

ІННОВАЦІЙНІ СКЛОКРИСТАЛІЧНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПАСИВНИХ ВИСОКОМІЦНИХ ЗАТВОРІВ ЛАЗЕРІВ З МОДУЛЬОВАНОЮ ДОБРОТНІСТЮ

Тур О. Г., Саввова О. В., Воронов Г. К., Фесенко О. І., Гур'єв М. А.

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова,
Харків, Україна
olegtur32@gmail.com

Військові лазерні далекоміри використовуються піхотою, спецназом, авіацією та транспортними засобами для розвідки та пошуку цілей, а також для покращення обізнаності про ситуацію. Їх застосування дозволяє обчислити дальність та кут для військових кораблів, літаків, танків та інших наземних підрозділів. На сьогодні важливою практичною задачею є створення вітчизняних твердотільних лазерів для лазерних далекомірів військового призначення для вирішення нагальних задач в умовах ведення бойових дій.

Для твердотільних лазерів, що випромінюють імпульси в одиниці чи десятки наносекунд, використовується режим модуляції добротності лазерного резонатора, який досягається з використанням активних або пасивних затворів. Застосування поглиначів (пасивних затворів), що насичуються, має кілька переваг у порівнянні з використанням активних модуляторів: вони прості у виготовленні та експлуатації, дешеві та довговічні. За останні роки в якості таких поглиначів, для модуляції добротності твердотільних лазерів, що працюють у спектральній області близько 1,5 мкм, були запропоновані різні кристалічні матеріали. Серед них особливу увагу викликають кристали, активовані тетраедрично координованими іонами двовалентного кобальту, зокрема кристали алюмомагнієвої шпінелі та літєвогалієвої шпінелі. У цих кристалах іони кобальту мають смугу поглинання в області 1,3–1,6 мкм, переріз поглинання в якій суттєво вищий, ніж переріз стимульованого випромінювання іонів ербію в активних елементах на основі стекел, активованих іонами ербію. Перспективність застосування склокристалічних матеріалів як пасивних модуляторів добротності пояснюється поєднанням властивостей монокристалів за рахунок кристалізації відповідної кристалічної фази з перевагами виробництва за скляною технологією та можливістю проектування складів з регульованими властивостями в межах однієї системи.

Відомі склади прозорих склокерамік з однією кристалічною фазою нормальної шпінелі та домішками іонів у концентрації від 0,02 до 0,2 мас.%, але їх температурний коефіцієнт розширення становить (50–70) $10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Це унеможливило їх використання для виготовлення пасивних модуляторів добротності сильних лазерів, оскільки вони не мають високої термостійкості. Створення матеріалу для пасивних лазерних затворів в області довжин хвиль 1,2–1,6 мкм, що характеризується не лише низькою інтенсивністю насичення поглинання, а й низьким коефіцієнтом теплового розширення дозволить задовільнити потребу у надійних вітчизняних матеріалах для лазерної техніки.

Для вирішення цього завдання було розроблено новий матеріал для пасивних лазерних затворів – прозору склокераміку літєвоалюмосилікатної системи, яка містить кристалічні фази нормальної шпінелі з домішкою іонів Co^{2+} тетраедричної координації в концентрації від 0,02 до 0,2 мас. % та β -кварцового твердого розчину. Кристалічна фаза кобальтовмісної нормальної шпінелі забезпечує поглинання, що насичується, в діапазоні довжин хвиль 1,2–1,6 мкм, а літєвоалюмосилікатна кристалічна фаза зі структурою β -кварцу – близький до нуля коефіцієнт термічного розширення матеріалу.

Основними перевагами запропонованої склокераміки є поєднання малого термічного коефіцієнта розширення та низької інтенсивності насичення поглинання, що дозволяє використовувати її для виготовлення пасивних високоміцних затворів лазерів із модульованою добротністю.