

## Применение и выбор полевых транзисторов в схемах преобразователей электрической энергии

Улащик Н.М.

Белорусский национальный технический университет

С появлением в 70-х годах полевого MOSFET-транзистора, ситуация в силовой электронике изменилась. Его характеристики отличаются от характеристик биполярных транзисторов: MOSFET управляется не током, а напряжением; он меньше реагирует на изменения температуры; имеет низкое сопротивление канала (до 0,003 Ом), широкий диапазон токов (от 0,5 до 100 А), высокую частоту переключения (до 500 кГц) и рабочее напряжение до 1000 В.

MOSFET легко управляется, что свойственно транзисторам с изолированным затвором и имеет встроенный диод утечки для ограничения случайных бросков тока. Врожденные недостатки, присущие MOSFET, это, в первую очередь, большое сопротивление открытого канала высоковольтных полевых транзисторов. Типичные применения MOSFET - импульсные источники питания с рабочими частотами выше 200 кГц и устройства заряда аккумуляторов. Механизмы потерь в IGBT и MOSFET различны. В MOSFET-транзисторах они состоят преимущественно, из потерь на проводимость и незначительных потерь на переключение. В IGBT потери на проводимость намного ниже, чем в MOSFET, но на высоких частотах становятся значительными потери на переключение. При повышении температуры потери проводимости в MOSFET растут быстрее, чем в IGBT. Потери в MOSFET при высоких температурах увеличиваются на 60%, а общие потери IGBT - всего на 20%. При мощности в 300 Вт потери почти равны, а при 500 Вт и более эффективными оказываются IGBT. MOSFET-транзисторы применяют при работе с невысокими напряжениями (обычно до 800В) и выходной мощностью до 2...3кВт.

Практика выбора MOSFET-транзисторов следующая: мощность статических потерь транзистора MOSFET:  $P_D = I_d^2 \cdot R_{DS(on)} \cdot D$ , где  $I_d$  - среднее значение тока стока за период проводимости;  $R_{DS(on)}$  - сопротивление канала;  $D$  - скважность. Мощность динамических потерь транзистора MOSFET с учетом тока обратного восстановления оппозитного диода в режиме «тяжелого» переключения:  $P_{SW} = U_s (I_1 \cdot t_a + 0,5Q_{rr}) \cdot F$ , где  $U_s$  - напряжение питания;  $F$  - частота;  $I_1$  - ток нагрузки;  $Q_{rr}$  - заряд обратного восстановления антипараллельного диода;  $t_a$  - составляющая времени обратного восстановления  $t_{tr}$ , пока напряжение на диоде остается близким к нулю (примерно равно времени включения).