

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЯЗКОСТИ НЕМАТИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА МББА

Д. О. ШУСТОВ, В. Г. ГИЛЕВ

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

Жидкие кристаллы (ЖК) – особое состояние некоторых органических веществ, в котором они обладают текучестью и свойством образовывать пространственные структуры, подобные кристаллическим. Течение жидкого кристалла характеризуется тремя векторами: директором \mathbf{n} жидкого кристалла, вектором скорости \mathbf{v} и градиентом скорости $\text{grad } \mathbf{v}$. Соответственно есть три основные геометрии при измерении анизотропных коэффициентов вязкости ЖК при его течении между двумя плоскостями [1]: $\mathbf{n} \parallel \text{grad } \mathbf{v} \perp \mathbf{v}$ – в этом случае получают значение коэффициента вязкости η_1 ; $\mathbf{n} \parallel \mathbf{v} \perp \text{grad } \mathbf{v}$ – соответственно измеряется η_2 и $\mathbf{n} \perp \mathbf{v} \perp \text{grad } \mathbf{v}$ – измеряется коэффициент вязкости η_3 . Для реализации 1 и 3 случаев обычно применяют внешнее магнитное поле. Случай 2 можно реализовать, используя ориентацию молекул потоком.

Целью данной работы является экспериментальное исследование температурной зависимости анизотропных коэффициентов вязкости нематического жидкого кристалла МББА.

Объект исследования. В качестве объекта исследования использовался нематический жидкий кристалл МББА(N - (4-метоксибензилиден)-4-бутиланилин). Химическая формула: $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}$. Молярная масса: 267.37 г моль⁻¹.

Приборы и методы измерений. Исследования реологических свойств проводились на ротационном реометре Physica MCR 501 австрийской фирмы Anton Paar. Для определения двух коэффициентов вязкости η_2 и η_3 использовалась система «конус-плита». Диаметр конуса: $d = 49.976$ мм, угол $\alpha = 1.001^\circ$. Использование такой геометрии обеспечивает однородность градиента скорости сдвигового потока. Третий коэффициент вязкости η_1 измерялся методом малых колебаний с амплитудой в 1 угловой градус в геометрии «плита-плита» с использованием специальной магнитореологической насадки, позволяющей ориентировать молекулы ЖК перпендикулярно потоку. При таком типе испытания образца, деформация сохраняется постоянной, не нарушающей заданную ориентацию частиц. Для поддержания постоянной температуры использовалось специальное температурное устройство H-PTD 200 на основе эф-

фекта Пельтье.

Результаты измерений. Типичная зависимость эффективной вязкости η_2 от величины касательных напряжений показана на рис.1.

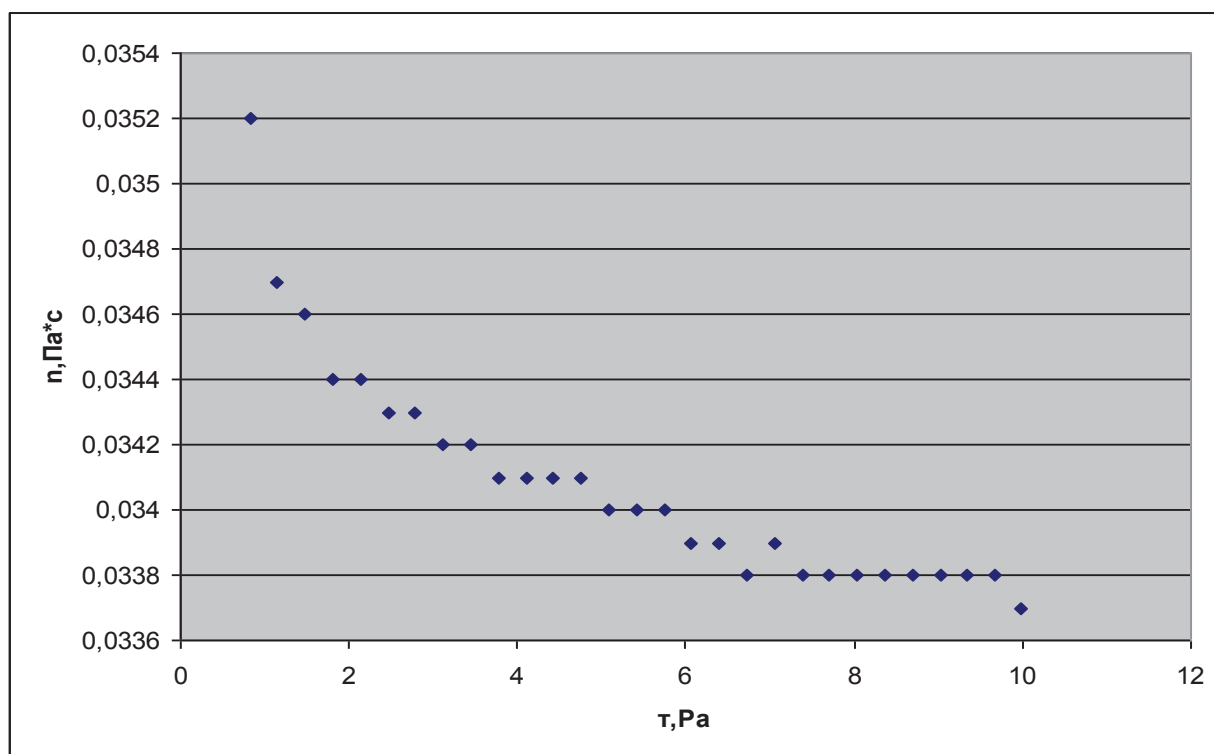


Рис.1. Зависимость вязкости образца от напряжения сдвига при температуре $T=25^{\circ}\text{C}$

