

З.М. Микитюк¹, А.В. Фечан¹, О.Є. Сушинський¹, В.В. Гураль¹, В.Є. Дмитрах²¹ Національний університет "Львівська політехніка"² Національний медичний університет ім. Данила Галицького**ІНДУКОВАНІ ХОЛЕСТЕРИКИ, ПАРАМЕТРИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ**

© Микитюк З.М., Фечан А.В., Сушинський О.Є., Гураль В.В., Дмитрах В.Є., 2006

Досліджено залежність закручувальної здатності індукованих холестеринів від величини структурної впорядкованості нематичної матриці. Запропоновано модель, яка адекватно описує утворення надмолекулярної спіральної структури для випадку багатокомпонентних немато-холестеринних сумішей. Встановлено вплив типу хіральної домішки на надмолекулярну спіральну структуру індукованого холестерика.

The dependences of twisting ability of induced cholesterics from the value of structural ordering of nematic matrix are investigated. The model, witch sufficiently describes the creation process of permolecular structure for the case multi-component nemato-cholesteric mixtures are proposed. The influence of the chiral dopant type to the permolecular spiral structure of induced cholesteric is determinate.

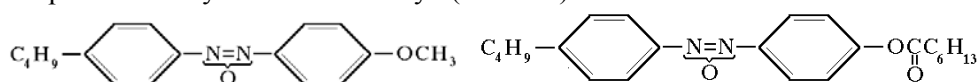
Відомо, що введення хіральної молекули (молекули холестерика чи немезогенної оптично-активної домішки) в нематичну матрицю призводить до утворення надмолекулярної спіральної структури з періодом Р (крок спіралі). Такі рідкокристалічні системи отримали назву індуковані холестерики.

Дослідження фізичних властивостей систем з індукованою спіральною структурою є перспективним напрямком досліджень у зв'язку з їх широким використанням в пристроях оброблення, передавання та відображення оптичної інформації. Особливо перспективними для промислового застосування, безумовно, є саме індуковані холестерики, оскільки широкий спектр вихідних компонент та оптимізація їх процентного співвідношення дає змогу створювати матеріали з наперед заданими електрооптичними властивостями. Ця робота присвячена дослідженню кроку надмолекулярної спіральної структури індукованих холестеринів.

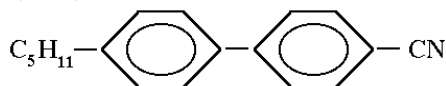
Об'єкти та методика досліджень

Об'єктами досліджень були обрані ситеми на базі таких нематичних рідких кристалів:

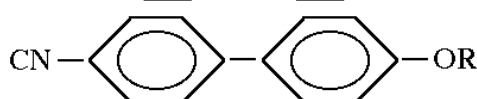
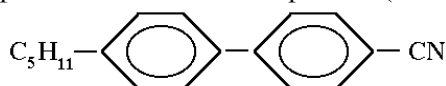
– Промислова суміш азоксисполук (ЖК-440)



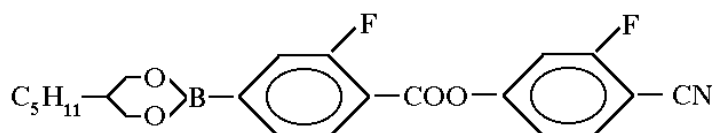
– 4-п-пентил-4'-цианобіфеніл (5ЦБ)



– промислова суміш ціанобіфенілів та оксиданобіфенілів (СЖК-1)



– борксан (БН)



Деякі фізичні параметри вихідних нематичних матеріалів та дослідних нематичних матриць наведені в таблиці. Вибір нематичних матеріалів зумовлений необхідністю забезпечення широкого діапазону величини діелектричної анізотропії та ступеня структурної впорядкованості дослідних нематичних матриць.

Для створення надмолекулярної спіральної структури використовували ефіри холестерину одноосновних карбонових кислот (пропіонат, бутірат, капрілат, ундецилат, мірістат та стеарат) в концентраціях до 2 ваг. %.

Величина кроку надмолекулярної спіральної структури визначалась методом клину Кано в комірках з товщиною шару рідкого кристала 50 та 100 мкм. Закручувальна здатність (β , 1/м(ваг.%)) хіральної домішки в нематичній матриці визначалась як кут нахилу залежності величини оберненого кроку до концентрації хіральної домішки в нематичній матриці:

$$1/P_0 = \beta c. \quad (1)$$

Результати експериментальних досліджень обробляли методом нелінійної апроксимації. Величину структурної впорядкованості рідкокристалічних матеріалів досліджували методом малокутового рентгенівського розсіювання.

