

ОТЗЫВ

научного руководителя, доктора физико-математических наук, профессора В.М.Гордиенко на диссертационную работу Мареева Евгения Игоревича «Нелинейно-оптические процессы генерации суперконтинуума и самокомпрессии в газах высокого давления и сверхкритических флюидах при филаментации фемтосекундных лазерных импульсов ближнего ИК диапазона», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика

Диссертация Е.И. Мареева посвящена исследованию нелинейно-оптических свойств сверхкритических флюидов и плотных газов, а также изучению таких нелинейно-оптических процессов как генерация суперконтинуума и самокомпрессия лазерных импульсов, возникающих в режиме филаментации под действием фемтосекундного лазерного импульса ближнего ИК диапазона. Диссертационная работа ориентирована на решение новых задач в области нелинейной оптики сверхкритических флюидов, для которых установлено, что кластеризация вещества в сверхкритическом состоянии влияет как на оптические и нелинейно-оптические параметры среды, так и на процессы, сопровождающие распространение мощного фемтосекундного импульса в сверхкритическом флюиде. Работа Е.И. Мареева состоит из четырех глав, каждая из которых рассматривает ранее не исследованные задачи в области нелинейной оптики сверхкритических флюидов.

Выделим наиболее важные научные результаты, полученные Мареевым Е.И.

1. Экспериментально и с помощью математического моделирования, основанного на методе молекулярной динамики и аналитической модели кластеризованных сред, исследовано поведение молярной рефракции и нелинейного показателя преломления плотных сред (газы высокого давления и сверхкритические флюиды). Продемонстрировано, что образование кластеров влияет на оптические свойства среды. Показано, что в областях максимальной кластеризации среды нелинейный показатель преломления и молярная рефракция вещества испытывают аномальный рост.
2. Установлено, что генерация суперконтинуума в ксеноне и диоксиде углерода возникающая в режиме монофиламентации зависит от структуры вещества. Получено, что максимальная энергетическая эффективность генерации суперконтинуума в ксеноне и диоксиде углерода достигается при субкритическом давлении (~0.9pcr). В окрестности критического давления из-за сильных флуктуаций (~15%) плотности, а также уменьшении роли процесса кластеризации генерация суперконтинуума подавляется. В сверхкритических флюидах в окрестности линии Видома, достигается локальный максимум эффективности генерации суперконтинуума, вызванным ростом нелинейного показателя преломления за счет кластеризации среды, что и обеспечивает реализацию максимальной ширины суперконтинуума.
3. Обнаружено, что суперконтинуум, генерируемый в ксеноне (при давлении 50 атм.) в режиме фемтосекундной монофиламентации, может достигать ширины в 3.5 октавы (от 350 до 2500нм) с энергетической эффективностью порядка 60%. В диоксиде углерода (при давлении 60 атм.) происходит эффективное (порядка 65%) преобразование энергии в красное крыло суперконтинуума. Причем, спектр и энергия суперконтинуума могут управляться, путем варьирования давления. Кроме того, фемтосекундная монофиламентация в плотном (5-80 атм.) ксеноне сопровождается лазерным эффектом

(усиленной спонтанной эмиссией), спектр линий которой может управляться давлением и энергией лазерного импульса. Наибольшая эффективность генерации характерна для линии 466 нм (около 0,5%, погонный коэффициент усиления 0.5см^{-1} при энергии накачки 200мкДж).

4. Обнаружено явление самокомпрессии фемтосекундного лазерного импульса в режиме филаментации в благородных газах (аргон, ксенон) при высоких давлениях (диапазон 10-50 атм.). Путем подстройки давления газа и энергии лазерного импульса обеспечивается точная подстройка эффекта самокомпрессии. Продемонстрировано, что фемтосекундный лазерный импульс (энергия порядка 40мкДж, длительность порядка 230 фс) может сокращаться в Хе в режиме филаментации в 3.5 раза с энергетической эффективностью порядка 60%.

Диссертация Е.И. Мареева выполнена на высоком научном уровне, отличается внутренней связностью, логичностью и последовательностью изложения, а ее основные результаты наглядно проиллюстрированы на рисунках и диаграммах. Результаты диссертации были доложены на международных конференциях и опубликованы в 7 статьях из списка Scopus, Web of Science и РИНЦ. Выполненная работа соответствует требованиям, установленным Московским государственным университетом им.М.В.Ломоносова для диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата наук, и позволяет рекомендовать ее к защите на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «лазерная физика».

Заведующий лабораторией Нелинейной оптики им. Р.В.Хохлова,

доктор физико-математических наук,

профессор

В.М. Гордиенко

Подпись В.М. Гордиенко заверяю

Ученый секретарь Ученого Совета

физического факультета МГУ

доктор физико-математических наук,

профессор

Караваев В.А.