

## Неметалічні матеріали

### 1. Склад, класифікація та властивості пластмас

**Пластмасами** називають штучні неметалічні матеріали, які отримують на основі органічних полімерних в'язучих речовин (синтетичних смол, ефірів та інших сполук).

В'язуча речовина є обов'язковим компонентом пластмас. В якості в'язучих речовин для більшості пластмас використовують синтетичні смоли. Залежно від виду в'язучого полімеру пластмаса має певні властивості та певну назву: поліетилен, поліпропілен, лавсан та ін.

Властивості пластмас залежать від складу окремих компонентів, їх поєднання і кількісного співвідношення, що дає можливість змінювати характеристики пластмас в широких межах.

За складом пластмаси можуть бути *простими* та *складними*. До складних пластмас, на відміну від простих, крім в'язучого полімеру, входять один чи декілька складників. *Складниками* пластмас є наповнювачі, стабілізатори, пластифікатори, барвники, твердники, інгібітори, порофори та ін.

*Наповнювачі* вводять для зміни механічних властивостей пластмас. Бувають порошкоподібні, волокнисті, листові, органічні, неорганічні.

*Стабілізатори* перешкоджають окисленню та старінню (руйнуванню внутрішньої будови при тривалому використанні) пластмас.

*Пластифікатори* підвищують еластичність пластмаси.

*Барвники* надають кольору пластмасі.

*Твердники* надають полімеру певної твердості та міцності.

*Інгібітори* перешкоджають твердінню.

*Порофори* використовують при виробництві газонаповнених пластмас (піноплас).

За характером впливу температури на в'язучий полімер всі пластмаси поділяють на термопластичні (термопласти) та термореактивні (реактопласти).

*Термопластичні пластмаси* завжди розм'якчуються при нагріванні, що використовується при переробці цих пластмас (поліетилен).

*Термореактивні пластмаси* після тверднення не здатні розм'якчуватись та при нагріванні залишаються твердими аж до температури згоряння (епоксидні смоли).

### 2. Термопластичні та термореактивні пластмаси

**Поліетилен** залежно від умов полімеризації (тиск, температура) буває високого і низького тиску

Поліетилен використовується для виготовлення плівок, труб, електроізоляції, захисту металів від корозії. Піддається старінню.

**Поліпропілен** має кращі фізико-механічні властивості, ніж поліетилен (міцність сягає до 40 МПа), застосовується для виготовлення труб, конструкційних деталей, корпусів, плівки, волокна, тканин. Піддається старінню.

**Полістирол** - твердий, жорсткий, прозорий. Старіє, має низьку теплостійкість (<90°C). Йде на виготовлення листів, конструкційних деталей автомобіля (з добавкою каучуку для підвищення еластичності).

**Фторопласт - 4** - високоеластичний (до температур -259°C), хімічно стійкий, деструкція починається при (>415°C, низький коефіцієнт тертя 0,04, повзе при низьких температурах, високоякісний діелектрик,  $t_{роб}$  до 250°C.

З нього виготовляють труби, антифрикційні покриття, плівки, електро- та радіодеталі.

**Полівінілхлорид** - хімічно стійкий, хороший електроізолятор, не горить, його різновид вініпласт (без пластифікаторів) використовується в будівництві, комунальному господарстві, харчовій промисловості.

**Поліуретани** - мають високу еластичність, стійкість в атмосфері,  $t_{роб} = -70...150^\circ\text{C}$ , йдуть на виготовлення плівок, волокон, поролону.

**Поліформальдегід** - простий поліефір, кристалічний, має високу твердість, пружність, значну ударну в'язкість. З нього виготовляють деталі автомобілів, шестерні, підшипники, деталі конвеєрів.

*Термореактивні пластмаси* – це композити з наповнювачами на основі фенолформальдегідних, фенолальдегідних, поліепоксидних, поліефірних смол та полісилоксанів (кремнійорганічних сполук). Після затвердіння їх фізико-механічні властивості мало змінюються з температурою. В якості наповнювачів, які вводяться до 70%, використовуються:

- порошки (деревне борошно, слюда, кварц, каолін, азбест, сажа);
- волокна (азбест, бавовна, скловолокно, полімерне волокно);
- листи (тканина, склотканина, деревний шпон, папір та ін.).

