

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Андрій ТОКАР
**ДОВІДНИКОВИЙ СЛОВНИК
З ПОЛІМЕРНОЇ ХІМІЇ**

Дніпро
ЛІРА
2024

УДК 678-1:54-126(038)

Д 58

*Друкується за рішенням вченої ради
Дніпровського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 6 від 28 березня 2024 р.).*

Рецензенти:

Олег КАБАТ – доктор технічних наук, завідувач кафедри інноваційної інженерії ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», професор

Віталій ПАЛЬЧИКОВ – доктор хімічних наук, директор Науково-дослідного інституту хімії та геології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, професор

Ігор ЯРЧУК – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри агрохімії Дніпровського державного аграрно-економічного університету, професор

Андрій ТОКАР

Довідниковий словник з полімерної хімії. Дніпро: ЛІРА, 2024. 120 с.

ISBN 978-966-981-890-4

Словник містить близько 400 загальноновживаних термінів з хімії та фізико-хімії полімерів, що широко застосовуються у вітчизняній та закордонній науковій літературі. У більшості випадків надається їх розширене тлумачення, наводяться численні приклади з різноманітних галузей хімії, що сприяє міждисциплінарному сприйняттю викладеного матеріалу. Словник може бути корисним для здобувачів хімічних та технологічних спеціальностей закладів вищої освіти III–IV рівнів акредитації, а також широкому колу працівників суміжних галузей.

УДК 678-1:54-126(038)

© Андрій ТОКАР, 2024

Полімери складають значну частину всього різноманіття відомих речовин, тому для отримання максимального економічного ефекту від їх практичного застосування необхідно чітко уявляти місце цих матеріалів у всьому «спектрі» існуючих хімічних сполук. Різні галузі промисловості – гумова, виробництво пластмас, хімічних волокон, плівок, лаків, клеїв, електроізоляційних матеріалів – переробляють та використовують полімери. Розвиток будь-якої з цих галузей є практично неможливим без використання полімерних матеріалів.

Досягненнями сучасної науки можна вважати не лише встановлення будови деяких природних високомолекулярних сполук, але й створення принципово нових типів полімерів, що мало схожі на їх природні аналоги, хоча й поєднують у собі властивості органічних та неорганічних речовин. Так, отримані склопластики та карболанцюгові волокна не поступаються за міцністю сталі, а деякі полімери за своєю хімічною інертністю перевершують дорогоцінні метали. При цьому в одній речовині можна поєднувати будь-які бажані властивості, що дає змогу високомолекулярним сполукам поступово проникати у всі галузі промисловості, медицини, побуту тощо.

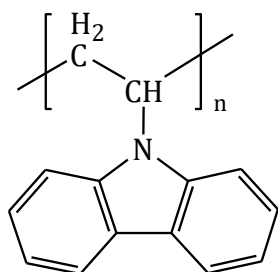
У запропонованому до уваги *«Довідниковому словнику з полімерної хімії»* міститься близько 400 термінів цієї галузі науки, з яких більше половини складають стійкі англомовні словосполучення з їх перекладом та тлумаченням українською мовою. Решту становлять назви окремих полімерних матеріалів, які найбільш широко застосовуються, а також їх численні синоніми, що відповідають певним торговельним маркам, джерелам походження тощо. Для кожного із полімерів наведена детальна інформація, що стосується основних методів їх одержання і переробки, розглядаються механізми перебігу реакцій, характерні особливості та перспективні галузі застосування високомолекулярних сполук. Типові характеристики окремих представників полімерів в значній мірі доповнені даними щодо їх розчинності у різноманітних за природою органічних розчинниках, а також їх сумішах, що широко застосовуються у якісному та кількісному хімічному аналізі. Приклади статей словника відповідно до його основних розділів наведено нижче.

ПРИКЛАДИ СТАТЕЙ СЛОВНИКА

Network polymer(s) [eng.],

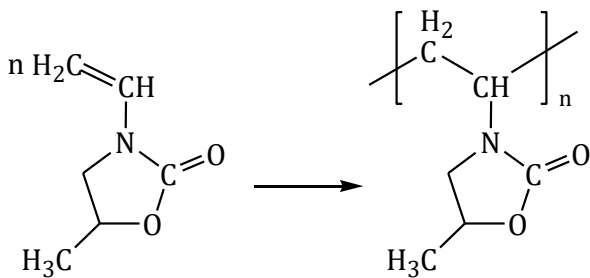
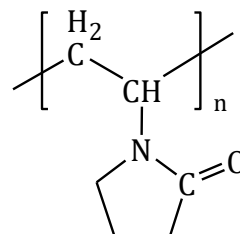
тривімірні полімери, зшиті полімери, сітчасті полімери, просторові полімери (укр.) – полімери, головні ланцюги яких з'єднані між собою хімічними зв'язками з утворенням єдиної просторової структури – полімерної сітки. Тривимірні полімери одержують сполученням (зшиванням) макромолекул полімерів чи твердженням реакційно здатних олігомерів.

Полівінілкарбазол (укр.) одержують з *N*-вінілкарбазолу за радикальним або іонним механізмом. Полімер розчинний у ароматичних вуглеводнях,



кетонах, етерах, хлорованих вуглеводнях та ін. Хімічно він є відносно стійким. За властивостями подібний до полістирену, але відрізняється від нього більш високою теплостійкістю (температура розм'якшення 211°C) та більшою крихкістю; переробляється пресуванням.

Полівінілпіролідон (укр.) одержують полімеризацією *N*-вінілпіролідону у блоку або розчині в присутності гідроген пероксиду. Гомополімер має високу хімічну стійкість. Відповідні розчини полімеру з концентрацією 2,3% застосовують як штучну плазму крові. Ці розчини відрізняються своєю стабільністю та можуть бути використані незалежно від групи крові пацієнта. Інше важливе застосування цього полімеру – розробка добавок до багатьох основних барвників, що посилюють їх вихідну тональність.

**Полівінілоксазолідинон** (укр.)

синтезують з *N*-вініл-5-метил-2-оксазолідинону. Як гомо-, так і співполімери цього мономеру добре розчиняються у воді, завдяки чому їх достатньо часто

застосовують як чисельні комплексоутворювачі по відношенню до багатьох неорганічних та органічних сполук.

РОЗДІЛ 1
ОСНОВНІ ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ
ХІМІЇ ТА ФІЗИКО-ХІМІЇ
ПОЛІМЕРІВ

А

Addition polymerization (eng.),

полімериза́ція (укр.) – процес одержання високомолекулярних речовин, за якого макромолекула утворюється шляхом послідовного приєднання молекул однієї або кількох низькомолекулярних речовин (мономерів) до активного центра.

Adhesive bonding (eng.),

склеювання поліме́рних мате́ріалів (укр.) – метод створення нероздільного поєднання елементів конструкцій за допомогою клею. Склеювання є більш придатним, ніж зварювання для сполучення неоднорідних матеріалів. Цей метод дозволяє зберегти структуру і властивості склеєних деталей та з'єднати великі поверхні складної форми.

Aging (eng.),

ста́ріння поліме́рів (укр.) – сукупність хімічних та фізичних перетворень, що відбуваються у полімері при його експлуатації, переробці або зберіганні та призводять до втрати комплексу корисних властивостей.

Anti-ager(s) [eng.],

проти́старі́телі (укр.) – речовини, які вводять у каучук або гуму для їх захисту від процесу старіння.

Antifatigue(s) [eng.],

проти́сто́млювачі (укр.) – речовини, що підвищують витривалість гум, які підлягають чисельним деформаціям. В результаті застосування протистомлювачів зменшується швидкість зміни вихідних властивостей гум та збільшується час до їх руйнування. У багатьох випадках під впливом протистомлювачів витривалість гум збільшується у десятки разів.

В

Bead-spring model (eng.),

моде́ль намі́ста (укр.) – запропонована Х. Раузом для теоретичної оцінки поведінки довголанцюгової макромолекули, адсорбованої на твердій поверхні в умовах зсувної плинності.

Biradical(s) [eng.],

бірадика́ли (укр.) – нейтральні частки з двома неспареними електронами біля різних атомів. Утворюються при піролізі та крекінгу органічних речовин, у фотохімічних реакціях та ін.

Blowing agent(s) [eng.],

пороутво́рювачі (укр.) – інгредієнти полімерних матеріалів, що застосовуються для створення у них системи замкнених або сполучених пор. Пороутворювачі використовують при одержанні пінопластів та губчастих гум з твердих каучуків. Вміст пороутворювачів у композиції складає зазвичай 1–10% у розрахунку на масу полімеру.

Branched polymer(s) [eng.],

розгалу́жені поліме́ри (укр.) – полімери, в основному ланцюгу яких наявні статистично або регулярно розташовані відгалуження, що містять один або більше число атомів Карбону.

Brittle point (eng.),

температу́ра кри́хкості (укр.) – температура, нижче за якої полімер виявляє крихкість. Температура крихкості не є константою матеріалу та зростає при збільшенні швидкості механічного впливу.

Brittleness (eng.),

кри́хкість (укр.) – здатність склоподібних та кристалічних полімерів руйнуватися за малих деформацій. Єдиної кількісної характеристики крихкості не існує, оскільки крихка поведінка реалізується за певного поєднання навантаження, температури та швидкості (тривалості) впливу.

C

Centrifugal casting (eng.),

відцентро́ве формува́ння (лиття) [укр.] – метод виготовлення виробів у вигляді тіл обертання під впливом відцентрової сили. Відцентрове формування застосовують переважно для виробництва труб, шестерень, підшипників ковзання із термопластів та термореактивних смол.

Chain growth (eng.),

ріст ланцюга (укр.) – приєднання мономера до кінця полімерного ланцюга, що зростає та призводить до подовження макромолекули з регенеруванням реакційного центра. Ріст ланцюга – основний елементарний акт полімеризації, який відповідає за формування макромолекули.

Chain-packet (eng.),

пачки (укр.) – назва областей ближнього порядку у розташуванні макромолекул аморфних полімерів, запропонована В.А. Каргіним, А.І. Китайгородським та Г.Л. Слонімським у рамках їх гіпотези про будову полімерів. Ця гіпотеза заснована на припущенні про те, що у аморфних полімерах, як й у низькомолекулярних рідинах, існує деяка впорядкованість у розташуванні сусідніх молекул. На користь існування пачок свідчать:

- густина полімерних тіл, яка є значно більшою за припустиму з точки зору уявлень про хаотичне розташування макромолекул;
- прагнення систем макромолекул до впорядкування;
- швидка кристалізація, що має місце у багатьох полімерах.

Chain transfer (eng.),

передача ланцюга (укр.) – елементарний акт процесу полімеризації, що призводить до переносу активного центра від полімерної молекули, що зростає, на іншу частку (передавач ланцюга).

Chemical flow (eng.),

хімічний плін (укр.) – розвиток не обернених деформацій у полімерах, обумовлений розривами та перегрупуваннями хімічних зв'язків при дії механічних напружень. У більш широкому сенсі до хімічного плину відносять розвиток деформації у напруженому полімері або релаксацію напруження у деформованому матеріалі, що ініційовані розривами хімічних зв'язків. Розриви можуть бути викликані як механічними силами, так і термічними чи термо-окиснювальними реакціями, різноманітними хімічними агентами, іонізуючим випромінюванням, фотохімічними перетвореннями, а також сумісною дією одразу кількох факторів.

Chemical modification (eng.),

хімічна модифікація (укр.) – спрямована зміна властивостей полімерів при введенні до структури макромолекул малої кількості фрагментів іншої природи.

Chain termination (eng.),

обрів ланцюга (укр.) – елементарний акт, що призводить до не оберненої хімічної дезактивації реакційних центрів, необхідних для продовження зростання ланцюга в результаті будь-яких фізичних процесів, наприклад, їх оклюдування у масі полімеру, що утворюється.

Chemiluminescence (eng.),

хемілюмінесценція (укр.) – випромінювання світла, що викликане перебігом екзотермічної хімічної реакції. Для виникнення хемілюмінесценції необхідно, щоб сума енергії активації та теплового ефекту реакції була достатньою для збудження продуктів реакції.

Chemomechanics (eng.),

хемомеханіка (укр.) – галузь фізичної хімії, що вивчає обернене перетворення хімічної енергії у механічну та зумовлене змінами конформацій макромолекул.

Chiral molecule (eng.),

хіральна молекула (укр.) – молекула, що не є ідентичною своєму дзеркальному відображенню. Усі хіральні молекули є оптично активними, і всі молекули оптично активних сполук є хіральними.

Chromatography (eng.),

хроматографія полімерів (укр.) – фізико-хімічний метод розділення сумішей, заснований на розподілі їх компонентів між двома фазами, одна з яких – шар з розвиненою поверхнею (сорбент), а інша – потік (елюент), що фільтрується крізь цей шар. В залежності від природи взаємодії, яка обумовлює розподіл компонентів між рухомою та нерухомою фазами, розрізняють основні види хроматографії: адсорбційну, розподільну, іонообмінну, ексклюзійну та осадову.

Chromophoric group(s) [eng.],

хромофобні групи (укр.) – групи, що здатні поглинати світло при фотохімічних перетвореннях полімерів.

Compatibility (eng.),

сумісність (укр.) – термін, що характеризує здатність різних полімерів утворювати один з одним суміші із задовільними механічними властивостями. Структура суміші визначається здатністю компонентів до взаємного розчинення (термодинамічна сумісність), яка кількісно виражається концентрацією одного з полімерів у істинному насиченому розчині іншого.

Compliance (eng.),

податливість (укр.) – величина, що характеризує здатність полімерних систем до розвитку обернених деформацій під впливом прикладених напружень.

Configuration (eng.),

конфігурація (укр.) – просторовий розподіл атомів у молекулі, що визначається довжинами відповідних зв'язків та значеннями валентних кутів. Конфігурація не може бути змінена без хоча б одного переставлення зв'язків чи кутів, тобто хімічної реакції.

Conformation (eng.),

конформація (укр.). У кожний момент часу форма молекули, як і конфігурація, може бути описана просторовим розподілом атомів та атомних груп, постійними значеннями валентних кутів, а також змінними орієнтаціями валентних зв'язків. Такий розподіл, який дискретним або безперервним чином змінюється без хімічної реакції, називається конформацією.

Contracted random (eng.),

згорнутий статистичний клубок (укр.). Витягнута форма реальної молекули полімеру є достатньо малоюмовірною. Мономерні ланки, об'єднані у молекулу, як правило, мають обертальні ступені свободи. Однак під впливом внутрішньо-ланцюгового або теплового руху, вона набуває своєї найбільш вірогідної форми статистичного клубка із розмірами, що безперервно змінюються.

Copolycondensation (eng.),

співполіконденсація (укр.) – реакція, у якій, окрім мономерів, необхідних для здійснення даної реакції, бере участь, принаймні, ще один мономер. Частіше за все у співполіконденсації беруть участь три або більше мономерів. Можливою

також є співполіконденсація двох мономерів (біполіконденсація), кожен із яких здатний самотійно вступати у гомополіконденсацію.

Copolymer(s) [eng.],

співполімери (укр.) – полімери, які містять кілька типів мономерних ланок.

Copolymerization (eng.),

співполімеризація (укр.) – сумісна полімеризація двох чи більше мономерів.

Core-shell polymer(s) [eng.],

полімери типу «ядро-оболонка» (укр.) – синтетичні латекси, ядро часток яких складає 70–90% від їх загальної маси.

Curing (eng.),

твёрдження (укр.) – процес, за якого рідкі (або у вигляді розплавів та розчинів) реакційно здатні олігомери не обернено перетворюються на тверді, нерозчинні та неплавкі тривимірні полімери.

Curing agent(s) [eng.],

отвёрджувачі (укр.) – речовини, які обумовлюють затвердіння реакційно здатних олігомерів. За характером дії ці речовини поділяють на наступні групи:

- отверджувачі, молекули яких реагують з окремими групами олігомеру;
- ініціатори та каталізатори тверднення.

Ініціатори викликають тверднення олігомерів, що містять ненасичені групи, за механізмом радикальної полімеризації. Каталізатори прискорюють взаємодію олігомерів між собою або із отверджувачем першої групи; ці реакції можуть перебігати за механізмом поліконденсації чи іонної полімеризації.

Cyclopolymerization (eng.),

циклополімеризація (укр.) – полімеризація з утворенням макромолекул, головні ланцюги яких містять циклічні угруповання, відсутні у вихідному мономері. Циклополімеризація відбувається за ланцюговим або ступінчастим механізмом.

D

Degradation (during combustion) [eng.],

деструкція (при горінні) (укр.) – це руйнування структури, викликане горінням.

Degree of crystallinity (eng.),

ступінь кристалічності (укр.) – величина, що показує, яка частина полімеру (за масою чи об'ємом) є кристалічною, тобто входить до складу полімерних кристалітів. На відміну від низькомолекулярних кристалічних речовин, зразки полімерів практично ніколи не бувають закристалізовані повністю.

Dielectric strength (eng.),

електрична міцність (укр.) – це мінімальна напруженість зовнішнього електричного поля, за якої відбувається пробій діелектрика, тобто діелектрик втрачає свої електроізоляційні властивості з утворенням провідного каналу.

Differential interference contrast microscopy (eng.),

диференційна інтерференційна контрастна мікроскопія (укр.) – оптичний метод для дослідження полімерних матеріалів.

Disclination(s) [eng.],

дисклінації (укр.) – дефекти полімерного ланцюга у кристалічній ґратці.

Dispersion(s) [eng.],

дисперсії (укр.) – дефекти полімерного ланцюга у кристалічній ґратці.

Displacement of polymer(s) [eng.],

в'їтиснення полімерів (укр.) – новий метод десорбції полімерів за допомогою адсорбційно-активних низькомолекулярних речовин.

Distereo block polymer(s) [eng.],

дистереоблок полімери (укр.) – полімери, у яких блоки різної структури кристалізуються незалежно.

Domain (eng.),

домейн (укр.) – утворення надмолекулярних структур, властивих даному полімеру, що в значній мірі визначається гнучкістю його макромолекул. Усі жорстколанцюгові полімери за відсутності кінетичних перешкод утворюють у концентрованому розчині (або розплаві) термодинамічно стабільну рідкокристалічну фазу нематичного типу, яка є аналогічною до ліотропних низькомолекулярних рідких кристалів, основною ознакою яких є паралельна впорядкованість молекул у деякій області простору.

Doped polymer (eng.),

легований полімер (укр.) – полімер, що містить добавки, які збільшують його провідність.

Doping-induced disorder (eng.),

порушення порядку, викликане легуванням (укр.), тобто поява структурних дефектів, що виникають при легуванні.

Ductile fracture (eng.),

некрихке руйнування, пластичне руйнування полімерів (укр.). Починаючи із деякої температури, лінійний полімер руйнується як пластичний матеріал: напруження призводить до накопичення не оберненої деформації, утворення шийки та розриву матеріалу. Кількісною характеристикою є межа пластичності, яка залежить від температури та швидкості деформації.

Е

Ebullioscopy (eng.),

ебуліоскопія (укр.) – метод визначення середньочислової молекулярної маси полімерів, заснований на вимірюванні підвищення температури кипіння їх розчинів у порівнянні з чистим розчинником. Підвищення температури кипіння розчину викликане відносним зниженням тиску насиченої пари розчинника над розчином, яке дорівнює мольній частці розчиненої речовини (закон Рауля).

Electrochemical polymerization (eng.),

електрохімічна полімеризація (укр.) – процес, у якому генерування активних часток здійснюється у зовнішньому електричному полі. Таке генерування може відбуватися завдяки участі у електродному процесі мономера, розчинника або спеціально введеного електрохімічного ініціатора, що забезпечує проведення електрохімічної полімеризації за низьких зовнішніх напруг.

Electron spin resonance (eng.),

електронний парамагнітний резонанс (ЕПР) [укр.] – явище резонансного поглинання енергії електромагнітних хвиль парамагнітними частками, що містяться у постійному магнітному полі. Не спарені електрони парамагнітних

часток орієнтуються у постійному магнітному полі у такий спосіб, щоб їх власний момент кількості руху (спін) був спрямований або за полем, або проти поля. Різниця енергій цих двох станів (зеєманівських рівнів) і є енергією зеєманівського розщеплення.

Electrophoresis (eng.),

електрофорез (укр.) – метод оцінки специфічного зв'язування протийонів полійонами, оскільки електрофоретична рухливість є пропорційною до ефективного заряду полійону. Електрофорез широко застосовується при дослідженні розчинів поліамфолітів, зокрема, білків, як аналітичний та препаративний метод.

Element-organic polymer(s) [eng.],

елементоорганічні полімери (укр.) – полімери, макромолекули яких поряд із вуглеводневими групами містять металоорганічні фрагменти. За складом головних ланцюгів макромолекул елементоорганічні полімери можна розбити на три групи:

- з неорганічними ланцюгами, обрамованими по обох краях, наприклад органічними групами;
- з органічними ланцюгами;
- з органічними ланцюгами, обрамованими елементоорганічними групами.

Emulsion polymerization (eng.),

емульсійна полімеризація (укр.) – спосіб здійснення полімеризації мономера, диспергованого у вигляді крапель розміром 10^{-5} – 10^{-6} м у рідкому середовищі, що призводить до утворення латексу із середнім розміром часток $\sim 10^{-7}$ м. Як дисперсійне середовище, яке зазвичай займає 30–60% від об'єму системи, у більшості промислових процесів застосовується вода.

Equimolar complex (eng.),

еквімолярний комплекс (укр.) – комплекс складу (1:1).

Exciplex (eng.),

ексиплекс (укр.) – комплекс, що утворюється у збудженому стані, збуджений комплекс із переносом заряду.

Exciplex mechanism (eng.),

механізм утворення ексиплексу (укр.) – комплексу з переносом заряду, що утворюється у збудженому стані.

Eximer (eng.),

ексимер (укр.) – збуджений димер, що утворюється при взаємодії двох молекул, які перебувають у основному та збудженому стані.

Extrusion (eng.),

екструзія (укр.) – метод виготовлення порожніх (об'ємних) виробів або напівфабрикатів із термопластів, який полягає у видавлюванні матеріалу крізь канал профілюючого інструменту.

F

Fatigue (eng.),

втомлення (укр.) – зміна властивостей полімерних матеріалів за умов їх багаторазового циклічного навантаження. Втомлення призводить до падіння жорсткості, міцності на зносостійкості полімерів, а також до скорочення терміну служби виробів, виготовлених із полімерних матеріалів.

Field flow fractionation (eng.),

розділення у потіку під впливом поля (укр.) – метод, що застосовують для розділення сумішей високомолекулярних сполук.

Filling (eng.),

наповнення (укр.) – поєднання полімерів з твердими, рідкими чи газоподібними речовинами, які відносно рівномірно розподіляються у об'ємі утворюваної композиції та мають чітко виражену межу поділу із полімерною фазою.

Flory theta temperature (eng.),

Флорі θ -температура (укр.) – температура, за якої розбавлений розчин полімеру виявляє властивості ідеального розчину; відповідний розчинник називають θ -розчинником.

Foam fractionation (eng.),

«пінне» фракціонування (укр.) – розділення полімерів шляхом адсорбції їх на межі поділу фаз «газ-рідина».

