

Серия СИЛОВЫХ КЛЮЧЕЙ 3009KP

производства АО «Ангстрем»

«Ангстрем» разработал серию из 15 типов силовых ключей (электронных реле) с коммутируемым напряжением до 400 В и током до 40 А. Серия силовых ключей 3009KP прошла весь комплекс испытаний и показала высокие характеристики надежности. Все силовые ключи серии 3009KP имеют гальваническую трансформаторную развязку и не требуют дополнительного источника питания.

Геннадий Куров

kurov@angstrem.ru

Сергей Абрамов

Abramov@angstrem.ru

Станислав Клейн

klein@angstrem.ru

Введение

Силовые ключи с гальванической развязкой нашли самое широкое применение как в промышленном оборудовании, так и в бытовой технике, от инверторов и импульсных регуляторов тока до систем управления мощными электроприводами электротранспорта.

С развитием телекоммуникационных спутников, с планами по развитию космической атомной энергетики становится актуальным создание радиационно стойких силовых ключей для эксплуатации в условиях космоса.

«Ангстрем» завершил опытно-конструкторские работы по созданию серии силовых ключей в металлокерамических корпусах (рис. 1а, б) для управления солнечными батареями, источниками бесперебойного питания и электроприводами космических аппаратов. Отличительная особенность серии 3009KP — низкий уровень сопротивления в открытом состоянии. Это позволяет существенно снизить тепловыделение силовых ключей, что положительно отражается на общей температур-

ной картине блока или устройства, снижает требования к системам охлаждения и, как следствие, положительно сказывается на массо-габаритных характеристиках космического аппарата.

Серия силовых ключей 3009KP

Серия силовых ключей 3009KP предназначена для управления источниками питания и электрическими нагрузками космических аппаратов в диапазоне напряжений 20–400 В и с токами коммутации 0,3–40 А. Ключи имеют низкое сопротивление канала в диапазоне 0,008–1,4 Ом, гальваническую трансформаторную развязку, не требуют дополнительного источника питания, поскольку питание осуществляется от входного сигнала. На рис. 5 показана типичная зависимость тока потребления первичной цепи от напряжения входного сигнала. Рабочий диапазон амплитуды входного сигнала 2,7–5,5 В. Время включения и выключения силового ключа составляет (5 + 2) мс, что определяет предельную частоту переключения в 7 мс.

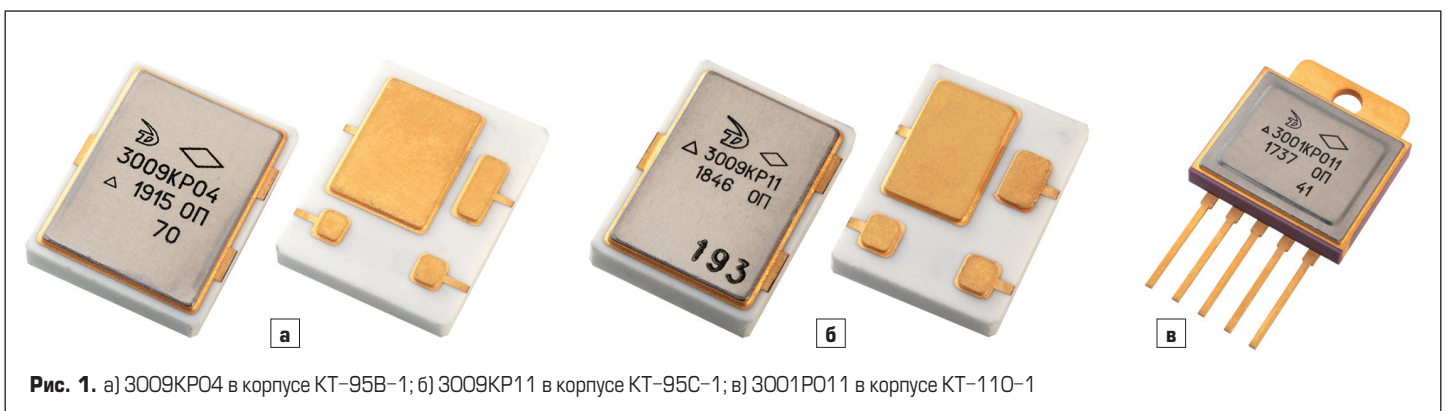


Рис. 1. а) 3009KP04 в корпусе КТ-95В-1; б) 3009KP11 в корпусе КТ-95С-1; в) 3001P011 в корпусе КТ-110-1

