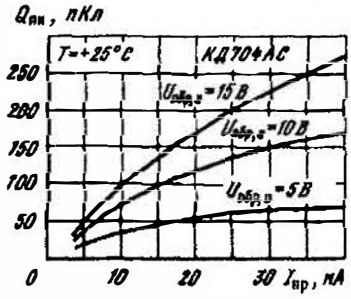
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$ = 100 мА:	
T = +25° С	0,8* ... 1,3 В
T = —60° С, не более	1,6 В
Заряд переключения при $I_{пр}$ = 10 мА, $U_{обр,и}$ = 5 В	40* ... 45 пКл
Общая емкость диода при $U_{обр}$ = 0, f = 1 ... 10 МГц	1,1* ... 1,5 пФ
Постоянный обратный ток при $U_{обр}$ = 70 В, не более:	
T = +25° С	5 мкА
T = +85° С	50 мкА

Предельные эксплуатационные данные (каждого диода сборки)

Постоянное обратное напряжение	85 В
Постоянный прямой ток[1]:	
T = —60 ... +25° С	100 мА
T = +85° С	85 мА
Импульсный прямой ток[1] при $t_и \leqslant$ ⩽10 мкс без превышения среднего прямого тока:	
T = —60 ... +25° С	500 мА
T = +85° С	200 мА
Импульсный однократный прямой ток при $t_и \leqslant$ 10 мкс, T = +25° С	2,0 А
Средняя рассеиваемая мощность сборки при T = —60 ... +85° С	200 мВт
Температура окружающей среды	—60 ... +85° С



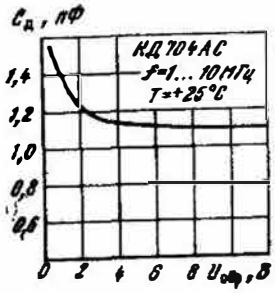
Зависимости прямого тока от напряжения



Зависимости заряда переключения от прямого тока

[1] В диапазоне температур окружающей среды +25 ... ...+85° С прямой ток снижается линейно.

[1] В диапазоне температур окружающей среды +25 ... ...+85° С прямой ток снижается линейно.



Зависимость общей емкости диода от напряжения

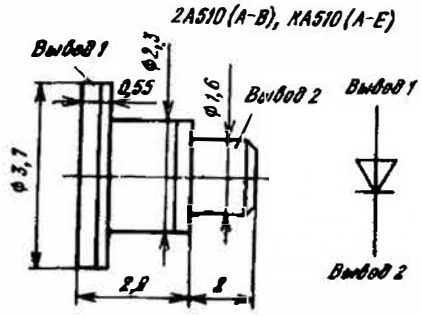
16.4. Диоды ограничительные и переключательные сверхвысокочастотные

2А510А, 2А510Б, 2А510В, КА510А, КА510Б, КА510В, КА510Г, КА510Д, КА510Е

Диоды кремниевые эпитаксиально-планарные. Предназначены для применения в устройствах ограничения и стабилизации СВЧ мощности, защиты входных цепей приемников сантиметрового и дециметрового диапазонов длин волн от воздействия СВЧ мощности, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 200 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип диода указывается в этикетке. Диоды маркируются цветными точками: 2А510А — одной черной, 2А510Б — одной зеленой, 2А510В — одной желтой, КА510А — двумя черными, КА510Б — двумя зелеными, КА510В — двумя желтыми, КА510Г — черной и зеленой, КА510Д — черной и желтой, КА510Е — зеленой и желтой.

Масса диода не более 0,15 г.



Электрические параметры

Сопротивление диода при высоком значении СВЧ мощности и $I_{пр}$ = =100 мА, не более:	
2А510А, 2А510Б, 2А510В, КА510А, КА510Б, КА510В	1,5 Ом
КА510Г, КА510Д, КА510Е	2,5 Ом
Сопротивление диода при низком значении СВЧ мощности ($P_{пд}$ = =1 мВт), f=4,5 ГГц, не более:	
T=—60 ... +25° С	
2А510А, КА510А, КА510Г	15 Ом
2А510Б, КА510Б, КА510Д	9 Ом
2А510В, КА510В, КА510Е	5 Ом
T=+125° С:	
2А510А, КА510А, КА510Г	25 Ом
2А510Б, КА510Б, КА510Д	15 Ом
2А510В, КА510В, КА510Е	8 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}$=100 мА, не более	10 нКл
Время прямого восстановления* при $P_{пд}$=1 мВт, $I_{пр}$=100 мА, f= =4,5 ГГц, не более	1 нс
Время обратного восстановления* при $P_{пд}$=1 мВт, $I_{пр}$=0, f=4,5 ГГц, не более	230 нс
Пробивное напряжение*, не менее	30 В
Общая емкость при $U_{обр}$=0, f= =10 МГц:	
2А510А, КА510А	0,7 ... 1,4 пФ
2А510Б, КА510Б	1,2 ... 2,4 пФ
2А510В, КА510В	2,2 ... 3,4 пФ
КА510Г, не менее	0,6 пФ
КА510Е, не более	3,6 пФ
Емкость корпуса диода*	0,3 пФ
Индуктивность диода*	0,6 ... 0,8 нГн

Предельные эксплуатационные данные

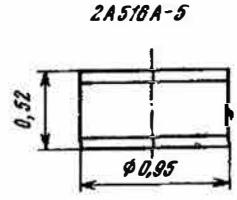
Постоянное обратное напряжение	25 В
Постоянный прямой ток	200 мА
Рассеиваемая мощность:	
при T=—60° С ... $T_к$=+50° С	1,0 Вт
при $T_к$=+125° С	0,25 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность при $t_и$=1 мкс, f=1 кГц, T= =—60° С ... $T_к$=+35° С	40 Вт
Допустимое значение статического потенциала, не более	500 В
Температура p-n перехода	+150° С
Температура окружающей среды	—60° С ... $T_к$= = +125° С

2А516А-5

Диод кремниевый сплавной. Предназначен для применения в переключающих устройствах, модуляторах, аттенюаторах дециметрового и сантиметрового диапазонов (с частотой до 1000 МГц) длин волн, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Бескорпусные, с жесткими выводами. Используются в герметизируемой аппаратуре. Тип диода указывается на упаковке. Полярность определяется тестером.

Масса диода не более 1,3 г.



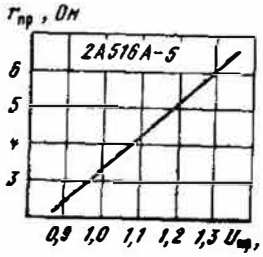
Электрические параметры

Прямое сопротивление потерь при $I_{пр}$=100 мА, не более:	
T=+25° С	5,5 Ом
T=—60 и +125° С	6,5 Ом
Прямое сопротивление потерь при $P_{пд}$=5 мВт, $I_{пр}$=0, f=3 ГГц, не менее	3000 Ом

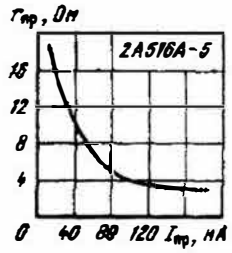
Критическая частота, не менее . .	70 ГГц
Время прямого восстановления при $P_{пд}$=5 мВт, $I_{пр}$=100 мА, f=3 ГГц, не более	6 мкс
Время обратного восстановления при $P_{пд}$=5 мВт, $I_{пр}$=0, f=3 ГГц, не более	45 мкс
Емкость перехода при $P_{пд}$=5 мВт, $I_{пр}$=0, f=3 ГГц, не более . . .	0,18 пФ

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение .	200 В
Постоянный прямой ток	100 мА
Рассеиваемая мощность	1 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность в линии с W=50 Ом, $t_и$=1...5 мкс, Q=200...1000	1 кВт
Температура окружающей среды .	—60... ...+125° С



Зависимость прямого сопротивления потерь от прямого напряжения



Зависимость прямого сопротивления потерь от прямого тока

Рекомендации по применению

1. Пайка выводов диодов рекомендуется мягким припоем при температуре не выше +170 °С в течение не более 3 с. В качестве флюса рекомендуется использовать спиртовой раствор канифоли (ЛТИ-120, ФКСп). Отмывку деталей после пайки рекомендуется производить спиртом в течение 1...2 мин. При пайке затекание припоя и флюса на боковые поверхности диода не допускается.

