

Новые высоковольтные транзисторы

с изолированным затвором 2П(КП)7154АС, БС, ВС

ОАО «ОКБ «Искра» совместно с ведущим российским предприятием в области микроэлектроники ОАО «Ангстрем» (Зеленоград) разработали мощный высоковольтный ДМОП-транзистор с поликремниевым затвором (рис. 1). Транзистор характеризуется максимальным напряжением «сток-исток» 600–1200 В, током стока 50–75 А, сопротивлением в открытом состоянии 0,08–0,3 Ом и низкими потерями при переключении. Конструкция и технология изготовления кристалла транзистора обеспечивают низкие значения входной, выходной и проходной емкостей, малый заряд затвора, короткий канал, стабильность порогового напряжения транзистора и высокую удельную проводимость на единицу площади.

**Алексей Алферов
Александр Гордеев
Геннадий Кирсанов
Татьяна Крицкая
Павел Машевич
Юрий Обмайкин**

iskragai@mv.ru
alferov@angstrom.ru



Рис. 1. Мощный высоковольтный ДМОП-транзистор с поликремниевым затвором

Конструкция и металлизация истока кристалла обеспечивает равномерность тока по структуре и возможность ультразвуковой приварки алюминиевой проволокой с сечением от 300 мкм. Периферия кристалла выполнена с использованием делительных колец, что позволяет обеспечить высокие и стабильные рабочие напряжения прибора в рабочем диапазоне температур. Высокий уровень технологии дает возможность минимизировать заряд в окисле и на границе раздела «окисел-полупроводник», а также предотвратить дрейф подвижных зарядов в сильном статическом поле при высоком напряжении «сток-исток», что обеспечивает высокую надежность прибора. Кристаллы транзистора монтируются (по схеме, приведенной на рис. 2) в специально спроектированный металлокерамический корпус (рис. 3) с безиндуктивными выводами, что позволяет улучшить динамические параметры прибора, проявляющиеся при его использовании в ВЧ-преобразователях. Корпус имеет высокую теплопроводность благодаря применению в качестве изолятора оксида бериллия (BeO), характеризуется высокой

энергоциклостойкостью вследствие отсутствия «мягких» припоев, а также широкий диапазон рабочих температур (от -60 до +150 °С). Прибор является универсальным с точки зрения частотных свойств и может использоваться как в широкополосных СВЧ-схемах, так и в ВЧ-преобразователях, в частности, в резонансных режимах на частотах 200 кГц и выше.

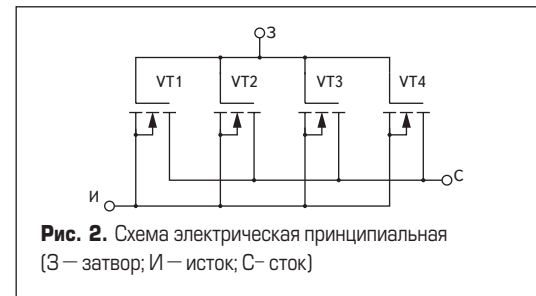


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная (З – затвор; И – исток; С – сток)

