

СПОСОБИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ПОЛІКОНДЕНСАЦІЇ

Вибір способу проведення поліконденсації визначається фізико-хімічними властивостями вихідних речовин і полімерів, що утворюються, технологічними вимогами, завданнями, які ставляться при здійсненні процесу, і т.д.

За температурою способи проведення поліконденсації ділять на *високотемпературні* (не нижче 200 °С) і *низькотемпературні* (0–50 °С), **за агрегатним станом** реакційної системи або **фазовим станом** – на поліконденсацію *в масі* (розплаві), *твердій фазі*, *розчині*, *емульсії* (суспензії), *двофазній системі* (міжфазна поліконденсація, наприклад, на межі розділу органічної фази з дихлорангідридом і водної з діаміном виходить плівка поліаміду).

- ✓ Поліконденсація в розплаві і твердій фазі відбувається при високих температурах;
- ✓ поліконденсація в емульсії і міжфазна поліконденсація – при низьких температурах;
- ✓ поліконденсація в розчині – при високих і низьких температурах.

Низькотемпературна поліконденсація є переважно **нерівноважною**, високотемпературна – переважно **рівноважною**.

Порівняння методів низькотемпературної та високотемпературної поліконденсації

Характеристика	Низькотемпературна	Високотемпературна
Мономери		
<i>Чистота</i>	Від середньої до високої	Висока
<i>Стехіометричне співвідношення</i>	Часто припустимі певні відхилення	Обов'язково
<i>Термічна стійкість</i>	Необов'язкова	Необхідна
<i>Хімічна будова</i>	Різноманітне; обмежено вимогою достатньої реакційної здатності	Обмежено термостійкістю; знижені вимоги до реакційної здатності
Умови поліконденсації		
<i>Тривалість</i>	Кілька хвилин	1–24 год
<i>Температура, °С</i>	0-50	Не нижче 200
<i>Тиск</i>	Атмосферний	Високе і низьке
<i>Устаткування</i>	Просте і відкрите	Іноді вельми складне (часто автоклавне)
Продукти реакції		
Полімер		
<i>Вихід</i>	Від низького до високого	Високий
<i>Молекулярна маса</i>	(50–100) 10 ³ і вище	(20–30) 10 ³ , іноді вище
<i>Хімічна будова</i>	Різноманітна	Обмежена термостійкістю
Побічний продукт	Сіль	Вода або летючі органічні сполуки

Поліконденсація широко використовується для отримання великотоннажних полімерів (поліестерів, поліамідів, полікарбонатів, феноло- і сечовиноформальдегідних смол), деяких типів кремнійорганічних полімерів, полімерів зі спеціальними властивостями (головним чином тепло- і термостійких поліімідів, поліарилатів, полісульфонатів, ароматичних поліетерів і поліамідів, тощо), які знаходять застосування в авіаційній і космічній техніці, мікроелектроніці, автомобілебудуванні та інших галузях промисловості.

Поліконденсація в розплаві, спосіб проведення поліконденсації (як правило, рівноважної) при відсутності розчинника або розріджувача; полімер, що утворюється, знаходиться в розплавленому стані. Вихідні речовини (іноді й каталізатор) нагрівають при

температурі, що на 10–20 °С перевищує температуру плавлення (розм'якшення) утвореного полімеру (зазвичай при 200–400 °С). Щоб уникнути окиснення мономерів і термоокиснювальної деструкції полімеру процес спочатку проводять в атмосфері інертного газу (часто осушеного), а закінчують у вакуумі для більш повного видалення низькомолекулярних продуктів реакції і зміщення рівноваги в бік утворення високомолекулярного полімеру.

Переваги способу: можливість застосування малореакційноздатних мономерів, порівняна простота технологічної схеми, високі вихід і ступінь чистоти полімеру, що утворюється, можливість формування з отриманого розплаву полімеру волокон і плівок.

Недоліки: необхідність використання термічно стійких мономерів і проведення процесу при високих температурах, тривалість процесу, використання каталізаторів.

Через високу в'язкість розплавів більшості полімерів швидкість процесу на заключних стадіях визначається не стільки активністю реагуючих груп, скільки *дифузійними факторами* (рухливістю макромолекул).