Fourier spectroscopy (eng.),

Фур'є спектроскопія (укр.) – метод одержання коливального спектра, що заснований на Фур'є-перетворенні інтерферограм. В інтерферометрі світло від джерела (зазвичай ртутної лампи) поділяється на два промені, між якими створюється оптична різниця ходу за допомогою рухомого дзеркала. В результаті інтерференції цих променів на зразку приймач реєструє спектр у вигляді залежності інтенсивності світла від різниці ходу. Суперпозиція інтерференційних кривих, які відповідають кожній з присутніх у спектрі частот, утворює інтерферограму зразку.

Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy (eng.),

інфрачервона фотоакустична спектроскопія Фур'є-перетворення (укр.) – метод вивчення конформацій високомолекулярних сполук.

Fractionation (eng.),

фракціонування (укр.) – розділення полімеру на фракції, які є більш-менш однорідними за молекулярною масою, ступенем стереорегулярності (для гомополімерів) або за складом (для співполімерів).

Free-radical polymerization (eng.),

радикальна полімеризація (укр.) – полімеризація, в якій ланцюги, що зростають, являють собою вільні макрорадикали. Радикальна полімеризація є можливою для більшості ненасичених мономерів вінільного, а також дієнового ряду.

Freeze resistance (eng.),

морозостійкість (укр.) – здатність матеріалів зберігати за низьких температур свої експлуатаційні властивості.

Friction (eng.),

тертя (укр.) – опір відносному тангенціальному переміщенню двох тіл, що стикаються під дією нормального навантаження. Тертя визначає основні експлуатаційні характеристики полімерних матеріалів при їх застосуванні як опір ковзання, гальмівних пристроїв та зчеплень, покриттів автомобілів, ущільнень ковзаючих спряжень.

Frictional polymeric material(s) [eng.],

фрикційні полімерні матеріали (укр.) – полімери, коефіцієнт тертя яких в умовах експлуатації перевищує 0,2.

Functional monomer(s) [eng.],

функціональні мономери (укр.) – мономери, що містять реакційно здатні групи.

G

Gel(s) [eng.],

драглі (укр.) – системи «полімер-розчинник», для деформування яких характерні великі обернені деформації за практично повної відсутності плину. Для позначення цих систем іноді застосовують термін «гель».

Glass transition (eng.),

склування полімерів (укр.) – перехід речовини у склоподібний стан. Полімери реалізують такі переходи із в'язкотекучого чи високоеластичного стану. Склування можна здійснити шляхом ізобаричного охолодження або ізотермічного всебічного стиснення.

Glassy state (eng.),

склоподібний стан (укр.) – твердий стан аморфних полімерів.

Graft-copolymer(s) [eng.],

прищеплені співполімери (укр.) – розгалужені високомолекулярні сполуки, макромолекули яких складаються з кількох хімічно зв'язаних послідовностей мономерних ланок – основного ланцюга та бічних відгалужень, що відрізняються за будовою.

H

Heat capacity (eng.),

теплоємність (укр.) – кількість теплоти, що витрачається для зміни температури тіла на 1°C.

Heat resistance (eng.),

теплостійкість (укр.) – здатність склоподібних або кристалічних полімерів не розм'якшуватись за умов підвищення температури.

High temperature polycondensation (eng.),

високотемпературна поліконденсація (укр.). Процес здійснюється за температур вище 100°C . При високотемпературній реакції необхідне повільне (іноді ступінчате) нагрівання реакційної суміші до робочої температури, оскільки швидкий її підйом може призвести до втрати частини мономера та порушення еквімолярного співвідношення мономерів. Для попередження окиснювальної деструкції реагентів процес проводять у току інертного газу (азоту або аргону).

Honeycomb(s) [eng.],

стільниковпласти (укр.) – полімерні матеріали, конструкція яких являє собою комірки певної форми, що закономірно чергуються. Стільниковпласти слугують легким наповнювачем у багат шарових (частіше за все три шарових) панелях, які складаються із шарів стільниковпластів та несучих обшивок, з якими його поєднують шляхом склеювання. При цьому стільниковпласти створюють додаткову опору, запобігають втраті стійкості при навантаженні та забезпечують високу жорсткість панелей за малої маси.

Hybrid composite application (eng.),

гібридний композиційний матеріал (укр.) – це матеріал, кожний шар якого містить наповнювач різного типу.

I

Impact strength (eng.),

ударна в'язкість (укр.) – це показник, що характеризує опірність полімерів ударним навантаженням і виражається роботою, яка витрачається на руйнування при ударі.

Inorganic polymer(s) [eng.],

неорганічні полімери (укр.) – полімери, макромолекули яких мають неорганічні ланцюги та не містять органічних бічних радикалів (груп).

Interfacial polycondensation (eng.),

міжфазна поліконденсація (укр.) – поліконденсація, що перебігає на поверхні поділу двох рідин, які не змішуються, або рідини та газу. Міжфазна

поліконденсація – гетерогенний необоротний процес, швидкість якого лімітується швидкістю дифузії реагентів.

Isomerization (eng.),

ізомеризація (укр.) – перетворення хімічних сполук у їх ізомери. При ізомеризації може змінюватися скелет молекули, характер функціональних груп або їх положення у молекулі, геометрична конфігурація комплексної сполуки, відбувається звуження або розширення циклу.

L

Ladder polymer(s) [eng.],

схбдові полімери, полімери зі здвоєним ланцюгом, полімери з регулярною лінійною сіткою (укр.) – високомолекулярні сполуки, макромолекули яких побудовані з конденсованих циклів, сполучених між собою не менш ніж через два спільні атоми, наприклад Карбону.

Laminating (eng.),

ламінування (укр.) – спосіб одержання шаруватого матеріалу із пластичних верхнього і нижнього шарів та сипучого серединного шару.

Ligand (eng.),

ліганд (укр.) – обов'язкова складова частина комплексних сполук; у структурі комплексів безпосередньо зв'язаний із комплексоутворювачем за допомогою координаційного зв'язку.

Light resistance (eng.),

світлостійкість полімерних матеріалів (укр.) – здатність полімерних матеріалів витримувати дію світла, зберігаючи при цьому зовнішній вигляд, фізико-механічні, діелектричні та інші властивості.

Light scattering (eng.),

світлорозсіювання у полімерах (укр.) – перетворення розповсюдженого у полімерному середовищі світлового потоку певного напрямку на потоки різних напрямків. Світлорозсіювання обумовлене тим, що змінне електричне поле світлової хвилі збуджує у опромінюваній речовині вимушені коливання

електричних зарядів атомів та молекул, які стають джерелами власного випромінювання. Класичне (релеєвське) світлорозсіювання не супроводжується зміною довжини світлової хвилі.

Light stabilizer(s) [eng.],

світлостабілізатори (укр.) – речовини, що підвищують світлостійкість полімерів. Завдяки використанню світлостабілізаторів швидкість світлового старіння полімерів знижується у кілька разів. Як світлостабілізатори застосовують неорганічні пігменти, органічні сполуки різної структури, що містять хромофорні групи, металоорганічні сполуки, стабільні радикали та ін.

Linear polymer(s) [eng.],

лінійні полімери (укр.) – полімери, у макромолекулах яких атоми чи атомні групи розташовуються у вигляді відкритого ланцюга або витягнутої у лінію послідовності циклів.

Long-range segmental motion (eng.),

сегментальний рух дальнього порядку (укр.) – досліджується у полімерах методом *спін-граткової* релаксації.

М

Macroion(es) [eng.],

макрійони (укр.) – макромолекули, що містять іонні функціональні групи. Макрійонами є, наприклад ланцюги, що зростають у процесах іонної полімеризації та несуть на одному чи обох кінцях катіонні або аніонні активні центри. Для генерування макрійонів у полімеризаційну систему вводять різні ініціюючі агенти переважно полярного характеру, піддають систему дії іонізуючого випромінювання або електричного струму.

Macroradical(s) [eng.],

макрорадикали (укр.) – макромолекули, які мають не спарений електрон на зовнішній (валентній) орбіталі. Розрізняють вільні (нейтральні) макрорадикали та заряджені – *аніон-* і *катіон-*радикали.

Mass polymerization (eng.),

полімеризація у масі (блòку) [укр.] – спосіб проведення полімеризації, за якого мономер знаходиться у рідкій фазі у не розбавленому вигляді. Механізм полімеризації у масі може бути різним – радикальним, іонним або координаційно-іонним в залежності від природи збудника процесу та мономера. Реакційна система може бути гомогенною (полімер розчинний у мономері, в кінці процесу система являє собою концентрований розчин чи розплав) або гетерогенною (полімер утворює окрему рідку чи тверду фазу).

Mass-spectroscopy (eng.),

мас-спектроскопія (укр.) – метод вивчення хімічної будови, складу та властивостей полімерів шляхом визначення маси (частіше відношення маси до заряду) та кількості іонів, одержуваних при іонізації летких продуктів розкладу аналізованої речовини.

Matrix polyreaction (eng.),

мáтрична поліреáкція (укр.) – хімічне перетворення мономерів або олігомерів у макромолекули, що спрямоване відповідно до структурно-хімічної інформації, яка закладена у послідовності ланок інших молекул (матриць), присутніх у реакційній системі (наприклад, біосинтез білкових макромолекул).

Meander model (eng.),

меáндрова моде́ль (укр.) – вид надмолекулярної структури для аморфного стану.

Mechanical degradation (eng.),

механічна дестру́кція (укр.) – зниження молекулярної маси полімерів за умов механічного впливу, що викликане розривами пружно деформованих макромолекул. Механічна деструкція є одним із видів механохімічних перетворень полімерів.

Mechanical properties (eng.),

механічні властíвості (укр.) – комплекс властивостей, що визначають механічну поведінку полімерів при дії на них певних сил.

Melt polycondensation (eng.),

поліконденса́ція у рóзплаві (укр.) – спосіб проведення поліконденсації за

відсутності розчинника чи розріджувача; утворений у цьому процесі полімер знаходиться у розплавленому стані.

Melt(s) [eng.],

розплави полімерів (укр.) – стан незшитих полімерів, що характеризується відсутністю дальнього порядку та можливістю в'язкого плину при деформації.

Method of «polymer solvent» (eng.),

метод «полімерного розчинника» (укр.) – полягає у визначенні характеристичної в'язкості одного полімеру у розчинах різної концентрації іншого полімеру.

Microwave spectroscopy (eng.),

радіоспектроскопія полімерів (укр.) – сукупність спектроскопічних методів дослідження полімерів, що базуються на явищі резонансного поглинання змінного електромагнітного поля. До них відносяться електронний парамагнітний резонанс (ЕПР), ядерний магнітний резонанс (ЯМР), ядерний квадрупольний резонанс (ЯКР).

Mixing (eng.),

змішування полімерних композицій (укр.) – технологічний процес, який застосовується для введення у полімер інгредієнтів полімерних матеріалів (вулканізуючих агентів, наповнювачів, пластифікаторів, стабілізаторів та ін.), а також для суміщення різних полімерів з метою одержання гомогенних сумішей.

Model(s) of a mechanical relaxation (eng.),

моделі механічної релаксації (укр.) – механічні, електричні та інші фізичні системи, що характеризуються збігом математичного опису типових для них процесів з описом релаксаційних явищ у полімерних тілах (оригіналах). Це виражається у однаковості відповідних рівнянь і однозначності співвідношень між змінними у рівняннях моделі та оригіналу. Моделі механічної релаксації застосовуються для наочного представлення та вивчення складних релаксаційних механічних явищ у полімерних тілах, для встановлення феноменологічних та структурних, якісних і кількісних закономірностей.

Molecule composite (eng.),

молекулярний композит (укр.) – композит, одержаний одночасним осадженням

розчинів жорстколанцюгових полімерів, внаслідок чого виникає армований ефект через утворення квазітривимірної структури.

Monomer reactivity (eng.),

реакційна здатність мономерів (укр.) – здатність мономерів вступати у реакції, що приводять до утворення макромолекул. Реакційну здатність мономерів характеризують константами швидкостей, вільною енергією активації чи ентальпією активації відповідних реакцій. У полімеризації мірою відносної реакційної здатності групи мономерів є константи швидкостей реакцій їх приєднання до одного й того ж активного центра, тобто до ланцюга, що зростає та завершується активним центром.

N

Network polymer(s) [eng.],

тривімірні полімери, зшиті полімери, сітчасті полімери, просторові полімери (укр.) – полімери, головні ланцюги яких з'єднані між собою хімічними зв'язками з утворенням єдиної просторової структури – полімерної сітки. Тривимірні полімери одержують сполученням (зшиванням) макромолекул полімерів чи твердженням реакційно здатних олігомерів.

Nonequilibrium age distribution(s) [eng.],

нерівноважні розподіли «за віком» (укр.) – випадок у радикальній полімеризації, коли кінетичні константи полімеризаційного процесу залежать від часу перебування полімерних часток у зоні реакції.

Nuclear magnetic resonance (NMR) [eng.],

ядерний магнітний резонанс (ЯМР) (укр.) – явище резонансного поглинання енергії радіочастотного випромінювання ядрами атомів речовини, вміщеної у постійне магнітне поле.

O

Oligomerization (eng.),

олігомеризація (укр.) – процес одержання олігомерів. Більшість методів синтезу олігомерів базуються на реакціях обмеження росту макромолекул у процесах

полімеризації та поліконденсації. Крім того, олігомери одержують деструкцією високомолекулярних полімерів у контрольованих умовах. Для синтезу монодисперсних олігомерів розроблено специфічні методи, що здійснюються з виділенням продуктів реакції на кожній стадії.

Oligomer(s) [eng.],

оліго́мери (укр.) – члени гомологічних рядів, що займають за розміром молекул проміжне положення між мономерами та високомолекулярними сполуками. Олігомери мають ряд властивостей, притаманних як мономерам, так й високомолекулярним системам.

Optical properties (eng.),

опти́чні властíвості (укр.) – властивості, що характеризують взаємодію полімеру з електромагнітним випромінюванням оптичного діапазону.

Optically active polymer(s) [eng.],

опти́чно акти́вні поліме́ри (укр.) – високомолекулярні сполуки, що мають здатність обертати площину поляризації світла, яке проходить крізь їх розчини, розплави або прозорі скельця.

Ordered nematic phase (eng.),

впорядко́вана нематі́чна фа́за (укр.) – термічно стабільна рідкокристалічна фаза, що є аналогічною до ліотропних низькомолекулярних рідких кристалів, які утворюються у концентрованому розчині (або розплаві) за відсутності кінетичних перешкод. Основною ознакою такої фази є паралельна впорядкованість молекул у деякій області простору.

Oriented state (eng.),

орієнто́ваний ста́н (укр.) – специфічний стан тіл з лінійних полімерів, який характеризується тим, що складові цих тіл макромолекули мають переважне розташування своїх осей (як правило, на окремих ділянках молекули) вздовж деяких напрямів осей орієнтації у всьому об'ємі тіла.

Oxyluminescence (eng.),

оксилюмінесце́нція (укр.). При нагріванні у атмосфері кисню твердих зразків полімеру спостерігається випромінювання світла у певній області спектру з

визначеною інтенсивністю, яка може бути використана для ідентифікації окремих полімерів або полімерних систем на їх основі.

Р

Periodic cracking technique (eng.),

«тєхніка періодічного розтріскування» (укр.) – методика визначення величини енергії, необхідної для руйнування за межею поділу двошарового композиційного матеріалу.

Phase transition(s) [eng.],

фáзові перетвóрення (укр.) – переходи речовини з одного фазового стану в інший, що відбуваються при зміні температури, тиску, напруги або іншого зовнішнього термодинамічного параметру та супроводжуються стрибкоподібною зміною термодинамічних і структурних характеристик полімерної системи.

Photochemistry (eng.),

фотохімія (укр.) – розділ хімії полімерів, в якому розглядаються перетворення високомолекулярних речовин, а також синтез макромолекул під дією світла.

Photochromism (eng.),

фотохромізм (укр.) – явище зворотної зміни забарвлення під дією світла певної довжини хвилі.

Photodegradation (eng.),

фотодеструкція (укр.) – руйнування макромолекул під дією світла (переважно УФ-променів та короткохвильової частини видимого спектру). Зазвичай фотодеструкцію викликають сонячні промені: особливо інтенсивно вона розвивається у присутності кисню. В результаті фотодеструкції відбувається старіння полімеру, що виявляється у зміні його механічних та електричних властивостей, забарвлення та ін.

Photoelasticity (eng.),

фотопружність (укр.) – здатність полімерних тіл виявляти подвійне

променезаломлення при накладанні механічного поля. Фотопружність полімерів визначається їх фізичним та фазовим станом.

Photooxidative degradation (eng.),

фотоокиснювальна деструкція (укр.) – руйнування макромолекул за одночасної дії світла та кисню. В результаті фотоокиснювальної деструкції відбувається старіння полімеру: розтріскується його поверхня, змінюється забарвлення, зникає блиск, погіршуються механічні, електричні та інші властивості.

Photopolymerization (eng.),

фотополімеризація (укр.) – процес утворення полімерів під дією світла. До фотополімеризації відносяться усі фотохімічні процеси синтезу полімерів незалежно від того, чи перебігають вони за полімеризаційним або поліконденсаційним механізмом. Відповідно до цього розрізняють фото-ініційовану ланцюгову поліконденсацію (світло необхідне для ініціювання процесу, який далі розвивається як звичайна поліконденсація) та не ланцюгову фотополімеризацію (тобто по суті поліконденсацію, у якій кожний акт росту є фотохімічною реакцією).

Photovoltaic effect (eng.),

фотогальванічний ефект (укр.) – ефект появи імпульсу фотоструму у полімерах при опроміненні.

Plasticizer(s) [eng.],

пластифікатори (укр.) – речовини, які вводять у полімери з метою надання або підвищення еластичності в умовах їх переробки та експлуатації. Пластифікатори полегшують диспергування сипучих інгредієнтів у полімерах, знижують температуру переробки полімерних матеріалів; деякі пластифікатори надають полімерам такі цінні властивості, як негорючість, термо- та світлостійкість.

Plastic(s) [eng.],

пластичні маси (укр.) – у широкому сенсі матеріали, основу яких складають полімери, що знаходяться у період формування виробів у в'язкотекучому чи високоеластичному стані, а при експлуатації – у склоподібному чи кристалічному стані, відповідно.

Plastification (eng.),

пластифікація (укр.) – введення у полімери речовин (пластифікаторів), що підвищують еластичність та/або пластичність матеріалу в умовах його експлуатації та/або переробки.

Plasto-elastic properties (eng.),

пласто-еластичні властивості (укр.) – здатність каучуків та гумових сумішей до пружного деформування. У технологічній практиці пластоеластичні властивості характеризують співвідношення між не оберненою (пластичною) та оберненою (переважно вискоеластичною) складовими деформації. Від пластоеластичних властивостей залежать такі технологічні властивості каучуків та гумових сумішей, як швидкість обробки, здатність зберігати надану форму, гладкість поверхні, схильність до вулканізації.

Polarizing film(s) [eng.],

поляризуючі плівки (укр.) – плівки із полімерних матеріалів, здатні лінійно поляризувати світло, що проходить крізь них. Їх дія обумовлена сильним дихроїзмом речовини, розчиненої чи суспендованої у полімерному середовищі, яке утворює плівку. Для захисту від механічних ушкоджень та дії вологи, поляризуючі плівки заклеюють між скляними пластинками або плівками із прозорих полімерів. У такому вигляді поляризуючі плівки застосовують як поляризаційні світлофільтри (поляроїди).

Polarography (eng.),

полярографія полімерів (укр.) – електрохімічний метод аналізу та вивчення кінетики процесів. При полярографічному аналізі окисно-відновні реакції аналізованої речовини «фіксуються» на поверхні одного з електродів або поблизу від нього (якщо реакція перебігає за тунельним механізмом), коли досягається певна різниця потенціалів.

Polyaddition (eng.),

поліпрієднання (укр.) – поліконденсація, що не супроводжується утворенням низькомолекулярних продуктів реакції.

Polycondensation (eng.),

поліконденсація (укр.) – процес утворення полімерів з бі- чи поліфункціональних сполук, що супроводжується виділенням побічного низькомолекулярного продукту (води, спирту, галогеноводню та ін.).

Polycyclocondensation (eng.),

поліциклоконденсація (укр.) – метод синтезу полімерів циклоланцюгової структури, механізм якого передбачає наявність двох послідовних реакцій, причому перша з них є поліконденсацією, а друга – циклізацією.

Polyelectrolyte(s) [eng.],

поліелектроліти (укр.) – полімери, макромолекули яких містять іоногенні групи. У розчині макромолекула поліелектроліту являє собою полійон (заряджені групи у ньому зв'язані одна з одною хімічними зв'язками), оточений еквівалентною кількістю малих протилежно заряджених іонів. Розміри полійону на кілька порядків перевищують розміри протийонів.

Polyrecombination (eng.),

полірекомбінація (укр.) – радикальна поліконденсація, у якій ріст ланцюгів відбувається шляхом рекомбінації вільних радикалів, що генеруються у реакційній системі. Як мономер для полірекомбінації застосовують сполуки з рухливими атомами Гідрогену, що легко відриваються вільними радикалами: насичені вуглеводні, естери, кетони, нітрили, аміни.

Polymeranalogous reaction(s) [eng.],

полімераналогічні перетворення (укр.) – хімічні реакції макромолекул з низькомолекулярними сполуками, у процесі яких змінюється природа зв'язаних з основним ланцюгом функціональних груп, але зберігається довжина та будова скелета основного ланцюга. В результаті полімераналогічних перетворень фрагменти низькомолекулярного реагенту (атоми або групи атомів) входять до складу утворюваного полімеру.

Polymer-homologues (eng.),

полімергомологи (укр.) – полімери, макромолекули яких побудовані з однакових ланок і відрізняються лише за ступенем полімеризації.

Polymerization by the inifer technique (eng.),

полімеризація за методом ініферів (укр.) – полімеризація у присутності поліфункціональних ініціаторів, які є одночасно агентами передачі ланцюга.

Polymerization filling (eng.),

полімеризаційне наповнення (укр.) – наповнення полімерів безпосередньо в ході процесу полімеризації дешевими мінеральними речовинами, яке дозволяє одержувати високоякісні конструкційні матеріали «норпласти».

Polymerization of cyclic monomer(s) [eng.],

полімеризація циклічних мономерів (укр.) – утворення полімерів із циклічних мономерів, яке перебігає з розкриттям циклу.

Polymer(s) with a conjugation system (eng.),

полімери з системою спряження (укр.) – сполуки, що містять у основних ланцюгах макромолекул достатньо довгі безперервні послідовності, у яких кожний одинарний зв'язок знаходиться між двома кратними зв'язками або між кратним зв'язком та атомами з не поділеними парами електронів, атомними зарядами чи електронними вакансіями.

Polymer tacticity (eng.),

тактичність полімеру (укр.) – регулярне розташування еквівалентних центрів стереоізомерії у основному ланцюгу, тобто стерична впорядкованість. У кожному ланцюгу макромолекули може бути один або кілька центрів стереоізомерії. Якщо наявна впорядкованість по відношенню до однієї групи центрів, макромолекула називається монотактичною, якщо для двох груп центрів – дитактичною та ін.

