

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:

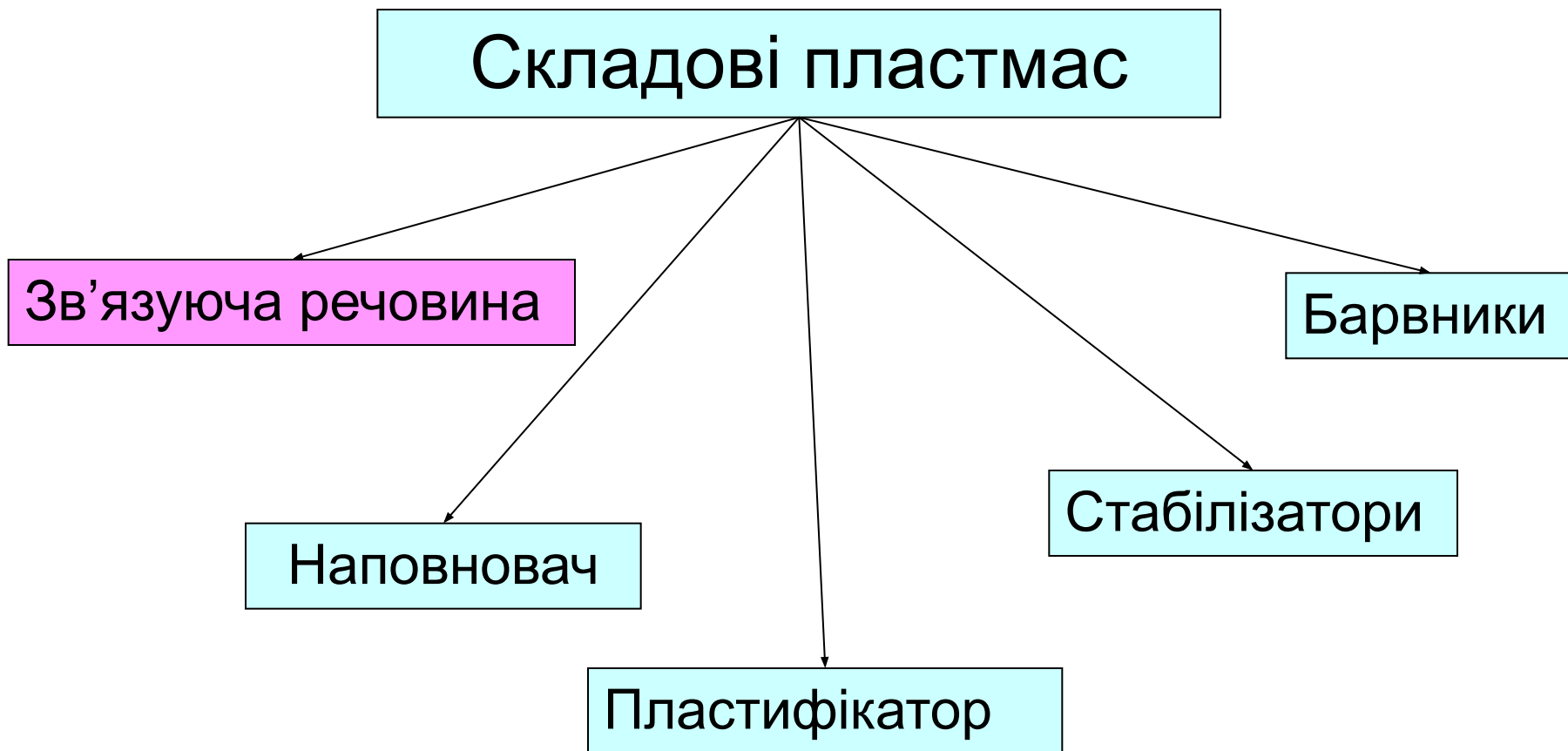
- мала густина (0,94...1,5 г/см³, рідше до 2,3 г/см³),
- високі діелектричні властивості,
- стійкість проти корозії,
- низька теплопровідність,
- антифрикційні властивості в одних і фрикційні властивості в інших пластмас,
- значна механічна міцність у шаруватих і волокнистих пластмас,
- цінні декоративні 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 крихкими;
- 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 крихкість, знижується механічна міцність.