Поліконденсація в розплаві – практично єдиний промисловий спосіб синтезу аліфатичних поліамідів і поліестерів (наприклад, поліаміду-6,6 та поліетилентерефталату). Її здійснюють за періодичною і безперервною схемою. У першому випадку процес проводять в автоклаві, видавлюючи з нього готовий полімер азотом через вентиль, що обігрівается. Безперервний процес проводять в U- та L-подібних, а також трубчастих реакторах, із вмонтованою на виході полімеру шнековою мішалкою, що забезпечує ефективне перемішування розплаву і його видавлювання через фільтр у вигляді моноволокна, джгута або плівки. Трубчастий апарат не потребує мішалки, оскільки процес проходить в тонкому шарі.

У лабораторній практиці методом поліконденсації в розплаві синтезують поліаміди, поліестери, полігетероарилени, блокові та статистичні співполімери.

Поліконденсація в розчині – спосіб проведення поліконденсації, при якому мономер і утворений полімер знаходяться в розчині в одній фазі. Можливі різні варіанти методу, коли мономер і (або) полімер частково розчиняються в реакційному середовищі. Для отримання полімерів високої ММ мономер і полімер повинні, як правило, повністю розчинятися в реакційному середовищі, що досягається використанням суміші двох і більше розчинників або підвищенням температури реакції. Зазвичай процес проводять при 25–250 °С. Одержуваний полімер може утворювати термодинамічно нестійкі (метастабільні) розчини або ліотропні рідкокристалічні системи. Після випадання полімеру з такого розчину заново розчинити його в даному розчиннику не вдається. У випадіючому в осад кристалічному полімері, що не набухає у реакційному розчині, ріст макромолекул припиняється; в аморфному полімері, здатному до набухання, триває. Випадання з реакційного розчину полімеру може призводити до його кристалізації.

Переваги способу: можливість проведення процесу при порівняно невисоких температурах; здатність розчинника виконувати функції каталізатора; хороша теплопередача; можливість безпосереднього використання отриманих розчинів полімерів для виготовлення плівок і волокон.

Відмітна особливість – вплив природи розчинника на молекулярну масу і структуру полімеру, що утворюється. Відомі приклади, коли розчинник (піридин, третинні аміни, N,N-диметилацетамід, N-метилпіролідон та ін.) зв'язує кислоту, що утворюється в результаті реакції, наприклад, при *поліетерифікації* або *поліамідуванні* (т. зв. *акцепторно-каталітична поліконденсація*). Розчинник і домішки, що містяться у ньому, наприклад, H₂O, можуть викликати протікання побічних реакцій, що призводять до блокування функціональних груп. Особливе місце серед них займає циклізація, інтенсивність якої зростає зі зменшенням концентрації реакційного розчину.

В лабораторній практиці методом полімеризації в розчині синтезують різні *карбо- і гетероланцюгові полімери*, в т.ч. елементоорганічні (поліацетилени, поліаміди, складні і прості поліефіри, полісульфони, полігетероарилени, полісилоксани та ін.)

Технологія та апаратурне оформлення залежать від типу поліконденсації. При рівноважній (оборотній) поліконденсації в розчині процес проводять при 100–250 °С і застосовують розчинники, які добре розчиняють полімери, що утворюються, а низькомолекулярні продукти реакції – погано. Температура кипіння таких розчинників повинна бути вище, ніж у низькомолекулярних продуктів реакції. Іноді використовують розчинники, які утворюють з низькомолекулярним продуктом реакції азеотропну суміш, температура кипіння якої нижче, ніж у розчинника (*азеотропна поліконденсація*). У промисловості цей процес застосовують рідко. Перша стадія виробництва ряду поліестерів, наприклад, поліетилентерефталату, є різновидом рівноважної поліконденсації в розчині, коли розчинником є один з мономерів (у даному прикладі – етиленгліколь), узятий в надлишку.

Нерівноважну (необоротну) поліконденсацію в розчині розділяють на низько- і високотемпературну – температури процесу відповідно нижче 100 °С і вище 100 °С (частіше до 200 °С). Різновид низькотемпературної поліконденсації в розчині – емульсійна поліконденсація, коли утворення полімеру відбувається в органічній фазі водно-органічної гетерогенної системи. ННa1, що виділяється, нейтралізують у водній фазі карбонатами або гідроксидами лужних металів. У промисловості нерівноважну поліконденсацію в розчині використовують у виробництві поліамідів, полікарбонатів, поліарилатів, полігетероариленів та ін. і здійснюють за періодичною схемою.

