

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСИИ СВЕТА В НЕМАТИЧЕСКОМ ЖИДКОМ КРИСТАЛЛЕ МВВА

А. В. Богомятков, В. Г. Гилев

Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
614990, Пермь, Букирева, 15

Дисперсия света – явление, обусловленное зависимостью абсолютного показателя преломления вещества  $n$  от частоты  $\nu$  или длины волны  $\lambda$  света. Вид дисперсии света, при которой показатель преломления среды увеличивается с увеличением частоты световых колебаний, называется нормальной дисперсией, в противном случае говорят об аномальной дисперсии.

В качестве количественной характеристики дисперсии света используются: средняя дисперсия, значение которой обычно оценивают по разности  $(n_F - n_C)$ , где  $n_F$  – показатель преломления для  $F$ -лучей (длина волны 486 нм),  $n_C$  – показатель преломления для  $C$ -лучей (длина волны 656 нм), и число Аббе – относительная безразмерная величина определяемая как

$$V_d = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C},$$

где  $n_D$  – показатель преломления  $D$ -лучей (длина волны 589 нм). Чем меньше число Аббе, тем больше дисперсия и хроматическая aberrация среды.

Отметим, что в известных экспериментальных работах [1–5] непосредственно измерялись показатель преломления обыкновенного луча и(или) величина двулучепреломления, равная  $\Delta n = n_o - n_e$ , а показатель преломления необыкновенного луча находился из этой разности. Зависимость разности показателей преломления ЖК от длины волны приведена в работе [6], но только для одного значения температуры.

Таким образом, несмотря на обилие экспериментальных исследований по изучению физических свойства МВВА, прямых измерений показателя преломления необыкновенного луча и дисперсии света фактически не проводилось.

В настоящей работе проведено экспериментальное исследование абсолютных значений показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей нематического жидкого кристалла МВВА в зависимости от температуры среды и длины световой волны. Рассчитаны дисперсионные кривые и показатели дисперсии.

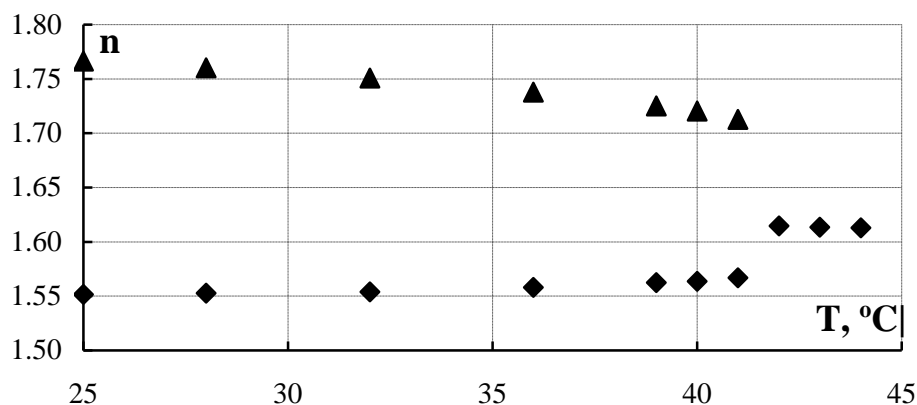
Объектом исследования в данной работе является нематический жидкий кристалл метоксибензилиден-бутиланилин  $C_{18}H_{21}N_1O_1$ (МВВА). Молекулы МВВА имеют вытянутую форму: в первом приближении эллипсоида вращения, что и позволяет этому веществу в определенном температурном интервале, проявлять жидкокристаллические свойства, в частности двулучепреломление.

Для измерения показателей преломления МВВА был использован много-

волновой рефрактометр типа Аббе DR-M4/1550 производства Atago Ltd (Япония). Такой рефрактометр позволяет проводить измерения до длины волны 1550 нм и снабжен высокопреломляющей измерительной призмой, позволяющей измерять показатели преломления до значений 1.92. Дополнительно рефрактометр был снабжен поляризационной насадкой на окуляр, что и позволило измерить как обыкновенный, так и необыкновенный показатели преломления.

Исследуемое вещество помещалось между измерительной и осветительной призмами. Обе призмы смонтированы так, что при складывании последних между ними остается свободное пространство около 0.1 мм. Термостатирование образцов осуществлялось с помощью струйного ультра-термостата типа VT-14. Температура образца контролировалась с помощью встроенного в рефрактометр датчика температур.

Типичные зависимости показателей преломления МВВА от температуры, измеренные для длины волны 589 нм, показаны на рис. 1.

