

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Харківський державний університет
харчування та торгівлі**

**МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ**

візуальне супроводження
для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова
діяльність»

Харків
ХДУХТ
2019

Матеріалознавство та основи технології виробництва непродовольчих товарів [Електронний ресурс] візуальне супроводження для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» денної та заочної форм навчання / укладачі В. О. Захаренко, В. О. Акмен. – Електрон.дані. – Х. : ХДУХТ, 2019. – 1 електрон. Опт. Диск (CD – ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

Укладачі: д-р. техн. наук, проф. В. О. Захаренко,
канд. техн. наук, доц. В. О. Акмен

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Є. П. Пивоваров

Кафедра товарознавства в митній справі

Схвалено науково-методичною комісією факультету управління торговельно-підприємницькою та митною діяльністю ХДУХТ
Протокол від 23.11.2018 р. року № 2

Схвалено вченою радою ХДУХТ
Протокол від «24» грудня 2018 року № 8

Схвалено редакційно-видавничою радою ХДУХТ
Протокол від «21» грудня 2018 року № 10

© Захаренко В.О., Акмен В.О., укладачі,
2019

© Харківський державний університет
харчування та торгівлі, 2019



Тема 1.
Текстильні товари

Лекція 1.
Класифікація та характеристика
ТЕКСТИЛЬНИХ ВОЛОКОН

План лекції

1. Загальні поняття, класифікація природних, синтетичних та штучних текстильних волокон.

2. Характеристика волокон рослинного походження.

3. Характеристика волокон тваринного походження.

4. Характеристика хімічних волокон.

1. Загальні поняття, класифікація природних, синтетичних та штучних текстильних волокон

Текстильні волокна – це тонкі видовжені тіла, в яких площа поперечного перерізу набагато менша за довжину, а міцність та еластичність такі, що дають можливість, скручуючи, переробляти їх на пряжу і полотна.



Текстильні волокна

Натуральні (природні)

органічні

*рослинного
походження*

*тваринного
походження*

неорганічні

*мінерального
походження
(азбест)*

Хімічні

штучні

*органічного
походження*

*неорганічного
походження*

синтетичні

*органічного
походження*

2. Характеристика волокон рослинного походження

Текстильні волокна рослинного походження

→ Насіннєві (бавовна)

→ Луб'яні або стеблові
(льон, пенька, джут, кенаф)

→ Листкові
(сизаль, новозеландський льон,
сизальська та манільська пеньки)

→ Плодові (кокосові)

Бавовна – це найбільш поширене волокно, яке являє собою тоненькі волосинки, що вкривають насіння однорічної рослини – бавовнику.

Бавовна характеризується стійкістю до дії води та слабких розчинів лугів, а також високою термостійкістю.

Використання: виготовлення багатьох виробів, особливо текстильних (нитки, тканини, трикотаж тощо).



Ляне волокно добувають із стеблин рослини. Існує багато видів льону, зокрема звичайний ярий однорічний льон – найбільш розповсюджений.



Ляне волокно

характеризується стійкістю до дії води та слабких розчинів лугів, а також високою термостійкістю.



Використання: виготовлення багатьох текстильних виробів побутового та технічного призначення.



3.Характеристика волокон тваринного походження

Текстильні волокна тваринного походження

Волосяний покрив

- *вовна:*
 - *овеча*
 - *козяча*
 - *верблюжа*

Виділені залозами

- *шовк натуральний:*
 - *тutowий шовкопряд*
 - *дубовий шовкопряд*

Вовна – це тонка довга шерсть тварин, що використовується в текстильній промисловості як сировина для виготовлення вовняних тканин. Найпоширенішою у світі є овеча вовна, саме тому дуже часто коли говорять про вовну мають на увазі саме її.



Волокно вовни складається з окремих мікроскопічних клітин, які утворюють у волокні лускатий, корковий і серцевинний шари, що обумовлюють типи волокон: пух, ость, перехідне та мертво волосся.

Види вовни по типу волосся: однорідна і неоднорідна. Вовна має малу теплопровідність і є незамінною при виготовленні пальтових, костюмно-сукняних тканин і трикотажних виробів зимового асортименту.





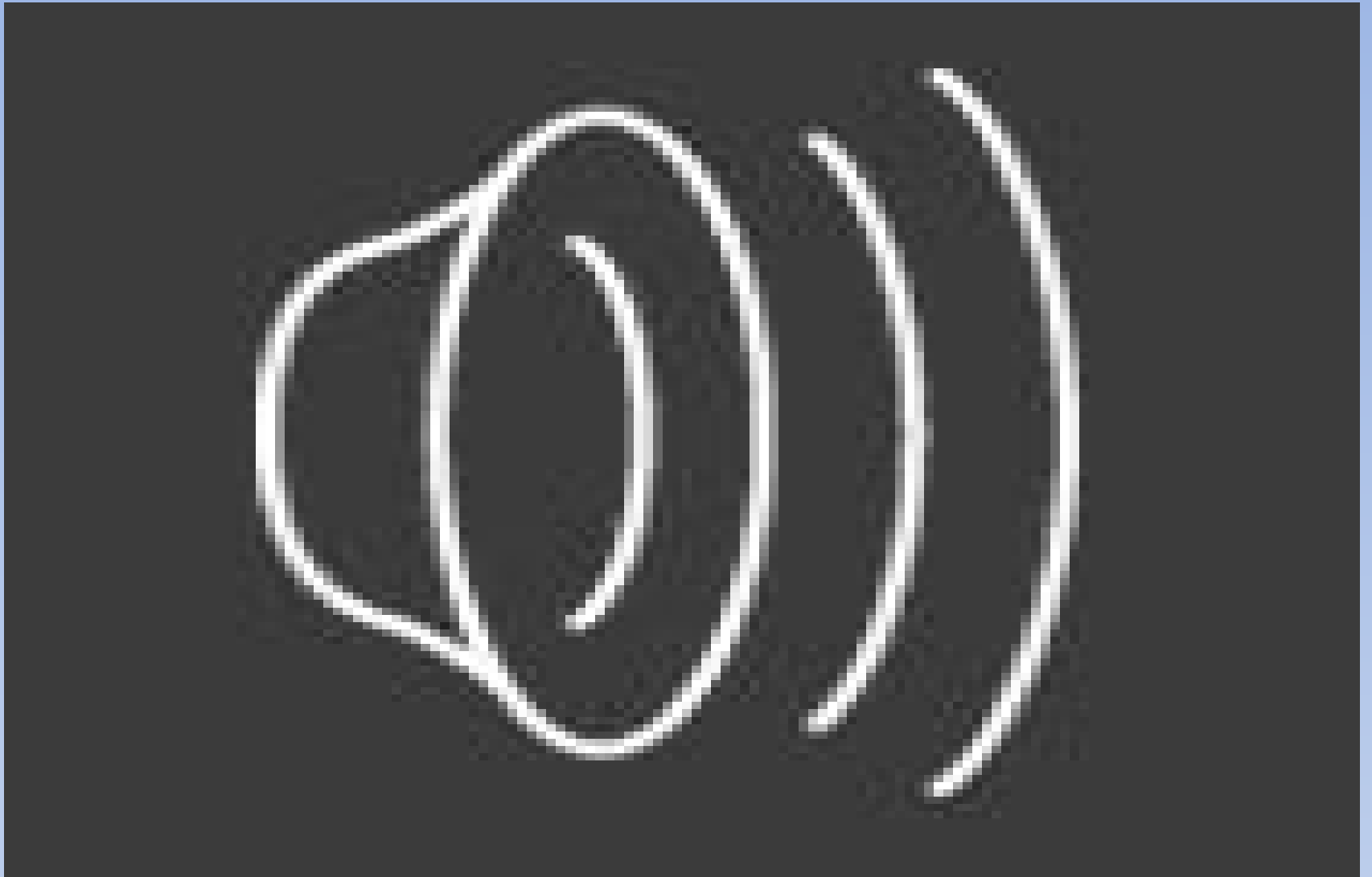
Натуральний шовк – найцінніше текстильне волокно, що є продуктом виділення залоз гусениць шовкопрядів, які обвивають себе, утворюючи замкнуту цільну оболонку – кокон. Шовк, розмотаний з коконів, складається з двох шовковин (ниток фіброїну), склеєних серицином.



Відмінність шовку – висока чутливість до дії ультрафіолетових променів.

Використання: виготовлення сукняних тканин, штучних виробів та швейних ниток.





4. Характеристика хімічних волокон

Хімічними називають волокна, отримані шляхом хімічної переробки природних або синтетичних високомолекулярних сполук.

Більшість хімічних волокон виготовляють із прядильних розчинів, які повинні мати значну в'язкість та постійні властивості під час формування волокна, а також бути технологічними.

Хімічні волокна отримують за наступною схемою:

1 етап – отримання прядильних розчинів;

2 етап – формування волокон;

3 етап – обробка волокон.



До штучних відносяться волокна,
які отримують хімічною переробкою
природних високомолекулярних з'єднань.

Штучні волокна

Органічні

Целюлозні й
ефіроцелюлозні

*віскозні,
мідно-амоніачні,
ацетатні та ін.*

Білкові

*соєбобові,
казеїнові та ін.*

Неорганічні

Силікатні

скляні

Металеві

*золоті, срібні,
латунні, мідні
алюмінієві*



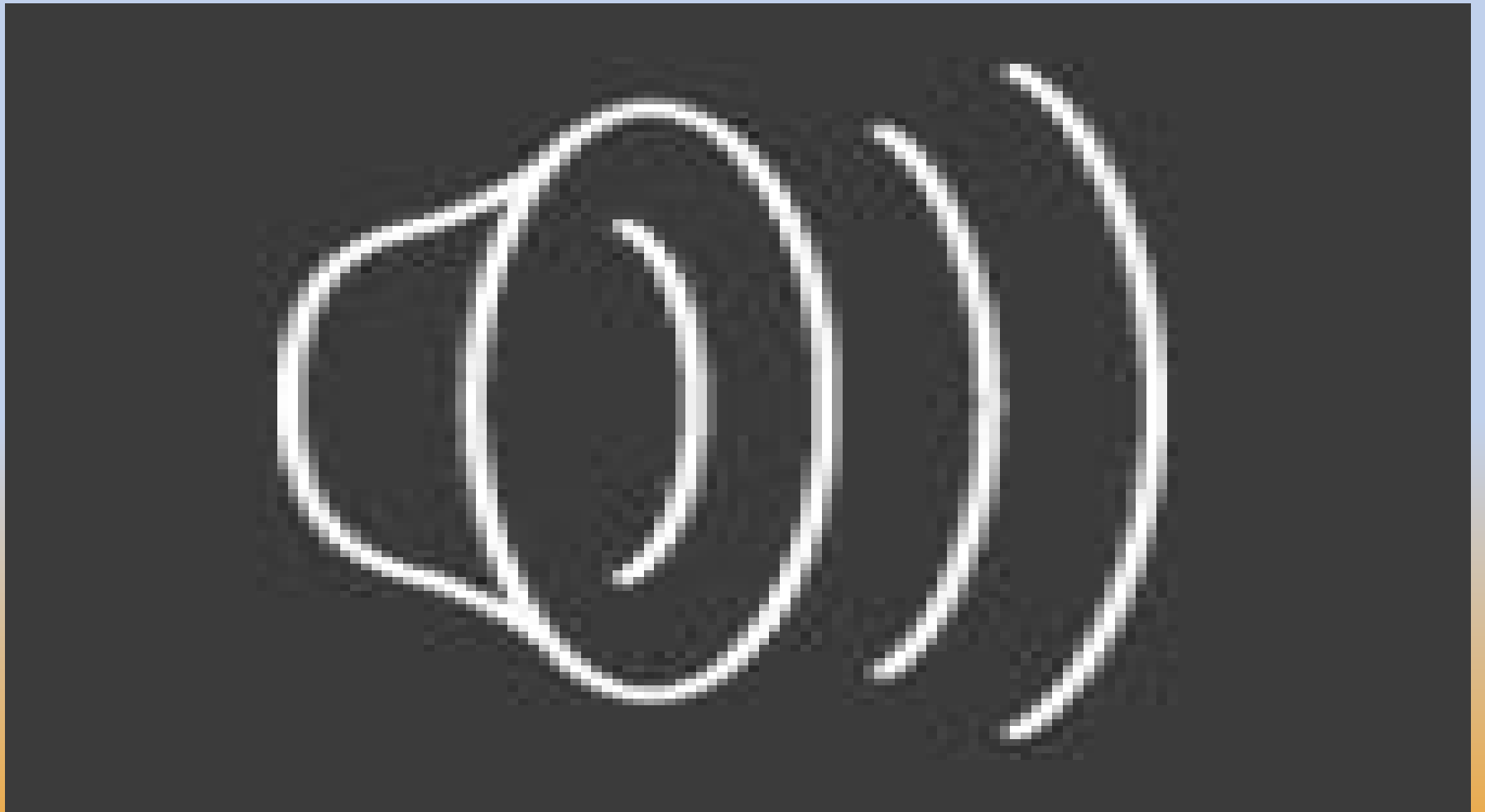
Віскозне волокно —

це регенероване целюлозне волокно,
яке отримують в результаті віскозного процесу.