Polymorphism (eng.),

поліморфізм (укр.) – існування речовини у різних кристалічних формах (поліморфних модифікаціях). Поліморфізм властивий більшості полімерів, що кристалізуються. Слід розрізняти дві категорії поліморфізму, одна з яких пов'язана із незмінністю конформації макромолекул у різних кристалічних модифікаціях даного полімеру (поліморфізм упаковки), а інша – з можливою зміною конформації при поліморфному переході (конформаційний

поліморфізм). До особливого випадку поліморфізму слід віднести існування газокристаличних станів полімерів, що викликані обертанням макромолекул навколо їх довгої осі та можливим зміщенням у площині, перпендикулярній макромолекулярним осям, при збереженні взаємної паралельності ланцюгів.

Precipitative polymerization (eng.),

осаджувальна полімеризація (укр.) – реакція, за якої рівновага зсувається у бік утворення полімеру внаслідок його випадіння із розчину.

Pre-effect (eng.),

пре-ефект (укр.) – нестационарний стан реакції від моменту початку ініціювання до встановлення стаціонарного стану.

Post-effect (eng.),

пост-ефект (укр.) – нестационарний стан реакції від моменту припинення ініціювання до її практично повної зупинки.

Q

Quasirandom copolymer(s) [eng.],

квазістатистичні співполімери (укр.) – полімери, проміжні між статичними та блок-співполімерами.

R

Radiation effect(s) [eng.],

радіаційні ефекти (укр.) – зміни під дією іонізуючого випромінювання хімічного складу та будови макромолекул, а також структури та фізичних властивостей полімерних тіл. Ефективність дії випромінювання на полімер визначається поглинутою енергією цього випромінювання.

Radiation crosslinking (eng.),

радіаційне зшивання полімерів (укр.) – утворення під дією іонізуючого випромінювання поперечних хімічних зв'язків між макромолекулами, що призводить до утворення у полімері просторової сітки.

Radiation degradation (eng.),

радіаційна деструкція (укр.) – розрив макромолекул під дією іонізуючого

випромінювання. Радіаційна деструкція призводить до зниження молекулярної маси полімеру або ступеня зшивання полімерної сітки.

Radiation polymerization (eng.),

радіаційна полімеризація (укр.) – полімеризація під дією іонізуючого випромінювання. В результаті первинного акту взаємодії випромінювання високої енергії з речовиною відбувається іонізація – відрив від атома або молекули електрона та утворення позитивно зарядженої частки – катіона або *катіон*-радикала. Електрони, що виникають при іонізації, можуть мати енергію, достатню для того, щоб викликати подальшу іонізацію до тих пір, поки не втратять більшу частину своєї енергії та не перетворяться на теплові електрони. Вторинні процеси за участю теплових електронів, первинних *катіон*-радикалів, збуджених атомів та молекул призводять зрештою до утворення у опроміненій речовині радикалів – найбільш довго живучих активних часток, які можуть ініціювати полімеризацію у будь-якому агрегатному стані мономера.

Radiation resistance (eng.),

радіаційна стійкість полімерів (укр.) – здатність полімерів протистояти впливу іонізуючого випромінювання. Радіаційну стійкість часто кількісно характеризують граничними значеннями дози або її потужністю, за якої полімерний матеріал стає непридатним у конкретних умовах застосування (температура, характер середовища та ін.).

Radio frequency (eng.),

радіочастотний магнетрон (укр.) – прилад для полімеризації у плазмі.

Raman spectroscopy (eng.),

спектроскопія комбінаційного розсіяння (СКР) [укр.]. Комбінаційно-розсіяні спектри визначаються переважно поляризованістю макромолекул. Для їх одержання застосовують лазери. Найбільш важливі задачі комбінаційно-розсіяних спектрів – вивчення молекулярної структури та конформаційної рухливості ланцюгів у високоеластичному та склоподібному станах полімерів, міжмолекулярних сил у полімерних монокристалах, навантаженого стану полімерів, а також взаємодії їх з підкладками.

Random polymerization (eng.),

статистична полімеризація (укр.) – процес полімеризації, що перебігає випадковим чином.

Refluxing (eng.),

зрощення (укр.) – кип'ятіння зі зворотним холодильником.

Relaxation (eng.),

релаксація (укр.) – поступовий перехід системи з не рівноважного стану, викликаного зовнішнім впливом, у стан термодинамічної рівноваги.

Relaxation phenomena (eng.),

релаксаційні явища (укр.) – зміни станів полімерних тіл із часом, що обумовлені встановленням у них статистичної рівноваги. Релаксаційні явища виникають за будь-якого зрушення статистичної рівноваги, що викликане зовнішніми впливами.

Redox polymer(s) [eng.],

окисно-відновні полімери (укр.) – полімери, макромолекули яких містять групи, здатні до окисно-відновних перетворень.

Relaxation time (eng.),

час релаксації (укр.) – проміжок часу, протягом якого параметр, що характеризує відхилення системи від статистичної рівноваги, зменшується у порівнянні з його початковим значенням. Час релаксації завжди пов'язаний з конкретним механічним, електричним чи іншим релаксаційним процесом, тому розрізняють час релаксації механічного напруження, деформації, поляризації та ін. Релаксаційний час деформації називають також часом запізнювання.

Retrograde dissociation (eng.),

деградаційна дисоціація (укр.) – розпад молекули, радикала чи іона на кілька часток, що мають меншу молекулярну масу. В залежності від характеру впливу, що викликає дисоціацію, розрізняють електролітичну дисоціацію, дисоціацію під впливом іонізуючого випромінювання, *фото*- та термічну дисоціацію.

Rheology of polymer(s) [eng.],

реологія полімерів (укр.) – це наука, що вивчає деформаційні властивості

полімерних матеріалів. Основна задача реології – визначення залежностей між напруженнями, деформаціями та їх змінами у часі.

Rheopexy (eng.),

реопе́ксія (укр.) – зростання в'язкості системи при деформуванні. Розрізняють власне реопексію (або антитиксотропію) – збільшення в'язкості у часі за постійної швидкості деформації, та дилатансію – зростання в'язкості з підвищенням швидкості деформації.

Rotational moulding (eng.),

ротаці́йне формува́ння (укр.) – метод виготовлення порожнистих виробів із порошків або паст термопластичних полімерів. При ротаційному формуванні дозовану за об'ємом чи масою порцію матеріалу завантажують у порожнисту металічну форму, яку герметично закривають та приводять до обертання в одній або двох взаємно перпендикулярних площинах. Одночасно форму нагрівають у печі таким чином, щоб полімер розплавився (порошок) або набряк у пластифікаторі (паста). Матеріал рівномірно розподіляється по внутрішній поверхні форми, гомогенізується (при ротаційному формуванні порошку) і утворює на поверхні форми тонке монолітне покриття, яке утримується відцентровими силами та адгезією. Потім форму, що обертається, охолоджують.

Rubber reclaiming (eng.),

регенера́ція гу́ми (укр.) – технологічний процес, за якого еластична гума перетворюється на продукт з пластичними властивостями (регенерат), здатний змішуватися з каучуком та іншими інгредієнтами гумових сумішей і піддаватися повторній вулканізації.

Rubberized fabric(s) [eng.],

прогумо́вані тка́нини (укр.) – тканини, просочені або вкриті з одного чи двох боків шаром гуми.

S

Sedimentation (eng.),

седимента́ція (укр.) – осідання часток дисперсної фази у гравітаційному або відцентровому полі, що обумовлене різницею густин цієї фази та середовища.

Segment of macromolecule (eng.),

сегмент макромолекули (укр.) – статистичний елемент гіпотетичного ланцюга, що адекватно моделює фізичні властивості макромолекули.

Self-emulsifying copolymerization (eng.),

самоемульгуюча співполімеризація (укр.) – співполімеризація, що перебігає за відсутності спеціально доданого емульгуючого агенту.

Self-boating (eng.),

саморозігрівання полімерів (укр.) – підвищення температури тіла за умов багаторазового механічного впливу. Саморозігрівання відбувається особливо інтенсивно при циклічному навантаженні та вібрації, що призводить до зменшення твердості, міцності та інших механічних властивостей матеріалу.

Self-repelling ring polymer (eng.),

самовідштовхуючий циклічний полімер (укр.) – полімер, що містить у своєму складі цикл з виключеним об'ємом.

Semiductile polymer (eng.),

напівпластичний полімер (укр.) – частково кристалічний полімер, на поверхні якого за ударного руйнування чергуються зони крихкого та пластичного руйнувань.

Sequential relaxation (eng.),

послідовна релаксація (укр.) – механізм фізичного старіння аморфних полімерів.

Shrinkage (eng.),

усадка (укр.) – зменшення лінійних розмірів тіла при формуванні, зберіганні та експлуатації виробів.

Size exclusion chromatography (eng.),

ексклюзійна хроматографія, гель-проникаюча хроматографія (укр.) – фізико-хімічний метод розділення сумішей, що базується на розподілі їх компонентів між двома фазами, одна з яких – шар з розвиненою поверхнею, а інша – потік, що фільтрується крізь цей шар. При ексклюзійній гель-проникаючій хроматографії розділення базується на різниці у проникності молекул різного розміру у пори не іоногенного гелю, який слугує нерухомою фазою.

Slutty granulation-steam stripping (eng.),

суспензійна парова грануляція (укр.) – диспергування рідини у вільний об'єм або на поверхню твердих часток. Гранули утворюються при охолодженні окремих крапель плаву.

Small chain approximation (eng.),

наблизження малих ланцюгів (укр.) – аналізується при застосуванні методу Хартрі-Фока та інших розрахункових *ab initio* методів квантової хімії для дослідження структури полімерів. За їх допомогою визначаються рівноважні конфігурації молекул, а також розраховуються поверхні потенційної енергії молекулярних систем при аналізі механізму хімічних процесів.

Softening point (eng.),

температура розм'якшення полімерів (укр.) – температура, за якої у процесі нагрівання різко зростає деформованість зразка.

Solid-state polycondensation (eng.),

твердофазна поліконденсація (укр.) – поліконденсація мономерів, що знаходяться у кристалічному або склоподібному стані. Зазвичай здійснюється шляхом тривалого нагрівання твердих реагентів при 150–400°C у інертній атмосфері (току інертного газу чи у вакуумі) для запобігання термо-окиснювальної деструкції утворюваного полімеру.

Solid-state polymerization (eng.),

твердофазна полімеризація (укр.) – полімеризація мономерів, що перебувають у кристалічному (іноді склоподібному) стані. Найбільш універсальний спосіб ініціювання – радіаційний. У деяких випадках вдається реалізувати й інші види ініціювання, зокрема: термічне, фотохімічне, хімічне (вплив парів або розчинів каталізатора на поверхню часток твердого мономера), механохімічне (вібраційне диспергування, зсув під тиском, дія ударної хвилі).

Solution polycondensation (eng.),

поліконденсація у розчині (укр.) – спосіб здійснення поліконденсації, за якого мономеру перебувають в одній рідкій фазі у розчиненому стані. Відомими є наступні варіанти поліконденсації у розчині:

- мономер та полімер розчинні у реакційному середовищі;
- мономер та полімер частково розчинні у реакційному середовищі;
- мономер цілком розчинні у реакційному середовищі, тоді як утворюваний полімер випадає із розчину;
- мономер частково (до 50%) розчинні у реакційному середовищі, в якому цілком розчинний утворюваний полімер.

Solution polymerization (eng.),

полімериза́ція у рóзчині (укр.) – спосіб здійснення полімеризації, за якого вихідний мономер перебуває у рідкій фазі у розчиненому вигляді. Реакційна система може бути гомогенною (утворюваний полімер розчинний у реакційному середовищі) чи гетерогенною (полімер та/або збудник полімеризації утворюють окрему тверду чи рідку фазу).

Sorption (eng.),

со́рбція (укр.) – поглинання рідини або газу твердими тілами чи рідинами. Розрізняють наступні види сорбції:

- адсорбцію – поглинання поверхнею твердого тіла або поглинання на межі поділу «рідина-вода»;
- абсорбцію – об'ємне поглинання рідиною чи твердим тілом;
- хемосорбцію – поглинання з утворенням хімічної сполуки;
- капілярну конденсацію, яка виражається в утворенні рідкої фази у порах та капілярах поглинача.

Space-filling group(s) [eng.],

просторóві функціо́нальні грóпи (укр.) – групи, що приєднуються до полімерного ланцюга, порушуючи реакційну здатність сусідніх функціональних груп.

Spatially inhomogeneous polymerization (eng.),

просторóво неоднорі́дна полімериза́ція (укр.) – метод синтезу полімерів з вузьким молекулярно-масовим розподілом за аніонною полімеризацією у негомогенних умовах.

Spectroscopy (eng.),

спектроско́пія (укр.) – розділ фізики, що вивчає енергетичні рівні макромолекул

та переходи між ними (енергетичний спектр). Методи спектроскопії базуються на взаємодії полімеру з полем електромагнітного випромінювання різних діапазонів. Основна задача спектроскопії – встановлення кількісного зв'язку між енергетичним спектром досліджуваного об'єкта та його хімічним складом, будовою, фізичними властивостями, а також характером перетворень, які перебігають у часі.

Spin ability of liquid(s) [eng.],

прядільність рідін (укр.) – здатність рідин до великих деформацій за умов їх одноосного розтягування.

Spin coating (eng.),

ротаційне покриття (укр.) – відкладання тонких плівок розчинів полімерів на диску, що обертається.

Stabilization (eng.),

стабілізація (укр.) – сукупність методів, що застосовуються з метою підвищення стійкості полімеру або полімерного матеріалу до дії різних факторів (тепла, світла, кисню та ін.) в умовах переробки, зберігання та експлуатації. Основний спосіб стабілізації – внесення у полімер спеціальних добавок (стабілізаторів), що знижують швидкість хімічних процесів, які відповідають за старіння полімеру.

Stereochemistry (eng.),

стереохімія полімерів (укр.) – вчення про просторову будову молекул. Просторова організація макромолекул визначається структурою складових її одиниць (мономерних ланок) та способом їх поєднання.

Stereoelective polymerization (eng.),

стереоелектівна полімеризація (укр.) – полімеризація оптично неактивних мономерів, рацемічних мономерів, з оптично активним каталізатором.

Stereo polymer(s) [eng.],

стереорегулярні полімери (укр.) – полімери, макромолекули яких складаються з мономерних ланок, що мають однакові або різні, але повторювані з певною періодичністю конфігурації.

Stereoselectivity (eng.),

стереоселективність полімеризації (укр.). У загальному випадку процес може перебігати або як співполімеризація енантіомерів, або як гомополімеризація кожного з них окремо. В останньому випадку утворений полімер являє собою суміш макромолекул, що складається або з (+)-, або з (-)-ізомерних ланок. Такий продукт може бути розділений на дві фракції з протилежними знаками обертання. Процеси, у яких реагуюча асиметрична частка здатна відбирати для взаємодії лише один із двох стереоізомерів партнера, називаються стереоселективними.

Straining (eng.),

стрейнування (укр.) – процес механічної очистки гумових сумішей від сторонніх включень шляхом обробки на черв'ячних машинах з фільтруючою голівкою (стрейнерах).

Strand (eng.),

стренд (укр.) – ділянка полімерного ланцюга між двома сусідніми вузлами сітки.

Strength (eng.),

міцність полімерів (укр.) – властивість матеріалу опиратися руйнуванню під дією механічних напружень. Практично, під міцністю розуміють також опірність матеріалу до розвитку залишкових деформацій, хоча цей процес не приводить до утворення у твердому тілі нових поверхонь поділу (руйнування). Міцність полімерів залежить від будови макромолекул, їх молекулярної маси, структури полімеру (рівня надмолекулярної організації, ступеня орієнтації, ступеня поперечного зшивання та ін.).

Structural modification (eng.),

структурна модифікація (укр.) – спрямована зміна фізичних (перш за все механічних) властивостей полімерів, що здійснюється перетворенням їх надмолекулярної структури під впливом фізичних факторів. На відміну від хімічної модифікації, за її структурного різновиду хімічна будова макромолекул переважно зберігається.

Structure-forming agent(s) [eng.],

структуроутворювачі (укр.) – речовини, які вводять у полімерні матеріали з метою спрямованого регулювання їх структури.

Supramolecular structure, submolecular structure (eng.),

надмолекулярна структура (укр.) – морфологічна структура полімерних тіл, обумовлена різними видами впорядкування у взаємному розташуванні макромолекул у просторі.

Superposition principle (eng.),

прінцип (температурно-часової) суперпозиції (укр.) – принцип, що встановлює еквівалентність впливу температури та тривалості дії на релаксаційні властивості полімерів. Принцип температурно-часової суперпозиції дозволяє визначати в'язкопружну поведінку полімерної системи у широкому інтервалі часу або частот впливу, використовуючи експериментальні дані, одержані в обмеженому інтервалі, шляхом відповідної зміни температури.

Suspension polymerization (eng.),

суспензійна полімеризація (укр.) – полімеризація у краплях мономера, диспергованого у рідкому середовищі. Суспензійна полімеризація здійснюється за безперервного перемішування, у процесі якого краплі мономера перетворюються на тверді частки (гранули). Процес зазвичай проводять у водному середовищі у присутності полімерних ПАР або захисних колоїдів, які додають у дисперсійне середовище для запобігання злиттю (коалесценції) крапель мономера. При суспензійній полімеризації застосовують розчинні у мономері ініціатори, зазвичай ті ж, що й при полімеризації у масі.

Swelling (eng.),

набрякання (укр.) – збільшення об'єму (маси) полімерів у результаті поглинання низькомолекулярної рідини чи її парів.

Switching effect (eng.),

ефект «перемикання» (укр.) – стрибкоподібна зміна питомого опору полімерної плівки при зростанні прикладеної до неї напруги до порогового рівня.

Syndiotactic polymer(s) [eng.],

синдіотакті́чні поліме́ри (укр.) – полімери, що характеризуються наявністю у кожній елементарній ланці макромолекули принаймні одного центра стереоізомерії або *псевдо*-асиметричного атома, який входить в основний ланцюг, причому повторювані однотипні *псевдо*-асиметричні атоми на достатньо довгих ділянках молекулярних ланцюгів повинні мати конфігурації, що чергуються.

Syneresis (eng.),

синерéзис (укр.) – виділення рідини із драглів. Синерезис зазвичай супроводжується зменшенням об'єму драглів при збереженні їх вихідної форми; лише у деяких випадках відбувається механічне руйнування драглів.

Synergistic effect (eng.),

синергетичний ефект (укр.). Прикладом синергізму може слугувати той факт, що у деяких випадках суміші антиоксидантів між собою або із речовинами, які не є стабілізаторами, довше чи ефективніше гальмують термоокиснювальну деструкцію, ніж найбільш ефективний із компонентів суміші, взятий у концентрації, що дорівнює сумі концентрацій компонентів. Це явище називають синергетичним ефектом.

Syntactic foam(s) [eng.],

синта́ктові піномате́ріали (укр.) – вид газонаповнених пластмас, у яких порожнинні наповнювачі рівномірно розподілені у полімерному в'язучому.

Synthetic latex(es) [eng.],

синтетичні ла́текси (укр.) – колоїдні системи, що являють собою водні дисперсії синтетичних полімерів. Макромолекули полімеру знаходяться у синтетичних латексах у вигляді глобулярних агрегатів. Така колоїдна система стабілізована поверхнево-активними речовинами (емульгаторами). Деякі синтетичні латекси виготовляють диспергуванням у воді «готових» полімерів. Такі дисперсії називають штучними латексами.

T

«Tailoring» flame retardancy (eng.),

«сконструйована» вогнезахисна активність (укр.). Термін застосовується для

визначення формування або зміни вогнезахисної активності за рахунок поєднання різних фрагментів.

«Tapered» block polymer (eng.),

«градієнтний» блók-співполімер (укр.) – співполімер з поступовим переходом від одного гомополімеру до іншого.

Telomerization (eng.),

теломериза́ція (укр.) – ланцюгова реакція ненасиченої сполуки (мономера чи таксогена) з якою-небудь речовиною (телогеном), в результаті якої утворюється суміш гомологічних низькомолекулярних сполук (теломерів).

Temperature conductivity (eng.),

температуропровідність (укр.) – параметр, що характеризує швидкість розповсюдження температури під дією теплового потоку у нестационарних температурних умовах. Для аморфних полімерів у склоподібному стані та для кристалічних полімерів температуропровідність монотонно зменшується з підвищенням температури. У температурному інтервалі розм'якшення у склоподібних полімерів температуропровідність різко спадає; у кристалічних полімерів спостерігається мінімум температуропровідності при температурі плавлення. Температуропровідність полімерних розплавів практично не залежить від температури.

Template polyreaction(s) [eng.],

ма́тричні поліре́акції (укр.) – хімічне перетворення мономерів чи олігомерів у макромолекули, що спрямовується відповідно до структурно-хімічної інформації, яка закладена у послідовності ланок інших макромолекул (матриць), присутніх у реакційній системі. Матрична полімеризація – шлях синтезу біополімерів у живих організмах.

Texture (eng.),

тексту́ра (укр.) – орієнтований стан кристалічних полімерів, що характеризується певним розташуванням кристалів та відповідною анізотропією властивостей.

Thermal conductivity (eng.),

теплопровідність (укр.) – здатність полімерних тіл переносити тепло від більш нагрітих елементів до менш нагрітих.

Thermal degradation (eng.),

термодеструкція (укр.) – розрив макромолекул або відщеплення від них бічних груп під дією тепла у вакуумі чи інертному газі.

Thermal treatment (eng.),

термообробка (укр.) – метод спрямованої зміни властивостей полімерних матеріалів, що полягає у нагріванні виробу, витримці його за певної температури та подальшому охолодженні.

Thermally stable polymer(s) [eng.],

термостійкі полімери (укр.) – полімери, що забезпечують стабільну роботу виробів за підвищених температур. Зазвичай термостійкими вважають полімери, фізичні властивості яких починають помітно змінюватися лише при температурах, вищих за 300–320°C.

Thermodynamics of polymerization (eng.),

термодинаміка полімеризації (укр.) – вивчає зміни енергії реакційної системи, що обумовлені перетворенням мономера на полімер. Термодинаміка розглядає умови, за яких є принципово можливим утворення полімеру, граничні глибини перетворення мономера на полімер, стан рівноваги у полімеризаційній системі, а також теплові ефекти полімеризації.

Thermogravimetry (eng.),

термогравіметрія (укр.) – метод дослідження фізичних та хімічних перетворень, що супроводжуються зміною маси полімеру. Сутність методу полягає у реєстрації зміни маси полімеру при його перетвореннях. Можливі два способи проведення термогравіметрії: ізотермічний – за постійної температури, та динамічний – при зміні температури у часі (зазвичай із постійною швидкістю нагрівання).

Thermoluminescence (eng.),

термолюмінесценція (укр.) – люмінесценція полімеру, що виникає при

нагріванні. У більшості випадків для появи термолюмінесценції речовину слід попередньо стимулювати іонізуючим випромінюванням, механічним впливом та ін. Можлива також й не стимульована термолюмінесценція, що пов'язана з утворенням електронно-збуджених станів молекул у хімічних реакціях (термохемілюмінесценція).