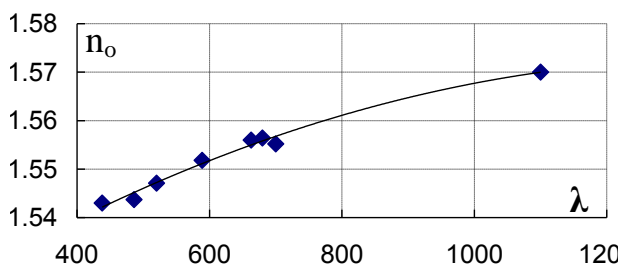


**Рис. 1.** Зависимость показателей преломления МВВА от температуры:

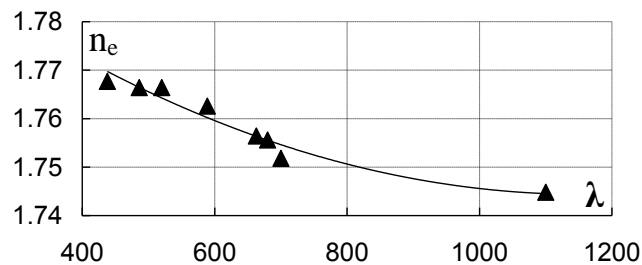
▲ –  $n_e$ , ◆ –  $n_o$ ,  $\lambda = 589$  нм

Как видно из рисунка, показатель преломления необыкновенного луча уменьшается с увеличением температуры, обыкновенного – увеличивается. Переход в изотропную фазу происходит при  $T_c \approx 42$  °C.

Типичные зависимости показателей преломления МВВА от длины волны показаны на рис. 2 и 3.



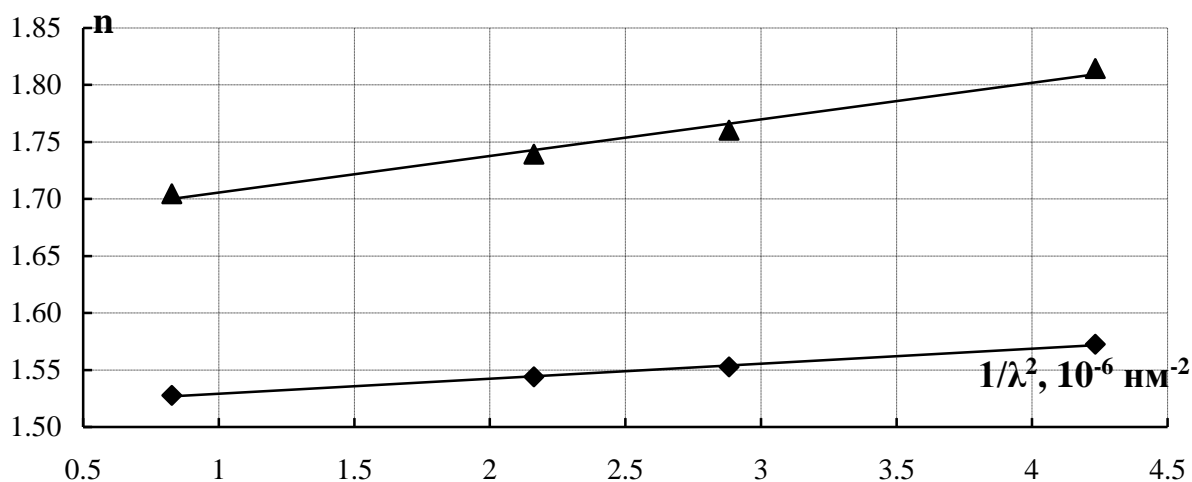
**Рис. 2.** Зависимость показателя преломления обыкновенного луча от длины волны.  $T = 24$  °C



