

Установка для создания внешнего электрического поля с возможностью регулировки его параметров при воздействии лазерного излучения на различные образцы

И.К. Губаревич

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно

E-mail: i.gubarevich@grsu.by

При исследовании взаимодействия лазерного излучения с образцом на область взаимодействия может оказываться внешнее воздействие различного характера. Например, при проведении экспериментов по изучению плазменного факела [1] для организации постоянного электрического поля в зоне мишени было использовано устройство, которое при небольших токах (менее 2 мА) может выдавать на два внешних электрода напряжение порядка нескольких десятков киловольт (рис.1).

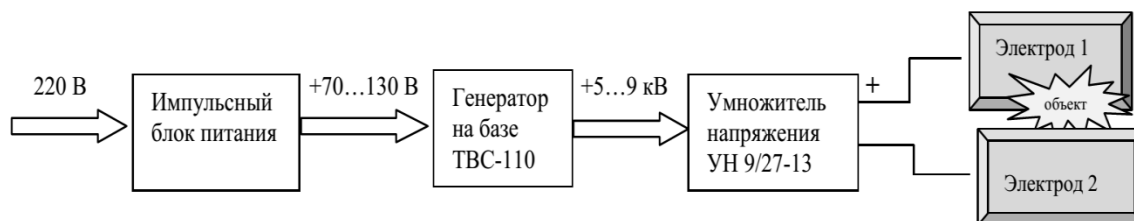


Рис.1. Блок-схема используемой установки для создания электрического поля при воздействии лазерного излучения на объект

Установка состоит из блока питания, генератора и умножителя, повышающего напряжение до 27 кВ при максимально допустимом значении тока 1,3 мА [2]. На пластины электродов 1 и 2 идут два изолированных одножильных высоковольтных провода с одинаковыми разъемами, что позволяет легко менять полярность высоковольтного напряжения на пластинах.

Схему [2] можно упростить, используя любой имеющийся низкочастотный генератор, выдающий сигнал прямоугольной формы частотой порядка 10–20 кГц. К его выходу подключается подходящий по параметрам трансформатор строчной развертки от телевизора. При этом в качестве первичной используется дополнительная обмотка, состоящую из 5–20 витков провода диаметром 0,6–0,9 мм с отводами для ступенчатого изменения высоковольтного напряжения. Конструкция большинства типовых трансформаторов строчной развертки кинескопных телевизоров позволяет это сделать без его разборки. Сигнал с трансформатора утрируется и выпрямляется умножителем и подается на пластины электродов. Плавно регулировать высоковольтное

напряжение можно, изменяя уровень или частоту сигнала генератора. Данная конструкция была опробована и успешно применялась при исследовании влияния электрических полей различной напряженности на пространственную и временную эволюцию лазерной плазмы, возникающей при воздействии миллисекундных лазерных импульсов на поверхности металлов (Cu, Al, Sn, Pb) [1]. Величина напряженности создаваемого установкой внешнего электрического поля в пределах от 0 до 10^6 В/м регулировалась расстоянием между пластинами-электродами и подстраивалась путем изменения величины высоковольтного напряжения описанной установки. При изучении процессов, происходящих вследствие воздействия лазерного излучения на образец на поверхность твёрдого тела, отмечалось образование облака плазмы. Так как облучаемый образец помещался в межэлектродном промежутке порядка 10–30 мм, то вблизи объекта происходило развитие пароплазменного облака, которое взаимодействовало с внешним электрическим полем. В большинстве случаев происходил пробой, т. е. электрическое замыкание между пластинами 1 и 2 электродов через пароплазмообразное облако. Это приводило к разряду конденсаторов в блоке умножителя, срабатыванию защиты импульсного блока питания, и, в итоге, к резкому изменению напряженности внешнего электрического поля. Размещение диэлектрических материалов между электродами позволяет избежать нежелательных пробоев. На практике наиболее доступной и подходящей по толщине является полиэтиленовая пленка. По ее деформации и ожогу в ходе эксперимента можно судить о максимальном поперечном размере пароплазменного облака на поверхности электрода. Однако при нагреве происходит деформация и прожог пленки, то есть пленка не защищает электроды от высоковольтного пробоя, а лишь задерживает его. Лучшие результаты надежности имеют изоляторы пластин электродов из тонкого (0,3–1 мм) закаленного стекла. При этом они выдерживают не один эксперимент и более устойчивы к кратковременному электрическому и тепловому воздействию факела лазерного излучения и образующего после него облака плазмы.

1. Васильев С.В., Губаревич И.К., Даукша А.Ю., и др. // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер. 2, Матэматыка. 2019. Т. 9. № 1. С. 89–100.
2. Губаревич И. К. // Физика конденсированного состояния [Электрон. ресурс] : Матер. XXVII междунар. науч.-практ. конф. аспирантов, магистрантов и студентов. (Гродно, 18 апр. 2019 г.) / ГрГУ им. Я. Купалы, физ.-техн. фак.; 2019. С. 189–190.