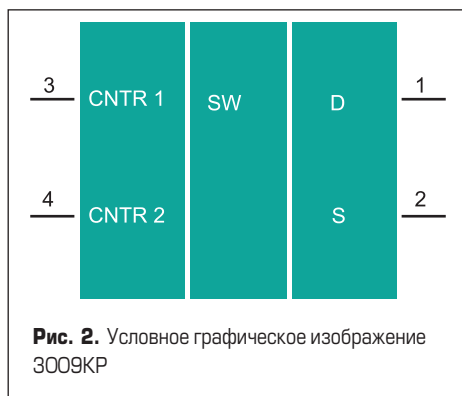


Рис. 2. Условное графическое изображение 3009KP

Было разработано 15 силовых ключей (табл. 1) в корпусах КТ-95 и КТ-110. Функциональное назначение выводов (табл. 2) и условное графическое изображение (рис. 2) у всей серии одинаковы.

Многokrystalльные модули

Силовые ключи серии 3009KP основаны на многokrystalльных модулях (МКМ) собственной разработки и производства. Каждый модуль состоит из двух кристаллов — кристалла управления с гальванической развязкой и кристалла силового ДМОП-транзистора.

Кристалл управления

Кристалл управления является универсальным для каждого типа силовых транзисторов с емкостью затвора до 6000 пФ. Он производится по технологии «кремний на сапфире», что обеспечивает хорошую изоляцию гальванической развязки между первичной и вторичной стороной схемы управления в диапазоне температур -60...+125 °С.

Структурная схема силовых ключей 3009KP приведена на рис. 3, рекомендованная схема включения — на рис. 4. Первичная сторона — входная схема с кольцевым генератором — запускается при подаче входного управляющего сигнала. Импульсы с кольцевого генератора поступают на первичную обмотку трансформатора в первом слое металлизации кристалла. Вторичная обмотка трансформатора выполнена в виде спирали во втором слое металлизации кристалла. Слои металлизации разделены слоем диоксида кремния толщиной 1,5 мкм, который обеспечивает индуктивную связь между обмотками трансформатора, а также надежную изоляцию в диапазоне коммутируемых напряжений 20–400 В.

Входная схема имеет дополнительный блок управления кольцевым генератором, который при напряжении выше 3,3–3,8 В переводит генератор в низкочастотный режим для

Таблица 2. Функциональное назначение выводов

Вывод	Обозначение	Назначение
1	D	Сток
2	S	Исток
3	CNTR1	Вход управления 1 гальванической развязки (плюс)
4	CNTR2	Вход управления 2 гальванической развязки (минус)

Таблица 1. Серия силовых ключей 3009KP

Обозначение	Напряжение коммутации $U_{ком}$, В	Ток коммутации $I_{ком}$, А	Выходное сопротивление в открытом состоянии $R_{отк}$, Ом	Корпус
3001KP011	30	2	0,1	КТ-110-1
3009KP01	20	40	0,008	
3009KP02	60	25	0,015	КТ-95С-1
3009KP03	100	12	0,05	
3009KP04	150	10	0,06	
3009KP05	200	8	0,08	
3009KP06	250	6	0,14	
3009KP07	400	4	0,4	
3009KP08	20	10	0,05	КТ-95В-1
3009KP09	60	6	0,07	
3009KP010	100	4	0,2	
3009KP011	150	3	0,35	
3009KP012	200	2	0,45	
3009KP013	250	1	0,9	
3009KP014	400	0,3	1,4	