Thermomechanical investigation (eng.),

термомеханічне дослідження (укр.) – вивчення фізичних та хімічних перетворень полімерного тіла, що базується на визначенні його деформованості у широкому інтервалі температур при заданому режимі навантаження та нагрівання. Графік відповідної температурної залежності деформацій називається термомеханічною кривою.

Thermooxidative degradation (eng.),

термоокиснювальна деструкція (укр.) – руйнування макромолекул за одночасного впливу тепла та окисника. Полімери піддаються термоокиснювальній деструкції як у ході переробки, так й під час експлуатації. В результаті термоокиснювальної деструкції відбувається старіння полімеру.

Thixotropy (eng.),

тиксотропія (укр.) – оборотна зміна структури та механічних властивостей матеріалу, зокрема структурованої дисперсної системи за механічного впливу в ізотермічних умовах. Зазвичай тиксотропія проявляється як зниження в'язкості при плинні з постійною швидкістю та її відновлення після припинення плинну. Тиксотропія є однією з причин аномалії в'язкості – залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву. Тиксотропними явищами обумовлена залежність максимального напруження у передстаціонарній стадії в'язкого плинну розчинів та розплавів («граничної зсувної міцності») від тривалості відпочинку не навантаженого матеріалу.

Trans-position (eng.),

транс-конфігурація (укр.). У загальному випадку, конфігурація – це змінний розподіл атомів та атомних груп, що утворюють молекулу. Конфігурація характеризується постійними валентними кутами та змінними орієнтаціями

валентних зв'язків. *Транс*-конфігурація спостерігається у випадку, коли атоми у молекулі, якщо розглядати її з торця, повернуті один відносно одного на 180° .

Tree initiation (in polymer) [eng.],

деревоподібне утворення у полімері (укр.) – слід, що виникає під дією сильного електричного поля.

U

Ultraviolet-curing (eng.),

фотоотвердження (укр.) – утворення полімерів під дією ультрафіолетового випромінювання.

«Universal creep law» (eng.),

«універсальний закон повзучості» (укр.). Повзучість проявляється у повільному пластичному плинні твердого тіла за тривалої дії таких напружень, які при короткочасній дії викликають лише пружні деформації. При температурах (тим більш високих, чим вищою є температура плавлення даного твердого тіла) стають помітними три стадії повзучості:

- нестационарний плин зі зменшенням швидкості, пов'язаний із розвитком зміцнення;
- стаціонарний плин з постійною мінімальною швидкістю;
- стадія, що виявляється за тривалого спостереження, – нестационарний плин зі зростанням швидкості, який призводить до руйнування випробовуваного зразку та пов'язаний із розвитком тріщини руйнування.

V

Vacuum ultraviolet circular dichroism (eng.),

круговий дихроїзм у вакуумній ультрафіолетовій області (укр.). Дихроїзм – властивість полімерів виявляти різне поглинання світла в залежності від характеру його поляризації. Поява дихроїзму у речовині завжди обумовлена відмінностями деяких з її фізичних властивостей у різних напрямках простору. Досліджуючи дихроїзм полімерів, можна визначити:

- тип орієнтації головних осей макромолекул у зразку;
- ступінь орієнтації головних осей макромолекул або кристалів відносно напрямку розтягування;
- тип та ступінь орієнтації бічних ланцюгів макромолекул;
- кути, що характеризують просторове розташування бічних груп макромолекули відносно її головної осі та ін.

Для вивчення дихроїзму у полімерах застосовують світло різної довжини хвилі – від ультрафіолетової до далекої інфрачервоної області.

Vapor phase photografting (eng.),

фотощеплення у газовій фазі (укр.) – процес синтезу полімерів у випарах ртуті, галоїдних сполук, кетонів та ін. Розрізняють фотоініційовану ланцюгову полімеризацію та не ланцюгову фотополімеризацію. При фотоініційованій ланцюговій полімеризації ініціююче випромінювання може поглинатися безпосередньо молекулами мономера або фотоініціатора чи молекулами інших речовин, які потім передають поглинуту енергію випромінювання. Молекула, що поглинула квант світла, може перейти у збуджений стан та відщепити електрон. Особливості фотоініційованої радикальної полімеризації пов'язані лише з механізмом ініціювання. У всьому іншому вона підпорядковується звичайним законам радикальної полімеризації.

Vibronic coupling (eng.),

вібронна взаємодія (укр.) – процес накладання деформуючого напруження на матеріал з одночасним руйнуванням його надмолекулярної структури, появою та ростом мікротріщин.

Viscous friction coefficient (eng.),

коефіцієнт в'язкого тертя макромолекул (укр.) – характеризує опір двох тіл, що стикаються під дією нормальної сили, переміщенню відносно одне одного під дією тангенціальної сили. При випробуванні на тертя уніфікують не лише зовнішні умови (нормальне навантаження, температуру), але й опорну поверхню (контртіло), умови її контакту із випробуваним тілом (шорсткість,

змащування), кінетику (час спокою чи швидкість руху) та кінематику (ковзання, кочення, а також кочення із заданим проковзуванням).

W

Welding (eng.),

зварювання полімерних матеріалів (укр.) – один із методів створення нероз'ємного з'єднання елементів конструкції. В результаті зварювання між поверхнями, що з'єднуються, зникає межа поділу, перетворюючись на розмитий перехідний шар. Міцність з'єднання обумовлюють у цьому випадку сили міжатоми та міжмолекулярної взаємодії, що виникають. У випадку зварювання лінійних та розгалужених полімерів (термопластів та термоеластопластів) перехідний шар утворюється в результаті дифузії макромолекул полімеру, що є можливою при його переході у в'язкотекучий стан.

X

X-ray analysis (eng.),

рентгеноструктурний аналіз (укр.) – метод дослідження структури речовини за допомогою дифракції рентгенівських променів. При потраплянні на зразок первинного пучка променів внаслідок дифракції виникають дифраговані промені. Вивчаючи напрямок розповсюдження та інтенсивність таких променів, одержують дані про структуру речовини.

Z

Zone annealing method (eng.),

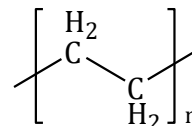
метод зонального відпалу, зонної плавки, зонної кристалізації (укр.) – один із методів розділення та глибокої очистки речовин. Крім того, цей метод можна застосовувати для вирощування монокристалів. Зональний відпал здійснюється розплавлянням невеликих ділянок твердого завантаження, які називають «зонами», та послідовним просуванням розплавлених зон одна за одною в обраному напрямку вздовж завантаження.

РОЗДІЛ 2

КАРБОЛАНЦЮГОВІ ПОЛІМЕРИ

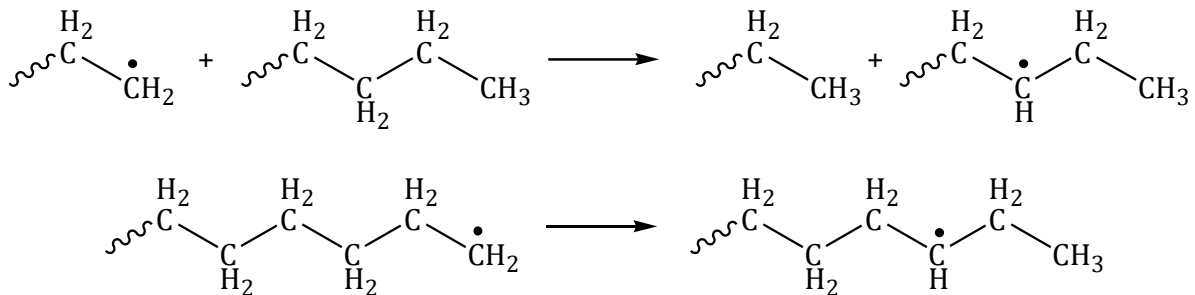
2.1. ПОЛІМЕРИ НЕНАСИЧЕНИХ АЛІФАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

Поліетилén (укр.) – один з найбільш розповсюджених та дешевих полімерів, промислове виробництво якого здійснюється шляхом полімеризації етилену. Останній може бути одержаний при гідруванні ацетилену або дегідратації етанолу. У промисловості етилен одержують з газів крекінгу та піролізу нафтових вуглеводнів. При цьому поліетилен виробляють у вигляді двох модифікацій – поліетилену низької та високої густини. Їх умовно позначають як *ПЕНГ* та *ПЕВГ*. Молекули першої модифікації містять достатньо багато відгалужень, у той час як молекули іншої складаються переважно із лінійних карбонових ланцюгів.



ПЕНГ ще називають поліетиленом високого тиску (*ПЕВТ*), оскільки його одержують полімеризацією етилену при 100–300 МПа та 80–300°C. Як ініціатори застосовують пероксиди, гідропероксиди, азосполуки та кисень, яких беруть ~0,1%. При цьому ініціатором є утворюваний перекис етилену, розпад якого відбувається за температури вище 150°C. Полімеризацію здійснюють у масі, емульсії або у розчині. В останньому випадку реакцію проводять у бензені, хлоробензені або інших розчинниках, підбираючи умови таким чином, щоб полімер та мономер знаходилися у розчиненому стані, утворюючи гомогенну реакційну систему.

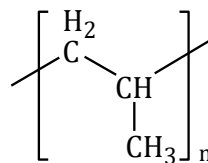
ПЕВТ плавиться при 108–110°C та має ступінь кристалічності 53–67%, його густина складає 0,92–0,93 г/см³. За кімнатної температури *ПЕВТ* є нерозчинним у більшості органічних розчинників, однак за підвищених температур він добре розчиняється у ароматичних та галогеновуглеводнях, наприклад, у чотирихлористому карбоні, толуені, декаліні та трихлоретилені. Розчинений полімер випадає у осад при охолодженні розчину до кімнатної температури. Молекули *ПЕВТ* містять відгалуження, що виникають у ході полімеризації за рахунок внутрішньомолекулярної або міжмолекулярної реакції передачі ланцюга відповідно до наведених нижче схем. У першому випадку розмір відгалужень є таким, що збігається з довжиною основного ланцюга, тоді як у другому випадку відгалуження будуть значно коротшими:



Поліетилен високої густини (*ПЕВГ*) одержують двома способами. Перший спосіб – координаційна полімеризація мономеру на комплексному каталізаторі *Циглера-Натта* $[Al(C_2H_5)_3 \cdot TiCl_4]$ за близького до атмосферного тиску (*ПЕНТ*). Останній має температуру плавлення $120-127^\circ C$ (а при екструзії до $134^\circ C$), густину $0,94-0,96 \text{ г/см}^3$ та ступінь кристалічності $80-90\%$. За другим способом полімеризацію здійснюють на металооксидних каталізаторах, наприклад, оксидах хрому чи молібдену, нанесених на поверхню алюмосилікатів під тиском до 100 атм (метод *Філіпса*). Поліетилен середнього тиску (*ПЕСТ*), який при цьому утворюється, плавиться при $127-130^\circ C$, його густина складає $0,96-0,97 \text{ г/см}^3$, а ступінь кристалічності – $85-93\%$. *ПЕВГ* є більш жорстким, ніж *ПЕНГ*, та має більшу міцність на розрив. Хімічно він також більш стійкий та має набагато меншу газопроникність.

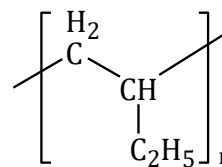
Основна галузь застосування поліетилену – теплична та пакувальна плівка, що поєднує низьку густину з високим опором до розриву, має високу гнучкість та стійкість до дії хімічних реагентів й вологи. Інертність поліетилену по відношенню до дії хімічних агентів та механічна міцність дозволяють широко застосовувати його для лиття пляшок та інших контейнерів, нанесення антикорозійних покриттів. Труби та шланги, виготовлені з поліетилену, застосовують у сільському господарстві, іригації та підведенні побутових вод. Гарні діелектричні властивості дозволяють застосовувати його як ізоляційні покриття для електричних кабелів (часто у суміші з поліізобутиленом), у тому числі й підводних. Поліетилен широко застосовують у виробництві різноманітних іграшок та інших предметів домашнього вжитку. Якщо від виробу не вимагається високої міцності та жорсткості, то перевагу зазвичай надають застосуванню поліетилену низької густини.

Поліпропілен (укр.) одержують полімеризацією пропілену на каталізаторах *Циглера-Натта* або за методом *Філіпса*. Мономер одержують з газів крекінгу та піролізу нафтових вуглеводнів. Типові каталізатори полімеризації пропену – $[Al(i-C_4H_9)_3 \cdot TiCl_4]$ або $[Al(C_2H_5)_3 \cdot TiCl_4]$. Поліпропілен може бути одержаний у ізо-, синдіо- або атактичній конфігурації. Ізотактичний полімер плавиться при $167-170^\circ C$ та має високий ступінь кристалічності. Його макромолекули є переважно лінійними та набувають спіральної конформації. Маючи високу кристалічність зразків, поліпропілен вирізняється жорсткістю (твердістю) та іншими підвищеними характеристиками міцності, зокрема, високою граничною міцністю при розтягуванні. Такі властивості поліпропілену забезпечують його широке промислове застосування.



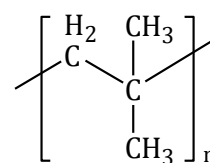
Вироби з поліпропілену легко стерилізуються, оскільки його температура плавлення набагато перевищує $100^\circ C$. Саме тому він знаходить практичне застосування у медичній техніці. До того ж, поліпропілен нерозчинний у більшості відомих розчинників за кімнатної температури. Однак при нагріванні він розчиняється у ароматичних та хлорованих вуглеводнях. Поліпропілен є стійким до дії більшості реагентів: кислот, лугів, масел, однак він менш стійкий до окиснення порівняно з поліетиленом, тому його завжди стабілізують антиоксидантами, з яких найбільш широко застосовується сажа. Остання надає виробам із полімеру чорного кольору. Поліпропілен використовують для виготовлення деталей холодильників, радіо- та телевізійної апаратури. Він також застосовується для виготовлення трубопроводів, резервуарів для зберігання рідин, плівки, покриття сидінь, канатів, пакувальних стрічок, моноволокон, основи для виробництва хемосорбційних матеріалів.

Полібутилén (укр.). Вихідним мономером слугує бутен. Полімеризацію проводять на каталізаторах *Циглера-Натта*. Зазвичай застосовують системи $[Al(i-C_4H_9)_3 \cdot TiCl_3]$ або $[Al(C_2H_5)_3 \cdot TiCl_3]$. Полімер має ізотактичну структуру зі спіралеподібною формою молекул. Полібутилен – це високо кристалічний полімер з густиною $0,91 \text{ г/см}^3$ та



температурою плавлення 135°C . Він є еластомером з температурою склування -25°C та за своїми властивостями наближається до натурального каучуку. Має хорошу стійкість по відношенню до дії кислот, лугів та масел, вирізняється низькою повзучістю під навантаженням.

Поліізобутилен (укр.). Його одержують катіонною полімеризацією ізобутилену в присутності кислот *Льюїса*. Як співкаталізатори, використовують воду, спирти, кислоти, що знаходяться у розчиненому стані, наприклад у гексані або метиленхлориді, утворюючи аморфний полімер із температурою склування -72°C . Ізотактичний поліізобутилен одержують на каталізаторах *Циглера-Натта*. Він є більш жорстким та міцним, хоча його температура склування підвищується до -25°C . Полімер розчинний у багатьох вуглеводнях та їх галогенопохідних. За хімічною стійкістю поступається поліетилену. Але головний недолік поліізобутилену полягає у його текучості під дією власної ваги за низьких температур. Фізико-механічні властивості цього полімеру значно покращуються при його наповненні сажею або графітом.

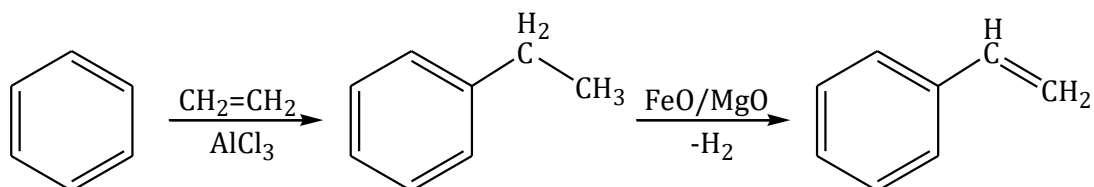


Поліізобутилен застосовують як ізолюючий матеріал у електротехніці. Наповнений графітом чи сажею, його використовують для одержання листового футерувального матеріалу, шлангів, труб та прокладок. Більш низькомолекулярний поліізобутилен додають до моторних мастил для попередження різкого зниження в'язкості, що спостерігається при зростанні температури. Олігомерні поліізобутилені використовують як високооктанові компоненти моторного палива. Співполімери ізобутилену з 2–5% ізопрену виробляють під торговельною маркою «бутилкаучук». Присутність подвійного зв'язку у молекулах цього матеріалу дозволяє проводити його подальшу вулканізацію з метою покращення механічних властивостей.

2.2. ПОЛІМЕРИ НА ОСНОВІ ПОХІДНИХ ЕТИЛЕНУ

Полістирén (укр.) – один з багатотоннажних промислових продуктів, який одержують шляхом полімеризації стирену. Останній отримують з етилену та

бензену, причому на першій стадії в присутності каталізатору $AlCl_3$ утворюється етилбензен, а на другій відбувається його подальше дегідрування над FeO/MgO . Зазвичай реакція здійснюється доволі швидко при температурі $600-630^\circ C$:



Стирен може полімеризуватися за радикальним, координаційним, катіонним або аніонним механізмом. У промисловості проводять вільно-радикальну полімеризацію стирену суспензійним, емульсійним або блоковим методом. В останньому випадку полімеризацію здійснюють як безперервний процес, а суспензійну – як періодичний.

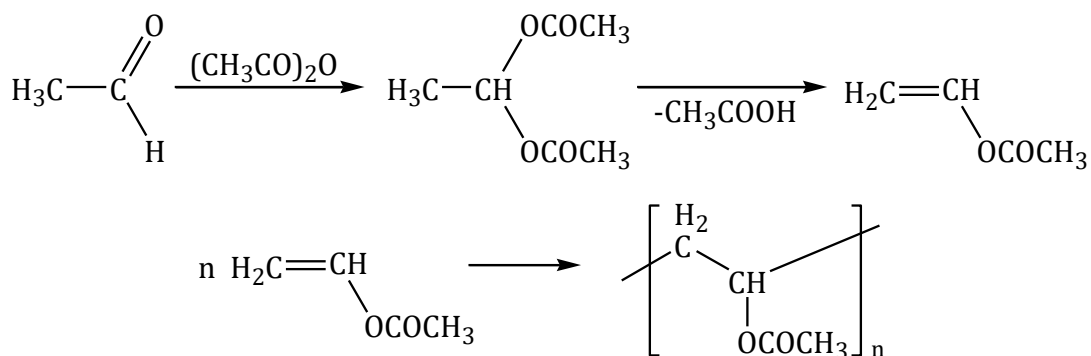
Промисловий полістирен має атактичну конфігурацію, що обумовлює його аморфність. Він характеризується значною розгалуженістю макромолекул та полідисперсністю. Полістирен є відносно інертним з хімічної точки зору, оскільки він не взаємодіє з кислотами, лугами, окисниками та відновниками. За температури вище $300^\circ C$ відбувається його деполімеризація, що приводить до $\sim 50\%$ виходу мономеру та супроводжується утворенням деяких низькомолекулярних продуктів. Полістирен розчинний у багатьох органічних розчинниках. Його основні недоліки пов'язані з низькою стійкістю та крихкістю. Вироби з полістирену деформуються вже при температурі вище $85^\circ C$, тому їх не

можна стерилізувати паром. Інший недолік полістирену пов'язаний з його пожовтінням та розтріскуванням при експлуатації поза межами приміщень.

Не дивлячись на це, полістирен широко застосовують при виробництві литих контейнерів, кришок, пляшок, бляшанок, електротехнічних та радіотехнічних виробів, іграшок; значні кількості його витрачаються на виробництво пінопластів та предметів домашнього вжитку. Знаходять застосування й співполімери стирену з акрилонітрилом, бутадієном, вінілкарбазолом, акриламідом. Введення співмономерів збільшує тепло- та ударостійкість

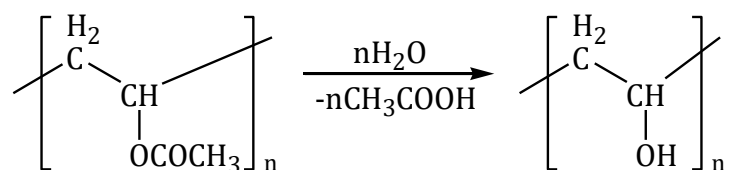
полімеру зі збереженням корисних властивостей полістирену. Співполімер стирену з акрилонітрилом – прозорий пластик з відмінною ударною міцністю, що застосовується для виробництва литого посуду та деталей різноманітних машин. Акрилонітрил-бутадієн-стиреновий (АБС) полімер – інший важливий пластик, що має хорошу міцність. Цей полімер переробляють литтям під тиском при виробництві предметів домашнього вжитку та пакувальних контейнерів, деталей холодильників та автомобілів.

Полівінілацетат (укр.). Мономер одержують з етилену у розчині ацетатної кислоти в присутності хлористого паладію або приєднанням ацетатної кислоти до ацетилену. Мономер можна синтезувати також реакцією ацетальдегіду з ацетатним ангідридом:



Для полімеризації вінілацетату застосовують різноманітні методи, зокрема, у блоку, емульсії, суспензії та розчині. Утворений полімер розчиняється у ароматичних вуглеводнях, спиртах та естерах. Поряд з іншими полімерними сполуками, полівінілацетат застосовують у виробництві адгезивних матеріалів, лаків, фарб, скла та дисків. У значних кількостях його витрачають для синтезу полівінілового спирту та полівінілацеталів.

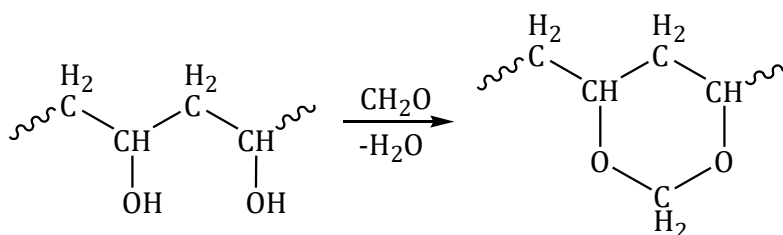
Полівініловий спирт (укр.). Полімер одержують шляхом лужного гідролізу полівінілацетату (ПВА):



Однак, навіть після довготривалого гідролізу полівініловий спирт (ПВС) має деяку кількість неомилених ацетатних груп. Їх вміст у технічно одержуваному

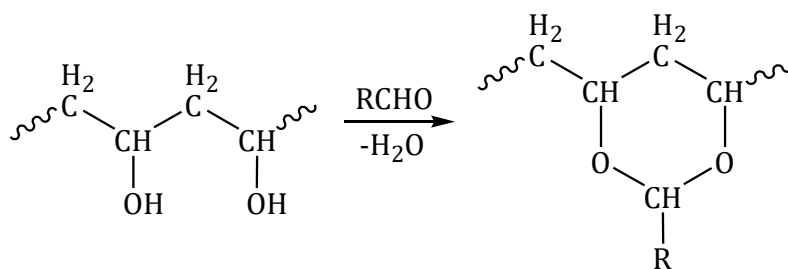
продукті, в залежності від марки, коливається від 0,8 до 27%. Полівініловий спирт, на відміну від багатьох інших полімерів, розчинний у воді, причому за низьких температур він розчиняється дуже повільно, тоді як за умов $\sim 90^{\circ}\text{C}$ достатньо швидко переходить у розчин.