*Пластмаси з волокнистими наповнювачами*;

- волокніти - композити з волокнами бавовни;
- азбоволокніти - наповнювачем в азбест, вязуче - фенолформальдегідна смола, мають підвищену теплостійкість (до 200°C) і коефіцієнт тертя 0,35. З них виготовляють гальма;
- скловолокніти - композити з довгим скловолокном, мають підвищену міцність на розтяг 600... 3500 МПа;
- скловолокніти з коротким волокном - йдуть на виготовлення корпусів, кузовів автомобілів, човнів тощо.

*Пластмаси з шаруватими (листовими) наповнювачами.*

В якості в'язучого використовують переважно фенолформальдегідні, карбамідні та інші смоли.

*Гетинакс* - одержують методом пресування листів паперу, просочених смолою. Розрізняють електротехнічний гетинакс (для монтажу електро- та радіосхем) та декоративний гетинакс (для облицювання кабін, вагонів, приміщень).

*Текстоліт* - одержують пресуванням просочених смолою бавовняних тканин. Розрізняють текстоліти конструкційні (для виготовлення деталей машин, шестерень), електротехнічні та для прокладок.

*Деревошаруватий пластик (ДШП).* Наповнювачем для нього служить деревний шпон. З нього виготовляють деталі машин, обшивку вагонів, човнів (як водостійка фанера).

*Азботекстоліт* - містить до 60% азбесту. З нього виготовляють гальма, фрикційні диски, оскільки має високий коефіцієнт тертя 0,3...0,4.

*Склотекстоліт* - наповнювачем тут служить склотканина. Має високі електроізоляційні властивості, тепло- і морозостійкість. СВАМ - скловолокнистий анізотропний матеріал, має дуже високі механічні властивості (міцність, пружність, ударну в'язкість), що досягаються спеціальним формуванням джгутів із скловолокна та їх орієнтованою укладкою.

### **3. Газонаповнені пластмаси**

В'язучим для них можуть бути як термопласти, так і реактопласти, "наповнювачем" є пори, пустоти, які створюються за допомогою газуючих речовин -порофорів.

*Пінопласти* мають пори, комірки яких ізольовані одна від одної, використовуються як теплоізолятори, а також звукоізолятори і амортизатори.

*Поропласти* - губчасті матеріали з порами, що з'єднуються. Їх густина та об'єм легко змінюються,  $\rho = 20...500 \text{ кг/м}^3$ . Використовуються як амортизатори сидінь в авіабудуванні, залізничному транспорті та автомобільній промисловості.

*Сотопласти* мають порівняно великі пори, що створюються під час їх формування з пластмаси: - термогіта. Мають високі теплоізоляційні та електроізоляційні властивості та прозорість для радіохвиль. Використовуються для теплоізоляції, обшивки, оздоблення тощо.

### **4. Синтетичні еластомери, гуми. Клеї та герметики**

Гума являє собою сіткоподібний полімер, отриманий вулканізацією каучуку. Гума як технічний матеріал відрізняється від інших матеріалів високими еластичними властивостями, що сполучаються з високим опором розриву, стиранню, газо- і водонепроникністю, хімічною стійкістю, цінними діелектричними властивостями, малою питомою вагою й ін.

Завдяки сукупності технічних властивостей гума знайшла широке застосування в різних галузях промисловості для виготовлення тисяч видів виробів.

Гума використовується для амортизації поштовхів, ударів, коливань, для газонепроникних і гнучких конструкцій, для хімічного захисту деталей машин, для

електроізоляції, гумометалевих і гумотканинних деталей, для різних гумових клеїв та багатьох інших цілей.

Залежно від призначення і від технічних вимог в експлуатації гуми поділяють:

- *загального призначення* (застосовують у виробництві шин, ременів, рукавів, транспортних стрічок, взуття та інших виробів масового застосування);
- *спеціальні* (озоностійкі, морозостійкі, струмопровідні, з підвищеною теплостійкістю, газонепроникністю, електричним опором, стійкі проти дії агресивних хімікатів і рідких середовищ (олія, нафта) та інших спеціальних призначень).

До гум загального призначення відносять матеріали, отримані на основі:

- натурального каучуку (маркують НК)

робоча температура -50... 130 °С, видовження <700 %;

- синтетичного каучуку (маркують СКБ, СКС, СКІ)

робоча температура -48... 130 °С, видовження <600 %; з них виготовляють: паси, труби, транспортні стрічки, ізоляцію. До гум спеціального призначення відносять:

- бензо- та маслостійкі (маркують СКН, Найріт)

робоча температура -48... 170 °С, видовження <750 %;

- хімічностійкі (Тіокол, Бутілкачуки)

робоча температура -70...60 °С, видовження <800 %;

- тепло- та морозостійкі (маркують СКТ, СКФ, СКД)

робоча температура -75...320 °С, видовження <400 %; з них виготовляють: ущільнюючі деталі, вібро- та звукопоглинаючі деталі, фрикційні деталі, теплоелектроізоляцію.