Поліконденсація у твердій фазі (*твердофазна поліконденсація*), спосіб проведення поліконденсації, коли мономері або олігомери знаходяться в кристалічному або склоподібному стані і утворюється твердий полімер. Можливий різновид твердофазної поліконденсації, коли в процесі її перебігу вихідні речовини плавляться або розм'якшуються. За багатьма ознаками (умови проведення, закономірності процесу) твердофазна поліконденсація схожа на поліконденсацію в розплаві. Детально вивчена твердофазна поліконденсація аліфатичних ω -амінокислот, для якої характерна наявність автокаталізу внаслідок збільшення в ході реакції поверхні розділу мономер - полімер, де молекули мономера більш рухливі, ніж в кристалі.

Метод використовують для отримання полігетероариленів з високореакційноздатних мономерів. Проводячи процес під тиском в прес-формі, поєднують синтез полімеру і формування виробу. Таким способом, зокрема, отримують монолітні вироби з поліімідів, полі(ароїлен-*bis*-бензімідазолів).

Важливий різновид твердофазної поліконденсації – друга стадія процесу утворення багатьох полігетероариленів, яку здійснюють в плівках або волокнах, сформованих з попередньо отриманих проміжних високомолекулярних полімерів (форполімерів). Це термічний процес внутрішньомолекулярної поліциклізації, що проводиться в струмі інертного газу або вакуумі при температурах, які лежать зазвичай нижче температури склування проміжного полімеру (наприклад, поліамідокислоти) або вище її, але нижче температури склування або температури розм'якшення кінцевого полігетероарилену. В окремих випадках (наприклад, при перетворенні полігідразидів у полі-1,3,4-оксадіазол) спостерігається кінетичне гальмування процесу через підвищення температури склування в процесі циклізації; тоді вдаються до ступінчастого підвищення температури. Іноді поліциклізація супроводжується твердо фазною поліконденсацією по кінцевих функціональних групах макромолекул, приводячи до підвищення молекулярної маси полімеру.

ДЕЯКІ НАЙБІЛЬШ ВАЖЛИВІ ПОЛІМЕРИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ І МЕТОДИ ОДЕРЖАННЯ

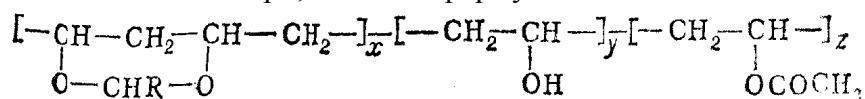
Поліакрилати $[-CH_2-CH(COOR)-]_n$ – із збільшенням R (R = *n*-алкіл) полімери набувають здатність кристалізуватися за рахунок бічних ланцюгів, а T_c зменшується, еластичність зростає ($C_1 - C_{10}$). **Отримують** емульсійною полімеризацією акрилатів. Розчиняються у власних мономерях, ароматичних вуглеводнях, в ацетоні (R = $C_1 - C_6$). **Застосування:** для виробництва листів, плівок, протезів для зубів; сполучний матеріал для шаруватих пластиків; водні дисперсії полімерів метил-, етил- і бутилакрилатів та їх співполімерів з метилметакрилатом – для приготування лакофарбових матеріалів, клеїв, просочувальних складів для паперу, шкіри, деревини і тканин.

Поліметакрилати $[-CH_2-C(CH_3)(COOR)-]_n$ – жорсткі прозорі пластики (R = $C_1 - C_3$), клейкі каучукоподібні сполуки (R = $C_4 - C_{14}$), воскоподібні або крихкі непрозорі кристалічні речовини (R > C_{14}). Відрізняються від поліакрилатів з тими ж R вищими T_c і твердістю. **Отримують** радикальною полімеризацією ефірів в масі, емульсії або суспензії, рідше в розчині. Розчиняються у власних мономерях, хлорованих і ароматичних вуглеводнях, естерах. Стійкі до дії води, світла, O_2 . При 80–100 °C гідролізуються кислотами і розчинами лугів, при 200–250 °C і γ -опроміненні кількісно деполімеризуються. **Застосування:** для виробництва безуламкових багатошарових стеклов, протезів і контактних лінз для очей, приготування клеїв і лаків.

Поліаміди $[-CO-R-NH-]_n$ – полімери, що містять в основному макроланцюгу амідні групи $-CO-NH-$. Термопласти. Молекулярна маса зазвичай 10–30 тис., густина 1.02–1.35 г/см³. Температури плавлення відносно великі через міжмолекулярні водневі зв'язки. Розчиняються у сильно полярних розчинниках: конц. H_2SO_4 , крезולי, ДМФА. **Отримують** поліконденсацією дикарбонових кислот (їх ефірів, дихлорангідридів) з діаміни; полімеризацією лактамів. Максимальний ступінь кристалічності 40–70 %, при заміщенні водню амідної групи на алкільні замісники ступінь кристалічності істотно зменшується і T_m зменшується. **Застосування:** у виробництві волокон, плівок, ізоляційних матеріалів, як основа клеїв.

