

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»  
(КНИТУ-КАИ)

Институт авиации, наземного транспорта и энергетики

Кафедра Материаловедения, сварки и производственной безопасности

РЕФЕРАТ

по дисциплине: Общее материаловедение и технология материалов

на тему: **Жидкие кристаллы. Строение, свойства, применение.**

Обучающийся группы 1203 \_\_\_\_\_ Ильичев Л.К.  
(подпись, дата)

Руководитель профессор Шибает П.Б.

Реферат зачтен с оценкой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ И ИХ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.....	4
ТИПЫ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ.....	6
ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ.....	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	15

## **ВВЕДЕНИЕ**

В конце XIX века были открыты вещества, состояние которых представляет собой термодинамически стабильное и устойчивое фазовое состояние, при котором вещество сохраняет анизотропию физических свойств, присущих твердым кристаллам, и текучесть, характерную для жидкостей. Жидкий кристалл можно представить как конденсированную жидкость, обладающую спонтанной анизотропией. Эти вещества и являются основным предметом исследования в данном реферате.

1.1 Данная тема достаточно актуальна, так как в современном мире люди ежедневно пользуются изделиями, содержащими в себе в каком-либо виде жидкие кристаллы, многие не знают, что они из себя представляют, какими свойствами они обладают и какие неожиданные области применения они могут иметь. После ознакомления с данной работой читатели смогут понять, что из себя представляют жидкие кристаллы и где они могут применяться.

1.2 Цель данного проекта состоит в изучении жидких кристаллов, их свойствах, типов и т.д

1.3 Объект и предмет исследования: Жидкий кристалл

## **ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ И ИХ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Понятие «жидкий кристалл» (ЖК) относится к целому ряду состояний вещества, в которых структурная упорядоченность является промежуточной между упорядоченностью обычных жидкостей и твердых кристаллических тел. Тем не менее, сохраняя основные их черты, например, текучесть как у вязких жидкостей, анизотропию и упорядоченность как в обычных кристаллах. Отличает же ЖК отсутствие жесткой кристаллической решетки, т.е. отсутствие упорядочения центров масс молекул, их подвижность и реакция на изменение направления оси соседних молекул.

Важным свойством жидких кристаллов является то, что они обладают и молекулярной подвижностью, и структурной упорядоченностью. Кроме того, жидкие кристаллы «реагируют» на разнообразные внешние воздействия — свет, звук, механическое давление, изменения температуры, электрические и магнитные поля, а также на химические изменения в окружающей среде, т. е. обладают свойствами, характерными для живых клеток. Наличие перечисленных выше свойств позволило применить жидкие кристаллы для изготовления экранов дисплеев, микрокалькуляторов, циферблатов часов, измерительных приборов в медицине и т. д. и т. п.

В настоящее время известны два основных типа жидких кристаллов: термотропные и лиотропные.

Термотропные жидкие кристаллы получают из индивидуальных веществ в определенной области температур, т.е. образуются плавлением некоторых молекулярных кристаллов. Термотропные жидкие кристаллы могут быть нематиками, смектиками и холестериками.

Лиотропные жидкие кристаллы образуются при растворении ряда молекулярных кристаллов в некоторых растворителях.

Образующую жидкими кристаллами фазу можно назвать мезофазой (т.е. промежуточной), а сами ЖК – мезофазными. Жидкокристаллическое состояние образуют в основном органические вещества с удлиненной

палочкообразной формой молекул. Наличие ориентационного порядка предполагает, что их структурные элементы – анизометричны. Ориентационный порядок проявляется в том, что выделенные оси ориентированы вдоль некоторых направлений, которых в пространстве может быть одно, два или три. Концы молекул практически не взаимодействуют между собой, в отличие от боковых поверхностей, которые взаимодействуют весьма сильно и могут прочно удерживать молекулы в то же время, как концевые связи разорваны. Чем больше отношение длины молекул к ее поперечному размеру, тем шире температурный интервал существования мезофазы.

Для характеристики ориентационного порядка молекул жидких кристаллов вводят единичный вектор  $\mathbf{n}$ , называемый директором (рис.1).