З волокон скручують нитки, які лягають в основу
приємного на дотик матеріалу – віскози.

Блиск віскози зіставляють з блиском шовку, за що її
називають «штучним шовком».

Але властивості чистої віскози більше всього нагадують
властивості бавовни.



Мідно-амоніачні волокна виробляють із бавовняної целюлози, яку для отримання прядильного розчину обробляють мідно-амоніачним реактивом.

Ацетатні волокна виготовляють з бавовняної целюлози, яку обробляють оцтовим ангідридом у середовищі охолодженої оцтової кислоти.



Білкові волокна виготовляють хімічним шляхом з білків рослинного та тваринного походження. До них належать: зеїн (білок зерен кукурудзи, арахісу, сої), казеїн (білок молока), колаген (білок шкіри великої рогатої худоби).

Скляне волокно отримують розплавленням силікатного скла в електропечах при температурі 1370°C.

Розплавлене скло витягується у тонкі скляні нитки.

Використовують його для виробництва декоративних тканин, а також як теплоізоляційний матеріал на будівництві.



Металеві волокна одержують у вигляді окремих ниток круглого та плоского перерізу з алюмінієвої фольги, міді та її сплавів, срібла, золота та інших металів. До них належать: *алюніт, мішура, люрекс.*

До синтетичних відносяться волокна, які виготовляють з полімерних матеріалів, отриманих синтезом простих речовин (етилену, бензолу, фенолу, пропілену та ін.), які виробляють з нафтових газів, нафти та кам'яновугільної смоли.

Синтетичні волокна

Поліамідні (капрон, енант, анід)

Поліефірні (лавсан)

Полівінілхлоридні (ПВХ, хлорин)

Поліакрилонітрильні (нітрон)

Полівінілспиртові (вінол)

Фтормісткі (фторлон)

Поліолефінові (поліетиленові, поліпропіленові)

Найбільш поширеними синтетичними волокнами є поліамідні волокна (капрон, енант, анід). Вони відрізняються високою міцністю на розтягування, стійкістю до стирання, дії хімічних речовин та мікроорганізмів, а також морозостійкістю.



Поліефірне волокно
(лавсан)

характеризується
високою пружністю,
термостійкістю та
низькою
теплопровідністю.
Це дозволяє
отримувати з нього
вироби, що добре
зберігають форму
з малою усадкою.

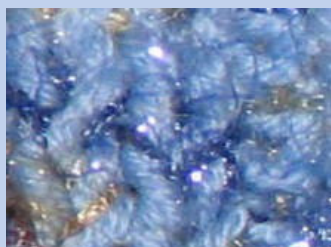
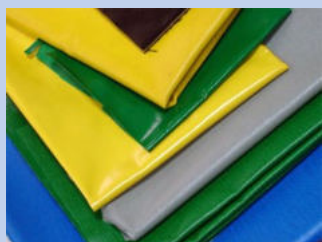


Поліакрилонітрильне волокно (нітрон)

м'яке та шовковисте, має малу теплопровідність,
низьку гігроскопічність, високу стійкість
до дії мінеральних кислот, лугів,
органічних розчинників, бактерій, плісняви,
молі і навіть ядерним випромінюванням.



Полівінілхлоридні
(ПВХ, хлорин),



полівінілспиртові
(вінол)



та
поліолефінові
(поліетиленові,
поліпропіленові)



волокна
для виготовлення
тканин для одягу
використовуються
в незначних
кількостях.

З них в основному
виготовляють
плащові і
декоративні тканини,
ворс штучного хутра
і килимів,
а також лікувальну
білизну.

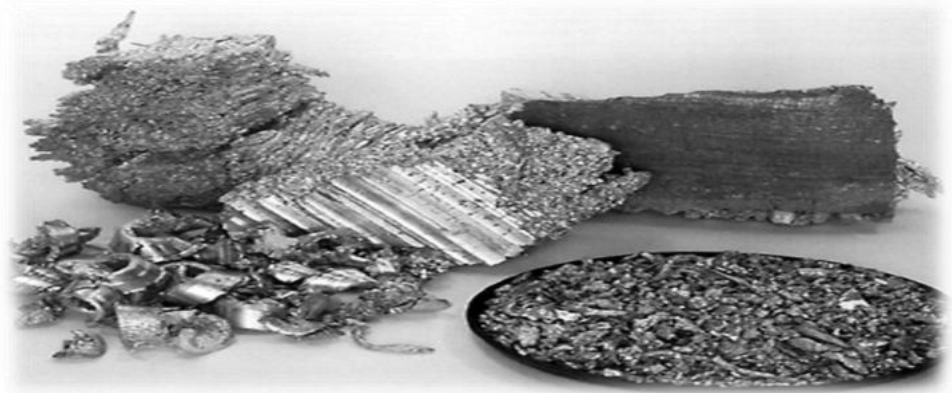
Тема 2. Формування будови та властивостей матеріалів

Тема 3. Дефекти кристалів. Дифузія в металах і сплавах.

Рідкі кристали

Тема 4. Кристалізація. Форми кристалів, вирощування
монокристала

Металознавство – це наука про взаємозв'язок електронної будови, структури металів і сплавів з їхнім складом, фізичними, хімічними, технологічними, товарознавчими й іншими властивостями.



Основною задачею металознавства є створення сплавів із заздалегідь розрахованими властивостями стосовно до умов роботи на основі даних квантової фізики, фізики твердого тіла.

Метали

```
graph TD; A(Метали) --> B(Чорні – залізо та сплави на його основі); A --> C(Кольорові – всі інші метали та сплави); B --> D(Сталь – залізовуглецевий сплав, що містить вуглецю від 0,01 до 2 %; марганцю 0,3 – 0.9 % ; кремнію 0,15 – 0,35%; сірки до 0,06% і фосфору до 0,07%); B --> E(Чавун – залізовуглецевий сплав, що містить вуглецю від 2 до 4,3 %; марганцю 0,2 – 12 % ; кремнію 0,5 – 4,25%; сірки до 0,02 - 2% і фосфору 0,1 – 1.2%); C --> F(Важкі); C --> G(Легкі); F --> H(Мідь, олово,цинк, свинець,нікель тощо.); G --> I(Алюміній, магній, літій, титан тощо);
```

Чорні – залізо та сплави на його основі

Кольорові – всі інші метали та сплави

Сталь – залізовуглецевий сплав, що містить вуглецю від 0,01 до 2 %; марганцю 0,3 – 0.9 % ; кремнію 0,15 – 0,35%; сірки до 0,06% і фосфору до 0,07%

Чавун – залізовуглецевий сплав, що містить вуглецю від 2 до 4,3 %; марганцю 0,2 – 12 % ; кремнію 0,5 – 4,25%; сірки до 0,02 - 2% і фосфору 0,1 – 1.2%

Важкі

Легкі

Мідь, олово,цинк, свинець,нікель тощо.

Алюміній, магній, літій, титан тощо

Властивості металів

- *Механічні* (ударна в'язкість, пружність, пластичність, міцність і твердість металу);
- *Технологічні* (фізична і технологічна зварюваність, зносостійкість, ковкість, оброблюваність різанням, ливарні властивості, здатність до паяння тощо);
- *Фізичні* (колір, питома маса, теплова і електрична провідність, магнітні якості, температура плавлення, температурний коефіцієнт лінійного розширення тощо);
- *Хімічні* (стійкість проти корозії, жароміцність, жаротривкість)

Усі метали і металеві сплави – тіла кристалічні; атоми розташовані в металах закономірно (мають дальній порядок) на відміну від аморфних тіл, у яких атоми розташовані хаотично (мають ближній порядок). У процесі кристалізації вони здобувають неправильну форму і називаються *кристаликами* чи *зернами*.

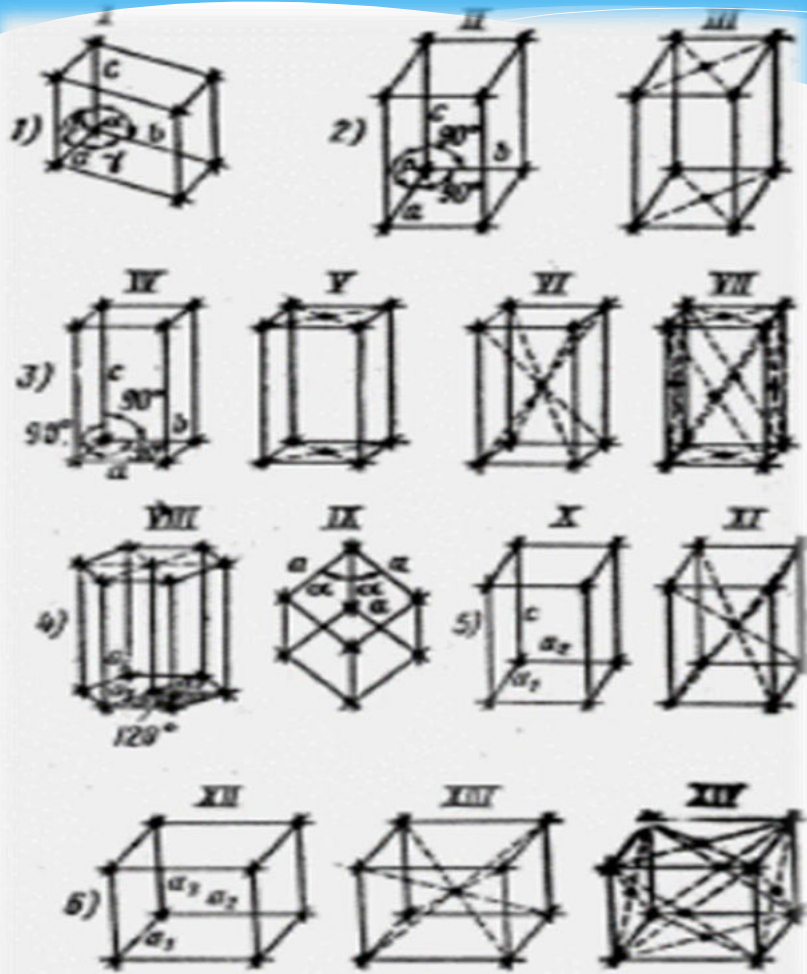


Кристалічна будова металів

Для вивчення будови твердого тіла в кристалічних решітках виділяють елемент об'єму з мінімальної кількості часток (атомів), багаторазовим переносом (трансляцією) якого в просторі можна побудувати весь кристал. Такий елементарний об'єм, що характеризує особливості будови даного типу кристала, називається елементарним осередком або коміркою .

