

# Неметалеві та нові конструкційні матеріали

1. Неметалеві матеріали.
  - Види пластмас та їх використання.
  - Гума та вироби з неї.
  - Деревинні матеріали.
2. Нові групи конструкційних матеріалів.
  - Композиційні матеріали.
  - Порошкові матеріали.

# Пластмаси

**Пластмасами** називають матеріали на основі природних або синтетичних високомолекулярних сполук.

Під дією нагрівання і тиску пластмаси переробляють у вироби, які зберігають надану їм форму.

**Сировиною** для виготовлення пластмас є природний газ, нафта, вугілля і повітря, відходи деревообробного і текстильного виробництва.

## Цінні властивості:

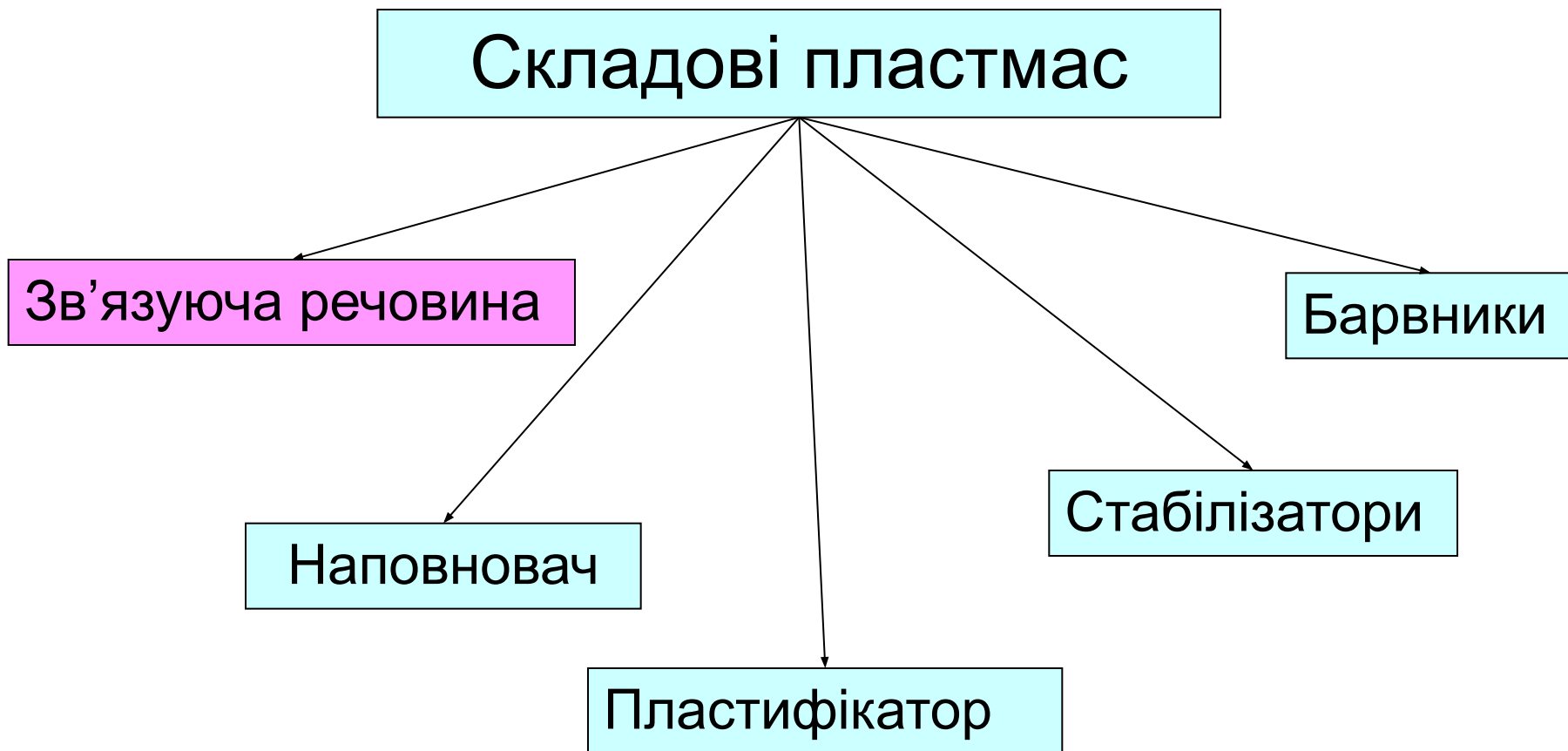
- мала густина (0,94...1,5 г/см<sup>3</sup>, рідше до 2,3 г/см<sup>3</sup>),
- високі діелектричні властивості,
- стійкість проти корозії,
- низька теплопровідність,
- антифрикційні властивості в одних і фрикційні властивості в інших пластмас,
- значна механічна міцність у шаруватих і волокнистих пластмас,
- цінні декоративні властивості (деякі пластмаси мають хорошу прозорість, добре фарбуються в різні кольори),
- високі технологічні властивості, які дають змогу виготовляти вироби високопродуктивними методами (без знімання стружки).

## Недоліки пластмас:

- Деякі пластмаси розм'якають і деформуються при нагріванні, а при низьких температурах стають крижкими;
- Більшість пластмас мають низьку теплостійкість, що не перевищує 100-120°C;
- Деякі пластмаси інтенсивно вбирають вологу (набухають);
- Багато-які пластмаси змінюють свої властивості під впливом атмосферних, температурних і хімічних факторів (**старіють**), при цьому у них зменшується еластичність, виникають жорсткість і крижкість, знижується механічна міцність.

