

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Самарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им П.Н. Лебедева Российской академии наук (СФ



В.С. Казакевич

2017 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Самарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (СФ ФИАН)

Диссертация Малышева Михаила Сергеевича «Методы получения и исследования активных сред кислородно-йодных лазеров» по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, выполнена на кафедре физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва» (Самарский университет) и в Самарском филиале ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (СФ ФИАН).

Соискатель, Малышев Михаил Сергеевич, 1990 года рождения, в 2013 году окончил с отличием очную магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» по направлению «Прикладные математика и физика». В период подготовки диссертации с 2013 по 2017 год обучался в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» (Самарский университет). В настоящее время работает в ООО «Неткрэкер» в должности старшего инженера-программиста.

Справка о сроках обучения в аспирантуре и сдаче кандидатских экзаменов по английскому языку, истории и философии науки и специальной дисциплине №26 выдана 22.06.2017 г. Самарским университетом.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Загидуллин Марсель Вакифович работает в должности главного научного сотрудника Самарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, и, по совместительству, в должности профессора кафедры физики Самарского университета. Тема диссертационной работы и научный руководитель утверждены на заседании научно-технического совета Самарского государственного аэрокосмического университета, протокол №12 от 22.10.2013 г.

По результатам рассмотрения диссертации Малышева М.С. на тему «Методы получения и исследования активных сред кислородно-йодных лазеров» по специальности

01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики», на заседании Ученого Совета СФ ФИАН (протокол №8/17 от 13 сентября 2017 года) принято следующее заключение.

1. Оценка выполненной соискателем работы

Диссертационная работа является *завершенной*.

Тема диссертационной работы признана *актуальной*. Это обусловлено тем, что в последнее время большое внимание к себе привлекают исследования в области газовых лазеров с оптической накачкой, таких как лазеры на парах щелочных металлов и лазеры на благородных газах. Как следствие, тема разработки кислородно-йодных лазеров с оптической накачкой также приобретает актуальность, вследствие недостатков классических методов накачки кислородно-йодной среды. Однако присутствуют на данный момент неразрешенные задачи, относящиеся к кинетике активной среды кислородно-йодного лазера. Одной из таких задач является процесс диссоциации молекулярного йода в присутствии синглетного кислорода. Решение данной задачи требует создания экспериментальной установки для измерения констант скорости реакций, составляющих процесс диссоциации молекулярного йода.

В диссертационной работе решались следующие задачи:

1. Создание экспериментальной установки для измерения концентраций электронно-возбуждённых атомов, молекул и исследования кинетики их взаимодействия в кислородно-йодном потоке.
2. Разработка метода для исследования генерации молекул $O_2(b)$ в процессах « $O_2(a) + O_2(a) \rightarrow O_2(b) + O_2(X)$ », « $O_2(a) + I^* \rightarrow O_2(b) + I$ » и измерение их констант скорости.
3. Разработка метода диагностики потерь синглетного кислорода в процессах « $O_2(a) + O_2(a) \rightarrow$ продукты», « $O_2(a) + I^* \rightarrow$ продукты» и измерение их констант скорости.
4. Экспериментальное определение иницирующей и цепной стадии диссоциации молекулярного йода в присутствии синглетного кислорода. Определение доминирующих процессов на иницирующей и цепной стадии диссоциации йода.
5. Разработка метода получения активной среды кислородно-йодного лазера путём оптической накачки перехода ${}^2P_{1/2} - {}^2P_{3/2}$ атома йода.

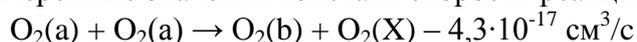
2. Достоверность представленных в диссертации полученных научных результатов подтверждается, с одной стороны, использованием апробированных методик измерения концентраций возбуждённых частиц при помощи спектрометра, калиброванного на абсолютную спектральную чувствительность, и, с другой стороны, корректной математической постановкой задач, надёжностью используемых общепринятых уравнений и моделей, а также хорошим согласием результатов, полученных расчётным путём, с экспериментальными данными.

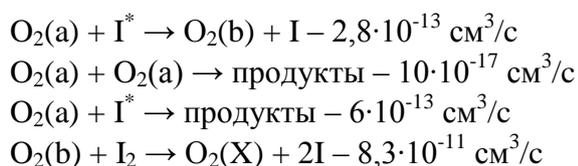
3. Диссертация соответствует п. 5 – Разработка и создание экспериментальных установок для проведения экспериментальных исследований в различных областях физики; п. 8 – Разработка методов математической обработки экспериментальных результатов. Моделирование физических явлений и процессов – паспорта специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

4. В рамках диссертационной работы получены результаты, обладающие **научной новизной и выносимые на защиту**:

1. Метод измерения кинетических констант процессов с участием возбуждённых частиц, основанный на измерении пространственной эволюции их абсолютной концентрации в проточной трубке методами эмиссионной спектроскопии.

2. Измеренные значения констант скорости реакций:





3. Метод фотоиндуцированной диссоциации йода и образования синглетного кислорода в среде $\text{O}_2\text{-I}_2$ под действием лазерного излучения с длиной волны 1315 нм.

4. Концепция кислородно-йодного лазера с оптической накачкой, основанная на предварительной диссоциации I_2 в потоке $\text{O}_2\text{-I}_2$, оптической накачке перехода ${}^2\text{P}_{1/2}\text{-}{}^2\text{P}_{3/2}$ и последующем газодинамическом охлаждении потока.

