

## РЕВЕРСИВНЕ ФОТОПЕРЕСТРОЮВАННЯ ЧАСТОТИ ЛАЗЕРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В ДОМІШКОВОМУ ХОЛЕСТЕРИЧНОМУ РІДКОМУ КРИСТАЛІ

І.П. ІЛЬЧИШИН,<sup>1</sup> Л.М. ЛИСЕЦЬКИЙ,<sup>2</sup> Т.В. МИКИТЮК,<sup>1</sup> М.І. СЕРБИНА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут фізики НАН України

(Просп. Науки, 46, Київ 03680; e-mail: [iclas@iop.kiev.ua](mailto:iclas@iop.kiev.ua))

<sup>2</sup>Інститут сцинтиляційних матеріалів НТК "Інститут монокристалів" НАН України

(Просп. Леніна, 60, Харків 61001)

УДК 535.2:530.182:621.372.8  
© 2011

Реалізовано новий метод фотоперестроювання частоти генерації домішкових холестеричних рідких кристалів (ХРК), утворених на основі сумішей азокси-нематика ЖК-440 і похідних холестерину, шляхом зміни їх кроку спіралі при опроміненні світлом різної довжини хвилі. Встановлено, що для більшості генеруючих барвників у таких матеріалах різко падає квантовий вихід флуоресценції при вагових концентраціях 0,3–0,5%, що перешкоджає отриманню в них лазерної генерації. Віднайдено барвник пірометенового класу, в якого при вищенаведених концентраціях квантовий вихід флуоресценції становить більше 50%. Отримано лазерну генерацію в ХРК на основі азокси-нематика ЖК-440 і реалізовано реверсивне фотоперестроювання на 30 нм в короткохвильовий бік і на 20 нм – у довгохвильовий.

### 1. Вступ

Холестеричні рідкі кристали (ХРК) зі спіральною періодичною структурою здатні розчиняти лазерні органічні барвники, утворюючи в сукупності активне середовище перестроюваних по частоті лазерів. Поєднання ХРК і органічних барвників в одному середовищі дозволяє створювати в таких структурах мікролазери з розподіленим зворотним зв'язком (РЗЗ) [1, 2]. Зворотний зв'язок у такому середовищі здійснюється за рахунок бреггівського розсіювання та підсилення випромінювання барвника на спіральній періодичній структурі. Вказана особливість надає перспективу РЗЗ – лазером на основі домішкових ХРК для створення систем відображення інформації підвищеної яскравості, оскільки відсутність дзеркального резонатора дозволяє виготовляти активне середовище такого лазера у вигляді поверхні довільної площі і кривизни.

Перспектива застосування таких лазерів у новітніх системах відображення інформації стимулювала початок їх активних досліджень в багатьох наукових центрах, в основному з використанням нових ХРК-

матеріалів, більш технологічних, ніж в'язкі похідні холестерину, на яких лазерну генерацію було вперше отримано [3–6].

Основним методом перестроювання частоти генерації в РЗЗ-лазері на основі ХРК залишається температурна зміна кроку спіралі [1, 2]. Інерційність перестроювання і необхідність термостабілізації ХРК утруднює широке практичне застосування такого лазера. Тому пошук нових, більш оперативних способів перестроювання частоти генерації лазерів на рідких кристалах є актуальною проблемою.

Як відомо, в деяких типах індукованих ХРК на основі нематичних рідких кристалів (НРК) із закручуючими хіральною домішками (ХД) під дією ультрафіолетового опромінення відбувається зміна конформацій молекул цих домішок і, відповідно, зміна їх закручуючої здатності. ХРК такого типу, які утворені за допомогою немезогенних ХД, завдяки наявності в них різних фотоізомерних форм молекул і легкості їх фотоізомеризації [7, 8], дозволяють змінювати крок спіралі при фотозбудженні певних стереоізомерних форм молекул.

