

16.09.25

Урок №3

Тема: «Полімеризаційні полімери».

Полістирол (рис. 3.13) — твердий прозорий матеріал, крихкий, з невисокою механічною міцністю, який отримують шляхом полімеризації стиролу ($C_6H_6-CH=CH_2$).

Це — неполярний діелектрик, має хороші електроізоляційні властивості.

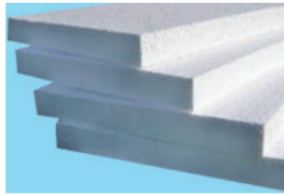


Рис. 3.13. Полістирол

Хімічна стійкість невисока: розчиняється в ацетоні, метилбензені, дихлоретані, повільніше — у бензині, у воді — нерозчинний.

Термопластичний матеріал, який переходить в еластичний стан за температури $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура плавлення: $+239\text{ }^{\circ}\text{C}$. Його легко формувати та клеювати, забарвлювати, обробляти механічним способом. Має низьке вологовбирання, високу вологостійкість і досить морозостійкий (до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Його недоліками є крихкість за знижених температур, схильність до утворення поверхневих тріщин, мала стійкість до дії розчинників (зокрема, до бензину, метилбензину тощо) і невисока нагрівостійкість. Крихкість і схильність до розтріскування значною мірою усунуті в ударостійких полістиролах, які є сумішшю полістиролу із синтетичним каучуком. Ударостійкі полістироли відрізняються підвищеними значеннями ударної в'язкості діелектричної проникності.

Полістирол застосовують переважно як високочастотну ізоляцію. З ударостійкого полістиролу виготовляють каркаси індуктивних котушок, основи й ізолятори для електровимірювальних приладів, корпуси радіоприймачів, телевізорів, моніторів тощо.

Поліетилен (рис. 3.14) — неполярний, термопластичний, гнучкий діелектрик білого чи світло-сірого кольору, який отримують унаслідок реакції полімеризації газу етилену ($CH_2=CH_2$) з

лінійною макромолекулою при підвищених тисках і температурах. Етилен є побічним продук-

том нафтоперероблення.

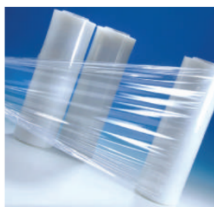


Рис. 3.14. Поліетилен

Головна відмінність отриманих продуктів із фізико-хімічної точки зору — підвищена водостійкість поліетилену низького тиску порівняно з поліетиленом високого тиску. Інші характеристики майже однакові — питомий опір: 1014–1015 Ом•м, діелектрична проникність: 2,2–2,4, електрична міцність: 45–55 кВ/мм, щільність: 920–960 кг/м³. Клас нагрівостійкості γ. Температура плавлення різних сортів поліетилену — у межах від +103 до +137*

Поліетилен не реагує з лугами будь-якої концентрації, з органічними й неорганічними кислотами, навіть з концентрованою сульфатною кислотою, але розкладається за кімнатної температури під дією 50 %-ї нітратної кислоти й під впливом рідкого чи газоподібного хлору та фтору.

Електроізоляційні властивості поліетилену такого ж високого рівня, що й полістиролу. Проте він має більшу холодостійкість і навіть за температури –70 °С зберігає гнучкість. Завдяки високим електроізоляційним властивостям його широко застосовують у виготовленні деталей

радіотехнічної апаратури, електроізоляційних плівок, використовують як силову електричну ізоляцію в різних дротах і кабелях (радіочастотних, монтажних, наземних і підводних телефонних тощо), особливо так званий зшитий поліетилен. Його отримують або опроміненням високоенергетичними частинками (електронами, фотонами, важкими частинками), або вулканізацією.

Поліпропілен (рис. 3.15) — лінійний неполярний полімер, що утворюється з газу пропілену ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$). На відміну від поліетилену, поліпропілен менш щільний (0,91 г/см³), що є най-

меншим значенням взагалі для всіх пластмас, більш твердий (стійкий до стирання), термостійкий (починає розм'якшуватися за температури +140 °С, температура плавлення: +175 °С), майже не піддається корозійному розтріскуванню. Має високу чутливість до ультрафіолету й кисню, хімічно стійкий.