Складові пластмас

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



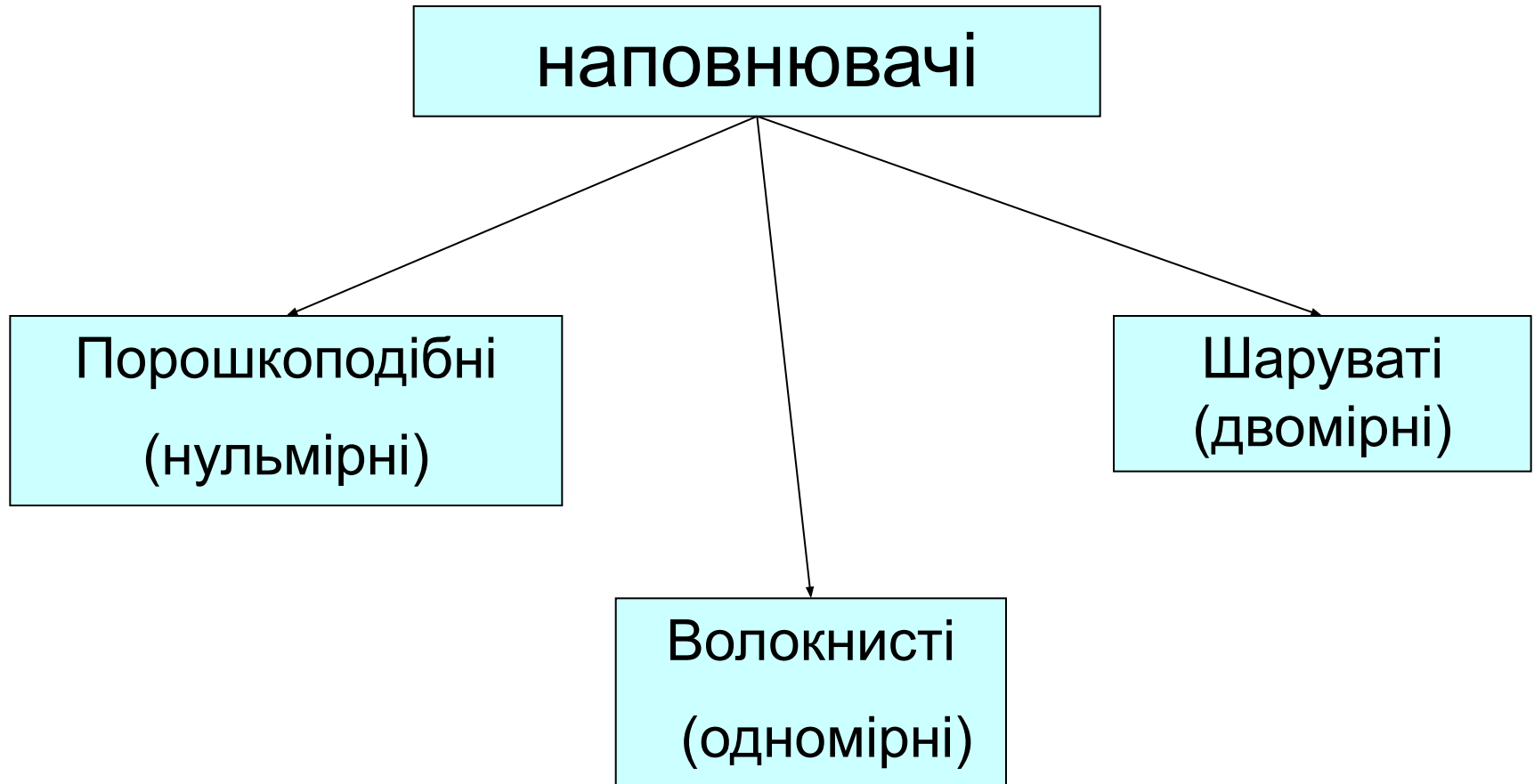
Наповнювачі

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

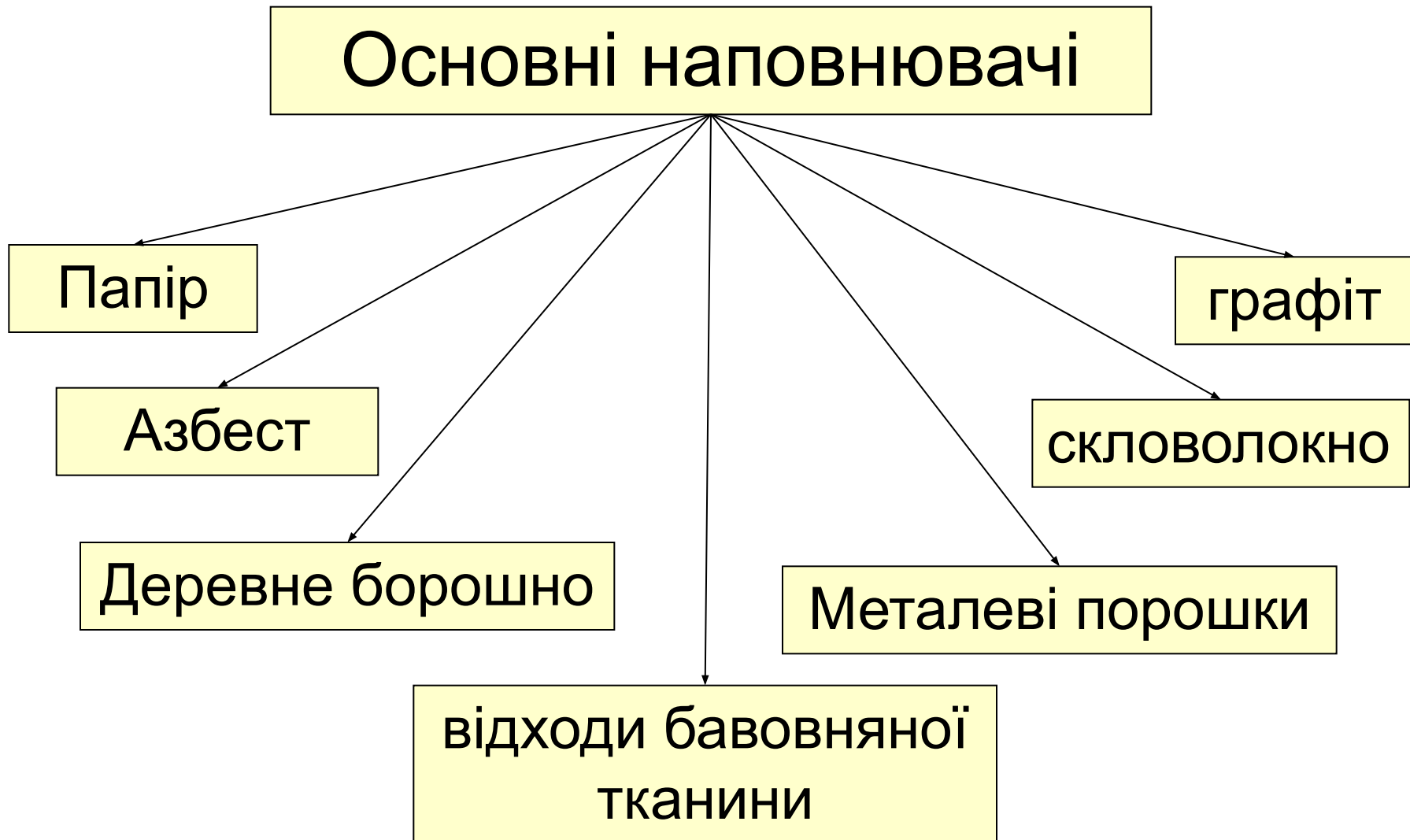
Наповнювачі знижують усадку при пресуванні. **Наповнювачі** заповнюють простір між частинками в'язучої речовини. Вони поліпшують механічні, технологічні та інші властивості, зменшують витрати основного в'язучого матеріалу, здешевлюють пластмасу. Пластмаси можуть містити до 40-60 % наповнювачів.