Поскольку основным структурным признаком жидких кристаллов является наличие ориентационного порядка, обусловленного анизотропной формой молекул, все их свойства определяются степенью ориентационного упорядочения.

На данный момент существуют такие типы жидких кристаллов: смектики, нематики и холестерики (Рис.2).

## **ТИПЫ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ**

В зависимости от характера ориентации осей молекул жидкие кристаллы принято подразделять на три типа: смектические, нематические, и холестерические. Указанные типы структур относятся к термотропным жидким кристаллам.

### **Смектические ЖК**

Смектики (от греческого слова «смазка» или «грязь») – это мезофаза с механическими свойствами, напоминающими свойства мыла, он ближе всего к истинно кристаллическим телам (Рис.2). Характерной текстурой является веерная структура, которая напоминает структуру обычных твердых тел, что и подчеркивает наибольшую аналогию с ними. Эти структуры слоисты, причем в слоях молекулы расположены так, что их оси параллельны друг другу и могут располагаться как перпендикулярно (ортогональные смектики), так и под некоторым углом (наклонные смектики) к плоскостям слоев. Центры тяжести молекул подвижны в двух измерениях. Взаимодействие между слоями молекул слабее, чем взаимодействие молекул внутри одного слоя, поэтому слои легко скользят относительно друг друга. Текучесть обеспечивается взаимным скольжением слоев, что обуславливает высокую вязкость. Из-за этого свойства смектические ЖК не получили широкого распространения в технике. Также вследствие высокой вязкости они не образуют ориентированных слоев даже в очень сильных магнитных полях.

### **Нематические ЖК**

Нематики (от греческого слова «нить») – простейшая мезофаза, в ней имеется лишь одномерный ориентационный порядок длинных (каламитики, от греческого слова – тростник) или коротких (дискотики) молекулярных

осей (Рис. 3 и Рис.4), наименее упорядоченная структура. Характерной текстурой является шпирен-текстура, представляющая собой систему тонких нитевидных линий с нитеобразными «хвостами» (Рис.5). Эти линии – дисклинации (от греческого слова «наклон») В этой структуре молекулы расположены параллельно или почти параллельно друг другу. Сами молекулы вдоль этих осей сдвинуты друг относительно друга. При этом центры тяжести молекул в пространстве расположены хаотично, из чего следует отсутствие трансляционного порядка. Нематики менее упорядочены, чем смектики. В нематической фазе возможно скольжение молекул вдоль нематического директора.

Для управления световым лучом и для визуального отображения информации интересны нематические ЖК. Объем нематического жидкого кристалла разбивается на домены, различающиеся направлением преимущественной ориентации, вследствие чего возникает оптическая неоднородность среды и наблюдается сильное рассеяние света. Различают гомогенную (горизонтальную) и гомеотропную ориентации молекул относительно подложек.

### **Холестерические ЖК**

Холестерики – наиболее сложный тип упорядочения молекул ЖК. Получила свое название от эфиров холестерина, в которых она часто встречается. Является разновидностью нематической фазы. Образуется хиральными молекулами. Молекулы являются зеркально-несимметричными в отличие от зеркально-симметричных молекул нематиков. Дополнительно реализуется спиральная закрученность молекул. В результате получается слоистая винтовая структура (Рис. 6.). Особенность такого типа в том, что молекулы очень чувствительны и в зависимости от температуры меняют свое положение.

Световые лучи, проходящие сквозь такую структуру испытывают селективные отражения. Если плоский слой холестерического ЖК освещать белым светом, то в отраженном свете он будет казаться окрашенным, причем окраска может изменяться в зависимости от угла наблюдения.



## ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

В XXI веке жидкие кристаллы применяются практически во всех сферах жизни человечества.

Тонкие пленки жидких кристаллов, заключенные между стеклами или листками пластмассы, нашли широкое применение в качестве индикаторных устройств (прикладывая низковольтные электрические поля к разным частям соответствующим образом выбранной пленки, можно получать видимые глазом фигуры, образованные, например, прозрачными и непрозрачными участками). Жидкие кристаллы широко применяются в производстве наручных часов и небольших калькуляторов. Создаются плоские телевизоры с тонким жидкокристаллическим экраном. Сравнительно недавно было получено углеродное и полимерное волокно на основе жидкокристаллических матриц.

