

графіки. Проте для складних і реалістичних проектів моделювання 3D об'єктів ми пропонуємо універсальний програмний пакет 3D-Studio MAX.

### **Список використаних джерел та літератури**

1. Ожга М. М. Проблеми графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів у наукових дослідженнях / М. М. Ожга // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Х., 2012. – Вип. 34-35. – С. 226–233.

2. Юсупова М. Ф. Компьютерные информационные технологии в обучении начертательной геометрии: монография / М. Ф. Юсупова. – К. : НПУ им. М. П. Драгоманова, 2006. – 280 с.

3. Бугаєв А. В. Аналіз сучасних САПР і їх порівняльна характеристика [Електронний ресурс] / А. В. Бугаєв, В. О. Занора, Р. В. Юринець // Вісник Черкаського державного технологічного університету : зб. наук. пр. – Черкаси : ЧДТУ, 2008. – № 1. – С. 96–99. Режим доступу: [http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/vchdtu/2008\\_1/articles/Mashinobud/4\\_Bugaev.pdf](http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/vchdtu/2008_1/articles/Mashinobud/4_Bugaev.pdf)

4. Крапивенко А. В. Технологии мультимедиа и восприятие ощущений: учебное пособие / А. В. Крапивенко. – М.: БИНОМ. Лаборатория образований, 2009. – С. 17.

**Кіпаєва Т. Л.,**

*викладач кафедри фізики та охорони праці,*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка*

### **РІДКІ КРИСТАЛИ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ**

В час наукових звершень та стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, все частіше ми стали зустрічатися з терміном «рідкі кристали». Не кожен з нас має уявлення, що це таке, але усі ми часто з цим явищем стикаємось, оскільки рідкі кристали відіграють важливу роль в нашому житті. Значна кількість сучасних приладів та пристроїв працюють за допомогою рідких кристалів. До них відносяться

такі прилади як: годинник, термометри, дисплеї, монітори та інші пристрої. Що ж це за речовини з такою парадоксальною назвою «рідкі кристали» і чому до них проявляється така зацікавленість? Інтерес до них, перш за все, обумовлений можливостями їх ефективного застосування в ряді галузей виробничої діяльності. З огляду на важливість рідких кристалів у повсякденному житті, виникла необхідність відшукати визначення поняття «рідкий кристал» та з'ясувати їх особливості, що і є метою статті.

*Рідкий кристал* – проміжна фаза (мезофаза) між ізотропною рідиною і кристалічним твердим тілом. Рідкі кристали – це флюїди, молекули яких певним чином впорядковані, тобто існує певна симетрія. Як наслідок, існує анізотропія механічних, електричних, магнітних та оптичних властивостей речовин цього класу. Поєднуючи властивості рідин та твердих тіл (текучість, анізотропія), рідкі кристали проявляють специфічні ефекти, багато з яких не спостерігаються у рідинах та твердих тілах. Зокрема, в рідких кристалах спостерігається подвійне променезаломлення, флексоелектричний ефект, перехід Фредерікса [2].

Не володіючи сучасною величезною інформацією про будову матерії, дуже важко повірити, що такі, властивості, які взаємно виключають один одного, можуть виявлятися у однієї речовини. Тому, ймовірно, дослідники вже дуже давно стикалися з рідкокристалічним станом, але не віддавали собі в цьому звіту. Проте існування рідких кристалів було встановлене ще у 1888 році [2].



Першим виявив рідкі кристали австрійський учений-ботанік Фрідріх Рейнітцер. Досліджуючи нову синтезовану ним речовину холестерилбензоат, він виявив, що при температурі  $145^{\circ}\text{C}$  кристали цієї речовини плавляться, утворюючи мутну рідину, що сильно розсіює світло. При продовженні нагріву після досягнення температури  $179^{\circ}\text{C}$  рідина прояснюється, тобто починає поводитися в

оптичному відношенні, як звичайна рідина, наприклад вода. Несподівані властивості холестерилбензоат виявляв у мутній фазі. Розглядаючи цю фазу під поляризаційним мікроскопом, Рейнітцер виявив, що вона має властивість подвійного променезаломлення. Це означає, що показник заломлення світла, тобто швидкість світла в цій фазі, залежить від поляризації [2, 3].

Загальна для всіх типів рідких кристалів властивість – подвійне заломлення світла, характерне для більшості твердих кристалів, за допомогою якої можна ідентифікувати мезоморфний стан [1, 2].