**Клеями** називають колоїдні розчини плівкоутворюючих полімерів, що здатні і при твердненні утворювати міцні плівки, які добре прилипають до поверхонь різних матеріалів.

До складу клеючих матеріалів входять такі компоненти:

- *плівкотвірна речовина* - основа клею, яка визначає адгезійні, когезійні та основні фізико-механічні характеристики клейового з'єднання;

- *розчинники*, що створюють певну в'язкість клею;

- *пластифікатори* - для усунення усадочних явищ в плівці і підвищення еластичності;

- *твердники і каталізатори* — для переведення плівкоутворюючої речовини в термостабільний стан;

- *наповнювачі* — для зменшення усадки клейової плівки, підвищення міцності склеювання.

Клейові матеріали бувають;

1. Спеціального призначення, що виявляють вибіркову адгезію до певних матеріалів;
2. Універсальні клеї, що характеризуються адгезією до різних матеріалів;
3. Розчинники, що здійснюють процес склеювання за рахунок розчинення поверхні матеріалів, що склеюються.

За призначенням клеї можна розділити на наступні групи:

1. Для склеювання металів і пластмас, а також металів з неметалічними матеріалами застосовують універсальні клеї БФ-2, БФ-4, карбонільний клей, а також клеї марок ПУ-2, ПК-5, ВК-32-200, УК-32-3М, Л-4, ВР-10Т.

2. Для склеювання гуми і гуми з металом застосовуються клеї лейконат, термопрен, БФ-10, марки 88-Н,4508 та ін.

3. Для склеювання шаруватих пластиків (текстоліту, гетинаксу) пінопластів, а також деревини застосовують смоляні клеї ВІАМ-Б-3, КБ-3, ЦНИПС-2, ДО-17, казеїновий авіаційний У-105, і ін.

4. Для приклеювання тканин до дерева застосовується нітроклеї АК-20, до дерева і металу - перхлорвініловий клей КВК-2а, для приклеювання теплозвукоізоляційних матеріалів до металу, алюмінієвої фольги та прогумованої тканини застосовують клей гліфталеєвий АМК.

5. Для склеювання органічного скла і приклеювання до нього інших матеріалів застосовують клей марок ВК-32-70, В-31-Ф9 та ін.

**Герметиками** називають матеріали, основне призначення яких — ущільнення стиків між різними деталями конструкцій з метою надання їм водо-, паро- та повітронепроникності. Найкращими герметиками є матеріали на основі полімерів. Залежно від способу ущільнення

стику герметики можна поділити на пористі прокладки, профільовані ущільнювачі, мастики та обклеювальні плівки.

Достатньо поширеними герметиками є акриловий, поліуретановий, каучуковий, силіконовий (кислотний, нейтральний), бітумний, полісульфідний, полібутановий.

Акриловий герметик здатен надійно працювати в інтервалі температур 20...75°C, добре піддається фарбуванню, має високу адгезію до різних будівельних матеріалів. Недоліки: низька водостійкість, підвищена усадка, низька стійкість до дії ультрафіолетових променів. Тому його застосовують тільки для внутрішніх робіт.

Поліуретановий герметик характеризується високою міцністю, зносостійкістю, стійкістю до дії кислот, мастил, бензину, має високу адгезію до скла, металів, кераміки. Застосовують його у шляхобудуванні, для ущільнення стиків конструкцій підземних переходів, тунелів.

Каучуковий герметик (У-30М, УТ-31) має високу еластичність, стійкий до розтягу вальних напружень, дії ультрафіолетових променів та інших атмосферних факторів. Теплостійкість - 25...100°C. Після затвердіння його можна фарбувати. Має високу адгезію до бетону, скла, кераміки, природного каменю, деревини.

Кислотний і нейтральний силіконові герметики є діелектриками, що відрізняються від інших термостабільністю (-60...200°C), високою адгезією та підвищеною хімічною стійкістю, практично не мають усадки.

Кислотні силіконові герметики поділяють на універсальні та санітарні. Санітарний герметик містить у своєму складі антисептик, і тому його доцільно використовувати у кухнях, сантехнічних приміщеннях.

Нейтральний силіконовий герметик має високу адгезію до непористих поверхонь, є без усадочним, і його можна використовувати в будь-яких приміщеннях і на будь-яких поверхнях при виготовленні склопакетів, для ремонту термошвів, крім мармуру.

