



УДК 533.9

Е.П. Иванова

Институт спектроскопии РАН, Троицк, Моск. Обл.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПЛАЗМЫ, ОБРАЗОВАННОЙ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОТОКОМ НАНОКЛАСТЕРОВ КСЕНОНА

В докладе выполнен обзор экспериментов, посвященных диагностике плазмы ВИЛПАК. Детальное внимание уделяется плазме, образованной из кластеров ксенона.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ПЛАЗМА, КЛАСТЕРЫ КСЕНОНА

Опубликованная в 1994 г. работа [1] инициировала исследования плазмы, полученной в результате взаимодействия интенсивного лазерного излучения с пучком атомных кластеров (ВИЛПАК). В многочисленных экспериментах разных авторов было показано, что взаимодействие интенсивного лазерного импульса с кластерной мишенью может приводить к образованию плазмы, температура которой на несколько порядков превышает температуру плазмы, образованной в результате взаимодействия такого же источника с газовой или твердотельной мишенью. Основная причина — почти стопроцентное поглощение излучения накачки в кластерах.

Принципиальная проблема экспериментальных исследований — весьма большое количество параметров, характеризующих систему мишень + импульс лазера. При заданной геометрии пучка кластеров и характеристик лазерного луча основными параметрами являются средняя плотность кластеров в пучке, средний размер кластера (число атомов в кластере и распределение кластеров по размеру), доля газовой фракции в пучке. Важнейшую роль играет пространственная однородность кластеров. На характеристики выходящего из плазмы излучения существенно влияют характеристики управляющего импульса накачки: интенсивность, контрастность, длительность, длина волны, поляризация, фокусировка и т. д.

В настоящее время лазерно-плазменный источник мягкого рентгеновского излучения на основе потока кластеров ксенона в вакууме считается перспективным для ряда лабораторных и промышленных применений, в том числе для промышленной литографии на длине волны в области 13,5 нм.

В докладе выполнен обзор экспериментов, посвященных диагностике плазмы ВИЛПАК, т.е. определению вышеуказанных параметров. Детальное внимание уделяется плазме, образованной из кластеров ксенона.

В докладе определяются параметры плазмы и условия ее накачки для создания супермощного источника монохроматического излучения на отдельных переходах в области 10 – 15 нм, в т.ч. на переходе 13,5 нм. В нескольких независимых экспериментах, исследующих плазму ксенона, полученную методом ВИЛПАК, зарегистрирован аномально высокий квантовый выход излучения в области 10 – 15 нм. В некоторых случаях коэффициент конверсии составлял 10% в полусфере от энергии импульса накачки. В докладе показано, что высокий коэффициент конверсии возможен при создании плазмы оптимальных параметров для генерации усиления спонтанного излучения на переходах Ni- подобного ксенона [2]. Оптимальные параметры в плазме определены в результате детального атомно-кинетического расчета в столкновительной модели рентгеновского лазера. Теоретические и экспериментальные значения оптимальных параметров плазмы, а также энергетических выходов излучения, находятся в близком согласии.

С использованием теоретической модели предлагаются возможные схемы накачки плазмы для достижения максимального выхода интенсивного узконаправленного излучения в мягкой рентгеновской области. При частоте повторяемости импульса накачки 10^4 Гц выходная мощность для различных переходов Ni- подобного ксенона составит от 100 до $5 \cdot 10^3$ Вт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. McPherson A., et. al., Nature (London) **370**, 631 (1994).
2. Иванова Е.П., Иванов А.Л., ЖЭТФ, 2005, **127**, №5, 957-972

E.P. Ivanova

Institute of spectroscopy RAS, Troitsk, Moscow region

SPECTROSCOPIC METHODS OF DIAGNOSTICS OF PLASMA CREATED BY INTENSIVE LASER RADIATION AND NANOKLASTERS FLOW INTERACTION

The review of experiments initiated into VILPAK plasma diagnostics is carried out in this report. Detailed attention is payed to plasma created from xenon nanoklasters.

SPECTROSCOPIC METHODS, PLASMA, XENON KLASTERS