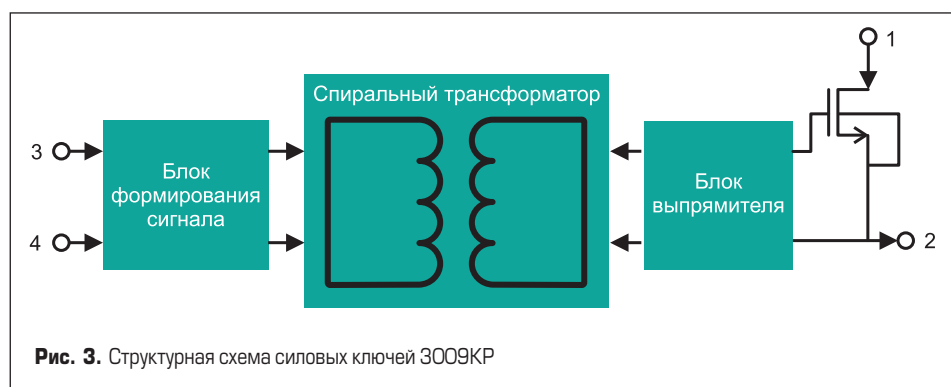


Рис. 3. Структурная схема силовых ключей 3009KP

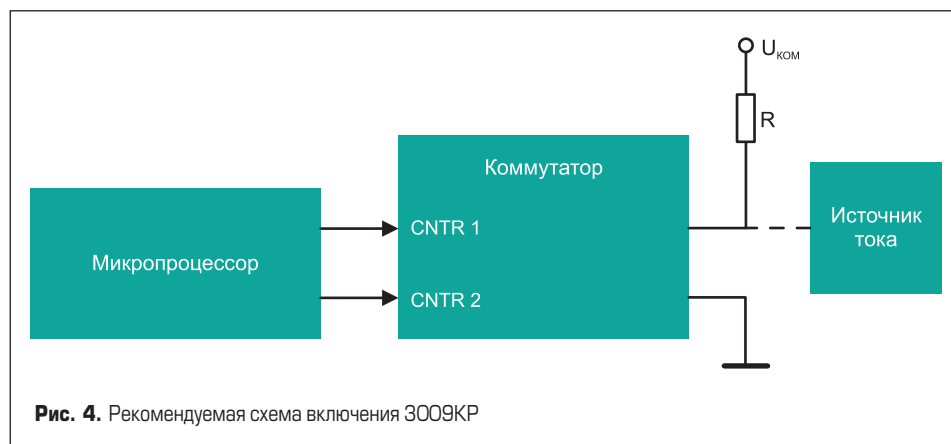


Рис. 4. Рекомендуемая схема включения 3009KP

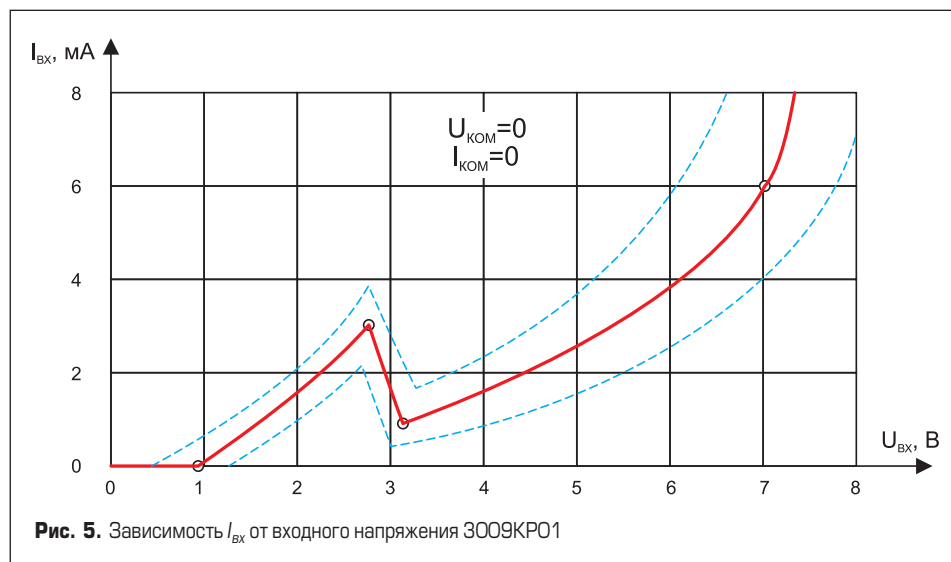


Рис. 5. Зависимость $I_{вх}$ от входного напряжения 3009KP01

уменьшения тока потребления, что показано на рис. 5.