Раніше ефект зміни закручуючої здатності молекул домішки при переході із транс- у цис-конформацію, який супроводжується зміною кроку спіралі, було використано для цілей голографічного запису [8], а також для управління частотою РЗЗ-лазера на основі ХРК [9–12]. Внаслідок близькості максимумів поглинання транс- і цис-конформацій використаної ХД [11, 12] в такому методі фотоперестроювання частоти не було можливості селективного світлового опромінення окремих конформацій молекули і регулювання їх складу в зоні опромінення. Тому процес перестроювання відбувається в односторонньому порядку зі збільшенням складу цис-конформації при опромінуванні, зменшенням закручуючої здатності добавки і плавним зсувом лінії генерації в довгохвильовий бік. Реверсування, тобто повернення до висхідного скла-

ду стереоізомерів, відбувається спонтанно протягом 17–20 годин і практично не залежить від зовнішніх факторів (температура, електричне поле тощо) [12].

Останнім часом [13, 14] запропоновано нові шляхи реалізації керованого реверсивного фотоперестроювання кроку спіралі в ХРК. Для цього в [13, 14] пропонується використовувати нематика на основі азокси-сполук (азокси-нематика), в яких смуги поглинання стереоізомерів розташовані таким чином, що при опроміненні світлом з довжиною хвилі більше 410 нм, відбувається селективне опромінення тільки одної цис-конформації. Таке розташування смуг поглинання дає можливість їх селективного збудження і реверсування напрямку перестроювання частоти лазерної генерації.

Однак виявилось, що в азокси-нематиках генеруючі барвники при концентраціях на рівні десятих процента мають сильне концентраційне гасіння флуоресценції і їх квантовий вихід падає до одиниць процентів, що недостатньо для досягнення порога лазерної генерації [2]. На початку нашої роботи з цієї тематики в літературі не було відомостей про отримання лазерної генерації в таких матеріалах.

Тому метою роботи було дослідження спектроскопічних характеристик барвників різних класів у ХРК на основі азокси-нематика ЖК-440, вибір барвників з достатньо високим квантовим виходом флуоресценції, досягнення порога лазерної генерації та реалізації реверсивного перестроювання її частоти при опроміненні ХРК світлом з різними довжинами хвиль.

## 2. Експериментальна частина

Дослідження перестроювання частоти РЗЗ-лазера на основі індукованих ХРК при УФ-опроміненні за рахунок транс- цис-ізомеризації закручуючої нематичний рідкий кристал (НРК) домішки показало, що величина зсуву спектра лазерної генерації корелює з дозою УФ-опромінення і в діапазоні невеликих доз має лінійний характер [9, 11, 12]. Таке лінійне зміщення можна використати для контрольованого керування спектром генерації РЗЗ-лазера за умови, що буде знайдено спосіб для ефективного зворотного цис-транс-конформаційного перетворення молекул закручуючої домішки в індукованих ХРК. Одним із шляхів реалізації контрольованого управління може бути використання домішок із більшою різницею між максимумами поглинання обох фотоізомерних форм і регулювання співвідношення фотоізомерів в активній речовині РЗЗ-лазера їх селективним збудженням.

Для реалізації реверсивного фотоперестроювання використовувались ХРК-суміші, які становили ~75% нематика ЖК-440 і ~25% хіральної домішки мезогеного типу М5 (суміш ефірів холестерину: 30% холестерилформіату, 5% холестерилбутирату і 65% холестерилпеларгонату). ХРК активувались різними типами барвників (бензантроновими, феноленоновими, пірометеновими) при ваговій концентрації 0,2–0,3%. Максимум смуги селективного відбиття (СВ) вибирали поблизу максимуму флуоресценції барвника (у спектральній області поблизу 600 нм). Базовою сумішню при дослідженні температурних, спектральних характеристик і лазерної генерації була суміш ЖК-440 і М5 вищенаведеного складу. За необхідності підбору положення смуги СВ всередині контуру флуоресценції барвника склад М5 змінювали в межах 1–3%. Спектри поглинання (пропускання) планарних текстур, як чистих, так і домішкових ХРК, досліджувались на спектрофотометрах СФ-20 і "Hitachi"-330, спектри флуоресценції та їх квантовий вихід – на спектрометрі МРФ-4 "Hitachi".