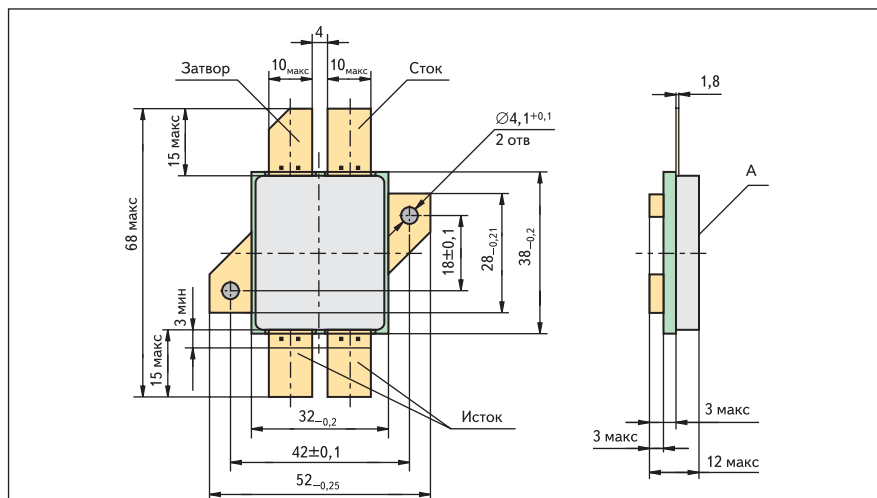


Рис. 3. Полевые транзисторы 2П7154АС, 2П7154БС, 2П7154ВС

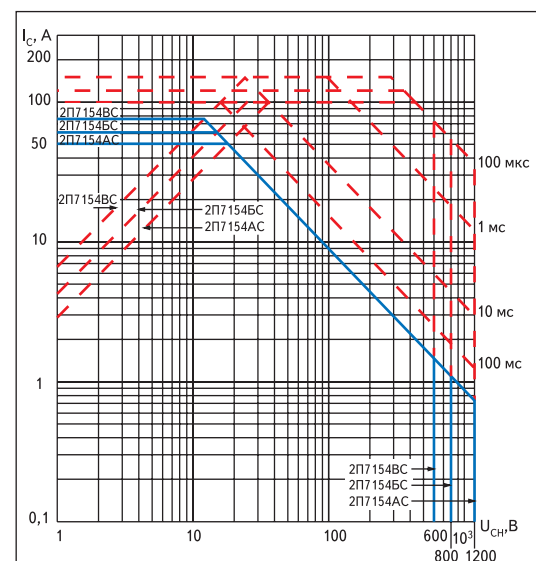


Рис. 4. Область безопасной работы полевых транзисторов 2П(КП)7154АС, 2П(КП)7154БС, 2П(КП)7154ВС

Таблица 1. Электрические параметры и тепловое сопротивление транзисторов при приемке и поставке

Наименование параметра, (режим измерения), единица измерения	Буквенное обозначение	Норма						Температура (среды) корпуса, °С
		2П(КП)7154АС		2П(КП)7154БС		2П(КП)7154ВС		
		не менее	не более	не менее	не более	не менее	не более	
Начальный ток стока	$I_{C,нач}$							
$(U_{СИ} = 1200 В; U_{ЗИ} = 0 В), мА$			1,0 5,0 5,0					25 -60 125
$(U_{СИ} = 800 В; U_{ЗИ} = 0 В), мА$				1,0 5,0 5,0				25 60 125
$(U_{СИ} = 600 В; U_{ЗИ} = 0 В), мА$						1,0 5,0 5,0		25 -60 125
Ток утечки затвора $(U_{ЗИ} = 20 В; U_{СИ} = 0 В), нА$	$I_{з,ут}$		150		150		150	25
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии	$R_{СИ,отк}$							
$(U_{ЗИ} = 10 В; I_C = 25 А), Ом$			0,35 0,5 0,5					25 -60 125
$(U_{ЗИ} = 10 В; I_C = 25 А), Ом$				0,2 0,3 0,3				25 -60 125
$(U_{ЗИ} = 10 В; I_C = 25 А), Ом$						0,15 0,25 0,25		25 -60 125
$(U_3 = U_C; I_C = 1 мА), В$	$U_{ЗИ,пор}$	2,0	4,0	2,0	4,0	2,0	4,0	25
Время задержки включения $(U_{СИ} = 400 В; U_{ЗИ} = 10 В; I_C = 25 А), нс$	$t_{зд,вкл}$		70		70		70	25
Время нарастания $(U_{СИ} = 400 В; U_{ЗИ} = 10 В; I_C = 25 А), нс$	$t_{нр}$		90		90		90	25
Время задержки выключения $(U_{СИ} = 400 В; U_{ЗИ} = 10 В; I_C = 25 А), нс$	$t_{зд,выкл}$		300		300		300	25
Время спада $(U_{СИ} = 400 В; U_{ЗИ} = 10 В; I_C = 25 А), нс$	$t_{сп}$		70		70		70	25
Тепловое сопротивление переход-корпус, °С/Вт	$R_{Тп-к}$		0,143		0,143		0,143	

Таблица 2. Предельно допустимые значения параметров электрических режимов эксплуатации транзисторов

Наименование параметра, (режим измерения), единица измерения	Буквенное обозначение	Норма			Примечание
		2П(КП)7154АС	2П(КП)7154БС	2П(КП)7154ВС	
Максимально допустимое напряжение сток-исток, В, не менее	$U_{СИ,макс}$	1200	800	600	1
Максимально допустимое напряжение затвор-исток, В, не менее	$U_{ЗИ,макс}$	±25	±25	±25	2
Максимально допустимый импульсный ток стока ($\tau_{и} \leq 300 мкс, Q \geq 100$), А, не менее	$I_{СИ(и)макс}$	100	120	150	3
Максимально допустимый постоянный ток стока, А, не менее	$I_{С,макс}$	50	60	75	3
Максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность стока при температуре корпуса от -60 до 25 °С, Вт	$P_{макс}$	875	875	875	4
Максимально допустимая температура перехода, °С	$T_{Пмакс}$	150	150	150	