Как видно из графика, эффективная вязкость ЖК в зависимости от напряжения сдвига изменяется нелинейно, но выходит на постоянное значение при значении напряжения сдвига около 7 Па. Это позволяет утверждать, что при напряжениях сдвига больше 7 Па молекулы образца ориентировались вдоль направления скорости потока, и значение вязкости, измеренное при больших градиентах скорости, будет соответствовать второй вязкости η_2 .

Аналогичные измерения были выполнены в широком температурном интервале, включая жидкокристаллическую и изотропную фазы образца. Сводные результаты измерений показаны на рис. 2.

По измеренным значениям вязкости ЖК в изотропной фазе было получено аппроксимирующее уравнение: $\eta_{\text{и}} = 0.098 e^{-0.038 T}$, где T – температура образца.

Значения вязкости, вычисленное по этому уравнению, и продолженное в область жидкокристаллической фазы, согласно [2] следует трактовать как η_3 .

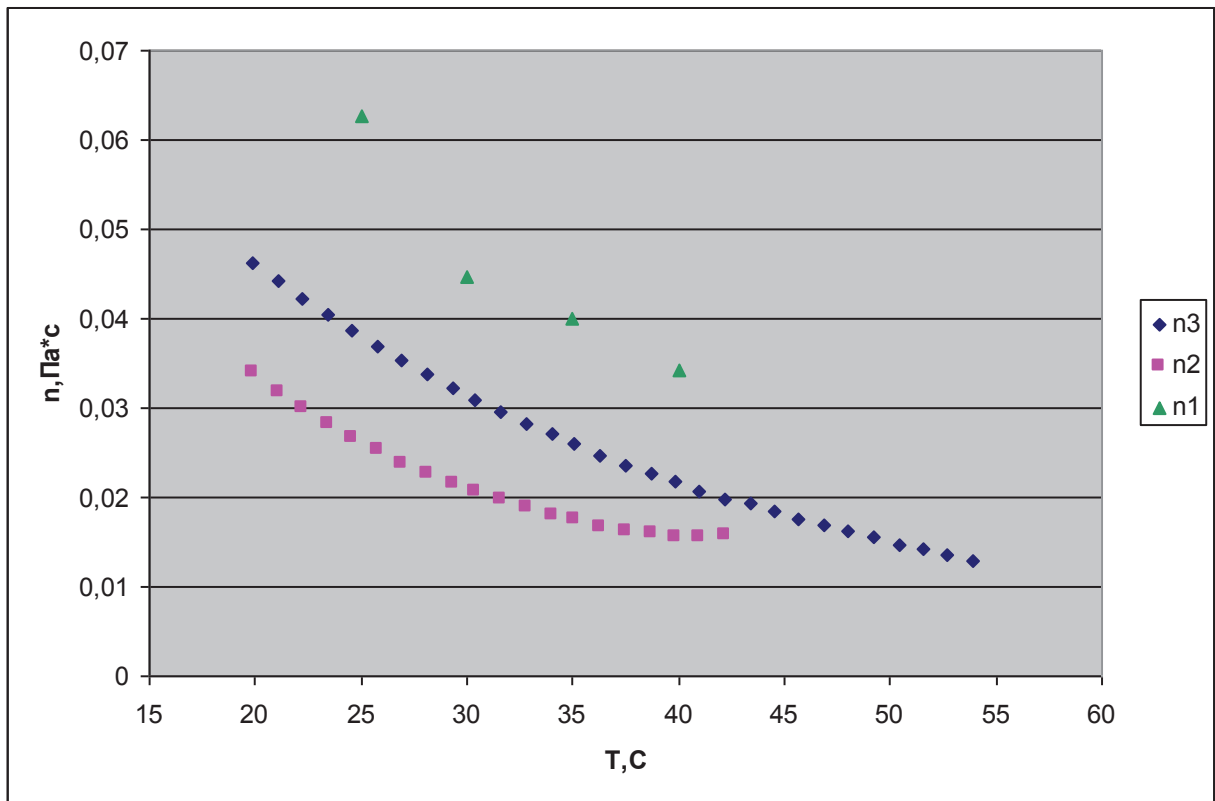


Рис.10. Зависимость анизотропных коэффициентов вязкости от температуры

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Gahwiller Ch.* Direct Determination of the five independent viscosity coefficients of Nematic Liquid Crystals//Molecular Crystals Liquid Crystals. 1969. V. 20, P. 301–318.
2. *Miesowicz M.* The Three Coefficients of Viscosity of Anisotropic Liquids // Nature, 1946, V. 158, P. 27–34.