Бітумний герметик дуже еластичний, має високу водостійкість і водонепроникність та адгезію до бітумних матеріалів, бетону, каменю, деревини, металів, скла. Застосовується для потреб дорожнього будівництва, герметизації щілин і швів покрівлі.

### **5. Силікатні матеріали. Деревина**

**Цементом** називають порошкоподібний матеріал, що складається з окисів кальцію, кремнію, алюмінію, заліза та інших компонентів, який у поєднанні з водою утворює тістоподібну масу, а при твердненні - міцний цементний камінь.

У народному господарстві широко використовують портландцемент, шлакопортландцемент, пуцолановий портландцемент, швидкотверднучий портландцемент, сульфатостійкий, пластифікований та гідрофобний портландцемент, портландцемент для виробництва азбоцементних виробів, цементи з мікронаповнювачами, шлакові і тампонажні цементи, розширювальні цементи, білий, кольоровий та інші цементи.

Для виготовлення цементів використовують портландцементний клінкер. Його отримують випалюванням при 1300...1500 °C сировини, яка складається з вапняку, крейди, мергелю, глини та залізовмісних недогарків. Після випалювання клінкер розмелюють з додаванням вапняку, гіпсу, до 15 % пуцоланових речовин (трепелу, опоки та ін.), до 15 % доменного.

**Бетонними сумішами** називають суміші з цементу, води і наповнювачів (пісок, щебінь), а суміш, що затверділа, називають **бетоном**. Бетон, армований сталлю, називають **залізобетоном**.

У бетонах співвідношення за масою між цементом і наповнювачем може змінюватись від 2 до 10. На кубометр бетону витрачається від 200 до 600 кг цементу. Водоцементне відношення коливається від 0,3 до 8.

Міцність портландцементного бетону залежить від температури і вологості середовища. Деревину широко застосовують у будівництві завдяки її значному поширенню та високим будівельно-технологічним властивостям: значній міцності при розтягу та стиску, невеликій густині, низькій теплопровідності, технологічності при обробці, гарному зовнішньому вигляду.

Деревина як будівельний матеріал має й ряд недоліків: неоднорідність будови і, відповідно, властивостей, гігроскопічність, займистість, здатність до гниття тощо. Частина цих недоліків можна подолати технічними заходами.

## **6.Лакофарбові матеріали**

**Лакофарбові матеріали (ЛФМ) і продукція** — це композиція, тобто суміш багатьох компонентів. Головною складовою частиною кожного лакофарбового матеріалу є плівкотворні речовини, які здатні в результаті затвердження утворювати міцну плівку добре що прилипає до підкладки (твердої поверхні).

Другим важливим компонентом є пігменти - речовини, що додають покриттям потрібний колір. Пігменти є обов'язковими складовими будь-яких лакофарбових матеріалів за винятком лаків і політур.

У переважній більшості випадків до складу ЛФМ входять розчинники, які необхідні для зниження в'язкості матеріалу до робочої, що необхідне для його легкого і якісного нанесення.

Для здешевлення матеріалу, а також для додання йому певних властивостей, використовуються також наповнювачі, як правило, мінеральна пороша.

Для підвищення швидкості висихання в їх склад вводять сикативи (прискорювачі полімеризації).

Окрім перерахованих вище компонентів, що є основними до складу лакофарбових матеріалів можуть входити деякі інші компоненти, які наприклад підвищують в'язкість, перешкоджають утворенню повітряних бульбашок на забарвленій поверхні тощо.

### **УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ**

ЛФМ можна умовно розділити на шість основних груп:

**1. Лаки** — розчин плівкоутворювача, який створює після висихання, однорідне, як правило, прозоре покриття.

**2. Фарби** — суспензія пігментів і наповнювачів в оліфі або у водній дисперсії синтетичних полімерів, дає непрозоре покриття, як правило, без блиску.

**3. Емалі** — суспензія наповнювачів і пігментів в розчині полімерів (лаку), дає блискуче покриття і, як правило, твердіше, ніж фарба.

**4. Грунти** — фарби або емалі, що володіють високою адгезійною міцністю. До грунтів краще, ніж до необробленої поверхні прилипають фінішні покриття. Як правило, декоративні властивості грунтів гірші, ніж у фарб і емалей.