Рис. 3.15. Поліпропілен

Електроізоляційні властивості поліпропілену аналогічні властивостям поліетилену. Однак поліпропілен більш холодостійкий і гнучкий, ніж поліетилен. З поліпропілену виготовляють плівки, волокна, тканини й фасонні вироби методом лиття під тиском. **Його застосовують як комбінований паперово-плівковий діелектрик у силових конденсаторах, як плівковий діелектрик в обмотувальних проводах тощо.**

Полівінілхлорид — білий дрібнодисперсний порошок, лінійний термопластичний полімер, отриманий у результаті полімеризації газоподібного мономера — вінілхлориду ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$). Відрізняється хімічною стійкістю до лугів, мінерального масла, багатьох кислот і розчинників.

У чистому вигляді не підтримує горіння на повітрі. Має малу холодостійкість: $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$; нагрівостійкість: $+66\text{ }^{\circ}\text{C}$; температуру плавлення в межах $+150\text{--}220\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Рис. 3.16.
Використання
полівінілхлориду

В електроізоляційній техніці широко застосовують пластифікований полівінілхлорид — пластикат, який має більшу еластичність, вищу холодостійкість (до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$), ніж неластифікований полівінілхлорид.

Його недоліком є значна залежність питомого об'ємного опору від температури. Використовують для виготовлення плівок, ізоляційних стрічок, трубок, монтажних і телефонних проводів тощо (рис. 3.16). У разі впливу електричної дуги полівінілхлорид виділяє велику кількість газоподібних продуктів, що сприяє гасінню дуги. Цю властивість використовують у розрядниках.

Вініпласт — це жорсткий полівінілхлорид, що не містить пластифікаторів, але під час перероблен-

ня полівінілхлориду у вініпласт додають термостабілізатори, матеріали змащення (для поліпшен-

ня плинності розплаву), пігменти або барвники, мінеральні наповнювачі, еластомери (для підвищення ударної в'язкості).

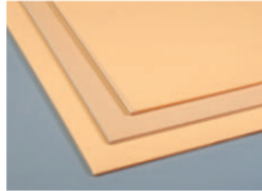


Рис. 3.17. Вініпласт
листовий

Вініпласт виготовляють як листів, плити, труби, профільні матеріали, а також гранули, з яких екструзією або литтям під тиском формують різні вироби (рис. 3.17). Вініпласт легко піддається механічному обробленню, зварюється і склеюється. Серед його недоліків — низька ударна міцність, невелика холодостійкість (-10°C) і невисока температура експлуатації (до $+80^{\circ}\text{C}$).

Використовують як стійкий до корозії конструкційний матеріал для виготовлення хімічної апаратури, комунікацій, роздільників пластин акумуляторних батарей, для ізоляції водозанурених електродвигунів, вентиляційних повітропроводів, труб, фітингів тощо. Плівковий вініпласт застосовують для ізоляції проводів, захисних оболонок кабелів.

Поліметилметакрилат (органічне скло, плексиглас) (рис. 3.18, с. 102) — твердий прозорий безбарвний полімер, який отримують унаслідок полімеризації естерів метакрилової кислоти

$[\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOCH}_3]$.

Це полярний термопластичний діелектрик із малою гігроскопічністю та значною хімічною стійкістю. Має високу проникність для ультрафіолетового й видимого світла (оргскло завтовшки 3 мм пропускає до 92 % УФ-променів, силікатне — лише до 3 %), високу атмосферну стійкість,

хороші фізико-механічні й електроізоляційні показники. Оргскло легко піддається механічному обробленню: його можна різати на верстатах, свердлити й полірувати звичайними інструментами. Воно зварюється в спеціальних пристроях за температури $+140$ – 150°C із застосуванням тиску на поверхні приблизно $0,5$ – 1 МПа; склеюється за допомогою свого ж розчину в ацетоні або дихлоретані.



Рис. 3.18.
Поліметилметакрилат

Застосовують для виготовлення корпусів приладів, прозорих шкал, лінз тощо. У разі впливу

електричної дуги виділяє велику кількість газів (CO , H_2 , CO_2), а отже, оргскло має якості дугогасного матеріалу, тому його застосовують у розрядниках високої напруги, де потрібне швидке гасіння виниклої дуги.