Полівініловий спирт $[-CH_2-CH(OH)-]_n$ – термопласт, розчинний у гарячій воді, гліколях, ДМФА. **Отримують** кислотним або лужним алкоголізом полівінілацетату. **Застосування:** у виробництві волокон, полівінілацетатів, лікарських засобів, крово- і плазмозамінників; як емульгатор при полімеризації.

Полівінілацеталі – полімери, загальна формула яких:



Термопласти або реактопласти залежно від природи R; молекулярна маса 15–200 тис., розчинні в багатьох органічних розчинниках, мають хорошу адгезію. Наприклад, полівінілбутираль (R = C_3H_7) – $T_c = 57$ °C, термопласт, $T_{розкл.} > 160$ °C, компонент лаків і клеїв БФ, в багатошарових стеклах “триплекс”. **Отримують** взаємодією полівінілового спирту з масляним альдегідом.

Полівінілхлорид $[-CH_2-CHCl-]_n$ – термопласт, молекулярна маса 10–150 тис., $T_c = 75$ –80 °C, розкладається вище 110–120 °C з виділенням HCl. **Отримують** суспензійною або емульсійною полімеризацією вінілхлориду, а також полімеризацією в масі. **Застосовують** для електроізоляції, виробництва трубок, плівок, штучної шкіри, волокон. При введенні до

35 % (від маси полімеру) модифікаторів (хлорованого поліетилену, каучуку), до 200 % наповнювачів (крейда, сажа, аеросил) і до 10 % пластифікаторів отримують жорсткий термопластичний матеріал – **вініпласт**, який застосовують для виробництва трубопроводів, емностей, профілів у будівництві, хімічному машинобудуванні.

На основі поліхлорвінілу виготовляють також **пластикат** – м'який термопластичний матеріал на основі поліхлорвінілу і пластифікатора (до 1 мас. ч. на 1 мас. ч. полімеру), а також термо- і світлостабілізаторів, антиоксидантів, барвників, наповнювачів (каоліну, аеросилу, крейди). Застосовують пластикат для ізоляції проводів та кабелів, виготовлення еластичних профілів, стрічок, трубок, шлангів, мембран.

Кремнійорганічні полімери (силікони) – містять атоми кремнію в елементарній ланці макромолекули. Розрізняють *поліорганосилоксани* $[-O-SiR_2-]_n$, *поліорганосилазани* $[-SiR_2-NH-]_n$, *поліорганосилоксани* (або *фенілен* $R' = C_6H_4$) *силани* $[-SiR_2-R']_n$, *поліалкіленсилани* $[-CH_2-CH(SiR_3)-]_n$. Найбільш широко застосовуються **поліорганосилоксани** – полімери з бічними групами $-CH_3$ і $-C_6H_5$. Лінійні поліорганосилоксани отримують аніонною полімеризацією циклоорганосилоксанів, в основному 3- і 4-членних. Розгалужені, циклолінійні та сітчасті поліорганосилоксани отримують гідролітичною поліконденсацією сполук, що містять біля атома Si більше двох функціональних груп, що гідролізують (хлор-, алкокси-, ацилокси- і аміногрупи). Олігомерні розгалужені поліорганосилоксани – основа кремнійорганічних лаків і клеїв, гідрофобізаторів. Також широко застосовуються силіконові (силоксанові) каучуки – основні типи диметил- і метилвінілсилоксани. Молекулярна маса 300–800 тис., $T_c = -130$ °C. Гуми на їх основі тепло-, морозо-, атмосферостійкі, фізіологічно інертні, при згорянні не виділяють токсичних продуктів. Температурні межі експлуатації від -90 до 300 °C. **Застосовуються** для виготовлення виробів медичного призначення, в холодильній техніці, для теплозахисту космічних апаратів.

Поліолефіни – продукти гомо- і співполімеризації олефінів. Термопластичні матеріали, стійкі до дії агресивних середовищ. Мають високі діелектричні властивості, низьку волого- і газопроникність. Легко переробляються в вироби.

