

Измерения характеристик излучения мощных лазерных диодов для анализа их деградиационных свойств

В. В. Близнюк^{1,*}, Н. В. Березовская¹, М. А. Брит¹, О. И. Коваль^{1,†}, В. А. Паршин¹, А. Г. Ржанов^{2‡}

¹Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
Институт радиотехники и электроники имени В. А. Котельникова, кафедра физики имени В. А. Фабриканта
Россия, 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 17

²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
физический факультет
Россия, 199911, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

Измерены диаграммы направленности и степени поляризации излучения мощных лазерных диодов в надпороговом режиме генерации. Исследованы временные зависимости мощности и степени поляризации излучения. Рассматривается возможность прогнозирования срока службы ЛД на основе InGaAs/GaAs-гетероструктуры с непрерывной мощностью до 2 Вт путем предварительных измерений пространственно-энергетических и поляризационных характеристик их излучения.

PACS: 42.55.Px УДК: 621.373.

Ключевые слова: инжекционный лазер, дальнее поле, диаграмма направленности, деградация.

Первые сведения о создании лазерных диодов (ЛД) с мощностью непрерывной генерации свыше 1 Вт появились в конце 80-х годов прошлого века. С тех пор изучению таких лазеров уделяется самое пристальное внимание.

К настоящему времени как за рубежом, так и в России, разработаны ЛД, в которых с одного кристалла снимается до 20 Вт излучательной мощности в режиме непрерывной генерации [1–4]. При этом гетероструктуры ЛД работают в экстремальных условиях, когда их перегревы достигают 70 °С. Именно поэтому на первый план выходит проблема увеличения срока службы мощных ЛД и тесно связанная с ней проблема его прогнозирования.

Принято определять срок службы ЛД как время, за которое мощность излучения уменьшается в два раза. Лабораторные исследования показывают, что срок службы ЛД мощностью 1–2 Вт не превышает 3000 часов. Однако четкие критерии прогнозирования срока службы мощных ЛД до настоящего времени не разработаны.

В данной работе рассматривается возможность прогнозирования срока службы ЛД на основе InGaAs/GaAs-гетероструктуры с непрерывной мощностью до 2 Вт путем измерений пространственно-энергетических и поляризационных характеристик их излучения в надпороговом режиме генерации.

Как показал подробный анализ результатов проведенных нами исследований, в этом случае реализуется одномодовый режим генерации. Методики измерения параметров остронаправленного одномодового излучения ЛД хорошо разработаны и стандартизованы.

Существенно хуже обстояло дело при диагностике

параметров сильно расходящегося излучения ЛД.

В связи с чем, нами были разработаны и опробованы в ходе натурных исследований работы мощных ЛД методики диагностики сильно расходящегося излучения [5]. При этом особое внимание было уделено измерениям диаграммы направленности одномодового излучения ЛД и поляризационных характеристик, в частности, стандартизованного параметра — контраста излучения [6].

Исследованы три ЛД из одной партии с пороговыми токами от 248 до 251 мА и шириной полоска 100 мкм. Надпороговый режим генерации реализовывался при токах накачки от 260 до 280 мА. При этом мощность генерации не превышала 50 мВт. В режим максимальной мощности лазеры не вводились.

Диаграмма направленности излучения измерялась классическим методом, изложенным в [1]. Анализ диаграммы направленности с целью определения одномодового режима генерации проводился по методу, изложенному в статье, помещенной в настоящем сборнике [7]. Контраст мощности излучения — по методу, изложенному в [6].

В промежутках времени между исследованиями параметров излучения в надпороговом режиме генерации ЛД переводились в рабочий режим генерации при токах накачки 1500 мА. При этом мощность излучения ЛД достигала 1.25 Вт.

Контраст мощности излучения K в начальный период эксплуатации был больше 0.9, что позволяло считать излучение линейно поляризованным, а степень поляризации излучения численно равной контрасту [6]. По мере наработки происходило уменьшение и мощности излучения, и степени его поляризации (рис. 1). Однако, во времени эти процессы протекали по-разному. Быстрее начинало проявляться уменьшение степени поляризации. В завершающей стадии наблюдений достаточно быстро начинала убывать и мощность излучения. Все это позволяет усомниться в правильности выбора в качестве критерия определения срока служ-

