

© **В.П. ДУБОВ, А.Ю. ПОТОЦКИЙ, В.А. ТАБАРИН**

*Тюменский государственный университет
duboff@mail.ru, ponab@yandex.ru, vtabarin@utmn.ru*

УДК 621.373.8

**ПОЛУЧЕНИЕ МОДУЛИРОВАННОГО НЕПОЛЯРИЗОВАННОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА**

**GENERATION OF MODULATED NON-POLARIZED RADIATION
OF HELIUM-NEON LASER**

АННОТАЦИЯ. В статье предлагается использовать переменный ток для электропитания типовых промышленных гелий-неоновых лазеров. Приводится примерная схема блока питания лазера переменным током и описание его работы. Рассматриваются преимущества и недостатки такого способа питания и его возможное применение в научной и практической прикладной работе. В статье отмечается, что предложенный способ дает возможность получать модулированное на сто процентов по амплитуде излучение, не применяя дополнительные устройства для модуляции. Важной особенностью получаемого излучения является отсутствие в нем поляризованных компонент, что имеет место при работе промышленных гелий-неоновых лазеров на постоянном токе. В статье приводятся описания экспериментов, которые доказывают отсутствие поляризации в лазерном излучении при питании переменным током. Практически важным является то обстоятельство, что предлагаемый способ электропитания гелий-неоновых лазеров позволяет устанавливать их на различных средствах передвижения, таких как автомобили, вертолеты и т.п.

SUMMARY. It is proposed to use alternating current to supply power to industrial helium-neon lasers. An approximate scheme of laser power supply with alternating current and the description of its work are provided in the article. The advantages and disadvantages of this method of supply and its possible applications in scientific and applied work are discussed. It is noted that the proposed method enables to receive the radiation of 100% modulated amplitude without additional devices for modulation. An important feature of it is the absence of polarized components that occur while the operation of industrial helium-neon lasers with constant current mode. The article describes the experiments that prove the absence of polarized laser radiation when powered with alternating current. The fact that the proposed method enables installation in various vehicles, such as cars, helicopters, etc. is of great practical importance.

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Лазер, блок питания, продольные моды, поляризация.
KEYWORDS. Laser, power supply, longitudinal modes, polarization.*

Проблема возбуждения и поддержания разряда в гелий-неоновом (He-Ne) лазере в принципе решена давно. Первые He-Ne лазеры работали с высокочастотными (порядка 30 МГц) блоками питания [1], сложными в изготовлении и использовании. В настоящее время для He-Ne лазеров используют в основном блоки питания постоянного тока, что позволяет получать непрерывное излучение, более или менее стабильное по амплитуде [2]. Однако очень часто в экспериментах и прикладном использовании требуется модулированное излучение, что вынуждает использовать различные устройства — от обычного обтюлятора до железо-иттриевых кристаллов [3], [4]. Это не всегда удобно технически и требует дополнительных решений и затрат.

В настоящей статье предлагается использовать для питания типового He-Ne лазера переменный ток с частотой 30-40 кГц. Примерная схема блока питания приведена на рис. 1.

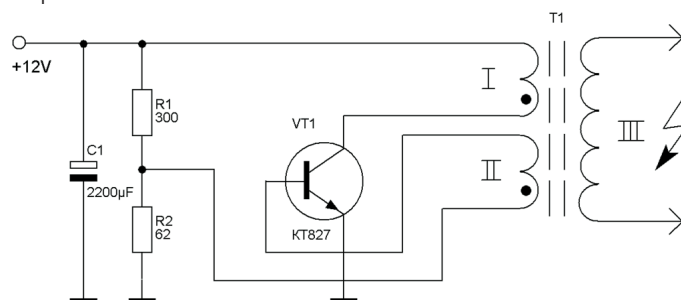


Рис. 1. Схема блока питания переменного тока

Блок питания представляет собой однокаскадный преобразователь напряжения на основе блокинг-генератора [5]. Фазовый сдвиг для обеспечения условий работы блокинг-генератора создается определенным включением обмоток трансформатора Т 1. В качестве трансформатора используется телевизионный строчный трансформатор ТВС 110ЛА со штатной высоковольтной обмоткой (III). Обмотка I содержит 2 витка, обмотка обратной связи II содержит 6 витков провода диаметром 1мм. Резистивный делитель в базовой цепи транзистора служит для создания начального смещения. Электролитический конденсатор большой емкости С1 сглаживает пульсации напряжения во время работы преобразователя, а также облегчает его запуск.

На выходе преобразователя формируется переменное напряжение с максимальной амплитудой около 2кВ и частотой порядка 40кГц. Форма импульсов приближается к синусоидальной. Для питания преобразователя можно использовать нестабилизированный блок питания с выходным напряжением 12В и током не менее 2А, либо соответствующую аккумуляторную батарею. Массогабаритные характеристики предлагаемого блока не превышают значения для блока питания лазера ЛГН-118-2В.