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'язучим 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

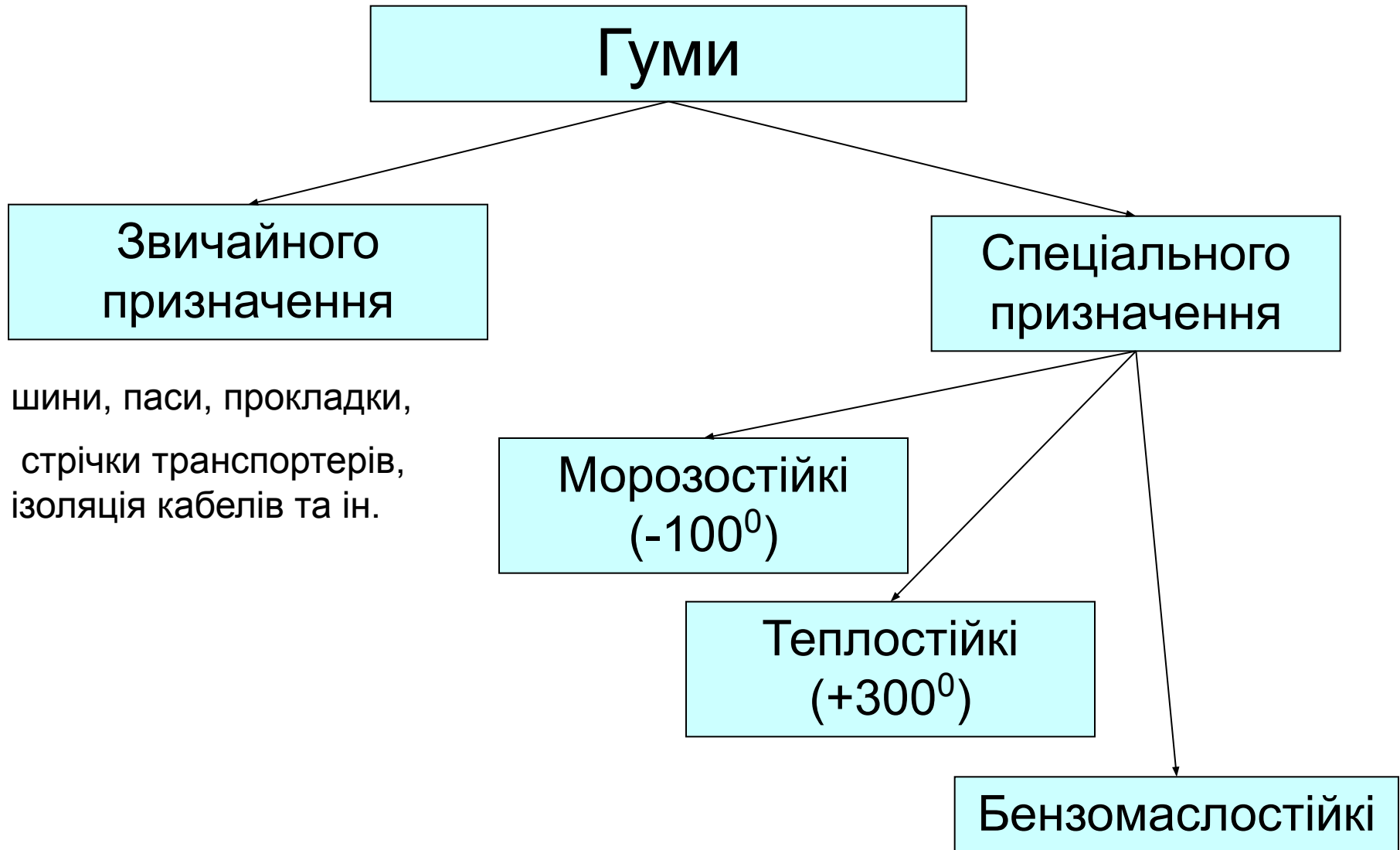
Вулканізуючими добавками є **сірка** та інші речовини. Із збільшенням кількості вулканізатора (сірки) сітчаста структура гуми стає більш частою та менш еластичною.