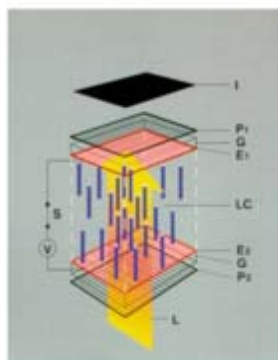
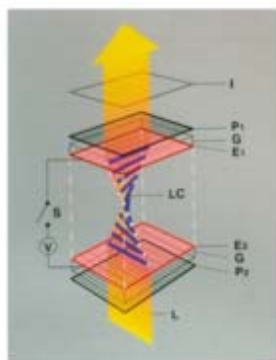
Другою властивістю, характерною для холестеричних рідких кристалів, є обертання площини поляризації. Якщо пропускати лінійно-поляризоване світло через шар холестеричної мезофази перпендикулярно молекулярним шарам, то напрямок коливань електричного вектора світлової хвилі буде повернуто вліво або вправо. Площина коливань світла також повертається вліво або вправо. Кут обертання пропорційний товщині шару речовини. Кут обертання площини поляризації для цих речовин порядку кількох десятків градусів на 1мм шляху світлового сигналу, в той час як холестерині рідкі кристали, які мають сильну оптичну активність, обертають площину поляризації світла навіть до  $18000^\circ$  на 1мм шляху [1, 2].

Освітленні пучком поляризованого білого світла, холестеричні рідкі кристали мають райдужне забарвлення, яке залежить від природи речовини, температури та кута падіння світла. Досягнувши поверхні рідкого кристала, світ диспергує на дві складові з круговою поляризацією в напрямках, зворотних повороту електричних векторів. Одна з складових проникає в глибину кристала, в той час як інша відображається від його поверхні, що викликає появлення характерного офарблення рідкокристалічного зразка [1, 2].

Наявність в рідких кристалах дальнього порядку в орієнтації молекул викликає анізотропію електричних і магнітних властивостей, притаманну

твердим кристалам. Однак, у відмінності від твердих тіл, сили міжмолекулярної взаємодії тут значно слабкіші. Енергія деформації рідких кристалів мала, тому їх молекулярну структуру легко змінити під дією електричного та магнітного полів невеликої потужності. Для зміни структури достатні також незначні температурні коливання або механічний вплив на рідкі кристали. Структурним змінам рідких кристалів супроводжує зміна їх оптичних властивостей, так як вторинними ефектами зміни орієнтації молекул є зміни ступеня пропускання та відображення світла, кругового дихроїзму, оптичної активності та офарблення. Звідси випливає, що ці властивості легко управляються, особливо в випадку холестеричних рідких кристалів. Зміна офарблення холестеричних рідких кристалів проходить під дією мінімальних температурних коливань [2, 3].

Крім того, рідкі кристали мають ще властивості: термічні властивості, електричні та магнітні властивості рідких кристалів, оптичні та електрооптичні властивості рідких кристалів [3].



При дослідженні рідких кристалів, варто зупинитися на такому явищі як «Перехід Фредерікса», приклад використання якого в рідкокристалічних дисплеях, зображений на рисунку. Лівий

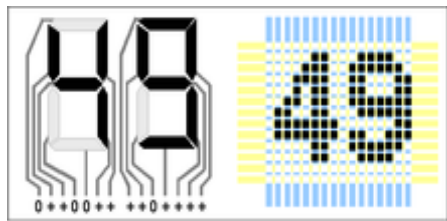
рисунок – без прикладеного поля, рідкокристалічна комірка змінює площину поляризації світла; правий рисунок – під напругою – молекули переорієнтовані, площина поляризації світла не змінюється [2, 3].

Перехід Фредерікса – явище переорієнтації молекул рідкого кристалу під дією електричного поля. У матеріалах із додатною діелектричною анізотропією молекули намагатимуться повернутись вздовж напрямку електричного поля. У матеріалі з від'ємною діелектричною анізотропією –

уперек напрямку поля. Кут повороту при цьому залежатиме від напруги [2].

Перехід Фредерікса широко використовується в рідкокристалічних дисплеях. Кожен піксель такого дисплею містить комірку з рідким кристалом, орієнтованим певним чином завдяки поверхневим силам. Прикладення напруги до такої комірки змінює орієнтацію молекул в проміжку між поверхнями. В результаті змінюється оптична активність комірки, а, отже, її здатність пропускати поляризоване світло, створюючи можливість для відображення бажаної інформації [1-3].

Застосування рідких кристалів різноманітне. Їх використовують при виготовленні сегментних та точкових рідкокристалічних дисплеїв, рідкокристалічних телевізорів, інтегральних схем, рідкокристалічних лазерів та багато інших корисних речей.



Отже, досліджуючи рідкі кристали, можна сказати, що понад десять тисяч органічних сполук є рідкими кристалами. До них належать мило, віруси, білок в ядрі клітини, сполуки холестерину та інших стероїдів, антоціан у листі капусти. ДНК, мозок тощо. Дотепер вивчено понад 3000 речовин, що утворюють рідкі кристали і подальші їх дослідження не лише розширяють їх застосування, а й допоможуть проникнути в таємниці будь-яких наукових процесів.

### **Список використаних джерел та літератури**

1. Каманина Н. В. Жидкие кристаллы – перспективные материалы оптоэлектроники. Свойства и области использования: Учебн. пособ. / Н. В. Каманина. – СПб. : Изд-во СПбГЕТУ "ЛЕТИ", 2004. – 84 с.
2. Сонин О. С. Введение в физику жидких кристаллов / О. С. Сонин. – М. : Наука, 1983. – 320 с.
8. Чистяков И.Г. Жидкие кристаллы / И. Г. Чистяков. – М. : Наука, 1966. – 272 с.