

## УДАРНАЯ ТРУБА С KRF ЛАЗЕРНЫМ ДРАЙВЕРОМ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ<sup>\*)</sup>

Зворыкин В.Д., Велиев П.В., Козин И.А., Паркевич Е.В., Смазнова Х.Т.,  
Устиновский Н.Н., Шутов А.В.

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, [zvorykin@sci.lebedev.ru](mailto:zvorykin@sci.lebedev.ru)

В докладе сообщается о создании лазерной ударной трубы (ЛУТ) для генерации сильных ударных волн (УВ) и высокоскоростных газовых потоков. Принцип действия ЛУТ (см. рис.1) основан на ускорении тонкой СН-пленки абляционным давлением плазмы, которая создается при воздействии высокоэнергетичных УФ импульсов Krf лазера ГАРПУН (100 Дж & 100-нс) [1,2]. Пленка служит поршнем, возбуждающим УВ в газе, заполняющем ЛУТ, которая имеет поперечное сечение 5×5 мм и длину 50 мм. Оптическая система на основе многоэлементного призмного растра и линзы обеспечивает фокусировку Krf лазерного излучения в квадратное пятно 7×7 мм с плотностью энергии до 100 Дж/см<sup>2</sup> (интенсивностью до 1 ГВт/см<sup>2</sup>) и неоднородностью облучения пленки менее нескольких процентов. Стенки ЛУТ из кварцевого стекла ограничивают боковую разгрузку и обеспечивают плоскую геометрию распространения УВ; одновременно они служат окнами для зондирующего излучения 2-й гармоники Nd: YAG лазера, 10-нс импульсы которого используются для покадрового теневого и шпирен-фотографирования гидродинамических процессов в ЛУТ.

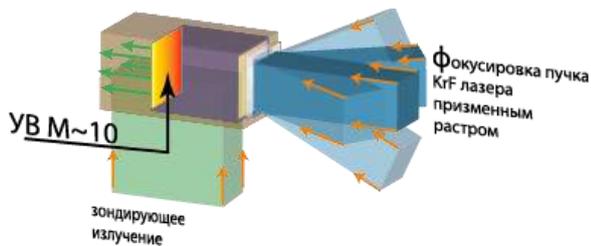


Рис.1

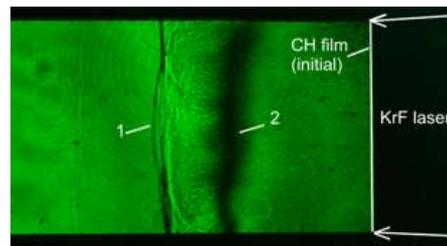


Рис.2

Для СН-пленок с толщинами от 0,9 до 20 мкм измерены скорости УВ в атмосферном воздухе (см. 1 на рис. 2) максимальная величина которой 4,6 км/с – в несколько раз превышает скорости в ударных трубах с взрывным инициированием. За фронтом УВ наблюдалась турбулизация сверхзвукового потока газа с характерным масштабом неоднородностей ~ 100 мкм. Одновременно происходило быстрое расширение и дефрагментация пленки (2), обусловленное взрывным характером испарения и гидродинамическими неустойчивостями Релея-Тейлора и Рихтмайера-Мешкова при многократном прохождении УВ по толщине пленки на стадии её ускорения. Исследовано влияние шероховатости стенок ЛУТ на гидродинамику сверхзвукового потока газа: шероховатости в пределах 6 мкм не оказывали существенного влияния на УВ; неоднородности с высотой ~ 200 мкм создавали пристеночные турбулентности, обусловленные неустойчивостью Кельвина-Гельмгольца, область которых постепенно расширялась к оси ЛУТ.

Эксперименты показали, что ЛУТ с Krf лазерным драйвером является эффективным инструментом для изучения ряда гидродинамических явлений, таких как гидродинамические неустойчивости и переход к турбулентности, обтекание тел гиперзвуковым потоком газа с числами Маха  $M > 10$ , отражение и кумуляция сильных УВ.

Данная работа выполнялась по научной программе Национального центра физики и математики «Исследование физических процессов при УТС и в звездных системах».

### Литература

- [1]. Зворыкин В.Д., Лебо И.Г., Квантовая электроника, 2000, **39**, 540.  
[2]. Bakaev V.G., Batani D., Krasnyuk I.A., et al. J. Phys. D: Appl. Phys., 2005, **38**, 2031.

<sup>\*)</sup> DOI – тезисы на английском