**5. Шпатлівка** — густа, в'язка композиція, призначена для заповнення і згладжування нерівностей забарвленої поверхні.

**6. Порошкові фарби** — суха композиція з порошкоподібних плівкоутворювачів, пігментів і наповнювачів, яка створює після розплавлення, а потім охолодження непрозору тверду плівку.

**Літерне позначення ЛФМ** показує, на основі якої плівкоутворюючої речовини вони виготовлені:

- **ОС** — Органосилікатні
- **КО** — Кремнійорганічні
- **ХВ** — Перхлорвінілові
- **АС** – Алкідно – акрілові
- **ХС** — Сополімерно – вінілхлоридні
- **ЕП** — Епоксидні
- УР** — Поліуретанові
- **АК** — Поліакрилові
- **СС** — Сополімерно-стирольные
- **ФЛ** — Фенольні
- **МА** – Масляні
- **ПФ** — Пентафталеві
- **НЦ** — Нітроцелюлозні
- **ГФ** — Гліфталеві
- **БТ** — Бітумні
- **МС** — Масляно-стірольні
- **ЕТ** — Етріфталеві
- **ПЕ** — Поліефірні

По переважному призначенню лакофарбові матеріали розділяють на наступні групи:

1. Атмосферостійкі
2. Обмежено атмосферостійкі
3. Консерваційні
4. Водостійкі
5. Спеціальні
6. Масло-бензостійкі
7. Хімічно стійкі
8. Термостійкі
9. Електроізоляційні

Віднесення до однієї з даних груп достатньо умовне, і означає лише, що даний матеріал, безумовно, підходить для вказаних цілей. Проте багато хто з них може застосовуватися і для інших цілей, наприклад атмосферостійкі матеріали, як правило, підходять і для внутрішніх робіт, а окремі термостійкі лакофарбові матеріали можуть бути також електроізоляційними і хімічностійкими одночасно.

### **ВЛАСТИВОСТІ ЛФМ**

Лакофарбова продукція володіє рядом властивостей, які дозволяють використовувати їх в якості декоративного і захисного покриття, тому ГОСТами регламентуються найбільш важливі з них. Розглянемо основні властивості:

#### **Фізичні властивості:**

- **Густина** - відношення маси речовини до займаного ним об'єму. Густина може бути як менше одиниці (для лаків і розчинників), так і більше одиниці (фарби, емалі і ґрунти).
- **Морозостійкість** — здатність матеріалів витримувати багатократне змінне заморожування і відтавання без порушення своїх властивостей.
- **Колір** — колірний фон, насиченість і світлість. Колір лакофарбових матеріалів залежить від кольору пігментів, наповнювачів. Колір визначають як візуальним, так і інструментальним способом.
- **Блиск** - здатність матеріалу направлено відображати світловий потік. Блиск лакофарбового покриття визначається фотоелектричним методом.
- **Світлостійкість** — здатність матеріалу зберігати свій колір під дією світлових променів. В процесі експлуатації лакофарбові матеріали змінюють свій колір під дією ультрафіолетових променів природних і штучних джерел освітлення. Чим менше ці зміни, тим вище світлостійкість матеріалу.
- **Атмосферостійкість** — здатність лакофарбового покриття чинити опір руйнуючій дії сонячних променів, температурних коливань, опадів і інших атмосферних явищ. Атмосферостійкість визначається за допомогою установок, що моделюють різні атмосферні явища, або шляхом розміщення зразків покриттів в атмосферних умовах.

#### **Механічні властивості:**

- **Міцність** - ступінь опору матеріалу дії зовнішніх сил, що викликають в ньому внутрішню напругу. Для лакофарбових матеріалів, як правило, вимірюють міцність при розтягуванні, вигині і ударі.
- **Пружність** — здатність матеріалу відновлювати свою форму або об'єм після припинення дії сил тих, що викликали деформацію.
- **Пластичність** — властивість матеріалу змінювати під навантаженням форму і розміри без утворення тріщин і розривів і зберігати знов прийнятну форму і розміри після зникнення навантаження.
- **Твердість** — властивість матеріалу чинити опір проникненню в нього іншого твердого тіла.
- **Стирання** — здатність матеріалу чинити опір зменшенню своєї товщини і маси під дією тертя.
- **Еластичність** - здатність матеріалу випробовувати значні пружні деформації без руйнування. Хімічні властивості:

#### **Хімічні властивості:**

Основні хімічні властивості лакофарбових матеріалів характеризують здатність протистояти дії різних хімічних речовин. Наприклад, кислотостійкість і лугостійкість визначають здатність лакофарбових покриттів протистояти дії відповідно кислоти і лугу.