В экологии холестерикам тоже можно найти применение. В последнее время разрабатываются холестерические ЖК-материалы, изменяющие свой цвет под действием малых концентраций паров вредных химических соединений, в том числе отравляющих веществ.

Молекулярная структура холестерика весьма тонко уравновешена, но то равновесие легко сместить. Достаточно любого малого возмущения — изменения температуры, давления, механического напряжения, электромагнитного поля. Чаще всего окраску меняют с помощью температуры. Например, при высокой температуре образец бесцветен, однако после охлаждения он переходит в холестерическую фазу и становится фиолетовым. При дальнейшем охлаждении образец пробегает все цвета спектра от синего и зеленого до желтого и красного. Получается идеальный цветовой термоиндикатор. Таким образом, нанося жидкие кристаллы на поверхности различных объектов, можно получить топографию распределения температуры.

Для удобства жидкие кристаллы вводят в полимерные пленки, получая так называемые капсулированные жидкие кристаллы. Их используют в качестве термометров, а также для того, чтобы увидеть и сфотографировать тепловые поля. Если нанести такую пленку на человеческое тело, изменение цвета укажет, где локализован воспалительный процесс (аппендицит, перитонит, холецистит и др. заболевания), который, как правило, повышает температуру в месте, где он протекает.

Интересные возможности открывает использование таких пленок в дефектоскопии и неразрушающем контроле различных изделий. При конструировании летательных аппаратов с помощью жидких кристаллов можно увидеть, как распределяются воздушные потоки. Жидкие кристаллы используют также, чтобы определить тепловые поля, характер распределения температуры и мощности лазерного и СВЧ-излучения — для этого созданы специальные ЖК-тепловизоры.

Жидкокристаллические линзы сходятся или отклоняют падающий свет путем регулировки показателя преломления жидкокристаллического слоя при приложенном напряжении или температуре. Как правило, жидкокристаллические линзы создают параболическое распределение показателя преломления за счет расположения молекул. Следовательно, плоская волна преобразуется в параболический волновой фронт жидкокристаллической линзой. Фокусное расстояние жидкокристаллических линз можно непрерывно настраивать, если внешнее электрическое поле может быть настроено должным образом. Жидкокристаллические линзы - это разновидность адаптивной оптики. Система визуализации может быть улучшена с помощью коррекции фокусировки, настройки плоскости изображения или изменения диапазона глубины резкости или глубины резкости. Жидкокристаллические линзы - один из кандидатов на разработку устройства для коррекции зрения при миопии и пресбиопии глаза (например, настраиваемые очки и умные контактные линзы).

Лазеры на жидких кристаллах использовать жидкий кристалл в лазерной среде в качестве механизма распределенной обратной связи вместо внешних зеркал. Излучение в фотонной запрещенной зоне, создаваемой периодической диэлектрической структурой жидкого кристалла, дает низкопороговое высокопроизводительное устройство со стабильным монохроматическим излучением.

Полимерно-диспергированные жидкие кристаллы (PDLC) листы и рулоны доступны в виде клейкой основы Smart Film, которую можно наклеивать на окна и электрически переключать между прозрачным и непрозрачным, чтобы обеспечить конфиденциальность.

Многие обычные жидкости, такие как мыльная вода, на самом деле являются жидкими кристаллами. Мыло образует множество ЖК-фаз в зависимости от его концентрации в воде.

Жидкокристаллические пленки произвели революцию в мире технологий. В настоящее время они используются в самых разных устройствах, таких как цифровые часы, мобильные телефоны, счетные машины и телевизоры. Возможно использование жидкокристаллических пленок в устройствах оптической памяти с процессом, аналогичным записи и считыванию компакт-дисков и DVD.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, в данной работе рассмотрено еще одно агрегатное состояние вещества – жидкокристаллическое. Рассмотрены несколько типов жидких кристаллов: нематические, смектические и холестерические и их физические свойства.

