

ОТЗЫВ

официального оппонента Знаменского Н.В. на диссертационную работу Саакяна Артёма Тиграновича «Генерация второй гармоники излучения лазера на неодимовом стекле с большой угловой и спектральной шириной», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика».

К настоящему времени однородность облучения термоядерной мишени является одними из важнейших вопросов лазерного термоядерного синтеза, ответ на который во всём мире пытаются найти различными способами. Интересная концепция для решения этой проблемы была предложена в 2002 году в Отделе лазерного термоядерного синтеза ФИАН, а именно – воздействие на мишень излучения с низкой пространственной и временной когерентностью. Проведённые расчёты и эксперименты на основной частоте показали состоятельность предложенной концепции.

Хорошо известно, что излучение на удвоенной частоте проникает и нагревает более плотные слои плазмы, по сравнению с излучением на основной частоте. Также известно, что применение излучения на удвоенной частоте в оптических методах диагностики лазерной плазмы позволяет упростить задачу синхронизации греющего и зондирующего излучений. В свою очередь, для удвоения частоты лазерного излучения используют нелинейные кристаллы. Диссертация А.Т. Саакяна как раз посвящена исследованию процесса удвоения частоты излучения с низкой пространственной и временной когерентностью (большой угловой и спектральной шириной) в нелинейных кристаллах, с целью его дальнейшего применения в моделирующих экспериментах по лазерному термоядерному синтезу. Исходя из вышеперечисленного, можно констатировать, что выбранная тема диссертации А.Т. Саакяна является актуальной.

Отсутствие в литературе работ по преобразованию излучения со столь большим числом поперечных мод, расходимостью, превышающей на порядок угловую ширину синхронизма, а также шириной спектра, сравнимой и также превышающей спектральную ширину синхронизма, подчёркивает научную новизну проделанной работы. Основная практическая ценность заключается в возможности изолирования оптических элементов лазерной установки и предотвращения их разрушения от излучения, отражённого плазмой.

Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение и список литературы. Во введении изложены: обоснование актуальности выбранной темы исследования; основные цели работы; научная новизна и практическая ценность работы; защищаемые положения; личный вклад соискателя и достоверность полученных результатов. В конце введения приведены сведения об апробации проведённой работы, а также структура диссертации.

Первая глава содержит обзор теоретических и экспериментальных работ по преобразованию излучения неодимовых лазеров во вторую гармонику, преимущественно в кристаллах KDP. Приведено обоснование выбора кристалла-преобразователя. Обсуждаются различные факторы, связанные со свойствами излучения на основной частоте и характеристиками нелинейных кристаллов, которые ограничивают эффективность протекания процесса преобразования во вторую гармонику.

В начале второй главы описана оптическая схема экспериментов по генерации второй гармоники. Приведена подробная информация о свойствах преобразуемого излучения, включая расчёт числа поперечных мод в резонаторе. Излагаются методы и способы регистрации излучений на основной частоте и второй гармоники. Отмечено, что для первичной настройки

кристалла на направление синхронизма автором диссертации лично был собран лазер с перестраиваемой частотой.

Значительная часть второй главы посвящена результатам генерации второй гармоники при реализации в кристаллах синхронизма II типа. Для кристаллов разной длины приведены зависимости эффективности преобразования от плотности мощности преобразуемого излучения. Интересным является результат для 40-миллиметрового кристалла, в котором эффективность преобразования оказалась больше, чем в 15-миллиметровом кристалле, несмотря на то, что расходимость основного излучения на порядок превышала угловую ширину синхронизма, а ширина спектра превышала спектральную ширину синхронизма. Максимальная эффективность преобразования в этих экспериментах была достигнута с применением схемы, когда излучение проходило через два последовательно расположенных кристалла, что позволило превысить значение в 30 %. Во второй главе также приведены результаты измерения лучевой стойкости кристалла, пространственно-угловых характеристик как основного излучения, так и второй гармоники. Вторая глава завершается разделом, в котором изложены основные выводы из результатов.

Третья глава посвящена результатам генерации второй гармоники при реализации в кристаллах синхронизма I типа. Полученные экспериментальные результаты демонстрируют разницу в поведении зависимости эффективности преобразования от плотности мощности излучения при изменении числа поперечных мод в генераторе и применении в схеме эксперимента телескопической системы, что является достаточно интересным результатом. Разница в поведении эффективности преобразования объясняется изменением однородности пространственного распределения интенсивности излучения с применением телескопической системы в схеме эксперимента. Максимальная эффективность преобразования в 52 % была получена при уменьшении числа поперечных мод с 1000 до 100, и отсутствии в схеме эксперимента телескопической системы. Однако отмечается, что при столь низком числе поперечных мод выходная энергия лазера на основной частоте резко снижается, а рост эффективности преобразования оказывается недостаточен для компенсации потери в энергии. Для сравнения с экспериментальными результатами приведены теоретические расчёты эффективности преобразования в рамках приближения нелинейного режима генерации.

В третьей главе также представлены результаты исследований пространственно-угловых и спектральных свойств излучений на основной частоте и второй гармоники. В конце главы перечисляются основные выводы из результатов.

Четвёртая глава диссертации посвящена исследованиям интерференционных свойств излучения полученной второй гармоники. Рассматривается влияние на качество интерференционной картины одновременного и отдельного изменения пространственной и временной когерентности излучения. Полученная фотография в низком порядке интерференции является качественной и демонстрирует возможность применения излучения второй гармоники в оптических методах диагностики. Заканчивается четвёртая глава краткими выводами.

После всех глав приводится заключение, в котором сформулированы и обсуждаются наиболее важные результаты диссертационной работы.

Полученные результаты являются оригинальными и представляют значительный интерес с научной и практической точки зрения. Положения, выносимые на защиту, являются обоснованными. Достоверность результатов не вызывает сомнений и подтверждается высоким научно-техническим уровнем проведённых экспериментов, а также сравнительным анализом с результатами работ других авторов.

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

1. Близкие, но не точные значения параметров основного излучения при реализации синхронизмов I и II типа, из-за чего нельзя сделать полноценного сравнения экспериментальных результатов для этих двух случаев.
2. Отсутствие детального объяснения некоторых результатов, представляющих особый интерес с фундаментальной точки зрения.
3. Отсутствие на некоторых рисунках пространственных масштабов в абсолютных единицах.
4. Различие между выбранной моделью для теоретических расчётов и действительной экспериментальной задачей.
5. Небольшое число публикаций при немалом объёме полученных результатов диссертационной работы.

Сделанные замечания имеют рекомендательный характер и не снижают общую высокую оценку всей работы. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в трёх статьях в рецензируемых журналах перечня ВАК РФ, две из них в Кратких сообщениях по физике (ФИАН), и одна – в зарубежном журнале. Результаты, изложенные диссертации, также многократно представлялись на ведущих иностранных и российских конференциях, и входили в итоговые сборники трудов конференций. Оформление диссертации и автореферата соответствует установленным нормам ВАК РФ. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Таким образом, диссертационная работа полностью отвечает всем требованиям ВАК РФ, а её автор Саакян Артём Тигранович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика».

Официальный оппонент,
Руководитель Отделения физики конденсированных сред
Центра фундаментальных исследований
Национального исследовательского центра
"Курчатовский институт"
доктор физико-математических наук,
профессор

Н.В. Знаменский
25.05.2015г.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».
123182 Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1.
Тел. +7 (499) 196-71-39, e-mail: nvz@kiae.ru

Подпись Н.В. Знаменского заверяю:

Первый заместитель директора
Национального исследовательского центра
"Курчатовский институт"



М.А.Камболов