Експеримент

Метою наших досліджень було встановити вплив типу хіральної домішки та величини структурної впорядкованості нематичної матриці на надмолекулярну спіральну структуру індукованого холестерика.

Фізичні параметри вихідних нематичних матеріалів та дослідних нематичних матриць

Назва	Вміст	Температура плавлення (К)	Температура переходу в ізотроп (К)	Діелектрична анізотропія
Вихідні суміші				
Суміш азоксисполук (ЖК-440)		< 278	347	-0,4
4-п-пентил-4'-цианобіфеніл (5ЦБ)		295	308,3	+13,1
суміш цианобіфенілів та оксидцианобіфенілів (СЖК-1)		263	328	+14
бороксан (БН)		336	421	+60
Синтезовані суміші				
S - 1	20% 5ЦБ+80% ЖК440	<280	338	+2,6
S - 2	40% 5ЦБ+60% ЖК440	<290	333	+5,2
S - 3	60% 5ЦБ+40% ЖК440	<290	327	+6,8
S - 4	80% 5ЦБ+20% ЖК440	<290	318	+9,6
B - 0	5% БН + 95% СЖК-1	<273	333	+14,5
B - 1	10% БН + 90% СЖК-1	<273	338	+15,3
B - 2	17% БН + 83% СЖК-1	<273	340	+17,7

Результати досліджень закручувальної (β) здатності ефірів холестерину зображені на рис. 1, 2.

Як видно з залежностей для сумішей сильно та слабо полярних нематиків (рис. 1) величина β зменшується з зростанням концентрації сильно полярної компоненти в нематичній матриці та зростанням порядкового номера гомолога в ряду ефірів холестерину.

Для сумішей сильно та аномально сильно полярних нематиків (рис. 2) спостерігається зростання величини β з ростом концентрації аномально сильно полярного нематика бороксан. Залежність закручувальної здатності від порядкового номера гомолога ефіру холестерину у разі збереження загальної тенденції зменшення має стрибкоподібний характер.

Таким способом отримані результати дають змогу запропонувати таку фізичну модель.

Під час утворення надмолекулярної спіральної структури індукованого холестерика вирішальне значення має не стільки хіральність молекули домішки, скільки властивості та геометрія надмолекулярного асоціату (комплексу) утвореного хіральною молекулою та ахіральними молекулами нематичної матриці, що її оточують [1,2]. Одним з підтверджень такого висновку може бути так зване явище деспіралізації. Суть цього явища полягає в тому, що закручувальна здатність гомологів ефірів холестерину зменшується з зростанням порядкового номера гомолога в ряді, при одночасному зменшенні значення власного кроку спіралі ефіру. З іншого боку деформація поля директора навколо хірального асоціату передається молекулами нематичної матриці (механізм трансляції). Оскільки при малих (до 2 ваг.%) концентраціях хіральної домішки безпосередній контакт двох хіральних молекул не можливий. Величина кроку надмолекулярної спіральної структури визначається сумарним впливом обох зазначених вище факторів. Величина структурної впорядкованості нематичної матриці має безпосередній вплив на зазначені вище фактори.