Планарні текстури індукованих ХРК виготовляли за методикою натирання поверхні підкладок, які формують впорядкований шар рідкого кристала. Для дослідження пропускання і лазерної генерації у видимій області використовували кварцові підкладки покриті шаром поліімідного лаку (ПАК), натертим в одному напрямку. При дослідженні спектрів поглинання ХРК в УФ-області використовували підкладки з лейкосапфіру. Планарна текстура в цьому випадку формувалась при нанесенні шару полівінілового спирту (ПВС) шляхом занурення підкладки в його 0,1% водний розчин, висихання та натирання м'якою тканиною в одному напрямку.

Товщини шарів індукованих ХРК задавали фторопластовими прокладками і вибирали в межах від 3 до 30 мкм. Для УФ-опромінення ХРК використовували ртутну лампу низького тиску з повітряним охолодженням типу ДРК-120 із потужністю випромінювання 120 Вт і з стабілізованим розрядним струмом. Збудження РЗЗ-лазера на основі індукованих ХРК здійснювали випромінюванням другої гармоніки лазера на склі з  $\text{Nd}^{3+}$  ( $\lambda = 530$  нм) з пасивною модуляцією добротності, який працював в режимі поодиноких наносекундних імпульсів ( $\tau_i \approx 18$  нс). Спектри лазерної генерації домішкових ХРК реєстрували на спектрографі з дисперсією 0,6 нм/мм і відображали за допомогою веб-камери на моніторі комп'ютера.

Вплив УФ-опромінення на ХРК на основі азокси-нематиків досліджували спочатку по спектрах оптичного поглинання. На рис. 1 наведено спектри погли-

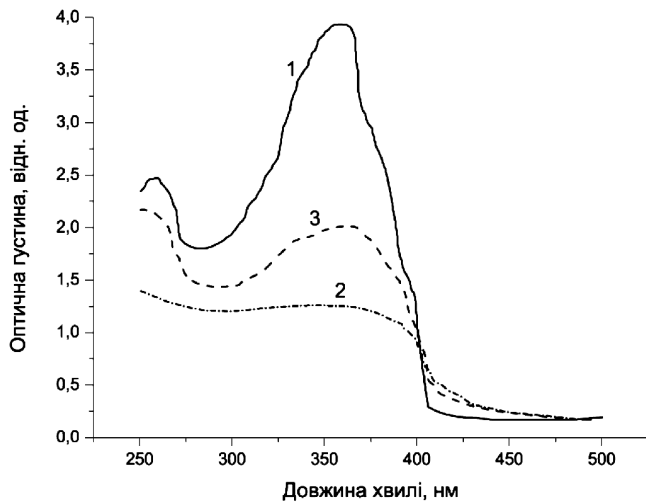


Рис. 1. Трансформація спектрів поглинання ЖК-суміші 27,6% М5 + 72,4% ЖК-440 при кімнатній температурі ( $T = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (крива 1), після УФ-опромінення (крива 2) і опромінення з використанням фільтра ЖС-10 ( $\lambda > 410\text{ нм}$ , крива 3). Товщина шару 3 мкм

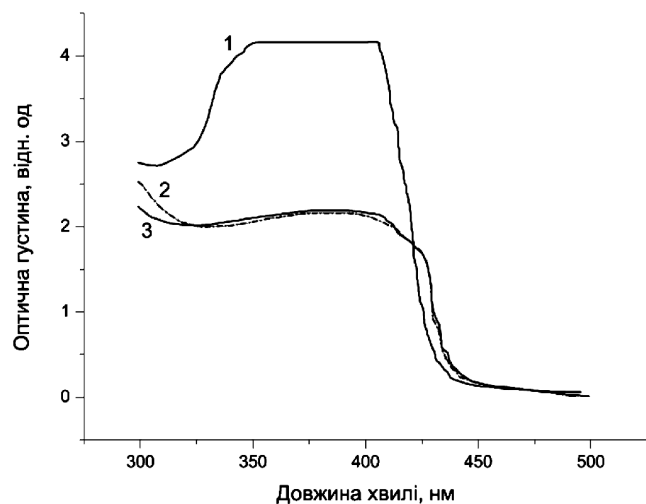


Рис. 2. Поглинання ЖК-суміші 27,6% М5 + 72,4% ЖК-440 в ізотропній фазі ( $T = 73\text{ }^{\circ}\text{C}$ , крива 1), після УФ-опромінення (крива 2) і опромінення з використанням фільтра ЖС-10 (крива 3). Товщина шару 3 мкм