В результате применения такого способа питания He-Ne лазера мы получаем промодулированное, практически на 100%, излучение, не вводя в экспериментальную установку дополнительные устройства. Вполне естественно, что при этом наблюдается потеря мощности излучения, которая может достигать до 40%. Описанный выше блок питания был опробован на серийных гелий-неоновых лазерах типа ЛГН-208А, ЛГН-208Б, ЛГН-118-2В.

Полезным в практическом применении можно считать и тот факт, что использование переменного тока позволяет возбуждать разряд в газовых активных элементах, которые не использовались продолжительное время и которые невозможно запустить от типового блока питания постоянного тока. Облегченный запуск разряда наблюдался как для коротких (около 25-30 см), так и для более длинных (100-150 см) активных элементов.

Наиболее важной, на наш взгляд, особенностью предлагаемого блока питания является состояние поляризации, получаемого с его помощью излучения. Как известно, лазеры типа ЛГН-208А, ЛГН-208Б, выполненные с использованием газоразрядных трубок с нормальными окнами и с неснимаемыми и нерегулируемыми зеркалами, получили название лазеров с внутренними зеркалами. Из-за отсутствия в их резонаторе анизотропных элементов по поляризации излучение их считается неполяризованным. Однако на практике в резонаторе всегда имеются малые анизотропии, например, из-за наличия оптических неоднородностей в активной среде, механических напряжений в зеркалах и их подложках и т. д., что с учетом многопроходности излучения между зеркалами приводит, по крайней мере, к частичной поляризации выходного излучения. В ряде работ, например в [6], [7], сообщается, что излучение двухчастотных лазеров (типа ЛГН-208А, ЛГН-208Б) с блоками питания постоянного тока состоит из двух продольных мод с ортогональной поляризацией. Но следует отметить, что в некоторых случаях необходимо иметь источник лазерного излучения, не содержащий поляризованных компонент или устранить поляризованные компоненты в ходе экспериментальных исследований.

В первых экспериментах с блоком питания переменного тока было замечено, что не наблюдается линейная поляризация продольных мод лазера ЛГН-208А.

Для изучения состояния поляризации излучения лазера со стандартным и с разработанным нами источником питания лазера была использована экспериментальная установка, приведенная на рис. 2.

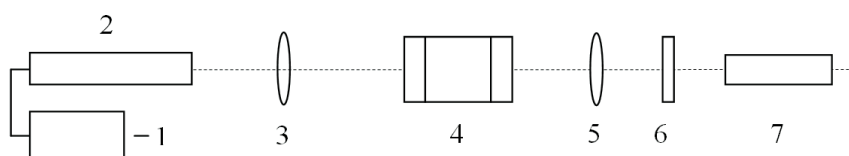


Рис. 2. Схема экспериментальной установки I:

1 — блок питания; 2 — He-Ne лазер; 3, 5 — линза;

4 — интерферометр Фабри-Перо; 6 — анализатор; 7 — зрительная трубка

Если лазер работал с блоком питания постоянного тока, то при последовательных поворотах анализатора на 90 градусов в интерференционной картине интерферометра Фабри-Перо исчезали то одна, то другая моды излучения, поскольку они имеют различные линейные поляризации. При использовании лазера с блоком питания переменного тока интерференционная картина не реагировала на повороты анализатора. Это дает основание считать, что излучение обеих мод не является линейно поляризованным.

Для более надежного определения состояния поляризации наблюдаемых продольных мод излучение пропускать через призму Волластона и наблю-

далось в двух каналах с помощью интерферометров Фабри-Перо с базой 30 мм. Оптическая схема этого эксперимента показана на рис 3. В этом случае также исследовалось излучение лазера ЛГН-208А с питанием от блоков постоянного и переменного тока.

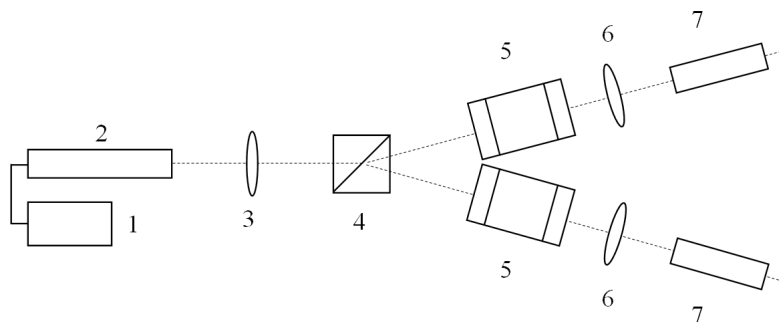


Рис. 3. Схема экспериментальной установки II:
1 — блок питания; 2 — He-Ne лазер; 3, 6 — линзы; 4 — призма Волластона;
5 — интерферометр Фабри-Перо; 7 — зрительная трубка

При использовании блока постоянного тока продольные моды излучения ЛГ-208А после прохождения призмы Волластона разделялись, и в зрительных трубках наблюдалось по одному кольцу в каждом порядке. В случае питания того же лазера переменным током в обоих каналах наблюдалось по две продольные моды (два кольца в каждом порядке), что подтверждает результаты, полученные на установке I. Отсутствие поляризации в модовом составе излучения, скорее всего, связано с тем, что при возбуждении разряда переменным током в резонаторе не успевает установиться стационарный режим генерации и связанное с ним состояние поляризации. Это подтверждается еще и тем фактом, что в случае использования постоянного тока, в момент перескока мод [7] при температурных изменениях резонатора в каждом канале наблюдалось по две моды.

