

**Эффективность дифракционных решеток
на основе жидких кристаллов***Д. Д. Барма, А. Р. Гейвандов, Д. Г. Денисов*

Методом голографии на тонком слое дихроичного ориентирующего красителя были записаны дифракционные решетки, собраны и исследованы жидкокристаллические ячейки для получения электрически-управляемой дифракции в видимом диапазоне. При помощи программного обеспечения для моделирования электрооптических эффектов была рассчитана дифракционная эффективность (ДЭ) фазовой решетки на основе жидкого кристалла (ЖК) в зависимости от амплитуды напряжения на электродах и оценено изменение ДЭ в зависимости от толщины ячейки, двулучепреломления ЖК-материала и длины волны излучения. Экспериментальные результаты качественно совпали с результатами расчета. В случае фазовой решетки, сформированной в объеме ЖК-ячейки ДЭ в 1-м порядке достигала ~16 % на длине волны 532 нм. Установлено, что ДЭ уменьшается с увеличением длины волны.

Ключевые слова: дифракция, жидкий кристалл, дифракционная решетка, дифракционная эффективность, фазовая решетка.

DOI: 10.51368/2307-4469-2021-9-2-144-152

Барма Дарья Денисовна¹, студент.

E-mail: dashabarma@mail.ru

Гейвандов Артур Рубенович², с.н.с., к.ф.-м.н.

E-mail: ageivandov@yandex.ru

Денисов Дмитрий Геннадьевич¹, доцент, к.т.н.

E-mail: denisov_dg@mail.ru

¹ МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская, 5.

² Институт кристаллографии им. А. В. Шубникова

ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

Россия, 119333, Москва, Ленинский просп., 59.

Статья поступила в редакцию 26 марта 2021 г.

© Барма Д. Д., Гейвандов А. Р., Денисов Д. Г.,
2021_

*Работа выполнена при поддержке
Министерства науки и высшего образования
в рамках выполнения работ
по Государственному заданию ФНИЦ
«Кристаллография и фотоника» РАН.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики / Пер. с англ. – М.: Изд. «Наука», 1973.
2. Соколова Е. А. «Дифракционные решетки нового поколения. Их теория, изготовление и применение в спектральных приборах», диссертация на соискание степени д.т.н. – С.-Петербург, 2000.
3. Знаменский М. Ю., Лукашевич Я. К., Скочилов А. Ф., Федулова Н. А. // Оптический журнал. 2014. Т. 81. № 3. С. 51.
4. Crawford G. P., Eakin J. N., Radcliffe M. D., Callan-Jones A., Pelcovits R. A. // J. of Appl. Phys. 2005. Vol. 98. P. 123102.
5. Gao K., McGinty C., Payson H., Berry S., Vornehm J., Finnemeyer V., Roberts B., Bos P. // Optics Express. 2017. Vol. 25. № 6. P. 6283.
6. Tien C.-L., Lin R.-J., Su S.-H., Horng C.-T. // Advances in Condensed Matter Phys. 2018. Article ID 7849529. DOI: 10.1155/2018/7849529.
7. Seldomridge N. L., Shaw J. A., Repasky K. S. //

- Optical Engineering. 2006. Vol. 45. P. 106202. DOI: 10.1117/1.2358636
8. Соломатин А. С. // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-Математика. 2016. № 3. С. 37.
9. Ye M., Wang B., Takahashi T., Sato S. // Optical Review. 2007. Vol. 14. P. 173. DOI: 10.1007/s10043-007-0173-3.
10. Gao K., Cheng H.-H., Bhowmik A. K., Bos P. J. // Opt. Express. 2015. Vol. 23. P. 26086. DOI: 10.1364/OE.23.026086
11. Lee Y. H., Tan G., Weng Y., Wu S.-T. // SID Symp. Digest of Technical Papers. 2017. P. 1061. DOI: 10.1002/sdtp.11822
12. Петрова С. С., Шавердова В. Г. // Журнал технической физики. 2007. Т. 77. Вып. 5. С. 65.
13. Palto S. P. // Crystallography Rep. 2004. Vol. 48. P. 124.
14. Палто С. П. // ЖЭТФ. 2001. Т. 119. Вып. 4. С. 638.
15. Li J., Wen C. H., Gauza S., Lu R., Wu S.-T. // J. Disp. Technol. 2005. Vol. 1. P. 51.
16. Pestov S., Vill V. Liquid Crystals in Springer Handbook of Materials Data 2018. P. 959–991.