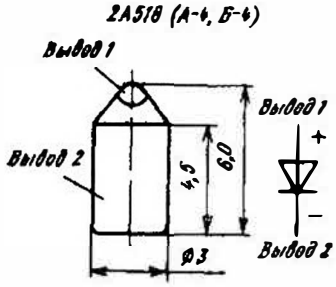
2. Обратное сопротивление диода остается практически неизменным при изменении обратного напряжения от 0 до 150 В.

2А518А-4, 2А518Б-4

Диоды кремниевые диффузионные структуры *p-i-n*. Предназначены для применения в переключающих устройствах дециметрового и сантиметрового диапазона длин волн, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 500 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Бескорпусные, с жесткими выводами. Используются в герметизированной аппаратуре. Тип диода указывается на сопроводительной таре.

Масса диода не более 0,4 г.



Электрические параметры

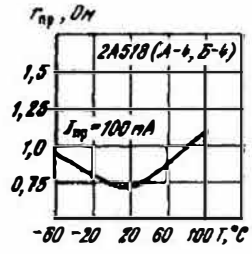
Прямое сопротивление потерь при $P_{пд.и}$=15 кВт, $I_{пр}$=100 мА, не более	
2А518А-4	1 Ом
2А518Б-4	2 Ом
Прямое сопротивление потерь при $P_{пд}$=30 мВт, $I_{пр}$=100 мА, f=2 ГГц, не более:	
T=—60...+25° С:	
2А518А-4	1 Ом
2А518Б-4	2 Ом
T=+100° С:	
2А518А-4	1,5 Ом
2А518Б-4	2 Ом
Критическая частота:	
при $P_{пд.и}$=15 кВт, $I_{пр}$=100 мА, $U_{обр}$=100 В, не менее:	
2А518А-4	70 ГГц
2А518Б-4	50 ГГц
при $P_{пд}$=30 мВт, $I_{пр}$=100 мА, $U_{обр}$=100 В, f=2 ГГц, не менее:	
T=—60...+25° С:	
2А518А-4	130 ГГц
2А518Б-4	90 ГГц
T=+100° С для 2А518А-4, 2А518Б-4	70 ГГц
Время прямого восстановления при $P_{пд}$=30 мВт, $I_{пр}$=100 мА, $U_{обр}$=100 В, f=1,5 ГГц, не более:	
2А518А-4	2,5 мкс
2А518Б-4	1 мкс
Время обратного восстановления при $P_{пд}$=30 мВт, $I_{пр}$=100 мА, $U_{обр}$=100 В, f=1,5 ГГц, не более:	
2А518А-4	6 мкс
2А518Б-4	2,5 мкс
Общая емкость диода при $U_{обр}$=100 В, f=30 мГц	0,6...0,8 пФ
Индуктивность диода при $P_{пд}$=30 мВт, $I_{пр}$=100 мА, f=2 ГГц	0,5...0,8 нГн

Предельные эксплуатационные данные

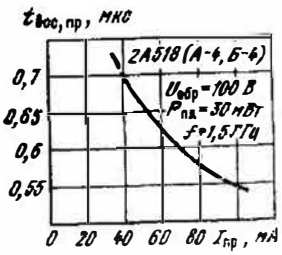
Постоянное обратное напряжение	200 В
Постоянный прямой ток	500 мА
Импульсная рассеиваемая мощность	2 кВт
Температура p-n перехода	+125° С
Температура окружающей среды .	—60...+85° С



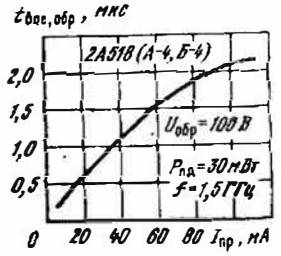
Зависимости прямого сопротивления потерь от прямого тока



Зависимость прямого сопротивления потерь от температуры



Зависимость времени прямого восстановления от прямого тока



Зависимость времени обратного восстановления от прямого тока

Рекомендации по применению

1. Крепление диодов осуществляют за металлический цилиндрический держатель. Контакт по цилиндрической поверхности должен обеспечивать тепловод так, чтобы в любых режимах применения температура держателя не превышала +85° С. Второй контакт — прижимной.

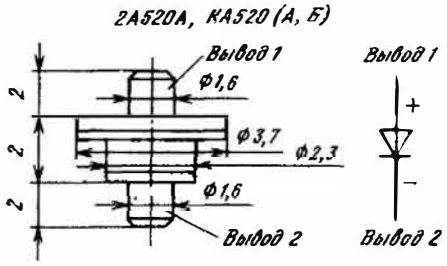
2. Не допускается прилагать усилие к контакту вдоль продольной оси диода более 29,4 Н, а также прикладывать механическое усилие к изолятору.

2А520А, КА520А, КА520Б

Диоды кремниевые эпитаксиальные структуры *p-i-n*. Предназначены для применения в переключающих устройствах дециметрового и сантиметрового диапазонов длин волн, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 200 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Положительный вывод — со стороны крышки. Тип диода указывается в этикетке.

Масса диода не более 1,3 г.

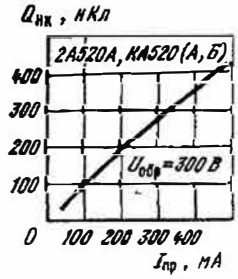


Электрические параметры

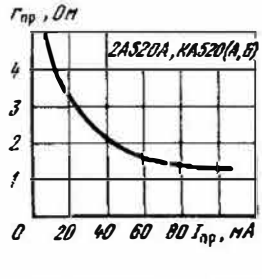
Прямое сопротивление потерь при $I_{пр}$=100 мА, $P_{пд}$=1 мВт, λ=7 см, не более:	
T=+25° С:	
2А520А, КА520А	2 Ом
КА520Б	3 Ом
T=—60 и +125° С:	
2А520А, КА520А	2,3 Ом
КА520Б	3,3 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}$=100 мА, $U_{обр}$=300 В, не более	300 нКл
Критическая частота при $I_{пр}$=100 мА, $P_{пд}$=1 мВт, λ=7 см, не менее:	
T=+25° С:	
2А520А, КА520А	200 ГГц
КА520Б	150 ГГц
T=—60 и +125° С:	
2А520А, КА520А	170 ГГц
КА520Б	120 ГГц
Общая емкость диода при $U_{обр}$=0, f=10 МГц	0,4...1 пФ
Емкость корпуса диода	0,3...0,45 пФ
Индуктивность диода, не более	0,45 нГи
Пробивное напряжение при $I_{пр}$=100 мкА, не менее:	
2А520А, КА520А	800 В
КА520Б	600 В

Предельные эксплуатационные данные

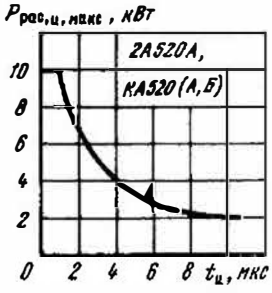
Постоянное обратное напряжение	300 В
Импульсное обратное напряжение	750 В
Постоянный прямой ток	200 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
T=—60° С...$T_к$=+35° С	4 Вт
$T_к$=+125° С	1,3 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность[1] при $t_и$=1 мкс:	
T=—60° С...$T_к$=+35° С	10 кВт
$T_к$=+125° С	3,2 кВт
Температура окружающей среды	—60° С...$T_к$=+125° С



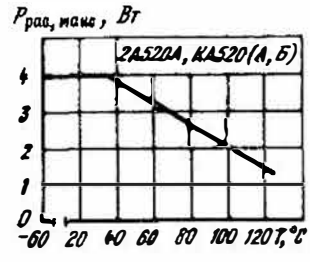
Зависимость накопленного заряда от прямого тока



Зависимость прямого сопротивления потерь от прямого тока

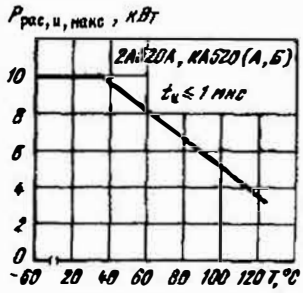


Зависимость допустимой импульсной рассеиваемой мощности от длительности импульса



Зависимость допустимой постоянной рассеиваемой мощности от температуры

[1] В диапазоне температур корпуса диода +35... ...+125° С мощность снижается линейно.