нання тонкого (3 мкм) шару ХРК в рідкокристалічній фазі при температурі  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При УФ-опроміненні з інтенсивністю  $20\text{ мВт/см}^2$  і тривалістю 10 хв смуга поглинання ЖК-440 з максимумом в інтервалі 360 нм (крива 2) зменшується по інтенсивності у порівнянні з цією ж смугою до опромінення (рис. 1, крива 1), що свідчить про перехід із транс-ізомера (транс-форми) в цис. При УФ-опроміненні протягом 25 хв через фільтр ЖС-10, який відсікає світло з  $\lambda < 410$

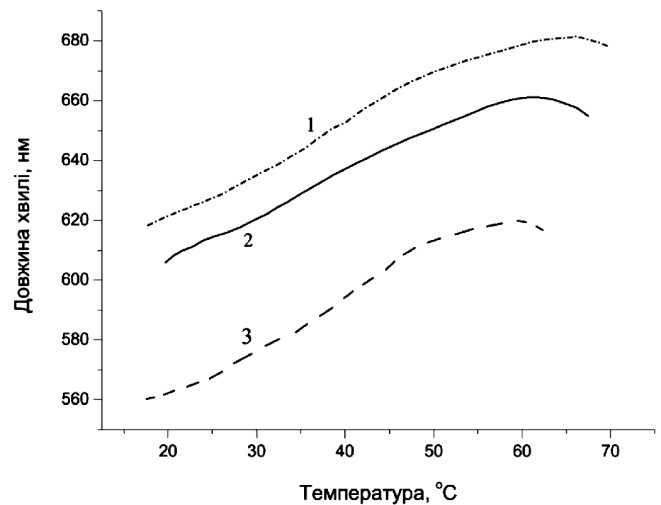


Рис. 3. Температурні залежності максимуму селективного відбиття для РК-суміші 25% М5 + 75% ЖК-440 (до опромінення – крива 1), після 10 хв УФ-опромінення (крива 3), після 20 хв такого ж опромінення через фільтр ЖС-10 (крива 2). Товщина шару 15 мкм

нм, відбувається відновлення поглинання смуги 360 нм (рис. 1, крива 3) – внаслідок часткового зворотного переходу з цис- в транс-форму азокси-сполуки.

В ізотропній фазі цього ж ХРК, як бачимо на рис. 2, відбувається аналогічний процес переходу з транс- в цис-форму молекул РК (криві 1 і 2), однак зворотного процесу при УФ-опроміненні через фільтр ЖС-10 протягом 25 хв не відбувається (крива 3 на рис. 2). У звичайному органічному розчиннику також не відбувається зворотного процесу. Це є основною особливістю процесу фотоізомеризації в азокси-нематиках.

Ще однією відмінністю спектрів поглинання дослідженої системи в ізотропній фазі є те, що вимірювані значення оптичної густини  $D$  для одного і того ж зразка в однакових умовах значно більші, ніж у холестеричній фазі. Це може бути пов'язано з дихроїзмом поглинання азокси-сполук – у планарній тектурі фактично вимірюється величина, близька до  $D_{\perp}$ , тоді як вище температури переходу в ізотропний стан ( $T_{\phi}$ ), коли зникає орієнтаційне впорядкування, починає давати внесок значно більша величина  $D_{\parallel}$  [15], де  $D_{\perp}$  і  $D_{\parallel}$  оптична густина в поглинанні для напрямків перпендикулярного і паралельного відповідно до директора квазінематичного шару. Аналогічне явище – різке підвищення вимірюваної оптичної густини при нематико-ізотропному переході – відзначалося нами раніше [16].