Высокочастотный сигнал 10–20 МГц амплитудой 1,0–2,0 В, индуцированный на вторичной обмотке, поступает на вход диодно-емкостного умножителя, где выпрямляется и усиливается до 5–7 В для надежного открывания ДМОП-транзистора. На выходе диодно-емкостного умножителя стоит схема выключения, обнуляющая затвор ДМОП-транзистора при выключении входного сигнала.

Силовой ДМОП-транзистор

Силовой ДМОП-транзистор, примененный в схеме, предназначен для силовой нагрузки и установлен в цепи блока выпрямителя. Он характеризуется повышенным коммутируемым напряжением цепи сток-исток, позволяет управлять силовыми ключами с высокой скоростью переключения и возможностью включения в цепь коммутации с рабочими напряжениями вплоть до 400 В. Транзистор сохраняет рабочие характеристики в широком диапазоне рабочих температур –60...+125 °С.

Результаты испытаний

Серия силовых ключей 3009КР прошла весь цикл испытаний, типичные зависимости приведены на рис. 6–8.

Закключение

Серия силовых ключей 3009КР по своим характеристикам ничем не уступает аналогичным импортным образцам, которые выпускаются ведущими мировыми производителями, такими как Teledyne Relays (M33-2N), International Rectifier (RDHA701CD10A2NX, RDHA701CD10A2NP, RDHA701FP10A8QK, RDHA720SF06A1N, RDHA710SE10A2QK, RDHA710SE10A2SK). Кроме того, серия 3009КР соответствует требованиям военной приемки и изделий для применения в условиях космоса. Поскольку импортные аналоги невозможно приобрести в условиях санкционных ограничений, силовые ключи 3009КР производства «Ангстрем» являются единственным надежным решением на российском рынке.

Имея высокую радиационную стойкость и низкое тепловыделение, силовые ключи 3009КР могут использоваться в широком спектре устройств, применяемых в промышленности и экстремальных условиях космоса и Арктики:

- инверторах;
- частотно-регулируемых приводах;
- импульсных регуляторах тока;
- системах управления электроприводами;
- источниках бесперебойного питания;
- инверторных кондиционерах;
- насосах;
- системах электропитания серверного и телекоммуникационного оборудования.

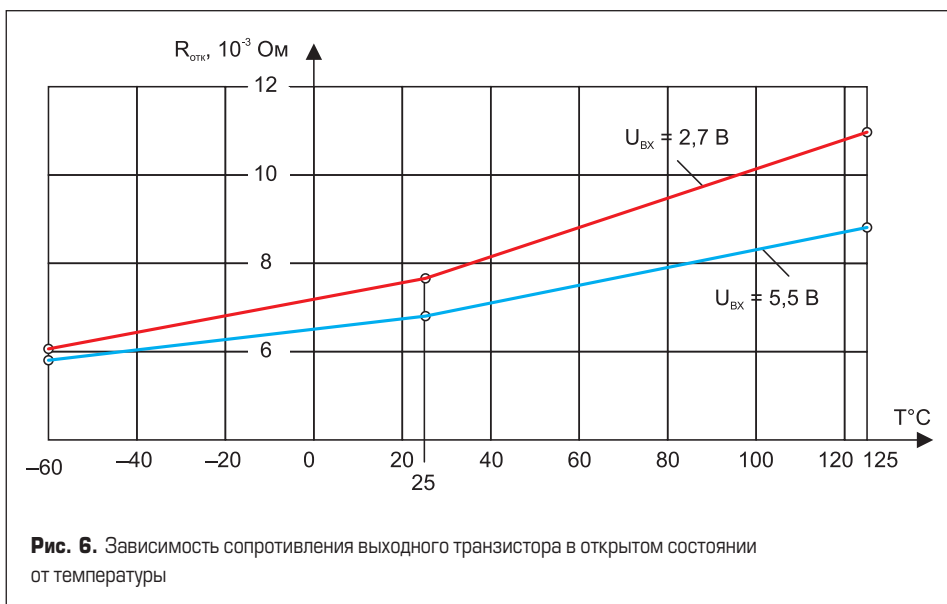


Рис. 6. Зависимость сопротивления выходного транзистора в открытом состоянии от температуры