Также были рассмотрены сферы применения жидких кристаллов в жизни человека и в промышленности, в частности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галимов Э.Р., Тарасенко Л.В., Унчикова М.В., Абдуллин А.Л. «Материаловедение для транспортного машиностроения» //Учебное пособие, 2013. – 448 с
2. Жилякова, А. Е. Жидкие кристаллы, область применения и их свойства / А. Е. Жилякова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 21 (363). — С. 27-28. — URL: <https://moluch.ru/archive/363/81383/> (дата обращения: 15.12.2022).
3. Ш. А. Пиралишвили, Е. В. Шалагина, Н. А. Каляева, Е. А. Попкова. / Молекулярная физика. Термодинамика. Конденсированные состояния : учебное пособие /— 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2431-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209774> (дата обращения: 15.12.2022).
4. Ю. А. Гатчин, В. Л. Ткалич, П. А. Камаев, Д. Д. Симаков. / Материалы электронных средств : учебное пособие — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/40881> (дата обращения: 15.12.2022).
5. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. / Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебное пособие /— 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-2002-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212243> (дата обращения: 15.12.2022).

6. В. Н. Лозовский / Лозовский, В. Н. Курс физики : учебник : в 2 томах /. — 6-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 2 — 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-0287-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210287> (дата обращения: 15.12.2022).
7. Жидкий кристалл // Wikibrief URL: [https://ru.wikibrief.org/wiki/Liquid\\_crystal](https://ru.wikibrief.org/wiki/Liquid_crystal) (дата обращения: 23.12.2022).