На рис. 3 наведено температурні залежності максимуму смуги СВ для базової суміші після УФ-

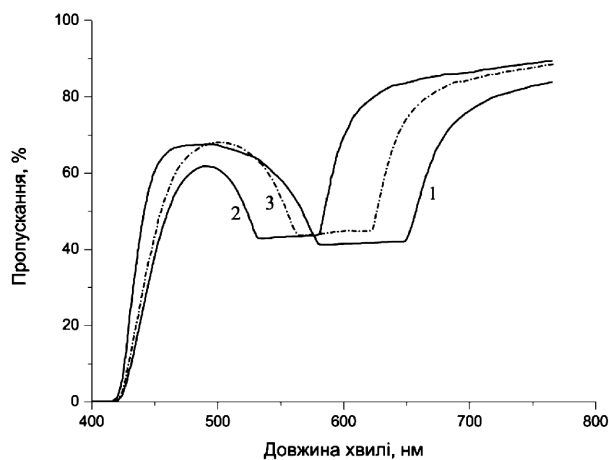


Рис. 4. Спектри пропускання РК-суміші 25% М5+75% ЖК-440 при опроміненні світлом з різними довжинами хвиль: 1 – без опромінення; 2 – після 10 хв УФ-опромінення; 3 – після 10 хв такого ж опромінення через фільтр ЖС-10. Товщина шару 30 мкм

опромінення. При опроміненні ртутною лампою протягом 10 хв центр смуги СВ зсувається на 60 нм в короткохвильовий бік. Зворотний процес цис-транс-ізомеризації відбувається при опроміненні цією ж лампою (зі збереженням умов експозиції) через фільтр ЖС-10. Опромінення протягом 20 хв приводить до того, що відновлюються (хоч і не повністю) положення максимумів смуг СВ.

Утворення цис-ізомерів, молекули яких мають істотно меншу геометричну анізотропію, проявляється також і у зниженні температури фазового переходу з рідкокристалічної в ізотропну фазу ( $T_{\phi}$ ). Часткова цис-транс-ізомеризація при опроміненні через фільтр ЖС-10 має наслідком відповідне підвищення  $T_{\phi}$  (рис. 3).

Поряд зі зміною положення смуги СВ азокси-нематика у процесі транс-цис ізомеризації відбувається і зміна інших оптичних характеристик.

На рис. 4 наведено смуги СВ базової суміші азокси-нематика і закручуючої добавки М5 до (крива 1) і після УФ-опромінення (крива 2), а також реверсування смуги СВ у процесі цис-транс-ізомеризації при підсвічуванні через фільтр ЖС-10 (крива 3). Як видно, в цис-формі РК величина двоприменезаломлення є суттєво меншою, що приводить до зменшення півширини смуги СВ. Це, в свою чергу, буде приводити до зростання порога генерації РЗЗ-лазера, оскільки добротність такої РК-структури пов'язана з глибиною модуляції показника заломлення, тобто величиною двоприменезаломлення. Цей факт, крім селективності підсилення барвника, необхідно враховува-

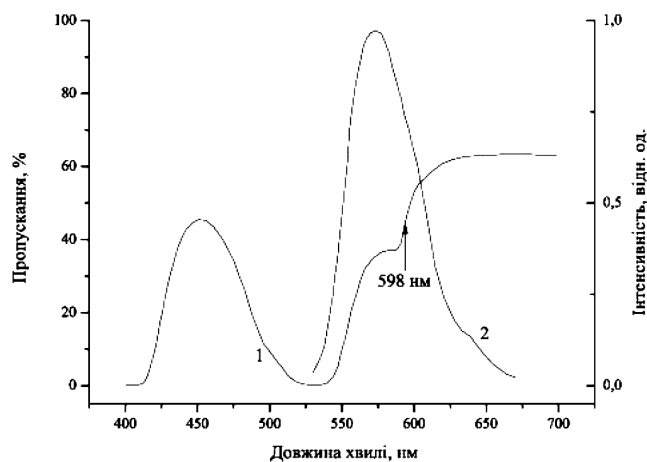


Рис. 5. Спектри пропускання (1) і флуоресценції (2) пірометенового барвника РМ-597 в РК-суміші 27,6% М5 + 72,4% ЖК-440. Товщина шару 15 мкм. Стрілкою показано початкову довжину хвилі лазерної генерації

ти при оптимізації характеристик такого РЗЗ-лазера і розширення діапазону реверсивного фотоперестроювання його частоти.