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

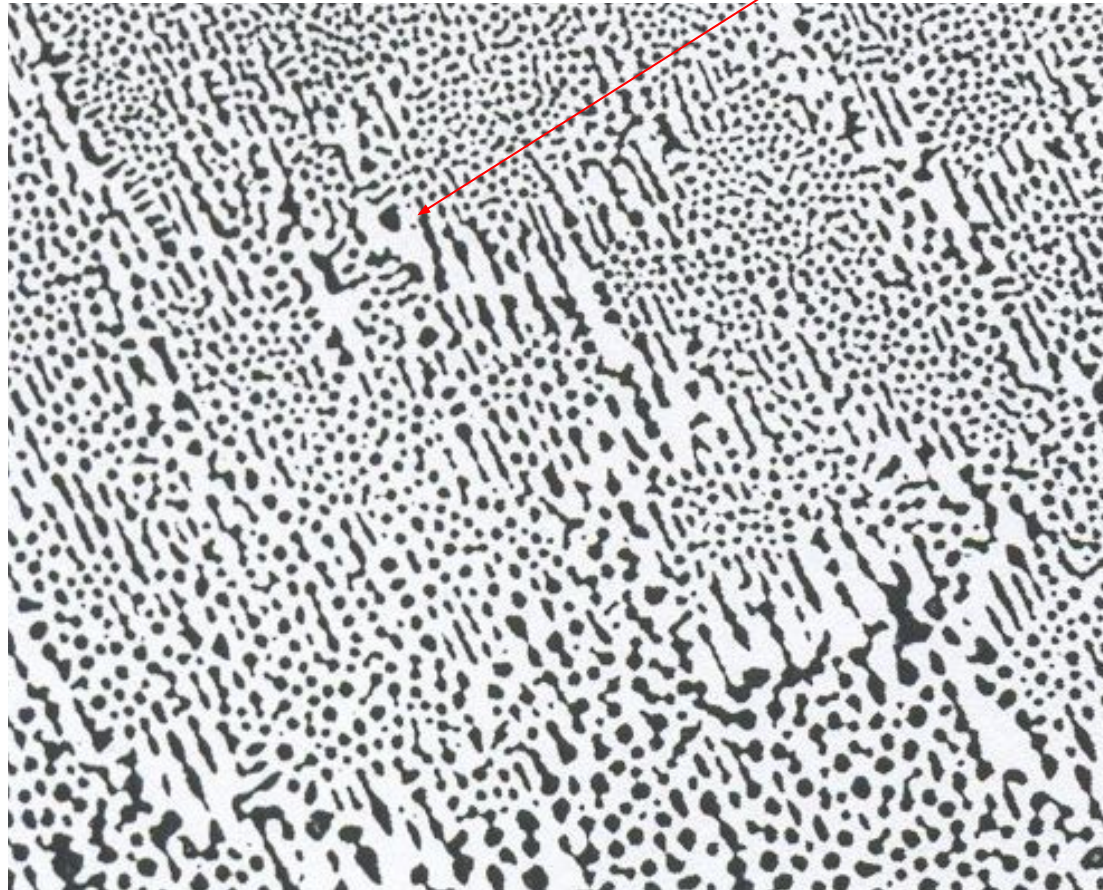
КОМПОЗИТИ

```
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.