Зависимость допустимой импульсной рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

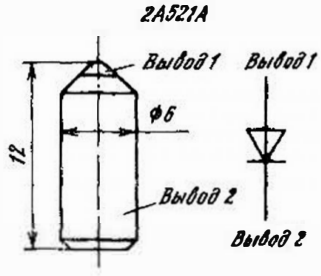
Допускается кратковременный (в течение не более 0,5 мин) нагрев диода до +200° С.

2А521А

Диод кремниевый диффузионный. Предназначен для применения в переключающих устройствах, фазовращателях дециметрового и сантиметрового диапазонов длин волн, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 200 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлическом корпусе с жесткими выводами. Положительный (анодный) вывод — со стороны конического прижимного контакта. Тип диода указывается на корпусе.

Масса диода не более 3 г.

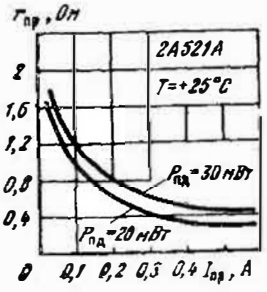


Электрические параметры

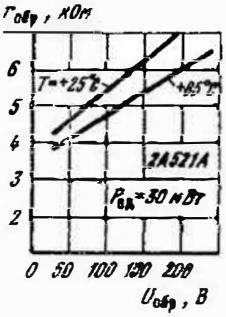
Прямое сопротивление потерь, не более	
при $P_{пд.и}=10$ кВт, $I_{пр}=100$ мА	1,5 Ом
при $P_{пд}=30$ мВт, $I_{пр}=100$ мА, $\lambda=15$ см:	
$T=-60\ldots+25°$ С	1,5 Ом
$T=+85°$ С	2 Ом
Накопленный заряд при $P_{пд}=30$ мВт, $I_{пр}=100$ мА, $U_{обр}=80$ В, не более	900 нКл
Критическая частота, не менее:	
при $P_{пд.и}=16$ кВт, $I_{пр}=100$ мА, $U_{обр}=100$ В	80 ГГц
при $P_{пд}=30$ мВт, $I_{пр}=100$ мА, $U_{обр}=100$ В, $\lambda=15$ см:	
$T=-60\ldots+25°$ С	90 ГГц
$T=+85°$ С	50 ГГц
Общая емкость диода при $P_{пд}=30$ мВт, $U_{обр}=100$ В, $\lambda=15$ см	0,63...0,77 пФ

Предельные эксплуатационные данные

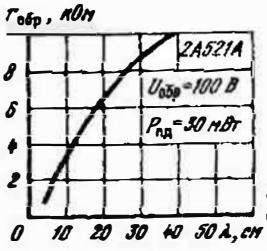
Постоянное обратное напряжение	50...200 В
Постоянный прямой ток	0,1...1,5 А
Постоянный обратный ток при $U_{обр}=200$ В	150 мкА
Рассеиваемая мощность при $T=-60\ldots+25°$ С	3 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность при $t_и \leqslant 7$ мкс, $f=100$ Гц, $W=25$ Ом	6 кВт
Непрерывная падающая СВЧ мощность при $T=-60\ldots+25°$ С	20 Вт
Импульсная падающая СВЧ мощность при $t_и \leqslant 7$ мкс, $f=100$ Гц, $W=25$ Ом, $T=-60\ldots+25°$ С (диод включен параллельно в линию, работающую на согласованную нагрузку)	10 кВт
Температура p-n перехода	+125° С
Температура окружающей среды	−60...+85° С



Зависимости прямого сопротивления потерь от прямого тока



Зависимости обратного сопротивления потерь от обратного напряжения



Зависимость обратного сопротивления потерь от длины волны

Рекомендации по применению

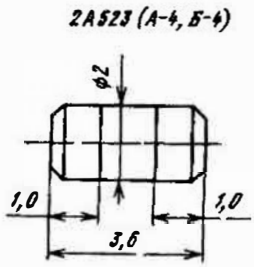
1. Крепление диодов осуществляется за металлический цилиндрический держатель. Контакт по цилиндрической поверхности должен обеспечить теплоотвод, при котором температура держателя при любых режимах эксплуатации не должна превышать +100° С. Второй контакт — прижимной.

2. Сжимающее усилие вдоль продольной оси диода не должно превышать 29,4 Н.

2А523А-4, 2А523Б-4

Диоды кремниевые диффузионные структуры p-i-n. Предназначены для применения в переключающих устройствах дециметрового и сантиметрового диапазонов длин волн, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Бескорпусные, с жесткими выводами. Используются в герметизируемой аппаратуре. Маркируются черными точками у положительного электрода: 2А523А-4 — одной, 2А523Б-4 — двумя.

Масса диода не более 0,15 г.

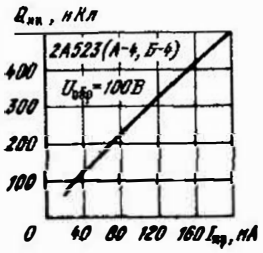


Электрические параметры

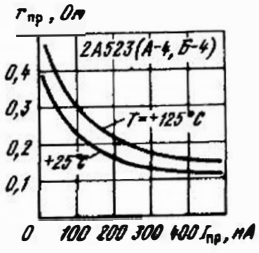
Прямое сопротивление потерь при $I_{пр}=50$ мА, $P_{пд}=30$ мВт, $\lambda=10$ см, не более	0,5 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}=50$ мА, $U_{обр}=100$ В, не более	220 нКл
Критическая частота при $I_{пр}=50$ мА, $U_{обр}=100$ В, $P_{пд}=30$ мВт, $\lambda=10$ см, не более:	
$T=+25°$ С	200 ГГц
$T=-60$ и $+125°$ С	170 ГГц
Время обратного восстановления при $I_{пр}=100$ мА, $U_{обр}=50$ В, $R_т=150$ Ом, не более	1,5 мкс
Общая емкость диода при $U_{обр}=100$ В, $f=10...30$ МГц:	
2А523А-4	0,9...1,5 пФ
2А523Б-4	1,0...2,0 пФ
Пробивное напряжение при $I_{обр}=30$ мкА, не менее:	
2А523А-4	500 В
2А523Б-4	600 В

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение	40...200 В
Постоянный прямой ток	300 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
при $T=-60°$ С... $T_{осн}=+25°$ С	20 Вт
при $T_{осн}=+125°$ С	7 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность при $t_и=300$ мкс, $Q\geqslant 5$, $T_{осн}=+25°$ С	100 Вт
Тепловое сопротивление переход—корпус	4,5° С/Вт
Температура окружающей среды	$-60°$ С... ...$T_{осн}=+125°$ С

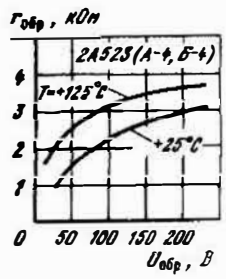


Зависимость накопленного заряда от прямого тока

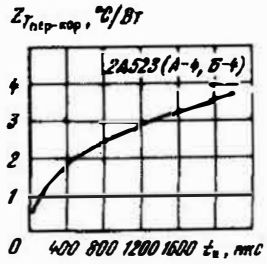


Зависимости прямого сопротивления потерь от прямого тока

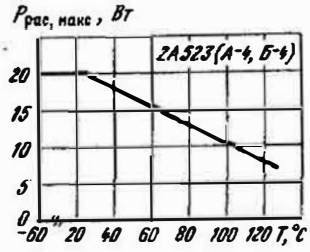
[1] В диапазоне температур основания $+25...+125°$ С мощность снижается линейно.



Зависимости обратного сопротивления потерь от напряжения



Зависимость переходного теплового сопротивления переход—корпус от длительности импульса



Зависимость допустимой постоянной рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Пайка выводов диодов рекомендуется низкотемпературными припоями с температурой плавления не выше $+145°$ С, время пайки не более 1 мин. Перед пайкой торцевую поверхность диодов следует зачистить скальпелем или бритвой до появления блеска. Глубина погружения выводов в припой не более 0,6 мм от торцевой поверхности диода.

2. При монтаже сжимающее усилие на диод не должно превышать 19,6 Н.