При взаємодії з йодом розчини полівінілового спирту, як і розчини крохмалю, забарвлюються у інтенсивно-блакитний колір. ПВС є хорошим стабілізатором колоїдних систем, у зв'язку із чим широко застосовується для стабілізації водних емульсій та суспензій. Він також використовується у водостійких адгезивах. Крім того, полівініловий спирт застосовують при виробництві текстильного волокна. В цьому випадку слід дотримуватися додаткових мір для усунення розчинності у воді кінцевих волокон. З цією метою волокно обробляють концентрованим водним розчином натрій сульфату, що містить необхідні кількості формальдегіду та сульфатної кислоти. За такої обробки утворюються формалі:



При цьому можливим є одночасне утворення формальних груп й за рахунок взаємодії гідроксилів сусідніх макромолекул. Така модифікація, що пов'язана зі зменшенням гідрофільності макромолекул ПВС та їх частковим зшиванням, призводить до втрати розчинності полімеру у воді. Волокна, виготовлені із полівінілового спирту, мають підвищену адсорбцію вологи порівняно з іншими синтетичними волокнами. Завдяки цьому волокна з ПВС можуть слугувати заміником бавовни, причому, не тільки самé волокно, але й вироби з нього добре зберігають свої початкові розміри, легко перуться та підлягають сушінню, мають високу зносостійкість та розривну міцність.

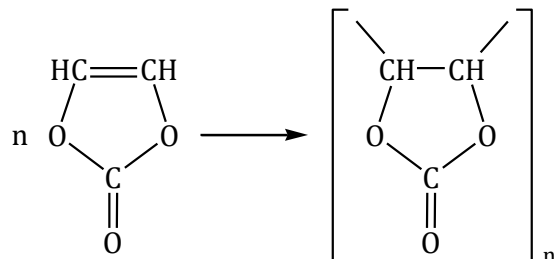
Полівінілацеталі (укр.) одержують реакцією між відповідним альдегідом та полівініловим спиртом. Реакцію проводять у водному середовищі або у органічному розчиннику в присутності сильної мінеральної кислоти:



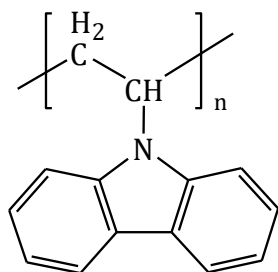
Одержаний продукт являє собою співполімер, що містить три типи функціональних груп: ацетальні, ацетатні та гідроксильні. В залежності від їх співвідношення властивості цих полімерів можуть суттєво змінюватися. Промислове значення мають *полівінілформаль* та *полівінілбутираль*. Перший розчиняється у діоксані, ацетатній кислоті, фенолах, хлорованих вуглеводнях та ін. Цей полімер відомий своєю підвищеною теплостійкістю та діелектричними властивостями. Крім того, він має також відмінну стійкість до зношування. Полівінілформаль переважно застосовують для ізолюючих електротехнічних покриттів. Полівінілбутираль розчинний у ацетатній кислоті, піридині, циклогексаноні, етиловому спирті та ін. Його застосовують у адгезивних композиціях та у виробництві безосколкового скла. З останньою метою виготовляють полімерну плівку товщиною від 0,5 до 1,0 мм. Цю плівку поміщають між двома листами скла, піддаючи всю систему помірному нагріванню під тиском, та одержують єдиний лист так званого *триплексу*. При цьому два листи неорганічного скла стають міцно зв'язаними через плівку полівінілбутиральною. При ударі такого трьохшарового листа його уламки залишаються зв'язаними бутиральною плівкою.

Полівінілкарбонат (укр.) одержують полімеризацією вінілкарбонату під дією пероксидів або азосполук. Полімеризацію проводять у масі, розчині чи емульсії. Полівінілкарбонат являє собою твердий матеріал, температура плавлення якого складає $\sim 200^\circ\text{C}$ (з деструкцією). Цей полімер розчинний у диметилсульфоксиді, ацетоні, диметилформаміді та ін. Полівінілкарбонат зазвичай гідролізується у присутності лугів або кислот, утворюючи полігідроксиметилен. З полівінілкарбонату одержують високоміцне волокно. Відомі також співполімери вінілкарбонату з іншими мономерами, зокрема,

вінілхлоридом, вінілацетатом або вінілтіоціанатом. Останній співполімер широко застосовується для захисту живих клітин та біологічних тканин від дії іонізуючого випромінювання.

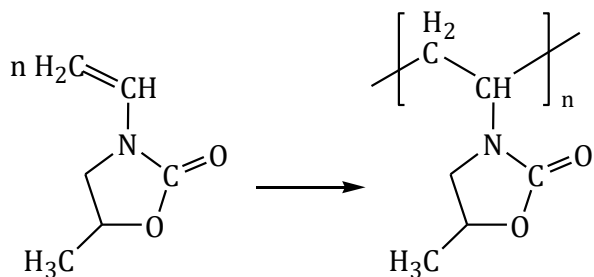
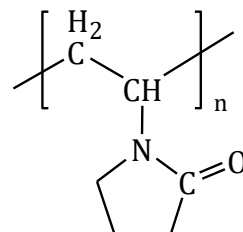


Полівінілкарбазол (укр.) одержують з *N*-вінілкарбазолу за радикальним або іонним механізмом. Полімер розчинний у ароматичних вуглеводнях,



кетонах, етерах, хлорованих вуглеводнях та ін. Хімічно він є відносно стійким. За властивостями подібний до полістирену, але відрізняється від нього більш високою теплостійкістю (температура розм'якшення 211°C) та більшою крихкістю; переробляється пресуванням.

Полівінілпіролідон (укр.) одержують полімеризацією *N*-вінілпіролідону у блоку або розчині в присутності гідроген пероксида. Гомополімер має високу хімічну стійкість. Відповідні розчини полімеру з концентрацією 2,3% застосовують як штучну плазму крові. Ці розчини відрізняються своєю стабільністю та можуть бути використані незалежно від групи крові пацієнта. Інше важливе застосування цього полімеру – розробка добавок до багатьох основних барвників, що посилюють їх вихідну тональність.



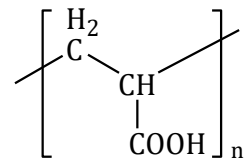
Полівінілоксазолідинон (укр.)

синтезують з *N*-вініл-5-метил-2-оксазолідинону. Як гомо-, так і співполімери цього мономеру добре розчиняються у воді, завдяки чому їх достатньо часто

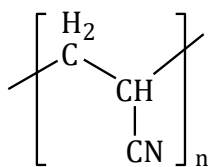
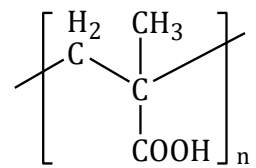
застосовують як чисельні комплексоутворювачі по відношенню до багатьох неорганічних та органічних сполук.

2.3. ПОЛІМЕРИ АКРИЛОВОЇ, МЕТАКРИЛОВОЇ КИСЛОТ ТА ЇХ ПОХІДНИХ

Поліакрілова кислота (укр.). Акрилову кислоту одержують з етилен-ціангідрину. Для цього крізь суміш вихідної речовини з сульфатною кислотою пропускають водяну пару та відганяють 50%-вий розчин акрилової кислоти. Зазвичай полімеризації піддають натрій акрилат у водних розчинах у присутності перекису або персульфатів та при подальшому підкисленні одержують поліакрилову кислоту. Остання є нерозчинною у власному мономері, але добре розчиняється у воді. Поліакрилова кислота – типовий представник *поліелектролітів*, до яких за визначенням відносять будь-який полімер, що містить у структурній ланці функціональну групу, здатну до іонізації. Водні розчини поліакрилової кислоти мають високу в'язкість, що обумовлена іонізацією полімеру. Його застосовують як емульгатор та диспергатор у емульсійній полімеризації, а солі – як згущувачі у адгезивах. Висока розчинність у воді обмежує застосування поліакрилової кислоти як пластику.

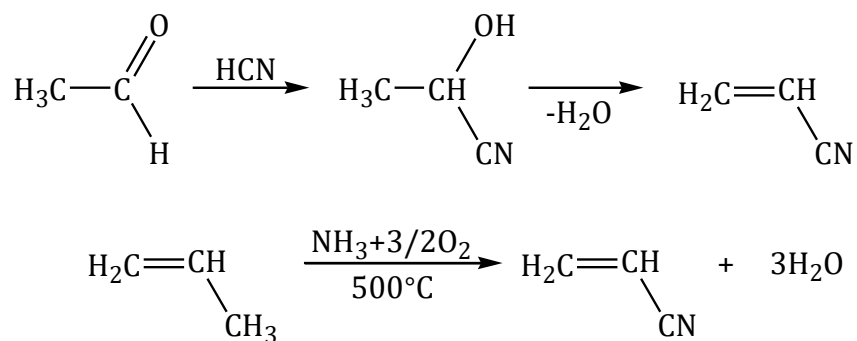


Поліметакрілова кислота (укр.). Вихідним мономером є метакрилова кислота, яку зазвичай одержують з ацетонціангідрину. Полімеризація метакрилової кислоти здійснюється аналогічно до полімеризації акрилової кислоти. Поліметакрилова кислота є нерозчинною у власному мономері, але достатньо добре розчиняється у воді. Ця властивість, як й у випадку поліакрилової кислоти, обмежує застосування полікислот у вигляді пластиків. Обидві полікислоти при нагріванні поведуть себе не як термопласти, а зазвичай зшиваються, обвуглюються та розкладаються. У водних розчинах поліметакрилова кислота має властивості поліелектроліту.



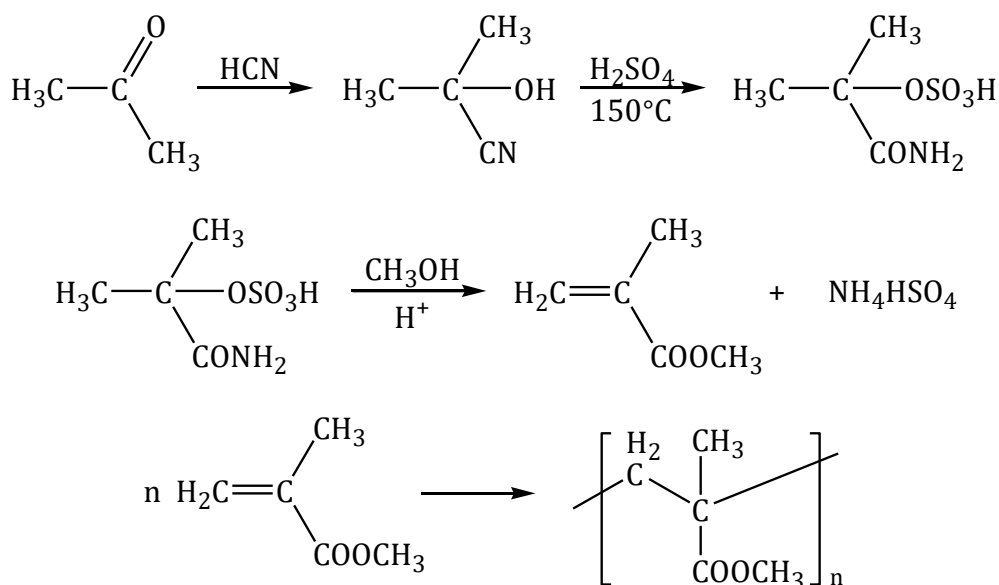
Поліакрилонітріл (укр.). Мономер – акрилонітріл одержують з ацетальдегіду та ціаністого водню. Його також можна отримати при сумісній дії аміаку та кисню на пропілен.

Схеми відповідних синтезів, а також умови їх проведення наведено нижче:



Поліакрилонітрил (*ПАН*) одержують радикальною полімеризацією акрилонітрилу у водному середовищі під дією калій персульфату. Він розчинний у диметилформаміді, диметилсульфоксиді та концентрованих водних розчинах деяких солей (LiCl , ZnCl_2 , NaSCN , $\text{Ca}(\text{SCN})_2$), характеризується високою стійкістю до нагрівання ($\sim 200^\circ\text{C}$) та гарними механічними властивостями. Поліакрилонітрил застосовують при виробництві волокон (*нітрон*). В результаті високотемпературного піролізу з *ПАН*-волокна у присутності кисню на початковій стадії одержують так звані *вуглецеві волокна*, які мають структуру графіту з високою міцністю (до 3–5 тис. МПа). Співполімер акрилонітрилу з бутадієном (*нітрильний каучук*) – важливий промисловий матеріал.

Поліметилметакрилат (укр.). Мономер метилметакрилат одержують через ацетонціангідрин:



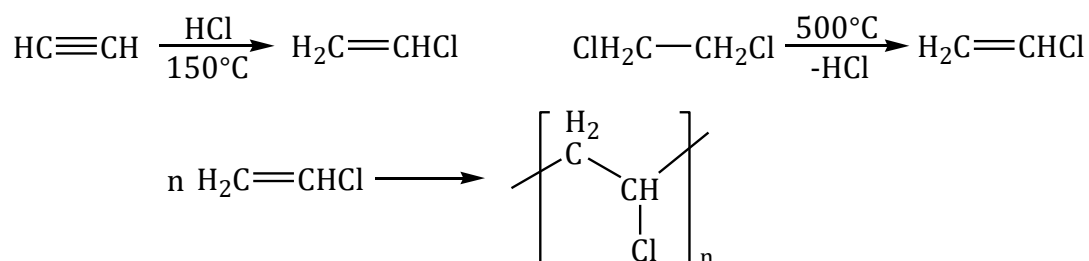
Поліметилметакрилат (*ПММА*) отримують радикальною полімеризацією у масі, суспензії або емульсії. Це прозорий пластик, що має високу міцність,

відмінну стійкість та не погіршує своїх характеристик за тривалої експлуатації. Він стійкий до дії багатьох хімічних агентів, хоча й розчиняється у ряді органічних розчинників, зокрема, у кетонах, хлорованих вуглеводнях та естерах.

Полімер піддається термічній деполімеризації з практично кількісним виходом за мономером. Висока оптична прозорість – головна відмінна ознака цього полімеру. У багатьох випадках він заміняє скло. ПММА має також гарні механічні властивості, однак, порівняно зі склом є менш стійким до ушкодження поверхні. Його застосовують для виготовлення оптичних приладів (призм, лінз), в тому числі й у автомобілебудуванні.

2.4. ПОЛІМЕРИ ГАЛОГЕНОПОХІДНИХ ЕТИЛЕНУ

Полівінілхлорид (укр.). Мономер, вінілхлорид – безбарвний газ з приємним етерним запахом, кипить при $-13,9^{\circ}\text{C}$. У промисловості його одержують реакцією ацетилену з хлороводнем та з етилену або етану через стадію утворення дихлоретану:



Основними способами виробництва полівінілхлориду (ПВХ) є емульсійна та суспензійна полімеризація. Здійснення процесу у масі ускладнюється важкістю відводу тепла та нерозчинністю полімеру у мономері, а також низькою термостійкістю. Емульсійну полімеризацію ініціюють гідропероксидами, персульфатами та іншими водорозчинними ініціаторами; азоініціатори та пероксид лаурилу застосовують для проведення полімеризації у масі або суспензії. При цьому реакцію проводять у автоклавах за тиску 6–13 атм.

Полімеризація у блоку супроводжується *гель-ефектом*, тому її проводять у дві стадії. Спочатку в реакторах вертикального типу з інтенсивним перемішуванням одержують *форполімер*. Полімер у вигляді дрібних часток розподіляється у реакційній масі, яку переводять у реактор горизонтального

типу з подальшим додаванням мономеру та ініціатору. Порошок полімеру адсорбує мономер, який полімеризується у ньому. За таких умов розмір часток полімеру поступово збільшується.

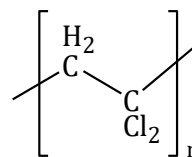
Висока полярність кінцевої ланки макрорадикала створює можливість орієнтації приєднуваної молекули мономеру. Однак різниця у величинах енергій активації синдіо- та ізотактичного приєднання є невеликою, тому при температурах синтезу $50-60^{\circ}\text{C}$ утворюється полімер низького ступеня кристалічності. Зниження температури реакції в результаті застосування окисно-відновних ініціюючих систем дозволяє збільшити стереoreгулярність за рахунок подовження ділянок ланцюгів з синдіотактичним розташуванням хлору. Так, при -60°C утворюється полімер зі ступенем стереoreгулярності 85% та ступенем кристалічності 25%. При цьому спостерігається десятикратне збільшення молекулярної маси, а температура склування зростає до 110°C порівняно з *ПВХ*, одержаним при $50-60^{\circ}\text{C}$, для якого вона складає $70-85^{\circ}\text{C}$. Обрив ланцюга в однаковій мірі відбувається як шляхом рекомбінації, так і диспропорціонування. Висока активність макрорадикалу призводить до розвитку реакцій передачі ланцюга на мономер, полімер, розчинник та домішки. Передача ланцюга на мономер та диспропорціонування сприяє тому, що ~60% макромолекул мають кінцеві ненасичені ланки, що знижують стійкість полімеру до термоокиснювальної деструкції. Передача ланцюга на полімер призводить до того, що *ПВХ*, одержаний при температурах $50-60^{\circ}\text{C}$, містить зазвичай одне відгалуження на 75 ланок. Вірогідність реакцій передачі ланцюга знижується зі зменшенням температури синтезу. Крім того, полімеризація супроводжується реакцією дегідрохлорування, що має автокаталітичний характер, у зв'язку із чим у ланцюзі полімеру з'являються ненасичені зв'язки.

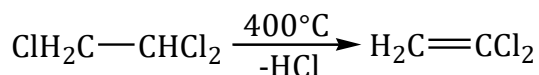
ПВХ являє собою білий, іноді злегка жовтуватий аморфний полімер, який розчиняється у діоксані, тетрагідрофурані, дихлоретані, циклогексані, набрякає у бензені та ацетоні, але є стійким до дії кислот. Цей полімер руйнується лише під впливом окисників та концентрованих розчинів лугів. Суттєвим недоліком *ПВХ* є його низька теплостійкість (гранична деформаційна стійкість виробів

складає 70°C), так само як й невисока термостійкість полімеру: при температурах вище $130\text{--}140^{\circ}\text{C}$ відбувається його розклад з виділенням хлороводню та утворенням спряжених подвійних зв'язків у основному ланцюзі, в результаті чого полімер набуває забарвлення. Для запобігання цьому процесу до нього додають термостабілізатори – оксиди плюмбуму, солі лужноземельних металів та вищих жирних кислот, а також епоксидні сполуки та аміді. Причому температура деструкції є значно нижчою за температуру плинності, що призводить до неможливості переробки чистого *ПВХ* у вироби та необхідності застосування пластифікаторів. Властивості кінцевого продукту варіюються від жорсткого до надзвичайно гнучкого пластику в залежності від відсотку доданого пластифікатора. Вміст останнього може складати до 30% за масою. Як пластифікатори *ПВХ*, найбільш часто застосовують естери себацинової та фталевої кислот, трифеніл- та трикрезилфосфати, а також епоксидовані олії.

Полівінілхлорид широко застосовують у так званих *пластизолях* або *органозолях*. Пластизолі являють собою пастоподібні суміші, які готують диспергуванням часток *ПВХ*, одержаних в результаті емульсійної полімеризації, у пластифікаторах. На відміну від цього, органозолі отримують диспергуванням часток полімеру у суміші летких органічних рідин та пластифікаторів. Ці системи можуть містити також й інші компоненти, зокрема, барвники, наповнювачі, пороутворювачі та ін. За звичайних температур частки полімеру залишаються нерозчинними у рідкій фазі та отримують можливість взаємодіяти з пластифікатором лише у процесі формування виробів, що здійснюється при температурах $150\text{--}200^{\circ}\text{C}$. Слід зауважити, що *ПВХ* залишається одним з найбільш дешевих та широко застосовуваних полімерів. Його використовують у виробництві ізоляційних матеріалів для кабелів, труб та трубопроводів, деталей обладнання, складних пластиків, пакувальної плівки, лінолеуму, замінників шкіри, облицювальних матеріалів та при одержанні волокон.

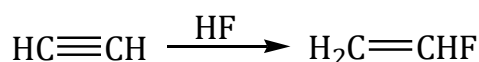
Полівініліденхлорид (укр.). Відповідний мономер (вініліденхлорид) може бути одержаний шляхом піролізу трихлоретану. Схему синтезу, а також умови його проведення наведено нижче:





Полівініліденхлорид є продуктом радикальної полімеризації мономеру у розчині або емульсії. Можливим також є здійснення процесу у блоку та суспензії. Утворений полімер не розчиняється у більшості розчинників, але є частково розчинним у бензені, хлороформі та карбон дисульфіді. Полівініліденхлорид розм'якшується при $185\text{--}200^\circ\text{C}$, але вже при нагріванні до 150°C починає розкладатися з відщепленням хлороводню, тому його, як й *ПВХ*, не можна переробляти за відсутності стабілізаторів. Гомополімер вініліденхлориду, а також його співполімери з вінілхлоридом, вінілацетатом або акрилонітрилом відносять до категорії хлоровмісних волокноутворюючих полімерів.

Полівінілфторид (укр.). Вінілфторид одержують з ацетилену:



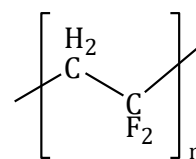
За звичайних умов мономер знаходиться у газоподібному стані (температура кипіння $-72,2^\circ\text{C}$). Як правило, його полімеризують під тиском у $40\text{--}100\text{ атм}$ при $80\text{--}85^\circ\text{C}$ в емульсії, суспензії або розчині в присутності перекисів.

Полівінілфторид – кристалічний полімер з температурою плавлення $\sim 200^\circ\text{C}$, вище якої підлягає розкладанню. Він має тривалий строк експлуатації

поза межами приміщень. Стійкий по відношенню до дії хімічних реагентів; у цьому схожий з іншими флуоровмісними полімерами, наприклад з тефлоном. Його газопроникність є також малою. Полівінілфторид застосовують для одержання еластичної міцної плівки з морозостійкістю до -180°C .

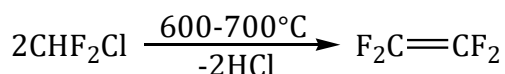
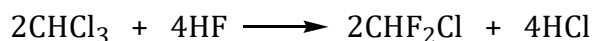
Полівініліденфторид (укр.) – це кристалічний полімер з температурою плавлення $\sim 170^\circ\text{C}$. Він не підлягає деформації та руйнуванню в широкому

інтервалі температур, є стійким до дії багатьох розчинників та застосовується для виготовлення деталей, що стикаються з агресивними середовищами, а також трубок та ущільнювачів.



