

Отзыв

на автореферат диссертации Перекалова Александра Алексеевича «Эмиссионные спектры газовых и жидкостных мишеней при импульсном лазерном возбуждении», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики»

Источник излучения экстремального ультрафиолетового излучения – один из ключевых элементов, определяющих характеристики проектируемых литографических установок нового поколения. К источнику выдвигается ряд принципиально важных требований: он должен иметь высокую конверсионную эффективность, не загрязнять и не разрушать другие компоненты литографа, эмиссионные характеристики источника должны оставаться стабильными на протяжении длительного времени работы. Лазерно-плазменные источники (ЛПИ) - это сравнительно компактный и недорогой вид источников, хорошо удовлетворяющих данным требованиям. Источником излучения в этом случае является лазерная плазма, образующаяся при взаимодействии сфокусированного лазерного излучения с атомами мишени. Наиболее хорошо изученной и широко применяемой мишенью на данный момент является оловянная мишень. Данная мишень показывает высокую эффективность конверсии энергии лазерного излучения в энергию ЭУФ излучения на длине волны 13,5 нм. Существенными недостатками мишени являются загрязнение оптических элементов, разлетающимися частицами олова и необходимость использования высокоточных систем позиционирования мишени. Хорошей альтернативой оловянной мишени являются мишени в виде газовых струй или жидкостей. Такие мишени не обладают указанными ранее недостатками. Однако эмиссионные спектры и интенсивности излучения, получаемые при использовании газовых струй и жидкостных мишеней к настоящему времени изучены недостаточно широко. По этой причине работа Перекалова весьма актуальна.

В работе А.А. Перекалова получен ряд новых актуальных результатов, среди которых отдельно стоит отметить следующие:

1) Разработаны и изготовлены оригинальные диагностические приборы, позволяющие проводить диагностику лазерной плазмы, образующейся в ЛПИ, а именно проводить измерение интенсивности излучения плазмы в абсолютных единицах в диапазоне длин волн 2,5-30 нм и получать изображение источника ЭУФ излучения на длине волны 11,25 нм с пространственным разрешением в несколько микрометров. Также разработаны методики проведения исследования с использованием указанных приборов.

2) Зарегистрирована мощность ЭУФ излучения мишени Хе на длине волны 11,2 нм в спектральной полосе 2% в телесный угол 2π стерадиан, которая составила 50 мВт, что соответствует коэффициенту конверсии порядка 1%.

3) Зарегистрированы изображения лазерной искры на длине волны 11,25 нм в газоструйной мишени криптона с пространственным разрешением в 3,9 мкм и определены размеры излучающей области.

Автореферат и опубликованные статьи свидетельствуют о высоком научном уровне работы.

По тексту автореферата можно сделать следующие замечания:

1) На рисунке 1 не изображены элементы объектива Шварцшильда, о котором неоднократно говорится в автореферате. Причем создание этого объектива и разработка

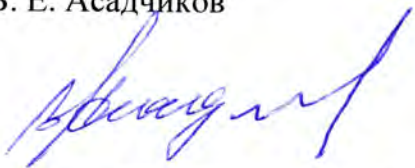
экспериментальных методик с его применением являются одним из основных достижений автора.

2) В автореферате автор пишет на стр. 11 – 12 «Для формирования газоструйной мишени используется конусное сверхзвуковое сопло, с диаметром критического сечения 500 мкм, перед входом в сопло установлен импульсный клапан, что позволяет формировать плотную газовую мишень, при умеренных расходах газа. Для формирования жидкостной мишени также используется импульсный клапан, на выходе из которого установлен капилляр диаметром 100 мкм». То есть создается впечатление, что в конструкции установки имеется 2 импульсных клапана, но рис. 1 изображен только один. Непонятно, где неточность, в самом рисунке и подписи к нему, либо в описании установки, данном в тексте.

3) Автор пишет: «Абсолютные интенсивности, зарегистрированные при использовании жидкостных мишеней сравнимы с интенсивностями, зарегистрированными при исследованиях газоструйных мишеней молекулярных газов, и несколько уступают тяжелым инертным газам. Оригинальным результатом данной главы являются зарегистрированные эмиссионные спектры хлорсодержащей мишени (дихлорметана), а также измеренные интенсивности излучения в абсолютных единицах». Однако рис. 5 приведены только эмиссионные спектры жидкостных мишеней этанола и дихлорметана в диапазоне длин волн 5-18 нм, причем в относительных единицах.

Высказанные замечания не снижают научной и практической ценности работы и её положительной оценки.

Считаю, что диссертационная работа Александра Алексеевича Перекалова «Эмиссионные спектры газовых и жидкостных мишеней при импульсном лазерном возбуждении» соответствует паспорту специальности 1.3.2 – приборы и методы экспериментальной физики и требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 (с изменениями на 25.01.2024), а ее автор, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 – приборы и методы экспериментальной физики.

доктор физико-математических наук по специальности 01.04.18 «Кристаллография, физика кристаллов», профессор	В. Е. Асадчиков 
Контактные данные:	8 916 705 46 04, asad@crys.ras.ru

Подпись Асадчикова В.Е. заверяю

Заместитель начальника отдела кадрового
сопровождения КККиФ С.В. Старикова



03.12.2024