За формою осередку, у залежності від кутів між її гранями α , β , γ і співвідношення між величиною ребер – **a, b, c**, розрізняють 7 кристалічних систем, з яких найбільш проста – кубічна.

- кубічна: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ, a = b = c$;
гексагональна: $\alpha = \gamma = 90^\circ, \beta = 120^\circ, a = b \neq c$;
тетрагональна: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ, a = b \neq c$;
тригональна чи ромбоєдрична: $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ, a = b = c$;
ромбічна: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ, a \neq b \neq c$;
моноклінна: $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma \neq 90^\circ, a \neq b \neq c$;
триклинна система: $\alpha \neq 90^\circ, \beta \neq 90^\circ, \gamma \neq 90^\circ, a \neq b \neq c$.



1. Триклинна
2. Моноклінна
3. Ромбічна
4. Гексагональна
5. Тетрагональна
6. Кубічна

Класифікація кристалів

Кристали

```
graph TD; A(Кристали) --> B(Іонні); A --> C(Ковалентні); A --> D(Металеві); A --> E(Молекулярні)
```

Іонні

Кристалічна тверд-отільна речовина, при утворенні якої основну роль відіграє йонний зв'язок (кам'яна сіль).

Ковалентні

Кристал, в якому в вузлах ґратки стоять атоми, ковалентно зв'язані з іншими атомами в сусідніх вузлах ґратки.

Металеві

Кристалічні речовини, всі атоми яких об'єднані металічними зв'язками, валентні електрони металу при цьому делокалізовані по всьому простору кристалічної сітки.

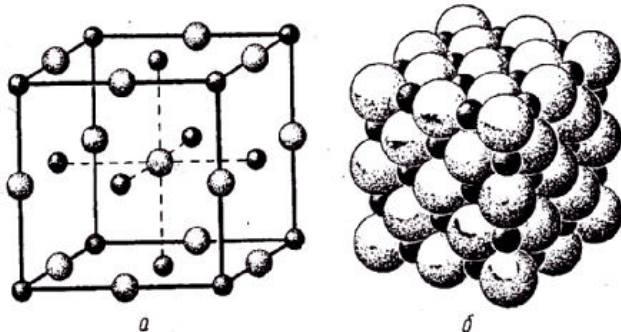
Молекулярні

Кристалічні твердотільні речовини, молекули яких зберігають цілісність в твердій фазі.

Іонні кристали

У вузлах кристалічних решіток іонних кристалів знаходяться іони. Іони розташовуються так, що сили кулонівського притягання між іонами протилежного знаку більші, ніж сили відштовхування між іонами одного знаку. Таким чином, іонний зв'язок обумовлений, в основному, електростатичною взаємодією протилежно заряджених іонів.

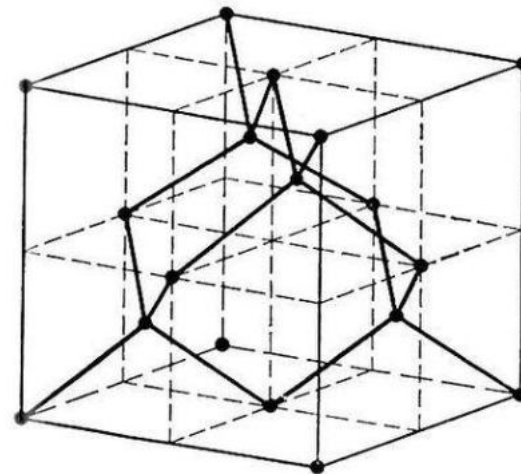
Іонні кристали володіють малою електропровідністю при низьких температурах, хорошою іонною провідністю при високих температурах і сильним інфрачервоним поглинанням.



Ковалентні кристали

Ковалентний зв'язок виникає між двома атомами за рахунок утворення загальної пари валентних електронів по одному від кожного атома. Ковалентний хімічний зв'язок дуже міцний, тому атомні кристали відрізняються високою температурою плавлення, великою твердістю і малою летючістю.

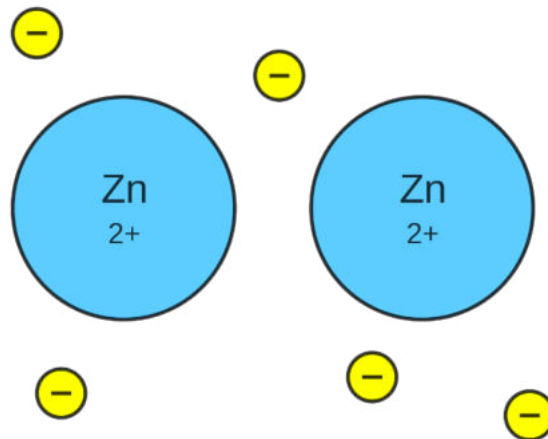
В атомних кристалах атоми, що знаходяться у вузлах кристалічних решіток, під впливом ковалентного зв'язку, устанавлюються на визначених відстанях один від одного, утворюючи відповідні просторові конфігурації. Типовим кристалом з таким зв'язком є алмаз.



Кристалічна решітка алмаза

Металевий тип зв'язку

При встановленні металічного типу зв'язку з атомів утворюється метал, в якому позитивно заряджені іони занурені в електронний газ. Незважаючи на заряджений стан іонів, взаємодія між ними екранується рухливими електронами, й не поширюється на далекі відстані. металічний зв'язок є багатоцентровим хімічним зв'язком з дефіцитом електронів і базується на узагальненні зовнішніх електронів атомів. Тому він характерний лише для конденсованого стану речовини.



Молекулярні кристали

Кристал, у вершинах ґратки якого знаходяться молекули або індивідуальні атоми, які утримуються силами ван дер Ваальса. Такий кристал порівняно з йонним має меншу твердість та нижчу температуру плавлення, його утворення є характерним для органічних сполук.

Зв'язки між молекулами молекулярного кристалу виникають завдяки ван дер Ваальсовим силам, водневим зв'язкам або диполь-дипольній взаємодії у випадку, коли індивідуальні молекули мають власний дипольний момент.

Характерним представником молекулярних кристалів є кристал нафталіну. До молекулярних кристалів належать також кристали льоду й сухого льоду (CO_2).



Кристал льоду

Види взаємодії молекул зв'язаних силами Ван-дер Ваальса

1. Якщо молекули даної речовини є електричними диполями, то сили електростатичної взаємодії між ними будуть прагнути розташувати молекули в певному порядку, якому відповідає мінімум потенційної енергії системи.
2. неполярні молекули деяких речовин у концентрованому стані володіють високою поляризованістю (концентрація електронів в атомі перестає мати сферичну симетрію). Енергія індукційної взаємодії не залежить від температури.
3. Можливий інший вид взаємодії між нейтральними молекулами, яка одержала назву дисперсійної. Пояснимо механізм виникнення дисперсійних сил на прикладі взаємодії двох атомів водню, коли вони перебувають досить близько один до одного, але відстань між атомами значно більша тієї, при якій перекриваються електронні хмари й виникають обмінні сили.

Енергія зв'язку кристалів в залежності від типу зв'язку часток в кристалічній решітці

Тип кристала	Приклад	Енергія зв'язку, ккал/моль
Іонний	Na Cl	180
Ковалентний зв'язок	Алмаз	~170
Металевий зв'язок	Na	26
	Fe	94
Молекулярний зв'язок	CH ₄	2,4

Область прояву ковалентного зв'язку не обмежується тільки атомними кристалами, а поширюється на іонні і металеві кристали. Виявляється, всі іонні кристали мають відповідну частку ковалентності; у металевих кристалах роль ковалентних зв'язків теж значна. Це вказує на умовний характер розподілу кристалів по типах зв'язку, і що всі сили, що утримують частки у вузлах кристалічних решіток мають загальну природу – електромагнітну.

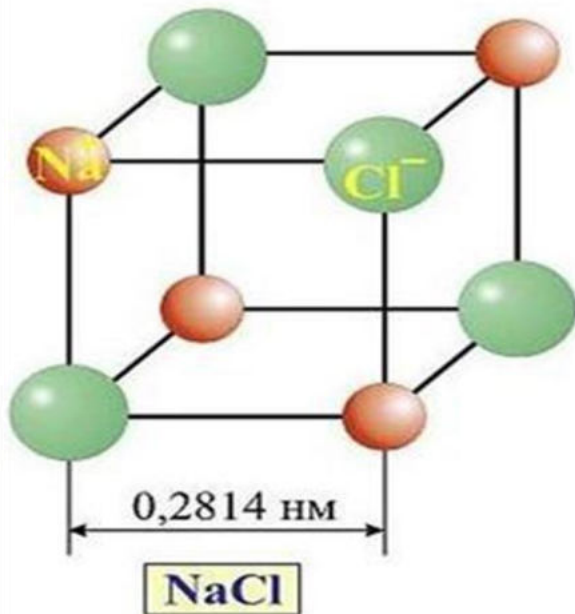
Кристалічні решітки

Будова кристалічної решітки складається з повторюваних однакових елементарних осередків: атомів, молекул, іонів, інших елементарних частинок, пов'язаних між собою різними вузлами.

Залежно від частинок кристалічної решітки існує чотирнадцять її типів, наведемо найбільш популярні з них:

- Іонна кристалічна решітка.
- Атомна кристалічна решітка.
- Молекулярна кристалічна решітка.
- Металева кристалічна решітка.

Іонна кристалічна решітка



У вузлах решітки - іони.

Хімічний зв'язок - іонний.

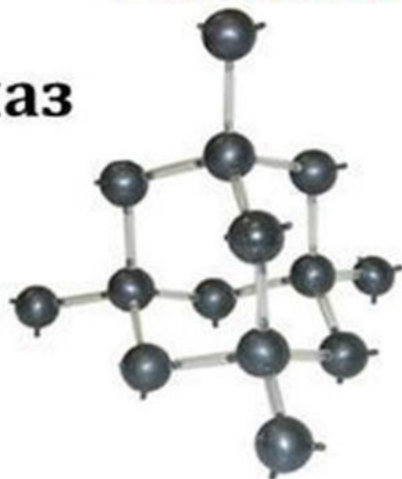
Властивості речовин:

- 1) відносно висока твердість і міцність,
- 2) крихкість,
- 3) термостійкість,
- 4) тугоплавкість,
- 5) нелетучість

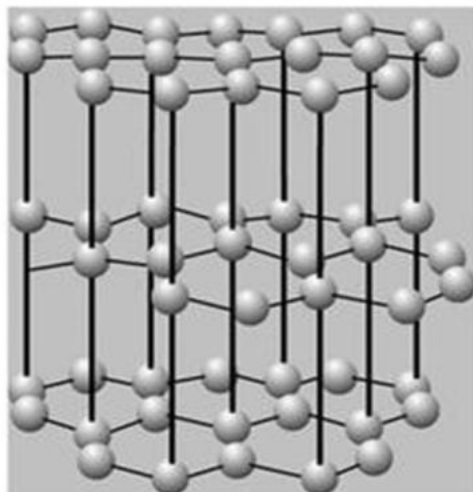
Приклади: солі (NaCl , K_2CO_3),
основи ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH)

Атомна кристалічна решітка

алмаз



графіт



В вузлах решітки атоми.

Хімічний зв'язок – ковалентний неполярний.