# Складові пластмас

Пластмаси складаються з декількох компонентів, але обов'язковим компонентом є зв'язуюча речовина.



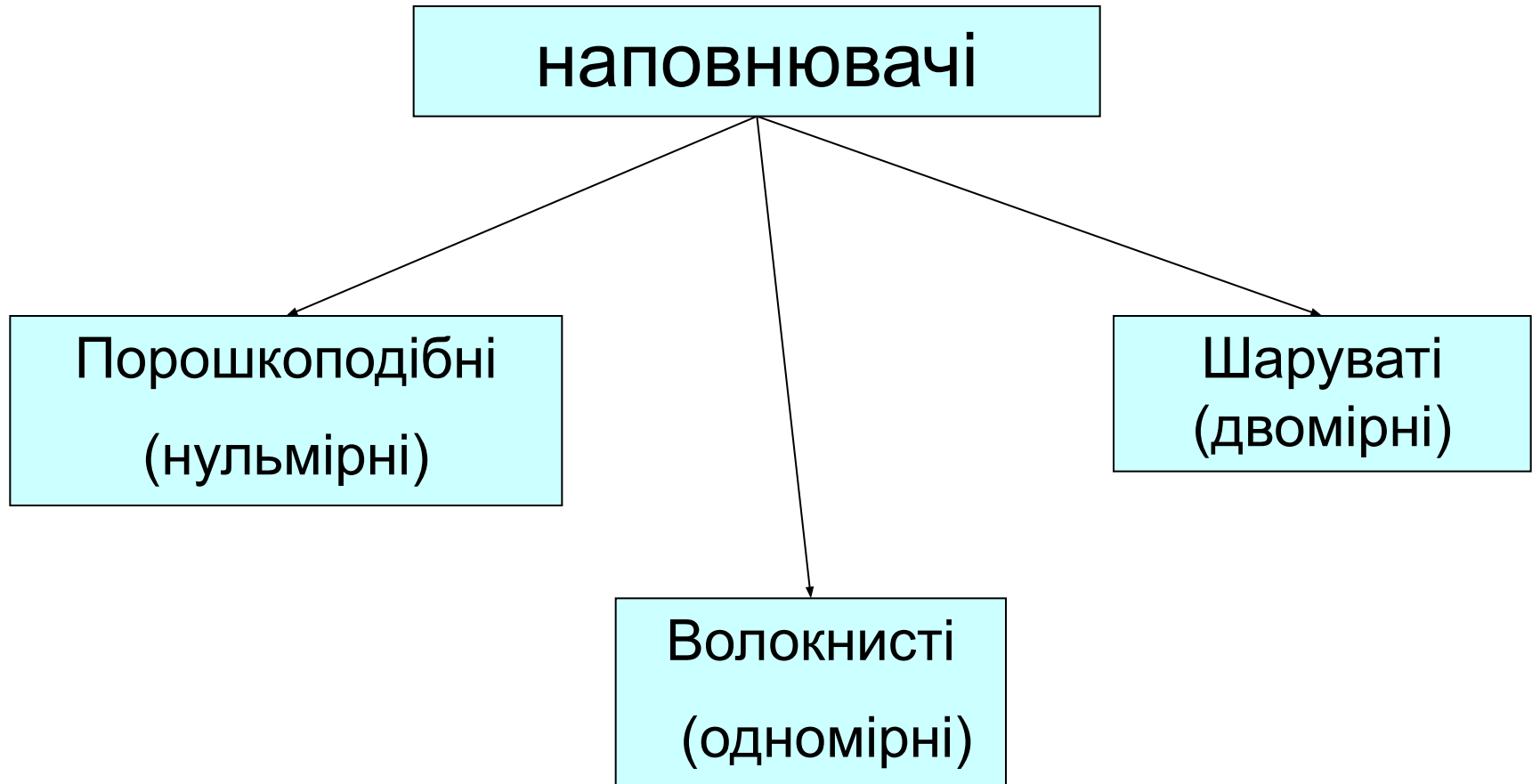
# Наповнювачі

Наповнювачами слугують тверді матеріали органічного і неорганічного походження. Вони надають пластмасам міцність, твердість, теплостійкість, а також деякі спеціальні властивості (фрикційні або антифрикційні та ін..).

Наповнювачі знижують усадку при пресуванні. **Наповнювачі** заповнюють простір між частинками в'язучої речовини. Вони поліпшують механічні, технологічні та інші властивості, зменшують витрати основного в'язучого матеріалу, здешевлюють пластмасу. Пластмаси можуть містити до 40-60 % наповнювачів.