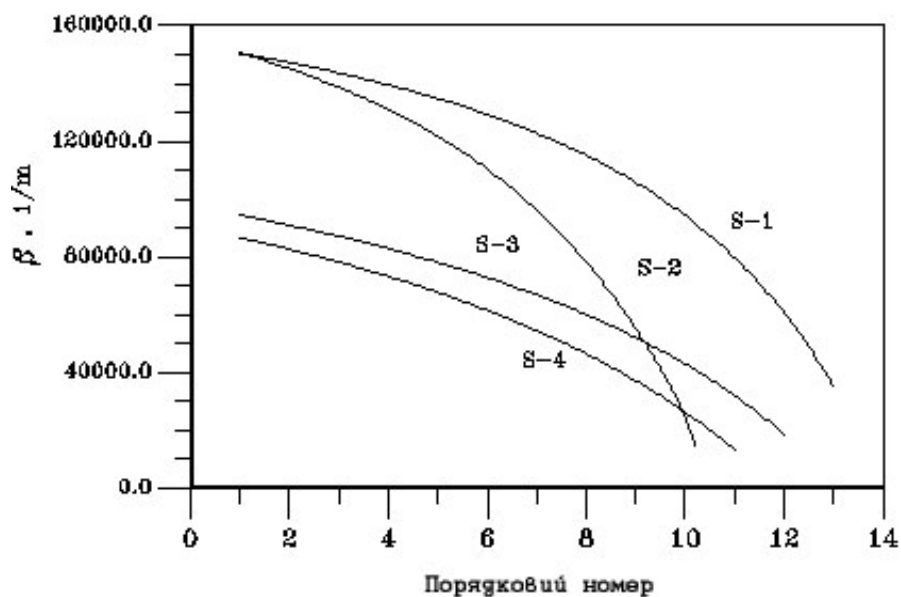


Рис. 1. Залежність закручувальної здатності ефірів холестерину від порядкового номера в гомологічному ряді (матриця – суміш сильно та слабо полярних нематиків)

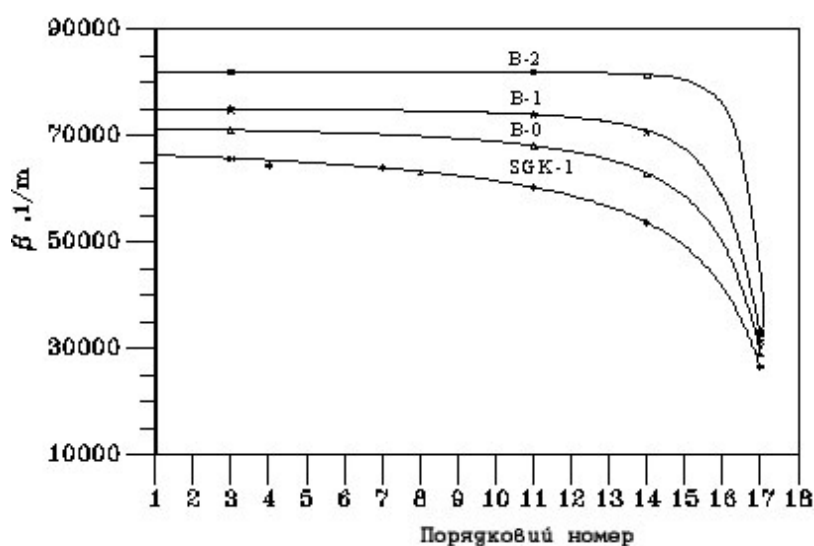


Рис. 2. Залежність закручувальної здатності ефірів холестерину від порядкового номера в гомологічному ряді (матриця – суміш сильно полярних нематиків)

Для систем на базі сумішей сильно та слабо полярних нематиків (рис. 1) спостерігається зростання ступеня структурної впорядкованості нематичної матриці з зростанням концентрації сильно полярної компоненти (5ЦБ). Зростання структурної впорядкованості приводить, з одного боку, до зменшення величини початкової деформації поля директора, а з іншого, до покращання трансляції спотворень поля директора молекулами нематичної матриці. Причому фактор зменшення величини початкової деформації для цієї системи є переважаючим, що і спричиняє зменшення закручувальної здатності хіральної домішки зі зростанням концентрації сильно полярної компоненти нематичної матриці.

Для систем на базі сумішей сильно полярних нематиків спостерігається незначне зростання величини β з зростанням концентрації аномально сильнополярної компоненти бороксан. Для цієї системи вирішальним фактором є зростання впливу фактора трансляції на фоні практично незмінної величини початкової деформації навколо хірального асоціата.

Висновки

Для всіх досліджених сумішей спостерігається загальна тенденція зменшення величини закручувальної здатності з зростанням величини структурної впорядкованості нематичної матриці.

Для всіх досліджених сумішей спостерігається зменшення величини закручувальної здатності ефірів холестерину з зростанням порядкового номера ефіру в гомологічному ряді, зумовлене збільшенням величини розміру хірального асоціату.

Запропонована модель адекватно описує процес утворення надмолекулярної спіральної структури для випадку багатокомпонентних немато-холестериних сумішей.

1. Толмачев А.В., Лисецкий Л.Н., Кутуля Л.А. *Физические основы спирального закручивания холестерической мезофазы* // *Обз. Информация НИИТЭХИМ. Монокристаллы и особо чистые вещества.* – М., 1987. – 65 с.

2. Белоцкий Е.Д. *Новый тип взаимодействия макротел, внедренных в жидкий кристалл.* // *УФЖ.* – 1984. – Т. 29. – С. 302–303.

3. Z.Mikityuk, O.Nevmerzhiiska, A.Murakhevich, A.Fechan. *Fluctuation smectic modes in cholesterics with induced helical structure.* // *Functional Materials*, 2, N3. – P. 377–380 (1995).