Під час дослідження спектроскопічних характеристик барвників у ХРК на основі азокси-нематиків головною проблемою виявилось гасіння флуоресценції барвників. Квантовий вихід для більшості ефективно флуоресціюючих барвників падав у 5–10 разів порівняно зі стандартними розчинами, в яких він має найбільше значення. Оскільки для нормальної роботи РЗЗ-лазера на основі ХРК необхідний квантовий вихід флуоресценції домішкового барвника на рівні 50% [2] і вище, ми в результаті пошуків прийшли до двох класів барвників, придатних для цієї мети: феноленові (виробництво НІОПіК, Долгопрудний, РФ) і пірометенові барвники (виробництво фірми "Exiton"). Останні відрізняються високим квантовим виходом флуоресценції і ефективністю лазерної генерації в ізотропних розчинах і полімерах [17]. Із них найбільший квантовий вихід (60,9%) у ХРК на основі суміші 27,6% М5 + 72,4% ЖК-440 був у пірометенового барвника № 597, який і використано для отримання лазерної генерації.

На рис. 5 наведено спектральні характеристики цього барвника в ХРК на основі суміші ЖК-440 і М5. Максимум поглинання (крива 1) в області 410 нм – це край смуги поглинання нематика ЖК-440, пік в області 540 нм – максимум поглинання домішкового барвника, а плече в області 590–570 нм відповідає смугі СВ ХРК. Для того, щоб розширити діапазон перестроювання частоти і отримати генерацію на максимально можливій відстані від максимуму флуоре-

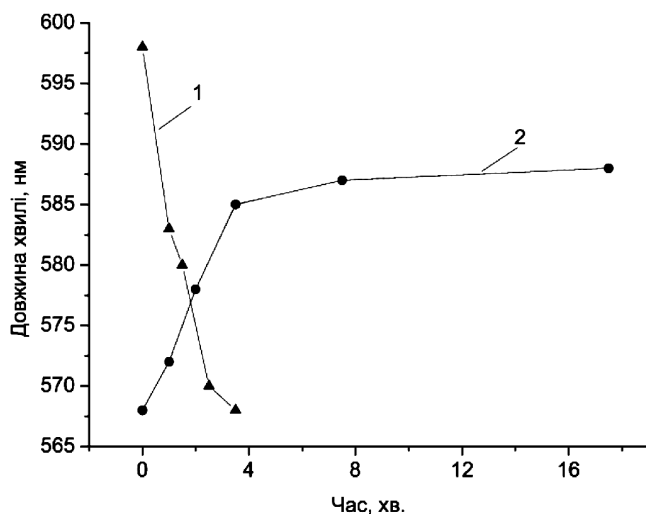


Рис. 6. Перестроювання середньої довжини хвилі у спектрі лазерної генерації барвника РМ 597 в індукованому ХРК на основі нематика ЖК-440 залежно від тривалості УФ-опромінення (1) і реверсивне фотоперестроювання (2) при опроміненні через фільтр ЖС-10 при незмінних інших умовах опромінення. Товщина шару 15 мкм

спеції барвника, було підібрано суміш такого складу: 27,6% М5 + 72,4% ЖК-440, в якій і було отримано лазерну генерацію на довжині хвилі 598 нм, що відповідає довгохвильовому краю смуги СВ матриці ХРК.

Спектри лазерної генерації складаються з двох (чи однієї широкої лінії) ліній, відстань між якими відповідає відстані між поздовжніми модами для товщини шару 15 мкм. Такий вигляд спектра визначається переважно низькою якістю планарної текстури, сформованої на підкладках без шару SnO<sub>2</sub>, більшим розсіянням у ХРК на основі азокси-нематиків і достатньо високою пороговою інтенсивністю збудження.

Порогові інтенсивності збудження лазерної генерації становили при товщині шару 15 мкм величину 600–800 кВт/см<sup>2</sup> і були значно вищими, ніж в РЗЗ-лазерах на основі стероїдних ХРК, а також індукованих ХРК інших типів [12]. З точки зору величини порога генерації вибраний нами спосіб формування планарної текстури ХРК не був оптимальним. Наші експерименти з оптимізації порога генерації показали, що використання шару SnO<sub>2</sub> з поліімідним лаком дозволяє в 12–15 разів знизити величину порогової інтенсивності збудження при тій самій товщині шару і з тим самим ХРК-матеріалом. Проте поглинання УФ-світла шаром SnO<sub>2</sub> може впливати також на швидкість зміни кроку спіралі ХРК і величину діапазону його зміни.