В заключение можно отметить, что предложенная схема питания He-Ne лазеров позволяет при необходимости устанавливать лазеры и лазерные установки на подвижных средствах (автомобили, вертолеты и т.п.) и использовать их бортовое питание 12В [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Birnbaum G. Optical Masers. New York, 1964. 52 p.
2. Крылов К.И., Прокопенко В.Т., Тарлыков В.А. Основы лазерной техники. Л.: Машиностроение, 1990. 92 с.
3. Табарин В.А., Шадрин Г.А. Магнитооптическая модуляция излучения трехзеркального лазера. Сургут: Изд-во СурГУ, 1985. 12 с.
4. Табарин В.А., Демьянцева С.Д. Модуляция потерь резонатора ОКГ магнитооптической ячейкой (тезисы доклада) 4-я Всесоюзная конференция по физическим основам передачи информации лазерным излучением. Киев, 1976. 87 с.
5. Шустов М.А. Практическая схемотехника. Преобразователи напряжения. М.: Альтекс-А, 2002. 189 с.

6. Zhang, S., Holzappel, W. Orthogonal Polarization in Lasers: Physical Phenomena and Engineering Applications. Tsinghua University Press, 2013. 13 p.
7. Isknor, N.R.. Polarization and Hopping in a Gas Laser. Department of Physics, University of Waterloo, 1966. 34 p.
8. Гармонов А.А., Косицын В.Е., Кузнецов С.В., Монтанари С.Г. Вертолетный лазерный локатор утечек метана "Аэропоиск-3М" // Тезисы докладов 3-й междуна. конф. «Диагностика трубопроводов», Москва, 21-26 мая 2001. М., 2011. 332 с.

REFERENCES

1. Birnbaum, G. (1964) Optical Masers. New York.
2. Krylov, K.I., Prokopenko, V.T., Tarlykov, V.A. *Osnovy lazernoi tekhniki* [Basics of laser equipment]. Leningrad, 1990. 92 p. (in Russian).
3. Tabarin, V.A., Shadrin, G.A. *Magnitoopticheskaiia moduliatsiia izlucheniia trekhzerkal'nogo lazera* [Magnetic-optical modulation of three-mirror laser radiation]. Surgut, 1985. 12 p. (in Russian).
4. Tabarin, V.A, Dem'iantseva, S.D. Moduliatsiia poter' rezonatora OKG magnitoopticheskoi iacheikoi (teziy doklada) [Modulation of the laser cavity losses by magneto-optical cell (abstracts)]. *4-ia Vsesoiuznaia konferentsiia po fizicheskim osnovam peredachi informatsii lazernym izlucheniem* [4th All-Union Conference on Physical Principles of Information Transmission by Laser Radiation]. Kiev, 1976. 87 p. (in Russian).
5. Shustov, M.A. *Prakticheskaiia skhemotekhnika. Preobrazovateli napriazheniia* [Practical circuit design. Voltage converters]. Moscow, 2002. 189 p. (in Russian).
6. Zhang, S., Holzappel, W. Orthogonal Polarization in Lasers: Physical Phenomena and Engineering Applications. Tsinghua University Press, 2013. 13 p.
7. Isknor, N.R.. Polarization and Hopping in a Gas Laser. Department of Physics, University of Waterloo, 1966. 34 p.
8. Garmonov, A.A., Kositsyn, V.E., Kuznetsov, S.V., Montanari S.G. *Vertoletnyi lazernyi lokator utechek metana "Aeropoisk-3M"* [Aeropoisk-3M helicopter laser locator of methane leakages. In Diagnostics of Pipelines 3d International Conference]. Moscow, 2001. 332 p. (in Russian).

Авторы публикации

Дубов Владимир Петрович — доцент кафедры радиофизики Института физики и химии Тюменского государственного университета, кандидат физико-математических наук

Потоцкий Антон Юрьевич — аспирант кафедры радиофизики Института физики и химии Тюменского государственного университета

Табарин Валерий Андреевич — профессор кафедры радиофизики Института физики и химии Тюменского государственного университета, доктор физико-математических наук

Authors of the publication

Vladimir P. Dubov — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Department of Radio Physics, Institute of Physics and Chemistry, Tyumen State University

Anton Yu. Pototsky — Post-graduate student, Department of Radio Physics, Institute of Physics and Chemistry, Tyumen State University

Valery A. Tabarin — Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Institute of Physics and Chemistry, Department of Radio Physics, Tyumen State University