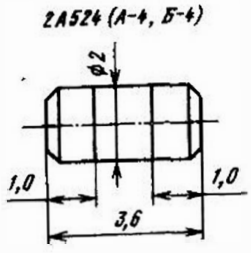
3. Допускается применять диоды при постоянных обратных напряжениях, меньших 40 В, при амплитуде напряжения СВЧ не более 20 В.

2А524А-4, 2А524Б-4

Диоды кремниевые диффузионные структуры *p-i-n*. Предназначены для применения в переключающих устройствах, модуляторах, фазовращателях, аттенюаторах дециметрового и сантиметрового диапазонов длин волн, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 100 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Бескорпусные, с жесткими выводами. Используются в герметизируемой аппаратуре. Тип диода указывается на полиэтиленцеллофановой ленте. Маркируются красными точками у положительного электрода: 2А524А-4 — одной, 2А524Б-4 — двумя.

Масса диода не более 0,15 г.

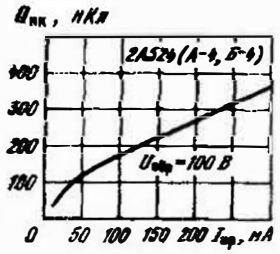


Электрические параметры

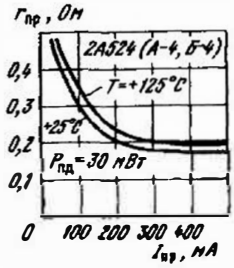
Прямое сопротивление потерь при $I_{пр}=150$ мА, $P_{пд}=30$ мВт, не более	0,5 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}=150$ мА, $U_{обр}=100$ В, не более	400 нКл
Критическая частота, не менее:	
при $I_{пр}=150$ мА, $U_{обр}=100$ В, $P_{пд.и}=3$ кВт	40* ГГц
при $I_{пр}=150$ мА, $U_{обр}=30$ В, $P_{пд}=30$ мВт:	
$T=-60$ и $+25°$ С	200 ГГц
$T=+125°$ С	160 ГГц
Время обратного восстановления при $I_{пр}=150$ мА, $U_{обр}=100$ В, $R_г=150$ Ом, не более	1,5 мкс
Общая емкость диода при $U_{обр}=100$ В, $f=10...30$ МГц:	
2А524А-4	0,7...1,2 пФ
2А524Б-4	0,5...0,8 пФ
Пробивное напряжение при $I_{обр}=100$ мкА, не менее:	
2А524А-4	400 В
2А524Б-4	300 В

Предельные эксплуатационные данные

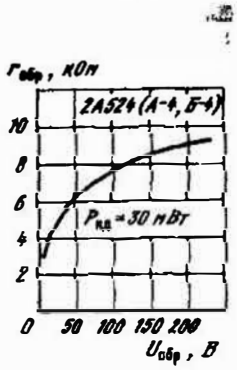
Постоянное обратное напряжение .	30...100 В
Постоянный прямой ток	500 мА
Рассеиваемая мощность:	
при $T=-60..+85°$ С	1,5 Вт
при $T=+125°$ С	1 Вт
Импульсная падающая СВЧ мощность при $U_{обр}=100$ В в параллельной схеме с $W=50$ Ом и $T=-60...+85°$ С	3 кВт
Температура окружающей среды . .	$-60...+125°$ С



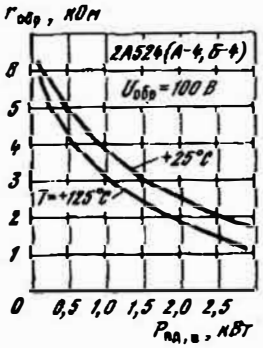
Зависимость накопленного заряда от прямого тока



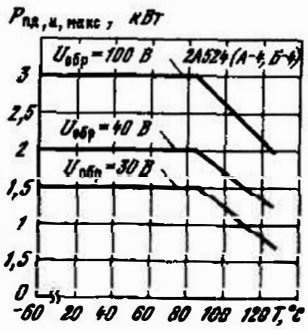
Зависимости прямого сопротивления потерь от прямого тока



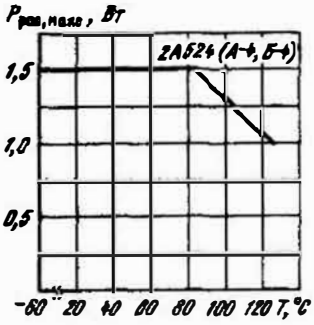
Зависимость обратного сопротивления потерь от обратного напряжения



Зависимости обратного сопротивления потерь от импульсной падающей СВЧ мощности



Зависимость допустимой импульсной падающей мощности от температуры



Зависимости допустимой постоянной рассеиваемой СВЧ мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Пайка выводов диодов рекомендуется низкотемпературными припоями с температурой плавления не более $+145°$ С, время пайки не более 1 мин. Глубина погружения выводов в припой не более 0,5 мм от *торцевой поверхности диода.*

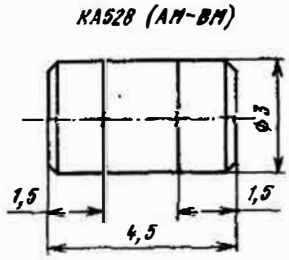
2. При монтаже сжимающее усилие вдоль продольной оси диода не должно превышать 16,5 Н.

КА528АМ, КА528БМ, КА528ВМ

Диоды кремниевые диффузионные структуры *p-i-n.* Предназначены для применения в переключающих устройствах при длинах волн до 7 см, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 500 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Бескорпусные, с жесткими выводами. Используются в герметизируемой аппаратуре. Тип диода указываются на полиэтиленцеллофановой ленте. Маркируются точкой у положительного вывода.

Масса диода не более 0,5 г.



Электрические параметры

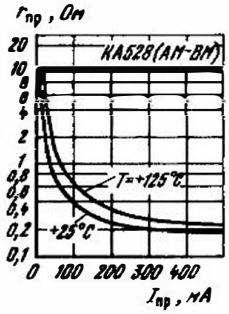
Прямое сопротивление потерь при $I_{пр}=100$ мА, $P_{пд}=300$ мВт, $\lambda=10$ см, не более:	
КА528АМ, КА528БМ	0,5 Ом
КА528ВМ	0,7 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}=100$ мА, $U_{обр}=100$ В, не более:	
КА528АМ, КА528БМ	900 нКл
КА528ВМ	1500 нКл

Критическая частота при $I_{пр}=100$ мА, $U_{обр}=100$ В, $P_{пд}=30$ мВт, $\lambda=10$ см, $T=-60\ldots+125°$ С, не менее:

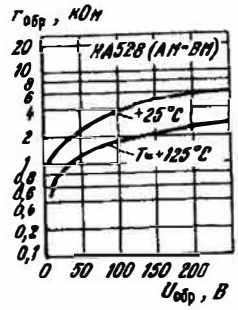
КА528АМ, КА528БМ	200 ГГц
КА528ВМ	40 ГГц
Общая емкость диода при $U_{обр}=100$ В, $f=30$ МГц:	
КА528АМ	1,4...2,4 пФ
КА528БМ	2,2...3 пФ
КА528ВМ, не более	3,5 пФ
Пробивное напряжение при $I_{обр}=10$ мкА, не менее:	
КА528АМ, КА528БМ	1000 В
КА528ВМ	600 В

Предельные эксплуатационные данные

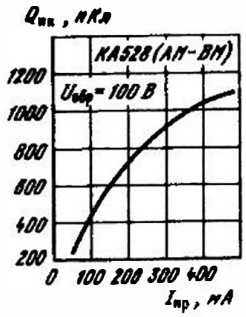
Постоянное обратное напряжение	50...250 В
СВЧ напряжение при $U_{обр}=200$ В	800 В
Постоянный прямой ток	50...500 мА
Рассеиваемая мощность:	
при $T=-60\ldots+25°$ С	50 Вт
при $T=+85°$ С	17 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность:	
при $T=+25°$ С	1500 Вт
при $T=+85°$ С	200 Вт
Тепловое сопротивление переход—корпус	2° С/Вт
Температура окружающей среды	—60...+125° С



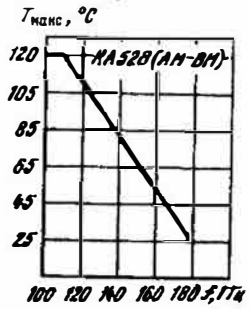
Зависимости прямого сопротивления потерь от прямого тока



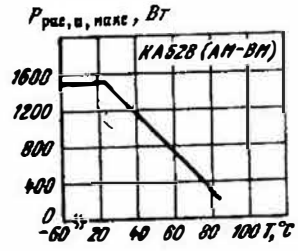
Зависимости обратного сопротивления потерь от обратного напряжения



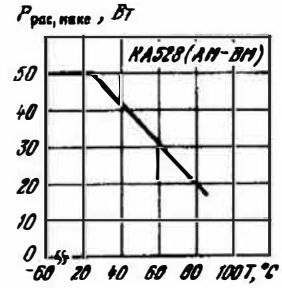
Зависимость накопленного заряда от прямого тока



Зависимость допустимой температуры окружающей среды от частоты



Зависимость допустимой импульсной рассеиваемой мощности от температуры



Зависимости допустимой постоянной рассеиваемой мощности от температуры

Рекомендации по применению

1. Пайка выводов диодов рекомендуется низкотемпературными припоями с температурой плавления не выше +180° С. Допускается двукратное воздействие температуры +180° С на каждый вывод диода в течение не более 30 с.