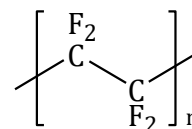
Практичне значення мають співполімери вініліденфториду з етиленом, вінілацетатом, вінілфторидом, тетрафторетиленом та трифторхлоретиленом.

Політетрафторетилén (укр.) відомий також під торговельною маркою «тефлон». Мономер (тетрафторетилén) за стандартних умов – це газ з температурою кипіння $-76,3^{\circ}\text{C}$. У промисловості його одержують піролізом дифторхлорметану (фреону-22), який синтезують із хлороформу:



Полімеризацію тетрафторетилéну проводять водно-емульсійним способом під дією пероксидів та гідропероксидів. Процес супроводжується виділенням значної кількості теплоти, що часто призводить до розпаду мономеру, та, якщо не вжити спеціальних заходів, може викликати сильне розігрівання та вибух. Реакцію проводять при температурі $70-80^{\circ}\text{C}$ та тиску $40-100\text{ атм}$.

Молекули політетрафторетилéну мають лінійну будову та утворюють спіральну конформацію. При цьому ступінь кристалічності залежить від швидкості охолодження зразка до температури нижче 250°C . Особливістю цього полімеру є також відносно низька швидкість кристалізації, що стає помітною лише вище зазначеної температури та досягає свого максимального значення при $300-310^{\circ}\text{C}$. Тривале витримання зразку у вказаному інтервалі температур призводить до зростання ступеня кристалічності та утворення крупних сферолітів, що плавляться при температурі 327°C . Досягнення високого ступеня кристалічності призводить до втрати пружності полімеру та його перетворення на крихкий матеріал. За швидкого охолодження зразків нижче 250°C ступінь кристалічності складає менше 50% і матеріал зберігає пружність. При цьому оптимальним робочим інтервалом є температура від -269 до 250°C . «Низькокристалічний» полімер має температуру склування 120°C . Його деструкція починається $\sim 360^{\circ}\text{C}$ та прискорюється при $400-415^{\circ}\text{C}$. Він не розчиняється у жодній із сильних кислот, включаючи гарячу нітратну кислоту, що димить. Він також є стійким по відношенню до дії лугів та більшості відомих органічних розчинників. Розчинити його можна лише при температурі плавлення ($\sim 300^{\circ}\text{C}$). Лише

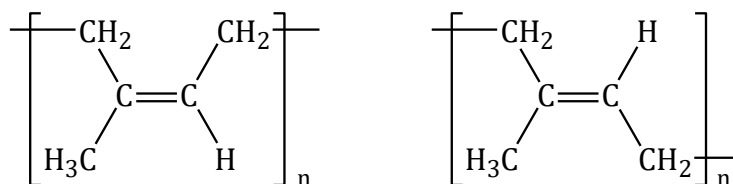


розплавлені лужні метали та їх розчини в рідкому аміаку здатні реагувати з цим полімером. З усіх відомих полімерних матеріалів політетрафторетилен є найкращим діелектриком.

Слід зауважити, що звичайні методи переробки, які застосовують для інших полімерів, не придатні для політетрафторетилену через дуже низькі швидкості плину його розплавів. Частіше за все для одержання виробів з цього полімеру застосовують метод пресування його дрібнодисперсного порошку при тиску $250\text{--}350\text{ атм}$ з подальшим спіканням при температурах $360\text{--}380^\circ\text{C}$. Політетрафторетилен застосовують у авіаційній, радіотехнічній та хімічній промисловості, при виготовленні труб та кранів насосів, антифрикційних виробів, поропластів, ізоляції провідників, – там, де потребується висока хімічна стійкість. Його застосовують також у не змащувальних підшипниках, а з волокон виготовляють привідні ремені, покриття для фільтрів та інші речі, від яких вимагається підвищена стійкість при контакті з кислотами та лугами.

2.5. КАУЧУКИ ТА ГЕРМЕТИКИ

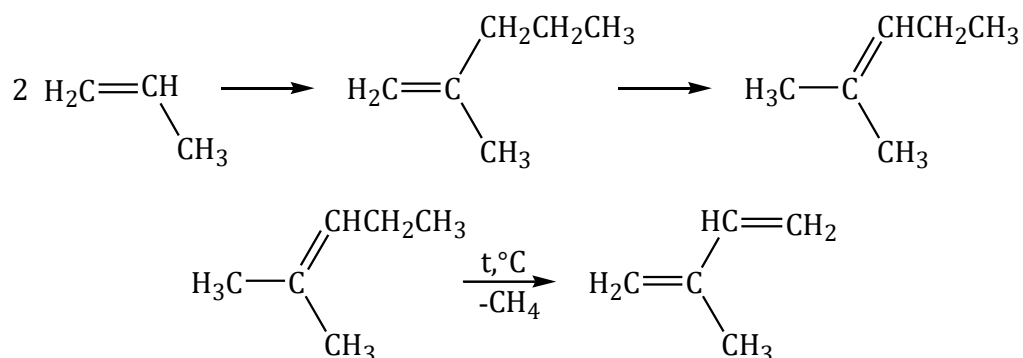
Поліізопрén (укр.). Два його ізомери – *цис*- й *транс*-форми є добре відомими природними полімерами. Перший відповідає натуральному каучуку, а другий – гутаперчі. Натуральний каучук є дуже м'яким та еластичним матеріалом. Він розчиняється у карбон дисульфіді та бензині. Гутаперча, навпаки, є жорстким термопластом, розчинним у бензині лише за умов нагрівання; при охолодженні розчину полімер випадає у осад.



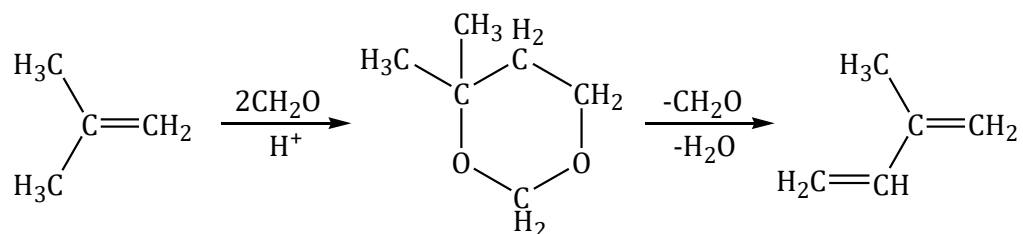
Натуральний каучук одержують у вигляді латексу від каучукового дерева (бразильської *гевеї*). Зазвичай латекс містить $30\text{--}60\%$ каучуку. Сирий продукт можна застосовувати або у латексній формі, або виділяти каучук коагуляцією за допомогою 1% -вого розчину ацетатної кислоти. Крихти коагульованого твердого каучуку промивають та пропускають крізь гофровані ролики,

одержуючи при цьому лист каучуку або так званий світлий креп, обробляють випарами гудрону, щоб одержати «копчені листи» (обробку ведуть з метою запобігання впливу мікроорганізмів, для подовження часу зберігання сирого каучуку). Вводячи у одержаний продукт сірку, прискорювачі, антиоксиданти та інші добавки, переробляють каучук у вироби вулканізацією у формах.

Синтетичний поліізопрен одержують полімеризацією ізопрену, який, у свою чергу, отримують з пропілену:



Інколи застосовують діоксаний метод – каталітичний розклад 4,4-диметил-1,3-діоксану, утвореного при взаємодії ізобутилену з формальдегідом в умовах кислотного каталізу:



Полімеризацію ізопрену можна здійснити емульсійним та суспензійним методами за радикальним механізмом, застосовуючи ініціатори з температурою розпаду 50–70°C. В цьому випадку утворювані макромолекули містять ланки 1,4, 1,2 та 3,4-приєднання (з переважним вмістом 1,4-ланок); останні можуть знаходитися як у *транс*-, так й у *цис*-формі.

Катіонною полімеризацією під дією протоновмісних каталізаторів одержані лише полімери з низькою молекулярною масою. Поліізопрен високої молекулярної маси отримують аніонною полімеризацією. Як каталізатори застосовують лужні метали та їх алкіли. Процес проводять у масі або у розчиннику. При блоковій полімеризації під дією металічного натрію

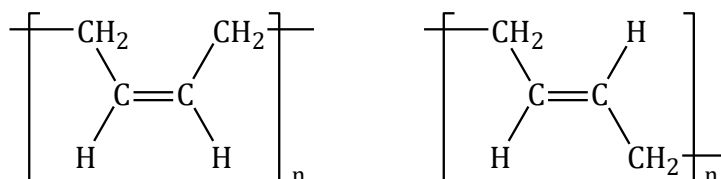
одержують атактичний полімер. У розчині вуглеводнів, у присутності літію та алкіллітію утворюється продукт, що містить до 94% 1,4-цис-ланок.

Стереорегулярний поліізопрен отримують аніонно-координаційною полімеризацією на комплексних каталізаторах *Циглера-Натта*, диспергованих у ретельно висушеному вуглеводневому середовищі. Характер розкриття подвійних зв'язків та конфігурація ланцюга полімеру в значній мірі залежать від складу каталізатору (табл. 2.5.1).

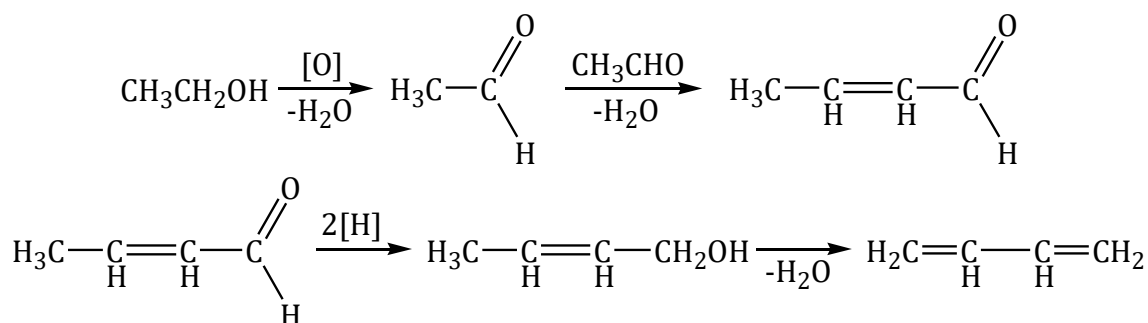
Таблиця 2.5.1. Вплив складу каталітичної системи *Циглера-Натта* на вміст окремих ланок у структурі поліізопрену

Каталітична система	Вміст ланок, %			
	цис-1,4-	транс-1,4-	1,2-	3,4-
$AlR_3/TiCl_4$	96,9	–	–	3,1
$AlR_3/Ti(OR)_4$	–	100	–	–
$AlR_3/\text{ванадій ацетилацетонат}$	–	–	10	90

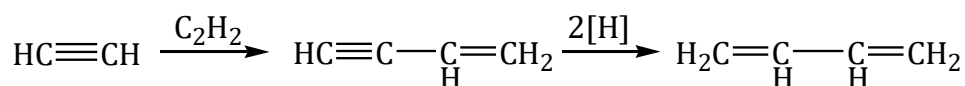
Полібутадієн (укр.) одержують полімеризацією бутадієну (дивінілу).



Одним з основних джерел бутадієну є C4-фракція крекінгу нафти. В іншому варіанті (спосіб *С.В. Лебедева*) виходять з етанолу:



Як вихідну сировину, для синтезу бутадієну можна застосовувати також ацетилен:



Промислові способи полімеризації бутадієну є аналогічними до синтезу

поліізопрену. В одному з найперших методів одержання бутадієнового каучуку, запропонованому *С.В. Лебедєвим*, ініціатором слугував металічний натрій (у вигляді суспензії в гасі або мінеральному мастилі чи у тонкому шарі на сталевих прутах). Назва цього полімеру – *натрій-бутадієновий каучук* (марка *СКБ*).

Полімеризацію бутадієну можна проводити у масі, розчині або емульсії. Температура процесу зазвичай підтримується в одному з двох діапазонів температур: або $50\text{--}60^{\circ}\text{C}$ (високотемпературна полімеризація за ініціювання натрієм чи пероксидними ініціаторами), або при $5\text{--}8^{\circ}\text{C}$ (низькотемпературна, із застосуванням окисно-відновних ініціюючих систем) та відповідному тиску, наприклад, у першому випадку $\sim 6\text{--}10\text{ атм}$. Високотемпературна полімеризація характеризується більш високими швидкостями, однак якість одержуваного каучуку є гіршою через розвиток реакцій передачі ланцюга на полімер, що призводить до утворення відгалужень у макромолекулах.

У відмічених випадках одержують атактичний полібутадієн, що містить ланки *1,2-приєднання*, *1,4-транс-* та *1,4-цис-*. При ініціюванні натрієм полімер містить до 70% ланок структури *1,2*, що визначає його відносно невисоку якість як матеріалу для гум. Найбільш цікавою у практичному відношенні є структура *1,4-цис-*, що забезпечує прояви високоеластичних властивостей у найбільш широкому інтервалі температур. Більший вміст *1,4-цис-*ланок (до 60%) виявляється при застосуванні літію або алкіллітію. При цьому найбільш стереорегулярний полімер одержують за аніонно-координаційною полімеризацією. Наприклад, при застосуванні каталізаторів *Циглера–Натта* за рахунок варіювання виду та співвідношення компонентів можна досягнути тієї чи іншої структури ланок (табл. 2.5.2).

Вулканізат *1,4-цис-*полібутадієну знаходить застосування при виготовленні автомобільних шин. Однак гуми на основі полібутадієну легко набрякають у паливно-мастильних матеріалах та мають порівняно низьку міцність при розтягуванні та стиранні. Більше значення мають каучуки на основі співполімерів бутадієну: зі стиреном (*СКС*) та з акрилонітрилом (нітрильний каучук, *СКН*). Ці співполімери одержують емульсійною радикальною

полімеризацією у присутності окисно-відновних ініціюючих систем, наприклад $H_2O_2/FeSO_4$.

Таблиця 2.5.2. Вплив складу каталітичної системи Циглера–Натта на вміст окремих ланок у структурі полібутадієну

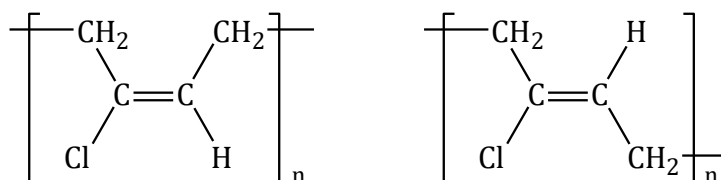
Каталітична система	Вміст ланок, %		
	<i>цис-1,4-</i>	<i>транс-1,4-</i>	<i>1,2-</i>
AlR_3/VCl_4	–	99	1
$AlR_3/TiCl_4$	70	27–29	1–3
$AlR_3/TiCl_3$	60	40	–
AlR_3/TiJ_4	93–94	2–5	1–2
$AlR_2Cl/CoCl_2$	92	4	4

Продукт емульсійної полімеризації – *латекс*, застосовують далі для виготовлення гумових рукавичок, тканин та інших матеріалів або коагулюють та виділяють у вигляді сирого каучуку. В обох випадках потрібна додаткова стадія вулканізації, яку зазвичай здійснюють під дією сірки. Співполімери бутадієну з акрилонітрилом та зі стиреном є більш полярними, ніж гомополімер, що призводить до втрати еластичності, особливо за низьких температур. Склеювання *СКН* та *СКС* для співвідношення мономерів (1:1) спостерігається при -35 та $-45^\circ C$ відповідно, замість $-70^\circ C$ для полібутадієну. При цьому гуми на основі *СКС* є більш міцними, ніж у випадку полібутадієну та *СКН*; за стійкістю до стирання вони випереджають гуми з натурального каучуку, хоча й набрякають у бензині та гасі. Гуми на основі *СКС* застосовують у виробництві авіаційних та автомобільних шин.

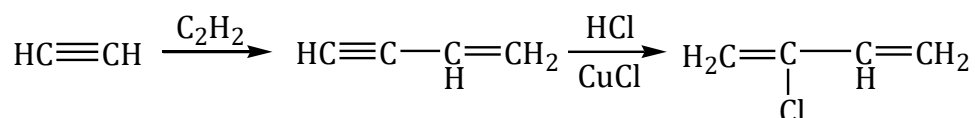
Нітрильні каучуки із вмістом акрилонітрильних ланок більше 25% є стійкими до дії вуглеводнів та мастил й через це застосовуються для виготовлення ємностей, шлангів, прокладок, ущільнень та інших деталей. Низькомолекулярні, рідкі полібутадієни зі специфічними функціональними групами застосовують як адгезиви або в'язучі для твердого ракетного палива. До полімерів такого типу можна віднести також полібутадієни зі ступенем полімеризації ~ 2000 та кінцевими карбоксильними або гідроксильними групами. Олігомери бутадієну можна отримати шляхом радикальної

полімеризації з азоініціаторами, у молекулах яких містяться групи COOH , або аніонною полімеризацією на діаніонах з обривом «живих» ланцюгів на CO_2 та їх подальшим гідролізом.

Поліхлоропрен (укр.), відомий також під назвою *неопрен*, одержують полімеризацією хлоропрену (2-хлор-1,3-бутадієну).



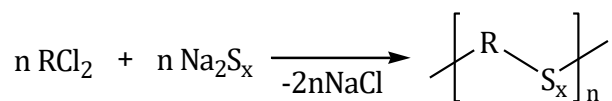
Останній у промисловості видобувають шляхом приєднання хлороводню до вінілацетилену, який у свою чергу отримують димеризацією ацетилену:



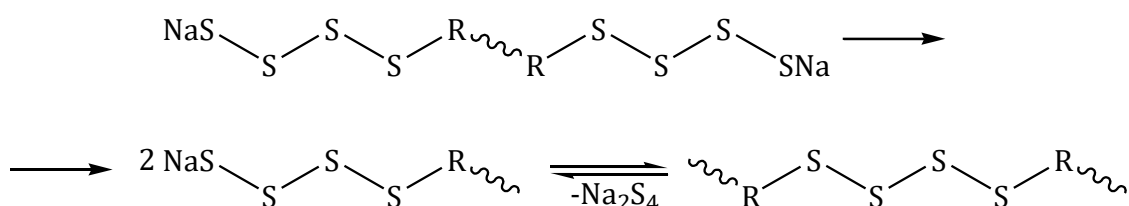
Вже за кімнатної температури чистий хлоропрен полімеризується під дією кисню повітря. Полімеризацію хлоропрену зазвичай проводять емульсійним способом у присутності персульфатів за температури $\sim 40^\circ\text{C}$. У ході реакції переважно фіксується *1,4-транс*-конфігурація, тому утворюваний продукт легко кристалізується. Поліхлоропрен – пластичний матеріал, розчинний у галогенопохідних вуглеводнів. Вже під час полімеризації починається приєднання макромолекул одна до одної (вулканізація), а при тривалому нагріванні – з утворенням сітчастої структури. На практиці вулканізацію прискорюють додаванням оксидів – ZnO або MgO . Вулканізований продукт має високу міцність на розрив та стійкість до стирання. При цьому наповнювачі не сприяють помітному зміцненню хлоропренового каучуку. Поліхлоропрен вирізняється також підвищеною стійкістю до дії мастил у порівнянні з іншими каучуками, включаючи й нітрильний. Поліхлоропренові еластомери застосовують для одержання стійких електроізоляційних покриттів провідників та кабелів, для виготовлення взуття, автомобільних шин, гумових рукавичок, шлангів, а також клейових композицій для склеювання гуми.

Полісульфіди (укр.). При взаємодії дигалогеналканів з полісульфідами

лужних металів утворюються полісульфідні еластomers:

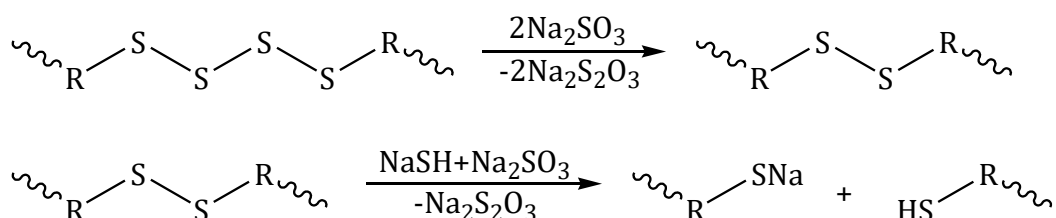


У реакційну суміш додають MgCl_2 та NaOH ; при цьому конденсація перебігає в емульсії, стабілізатором якої є утворюваний $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Також береться надлишок натрій тетрасульфиду, за рахунок чого кінцевими групами продукту є SNa -угруповання. Макромолекули такого типу схильні до реакцій конденсації з подальшим збільшенням молекулярної маси до ~ 500 тис.:



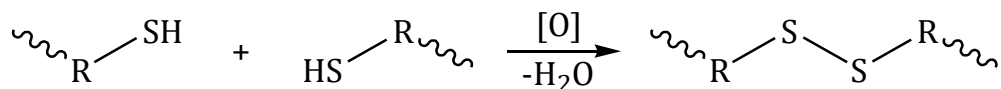
Полісульфіди знаходять широке застосування як синтетичні каучукоподібні матеріали, відомі під назвою *тіоколи*. Вони є стійкими до дії розчинників, слабких кислот та окисників. Їх деструкція спостерігається у лужних розчинах, концентрованих кислотах та при температурах вище 150°C . Тіоколові каучуки вулканізуються у присутності оксидів металів.

Відновним розщепленням високомолекулярних полісульфідів за S-S зв'язками одержують полісульфідні олігомери, які застосовують навіть частіше, ніж їх високомолекулярні аналоги. При дії різних нуклеофільних реагентів (гідроксидів, сульфідів та сульфідів лужних металів) відбувається десульфування з утворенням дисульфідних смол. Останні розщеплюються під дією натрій гідросульфиду на низькомолекулярні рідкі смоли з тіоловими кінцевими групами:



Ступінь розщеплення та молекулярну масу кінцевого продукту контролюють за кількістю взятого натрій гідросульфиду. Після стадії розщеплення латекси підкислюють, при цьому полімер виділяється у окрему

фазу, а *SNa*-групи перетворюються на кінцеві *SH*-угруповання. Якщо при синтезі до вихідного дихлоралкану додати трихлоралкільне похідне, то у кінцевій смолі будуть міститися розгалужені макромолекули. При практичному застосуванні полісульфідних олігомерів проводять їх твердження (вулканізацію). В основі цього процесу лежать реакції окиснення кінцевих *SH*-груп неорганічними та органічними окисниками (за типом окисної поліконденсації):



Як вулканізуючі агенти застосовують оксиди металів (*PbO₂*, *MnO₂*), органічні та неорганічні пероксиди і гідропероксиди, різноманітні окисники (хромати, хлорати лужних та лужноземельних металів, моно-, ди- та тринітробензен, тринітротолуен, *n*-хінондіоксим), а також низькомолекулярні та високомолекулярні сполуки, здатні взаємодіяти з *SH*-групами (епоксиди, ізоціанати, ненасичені сполуки). До полісульфідних смол часто додають сажу для їх додаткового зміцнення.

