

ФОРМИРОВАНИЕ УДАРНЫХ ВОЛН С ПОМОЩЬЮ МОЩНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА

Н.Г.Басов, О.Н.Крохин, Г.В.Склизков

При взаимодействии потока лазерного излучения с плотностью, превышающей 10^{11} вт/см² (что соответствует сфокусированному пучку лазера, работающего в режиме модулированной добротности) с поверхностью твердой мишени происходит образование плазменного сгустка (факела), нагретого до сотен тысяч градусов [1,2]. После окончания лазерного импульса факел разлетается в вакуум со скоростью $\sim 10^7$ см/сек, и при этом к концу лазерного импульса во внутренней энергии и в кинетическом движении нагретого вещества заключены сопоставимые доли общей энергии, пошедшей на нагрев [3,4]. С физической точки зрения представляется интересным использовать для нагревания вещества и кинетическую часть энергии.

В данной работе исследовался разлет факела в воздух при давлении в несколько миллиметров ртутного столба. При этом наблюдалось образование сильной ударной волны, имеющей почти сферическую форму. Для регистрации ударных волн использовался метод теневого фотографирования [2] в луче рубинового лазера, синхронизованного с неодимовым, излучение которого использовалось для нагревания вещества. Пучок рубинового лазера делился на пять лучей, которые, пройдя световую задержку, сходились в плоскости пленки таким образом, что на последней получалось пять пространственно разделенных кадров. Экспозиция кадров равнялась длительности импульса рубинового лазера и составляла 3 мсек, а момент экспонирования определялся длиной пути соответствующего луча до факела.

На рис.1(см.вкл.) приведена пятикадровая тенеграмма ударной волны, образующейся в результате расширения факела в воздух при давлении 2 мм рт.ст. Энергия излучения неодимового лазера равнялась 6 дж при длительности импульса 15 мсек. Кадры следуют через 50 мсек, пятый кадр в центре. Начиная со второго кадра видно, как на краю факела формируется сферически расходящаяся ударная волна. Скорость движения фронта при радиусе 1 см составляет $1,8 \cdot 10^7$ см/сек. Ширина скачка уплотнения не превышает 0,3 мм.

Как показало интерферометрическое исследование плазмы, образующейся в результате нагревания газа ударной волной, эффективный заряд ионов равен $z \sim 5$ (для воздуха). Движение фронта волны на поздней стадии примерно соответствует автомодельному движению сферически расходящейся ударной волны от точечного взрыва в однородной атмосфере. Для оценки температуры можно воспользоваться расчетами [5] для сильной ударной волны, используя при этом экспериментально определенное значение эффективного заряда. В нашем случае для температуры в ударной волне имеем значение ~ 50 эв.

Направление распространения и форма фронта ударной волны определяются геометрической формой поверхности мишени. Это позволяет формировать ударные волны заданной конфигурации. В частности, при

наклонном падении излучения к поверхности мишени фронт волны, сохраняя свою форму, движется симметрично относительно нормали к поверхности, что указывает на слабое влияние на динамику движения факела светового излучения. Это обстоятельство существенно облегчает осуществление экспериментов по столкновению ударных волн. На рис.2 (см.вкл.) приведена тенеграмма столкновения двух ударных волн, полученных фокусированием двух лучей лазера на ориентированные под углом 90° друг к другу поверхности мишени, которая имеет вид развернутой книги. Энергия излучения в каждом луче равна 1,5 Дж, длительность 15 нсек. В плоскости схождения этих волн наблюдается увеличение плотности и скорости.

Таким образом, с помощью излучения лазера можно создавать ударные волны, в том числе сходящиеся (сферические и цилиндрические), значения скоростей которых близки к предельным, получаемым [6] в современных электроразрядных устройствах, различной конфигурации, что позволяет осуществлять кумуляцию: энергии в результате разлета нагретого вещества и изучать высокотемпературные кумулятивные эффекты [7], возникающие при фокусировании ударных волн.

Более подробное описание методики и результатов исследования динамики нагревания и разлета плазмы, образующейся при фокусировании мощного излучения лазера на твердое вещество, будет опубликовано в отдельной статье.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
30 июня 1967 г.

Литература

- [1] Н.Г.Басов, О.Н.Крохин. ЖЭТФ, 46, 171, 1964.
- [2] Н.Г.Басов, В.А.Бойко, В.А.Дементьев, О.Н.Крохин, Г.В.Склизов. ЖЭТФ, 51, 989, 1966.
- [3] J.M.Dawson. Phys. Fluids, 7, 981, 1964.
- [4] Ю.В.Афанасьев, В.М.Кроль, О.Н.Крохин, И.В.Немчинов. ПММ, 3, 1022, 1966.
- [5] Я.Б.Зельдович, Ю.П.Райзер. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М., изд-во "Наука", 1966.
- [6] Л.А.Арцимович. Управляемые термоядерные реакции. Физматгиз, 1961.
- [7] Е.И.Забабахин. УФН, 85, 721, 1965.

ОБ УГЛОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЯРКОСТИ СТРИМЕРНЫХ СЛЕДОВ

Т.Д.Асабяни, К.А.Газарян, В.Н.Жмыров, В.А.Иванов,
А.А.Назарян

В работе [1] показано, что при помощи стримерной камеры можно измерять ионизирующую способность заряженных частиц, и что наибо-