2. Разрешается зачистка торцевых поверхностей выводов диода. Глубина погружения выводов в припой не более 0,5 мм от торцевой поверхности диода.

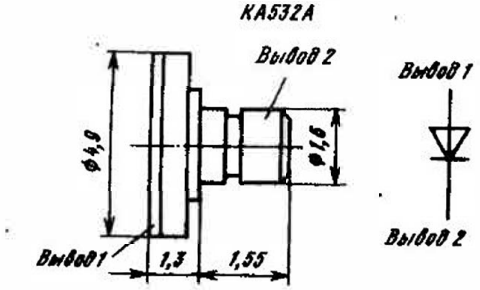
3. При монтаже сжимающее усилие вдоль продольной оси диода не должно превышать 19,8 Н.

КА532А

Диод кремниевый эпитаксиальный. Предназначен для применения в коммутационных устройствах дециметрового и сантиметрового диапазонов длин волн, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 300 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Положительный (анодный) вывод — со стороны фланца диаметром 4,9 мм. Тип диода указывается на вкладыше, который вставляется в отдельный отсек полиэтиленовой упаковки.

Масса диода не более 0,11 г.



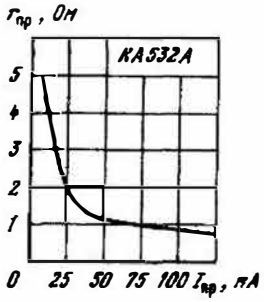
Электрические параметры

Прямое сопротивление потерь при $I_{пр}=100$ мА, не более	1 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}=100$ мА, не более	250 нКл
Критическая частота при $I_{пр}=100$ мА, $U_{обр}=100$ В, не менее:	
$T=+25°$ С	200 ГГц
$T=-60$ и $+125°$ С	170 ГГц
Общая емкость диода при $U_{обр}=100$ В, $f=10$ МГц, не более	0,9 пФ

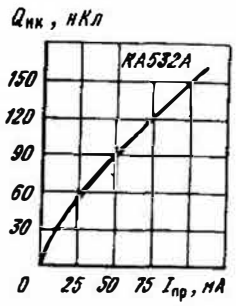
Емкость корпуса диода	0,25 ... 0,4 пФ
Индуктивность диода, не более	0,1 нГн
Пробивное напряжение при $I_{обр}$ = = 100 мкА, не менее	300 В

Предельные эксплуатационные данные

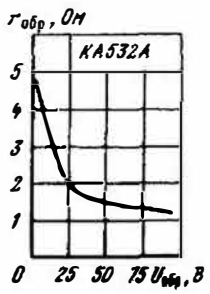
Постоянное обратное напряжение	150 В
Мгновенное обратное напряжение	270 В
Постоянный прямой ток	200 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
T = —60° С ... $T_к$ = +35° С	10 Вт
$T_к$ = +125° С	2,6 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность[1] при $t_и$ = 1 мкс:	
T = —60° С ... $T_к$ = +35° С	20 кВт
$T_к$ = +125° С	6,5 кВт
Тепловое сопротивление переход—корпус	15° С/Вт
Температура окружающей среды	—60° С ... ... $T_к$ = = +125° С



Зависимость прямого сопротивления потерь от прямого тока



Зависимость накопленного заряда от прямого тока



Зависимость обратного сопротивления потерь от обратного напряжения

Рекомендации по применению

1. Дисковый вывод диода рекомендуется паять мягким припоем (например, ПОСК-50-18) в течение не более 5 с, температура пайки и лужения не должна превышать +180° С.

2. Запрещается промывать диод в спиртобензиновой смеси.

3. При расчете схем следует учитывать, что общая емкость диода в СВЧ диапазоне не зависит от напряжения смещения (от нуля до максимально допустимого значения).

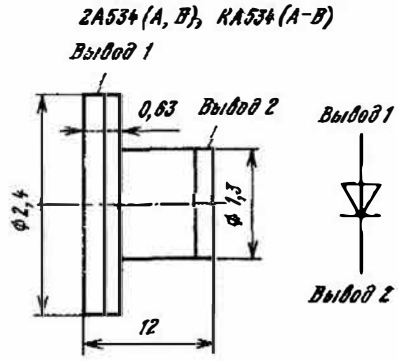
[1] В диапазоне температур корпуса +35 ... +125° С мощность снижается линейно.

2А534А, 2А534Б, КА534А, КА534Б, КА534В

Диоды кремниевые планарно-эпитаксиальные. Предназначены для ограничения и управления мощностью в СВЧ диапазоне, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 500 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Положительный (анодный) вывод — со стороны крышки. Тип диода указывается на групповой таре.

Масса диода не более 0,05 г.



Электрические параметры

Сопротивление при низком значении СВЧ мощности ($P_{пд} \leqslant 1$ мВт), f = = 3 ГГц, не более:	
T = —60 ... +25° С:	
2А534А, КА534А	10 Ом
2А534Б, КА534Б	15 Ом
T = +125° С:	
2А534А, КА534А	15 Ом
2А534Б, КА534Б	20 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}$ = 10 мА, $U_{обр}$ = 10 В, не более	1 нКл
Дифференциальное сопротивление при $I_{пр}$ = 100 мА, не более:	
2А534А, КА534А	1,8 Ом
2А534Б, КА534Б	2,5 Ом
КА534В	2,0 Ом
Общая емкость диода при $U_{обр}$ = 0:	
2А534А, КА534А	0,4 ... 0,65 пФ
2А534Б, КА534Б	0,35 ... 0,4 пФ
КА534В	0,5 ... 0,8 пФ
Емкость корпуса диода	0,18 ... 0,26 пФ
Индуктивность диода, не более	3 нГн
Постоянное обратное напряжение при $I_{обр}$ = 10 мкА:	
2А534А, 2А534Б	30 ... 110 В
КА534А, КА534Б, не менее	25 В
КА534В, не менее	20 В

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение[1]:	
при T = —60° С ... $T_к$ = +35° С:	
2А534А, 2А534Б, КА534А, КА534Б	25 В
КА534В	20 В

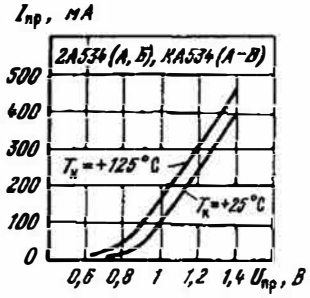
при $T_к = +125°$ С:
2А534А, 2А534Б, КА534А, КА534Б . . . . . 15 В
КА534В . . . . . 10 В

Постоянный прямой ток[1]:
при $T = -60° \ldots T_к = +35°$ С:
2А534А, КА534А . . . . . 150 мА
2А534Б, КА534Б . . . . . 100 мА
КА534В . . . . . 120 мА
при $T_к = +125°$ С:
2А534А, КА534А . . . . . 60 мА
2А534Б, КА534Б . . . . . 40 мА
КА534В . . . . . 50 мА