Головними споживачами герметиків на основі полісульфідних олігомерів є авіа-, судно- та машинобудування, електро- і радіотехніка, ракетна та космічна галузі, а також будівництво. Ці матеріали є нетоксичними та негорючими. Тіоколові герметики створюють непроникність у з'єднаннях, що працюють при статичних та динамічних деформаціях, в умовах вібрації, впливу кисню та озону. Вони також є стійкими до дії бензину та мастил, зберігаючи працездатність у широкому інтервалі температур: від -30 та -60°C до $+80$ та $+140^{\circ}\text{C}$ (в залежності від рецептури).

2.6. СИЛІЦІЙВМІСНІ ПОЛІМЕРИ

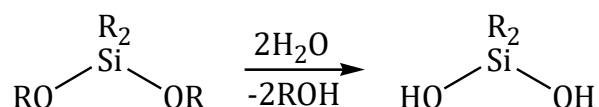
Силіційвмісні полімери (*силікони*) в залежності від структури ланки прийнято поділяти на кілька типів:

- **Поліорганосилани** (укр.) – головний ланцюг складається з атомів Силіцію;
- **Поліорганосилоксани** (укр.) – з чергуванням атомів Силіцію та Оксигену;
- **Полісилалкілени (арилени)** [укр.] – атоми Силіцію розділені вуглеводневими ланками;

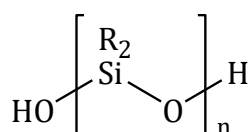
- **Поліорганометалсилоксани** (укр.) – силоксанові групи розділені між собою атомами металів;
- **Карболанцюгові силіційорганічні полімери** (укр.) – карболанцюгові полімери, що містять атоми Силіцію у бічному ланцюзі.

З них найбільше практичне значення мають полісилоксани та полісилалкілени.

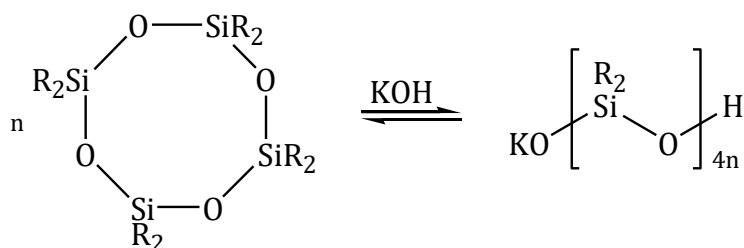
Вихідною сировиною для синтезу полісилоксанів є алкілхлорсилани, арилхлорсилани, заміщені етери ортосилікатної кислоти. Ці сполуки містять групи, які легко гідролізують у воді з утворенням гідроксилвмісних сполук – *силанолів*:



Подальша конденсація приводить до утворення полімеру з наступною структурою:



Зазвичай високомолекулярні лінійні полісилоксани одержують катіонною або аніонною полімеризацією *циклосилоксанів*:



Серед лінійних полісилоксанів найбільше значення має *полідиметилсилоксан*. Його вулканізацією пероксидами з поперечним зшиванням за рахунок метильних груп одержують гуми, які можна експлуатувати у широкому діапазоні температур: від -50 до $+200^\circ\text{C}$. Термостійкість цього матеріалу також можна підвищити частковою заміною метильних груп на фенільні. Гідролізом із подальшою конденсацією фенілтрихлорсилану одержують сходові полісилоксани, які відзначаються високою термічною стабільністю.

Полісилоксани сітчастої структури одержують аналогічним чином на основі суміші ди-, трихлорорганосиланів або тетрахлорсилану.

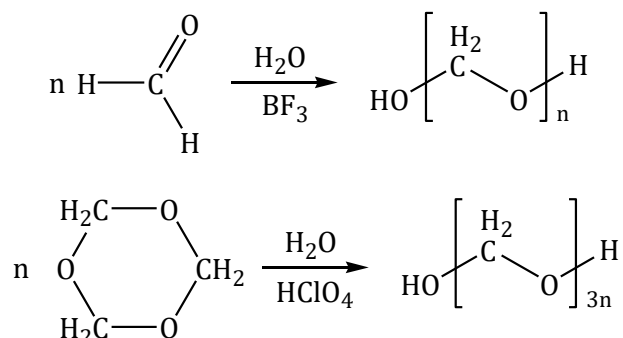
Полісилоксани бувають рідкими, воскоподібними та еластичними. Їх застосовують для захисту різноманітних поверхонь, у першу чергу тих, що потребують гідрофобності та хімічної інертності. Крім того, сполуки такого типу використовують у виробництві пластиків, що витримують дію високих температур без деструкції. Рідкі полісилоксани застосовують як теплоносії. Із силоксанових смол за допомогою спінюючих агентів одержують легкі пінопласти. Ці матеріали використовують у авіації та ракетобудуванні. Силоксанові полімери застосовують у вигляді еластомерів, які попередньо вулканізують за допомогою пероксидних ініціаторів. Кремнезем у дрібнодисперсному стані, а також TiO_2 використовують як наповнювачі для зміцнення силоксанових каучуків. Гуми на їх основі зберігають еластичність у широкому інтервалі температур: від -90 до $+300^\circ C$.

РОЗДІЛ 3

ГЕТЕРОЛАНЦЮГОВІ ПОЛІМЕРИ

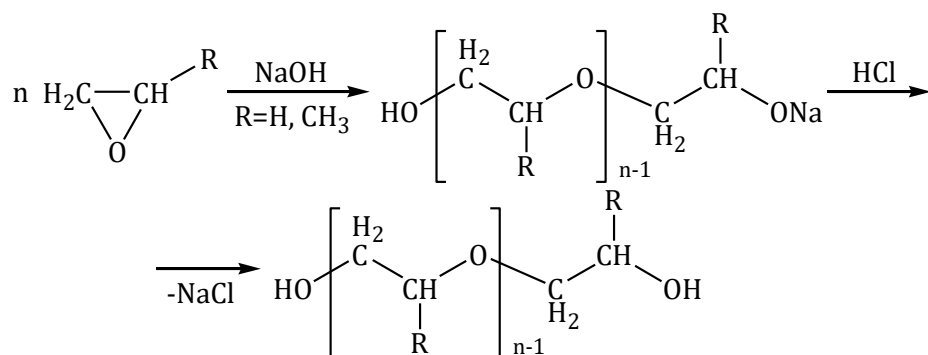
3.1. ПОЛІЕТЕРИ

Поліформальдегід (укр.) може бути одержаний катіонною полімеризацією формальдегіду (або триоксану) чи аніонною полімеризацією формальдегіду у присутності амінів:



Полімер схильний до ланцюгової деполімеризації, для захисту від якої його зазвичай стабілізують естерифікацією кінцевих гідроксильних груп ацетатним ангідридом. Промислово одержуваний поліформальдегід – волокнистий полімер з 50–80%-вим ступенем кристалічності. Температура його плавлення складає близько 175–180°C. Висока міцність та жорсткість цього полімеру, низький коефіцієнт тертя забезпечують його використання в якості інженерного пластику.

Поліетиленгліколі, поліпропіленгліколі (укр.). Оксиди етилену та пропілену можуть полімеризуватися за аніонним або катіонним механізмами. Як ініціатори аніонної полімеризації, застосовують алкогольати чи гідроксиди металів:

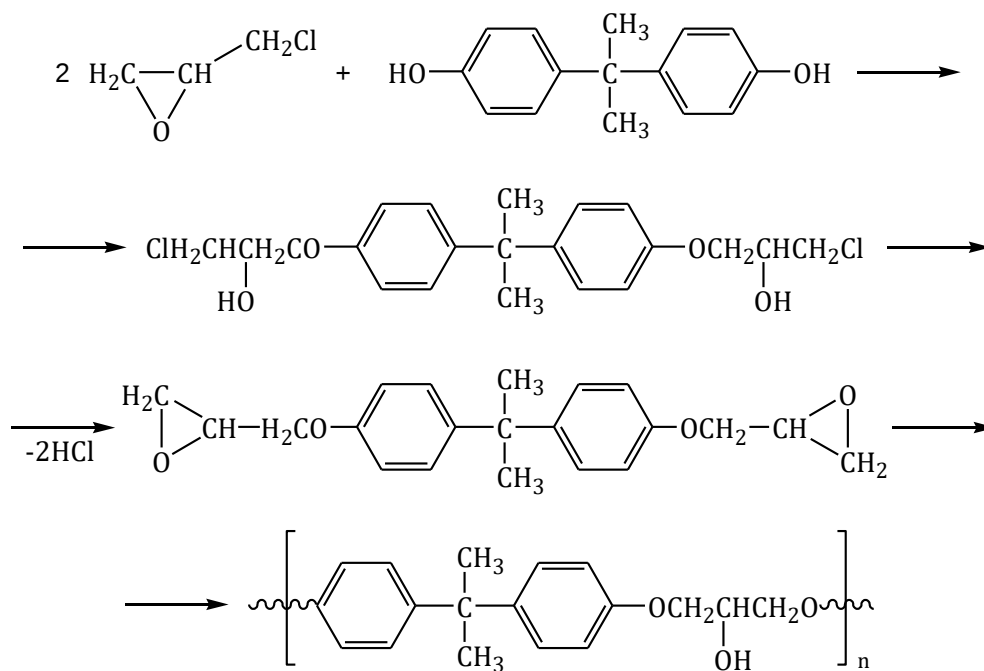


Поліетиленгліколі (ПЕГ) – воскоподібні матеріали, консистенція яких залежить від молекулярної маси: у продажу відомі під назвою «карбовакси». ПЕГ добре розчинні у воді та у багатьох органічних розчинниках, їх застосовують у

фармацевтичних та косметичних виробках, в якості нерухомої фази газорідинної хроматографії, у синтезі поліуретанових каучуків.

Поліпропіленгліколі (ППГ) – високов'язкі рідини, їх застосовують як діоли при одержанні поліуретанових полімерів та як змащувальні матеріали. Блок-співполімери оксидів етилену та пропілену, а також продукти їх хімічної модифікації знаходять широке використання в якості поверхнево-активних речовин.

Епоксидні смоли (укр.) являють собою олігомери або полімери, що містять у молекулі епоксидні групи. Вихідними речовинами є епіхлоргідрин та сполуки, що містять як мінімум дві функціональні групи з рухомим атомом Гідрогену (спирти, феноли, аміни). Один з епоксидних полімерів одержують з епіхлоргідрину та дифенілолпропану (бісфенолу А, діану). Реакцію проводять у надлишку епіхлоргідрину:

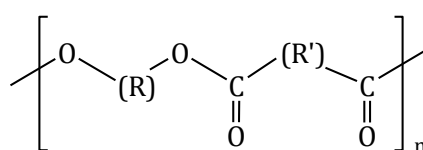


Одержані в результаті подібних реакцій епоксидні смоли являють собою високов'язкі рідини або тверді тіла з високими температурами плавлення. В процесі використання епоксидні смоли отверджують добавками поліамінів, полісульфідів, поліамідів, ізоціанатів, ангідридів дикарбонових кислот та інших речовин, здатних реагувати із вторинними гідроксильними та епоксигрупами. Епоксидні смоли знаходять різнобічне застосування завдяки своїй

технологічності, хімічній стійкості та хорошій адгезії до різних матеріалів. Вони використовуються як складові частини клеїв, компаундів, призначених для лиття та просочування, а також фарб, покриттів для металу та дерева. Близько чверті одержуваних смол застосовуються як в'язучі у виробництві високоміцних композиційних матеріалів на основі різних високоміцних волокон.

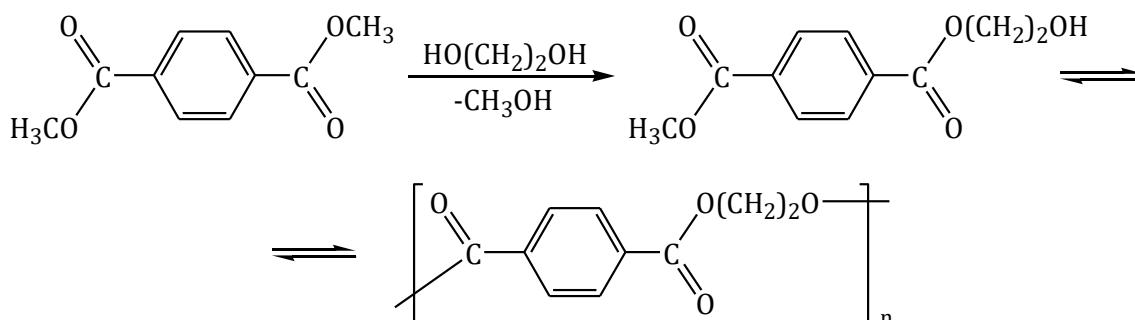
3.2. ПОЛІЕСТЕРИ

До поліестерів (складних поліефірів) відносять полімери, які мають естерний зв'язок у основному ланцюзі:



Одним із способів їх одержання є поліконденсація аліфатичних дикарбонових кислот з діолами. Аліфатичні поліестери (R,R' – аліфатичні радикали) не мають важливого промислового значення через низькі температури плавлення; застосування ж знаходять переважно олігомерні поліестери, як відповідні напівпродукти. Проблему низької температури плавлення було розв'язано шляхом введення ароматичних кілець у ланцюг поліестеру.

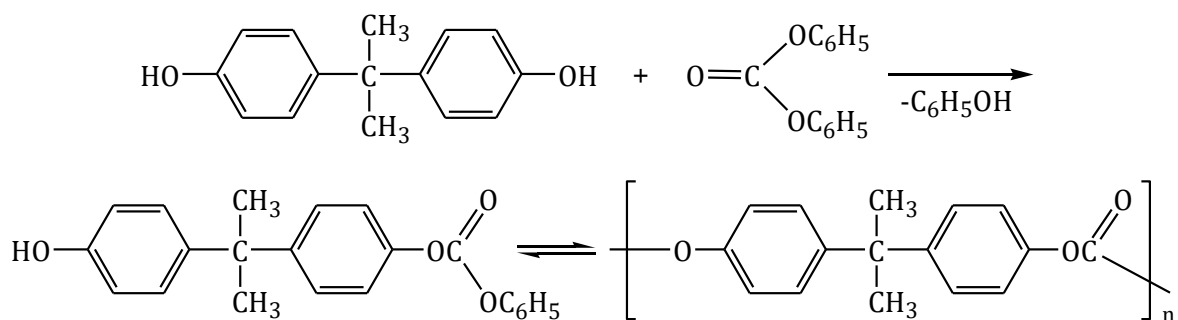
Поліетилентерефталат (укр.) – один з найбільш розповсюджених поліестерів, відомий у нас під торговельною маркою «лавсан». Вихідним матеріалом для виробництва поліетиленглікольтерефталату (ПЕТФ) слугують етиленгліколь та терефталева кислота. Однак у виробництві замість терефталевої кислоти застосовують її диметилловий естер. Синтез здійснюють конденсацією диметилтерефталату з етиленгліколем у розплаві:



Першу стадію реакції (переестерифікацію) проводять при температурі кипіння етиленгліколю та невеликому вакуумі, коли регенерується метанол. Другу стадію (поліпереестерифікацію) проводять за підвищених температур ($200-250^{\circ}\text{C}$) та глибокому вакуумі таким чином, щоб відбувалося ефективне видалення етиленгліколю та рівновага реакції зсувалася у прямому напрямі. Висока міцність, зносостійкість, відносна хімічна інертність, а також діелектричні властивості визначають галузі застосування ПЕТФ: волокна (тканини, канати, корд), плівки (конденсаторні, основа магнітних стрічок), деталі машин, хімічне обладнання, пакувальний матеріал у харчовій промисловості (бутилі, контейнери).

Практичне значення мають поліестери на основі фталевого ангідриду та гліцерину (гліфталі), фталевого ангідриду та пентаеритриту (пентафталі). Низькомолекулярні продукти конденсації є плавкими та розчинними. При глибокому проведенні процесу утворюються прозорі безбарвні склоподібні речовини, що застосовуються для одержання покриттів. При проведенні переестерифікації низькомолекулярних продуктів з ненасиченими вищими жирними кислотами або оліями одержують основу для лаків та фарб.

Полікарбонати (укр.) – поліестери фенолів та карбонатної кислоти. Їх одержують конденсацією бісфенолів з дифенілкарбонатом або міжфазною поліконденсацією бісфенолів із фосгеном у середовищі піридину. Зокрема, при взаємодії бісфенолу А з дифенілкарбонатом у присутності алкохолатів лужних металів утворюється полікарбонат:

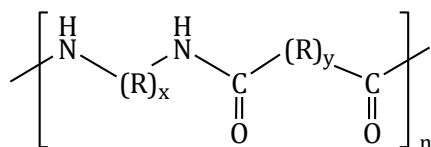


Одержання полікарбонатів здійснюють у дві стадії. На першій стадії при низькому вакуумі та 200°C одержують олігомери, на другій стадії температуру

підвищують до 300°C та максимально збільшують розрідження, в результаті чого утворюється твердий полімер. Полікарбонати плавляться при температурах $255\text{--}265^{\circ}\text{C}$ та мають дуже високу ударну міцність. Вони стійкі по відношенню до води та багатьох органічних розчинників, хоча й повільно гідролізуються під дією основ. Полімер являє собою прозорий пластик, тому з нього виготовляють захисні окуляри та екрани, деталі телефонів, окремі частини машин та механізмів тощо.

3.3. ПОЛІАМІДИ ТА ПОЛІУРЕТАНИ

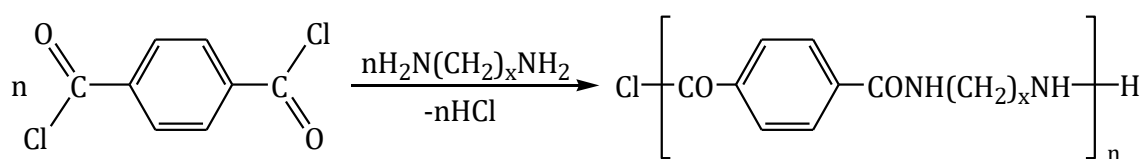
Поліаміди (укр.) – полімери, що містять в основному ланцюзі місткові амідні групи та мають наведену нижче загальну формулу ($R = \text{CH}_2$ або Ar):



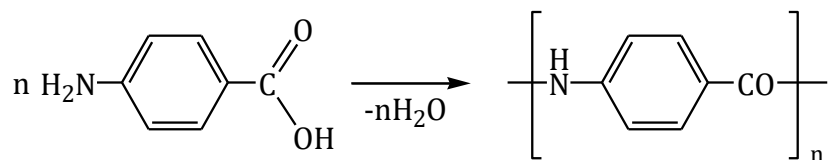
Поліаміди одержують поліконденсацією дикарбонових кислот та діамінів у розплаві або міжфазною поліконденсацією дихлорангідридів з діамінами. Аліфатичні поліаміди мають загальну торговельну назву «нейлони», які відрізняються за цифровими індексами. Ці значення відповідають числу карбонових атомів у молекулах вихідних мономерів. Зокрема, нейлони, що одержують з дикарбонових кислот та діамінів, позначають двома цифрами, перша з яких відповідає числу карбонових атомів у діаміні, а друга – у дикарбоновій кислоті. Наприклад, поліамід, одержаний взаємодією гексаметилендіаміну та адипінової кислоти, називають *нейлоном-6,6*. Найбільш важливими промисловими нейлонами є поліамід-6,6 та поліамід-6,10. Нейлони, одержувані в результаті гомополіконденсації амінокислот, або в результаті полімеризації лактамів з розкриттям циклу, позначають однією цифрою. Наприклад, *нейлон-6* (капрон) одержують полімеризацією капролактаму, *нейлон-7* (енант) – поліконденсацією аміноенантової кислоти.

Нейлон-6,6 застосовують як пластик або у вигляді волокна. Він має високу розривну міцність, зносостійкість та ударну в'язкість (до 150°C). Цей поліамід є стійким до дії багатьох розчинників. Однак, форміатна кислота, а також крезол

та феноли розчиняють цей полімер. Велика кількість *нейлону-6,6* йде на виготовлення моноволокна та канатів. Значна частина виробленого поліаміду витрачається на текстильне волокно для одягу, технічних тканин, корду, риболовних сіток та ін. *Нейлон-6,6* як жорсткий пластик слугує заміником металів при виготовленні шестерень та інших деталей машин і механізмів. *Нейлон-6,10* у меншій мірі застосовують як текстильне волокно, але в більшій кількості – для різноманітних щіток, пензлів, тенісних ракеток, меблевої оббивки та ін. *Нейлон-11*, який синтезують в результаті гомополіконденсації ω -аміноундеканової кислоти, йде переважно на текстильне волокно. Цей поліамід у меншій мірі, ніж інші нейлони, піддається впливу води. Аліфатичні нейлони мають температуру плавлення $220\text{--}300^\circ\text{C}$. Високоміцні волокна одержують з політерефталамідів. Ці поліаміди синтезують міжфазною конденсацією дихлорангідриду терефталевої кислоти з аліфатичними діамінами. Температура їх плавлення лежить в інтервалі $435\text{--}450^\circ\text{C}$:

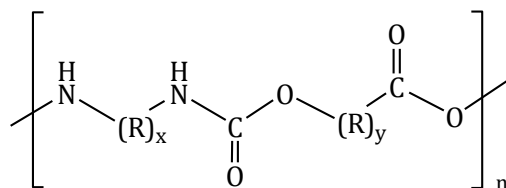


Цілком ароматичні поліаміди (або *араміди*), які одержують гомополіконденсацією ароматичних амінокислот або поліконденсацією хлорангідридів ароматичних дикарбонових кислот з ароматичними діамінами, останнім часом стали у ряд промислово значимих полімерів.

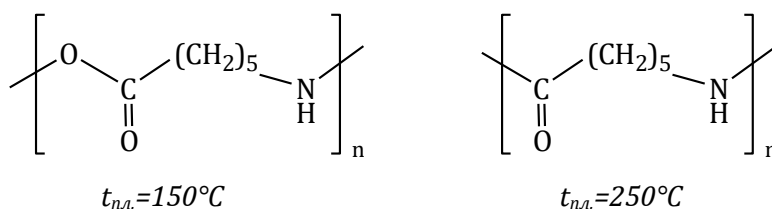


Їх синтез здійснюють у розплаві, розчині або на межі поділу фаз. Ароматичні поліаміди мають достатньо високі температури плавлення ($>500^\circ\text{C}$). Волокно з ароматичних поліамідів вирізняється високими модулями пружності та застосовується для армування міцних до удару пластиків. До цього класу волокон відноситься *кевлар* (матеріал для виготовлення легкого куленепробивного одягу), що являє собою полі-*пара*-фенілентерефталамід.