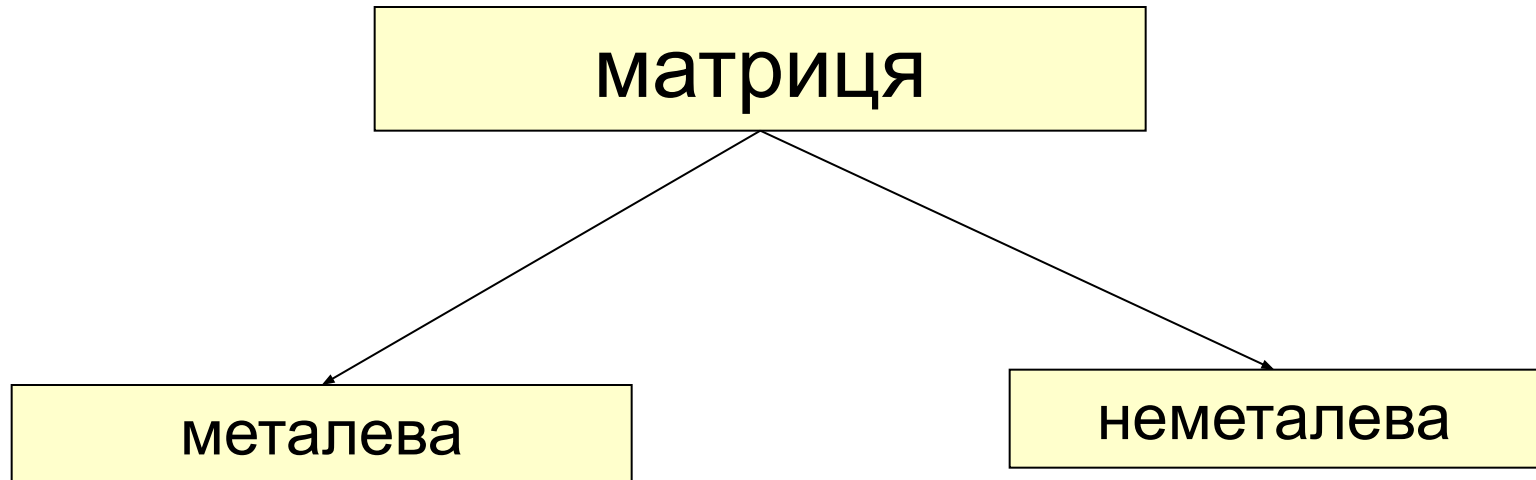
Їх вибирають такими, щоб вони **доповнювали** один одного, наприклад, пластична матриця та міцний, але крихкий наповнювач (зміцнювач).

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



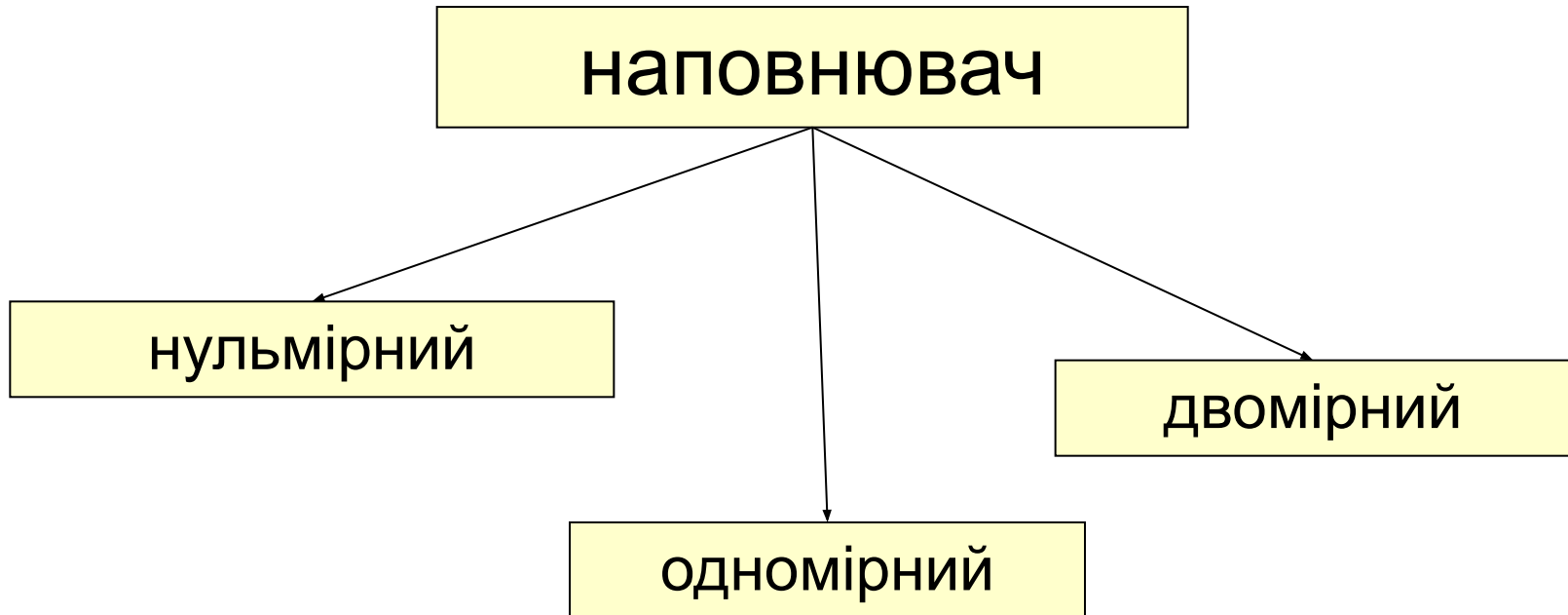
Характеристика наповнювача