Из представленных результатов, на базе СФ ФИАН была разработана экспериментальная установка для измерения концентраций возбужденных частиц. При помощи данной установки было произведено измерение констант скоростей реакций диссоциации молекулярного йода и дезактивации синглетного кислорода. Также на базе СФ ФИАН проводились эксперименты по фотоиндуцированной диссоциации йода под действием излучения с длиной волны 1315 нм в кислородно-йодной смеси.

5. Полнота изложения результатов работы в публикациях.

По теме диссертации опубликованы 22 работы, в том числе, 5 статей в изданиях, входящих в перечень, рекомендованный ВАК Минобрнауки РФ. По результатам диссертации был получен патент РФ №2548622. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержащиеся в диссертации научные результаты, а также основные аспекты их практического применения. Все выносимые на защиту результаты диссертации Малышева М.С. получены лично автором либо при его непосредственном участии. Из работ, выполненных в соавторстве, на защиту выносятся результаты, в получении которых автор принимал непосредственное участие. Диссертационная работа Малышева М.С. соответствует требованиям, установленным пунктом 14 Положения о присуждении ученых степеней.

Работы, опубликованные в ведущих международных и Российских журналах, приведены в списке:

1. Кинетика образования молекул $\text{O}_2({}^1\Sigma)$ в реакциях с участием возбужденных молекул кислорода $\text{O}_2({}^1\Delta)$ и атомов йода $\text{I}({}^2\text{P}_{1/2})$ [Текст] / М.В. Загидуллин, Н.А. Хватов, М.С. Малышев // Химическая физика - 2011. т.30, С.3-8.
2. Dissociation of Molecular Iodine in a Flow Tube in the Presence of $\text{O}_2({}^1\Sigma)$ Molecules / Zagidullin M.V., Khvatov N.A., Malyshev M.S., Svistun M.I. // Journal of Physical Chemistry - 2012. - V.116. – pp. 10050-10053.
3. Кинетика процессов дезактивации энергии в среде $\text{O}_2({}^1\Delta)\text{-I}$ [Текст] / М.В. Загидуллин, Н.А. Хватов, М.И. Свистун, М.С. Малышев // Химическая физика. - 2013. – Т.32. – С.3-6.
4. Кинетика кислородно-йодной активной среды с оптической накачкой атомов йода на переходе ${}^2\text{P}_{1/2}\text{-}{}^2\text{P}_{3/2}$ [Текст] / Загидуллин М.В., Аязов В.Н., Малышев М.С. // Квантовая электроника. - 2015. - Т.45. – С.720-724
5. Результаты экспериментов по диссоциации молекулярного йода в присутствии молекул синглетного кислорода [Текст] / М.В. Загидуллин, Н.А. Хватов, М.С. Малышев, М.И. Свистун // Квантовая электроника. - 2016. – т.46. – № 8. – С.706-712

6. Апробация работы проводилась более чем на 10-ти международных и всероссийских конференциях и семинарах, в том числе:

- High Energy/Average Power Lasers and Intense Beam applications IX в рамках симпозиума "Photonics West 2016" (Сан-Франциско, США, 15.02.16-16.02.16)
- 21th International Symposium on High Power Laser Systems and Applications (Гмунден, Австрия, 05.09.16-09.09.16)

- 16th International Conference "Laser Optics" (Санкт-Петербург, 30.06.14-04.07.14)
- 17th International Conference "Laser Optics" (Санкт-Петербург, 27.06.16-01.07.16)

7. Теоретическая значимость работы соискателя состоит в том, что в диссертации разработаны:

- определены константы скорости ключевых реакций в кислородно-йодной среде на установке разработанной для измерения пространственной эволюции концентрации электронно-возбужденных частиц в газовом потоке;

- метод фотоиндуцированной диссоциации йода и генерации синглетного кислорода под действием излучения с длиной волны 1315 нм.

8. Практическая значимость работы состоит в том, что

- получены уточнённые значения констант скоростей реакций процессов, которые являются необходимыми на этапе проектирования кислородно-йодных лазеров (КИЛ), и закладывают основы для проектирования новых типов КИЛ;

- предложен новый способ получения активной среды КИЛ при помощи оптической накачки, который является довольно перспективным для различных применений и имеет ряд достоинств по сравнению с химическими и электрическими кислородно-йодными лазерами.

Полученные результаты могут использоваться в учебном процессе при подготовке магистров по направлению 03.04.01 - прикладные математика и физика.

Диссертация имеет четкую структуру, написана понятным и грамотным языком, хорошо оформлена. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, в которой содержится решение ряда задач, имеющих значение для развития физики лазеров. В частности разработан метод для определения констант скорости ключевых процессов в активной среде кислородно-йодного лазера, а также предложена новая концепция кислородно-йодного лазера с оптической накачкой. В диссертации отсутствует заимствованный материал без ссылки на автора и (или) источник заимствования, результаты научных работ, выполненных соискателем учёной степени в соавторстве, без ссылок на соавторов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Результаты работы нашли достаточное отражение в публикациях.

По научной новизне, практической значимости и объему результатов диссертационная работа Малышева М.С. удовлетворяет требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертация «Методы получения и исследования активных сред кислородно-йодных лазеров» Малышева Михаила Сергеевича рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Заключение принято на заседании Учёного Совета Самарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Присутствовало на заседании 8 членов Ученого совета СФ ФИАН. Результаты голосования: «за» - 8 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел., протокол № 8/17 от 13 сентября 2017 г.

Учёный секретарь СФ ФИАН, д.т.н.



С. И. Ярьско