Однак органічні полімери мають знижену теплостійкість. Карбон, який є основою органічних полімерів, на повітрі й під час нагрівання може окиснюватись, і полімер руйнується. Для підвищення теплостійкості органічних полімерів як основу використовують фтор, силіцій, титан тощо.

Фторорганічні полімери

Фторопласти (рис. 3.19) — технічна назва фторпохідних полімерів етилену, де атоми водню

заміщені фтором: тетрафторетилен ($\text{CF}_2=\text{CF}_2$), трифторетилен ($\text{CF}_2=\text{CHF}$), трифторхлоретилен

($\text{CF}_2=\text{CFCl}$), вінілфторид ($\text{CH}_2=\text{CHF}$) тощо.



Рис. 3.19. Вироби із фторопласту

Перевагою фторопластів є висока стійкість в агресивних середовищах, зокрема в сильних кис-

лотах (крім плавикової), лугах, хлорі, фторі за підвищених температур. Вони термостійкі — температура їхнього інтенсивного термоокиснення становить приблизно $+400\text{ }^\circ\text{C}$.

Фторопласт-4.

Це білий чи сіруватий матеріал із щільністю вищою, ніж щільність звичайних органічних полімерів. Має значний діапазон робочих температур: від -250 до $+250\text{ }^\circ\text{C}$.

За електроізоляційними властивостями фторопласт-4 є найкращим із відомих діелектриків.

За хімічною стійкістю він перевищує дорогоцінні метали, що дало змогу широко використовувати його під час виготовлення ізоляції, яка працює в агресивних середовищах.



*Рис. 3.20. Моток дроту
марки МГТФ*

Негорючий, практично негігроскопічний, не змочується водою та іншими рідинами, стійкий до тропічних умов і грибків, добре витримує різку зміну температури. Фторопласт-4 застосовують при виготовленні різних фасонних виробів, листів, гнучкої плівки (5–200 мкм), ізоляції для монтажних проводів і кабельних виробів, у конденсаторному виробництві тощо.

Монтажний дріт марки МГТФ (рис. 3.20) перерізом 0,35 мм² має характерний рожевий відтінок — мідь просвічується крізь фторопластову ізоляцію.

Недоліками фторопласту-4 є мала твердість, мала радіаційна стійкість і мала стійкість у зоні електричної дуги з виділенням отруйного газоподібного фтору, його висока вартість і складність технології перероблення.

Кремнійорганічні полімери

Силікони (або поліорганосилоксани) містять, крім характерного для органічних полімерів вуглецю (C), кремній (Si), який є однією з найважливіших складових багатьох неорганічних діелектриків — слюди, азбесту, деяких видів скла, керамічних матеріалів. Основа будови молекули силікону — силоксанове угруповання позмінних атомів кремнію та кисню ($-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-$

Ці сполуки мають малу гігроскопічність і практично не змочуються водою. Покриття ними целюлозних виробів, пластмас і кераміки створює гідрофобізацію оброблюваних матеріалів і робить їх водовідштовхувальними.

Кремнійорганічні полімери використовують у лаках, компаундах і в пластмасах, діелектричних складах і складах для герметизації.

Електроізоляційні властивості кремнійорганічних сполук високі навіть за підвищеної температури (до +200 °C). Деякі з них витримують температуру +300 °C. Висока

нагрівостійкість дає змогу використовувати їх у композиції з нагрівостійкими неорганічними матеріалами: зі слюдою,

скловолокном, азбестом, міканітом, скло- та лантанинами.

Проводи в силіконовій ізоляції використовують як виводи потужних акумуляторів із великими піковими струмами, для підключення ксенонових і галогенних ламп.

Кремнійорганічні матеріали порівняно дорогі, що обмежує можливість їхнього широкого застосування.

Питання для самоконтролю

1. Властивості та використання полістиролу
2. Властивості та використання поліетилену
3. Поліпропілен та полівінілхлорид- їх властивості та використання
4. Вініпласт та органічне скло- їх властивості та використання
5. Кремнійорганічні матеріали
6. Фторопласт-4: властивості та використання

Домашнє завдання

1. Опрацювати матеріал уроку
2. Знати відповіді на питання для самоконтролю