На рис. 6 наведено залежності положення середньої лінії у спектрі лазерної генерації пірометенового барвника у використуваному ХРК при опроміненні ртутною лампою від тривалості опромінення (крива 1). Як видно, досягнутий діапазон перестроювання в короткохвильовий бік становить 30 нм і обмежений селективністю підсилення в барвнику і високою пороговою інтенсивністю збудження. Зворотне перестроювання частоти генерації (реверсування) при підсвічуванні ртутною лампою через фільтр ЖС-10 відбувається за значно більший інтервал часу і, як і в ХРК-матеріалі без барвника (рис. 3, крива 2) є майже на 10 нм меншим. Дослідження динаміки перестроювання частоти лазерної генерації показали відсутність помітного спонтанного реверсування частоти за час вимірювання спектра генерації, який разом з часом опромінення зразка і записом спектра його пропускання становив від 2 до 6 хв. Контроль спектра пропускання після УФ-опромінення показує, що спектр лазерної генерації стабільно розміщений на довгохвильовому краю смуги СВ.

### 3. Висновки

Проведені дослідження показали перспективність використання пірометенових барвників у ролі активаторів азокси-нематиків для РЗЗ-лазерів на їх основі. Достатньо високий квантовий вихід флуоресценції таких барвників в азокси-нематиках при використанні більш досконалих планарних текстур дозволить значно знизити порогові інтенсивності збудження в такому РЗЗ-лазері і тим самим розширити діапазон перестроювання частоти генерації.

Скоротити час перестроювання частоти можна при оптимізації потужності підсвітки і її спектрального діапазону. Відзначимо, що внаслідок наявності краю смуги поглинання нематика в синій області спектра більш перспективними для використання в такому РЗЗ-лазері з точки зору розширення діапазону перестроювання будуть барвники з максимумами смуг флуоресценції в оранжевій і червоній області спектра.

Головною в цьому способі перестроювання частоти можна вважати задачу створення якісної планарної текстури при мінімізації втрат випромінювання УФ-підсвічування при достатньо високому квантовому виході флуоресценції домішкового барвника.

Автори вдячні професору Є.О.Тихонову за надання пірометенового барвника, використаного в експерименті. Роботу виконано при частковій підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень,

проект Ф40.2/066 та Цільової програми Президії НАН України, проект ВЦ-138.

1. И.П. Ильчишин, Е.А. Тихонов, В.Г. Тищенко, М.Т. Шпак, Письма в ЖЭТФ, **32**, 27 (1980).
2. И.П. Ильчишин, А.Г. Клеопов, Е.А. Тихонов, М.Т. Шпак, Известия АН СССР. Сер. физ. **45**, 1376 (1981).
3. V.I. Kopp, B. Fan, H.K.M. Vthana, and A.Z. Genack, Opt. Lett. **23**, 1707 (1998).
4. B. Taheri, A.F. Munoz, P. Palffy-Muhoray, and R. Twieg, Mol. Cryst. Liq. Cryst. **358**, 73 (2001).
5. H. Finkelmann, S.T. Kim, A.F. Munoz, P. Palffy-Muhoray, and B. Taheri, Advanced Materials. **17**, 1069 (2001).
6. M. Kasano, M. Ozaki, K. Yoshino, D. Ganzke, and W. Haase, Appl. Phys. Lett. **82**, 4026 (2003).
7. V.B. Vinogradov, L.A. Kutulya, Yu.A. Reznikov, V.Yu. Reshetnyak, and A.I. Khizhniak, Techn. Phys. Lett. **15**, 23 (1989).
8. V.B. Vinogradov, L.A. Kutulya, Yu.A. Reznikov, V.Yu. Reshetnyak, and A.I. Khizhniak, Mol. Cryst. Liq. Cryst. **192**, 272 (1990).
9. S.V. Gryschenko, I.P. Ilchishin and O.V. Yaroshchuk, *Photomodification of the helix pitch of cholesteric liquid crystal as a new method of frequency tuning of the DFB-laser. Technical Program X Conference on Laser Optics* (St.Petersburg, 2000, p.71, Russia).
10. A. Chanishvili, G. Chilaya, G. Petriashvili, R. Barberi, R. Bartolino, G. Cipparrone, A. Mazzulla, and L. Oriol, Appl. Phys. Lett. **83**, 5353 (2003).
11. I. Ilchishin, O. Yaroshchuk, S. Gryshchenko, and Eu. Shaydiuk, Proc. of SPIE **5507**, 229 (2004).
12. И.П. Ильчишин, О.В. Ярощук, С.О. Шайдюк, В.В. Шаплавский, Ю.В. Шаравара, УФЖ **50**, 1333 (2005).
13. G. Chilaya, A. Chanishvili, G. Petriashvili, R. Barberi, R. Bartolino, M.P. De Santo, M.A. Matranga, and P. Collins, Mol. Cryst. Liq. Cryst. **453**, 123 (2006).
14. S.V. Serak, N.V. Tabiryan, G. Chilaya, A. Chanishvili, and G. Petriashvili, Mol. Cryst. Liq. Cryst. **488**, 42 (2008).
15. Л.М. Блинов, *Электро- и магнитооптика жидких кристаллов* (Наука, Москва, 1978).
16. О.В. Корзовская, Л.Н. Лисецкий, В.Д. Паникарская, Вісн. Харк. ун-ту. № 422. Біофізичний вісн. Вип. 2, 85 (1998).
17. М.В. Бондар, О.В. Пржонская, Квантовая электроника **25**, 775 (1998).