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

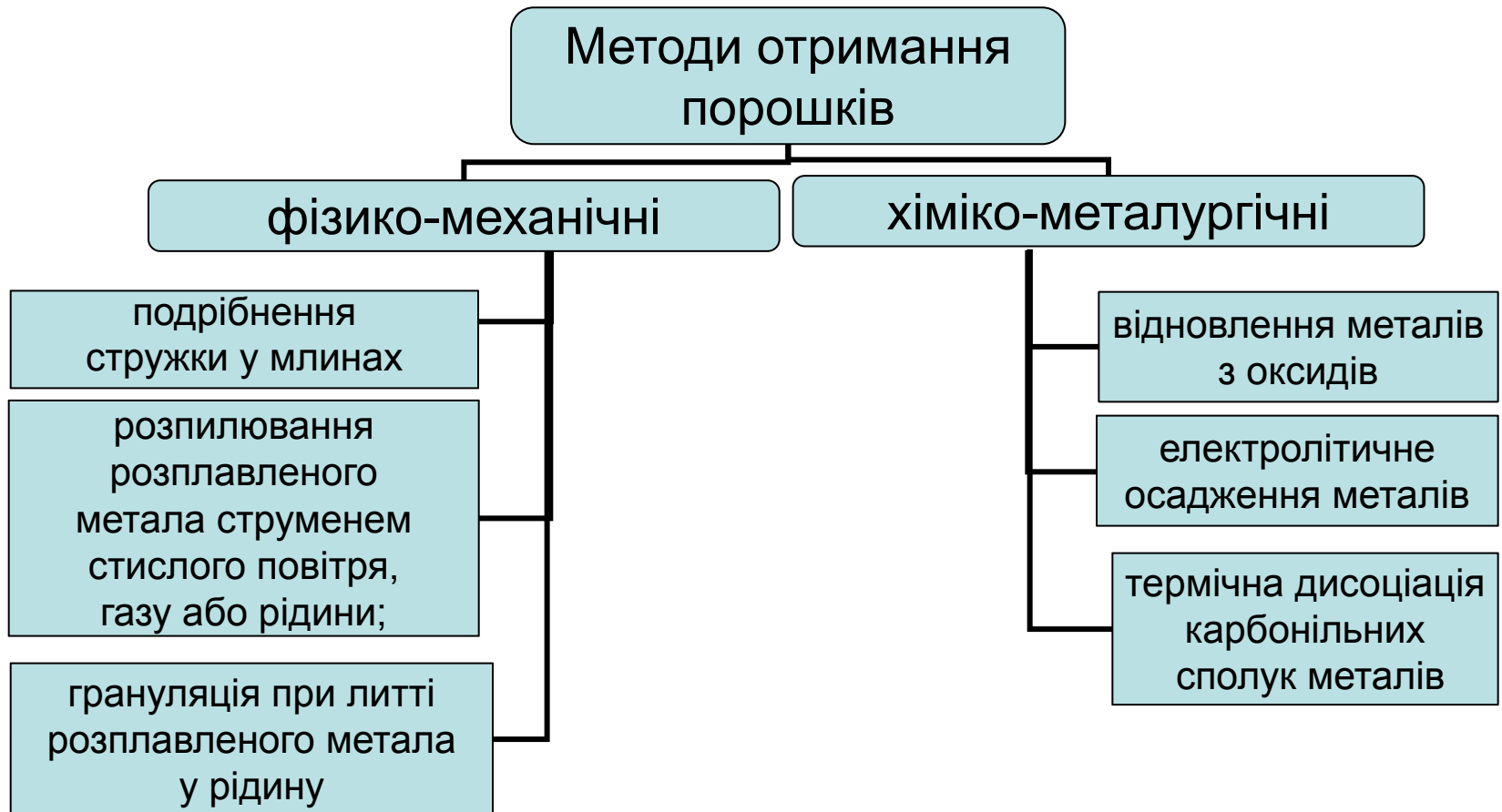
Порошковими називають матеріали, які виготовляють шляхом *пресування* металевих порошків у виробі необхідної форми й розмірів і наступного *спікання* сформованих виробів у вакуумі чи захисній атмосфері при температурі $2/3T_{пл}$. більш тугоплавкого компонента.