PACS: 61.30.Gd; 78.15.+e; 42.25.Fx; 42.40.Eq

Efficiency of diffraction gratings based on liquid crystals

D. D. Barma¹, A. R. Geivandov², and D. G. Denisov¹

¹ Bauman Moscow State Technical University
5 2-nd Baumanskaya st., Moscow, 105005, Russia
E-mail: dashabarma@mail.ru

² Shubnikov Institute of Crystallography of Federal Scientific Research Centre
“Crystallography and Photonics” of Russian Academy of Sciences
59 Leninsky prospect, Moscow, 119333, Russia

Received March 26, 2021

We have recorded geometric-phase diffraction grating using the method of holography on a thin layer of dichroic dye. A transmission liquid crystal cell has been assembled in order to obtain electrically-controlled diffraction in visible range. Also, using software for electrooptical effects modeling we have calculated the diffraction efficiency (DE) of the LC-based phase grating as a function of the voltage amplitude at the electrodes, estimated the DE variation as a function of LC cell thickness, LC material birefringence and the radiation wavelength. The experimental data qualitatively matched with calculation results. 1-st order DE of ~16 % (at 532 nm) has been obtained for single-sided phase grating LC. Furthermore, we have observed the decrease of DE with the increase of radiation wavelength.

Keywords: diffraction, liquid crystal, diffraction grating, diffraction efficiency, geometric-phase grating.

DOI: 10.51368/2307-4469-2021-9-2-144-152

REFERENCES

1. M. Born and E. Wolf, *Principles of optics* (Nauka, Moscow, 1973).
2. E. A. Sokolova. "Diffraction gratings of a new generation. Their theory, production and application in spectral devices", dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences, St. Petersburg, 2000.
3. M. Yu. Znamensky, Ya. K. Lukashevich, A. F. Skochilov, and N. A. Fedulova, *Optical journal* **81** (3), 51 (2014).
4. G. P. Crawford, J. N. Eakin, M. D. Radcliffe, and R. A. Pelcovits, *J. of Appl. Phys.* **98**, 123102 (2005).
5. K. Gao, C. McGinty, H. Payson, S. Berry, J. Vornehm, V. Finnemeyer, B. Roberts, and P. Bos, *Optics Express* **25** (6), 6283 (2017).
6. C.-L.Tien, R.-J. Lin, S.-H. Su, and C.-T. Horng, *Advances in Condensed Matter Phys.* (2018). Article ID 7849529. DOI: 10.1155/2018/7849529.
7. N. L. Seldomridge, J. A. Shaw, and K. S. Repasky, *Optical Engineering* **45**, 106202 (2006). DOI: 10.1117/1.2358636
8. A. S. Solomatin, *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Series: Physics-Mathematics*, No. 3, 37 (2016).
9. M. Ye, B. Wang, T. Takahashi, and S. Sato, *Optical Review* **14**, 173 (2007). DOI: 10.1007/s10043-007-0173-3.
10. K. Gao, H.-H. Cheng, A. K. Bhowmik, and P. J. Bos, *Opt. Express* **23**, 26086 (2015). DOI: 10.1364/OE.23.026086
11. Y. H. Lee, G. Tan, Y. Weng, and S.-T. Wu, *SID Symp. Digest of Technical Papers*, p. 1061 (2017). DOI: 10.1002/sdtp.11822
12. S. S. Petrova and V. G. Shaverdova, *Tech. Phys.* **77** (5), 65 (2007).
13. S. P. Palto, *Crystallography Rep.* **48**, 124 (2004).
14. S. P. Palto, *JETP* **92** (4), 552 (2001).
15. J. Li, C. H. Wen, S. Gauza, and S.-T. Wu, *J. Disp. Technol.* **1**, 51 (2005).
16. S. Pestov and V. Vill, *Liquid Crystals in Springer Handbook of Materials Data* 2018, p. 959–991.