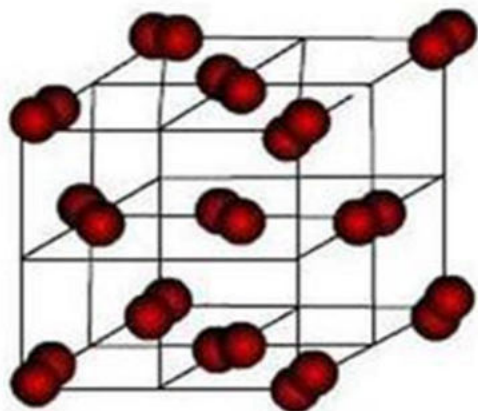
Властивості речовин:

- 1) дуже висока твердість і іцність,
- 2) дуже висока $T_{пл}$ (алмаз $3500^{\circ}C$),
- 3) тугоплавкість,
- 4) практично нерозчинні
- 5) нелетучість

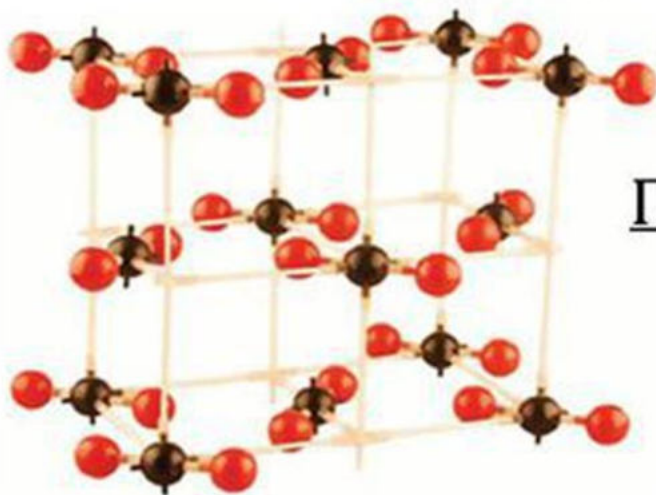
Приклади: прості речовини (алмаз, графіт, бор и інші.), складні речовини (Al_2O_3 , SiO_2)

Молекулярна кристалічна решітка

йод I_2



Вуглекислий газ CO_2



В вузлах решітки - **молекули**.

Хімічний зв'язок -

ковалентний полярний і неполярний.

Властивості речовин:

- 1) мала твердість, міцність,
- 2) низькі $T_{пл}$, $T_{кип}$,
- 3) при кімнатній T - рідина або газ,
- 4) висока летучість.

Приклади: прості речовини

(H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , P_4 , S_8 , Ne , He),

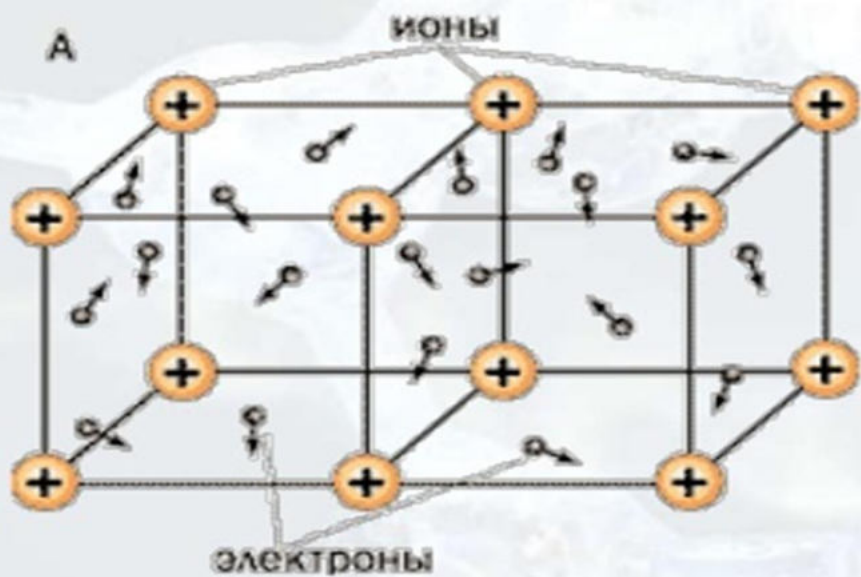
складні речовини (CO_2 , H_2O ,

цукор $C_{12}H_{22}O_{11}$ і др.)

Металеві кристалічні ґратки

У вузлах металевих кристалічних ґраток містяться **атоми й йони металів**

Для металів характерними є фізичні властивості: пластичність, металевий блиск, висока електро- і теплопровідність



Кристалічні ґратки заліза Fe^{2+}

Матеріалознавство

Тема: Полімери – основа неметалічних
матеріалів

Назаренко Софія

Пластмаси

Пластичні маси - це синтетичні матеріали, які одержують на основі органічних і елементо-органічних полімерів.

За складом пластмаси можуть бути простими (термопласти - хімічні полімери лінійної або розгалуженої структури) і складними (які крім полімерів, містять різні добавки: наповнювачі, барвники, пластифікатори, і т.д.)

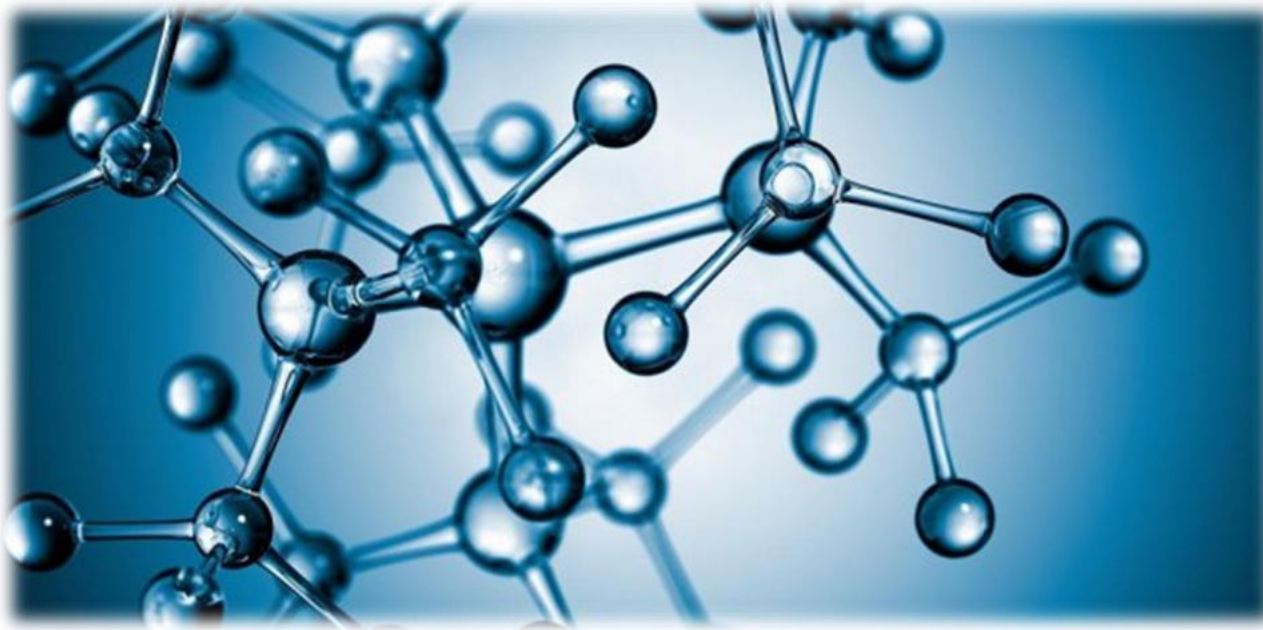


Властивості

1. Низька щільність (зазвичай 1-1,8 г / см³, в деяких випадках 0,02-0,04 г / см³);
2. Висока корозійна стійкість.
3. Високі діелектричні властивості;
4. Добре фарбуються в будь-які кольори. Деякі пластмаси можуть бути виготовлені прозорими, не поступаються за своїм оптичними властивостями склу;
5. Механічні властивості широкого діапазону. Залежно від природи обраних полімерів і наповнювачів пластмаси можуть бути твердими і міцними або ж гнучкими і пружними. Ряд пластмас за своєю механічної міцності перевершує чавун і бронзу. При одній і тій же масі пластмасова конструкція може за міцністю відповідати сталевий;
6. Антифрикційні властивості. Пластмаси можуть служити заміниками антифрикційних сплавів (олов'яних бронз, бабітів та ін.). Наприклад, поліамідні підшипники ковзання тривалий час можуть працювати без додавання смазочного матеріалу; •
7. Високі теплоізоляційні властивості. Всі пластмаси, як правило, погано проводять теплоту, а теплопровідність таких утеплювачів, як піно і поропласти, майже в 10 разів менше, ніж у звичайних пластмас;
8. Хороші технологічні властивості. Вироби із пластмас виготовляють способами безвідходної технології (без зняття стружки) - литтям, пресуванням, формуванням із застосуванням невисоких тисків або в вакуумі.

Полімери

Полімерами називають високомолекулярні з'єднання, макромолекули яких складаються з великого числа елементарних повторюваних ланок (полімерів) однакової структури.



Класифікація полімерів.

За походженням:

- природні (біополімери) - білки, нуклеїнові кислоти, смоли;
- синтетичні - поліетилен, поліпропілен, феноло-формальдегідні смоли;
- штучні — утворюються з природних полімерів шляхом їхньої хімічної модифікації.

За хімічною структурою:

- лінійні;
- розгалужені;
- сітчасті;
- просторові.

За складом основного ланцюга:

- гетероцепнів (в основному ланцюзі містяться атоми різних елементів);
- гомоцепні (основні ланцюги побудовані з однакових атомів).

Види полімерів

Природні полімери утворюються в процесі біосинтезу в клітках живих організмів. За допомогою екстракції, фракційного осадження й інших методів вони можуть бути виділені з рослинної і тваринної сировини.

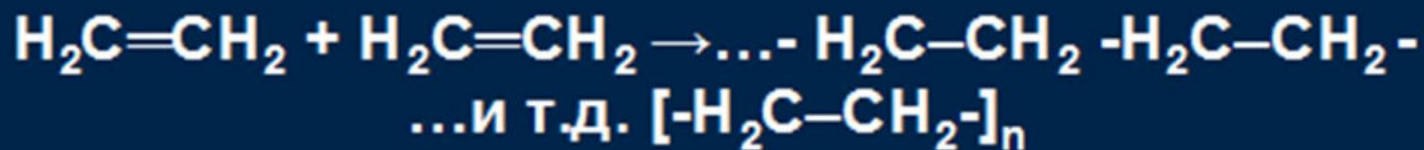
Синтетичні полімери одержують полімеризацією і поліконденсацією.

Карбоцелні полімери звичайно синтезують полімеризацією мономерів з однієї чи декількома кратними вуглецевими чи зв'язками мономерів

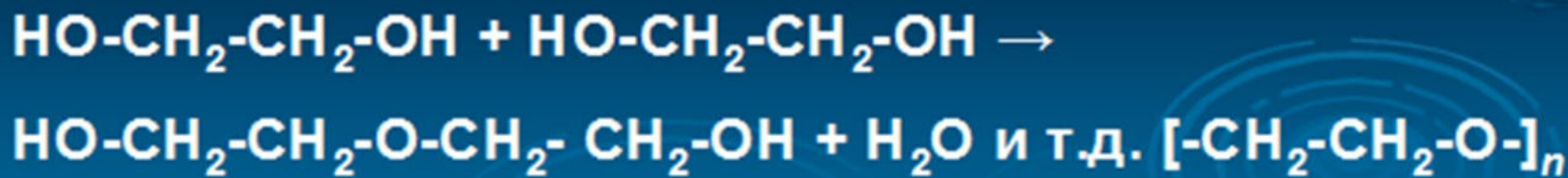
Гетероцелні полімери одержують поліконденсацією, а також полімеризацією мономерів, що містять кратні зв'язки вуглецю елементу чи неміцні гетероциклічні угруповання

Способи отримання полімерів

→ ПОЛІМЕРИЗАЦІЯ



→ ПОЛІКОНДЕНСАЦІЯ



Властивості полімерів

- велика молекулярна маса макромолекул, що складає від $5 \cdot 10^3$ до 10^7 ;
- макромолекули високомолекулярних з'єднань складаються з багаторазово повторюваних ділянок (мономерів);
- велика гнучкість макромолекул, що дозволяє високоз'єднанням змінювати свою конформацію, тобто розташування в просторі;
- здатність до прояву великих деформацій (до декількох сотень відсотків) і наявність для ряду з'єднань особливого стану – високоеластичності;
- наявність релаксаційних процесів, обумовлених встановленням у таких матеріалах статичної рівноваги; не здатні переходити в газоподібний стан без розкладання, тобто зі збереженням хімічної структури і молекулярної маси; для них температура кипіння вище температури розм'якшення ($T_{\text{кип}} > T_{\text{розл}}$);
- макромолекула полімеру являє собою ланцюжки, що складаються з окремих ланок; довжини ланцюга в кілька тисяч разів більше їхнього поперечного переріза (довжина від $4 \cdot 10^3$ до $8 \cdot 10^3$ А, а «товщина» – всього 3,5–7,5 А.

