

ОТЗЫВ

Научного консультанта академика РАН Багаева Сергея Николаевича

на диссертацию Ватника Сергея Марковича

«Высокоэффективные лазерные излучатели на основе кристаллов двойных калий-редкоземельных вольфрамов, активированных ионами тулия и гольмия»,

представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.19 - Лазерная физика.

Диссертационная работа Ватника Сергея Марковича посвящена комплексному исследованию термооптических, спектроскопических и генерационных характеристик семейства кристаллов двойных калий-редкоземельных вольфрамов, активированных трехвалентными ионами тулия и гольмия. Актуальность данной темы определяется широким кругом фундаментальных задач и практических приложений, тесно связанных с разработкой высокоэффективных лазерных излучателей двухмикронного спектрального диапазона. Уникальной особенностью исследованных в диссертационной работе лазерных материалов являются аномально высокие сечения переходов как в спектральной области накачки, так и в области генерации. В частности, большая оптическая плотность кристаллов в области 800...810 нм позволяет отказаться от сложных многопроходных схем для накачки активного элемента с помощью полупроводниковых гетероструктур (излучающих диодов, линеек, матричныхборок), что существенно снижает массо-габаритные параметры излучателей и повышает их надежность.

В диссертации представлено несколько ключевых направлений исследований, тесно связанных между собой. Во-первых, значительный научный и практический интерес представляет изучение основных каналов переноса энергии в системе взаимодействующих ионов тулия и гольмия, что в конечном итоге позволяет оптимизировать концентрации ионов-активаторов в лазерных кристаллах. Во-вторых, особое внимание было уделено комплексным исследованиям спектрально-генерационных характеристик, спектральным зависимостям сечений переходов и коэффициентов ненасыщенного усиления, порогам и эффективности лазерной генерации в различных режимах, включая пассивную модуляцию добротности с помощью насыщающихся поглотителей на основе кристаллов $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$. В-третьих, достаточно подробно были исследованы спектральные зависимости термооптических коэффициентов кристаллов двойных калий-редкоземельных вольфраматов, что позволило, в частности, определить группу так называемых «атермальных» направлений, т.е. такие кристаллические срезы, в которых термооптические искажения минимальны. Последнее имеет особое значение для разработки сверхстабильных лазерных систем, где параметры пучка (пространственная структура, расходимость и т.п.) практически не зависят от величины выходной мощности генерации. Помимо фундаментальных аспектов исследований, значительное внимание было уделено изучению и оптимизации спектрально-генерационных характеристик активных элементов различных конфигураций, включая пластины, диски, слэбы и стержни, а также разработке на их основе ряда лабораторных макетов высокоэффективных излучателей двухмикронного диапазона.

В ходе выполнения диссертационной работы в ИЛФ СО РАН Ватником С.М. был получен ряд приоритетных научных результатов мирового уровня. К их числу относятся комплексные исследования условий формирования и характеристик фотонной лавины в активированных тулием кристаллах, получение сверхширокого спектра непрерывной генерации активных элементов с тонким напряженным слоем, реализация пассивной модуляции добротности тулиевых и гольмиевых лазеров с уникально короткими длительностями световых импульсов, а также достижение рекордно больших эффективностей и выходной мощности генерации активных элементов на основе слэбов, дисков, эпитаксиальных и композитных структур. Следует отметить также представленную в диссертации оригинальную методику определения термооптических коэффициентов анизотропных оптических материалов, позволившую в тесном сотрудничестве с научными коллективами Республики Беларусь провести большой объем исследований двойных калий-редкоземельных вольфраматов с различными активаторами, в том числе неодимом, иттербием, тулием и гольмием.

Определенный интерес представляет термодинамическая модель взаимодействия ионов тулия и гольмия в приближении локального равновесия, на основе которой получены равновесные распределения заселенностей метастабильных состояний. Приведены экспериментальные данные по интенсивности люминесценции, кинетике энергообмена и лазерной генерации, подтверждающие полученные расчетные соотношения. На их основе предложены рекомендации по оптимизации концентраций тулия и гольмия в со-допированных лазерных кристаллах в целях повышения эффективности и увеличения мощности генерации.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в формировании опережающего научно-технического задела, который является ключевым компонентом для разработки высокоэффективных лазерных излучателей и оптических усилителей двухмикронного диапазона с уникальными параметрами мирового уровня. Совокупность научно-практических результатов диссертационной работы представляет значительный интерес для создания специализированных лазерных источников с минимально возможными массо-габаритными параметрами.

В целом, диссертационная работа Ватника С.М. выполнена на высоком научном уровне и является законченным научным исследованием. Работа содержит новые результаты, имеющие большую научную и практическую ценность. Диссертация соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а Ватник С.М. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.19 - Лазерная физика.

Научный консультант,

Академик РАН,

Научный руководитель ИЛФ СО РАН

 Багаев С.Н.

Подпись академика РАН Багаева С.Н. заверяю:

Ученый секретарь ИЛФ СО РАН

кандидат физико-математических наук



 Покасов П.В.

“ 12 ” июля 2023 г.