

## СРАВНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ ТИРИСТОРОВ В РЕЖИМЕ УДАРНО-ИОНИЗАЦИОННОГО ЗАПУСКА

Патраков В.Е.<sup>1\*</sup>, Гусев А.И.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт Электрофизики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [vitpatrakov@gmail.com](mailto:vitpatrakov@gmail.com)

## COMPARISON OF COMMERCIAL AND INTEGRATED THYRISTORS TRIGGERED IN IMPACT-IONIZATION WAVE MODE

Patrakov V.E.<sup>1\*</sup>, Gusev A.I.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Institute of Electrophysics UB RAS, Yekaterinburg, Russia

This work provides a comparison between conventional and integrated thyristors triggered in impact-ionization wave mode. Switching time and current rise rate were of interest. The possibility of the impact-ionization triggering was shown for the integrated thyristors 5STH 20H4501. The following parameters were obtained for two series connected thyristors at initial voltage of 10 kV: switching time less than 0.5 ns, current rise rate 115 kA/ $\mu$ s, and current amplitude 43 kA.

В настоящее время перспективным направлением в развитии импульсной техники является разработка быстрых полупроводниковых переключателей высокой мощности. В работах [1,2] демонстрируются динисторы с быстрой ионизацией (д.б.и.) – полупроводниковые приборы, разработанные в ФТИ им. Иоффе, способные переключать импульсные токи со скоростями нарастания до 200 кА/мкс за счёт возбуждения в структуре ударно-ионизационной волны. В то же время в [3] было показано, что при воздействии на обычный тиристор импульса перенапряжения со скоростью нарастания  $dU/dt$  более 1 кВ/нс также возможно осуществить его запуск в режиме ударно-ионизационной волны. В таком случае время коммутации тиристора будет составлять сотни пикосекунд, а скорость нарастания тока в нагрузке может достигать значений более 100 кА/мкс. Также на сегодняшний день выпускаются интегральные тиристоры, которые за счет особенностей структуры обеспечивают скорость нарастания тока в нагрузке до 18 кА/мкс при традиционном запуске через управляющий электрод. Практический интерес представляет запуск интегральных тиристоров в ударно-ионизационном режиме для выявления возможных преимуществ или недостатков по сравнению с обычными тиристорами. В данной работе была исследована возможность работы интегральных тиристоров в режиме ударно-ионизационного запуска, полученные характеристики были проанализированы в сравнении с характеристиками обычных тиристоров в таком режиме.

В качестве интегральных тиристоров использовались тиристоры 5STH 20H4501 производства ABB Group. Заявленная производителем

предельная скорость нарастания тока для них составляет 18 кА/мкс. В наших экспериментах к двум тиристорам, соединённым последовательно, прикладывался импульс перенапряжения, скорость нарастания которого варьировалась в пределах от 1,5 до 7,0 кВ/нс. При этом время перехода тиристоров в проводящее состояние составляло сотни пикосекунд (рис. 1). Далее через тиристоры проходил импульс тока от накопительной батареи конденсаторов, заряженных до напряжения 10 кВ, в нагрузку. При этом были получены следующие максимальные параметры импульса тока: амплитуда 43 кА, скорость нарастания 115 кА/мкс. При этом наблюдалась высокая стабильность параметров импульса.

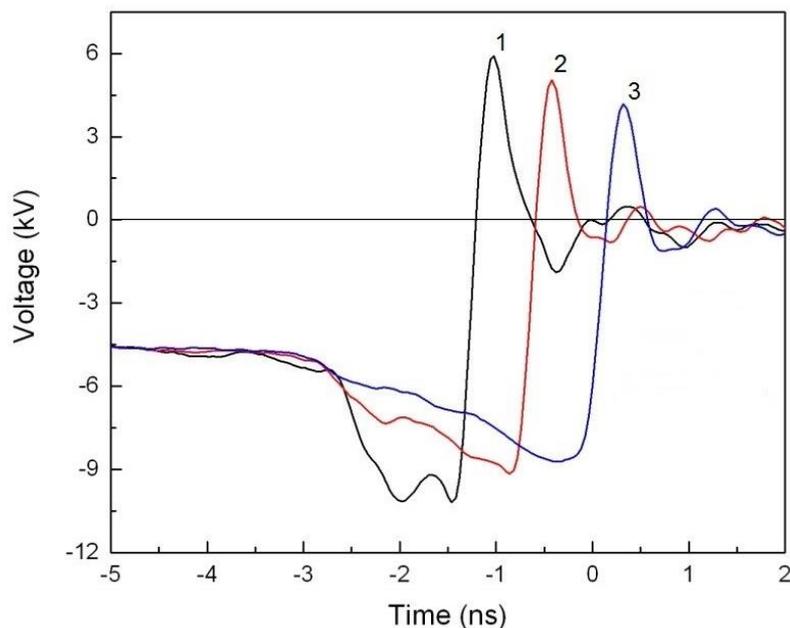


Рис. 1. Осциллограммы импульсов напряжения в процессе переключения интегрального тиристора при разных значениях  $dU/dt$  запускающего импульса: 1 – 7 кВ/нс, 2 – 4,4 кВ/нс, 3 – 1,5 кВ/нс.

Показано, что интегральные тиристоры способны работать в режиме ударно-ионизационного запуска, при этом параметры коммутации сравнимы как с параметрами обычных тиристоров в данном режиме, так и с параметрами д.б.и.

1. I.V. Grekhov, S.V. Korotkov, and P.B. Rodin, IEEE Trans. Plasma Sci., 36, 378 (2008).
2. Ю.В. Аристов, В.Б. Воронков, И.В. Грехов, Д.А. Коротков, С.В. Коротков, П.Е. Матлашов, Приборы и техника эксперимента, 2, 57 (2017)
3. A.I. Gusev, S.K. Lyubutin, S.N. Rukin, and S.N. Tsyranov, IEEE Trans. Plasma Sci., 44, 1888 (2016).