**Рис. 3.** Зависимость показателя преломления обыкновенного луча от длины волны.  $T = 24$  °C

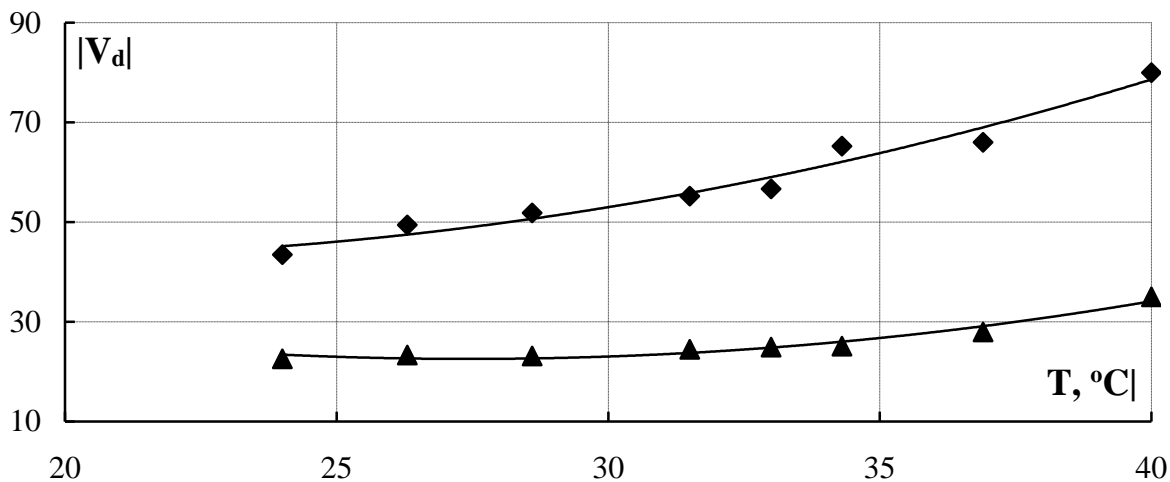
С увеличением длины волны  $n_o$  увеличивается, что соответствует аномальной дисперсии, а показатель преломления необыкновенного луча  $n_e$  уменьшается, что соответствует нормальной дисперсии.

Для анализа зависимости показателя преломления от длины волны используются так называемые эмпирические или полуэмпирические дисперсионные формулы. Из этих формул наиболее старая, но сохраняющая свое значение, – дисперсионная формула Коши:  $n = A + B/\lambda^2 + C/\lambda^4$ , где  $A$ ,  $B$ , и  $C$  – эмпирические константы, определяемые измерением  $n$  для минимум трех волн. Чаще при расчетах ограничиваются только двумя членами формулы Коши. Типичные дисперсионные кривые показаны на рис. 4.



**Рис. 4.** Дисперсионные кривые обыкновенного и необыкновенного показателей преломления МВВА: ▲ –  $n_e$ , ◆ –  $n_o$ ,  $\lambda = 680 \text{ нм}$ ,  $T = 28^\circ\text{C}$

Используя полученные результаты, можно вычислить относительную дисперсию МВВА и число Аббе. Относительная дисперсия для обыкновенного луча отрицательная, а для необыкновенного луча положительная. Результаты расчетов для модуля числа Аббе  $V_d$  показаны на рис. 5.



**Рис. 5.** Зависимость модуля числа Аббе  $V_d$  от МВВА от температуры: ▲ –  $n_e$ , ◆ –  $n_o$

В работе проведено экспериментальное исследование оптических свойств нематического жидкого кристалла MBVA в зависимости от температуры среды и длины световой волны.

Измерены абсолютные значения показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей. Найдено значение температуры перехода в изотропную фазу. Рассчитаны дисперсионные кривые.

Показано, что

- при повышении температуры показатель преломления обыкновенного луча увеличивается, а необыкновенного уменьшается;
- дисперсия необыкновенного показателя преломления носит нормальный характер. Дисперсия обыкновенного показателя преломления носит аномальный характер;
- относительная дисперсия для обыкновенного и необыкновенного лучей уменьшаются с ростом температуры;
- числа Аббе для обыкновенного и необыкновенного лучей с увеличением температуры в абсолютных значениях увеличиваются.

#### Список литературы

1. *Haller I., Huggins N. A., Freiser M. J.* On the measurement of indices of refraction of nematic liquids // *Molec. Cryst. Liq. Cryst.*. 1972. Vol. 16, N 1. P. 53–59.
2. *Haller I., Huggins N. A., Lilienthal H. R., McGuire T. R.* Order-related properties of some nematic liquids // *J. Phys. Chem.*. 1973. Vol. 77, N 7. P. 950–954.
3. *Chatelen P.* Determination du facteur d'orientation du monocristal liquide du der anisotrop-flussigen phase // *Asta Physicochimica*. 1942. Vol. 16, N 3–4. P. 132–147.
4. *Chatelen P., Germain M.* Indices des mélanges de paraazoxyanisole et de paraazoxyphenetole dans l'état nematique // *C. R. Acad. Sci. Paris*. 1967. T. 25. P. 127–130.
5. *Румянцев В. Г., Березин П. Д., Блинов Л. М., Компанец И. Н.* Ориентационный порядок и молекулярные параметры жидких кристаллов с положительной диэлектрической анизотропией // *Кристаллография*. 1973. Т. 18. Вып. 5. С. 1104–1106.
6. *Chang R.* The anisotropic refractive indices of MBVA // *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 1976. Vol. 34. P. 65–69.