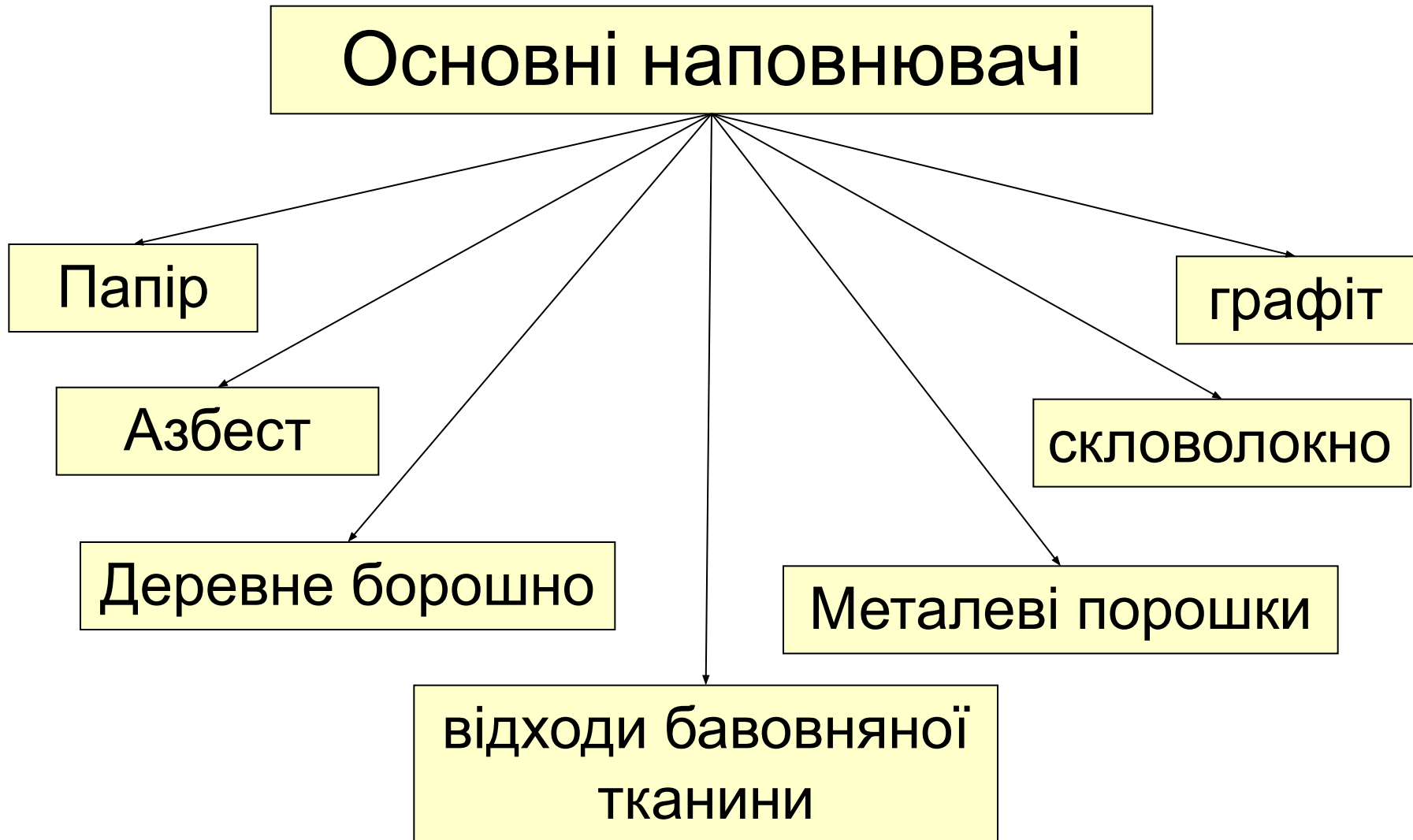
Вміст наповнювача в термопластах становить, як правило, 30%, а в реактопластах більше ніж 50%.

# Види наповнювачів за розмірами





# Пластичні маси **без** наповнюючих компонентів прозорі.



# Пластифікатори

Пластифікатори – це нелетючі рідини з низькою температурою замерзання (гліцерин, парафінове масло та ін.). Їх вводять з метою розширення температурної області високо еластичного стану, вони знижують жорсткість пластмас і температуру крихкості.

# Стабілізатори

***Стабілізатори*** гальмують старіння (руйнування) полімеру під дією світла, підвищеної температури та інших факторів.

Як стабілізатори використовують: сажу, сполуки олова і свинцю та ін.).

# Мастильні речовини

*Мастильні речовини* полегшують пресування, не дають гарячій пластмасі прилипати до стінок форми або штампів

Як мастильні речовини використовують: стеарін, віск тощо.

# Барвники

***Барвники*** додають у невеликій кількості (1-1,5 %) для забарвлення пластмаси в бажаний колір (охра, сурик та ін.).

# Види пластмас

```
graph TD; A[Види пластмас] --> B[Термопластичні]; A --> C[Термореактивні];
```

## Термопластичні

при багаторазовому  
нагріванні  
та охолодженні зберігають  
здатність розм'якати,  
плавитись і знову  
затвердівати

## Термореактивні

при нагріванні  
розплавляються  
і при певній температурі  
твердіють внаслідок  
утворення складних  
тривимірних молекул

Використання полімерних матеріалів у сільськогосподарському машинобудуванні поширюється з кожним роком, що дозволяє підвищувати надійність техніки, поліпшувати умови праці механізаторів і агротехнічні показники машин, а також знизити трудоємкість виготовлення деталей, економити метал та знижувати собівартість виробів. Наприклад, використання **однієї тони пластмас** для виготовлення деталей сільськогосподарських машин дає змогу зекономити **3,5 тони металу**. Виготовлення із склопластиків крупногабаритних резервуарів до машин для хімічного захисту машин звеличує термін їх служби в три рази та знижує масу виробу в два рази.

Практика використання пластмасових виробів у сільськогосподарському машинобудуванні свідчить про те, що деталі з пластиків з успіхом можна використовувати:

- **у вузлах тертя** (втулки, підшипники, ущільнювальні елементи, робочі органи деяких сільгоспмашин тощо),
- **для деталей передач** (зубчасті колеса, зірочки, ланцюги, ролики та ін.),
- **для деталей** та вузлів, які працюють в **агресивних** середовищах (резервуари, бункери, фільтри, деталі оприскувачів, насосів та ін.),
- для **крупногабаритних корпусних** деталей сільськогосподарських машин (резервуари для мінеральних добрив; для хімічних препаратів в машинах для хімічного захисту рослин, деталі кабін, паливні баки та ін.).