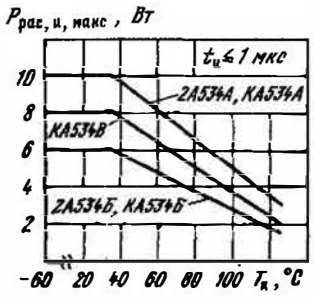
Рассеиваемая мощность[1]:
при $T = -60°$ С $\ldots T_к = +35°$ С:
2А534А, КА534А . . . . . 0,25 В
2А534Б, КА534Б . . . . . 0,15 Вт
КА534В . . . . . 0,2 Вт
при $T = +125°$ С:
2А534А, КА534А . . . . . 0,06 Вт
2А534Б, КА534Б . . . . . 0,04 Вт
КА534В . . . . . 0,05 Вт

Импульсная рассеиваемая мощность[1] при $t_и \leqslant 1$ мкс, $f \leqslant 1$ кГц:
при $T = -60°$ С $\ldots T_к = +35°$ С:
2А534А, КА534А . . . . . 10 Вт
2А534Б, КА534Б . . . . . 6 Вт
КА534В . . . . . 8 Вт
при $T_к = +125°$ С:
2А534А, КА534А . . . . . 3 Вт
2А534Б, КА534Б . . . . . 1,5 Вт
КА534В . . . . . 2 Вт

Температура окружающей среды . . $-60°$ С $\ldots T_к = +125°$ С



Зависимости прямого тока от напряжения



Зависимости допустимой импульсной рассеиваемой мощности от температуры корпуса

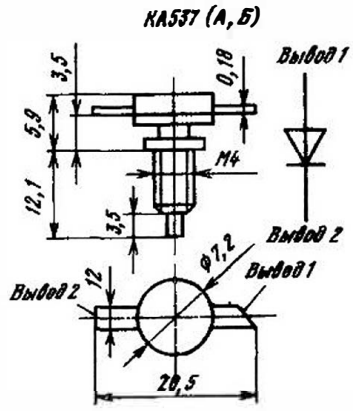
[1] В диапазоне температур корпуса +35. . .+125° С допустимые обратное напряжение, постоянный прямой ток, рассеиваемая мощность, импульсная рассеиваемая мощность снижаются линейно.

КА537А, КА537Б

Диоды кремниевые диффузионные. Предназначены для применения в переключающих устройствах метрового, дециметрового и сантиметрового диапазонов длин волн, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 200 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с гибкими ленточными выводами и изолированным основанием — винтом. Положительный анодный вывод имеет срез. Тип диода указывается на корпусе.

Масса диода не более 2 г.



Электрические параметры

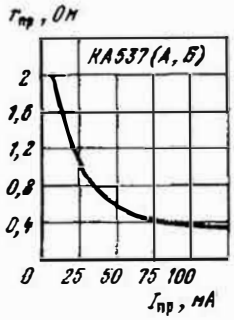
Прямое сопротивление потерь при $I_{пр} = 100$ мА, не более:
КА537А . . . . . 0,5 Ом
КА537Б . . . . . 1,0 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр} = 100$ мА:
$T = +25°$ С:
КА537А . . . . . 40 . . . 1000 нКл
КА537Б . . . . . 200 . . . 1500 нКл
$T = -60°$ С для КА537А . . . . 200 . . . 1000 нКл
$T = +125°$ С для КА537А . . . . 400 . . . 1500 нКл
Критическая частота при $I_{пр} = 100$ мА, $U_{обр} = 100$ В, не менее:
КА537А . . . . . 200 Гц
КА537Б . . . . . 100 ГГц
Общая емкость диода при $U_{обр} = 100$ В, $f = 10$ МГц, не более . . 3 пФ
Индуктивность диода, типовое значение . . . . . 2 нГн
Пробивное напряжение при $I_{обр} = 1$ мкА, не менее:
КА537А . . . . . 600 В
КА537Б . . . . . 300 В

Предельные эксплуатационные данные

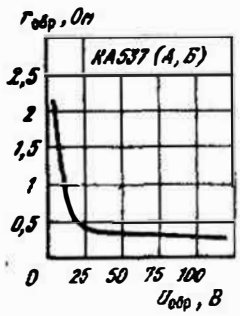
Постоянное обратное напряжение:
КА537А . . . . . 300 В
КА537Б . . . . . 150 В
Импульсное обратное напряжение:
КА537А . . . . . 575 В
КА537Б . . . . . 275 В
Постоянный прямой ток . . . . . 500 мА
Рассеиваемая мощность[1]:

[1] В диапазоне температур корпуса +35. . .+125° С мощность снижается линейно.

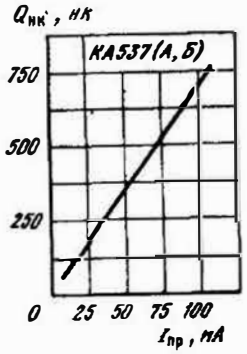
$T=-60°\,C\ldots T_к=+35°\,C$	20 Вт
$T_к=+125°\,C$	4 Вт
Импульсная рассеивающая мощность[1] при $t_и=1$ мкс:	
$T=-60°\,C\ldots T_к=+35°\,C$	100 кВт
$T_к=+125°\,C$	20 кВт
Температура окружающей среды	$-60°\,C\ldots T_к=+125°\,C$



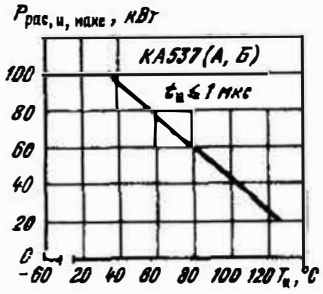
Зависимость прямого сопротивления потерь от прямого тока



Зависимость обратного сопротивления потерь от обратного напряжения



Зависимость накопленного заряда от прямого тока



Зависимость допустимой импульсной рассеиваемой мощности от температуры корпуса

Рекомендации по применению

1. Диоды рекомендуется крепить к теплопроводящей плате (радиатору) гайкой М4, класс чистоты поверхности не хуже 2,5.

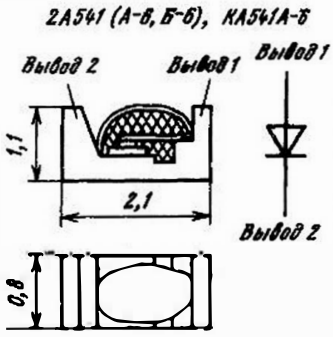
2. Выводы диодов рекомендуется паять мягким припоем (например, ПОСК-50-18) при температуре не выше +180° С в течение 5 с.

3. Общая емкость диода в диапазоне СВЧ не зависит от постоянного обратного напряжения (от нуля до максимально допустимого значения).

2А541А-6, 2А541Б-6, КА541А-6

Диоды кремниевые эпитаксиальные. Предназначены для применения в переключающих устройствах СВЧ диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 500 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Бескорпусные, с жесткими выводами. Используются в герметизируемой аппаратуре. Маркируются белой точкой у отрицательного вывода.

Масса диода не более 0,2 г.

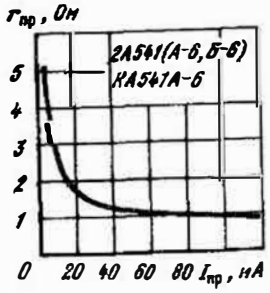


Электрические параметры

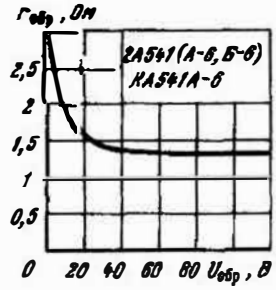
Прямое сопротивление потерь при $I_{пр}=100$ мА, не более	1,3 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}=100$ мА:	
$T=+25°\,C$	60 ... 150 нКл
$T=-60°\,C$	40 ... 150 нКл
$T=+125°\,C$	60 ... 200 нКл
Критическая частота при $I_{пр}=100$ мА, $U_{обр}=100$ В, не менее	400 ГГц
Общая емкость диода при $U_{обр}=100$ В:	
2А541А-6, КА541А-6	0,15 ... 0,22 пФ
2А541Б-6	0,18 ... 0,25 пФ
Пробивное напряжение при $I_{обр}=10$ мкА, не менее	300 В

Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение	150 В
Импульсное обратное напряжение	270 В
Постоянный прямой ток	150 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
$T=-60°\,C\ldots T_{осн}=+35°\,C$	0,5 Вт
$T_{осн}=+125°\,C$	0,15 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность[1] при $t_и \leq 1$ мкс:	
$T=-60°\,C\ldots T_{осн}=+35°\,C$	0,5 кВт
$T_{осн}=+125°\,C$	0,15 кВт
Температура окружающей среды	$-60\ldots+125°\,C$

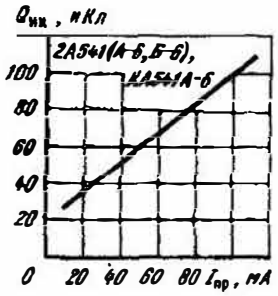


Зависимость прямого сопротивления потерь от прямого тока

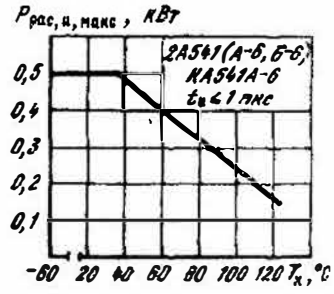


Зависимость обратного сопротивления потерь от обратного напряжения

[1] В диапазоне температур основания диода +35 ... +125° С мощность снижается линейно.



