

# Ресурсные возможности одноэлементных гетеролазеров ( $\lambda \approx 0.985$ мкм) с мощностью излучения 1 Вт

А.А.Кочетков, В.П.Коняев

*Проведены ресурсные исследования одноэлементных гетеролазеров при температуре 50 °С ( $P = 1$  Вт,  $\lambda = 0.98 - 0.99$  мкм). Предельный ресурс гетеролазеров для данного режима работы составил 60 000 ч при среднем токе накачки 1.5 А.*

**Ключевые слова:** надежность гетеролазеров, ресурс, одноэлементные гетеролазеры.

Ресурсные исследования гетеролазеров с повышенной мощностью излучения в реальных условиях генерирования, направленные на выявление особенностей протекания деградационных процессов, представляют несомненный интерес для различных отраслей применения. Кроме того, немаловажным аспектом в области надежности гетеролазеров является получение расчетных выражений, позволяющих определить изменение основных параметров при постепенной (медленной) деградации, а также прогнозировать наступление внезапных отказов при катастрофической (быстрой) деградации. Следует отметить, что использование статистических методов анализа деградации [1] позволяет достаточно достоверно получать требуемые численные оценки ресурсных показателей инжекционных гетеролазеров.

Ресурсные исследования проводились на 10 одноэлементных гетеролазерах мощностью 1 Вт ( $\lambda = 0.98 - 0.99$  мкм, средний ток накачки 1.5 А) в течение 1500 ч при температуре  $T = 50$  °С, которая является максимальной рабочей температурой в большинстве применений инжекционных гетеролазеров.

Результаты ресурсных испытаний свидетельствуют о том, что по характеру деградации исследуемые образцы можно разделить на две группы. К первой группе следует отнести шесть гетеролазеров, у которых в течение 1500 ч наработки при 50 °С не наблюдалось ни одного внезапного отказа. Для образцов этой группы характерным было постепенное (близкое к линейному) уменьшение мощности излучения в зависимости от времени испытаний. При этом средняя скорость деградации  $v = t^{-1} \Delta P P_0^{-1}$  ( $t$  – время испытаний,  $\Delta P$  – уменьшение мощности излучения,  $P_0$  – начальная мощность излучения) находилась в следующих пределах:  $5.1 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1} \leq v \leq 1.1 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ .

Для другой группы, состоящей из четырех гетеролазеров, характерным было протекание деградации в два этапа (рис.1). Первый этап – постепенная деградация со скоростью  $1.1 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1} \leq v \leq 2.55 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ , второй этап – появление четырех внезапных отказов: при  $t = 400$  ч

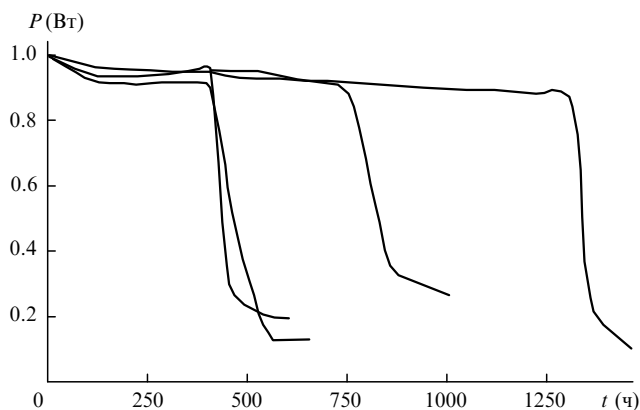


Рис.1. Зависимость мощности излучения гетеролазеров от времени испытаний при  $T = 50$  °С.

(два отказа), 750 и 1300 ч. Распределение внезапных отказов достаточно точно соответствовало логарифмическому нормальному закону, свойства которого были использованы при расчете времени наступления отказов шести гетеролазеров из первой группы (рис.2): 1998, 2981, 4447, 8103, 18033, 59874 ч.

При этом особенности деградации всех 10 гетеролазеров в первое время ресурсной работы позволяют установить, что критерием отбраковки образцов с ранни-

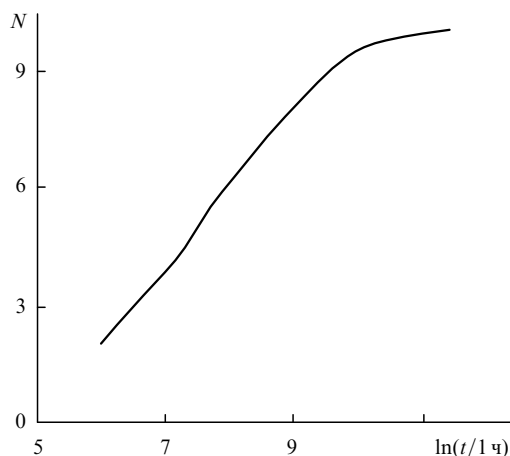


Рис.2. Распределение по времени числа внезапных отказов  $N$  гетеролазеров при среднеквадратическом отклонении, равном 1.8.

ми отказами является снижение мощности лазерного излучения более 4% в течение 200 ч при 50 °С. После проведения данной процедуры при  $T = 50^\circ$  наличия отказов до 1800 ч не предполагается.

Таким образом, на основе анализа проведенных экспериментальных ресурсных исследований можно сделать вывод о том, что деградация данных гетеролазеров включает в себя как постепенное уменьшение мощности

излучения, так и наличие внезапных отказов, которые соответствуют логарифмически нормальному закону распределения. При этом при 50 °С предельная наработка гетеролазеров с мощностью излучения 1 Вт составляет около 60 000 ч.

1. Елисеев П.Г., Кочетков А.А. *Квантовая электроника*, **10**, 2118 (1983).