# Термопластичні пластмаси

*Поліетилен* (один з найбільш доступних і дешевих). У СГМ з нього виробляють труби, ємкості для агресивних рідин, зубчасті колеса, кожухи, фільтри, втулки, паливні баки тощо.

*Поліпропілен* через високу кристалічність (90-95%) має вищу механічну міцність і теплостійкість, вироби з нього відрізняються стабільністю розмірів. В СГМ: зубчасті та черв'ячні колеса, зірочки ланцюжних передач, підшипники, пружини, ресори, різноманітні ємкості, фільтри масляних та водних систем тощо.

*Вініпласт* як конструкційний матеріал може бути замінювачем кольорових металів. З нього виробляють труби, фільтри, ємкості, ущільнення, болти, гайки тощо

# Термопластичні пластмаси

*Поліаміди* - це складні ланцюгові полімери, які містять амідні групи. Зараз вже синтезовано багато поліамідів, але найбільше промислове використання мають *капрон, нейлон* та деякі інші. Відносяться до важливіших конструкційних матеріалів: вони поєднують високу питому міцність з високою корозійною стійкістю, електроізоляційними та антифрикційними властивостями. При нагріванні вони мають добру рідкотекучість, здатність до кристалізації, а при кімнатній температурі - високу стійкість проти стирання, низький коефіцієнт тертя.

З *поліамідів виготовляють* підшипники, вкладиші до підшипників, втулки, муфти, шинний корд, приводні паси, електроізолятори, медичинські інструменти. Підшипники і деталі тертя з поліамідів здатні працювати із самозмазуванням, через що вони добре працюють у харчовій і текстильній промисловості. Велику роль грають також захисні поліамідні покриття, які наносять тонким шаром на поверхню металевих матеріалів та інших виробів.

# Термореактивні пластмаси

**Термореактивні** пластмаси відрізняються від термопластів підвищеною теплостійкістю, сталістю фізико-механічних властивостей в інтервалі температур їх експлуатації. Як правило, термореактивні пластмаси в своєму складі поряд із в'яжучим елементом (смолою) містять різні наповнювачі (порошкові, волокнисті і шаруваті).

Більшість термореактивних пластмас виробляють на основі фенолформальдегідних і фенолальдегідних полімерів, через що вони мають назву **фенопластів**.

В промисловості найбільш широко використовують **пресовані** матеріали на основі **фенолформальдегідних полімерів**. В залежності від характеру наповнювача і ступіні його подрібнення всі пресовані матеріали поділяють на три групи: **прес-порошки, волокніти і шаруваті пластики**.

Поро- і пінопласти використовують для звукоізоляції, як теплоізоляційний матеріал, для сидінь і спинок, для пловучих засобів, електротехнічних елементів (вилки, розетки), корпусів телефонних апаратів, захисних шоломів, корпусів акумуляторів і т.і.

# Гума та вироби з неї

**Гумами** називають еластичні багатокомпонентні матеріали на основі **каучуку**.

Гумотехнічні вироби отримують **спеціальною термічною обробкою (вулканізацією)** пресованих деталей із сирової гуми, яка є сумішшю каучуку із сіркою та іншими добавками. При вулканізації вони перетворюються на високоеластичні рідко сітчасті матеріали – гуми.

# Роль сірки у гумі

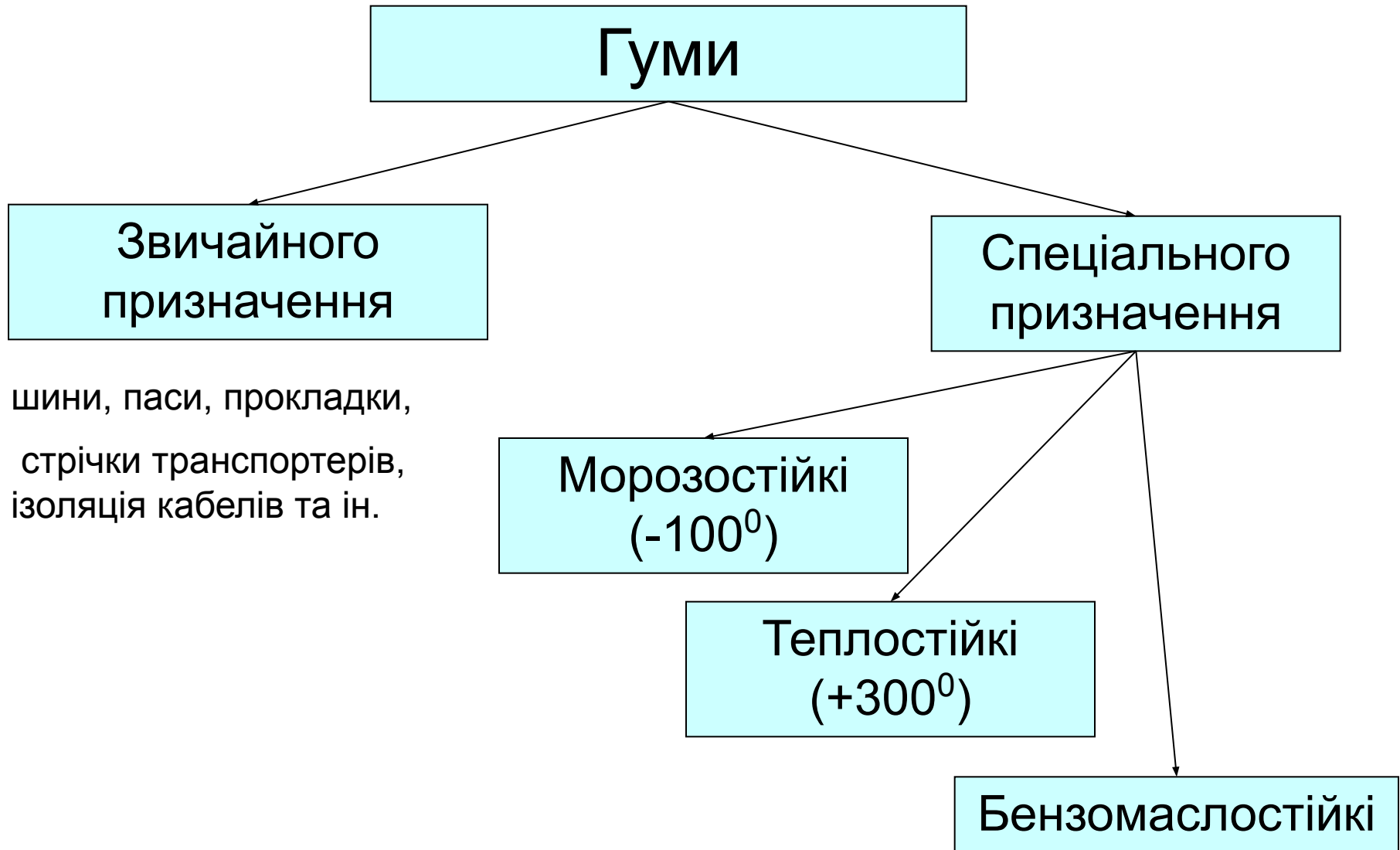
Вулканізуючими добавками є **сірка** та інші речовини. Із збільшенням кількості вулканізатора (сірки) сітчаста структура гуми стає більш частою та менш еластичною.