Поліетилен $[-CH_2-CH_2-]_n$ термопласт, $T_{крижк.}$ від -60 до -269 °C, хімічно стійкий у відсутності окисників. Розрізняють за способом отримання. **Застосовують** при виробництві труб, плівок, тари, як антикорозійне покриття та ізоляцію.

Властивість	Поліетилен високого тиску	Поліетилен низького тиску
Молекулярна маса	50–800 тис.	50–3 000 тис.
Густина, г/см ³	0.913–0.934	0.919–0.973
$T_{пл.}$, °C	102–105	125–137
Модуль пружності, МПа	100–200	400–1250
Міцність на розтяг, МПа	7–17	15–45
Відносне подовження, %	100–800	100–1200
Одержання	Радикальна полімеризація етилену при t -рі до 320 °C і тиску 120–320 МПа	Полімеризація на комплексних каталізаторах при t -рі до 100 °C і тиску до 5 МПа

Поліпропілен $[-CH(CH_3)-CH_2-]_n$ – термопласт, кристалічний ізотактичний полімер. **Отримують** стереоспецифічною полімеризацією пропілену на каталізаторі Циглера - Натта в розчині, газовій фазі або в зрідженому пропілені. Стійкий у воді і агресивних неорганічних середовищах (крім окиснювачів), в органічних середовищах до 80 °C (вище цієї температури набухає). Характерна висока стійкість до багаторазових вигинів і до стирання.

Полістирол $[-CH_2-CHPh-]_n$ – термопласт, одержують радикальною полімеризацією стиролу в масі або суспензії. Молекулярна маса 250–350 тис., $T_m = 82-95\text{ }^{\circ}\text{C}$, розчиняється в стиролі та ароматичних вуглеводнях, схильний до розтріскування. **Застосовують** як конструкційний, електроізоляційний та декоративно-оздоблювальний матеріал, для виготовлення предметів побутового призначення (іграшки, посуд). На основі полістиролу одержують **ударостійкий полістирол** – термопласт, що має двофазну структуру: неперервна фаза (матриця) – полістирол, дискретна фаза – каучук (бутадієновий з розміром частинок 2–5 мкм). Каучукові частинки оточені привитим співполімером стиролу з каучуком. Може виявляти властивості термоеластопласту. **Застосування:** конструкційний матеріал – заміник дерева, металу в машинобудуванні, у вигляді листів та плівки застосовується для пакування харчових продуктів.

Знаходять широке застосування і різноманітні **співполімери стиролу** з іншими мономерами. Наприклад, акрилонітрилбутадієнстирольний співполімер (АБС-пластик) має двофазну структуру: неперервна фаза – співполімер стиролу з акрилонітрилом (як правило з молекулярною масою 120–180 тис.), дискретна фаза – каучук (бутадієновий, бутадієн-стирольний, бутадієн-акрилонітрильний з розміром частинок 0.5–2 мкм), каучукові частинки оточені привитим співполімером стиролу з акрилонітрилом на каучуку. Конструкційний матеріал для автомобіле-, машино- та приладобудування, текстильної і харчової промисловості, для виготовлення спортінвентарю, меблів. Використовується як наповнювач для поліхлорвінілу та полікарбонату, який підвищує їх ударостійкість.

Полісульфідні каучуки (тіоколи) $X-[-R-S_m-]_n-X$, де R – аліфатичний радикал, $m \approx 2$ або 4, X – групи $-SH$ або $-OH$. Рідкі з молекулярною масою 500–7 500 і тверді з молекулярною масою 200–500 тис., T_c від -23 до $-57\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рідкі – основа герметиків та клеїв, з твердих виголовляють маслобензостійкі гумотехнічні вироби, захисні покриття.

Каучуки (еластомери). Поділяють на дві основні групи: загального призначення (бутадієнові, бутадієн-стирольні), що застосовують у масовому виробництві виробів, при експлуатації яких реалізується найбільш характерна властивість гуми – висока еластичність (шини, конвеєрні стрічки); спеціального призначення, що використовують у виробництві виробів, які окрім еластичності повинні мати специфічні властивості, наприклад, бензо- та маслостійкість (бутадієн-нітрильні каучуки), термо- и морозостійкість (кремнійорганічні каучуки), зносостійкість (уретанові еластомери). Особливі групи каучуків – латекси, рідкі каучуки, термоеластоласти. Одержують емульсійною або стереоспецифічною полімеризацією з наступним виділенням каучуку.