# ПРИЛОЖЕНИЕ

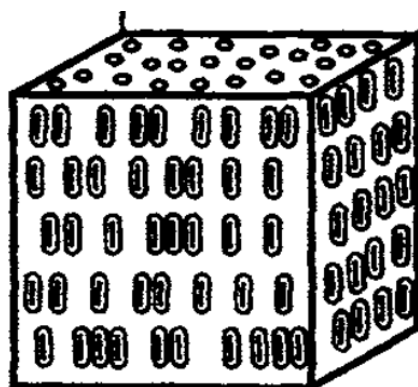


Рис. 1 а Сметтик

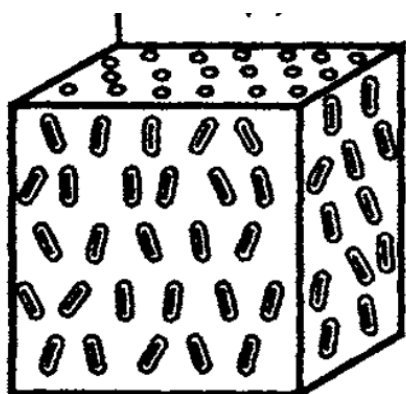


Рис. 1 б Нематик

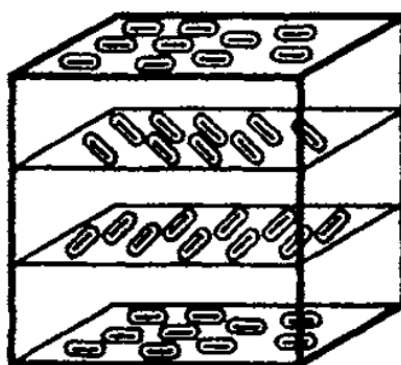


Рис.1 в Холестерик

*a*

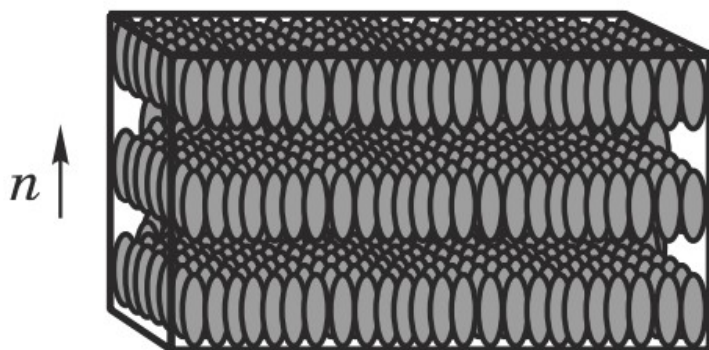


Рис. 2

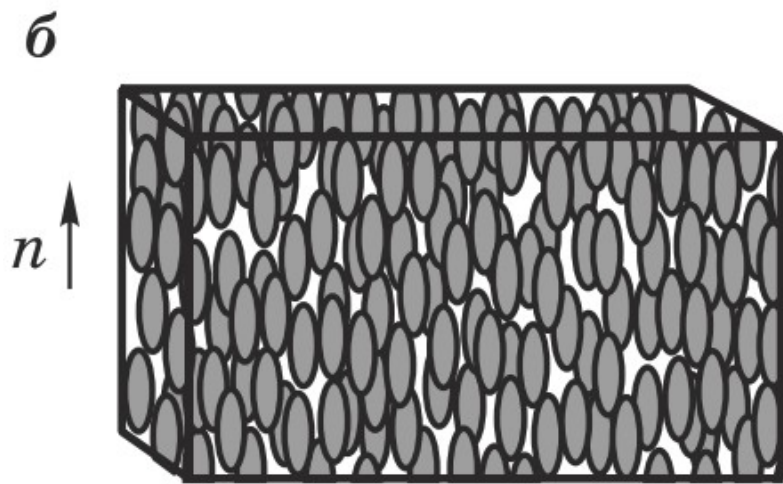


Рис. 3

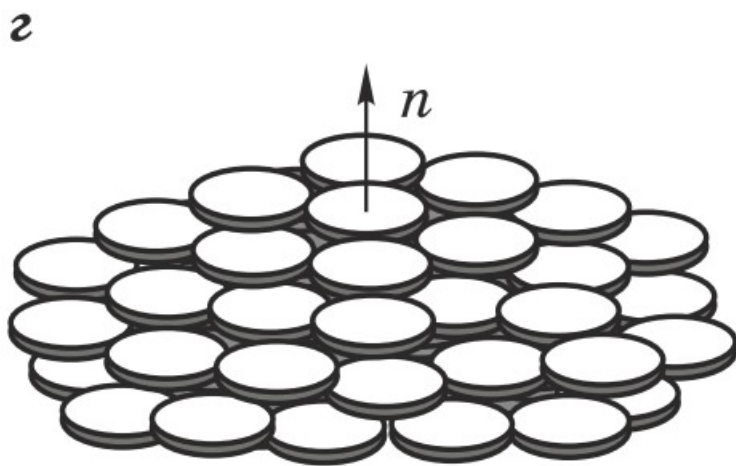


Рис. 4

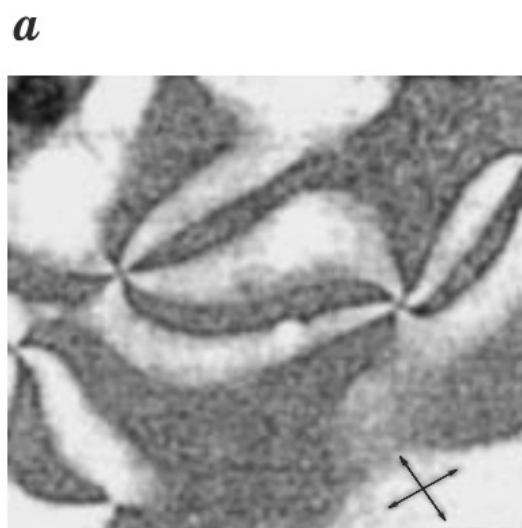
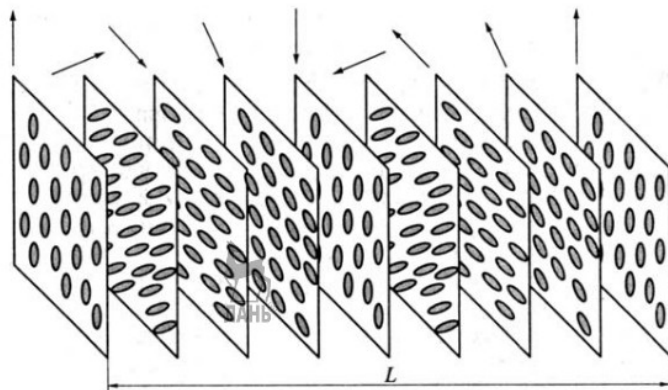


Рис. 5





**Рис. 6**