Зависимость накопленного заряда от прямого тока



Зависимость допустимой импульсной рассеиваемой мощности от температуры корпуса

Рекомендации по применению

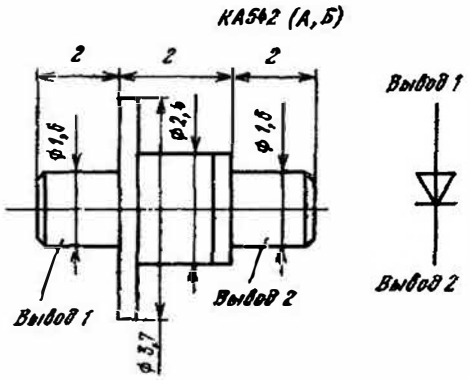
При пайке диодов температура не должна превышать +190° С.

КА542А, КА542Б

Диоды кремниевые эпитаксиальные. Предназначены для применения в переключающих устройствах СВЧ диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 300 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Положительный (анодный) вывод — со стороны крышки. Тип диода указывается на вкладыше, который вместе с диодом помещается в индивидуальную тару, а также цветными точками на корпусе. двумя черными и одной красной.

Масса диода не более 0,5 г.

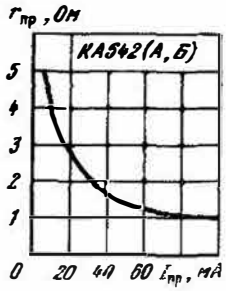


Электрические параметры

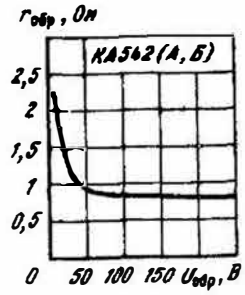
Прямое сопротивление потерь при $I_{пр}$=100 мА, λ=7 см, не более	1,7 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}$=100 мА, не более:	
T=—60...+125° С	300 нКл
T=+125° С	400 нКл
Критическая частота при $I_{пр}$= =100 мА, $U_{обр}$=100 В, не менее	250 ГГц
Общая емкость диода при $U_{обр}$=0, f=10 МГц, не более	1 пФ
Индуктивность диода*, типовое значение	0,5 нГн
Пробивное напряжение при $I_{обр}$= =100 мкА, не менее:	
КА542А	1100 В
КА542Б	700 В

Предельные эксплуатационные данные

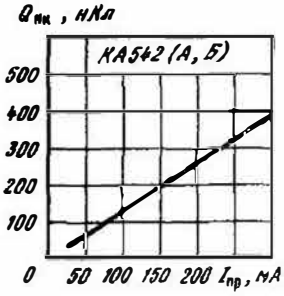
Постоянное обратное напряжение	400 В
Импульсные обратные напряжения:	
КА542А	1000 В
КА542Б	600 В
Постоянный прямой ток	200 мА
Рассеиваемая мощность[1]:	
T=—60° С...$T_к$=+35° С	4 Вт
$T_к$=+125° С	1,3 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность[1] при $t_и$=1 мкс, $Q \geqslant 1000$:	
T=—60° С...$T_к$=+35° С	10 кВт
$T_к$=+125° С	3 кВт
Температура окружающей среды	—60° С...$T_к$= =+125° С



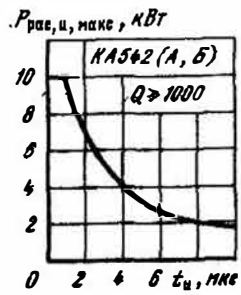
Зависимость прямого сопротивления потерь от прямого тока



Зависимость обратного сопротивления потерь от обратного напряжения



Зависимость накопленного заряда от прямого тока



Зависимость допустимой импульсной рассеиваемой мощности от длительности импульса

Рекомендации по применению

1. Пайка выводов диодов рекомендуется мягким припоем (например, ПОСК-50-18) при температуре не выше +180° С в течение 5 с.

2. Запрещается промывать диод в спиртобензиновой смеси.

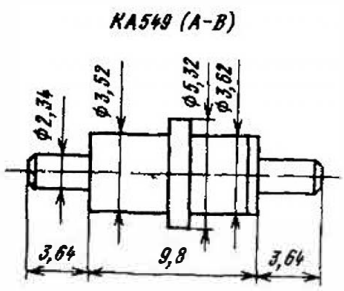
[1] В диапазоне температур корпуса диода +35... ...+125° С мощность снижается линейно.

КА549А, КА549Б, КА549В

Диоды кремниевые эпитаксиальные. Предназначены для применения в переключающих устройствах СВЧ диапазона, а также для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов (с частотой до 500 МГц) от импульсных электрических перегрузок по напряжению.

Выпускаются в металлокерамическом корпусе с жесткими выводами. Тип диода указывается на корпусе.

Масса диода не более 1,5 г.



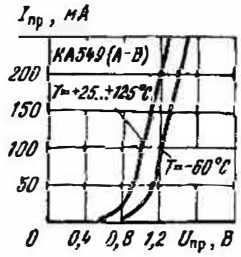
Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=100$ мА, не более	1,0 В
Прямое сопротивление потерь при $I_{пр}=100$ мА	0,75 ... 1,1 Ом
Накопленный заряд при $I_{пр}=100$ мА	300 ... 1000 нКл
Критическая частота при $I_{пр}=100$ мА, $U_{обр}=100$ В, не менее	250 ГГц
Эффективное время жизни неосновных носителей заряда, не менее	3 мс
Общая емкость диода при $U_{обр}=0$, $f=10$ МГц	0,8 ... 1,2 пФ
Емкость корпуса диода	0,3 ... 0,5 пФ
Индуктивность диода	0,5 ... 0,7 нГн

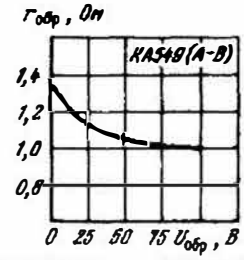
Предельные эксплуатационные данные

Постоянное обратное напряжение	400 В
Импульсное обратное напряжение:	
КА549А	1700 В
КА549Б	1400 В
КА549В	1100 В
Постоянный прямой ток	250 мА
Рассеиваемая мощность[1].	
$T=-60°$ С ... $T_к=+35°$ С	5 Вт
$T=+125°$ С	1 Вт
Импульсная рассеиваемая мощность при $t_и \leqslant 1$ мкс, $Q \geqslant 1000$:	
$T=-60°$ С ... $T_к=+35°$ С	45 кВт
$T=+125°$ С	10 кВт
Тепловое сопротивление переход — корпус	15° С/Вт
Импульсное тепловое сопротивление переход — корпус при $t_и=1$ мкс	0,003° С/Вт
Время тепловой релаксации	15 мс
Температура окружающей среды	$-60°$ С ... $T_к=+125°$ С

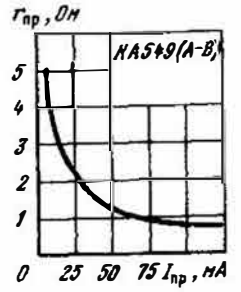
[1] В диапазоне температур корпуса $+35$ ... $+125°$ С мощность снижается линейно.