При максимальному насиченні сіркою (до 30-50%) отримують тверду гуму – **ебоніт**, а при насиченні до 10-15 % - напівтверду гуму. Зазвичай гума містить 5-8 % сірки.

# Властивості гуми

- високі еластичні властивості ( $\sigma_B = 10 \dots 60$  МПа,  $\delta_{\text{макс}} = 900-1000\%$ ),
- пружність та опір розриву,
- має малу густину,
- має високу стійкість проти стирання,
- має високу хімічну стійкість,
- має добрі електроізоляційні властивості.

# Види гуми



# Деревинні матеріали.

Деревинні матеріали використовують як конструкційний матеріал і в натуральному, і в переробленому вигляді.

Деревинні матеріали широко використовують в сільськогосподарському машинобудуванні для виготовлення конструкцій та деталей машин. Найчастіше застосовують сосну, ялину, піхту, дуб, ясен, березу, клен і граб.



# Переваги деревинних матеріалів.

**Основними перевагами деревини є:**

- мала питома вага, висока питома міцність,
- здатність поглинати удари через пружність,
- простота обробки,
- високі тепло-, звуко- і електроізоляційні властивості,
- висока хімічна стійкість до деяких кислот, солей, мастил, газів;
- здатність до склеювання,
- можливість швидкого з'єднання гвіздками і шурупами.

# Недоліки деревинних матеріалів.

Деревина має деякі *недоліки*, які обмежують її використання :

- здатність до швидкого гниття,
- гігроскопічність,
- низька вогнестійкість,
- низький модуль пружності,
- неоднорідність будовання та анізотропія властивостей.

# Шляхи усунення недоліків деревини

- Для підвищення стійкості деревини проти гниття, її або просочують антисептиками, або покривають фарбами і лаками.
- Для запобігання возгоряння деревини та зниження її горючості використовують спеціальні просочуючі речовини (антипирени - солі фосфорної або борної кислоти) або вогнезахисні покриття (фарби, рідке скло, обмазки).

# Використання деревини

Хвойні пиломатеріали використовують для обшивки машин, платформ та площадок, виготовлення лопатей мототранспорту, а також деталей вантажних автомобілів, транспортних візків. Березу використовують для виготовлення шатунів, рамок решіт, планок соломотряса. Дуб використовують для виготовлення відповідальних деталей сільськогосподарських машин: планок транспортерів, підшипників, гальмових колодок.

Пресована деревина йде на виготовлення деталей машин, які працюють з ударними навантаженнями (кулачки, сегменти зубчастих передач, підшипники, втулки і т.і.). Вкладиші з деревини мають вдвічі менший знос, ніж бронзові.

З деревинностружечних плит роблять підлоги і борти вантажних машин і причепів.

# Композиційні матеріали

**Композиційними** називають матеріали, до складу яких входять **розділені межею** конструктивні елементи, властивості яких значно відрізняються від властивостей основи (матриці).

# Переваги композитів

Композиційні матеріали значно перевершують всі відомі конструкційні матеріали за :

- питомою міцністю,
- міцністю при високих температурах,
- опором руйнуванню втомленості
- за багатьма іншими властивостями в залежності від складу і призначення.

# Види КОМПОЗИТІВ

КОМПОЗИТИ

```
graph TD; A[КОМПОЗИТИ] --> B[природні]; A --> C[штучні];
```

природні

штучні

# ЛЕДЕБУРИТ (А+Ц)





# Складові композитів

Композиційні матеріали складаються з матриці та наповнювача (арматури).

Основні складові є **різнорідними** за природою та властивостями.