Поліуретани – полімери, що містять в основному ланцюгу уретанові групи $-NH(CO)O-$. Як правило містять також етерні та естерні, карбаматні $-NH(CO)NH-$ та інші групи. Лінійні поліуретани – в'язкі рідини або аморфні та кристалічні речовини (ступінь кристалічності до 70 %). Молекулярна маса 20–60 тис., одержують взаємодією ізоціанатів $(O=C=N-R-N=C=O)$ з поліолами або олігоестерами, що містять OH -групи в розчині, масі чи емульсії. Випускаються у вигляді **пінополіуретанів** (поролон – з удаваною густиною 0.015–0.06 г/см³, через об'єм газової фази до 97 %) або композицій для їх отримання. Спінювання відбувається за рахунок випаровування води чи фреону, а наступне отвердіння при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ або при помірному нагріві. Жорсткі піни наносять напилюванням. Застосовуються при виробництві пластмас, еластомерів, лаків, клеїв, герметиків, штучної шкіри, волокон.

Фенолальдегідні полімери (фенопласти) – фенольні смоли – термореактивні або термопластичні продукти поліконденсації фенолів з альдегідами. Промислове значення мають феноло-формальдегідні смоли, а також феноло-фурфурольні смоли. Отвердівують з утворенням сітчастих полімерів (резитів), стійких до діє органічних розчинників, води та

кислот, володіють хорошою механічною міцністю, високими діелектричними показниками, стабільні до 200 °С. Застосовуються як лаки, просочувальні суміші, в композиції з деревною стружкою як пресматеріали (тирсоплити, оргаліт).

Поліефіри:

прості $\text{HO}[-\text{R}-\text{O}]_n\text{H}$ (поліетиленоксид, поліетиленгліколь) стійкі до 300 °С, а ароматичні стійкі в розчинах лугів та мінеральних кислот до 350–400 °С. По кінцевих ОН-групах реагують з диізоціанатами та іншими реагентами. **Одержують** катіонною полімеризацією циклічних оксидів або поліконденсацією гліколів, ароматичні – поліконденсацією *n*- та *m*-галогенфенолятів лужних металів з ароматичними дигалогенідами. **Застосовують** як конструкційні матеріали (деталі протезів у хірургії, наприклад, полі-2,6-диметил-*n*-феніленоксид) та як плівкоутворюючі лакофарбові матеріали.

складні $[-\text{OC}-\text{R}-\text{COO}-\text{R}'-\text{O}]_n$ – високов'язкі або тверді речовини з молекулярною масою 500–50 000 та 1000–500 000, T_m від –50 до 100 °С та 200–400 °С, відповідно. Починають розкладатися при температурі вище 300 °С. Вступають у всі реакції, що характерні для естерів: гідроліз, ацидоліз, алкоголіз. **Одержують** поліконденсаційними методами. **Застосовують** у виробництві волокон, плівок, лакофарбових матеріалів (алкідні смоли). Наприклад, поліетилентерефталат (лавсан) з молекулярною масою 20–40 тис., термопласт, $T_c \sim 70$ °С, $T_m \sim 260$ °С, зберігає експлуатаційні властивості від –60 до 170 °С, у видимій частині спектру оптично прозорий, застосовують у виробництві волокон, плівок, ливарних виробів (пляшки).

Поліарилати $[-\text{OCRCOOR}'\text{O}]_n$, де R – залишок дикарбонової кислоти, R' – двоатомного фенолу. **Отримують** високотемпературною (180–360 °С) поліконденсацією в органічному висококиплячому розчиннику (хлорованому дифенілі, диарилсульфоні); поліконденсацією в органічному розчиннику (зазвичай з акцептором – каталізатором триетиламіном); міжфазною поліконденсацією; емульсійною поліконденсацією. Термопласти. **Застосовують** як конструкційні пластики і електроізоляційні матеріали.

До поліарилатів відносяться і **полікарбонати** $[-\text{ORO}-\text{CO}-\text{O}-\text{R}]_n$ – поліестери вугільної кислоти і диоксисполук, R – алкілен або арил. Термопласти. ММ 35–100 тис., $T_c = 140$ –150 °С, $T_m = 220$ –230 °С. Оптично прозорі, фізіологічно інертні, атмосферостійкі. **Отримують** поліконденсацією фосгену з лужним розчином бісфенолу. **Застосування:** антикорозійні і конструкційні матеріали, діелектрики для високих частот, у виробництві фільтрів для крові і кісткових протезів, оболонок для лікарських препаратів пролонгованої дії, лінз для оптики (окулярів).