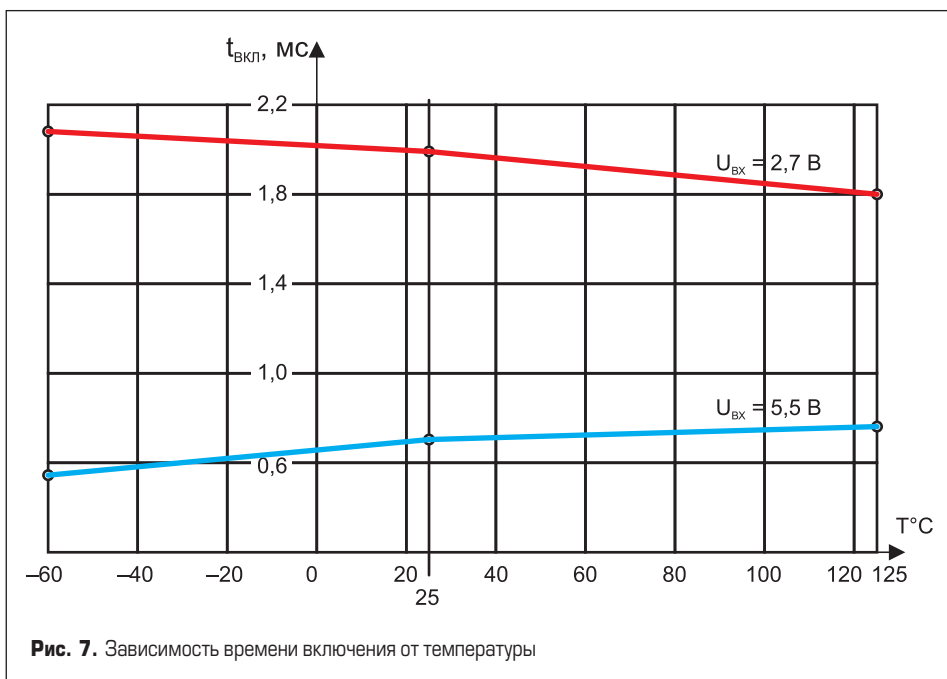


Рис. 7. Зависимость времени включения от температуры

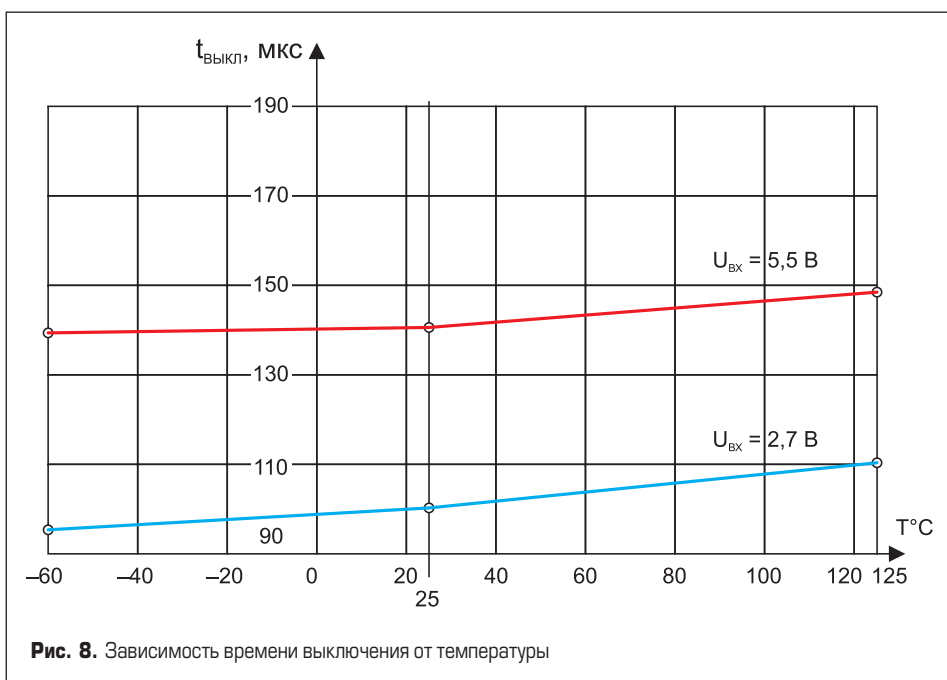


Рис. 8. Зависимость времени выключения от температуры