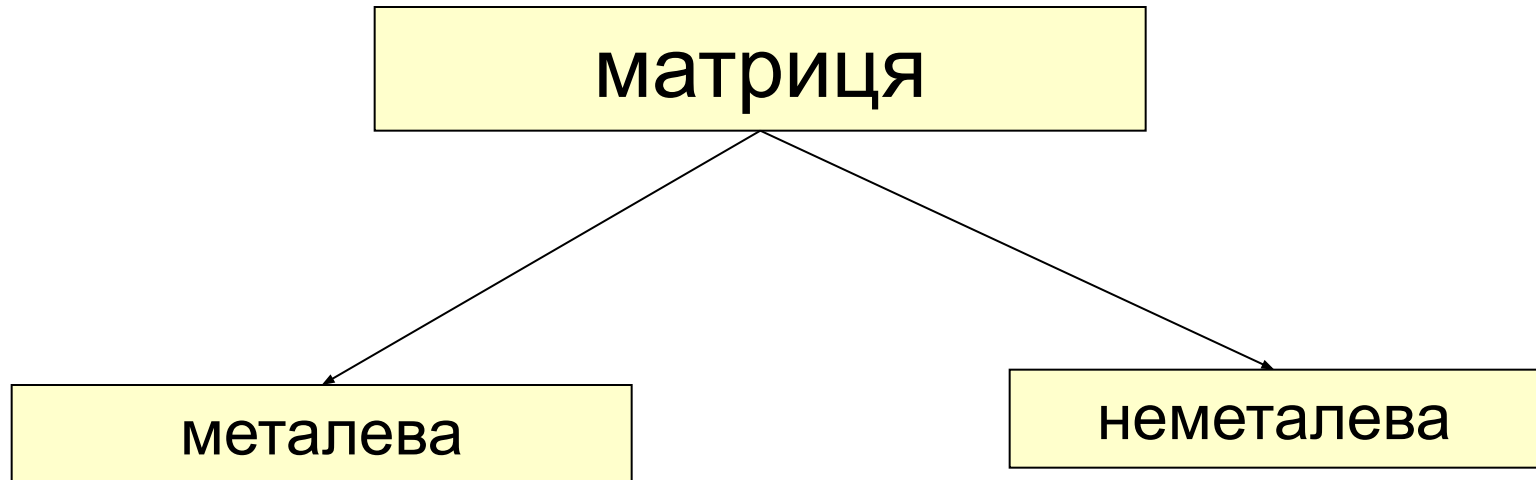
Їх вибирають такими, щоб вони **доповнювали** один одного, наприклад, пластична матриця та міцний, але крихкий наповнювач (зміцнювач).

# Характеристика матриці

Матриця зв'язує композицію, надає їй певної форми та захищає арматуру композиційного матеріала від механічних пошкоджень та інших впливів зовнішнього середовища.

**За об'ємом матриця не переривається.**

# Види матриці за природою



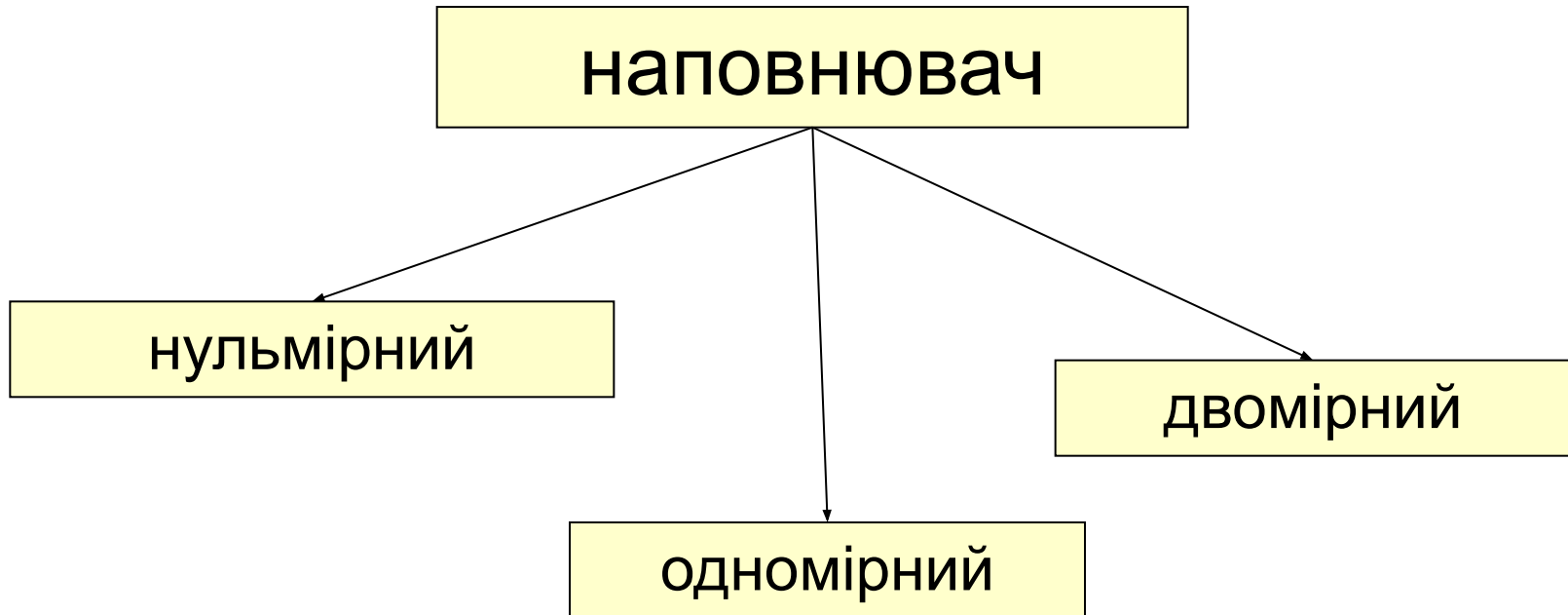
# Характеристика наповнювача

В матриці рівномірно розподіляються *наповнювачі (арматура)*, які відіграють роль *зміцнювачів*.