Особливості властивостей полімерів

Склоподібний стан

(аморфний, кристалічний) - твердий стан, має фіксоване розташування макромолекул. Атоми ланок молекул знаходяться тільки в коливальному русі у положення рівноваги, рух ланок і переміщення молекул не відбувається. Перехід полімеру в подібний стан відбувається при певній температурі T_c , званої температурою склування. Температура склування (T_c) визначає теплостійкість і морозостійкість полімеру. У склоподібного стану знаходяться полімери з просторовою сітчастою структурою.

Високоеластичний стан

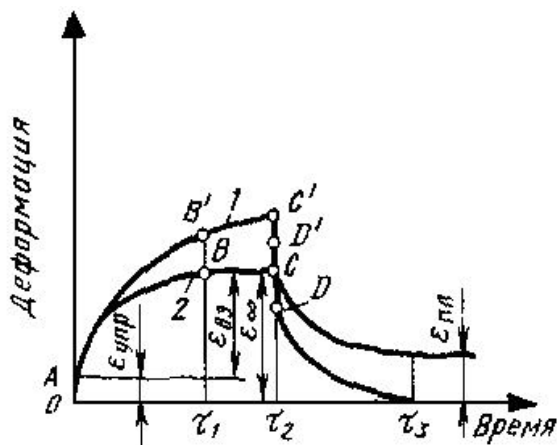
має місце при температурі вище температури склування T_c .

Високоеластичний стан характеризується рухливістю ланок або груп ланок у ланцюзі макромолекул при відсутності переміщення ланцюга в цілому, навіть при невеликих навантаженнях. Макромолекули здатні тільки згинатися. Зі збільшенням температури полімер переходить у в'язкотекучий, подібне рідкому, стан, але відрізняється від нього підвищеною в'язкістю.

Релаксаційні властивості полімерів.

Механічні властивості полімерів залежать від часу дії і швидкості прикладання навантажень. Це обумовлено особливостями будови макромолекул. Під дією прикладених напружень відбувається як розпрямлення і розкручування ланцюгів (змінюється їх просторова форма), так і переміщення макромолекул, пачок і інших надмолекулярних структур.

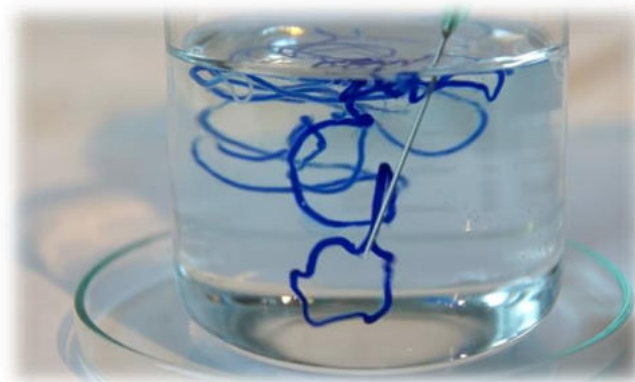
Деформація змінюється в часі. Як для лінійного, так і для сітчастого полімерів спочатку миттєво розвивається пружна деформація (ділянка О-А). Потім від точки А в обох зразках поступово розвивається рівноважна високоеластична деформація. Для лінійного полімеру сумарна деформація ($\epsilon = \epsilon_{\text{упр}} + \epsilon_{\text{в.е.}} + \epsilon_{\text{пл}}$) більш висока. Через час τ_1 вона продовжує зростати (процес перебігу), а в сітчастому полімері встановлюється рівноважна високоеластична деформація $\epsilon = \infty$ (пластична деформація відсутня).



Деформація напруги

Полімери можуть знаходитися в трьох фізичних станах: склообразному, високоеластичному і в'язкотекучому.

1. Склообразний стан виникає при переході аморфного полімеру з рідкого (високов'язкого) у твердий стан без утворення упорядкованої (кристалічної) фази.
2. Високоеластичний стан характеризується здатністю матеріалу до великих оборотних змін форми при невеликих навантаженнях; коливаються ланки, і макромолекула здобуває здатність згинатися.
3. В'язкотекучий стан нагадує рідкий, але відрізняється від нього великою в'язкістю (рухлива вся макромолекула).



Поділ макромолекул полімерів за формою

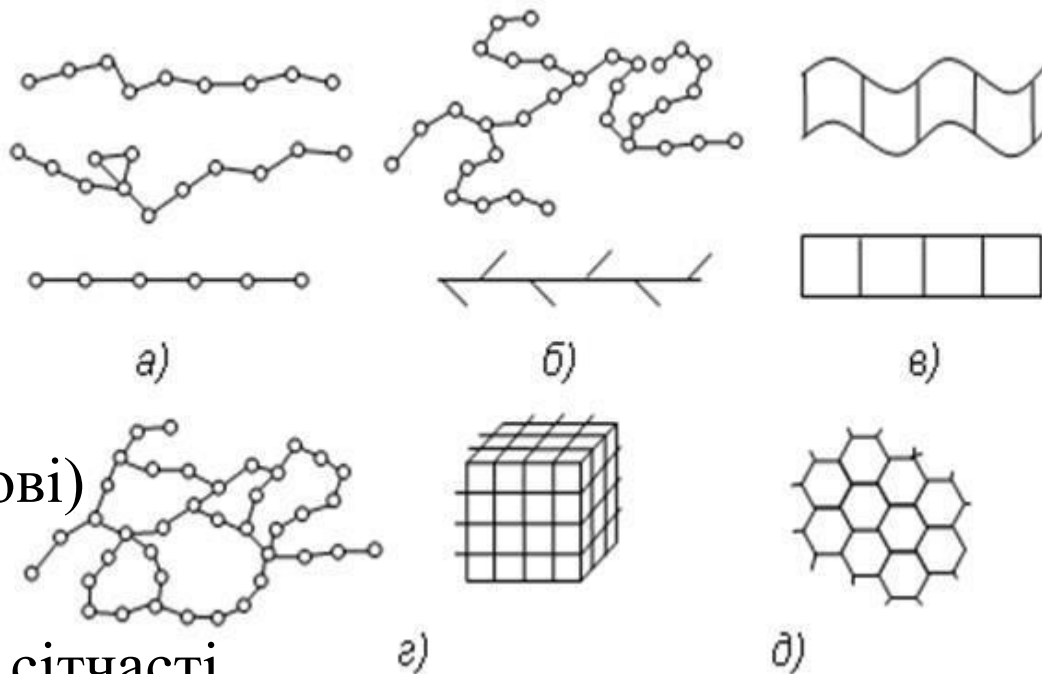
а) лінійні

б) розгалужені

в) плоскі

г) стрічкові (сходові)

д) просторові або сітчасті.



Поділ полімерів по відношенню до нагрівання

Термопластичні

Деякі полімери при нагріванні плавно переходять через вязкопластического в рідинних стан. При охолодженні відзначається також плавний перехід в твердий стан. Нагрівання полімеру до температур нижче температури його термічної деструкції не викликає незворотного зміни властивостей матеріалу, що дозволяє багаторазово повторювати процес термічної обробки лінійних полімерів.

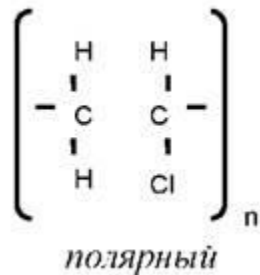
Термоактивні

Інші полімери під дією теплоти, минаючи рідкий стан, необоротно переходять в твердий стан і не можуть використовуватися повторно. Така поведінка полімерів при нагріванні називається терморективною.

По відношенню до електричного поля полімери бувають:

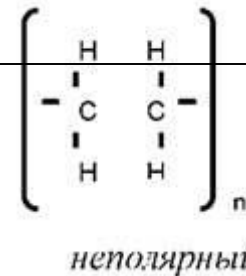
Полярні

Полярні полімери мають підвищену міцність, жорсткість, але низьку морозостійкість (крихкість вже при $-10 \dots -20^\circ \text{C}$). Їх можна зварювати струмом високої частоти.



Неполярні

Неполярні (на основі вуглеводнів) - високоякісні діелектрики, володіють хорошою морозостійкістю. Дипольний момент зв'язків атомів в неполярних полімерах взаємно компенсується. У макромолекулах неполярних полімерів симетричне розташування груп. Центри ваги різнойменних зарядів збігаються.



Елементи надмолекулярної структури полімерів

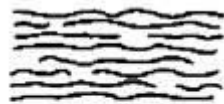
Глобула являє собою згорнуті в клубок ланцюга макромолекул полімеру або їх агрегатів .

Пачка складається з паралельно розташованих ланцюгів, причому сумарна довжина пачки , як правило , перевищує довжину окремих ланцюгів макромолекул полімеру.

Термодинамічно найбільш стійкою формою надмолекулярного освіти є сфероліт , сформований тангенціально розташованими пачками макромолекул



глобула



пачка



сфероліт

Процеси, що відбуваються при деформації

Термомеханічна крива

Графічна залежність деформації, що розвивається за певний час при заданій нарузі, від температури називається **термомеханічною кривою**. На кривих є три ділянки, що відповідають трьом фізичним станам. Середні температури перехідних областей називаються температурами переходу. Для лінійного полімеру який не кристалізується область I - область пружних деформацій (ступінь деформації 2-5%), пов'язана зі зміною відстані між частинками речовини. При температурі нижче t_{xp} полімер стає крихким.

Руйнування відбувається в результаті розриву хімічних зв'язків в макромолекулі. В області II невеликі напруги викликають переміщення окремих сегментів макромолекул і їх орієнтацію в напрямку діючої сили. Після зняття навантаження молекули в результаті дії міжмолекулярних сил беруть первинну рівноважну форму.

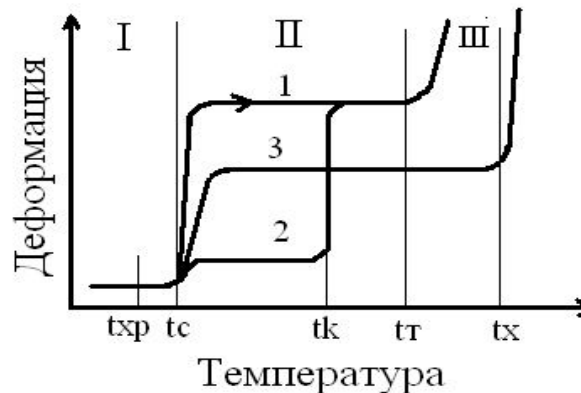


Рис. Термомеханічні криві некристалічного лінійного (1), кристалічного (2) і рідкосітчатого (3) полімерів (t_c , t_k , t_T , t_x - температури склування, кристалізації, початок в'язкої течії і початок хімічного розкладання відповідно), I-III - ділянки скловидного, високоеластичного і вязкотекучого станів.