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

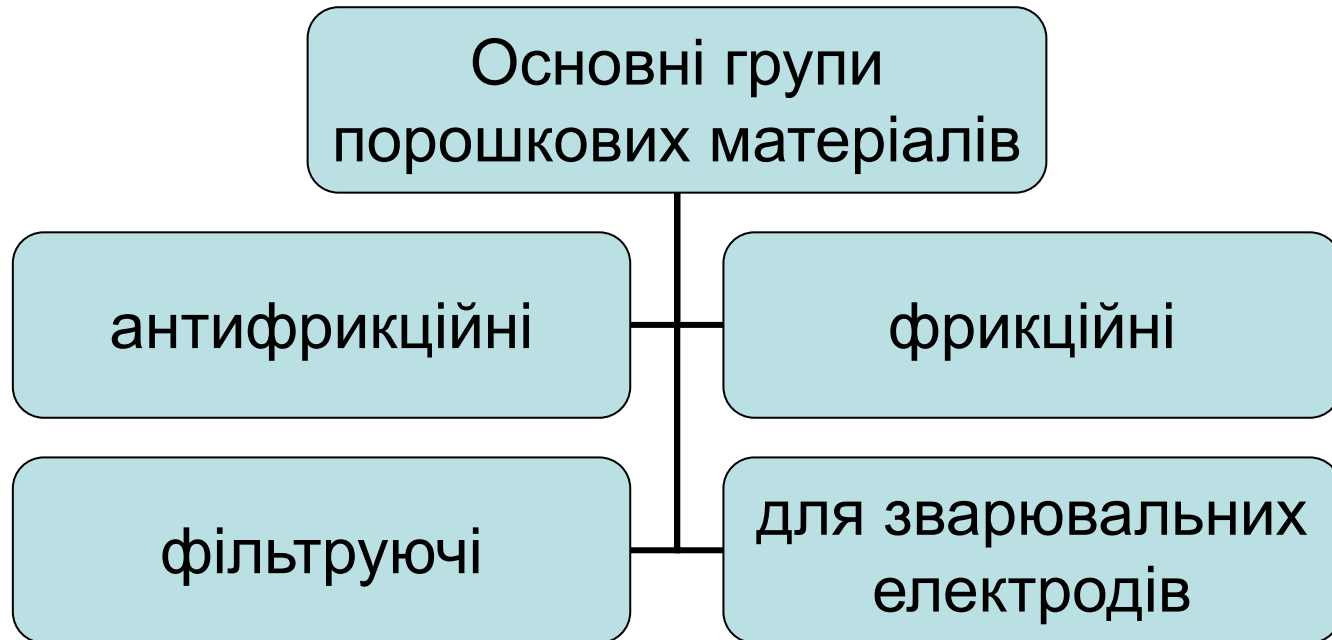
Методи отримання порошків



Вплив пористості на міцність матеріала

| Ступінь щільності виробів | Пористість, % | σ_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, сульфіди 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).