Це компонент, який **є переривчастим** за об'ємом.

Наповнювачами можуть бути ниткоподібні кристали, волокна або порошки різних матеріалів.

# Види наповнювача за розмірами



# Властивості композитів

Властивості композиційних матеріалів зумовлені **властивостями та об'ємними частками** складових частин, а також міцністю зв'язків між ними:

$$\sigma_k = \sigma_m \cdot V_m + \sigma_a \cdot V_a$$

# Приклади використання КМ

- Високу міцність і стійкість проти ударних навантажень має *армована фанера*, яка складається з листів шпону і металевої сітки, яку вклеюють між листами шпону. Армована фанера добре гнеться, штампується та склеюється.
- Деревинношаруваті пластики використовують як конструкційний, електроізоляційний та антифрикційний матеріал для виготовлення підшипників і зубчастих колес.
- Вуглепластики використовують для виготовлення втулок та інших антифрикційних деталей
- Кордові шини
- Залізобетонні будівельні конструкції

# Порошкові матеріали

Порошковими називають матеріали, які виготовляють шляхом *пресування* металевих порошків у виробі необхідної форми й розмірів і наступного *спікання* сформованих виробів у вакуумі чи захисній атмосфері при температурі  $2/3T_{пл}$ . більш тугоплавкого компонента.

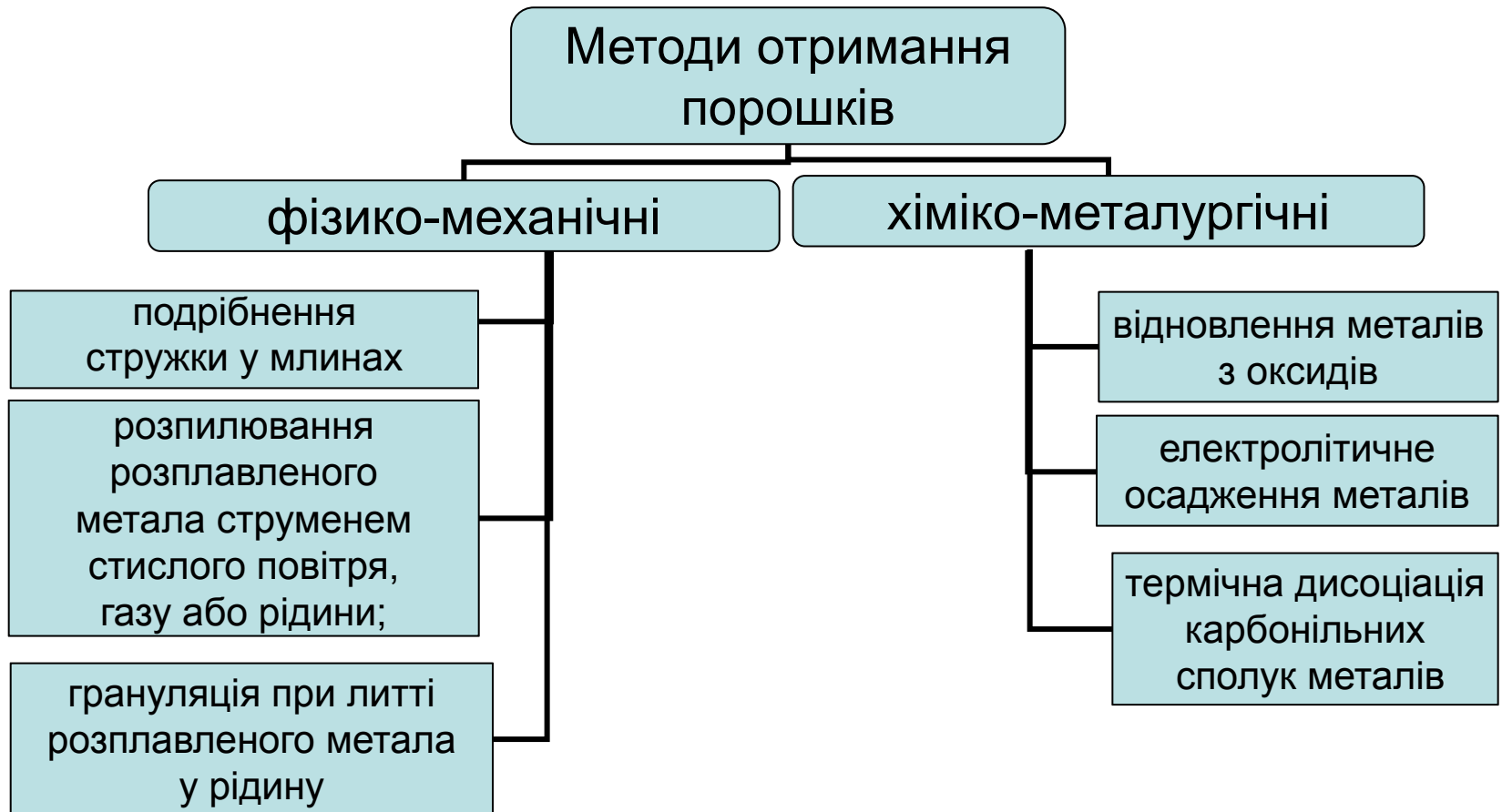
Розмір частинок порошків - 0,1 мкм – 0,1 мм. Більш крупні фракції називають гранулами, а дрібніші – пудрою.