Одержано 24.12.10

## РЕВЕРСИВНОЕ ФОТОПЕРЕСТРАИВАНИЕ ЧАСТОТЫ ЛАЗЕРНОЙ ГЕНЕРАЦИИ В ПРИМЕСНОМ ХОЛЕСТЕРИЧЕСКОМ ЖИДКОМ КРИСТАЛЛЕ

И.П. Ильчишин, Л.Н. Лисецкий, Т.В. Мыкитюк, М.И. Сербина

### Резюме

Реализован новый метод фотоперестраивания частоты генерации примесных холестерических жидких кристаллов (ХЖК), созданных на основе смесей азокси-нематика ЖК-440 и производных холестерина, путем изменения их шага спирали при облучении светом разной длины волны. Установлено, что у большинства генерирующих красителей в таких материалах резко падает квантовый выход флуоресценции при весовых концентрациях 0,3–0,5%, что препятствует получению в них лазерной генерации. Найден краситель пиррометенового класса, в котором при вышеприведенных концентрациях квантовый выход флуоресценции составляет более 50%. Получена лазерная генерация в ХЖК на основе азокси-нематика ЖК-440 и реализовано реверсивное фотоперестраивание на 30 нм в коротковолновую сторону и на 20 нм в длинноволновую.

## REVERSIBLE PHOTOTUNING OF LASING FREQUENCY IN A DYE-DOPED CHOLESTERIC LIQUID CRYSTAL

I.P. Ilchishin<sup>1</sup>, L.M. Lysetskiy<sup>2</sup>, T.V. Mykytiuk<sup>1</sup>, M.I. Serbina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physics, Nat. Acad. of Sci. of Ukraine (46, Nauka Ave., Kyiv 03680, Ukraine; e-mail: lclas@iop.kiev.ua),

<sup>2</sup>Institute for Scintillation Materials STC "Institute for Single Crystals", Nat. Acad. of Sci. of Ukraine (60, Lenin Ave., Kharkiv 61001, Ukraine)

### Summary

We have implemented a new method of phototuning of the lasing frequency of dye-doped cholesteric liquid crystals (CLCs) fabricated on the basis of mixtures of the azoxy nematic ZhK-440 and cholesterol derivatives. The essence of the method consists in changing the helix pitch at the irradiation of a CLC with light of different wavelengths. For the majority of lasing dyes, the quantum yield of the fluorescence in such materials is found to sharply decrease at weight concentrations of 0.3–0.5%, which interferes with lasing in them. A dye of the pyrromethene class which provides a quantum yield of the fluorescence of more than 50% at the indicated concentrations is discovered. The lasing in an CLC on the basis of azoxy nematic ZhK-440 has been obtained, and the reversible phototuning by 30 nm toward shorter and by 20 nm toward longer wavelengths has been carried out.