Примечания:

1. При температуре окружающей среды 25 °С.
2. В диапазоне температур окружающей среды от -60 до +125 °С.
3. При температуре корпуса 25 °С.
4. При температуре корпуса от 25 до 125 °С рассеиваемая мощность рассчитывается по формуле:

$$P_{макс} = (T_{Пмакс} - T_{корп})P_{макс} / (R_{Тп-к}) [Вт], \text{ где } T_{Пмакс} \text{ — максимальная температура перехода; } T_{корп} \text{ — температура корпуса; } R_{Тп-к} \text{ — тепловое сопротивление «переход-корпус», равное } 0,143 \text{ } ^\circ\text{С/Вт.}$$

Результаты испытаний транзисторов КП7154 показывают, что их работоспособность будет высокой даже в экстремальных условиях (при высоких перепадах температуры, в космосе, в условиях высокого электромагнитного воздействия). В настоящее время начат серийный выпуск данных приборов для спецтехники. Основные технические характеристики транзисторов приведены в табл. 1–2 и на рис. 4–5).

В ОАО «ОКБ «Искра» планируются работы по созданию подобного класса приборов со снижением сопротивления в открытом состоянии в три-четыре раза, ряда полевых транзисторов в металлокерамических корпусах SMD1/2/3, TO-254, PPAK, а также безиндуктивных ВЧ-модулей на токи до 150 А (40 В — 0,002 Ом, 600 В — 0,02 Ом, 1000 В — 0,08–0,1 Ом).

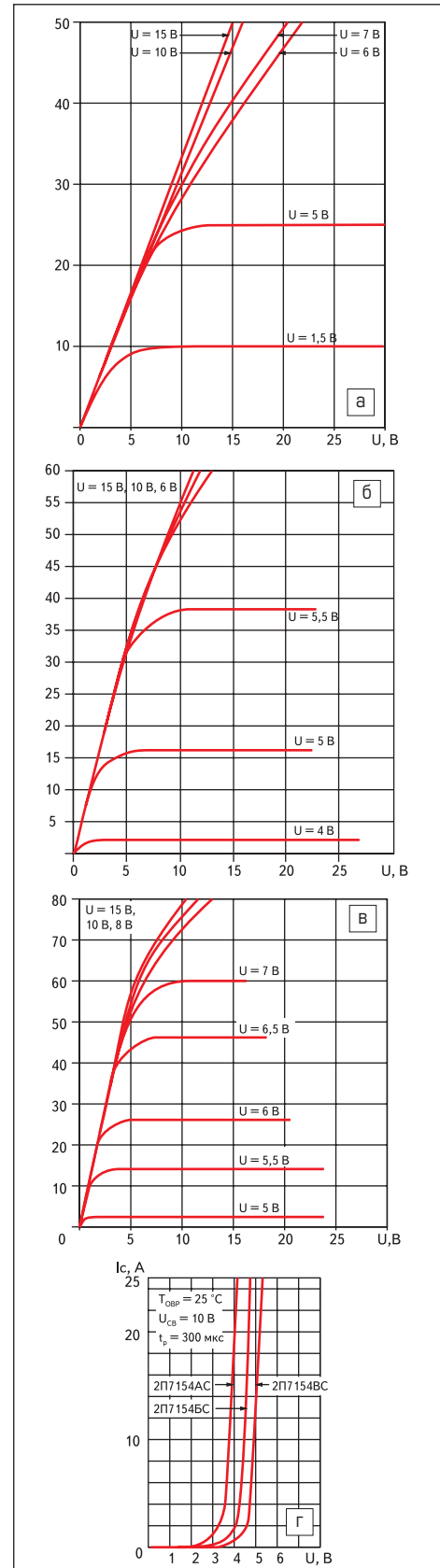


Рис. 5. а) Зависимость тока стока I_C от напряжения «сток-исток» $U_{СИ}$ транзистора 2П(КП)7154АС (выходная характеристика); б) зависимость тока стока I_C от напряжения «сток-исток» $U_{СИ}$ транзистора 2П(КП)7154БС (выходная характеристика); в) зависимость тока стока I_C от напряжения «сток-исток» $U_{СИ}$ транзистора 2П(КП)7154ВС (выходная характеристика); г) зависимость тока стока I_C от напряжения «затвор-исток» $U_{ЗИ}$ (передаточная характеристика)