

Казанский Федеральный Университет
Кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов
Kazan Federal University

Department of oil & gas technology and carbon materials

Азотные газовые лазеры

Nitrogen gas lasers

Ахтямова Ильвина Ильнаровна, Akhtyamova Iyvina Ilnarovna¹

Кемалов Руслан Алимович, Kemalov Ruslan Alimovich²

магистрант кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов¹

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов, Член Экспертного совета Российского газового общества (РГО),

и.о. руководителя группы «Водородная и альтернативная РГО», профессор РАЕ²

E-mail: ilvina253@gmail.com, kemalov@mail.ru

Аннотация: цель данной работы: ознакомиться с азотным газовым лазером.

Abstract: the purpose of this work: get acquainted with the nitrogen gas laser.

Ключевые слова: газовый лазер, азотный лазер, лазерное излучение, плоский конденсатор, импульс.

Keywords: gas laser, nitrogen laser, laser radiation, flat capacitor, impulse.

Введение (Introduction)

Лазерное оборудование широко используется в различных сферах деятельности человека, в том числе в промышленности, медицине, науке и образовании. Особую нишу занимают газовые лазеры – устройства, особенностью которых является использование газообразного вещества в качестве активной среды. Впервые они были созданы человеком около 60-ти лет назад. С тех пор такие приборы квантовой электроники прошли сложный путь эволюции и совершенствования, что позволило повысить их коэффициент полезного действия и безопасность в применении.

Если говорить о разновидностях лазерных установок, в которых в качестве активной среды применяется вещество, находящееся в газообразном

состоянии, то в первую очередь к ним следует отнести химические газовые лазеры. В них основным источником получения энергии являются особые химические реакции, которые возникают между составными компонентами такой среды. Подобные устройства обладают достаточно высокой мощностью, благодаря чему получили широкое распространение в сфере промышленности, где используются для резки металлов и перфорации особо прочных материалов.

1. Назначение и состав

Азотный лазер – типичный представитель молекулярных газовых лазеров, который работает на электронных переходах в молекуле азота. Его главное свойство – это интенсивная генерация в ультрафиолетовом диапазоне, с основной длиной волны равной 337.1 нм.

Прибор предназначен для получения коротких импульсов лазерного излучения в ультрафиолетовой области спектра.

Прибор состоит из одного блока, включающего лазерную камеру, керамические конденсаторы, коммутатор, импульсный высоковольтный источник, генератор запуска коммутатора, систему воздушного охлаждения, панель для управления работой лазера.

2. Принцип работы

Схема накачки лазера основана на генераторе Блюмляйна, который состоит из двух плоских конденсаторов, которые можно сформировать из нескольких слоев алюминиевой или медной фольги и диэлектрической пленки. Коммутатором в этом устройстве служит простейший искровой разрядник из двух винтов с закругленными головками. А процесс генерации лазерного излучения происходит практически незаметно – в зазоре между двух металлических линеек, в котором горит импульсный разряд. Линейки укреплены на противоположных краях плоских конденсаторов С1 и С2. Разряд горит поперек оси линеек, а лазерное излучение выходит вдоль, соответственно получается газовый лазер с поперечным разрядом. Чтобы не загорался разряд в момент зарядки конденсаторов – параллельно лазерному

зазору включен небольшой дроссель, который закорачивает зазор по постоянному току. Стоит подать высокое (порядка 10-15 кВ) напряжение как показано на схеме – и лазер заработает. В качестве источника высоко напряжения подходит любое подходящее средство – электрошокер, блок питания от ионизатора воздуха, электрофорная машина, источник высокого напряжения от ЭЛТ-телевизора (электронно-лучевая трубка) или монитора.

Поскольку он работает без зеркал, то излучение выходит с обоих концов линеек. Так как он излучает в ультрафиолете – это позволяет хорошо познакомиться с люминесценцией различных предметов и материалов. Азотные лазеры широко применяются для накачки лазеров на красителях и во множестве научных приложений, главным образом в спектроскопии. По этой же причине, а также, поскольку энергия импульса очень мала (десятки микроджоулей), то его излучение сравнительно безопасно для глаз, так как поглощается роговицей и не достигает сетчатки. Хотя, смотреть прямо в луч все равно не следует – ультрафиолетовые ожоги роговицы вещь довольно неприятная.

Мы рассмотрели схему самого простого азотного лазера, но есть и более усложненные схемы, которых очень много.

3. Преимущества и недостатки

Преимущества:

1. Простота. Как сказано выше, во многих случаях вполне применима даже конструкция самодельного простейшего азотного лазера работающего на атмосферном воздухе, даже при вполне серьезной научной работе в лаборатории.
2. Достаточно серьезная выходная энергия импульса – десятки миллиджоулей у крупных установок.
3. Очень малая длительность импульса, в ряде случаев составляющая сотни пикосекунд.
4. Сочетание предыдущих двух факторов позволяет достигнуть огромных импульсных мощностей – десятки-сотни мегаватт.

Вместе с этим есть и некоторые недостатки:

1. Плохое качество пучка. Луч не круглый а продолговатой формы, с неравномерной интенсивностью по сечению. В ряде случаев это не критично, когда, к примеру, нужно накачивать лазер на красителях.
2. Ограниченная частота повторения импульсов, обычно не более нескольких десятков Гц.
3. Нестабильность энергии от импульса к импульсу.
4. Некоторые конструкции требуют периодического обслуживания – смены рабочего газа, поддержания его давления, периодической чистки и полировки электродов.

Заключение (Conclusion)

В ходе работы ознакомились со схемами работы азотных лазеров и выявили области применения.

Список литературы (List of literature)

1. Лазеры поперечного разряда [Электронный ресурс] // <https://habr.com/ru/post/432464/>
2. Газовые лазеры: высокоэффективные и мощные лазерные установки для различных сфер применения [Электронный ресурс] // allbest.ru: информ.-справочный портал. М., 2000 — 2020. URL: <http://xn--80affkvlgiu5a.xn--p1ai/gazovye-lazery-princip-raboty/>
3. Азотный лазер [Электронный ресурс] // https://laser-portal.ru/content_483