Орієнтаційні зміцнення під час деформації

Полімери, як в кристалічному, так і в склоподібному стані можуть бути орієнтовані. Процес здійснюється при повільному розтягуванні полімерів, що знаходяться в високоеластичному або в'язкотекучому стані. Макромолекули і елементи надмолекулярних структур орієнтуються в силовому полі, набувають впорядковану структуру в порівнянні з неорієнтованими. Після того як досягнута бажана ступінь орієнтації, температура знижується нижче t_c і отримана структура фіксується.

У процесі орієнтації зростає міжмолекулярна взаємодія, що призводить до підвищення t_c , зниженню t_{xp} і особливо до підвищення міцності.

Властивості матеріалу виходять анізотропними. Розрізняють одноосьову орієнтацію, яка застосовується для отримання волокон, плівок, труб, проведених одночасно в декількох напрямках (наприклад, в процесі отримання плівок).

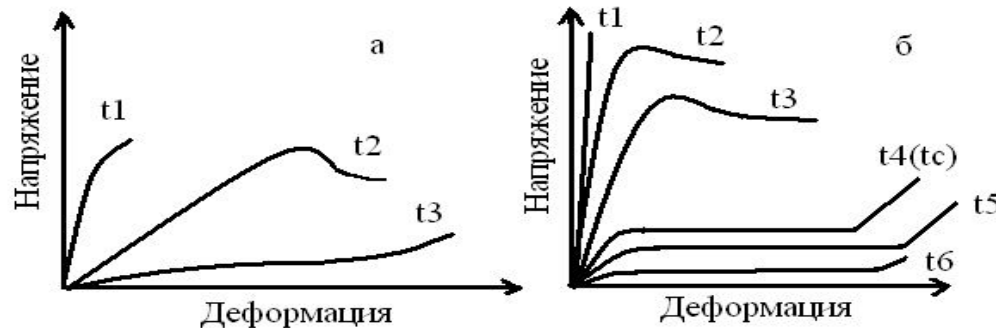


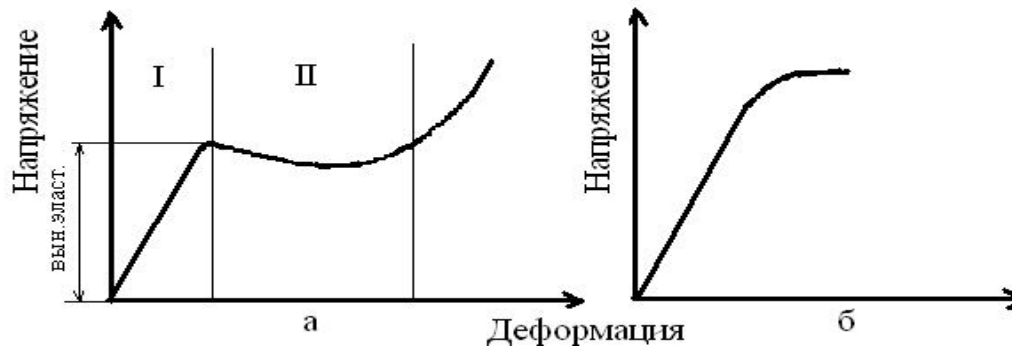
Рис. Вплив температури на характер кривих напруження – деформації:

а - аморфного термопласту ($t_1 < t_2 < t_3$); б - кристалічного полімеру ($t_1 < t_6$)

Деякі властивості орієнтованих аморфних і кристалічних полімерів однакові, проте вони розрізняються фазовим станом, тому з плином часу у кристалічних полімерів поліпшується їх структура, а аморфні орієнтовані полімери частіше всього в подальшому дезорієнтуються (особливо при нагріванні).

Деформації розтягнення полімерних мас

При дії великих напруг в склоподібних полімерах розвиваються значні деформації, які за своєю природою близькі до високоеластичних. Ці деформації були названі **вимушено-еластичними**, а саме явище - **вимушеною еластичністю**.



Діаграми розтягування: *a* - склоподібного полімеру; *б* - полімеру з щільною сітчастою структурою, I - область пружних деформацій; II - область високоеластичної деформації

Вимушено-еластичні деформації проявляються в інтервалі температур t_C - $t_{C_{hr}}$, а при нагріванні вище t_C вони оборотні. *Максимум на кривій називається межею вимушеної еластичності.*

У полімерів з щільною сітчастою структурою під дією навантаження виникає пружна і високоеластична деформація, пластична деформація зазвичай відсутня. У порівнянні з лінійними полімерами пружні деформації складають відносно велику частину, високоеластичних деформацій набагато менше.

Залежність напруги від деформації для кристалічного лінійного полімеру

Для кристалічних полімерів залежність напруги від деформації виражається лінією з чіткими переходами (рис.). На першій стадії (ділянка I) подовження пропорційно діючій силі. Потім раптово на зразку виникає «шийка», після чого подовження зростає при постійному значенні сили до значної величини. На цій стадії шийка (ділянка II) подовжується за рахунок більш товстої частини зразка. Після того як весь зразок перетворився в шийку, процес переходить в третю стадію (ділянка III), що закінчується розривом.

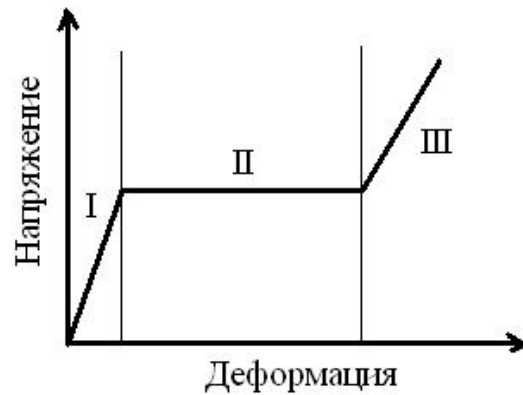


Рис. Залежність напруги від деформації для кристалічного лінійного полімеру

Петля гістерезису в еластомерах

Для еластомерів графічна залежність напруги σ - деформація ε при навантаженні та розвантаженні зразка називається **петлею гістерезису** (рис.). При швидкому навантаженні (крива 1) значення деформації відстає від рівноважного (крива 3), а при розвантаженні ε вище рівноважного (крива 2). Рівноважна деформація відповідає завершеності релаксаційних процесів. На відрізку $0 \leq \varepsilon_1$ виникає пластична деформація. Площа петлі гістерезиса - це різниця між роботою, витраченої на навантаження зразка, і роботою при знятті навантаження. Чим більше площа петлі гістерезису, тим більше енергії розсіюється, витрачається на нагрів і активацію хімічних процесів. *При деформації полімерні матеріали, так само як і метали, характеризуються статичним і динамічним ефектом.*

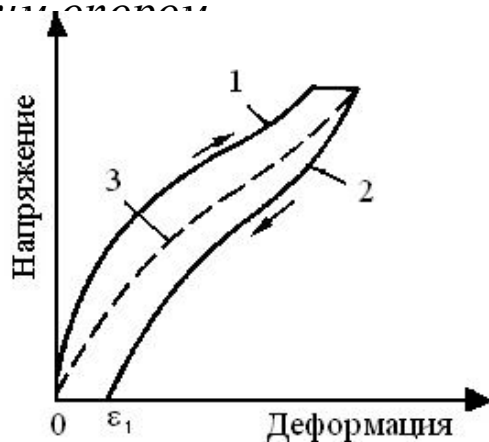


Рис. Петля механічного гістерезису еластомерів:
1 – навантаження; 2 – розвантаження; 3 – крива рівноваги

Старіння полімерів

Під старінням полімерних матеріалів розуміється мимовільна необоротна зміна найважливіших технічних характеристик, що відбуваються в результаті складних хімічних і фізичних процесів, що розвиваються в матеріалі при експлуатації і зберіганні. Причинами старіння є світло, теплота, кисень, озон та інші немеханічні чинники. Старіння прискорюється при багаторазових деформаціях. Проте суттєво на старіння впливає волога.

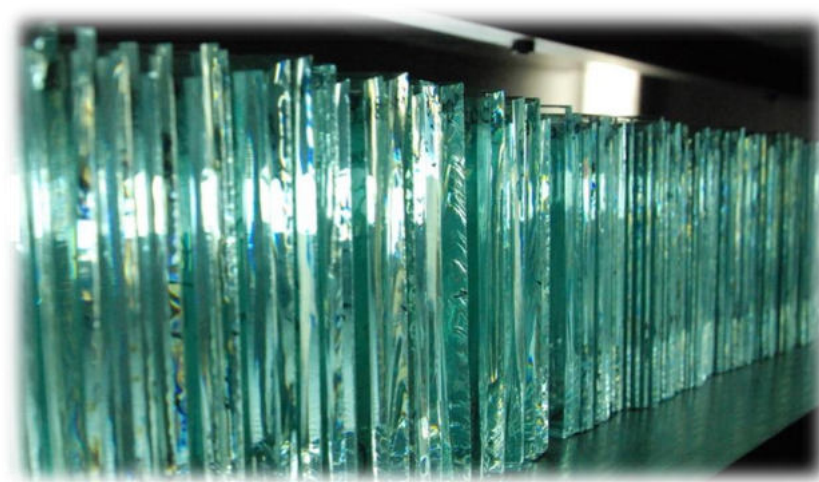
Випробування на старіння проводиться як в природних умовах, так і штучними прискореними методами. **Сутність старіння** полягає в складній ланцюгової реакції, що протікає з утворенням вільних радикалів (рідше іонів), яка супроводжується деструкцією і структуруванням полімера. Зазвичай старіння є результатом окислення полімеру атмосферним киснем. Якщо переважає деструкція, то полімер розм'якшується, виділяються летючі речовини (наприклад, натуральний каучук).

При структуруванні підвищуються твердість, крихкість, спостерігається втрата еластичності (бутадієновий каучук, полістирол). При високих температурах (200-500 ° C і вище) відбувається термічний розклад органічних полімерів. Стабільні до термодеструкції полімерів, що володіють високою теплою полімеризації (поліетилен, поліфеноли), полімери з полярними заступниками (фторполімери). Процеси старіння прискорюються під впливом механічної напруги. Стійкі до озону кремнійорганічні з'єднання. У тропічній атмосфері стійкі поліетилен, політетрафторетилен, поліамідні волокна, нестійкі натуральні і синтетичні каучуки, віскоза, бавовняні волокна.

Для уповільнення процесів старіння в полімерні матеріали додаються стабілізатори (різні органічні речовини), антиоксиданти (аміни, феноли та ін.). Тривалість експлуатації стабілізованих матеріалів значно зростає. Термін настання крихкості поліетилена, стабілізованого сажею, становить понад 5 років. Труби з полівінілхлориду можуть працювати 10-25 років.