*E-mail: 4059541@mail.ru

†E-mail: olgaivanovakoval@yandex.ru

‡E-mail: rjanov@mail.ru

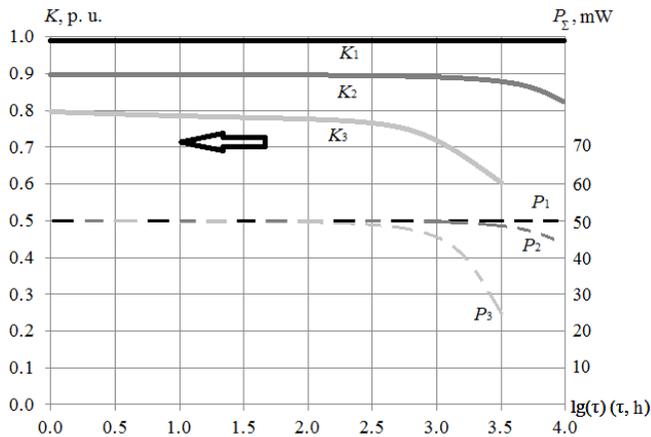


Рис. 1: Зависимости мощности излучения P и степени поляризации K от времени (часы в логарифмическом масштабе). Цифрами помечены номера образцов

бы ЛД времени, за которое происходит уменьшение мощности излучения в два раза.

Эксперименты показали, что рассмотренные временные зависимости мощности и степени поляризации излучения характерны для всех исследованных ЛД. Однако срок службы ЛД оказался разным. Время наработки, через которое начинало проявляться уменьшение степени поляризации излучения, было тем меньше, чем меньше было ее значение на начальном этапе эксплуатации ЛД. Что касается временной зависимости мощности излучения, то она также начинала уменьшаться тем раньше, чем меньше было значение степени поляризации излучения на начальной стадии эксплуатации ЛД.

Все это позволяет заключить, что о скорости деградации ЛД можно судить, прежде всего, по начальному значению степени поляризации излучения ЛД.

- [1] Богатов А. П. и др. Квантовая электроника. **30**, № 5. С. 401. (2000).
 [2] Слипченко С. О. и др. ФТП. **43**, вып. 12. С. 1646. (2009).
 [3] Слипченко С. О. и др. ФТП. **38**, вып. 12. С. 1395. (2004).
 [4] Livshits D. A. et al. Electron Lett. **36**. P. 1848. (2000).
 [5] Bliznyuk V. V. et al. Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics. 2015. **79**, N 12. P. 1453. (2015).

- [6] ГОСТ Р ИСО 12005-2013. Лазеры и лазерные установки (системы). Методы измерений параметров лазерных пучков. Поляризация.
 [7] Близнюк В. В. и др. Метод анализа диаграммы направленности излучения лазерного диода на фундаментальной моде. УЗМУ. В печати.

High-power laser diodes radiation characteristics measurements for degradation analysis

V. V. Bliznyuk^{1,a}, N. V. Berezovskaya¹, M. A. Brit¹, O. I. Koval^{1,b}, V. A. Parshin¹, A. G. Rzhanov^{2,c}

¹Department of Physics, Institute of Radio Engineering and Electronics, National Research University «MPEI»
 Krasnokazarmennaya st., 17, Moscow 111250, Russia

²Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University
 Leninskie Gory 1, b.2, Moscow 119991, Russia

E-mail: ^a40595141@mail.ru, ^bolgaivanovna_koval@yandex.ru, ^crjanov@mail.ru

The radiation pattern and the degree of light polarization for high-power laser diodes in up-threshold mode have been measured. Time dependence of the radiations power and a degree of polarization have been investigated. The possibility of 2 W CW laser diode based on InGaAs/GaAs-heterostructures lifetime predicting by preliminary measurements of space-energy and polarization characteristics of radiation discusses.

PACS: 42.55.Px.

Keywords: injection laser, far field pattern, degradation.

Сведения об авторах

1. Близнюк Владимир Васильевич — канд. техн. наук, доцент; тел. (495) 362-77-55, e-mail: 40595141@mail.ru.
2. Бerezovskaya Наталья Витальевна — аспирант; e-mail: natalia.berezovskaya@inbox.ru.
3. Брит Мария Анатольевна — студент; тел. (495) 362-77-55, e-mail: lanabrit@rambler.ru.
4. Коваль Ольга Ивановна — канд. физ.-мат. наук, доцент; тел. (495) 362-77-55, e-mail: olgaivanovna_koval@yandex.ru.
5. Паршин Василий Алексеевич — студент; тел. (495) 362-77-55, e-mail: parshinvasa@gmail.com.
6. Ржанов Алексей Георгиевич — канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель; тел. (495) 939-46-97, e-mail: rjanov@mail.ru.