# Переваги порошкових матеріалів та виробів з них

- 1) Зниження до мінімуму відходів метала у стружку ;
- 2) Створення принципово **нових** матеріалів, які складно, а іноді і неможливо отримати іншими способами;
- 3) Створення виробів із контрольованою пористістю (до 25...50 %) ;
- 4) Спрощення технології виготовлення виробів ;
- 5) Використання відходів при виготовленні порошків

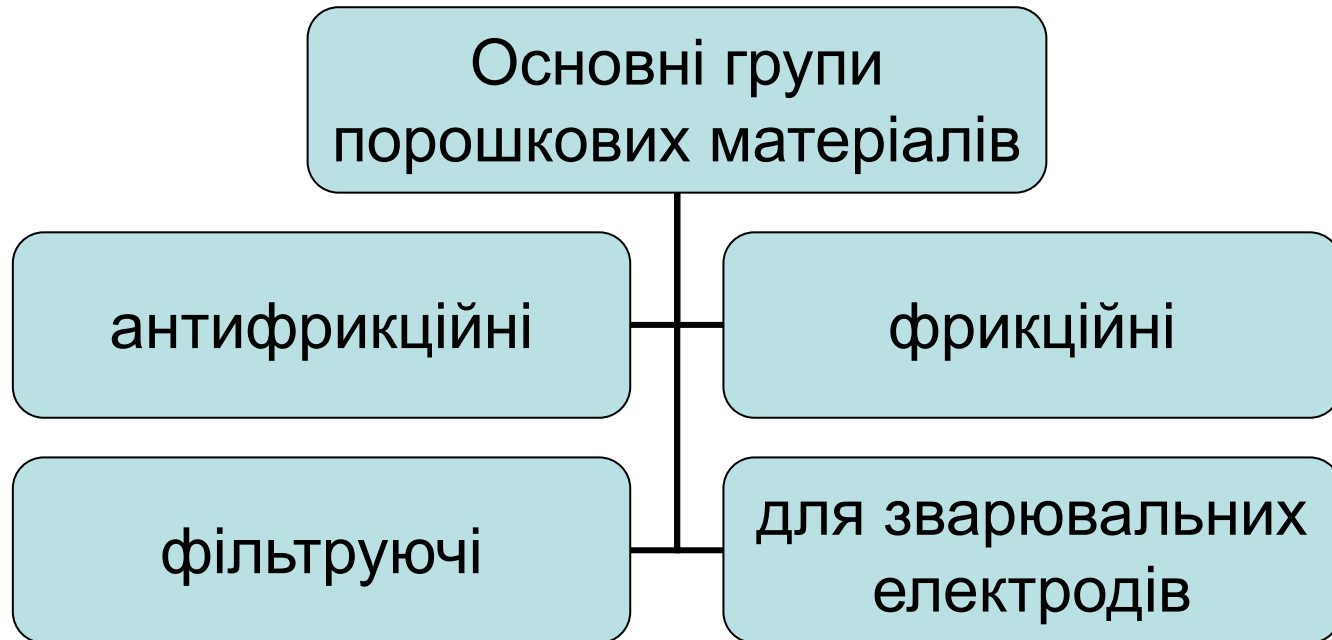
# Методи отримання порошків



# Вплив пористості на міцність матеріала

Ступінь щільності виробів	Пористість, %	$\sigma_B$ (при розтягуванні), МПа
Пористі	20-36	80-160
Напівщільні	10-17	170-240
Щільні (компактні)	4-10	240-300

# Основні групи порошкових матеріалів



# Антифрикційні порошкові матеріали

*Антифрикційні* порошкові матеріали мають:

- низький коефіцієнт тертя;
- високу зносостійкість;
- високу теплопровідність;
- легко прироблюються;
- можуть працювати в режимі самозмазування (при пористості 25...30 %).

Підшипники виготовляють із :

- залізграфіту ЖГр1, ЖГр3, ЖГр7 (сплавів заліза й 1...7% графіту)
- бронзографіту БрОГр10-2, БрОГр8-4 ( 8...10%Sn і 2...4% графіту).

# Фрикційні порошкові матеріали

Спечені порошкові матеріали на основі заліза й міді використовують для *фрикційних* виробів (дисків, сегментів) у гальмових вузлах.

Для підвищення коефіцієнта тертя до їх складу додають карбіди кремнію, бору, тугоплавкі оксиди та ін.

Компонентами твердого мастильного матеріалу є графіт, свинець, сульфіді тощо.

Для роботи в умовах тертя без мастильного матеріалу (гальмові накладки тракторів, автомобілів тощо)

використують матеріали на основі **заліза**, наприклад, матеріал ФМК-11 (15%Cu, 9% графіту, 3% азбесту, 3% оксиду кремнію, 6% бариту).

Для роботи в умовах тертя з мастильним матеріалом використовують матеріали на основі **міді**.

# Порошкові фільтри

При виготовленні порошкових *фільтрів* використовують залізо, нікель, титан, алюміній, корозійностійкі сталі, бронзи та інші матеріали з пористістю 45...50% для очищення рідин та газів від твердих домішок.

Внаслідок високої пористості та сферичної форми частинок вони мають добру проникність для рідин і газів при достатньо тонкій фільтрації (до 30 мкм).