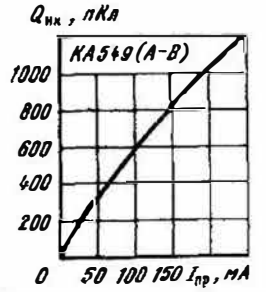
Зависимости прямого тока от напряжения



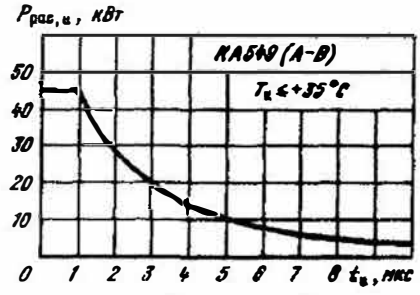
Зависимость обратного сопротивления потерь от обратного напряжения



Зависимость прямого сопротивления потерь от прямого тока



Зависимость накопленного заряда от прямого тока



Зависимость допустимой импульсной рассеиваемой мощности от длительности импульса

Новые полупроводниковые ограничители напряжения большой мощности

340С10-02

Ограничитель напряжения кремниевый диффузионный симметричный большой мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя приводится на корпусе. Масса прибора не более 2,1 г.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА, $T=+25°$ С, не менее	360 В
Импульсное напряжение ограничения при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$, $I_{огр,и}=20$ А, $T=-60\ldots+25°$ С, не более	500 В
Постоянный обратный (прямой) ток при $U_{обр}=U_{пр}=340$ В, $T=+25°$ С	100 мкА
Общая емкость, не более	130 пФ

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$, $T=+25°$ С	20 А
Максимально допустимое обратное (прямое) рабочее напряжение	340 В
Постоянная обратная (прямая) рассеиваемая мощность при $T=+25°$ С	2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная (прямая) рассеиваемая мощность при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$, $T=+25°$ С	10 кВт
Температура окружающей среды	$-60\ldots+150°$ С

340С30-02

Ограничитель напряжения кремниевый диффузионный симметричный большой мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя приводится на корпусе. Масса прибора не более 8 г.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА, $T=+25°$ С, не менее	360 В
Импульсное напряжение ограничения при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$, $I_{огр,и}=60$ А, $T=-60\ldots+25°$ С, не более	500 В
Постоянный обратный (прямой) ток при $U_{обр}=U_{пр}=340$ В, $T=+25°$ С	100 мкА
Общая емкость	500 пФ

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$, $T=+25°$ С	60 А
Максимально допустимое обратное (прямое) рабочее напряжение	340 В
Постоянная обратная (прямая) рассеиваемая мощность при $T=+25°$ С	2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная (прямая) рассеиваемая мощность при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$, $T=+25°$ С	30 кВт
Температура окружающей среды	$-60\ldots+150°$ С

600С10-02

Ограничитель напряжения кремниевый диффузионный симметричный большой мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя приводится на корпусе. Масса прибора не более 2,1 г.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА, $T=+25°$ С, не менее	630 В
Импульсное напряжение ограничения при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$, $I_{огр,и}=12$ А, $T=-60\ldots+25°$ С, не более	850 В
Постоянный обратный (прямой) ток при $U_{обр}=U_{пр}=600$ В, $T=+25°$ С	100 мкА
Общая емкость, не более	100 пФ

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф\leqslant 10$ мкс, $Q\geqslant 10^4$, $T=+25°$ С	12 А

Максимально допустимое обратное (прямое) рабочее напряжение	600 В
Постоянная обратная (прямая) рассеиваемая мощность при $T=+25°$ С . .	2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная (прямая) рассеиваемая мощность при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$, $T=+25°$ С	10 кВт
Температура окружающей среды . .	—60... ...+150° С

600С30-02

Ограничитель напряжения кремниевый диффузионный симметричный большой мощности. Предназначен для защиты цепей аппаратуры постоянного и переменного токов от импульсных электрических перегрузок по напряжению. Выпускается в пластмассовом корпусе с гибкими выводами. Тип ограничителя приводится на корпусе. Масса прибора не более 8 г.

Электрические параметры

Напряжение пробоя при $I_{проб}=1$ мА, $T=+25°$ С, не менее	630 В
Импульсное напряжение ограничения при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$, $I_{огр.и}=35$ А, $T=-60...+25°$ С, не более	850 В
Постоянный обратный (прямой) ток при $U_{обр}=U_{пр}=600$ В, $T=+25°$ С . .	100 мкА
Общая емкость	400 пФ

Предельные эксплуатационные данные

Импульсный ток ограничения при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$, $T=+25°$ С	35 А
Максимально допустимое обратное (прямое) рабочее напряжение	600 В
Постоянная обратная (прямая) рассеиваемая мощность при $T=+25°$ С . .	2 Вт
Импульсная неповторяющаяся обратная (прямая) рассеиваемая мощность при импульсе в виде убывающей экспоненты, $t_и=1$ мс, $t_ф \leqslant 10$ мкс, $Q \geqslant 10^4$, $T=+25°$ С	30 кВт
Температура окружающей среды . .	—60... ...+150° С

Список литературы

1. **Рикетс Л. У., Бриджес Дж. Э., Майлета Дж.** Электромагнитный импульс и методы защиты: Пер. с англ. / Под ред. Н. А. Ухина.— М.: Атомиздат, 1979.— 453 с.
2. **Волков Н. Н.** Защита от опасных напряжений транзисторных усилителей в многоканальных системах связи.— М.: Связь. 1976.— 110 с.
3. **Юриков П. А.** Защита электростанций и подстанций 3—500 кВ от прямых ударов молний.— М.: Энергоиздат, 1982.— 256 с.
4. **Кондратьев Б. В., Попов Б. В.** Ограничители для защиты радиоэлектронной аппаратуры от перенапряжений // Зарубежная электронная техника.— М.: ЦНИИ «Электроника», 1983.— Вып. 2(260).— С. 42—91.
5. **Международный** косультативный комитет по телеграфии и телефонии. МККТ. Шестая пленарная ассамблея. Женева, 1976 г. Оранжевая книга.— Т. IX. Защита.— М.: Связь, 1979.— 55 с.
6. **Data Book.** Diode Semiconductor, 1981 (Ed. 47).— P. 438—474.
7. **Babbs R. S., Howarth N. F.** Transient voltage suppression using transient suppressor diodes // Mullard technical communications.— 1972.— Vol. 12, № 113.— 1972. January.— P. 28—36.
8. **Orlando N.** Zener diode-a protecting device aganst voltage transients // IEEE Trans., 1969.— Vol. IGA-5, № 4, July/August.— P. 481—488.
9. **Электрическая** прочность полупроводниковых приборов при импульсной нагрузке / Г. Б. Абдуллаев, З. А. Искандер-Заде, В. В. Ведерников и др.— В кн.: Полупроводниковая электроника в технике связи.— М.: Радио и связь, 1983.— Вып. 23.— С. 32—38.
10. **Капцов Н. А.** Электрические явления в газах и вакууме.— М.: Гостехиздат. 1950.— 478 с.
11. **Киселев Ю. В., Соколов В. М.** О величине напряжения зажигания первого пробоя искрового промежутка // Электронная техника. Сер. 3. Газоразрядные приборы.— 1970.— Вып. 4.— С. 26—34.
12. **Мик Д., Крэге Д.** Электрический пробой в газах: Пер. с англ. / Под ред. И. Л. Качанова.— М.: Энергоиздат, 1960.— 328 с.
13. **Киселев Ю. В.** Статическое время запаздывания зажигания искрового разряда. Обзоры по электронной технике.— М.: ЦНИИ «Электроника», 1969.— Вып. 12(81).— 48 с.
14. **Валеев Х. С., Кваскоп В. Б.** Нелинейные металлооксидные полупроводники.— М.: Энергоиздат, 1983.— 158 с.
15. **Черепанов В. П., Якимов О. П., Блудов И. П.** Метод оптимизации выбора ограничителей напряжения на различных физических принципах для схем защиты блоков радиоэлектронной аппаратуры // Электронная техника. Сер. 4. Электровакуумные и газоразрядные приборы.— 1989.— Вып. 1(124).— С. 81—84.
16. **Киселев Ю. В., Черепанов В. П.** Искровые разрядники.— М.: Сов. радио, 1976.— 68 с.
17. **Зайцев Ю. В., Марченко А. Н., Ващенко К. И.** Полупроводниковые резисторы в электротехнике.— М.: Энергоатомиздат, 1988.— 124 с.
18. **Зи С. М.** Физика полупроводниковых приборов.— М.: Энергия, 1973.— 655 с.