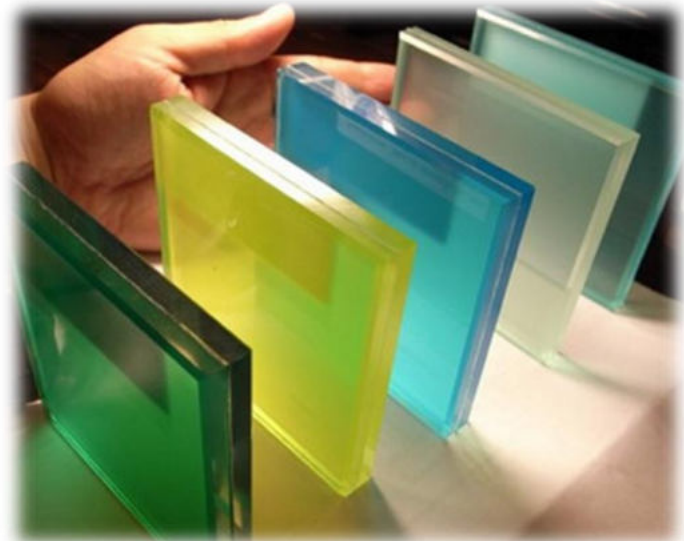
Скло

Неорганічне скло - це однорідна аморфна речовина, що отримується при затвердінні розплаву оксидів. Воно не має певної точки плавлення або затвердівання, при охолодженні переходить з розплавленого, рідкого стану в високов'язкий стан, а потім в твердий, зберігаючи при цьому невпорядкованість і неоднорідність внутрішньої будови. У складі скла можуть бути присутніми оксиди трьох типів: склоутворюючі, модифікуючі і проміжні.



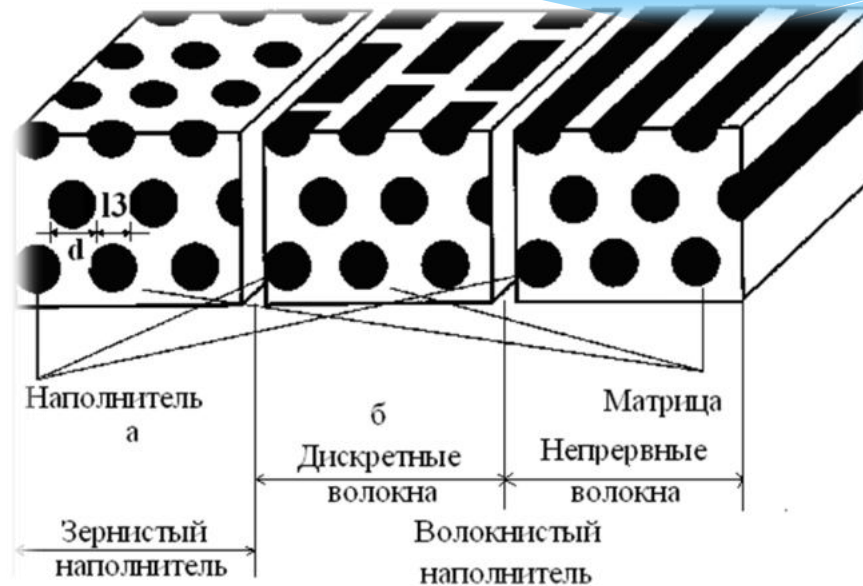
Властивості

1. Щільність - 2200 - 6500 кг / м³ (для стекол з оксидами свинцю - до 8000 кг / м³);
2. Температури для промислових стекол: - стеклования - 425-600 ° С; - розм'якшення - 600-800 ° С;
3. Коефіцієнт теплопровідності - 0,7-15 Вт / (м • К);
4. Температурний коефіцієнт лінійного розширення: для кварцового скла-5,6
5. 107 ° С-1; для будівельного скла - 9,0
6. Модуль зсуву (2-3) 104 МПа;
7. Модуль Юнга (7-7,5) 104 МПа;
8. Коефіцієнт Пуассона 0,184-0,26;
9. Твердість 5-7 од. по Моосу;
10. Ударна в'язкість - 1,5-2,5 кДж / м²;
11. Питомий електроопір - 10¹²-10¹⁸ Ом
12. Діелектрична проникність - 3,5-16;
13. Напівпровідникові властивості;
14. Хімічна стійкість;
15. Високі оптичні властивості.



Композиційні матеріали

Композиційними називають однорідні в макрооб'ємні матеріали, які одержують шляхом штучного об'єднання мікроскопічних обсягів різнорідних речовин.



Класифікація композиційних матеріалів по виду наповнювача:

а - з зернистим наповнювачем; б - з дискретним волокнистих наповніть-лем;

в - з безпервним волокнистих наповнювачем; d - діаметр зерна;

l3 – відстань між зернами

Матриця композиційних матеріалів

Основне призначення матриці в КМ полягає у зв'язуванні дисперсних частинок або більших зерен, дискретних або безперервних волокон наповнювача в суцільне тверде тіло, а також в сприйнятті і рівномірному перерозподілі зовнішнього навантаження на елементи наповнювача.



Классификация композиционных материалов по виду матрицы

- **Металева матриця.** В якості матриці КМ найбільш широке застосування отримали легкі і жароміцні метали і сплави. Легкі метали і сплави дозволяють отримувати максимальне значення питомої міцності КМ на їх основі, особливо в поєднанні з низькоплотними волокнами.
- **Полімерна матриця.** З термопластів як матрицю КМ знайшли застосування поліаміди (більш відомі під назвою капрон і нейлон) і фторорганічні полімери. Поліаміди ударостійкі і мають вібропоглинаючі властивості. Поліаміди хімічно стійкі в лужному середовищі, стійкі до впливу бензину і спирту. Поліаміди мають низький коефіцієнт тертя і тому служать матрицею КМ переважно антифрикційного призначення.
- **Вуглеводна матриця.** У технології отримання КМ вуглецева матриця утворюється в результаті термічного розкладання як термопластичних і термореактивних, так і газоподібних вуглеводнів. При використанні термопластичних або термореактивних вуглеводнів вуглецеву матрицю формують тверді продукти піролізу вуглеводнів, які мають загальну назву коксовий залишок. В якості сировини для отримання вуглецевої матриці в техно-логії виготовлення КМ найбільш часто використовують термопластичну суміш вуглеводнів штучного походження - кам'яновугільний пек.



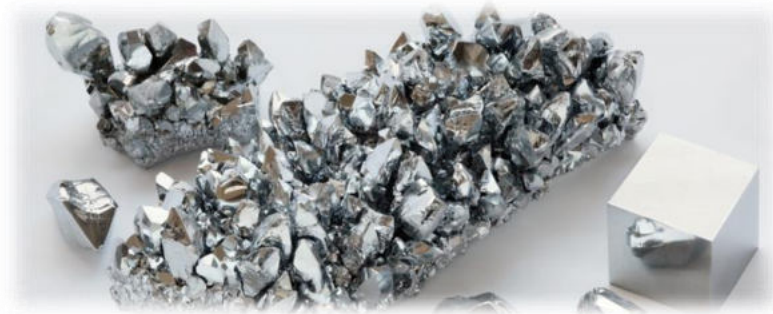
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

**Виконала: студентка групи ТУ-45
Назаренко Софія**

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

Під механічними властивостями розуміють характеристики, що визначають поведінку металу під дією зовнішніх механічних сил. До механічних властивостей звичайно відносять:

- Опір металу деформації (міцність) і опір руйнуванню (пластичність);
- Ударна в'язкість;
- Пластичність;
- Крихкість;
- Здатність металу не руйнуватися за наявності тріщин.

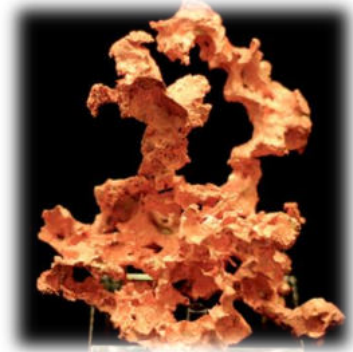


ПРИ ОЦІНЦІ ПОКАЗНИКІВ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛІВ РОЗРІЗНЯЮТЬ ДЕКІЛЬКА ГРУП КРИТЕРІЇВ:

- – критерії, які характеризують якість металів без урахування їхнього призначення. Ці критерії знаходять шляхом стандартних випробувань зразків при статичних і динамічних навантаженнях;
- – критерії оцінки конструктивної стійкості металу, що відбивають працездатність металу в умовах експлуатації.

Ці критерії визначають дві групи оцінок якості:

- а) критерії, що визначають надійність металевих виробів, які можуть мати тріщини, надрізи, пустоти та інші руйнування;
- б) критерії, що визначають довговічність виробів – опір втомі, зносостійкість, опір корозії.



ДЕФОРМАЦІЇ МЕТАЛІВ

Пружна

Пружні деформації зникають після закінчення дії прикладених сил. Пружні деформації обумовлені силами, що діють між частками твердих тіл.

Пластична

Пластичні деформації залишаються після закінчення дії прикладених сил. В основі пластичних деформацій твердих тіл лежать необоротні переміщення атомів на значні відстані від вихідних положень рівноваги

ДИСЛОКАЦІЙНИЙ МЕХАНІЗМ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Для металів процес пластичної деформації звичайно являє собою процес ковзання однієї частини кристала щодо іншої по кристалографічних площинах ковзання з більш щільним упакуванням атомів. У результаті ковзання кристалічна будова частин, що переміщуються, не міняється і залишається початковою.

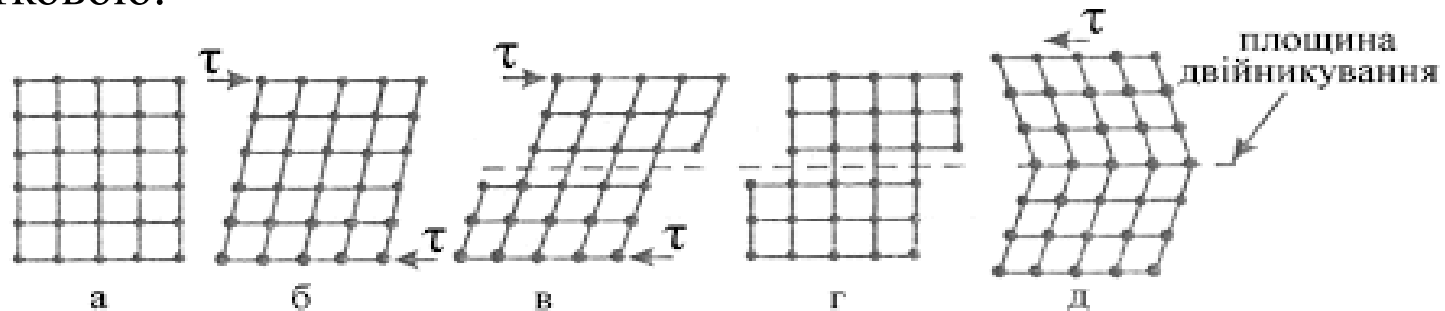


Рисунок 7.3 – Схема пружної і пластичної деформації металу: а – початкова структура

кристалу; б – пружна деформація; в – пружна і пластична деформації; г – після зняття навантаження



ВИПРОБУВАННЯ НА ТВЕРДІСТЬ

Твердістю називають властивість металу чинити опір пластичній деформації при контактному впливі в поверхневому шарі.

1. При визначенні твердості по Брінеллю індентор у виді сталеві кульки визначеного діаметра D удавлюється при визначеному навантаженні P у випробуваній матеріал. Твердість по Брінеллю визначається по діаметру відбитка d по формулі.
2. При визначенні тведості по Роквелло вавлюється алмазний конс з ктопи вершині 120° (при іспиті твердості дуже твердих матеріалів) чи сталева загартована кулька діаметром $1,588$ мм ($1/16''$) (при випробуваннях м'яких матеріалів). Конус чи кулька вдавлюється при застосуванні двох послідовних навантажень (рис. 7.5б): попереднього ($P = 10$ кгс) і основного. Одиниця твердості по Роквеллу безрозмірна величина, що відповідає осьовому переміщенню індентора на $0,002$ мм.
3. Твердість по Віккерсу HV , як і мікротвердість H , визначається вдавлюванням індентора у вигляді алмазної піраміди (рис. 7.5в). Метод Віккерса використовується для випробування твердості деталей **малої товщини** або тонких поверхневих шарів, які мають високу твердість.

СУЧАСНІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ МЕТАЛІВ

Кристалізація

Вирощують монокристали (відсутні границі між зернами кристалів) промислових розмірів чи полікристали з однаковою орієнтацією границь зерен.

Надпластичне формування

Виготовлені з легованих дрібнодисперсних порошків, вони мають винятково хімічну і мікроструктурну однорідність. Вони здатні без руйнування витримати розтягування на 1000% їхньої первісної довжини.

Охолодження

Невелика кількість розплавленого металу розганяється до великої швидкості, а потім направляється на сильно охолоджену поверхню. Метал вдаряється об цю поверхню і розприскується – швидкість охолодження досягає порядку 10^4 °C/с. Вони міцні і мають високі температури плавлення.

Матеріалознавство

Виконала: студентка групи ТУ-45

Назаренко Софія

Дефекти кристалів

Об'ємні

Дефекти мають значну довжину у всіх напрямках. Прикладами таких дефектів є усадочні, газові раковини, тріщини, що утворилися на різних етапах технологічного процесу виробництва злитків, виливків.

Поверхневі

Це межі між ділянками кристала, повернутими на різні незначні кути одна відносно одної; дефекти розташування атомів у кристалі; межі електричних і магнітних моментів; антифазні межі у сплавах.

Точкові

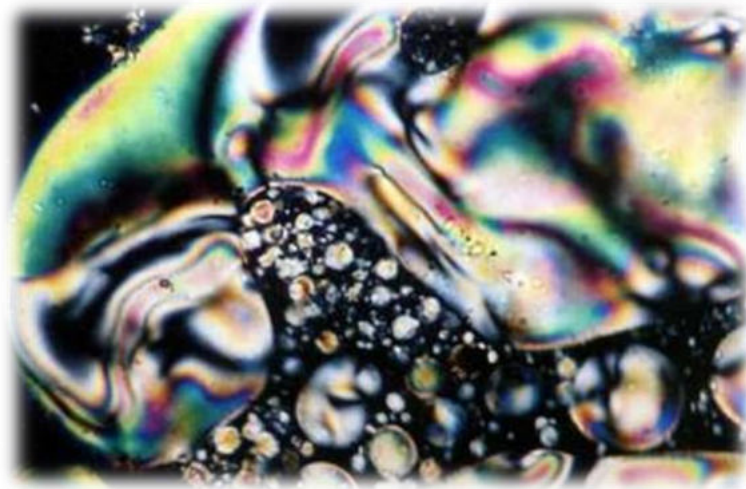
Це порушення кристалічної структури, розміри яких порівнювані з атомною або кількома атомними відстанями. Вони можуть бути простими і складними, рухатися через кристал, взаємодіяти один з одним, з іншими дефектами. В умовах термодинамічної рівноваги в кристалі із стехіометричним складом точкові дефекти виникають у результаті теплового руху.

Лінійні

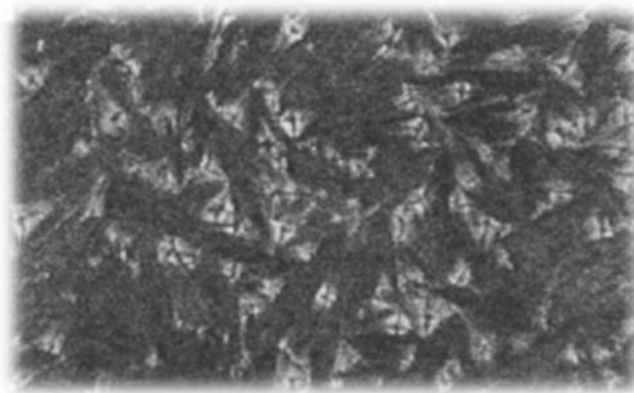
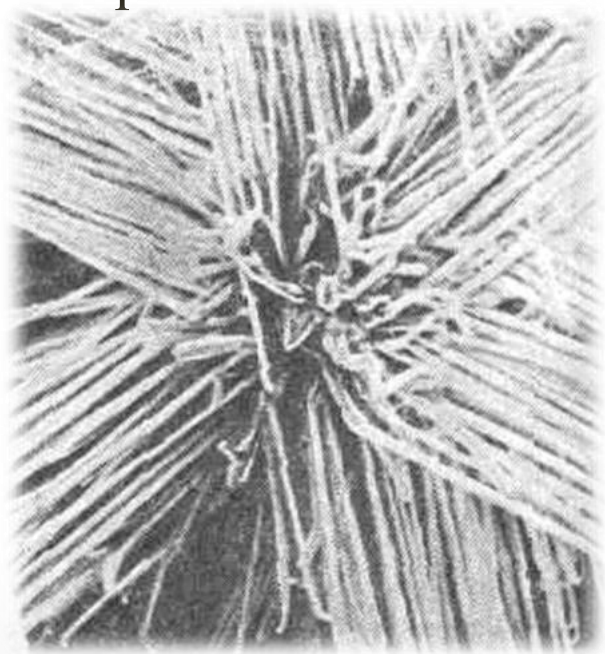
До лінійних (одновимірних) дефектів кристалічної решітки відносяться дислокації (у перекладі означає "зсув"). Дислокація – це лінія в кристалічній решітці, що характеризується такими ознаками: на відстанях, більших декількох міжатомних відстаней, кристал практично ідеальний; поблизу дислокації атоми помітно зміщені стосовно вузлів ідеального кристала.

Рідкі кристали

Деякі органічні матеріали при переході з рідкого стану в твердий мають проміжну структуру. Речовина в такому стані(між твердим кристалічним та ізотропним рідким) називається – рідкими кристалами. За структурою РК це рідини схожі на желе.



Речовини, молекули яких за певних умов здатні утворювати рідкокристалічні фази, називаються мезогенами. Як правило, ці молекули є певною мірою жорсткими та анізотропними.

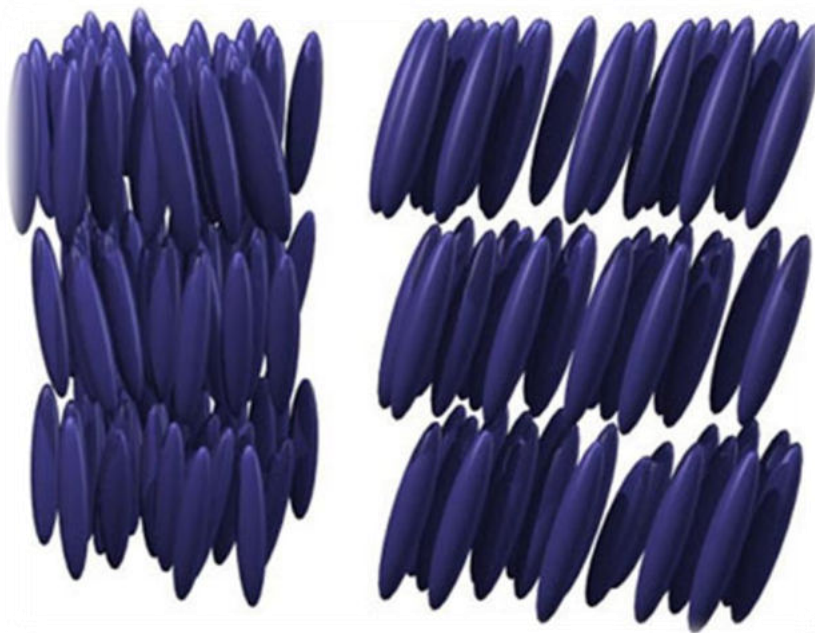


Властивості рідких кристалів

1. Оптична активність (оптичною активністю називають здатність деяких речовин обертати площини поляризації минаючого через них світла. Це означає, що лінійно поляризоване світло, поширюючись у таких середовищах, змінює орієнтацію площини поляризації)
2. Іонна провідність (це означає, що відповідальними за перенос електричного струму в РК є не електрони, як у металах, а набагато більше масивні частки. Із цієї причини електропровідність рідких кристалів сильно залежить від кількості й хімічної природи домішок, що втримуються в них).

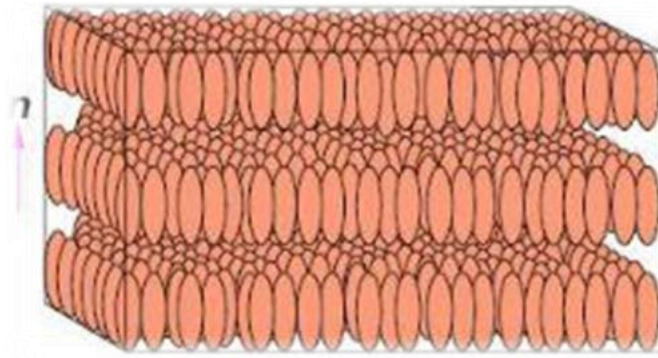
Нематичні рідкі кристали

Найбільш простий різновид РК- нематики (від грец. «Нема» - нитка) - утворюють довгі ниткоподібні молекули. У рідкокристалічному стані «палички» паралельні один одному, але безладно зрушені вздовж своїх осей.



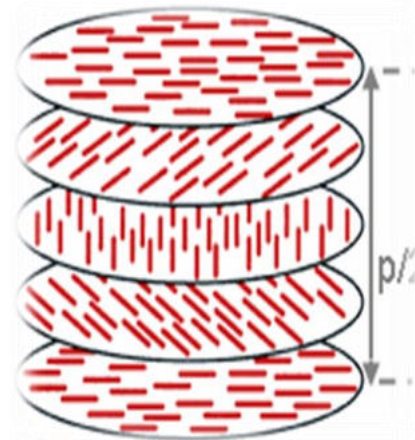
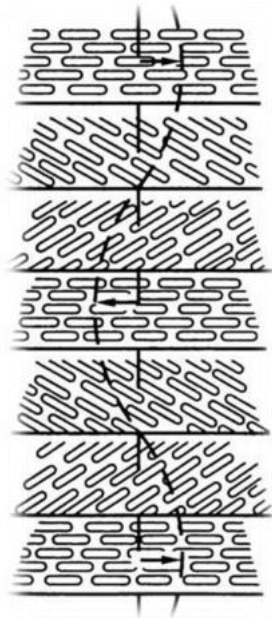
Смектичні рідкі кристали

У смектичних кристалах (від грец. «Смеґма» - мило) ступінь впорядкованості вище. Молекули смектика згруповані в шари. Спільним для всіх смектиків є слабка взаємодія між шарами, які легко ковзають один щодо одного, тому смектики на дотик слизькі та милоподібні.



Холестеричні кристали

Найбільш складно влаштовані молекули холестеричних рідких кристалів мають форму довгастих пластинок, розташованих паралельно один одному. Їх особливістю є те, що вони різко змінюють забарвлення при зміні температури середовища навіть на десяті долі.



Використання рідких металів

1. Одне з важливих напрямів використання рідких кристалів - термографія.
2. Рідкі кристали у вигляді плівки наносять на деталі електросхем. Несправні елементи - сильно нагріті або холодні, непрацюючі - відразу помітні по яскравим колірним плямам.
3. Рідкі кристали також використовують у косметичних цілях для догляду за волоссям



Навчальне електронне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

візуальне супроводження
для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова
діяльність»

Укладачі:

ЗАХАРЕНКО Віталій Олександрович
АКМЕН Вікторія Олександрівна

Відповідальний за випуск зав. кафедри товарознавства в митній справі
д-р техн. наук, проф. М. П. Головка

План 2019 р., поз. 77 /

Підп. до друку 26.06.2019 р. Один електронний оптичний диск (CD-ROM);
супровідна документація. Об'єм даних 32 Мб. Тираж 10 прим.

Видавець і виготовлювач
Харківський державний університет харчування та торгівлі,
вул. Клочківська, 333, Харків, 61051.
Свідотство суб'єкта видавничої справи ДК №4417 від 10.10.2012 р.