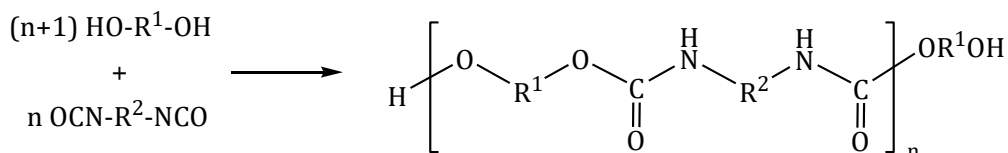
Поліуретани (укр.) – це полімери, що містять уретанову групу в основному ланцюзі та мають загальну формулу:



Їх структура нагадує структуру поліамідів. Обидва класи полімерів містять групи $-\text{CONH}-$, однак у поліуретанах основна складова ланка містить фрагмент $-\text{NHCOO}-$. Присутність додаткового атома Оксигену у основному ланцюзі збільшує його гнучкість, що призводить до більш низьких температур плавлення поліуретанів порівняно з відповідними поліамідами:

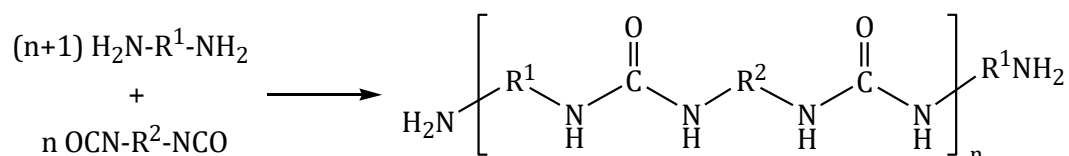


Промислове одержання поліуретанів базується на реакціях приєднання діізоціанатів до ді- або триолів:



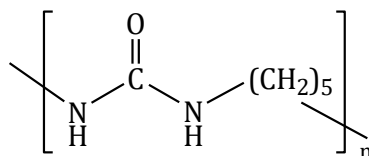
Поліуретани застосовують для виготовлення пінопластів (пінополіуретанів), покриттів, адгезивів та еластомерів.

Полісечовини (укр.) – це поліаміди карбонатної кислоти, що містять повторювану групу $-\text{NHCONH}-$. Їх одержують взаємодією діамінів з діізоціанатами:



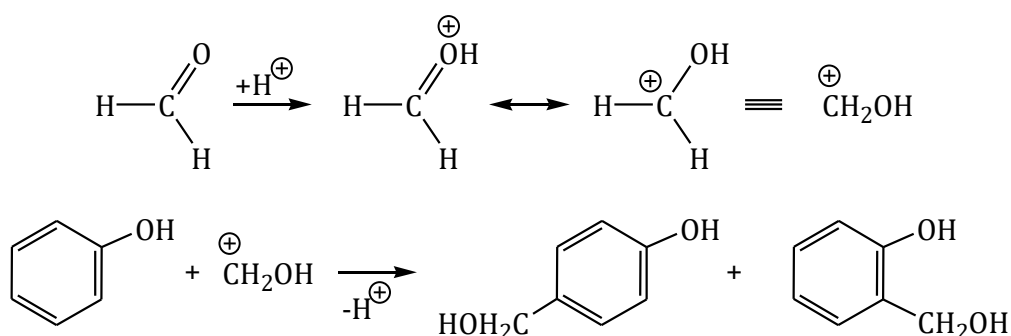
У полісечовин більш високі температури плавлення, ніж у відповідних поліуретанів або поліамідів, однак близькість температур плавлення та розкладання в значній мірі ускладнюють їх переробку.

Зокрема, наступний полімер має температуру плавлення 270°C та застосовується для виготовлення волокон, плівок та клеїв:

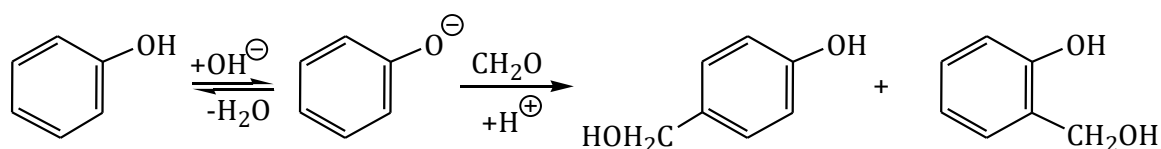


3.4. АМІНО- ТА ФЕНОПЛАСТИ

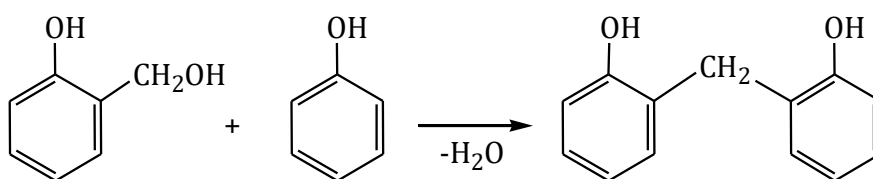
Феноло-формальдегідні сміли (укр.) одержують поліконденсацією фенолу з формальдегідом. Реакцію каталізують кислоти або основи. У випадку кислотного каталізу механізм реакції можна представити наступною схемою:



Реакція, що каталізується основами, перебігає наступним чином:

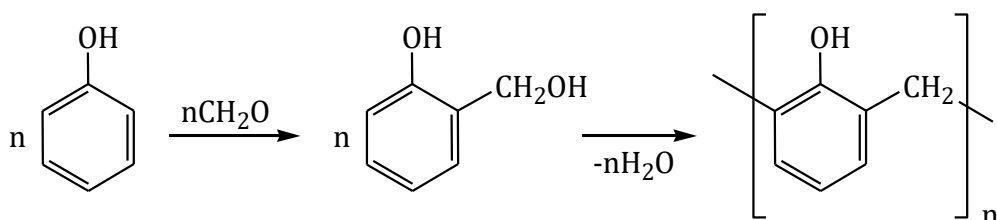


У всіх випадках на першій стадії утворюється суміш *орто*- та *пара*-метилолфенолів. Оскільки найкращі властивості проявляють смоли на основі *орто*-похідних фенолу, то при синтезі додають так звані *орто*-орієнтанти – солі деяких металів (наприклад, ZnCl_2). Далі відбувається конденсація метилолфенолів між собою або метилолфенолів із фенолом з утворенням метиленових похідних:



У присутності надлишку формальдегіду реакція може перебігати таким чином, що утворюються просторово зшиті тривимірні макромолекули.

Реально процес проводять до малих глибин перетворення, коли утворюються лише лінійні молекули. Це досягається двома способами. У першому варіанті (кислотний каталіз) в реакцію з фенолом формальдегід вводять у кількості, яка є меншою за стехіометричну. Тоді, через брак формальдегіду, утворюються лише лінійні молекули:

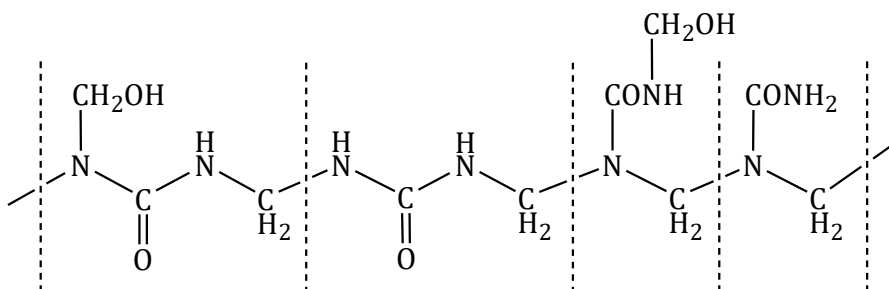


Одержувані при цьому тверді світло-жовті смоли плавляться при температурі близько 100°C ; вони розчинні у спирті та спиртово-бензеновій суміші. Цей тип феноло-формальдегідних смол називають «*новолаком*». Подальше зшивання здійснюють шляхом додавання надлишку формальдегіду при нагріванні (технологічно більш зручним є тверднення за допомогою гексаметилентетраміну).

За другим способом (основний каталіз) у реакцію з фенолом вводять значно більшу кількість формальдегіду; процес здійснюють у присутності основних каталізаторів в умовах жорсткого контролю за глибиною перетворення, допускаючи формування лише лінійних продуктів. Одержаний у цьому випадку напівпродукт містить метиольні групи у *орто*- та *пара*-положеннях, а це означає, що під час зберігання повільна реакція продовжується, приводячи до зшивання продукту. Цей тип смол, що одержав назву «*резолів*», має обмежений час зберігання. Резоли перетворюють на кінцевий продукт «*резит*» простим їх нагріванням.

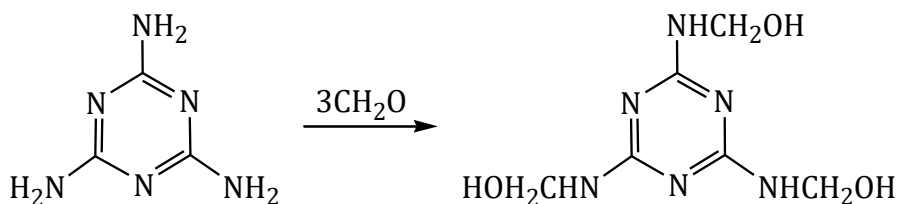
Новолачні смоли зазвичай змішують з порошкоподібними наповнювачами (типу азбесту, слюди, коксу, графіту, каоліну або ошурок), додають отверджувач та переробляють пресуванням під тиском у електроізоляційні вироби. Резоли застосовують для виготовлення полімерних композитів. Папір, деревинний шпон, різноманітні тканини, у тому числі й азбестові та склотканини, просочують резолами, потім багат шаровий виріб із просоченого матеріалу

Сечовино-формальдегідні смоли (укр.) одержують конденсацією сечовини та формальдегіду у водному середовищі. Результатом реакції є складна суміш низькомолекулярних та високомолекулярних сполук різної будови. Методом ядерного магнітного резонансу (ЯМР) у реакційній суміші спостерігається більше двох десятків сигналів низькомолекулярних сполук та різноманітних фрагментів олігомерних ланцюгів. На першій стадії процесу в залежності від *pH*, температури та співвідношення вихідних реагентів одержують водорозчинні, кристалічні, аморфні або смолисті продукти, що являють собою суміш поліметилол- та поліметиленкарбамідів лінійної, циклолінійної та просторової будови. В залежності від умов реакції переважає той чи інший тип сполук. Встановлено, що найбільш ефективними є лінійні смоли. Оптимальними умовами їх одержання є нагрівання сечовини з формальдегідом у співвідношенні (~1:1,3) у нейтральному або слабнокислому середовищі (*pH* 5–7), причому вихідний показник *pH* повинен бути слабколужним. Це є необхідною умовою для утворення моно-, ди- та у деякій мірі й триметилолсечовин, конденсація яких призводить до утворення прозорого водорозчинного олігомеру, будову якого частково можна уявити у вигляді набору наступних структурних фрагментів:

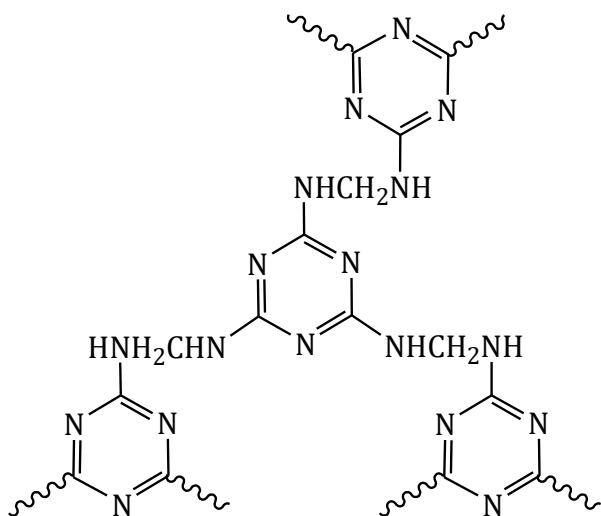


При зневодненні одержуваного сиропу олігомер зшивається, переходячи у неплавкий склоподібний стан. Каталізаторами зшивання є органічні та мінеральні кислоти (оксалатна, хлоридна, фосфатна та ін.), а також їх солі (зокрема, NH_4Cl та $ZnCl_2$).

Меламіно-формальдегідні смоли (укр.). Меламін та формальдегід реагують з утворенням метилових похідних меламіну:



Їх конденсація зі значними кількостями меламіну приводить до одержання полімеру, який при подальшій конденсації з надлишком формальдегіду утворює тривимірну сітку:

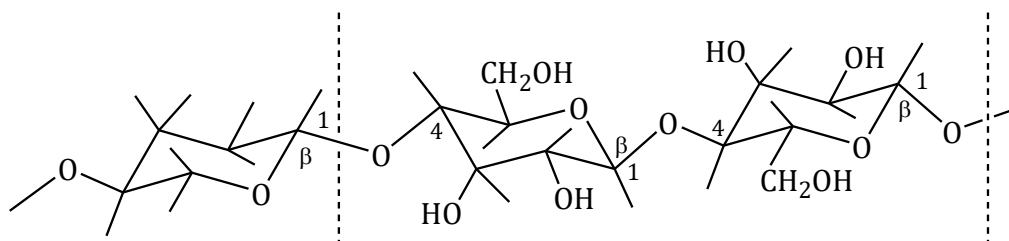


Незшиті сечовино-формальдегідні та меламіно-формальдегідні смоли застосовують у виробництві пресувальних матеріалів, які носять загальну назву *амінопластів*. Їх водні розчини використовуються як речовини для проклеювання та апретування тканин. Їх також застосовують для склеювання фанери,

а основна маса сечовино-формальдегідних смол йде на виробництво деревно-стружкових плит (ДСП). Меламінові смоли використовують у виробництві декоративних шаруватих пластиків, а також для одержання лаків та фарб. У порівнянні з фенольними смолами, амінні смоли, як правило, є безбарвними, і тому з них виготовляють предмети переважно світлих та ненасичених тонів. Міцність при розтягуванні та жорсткість у останніх є також вищою, ніж у фенольних смол. Однак термо- та вологостійкість амінних смол помітно поступаються аналогічним властивостям цих матеріалів.

3.5. ЦЕЛЮЛОЗА ТА ЇЇ ПОХІДНІ

Целю́лоза (укр.) – природний, лінійний, стереорегулярний полісахарид, утворений послідовністю 1,5-ангідроглюкопіранозних ланок, сполучених між собою 1,4- β -D-глікозидним зв'язком:



Целюлоза – розповсюджений природний полімер, основна частина клітинних стінок рослин. Найбільший її вміст у волокнах насіння бавовни (97–98%), у деревині (40–50%), у стеблах рослин, наприклад кукурудзи, злакових, очерету (30–40%). Целюлоза має високий ступінь кристалічності, що обумовлений значною стереорегулярністю та участю гідроксильних груп у водневому зв'язуванні.

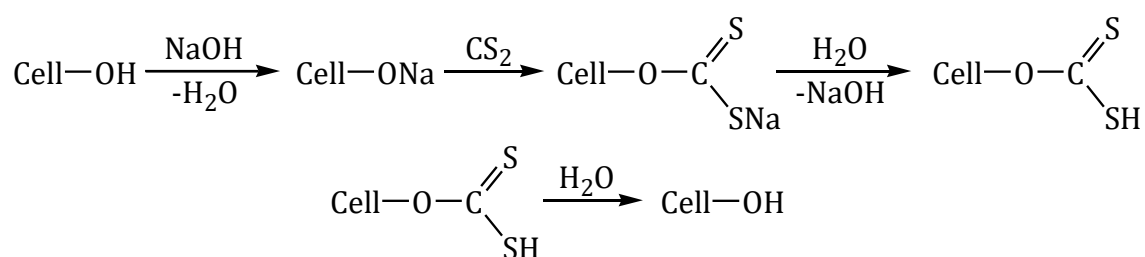
Виділення целюлози з природних матеріалів базується на дії реагентів, що руйнують або розчиняють інші компоненти. Сировину варять у лужних розчинах або витримують у вигляді листів у 20–50%-вому розчині лугу при 20°C, одержуючи в результаті так звану лужну целюлозу (алкаліцелюлозу). Її утворення супроводжується зміною ступеня кристалічності та підвищенням реакційної здатності. Крім того, одержують ще сульфітну целюлозу обробкою при 135–150°C щепи хвойних порід водним розчином, що містить 3–6% вільного SO_2 та ~2% його у вигляді бісульфітів кальцію, магнію, натрію або амонію.

Целюлоза є нерозчинною у більшості розчинників, хоча у деяких з них, наприклад у воді, вона здатна до набрякання. Вивчення цих процесів показує, що вони перебігають лише для аморфних областей полімеру. Як уже відмічалось раніше, значне набрякання відбувається у лужних розчинах; при цьому спостерігається розчинення низькомолекулярних фракцій целюлози зі ступенем полімеризації ~200–250. Підвищити розчинність можна додаванням сечовини, тіосечовини, натрій цинкату. Розчинниками для целюлози є водні, переважно

лужні розчини комплексних сполук гідроксидів полівалентних металів (купруму, цинку, кобальту, ніколу) з аміаком або амінами. Найбільшу зацікавленість являють *кадоксен* – $[\text{Cd}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_3](\text{OH})_2$ та комплекс феруму(III) з натрій тартратом – $\text{Na}_6[\text{Fe}(\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_6)_3]$. Можливим також є розчинення у 85–90%-вій фосфатній кислоті, однак при цьому перебігає повільний гідроліз. У промисловості целюлозу розчиняють та переосаджують у чистому вигляді, одержуючи продукт під назвою «регенерована целюлоза».

Бавовна містить максимальний відсоток целюлози і лише невелику кількість інших речовин, наприклад, пектину, протобілків. Текстильні вироби з бавовни перуться набагато краще, ніж виготовлені з більшості інших синтетичних волокон, які у вологому стані втрачають свою механічну міцність; бавовняне волокно, навпаки, у вологому стані має міцність на 25% вищу, ніж у сухому. Інша перевага бавовняних тканин полягає у тому, що вони можуть багаторазово зминатися без втрати міцності. Порівняно з шовком та шерстю, бавовна має більшу теплопровідність та високу здатність до поглинання вологи. Ці особливості роблять її ідеальним матеріалом для виготовлення одягу.

Віскóза (укр.) являє собою регенеровану целюлозу. У текстильному виробництві на першому етапі одержують лужну целюлозу, яку далі обробляють надлишком карбон дисульфїду та отримують ксантогенат. Схематично позначивши целюлозу як Cell–OH, можна записати наступні рівняння реакцій:



Ксантогенат целюлози розчиняють у розбавленому розчині їдкого натру. Одержаний таким чином розчин у виробництві називають розчином віскози. Якщо його інjektувати у вигляді тонкого струменя у ванну із сульфатною кислотою та сульфатами, то через нестабільність ксантогенату целюлоза регенерується у формі блискучого моноволокна.

Целофан (укр.) – це прозора плівка, яку одержують із регенованої целюлози аналогічно із віскозним волокном. Розчин віскози піддають екструзії через вузьку щілину у ванну із сульфатною кислотою та амоній або натрій сульфатами. Утворювану плівку пропускають також через ванну з гліцерином, де абсорбується деяка його кількість, що слугує пластифікатором целофану. Після висушування одержують готову до вжитку целофанову плівку, що широко застосовується у повсякденному житті як пакувальний матеріал.

Нітроцелюлоза (укр.) – це естер целюлози та нітратної кислоти. Нітрування целюлози проводять сумішшю концентрованої нітратної та сульфатної кислот, що містять невелику кількість води. Для запобігання деструкції, нітрування здійснюють при температурах $\sim 20^{\circ}\text{C}$. Зазвичай реакція завершується за 45 хв, після чого реакційну суміш центрифугують для видалення продукту, потім його промивають водою, стабілізують добавкою розбавленого лугу та відбілюють. Залишкові сліди води видаляють промиванням у спирті. В залежності від ступеня нітрування, нітрати целюлози знаходять різноманітне застосування. Зокрема, нітроцелюлозу із вмістом Нітрогену 12,3–13,5% (піроксилін) використовують як вибухову речовину, при вмісті Нітрогену 10,7–12,3% (колоксилін) – як целулоїдний пластик, низько заміщену целюлозу (10,0–10,5% Нітрогену) – як нітролаки.

У промисловості нітроцелюлоза застосовується у пластифікованому вигляді. Пластифікований камфорою колоксилін (целулоїд) має високу ударну міцність та є одним з найбільш дешевих пластиків. Раніше його використовували при виробництві декоративних виробів литтям, зокрема авторучок, оправ для окулярів тощо. Однак целулоїд поступово втрачає своє значення, оскільки він є горючим та нестійким на світлі (вироби з нього із часом жовтіють та втрачають прозорість). Нітрати целюлози, пластифіковані дибутилфталатом, трикрезилфосфатом та іншими пластифікаторами, знаходять широке практичне застосування у виробництві лаків та емалей. При цьому головний недолік нітратів целюлози, як уже відмічалось раніше, полягає передусім у їх легкій займистості.

Ацетати целюлози (укр.). Наступним важливим пластиком, одержуваним з целюлози, є її ацетати, що утворюються при взаємодії з ацетатним ангідридом у присутності сульфатної кислоти або її суміші із хлорною кислотою. Продукт вичерпного ацетилювання целюлози, у якому всі три гідроксильні групи глікозидного залишку є ацетильованими, одержав назву «*триацетату целюлози*» або «*первинного ацетату целюлози*». Цей полімер застосовують при виробництві волокна. Частковим омиленням первинного ацетату целюлози одержують частково омилений триацетат із вмістом ацетатних груп 59–61% та діацетат із їх загальним вмістом 50–56%. На основі діацетату целюлози виготовляють плівки, етроли для одержання деталей пресуванням, литтям під тиском та екструзією. З триацетату та частково омиленого триацетату із вмістом ацетатних груп 61%, отримують безпечну негорючу плівку.

Змішаний ацетобутират целюлози – ще один її важливий продукт, що утворюється при естерифікації целюлози сумішшю ацетатного та бутиратного ангідридів. Естерифікацію проводять таким чином, щоб кінцевий продукт містив 10–15% ацетатних груп та 35–40% бутиратних груп. Змішаний ацетобутират целюлози має більш високу ударну міцність, більшу стабільність, відмінну сумісність з пластифікаторами та набагато менше адсорбує вологу порівняно з ацетатом целюлози. Застосовується для тих самих цілей, що й діацетат. З інших аналогічних сполук целюлози слід відмітити її пропіонат, одержуваний при естерифікації пропіоновим ангідридом, а також змішаний ацетопропіонат целюлози. Ці полімери широко застосовуються для одержання етролів та водостійких лаків.

Етилцелюлоза, метилцелюлоза (укр.) – це етери целюлози, які одержують при обробці лужної целюлози хлорметаном або хлоретаном. Можливим також є застосування диметил- та діетилсульфатів. Етилцелюлоза добре пластифікується, утворює міцні еластичні плівки, за діелектричними властивостями перевершує інші етери целюлози, є стійкою до дії кислот та лугів. В залежності від ступеня етилювання, випускається кілька марок етилцелюлози, що знаходять застосування у виробництві конденсаторів,

ізоляції кабелів та провідників, для одержання лаків з хорошою адгезією, еластичністю та стійкістю до дії морської води. Метилцелюлоза використовується для виготовлення клейових композицій, латексних фарб та ін. Вона має добре виражені поверхнево-активні властивості, завдяки чому її розчини дають сильне піноутворення.

Карбоксиметилцелюлоза (укр.) утворюється у вигляді натрієвої солі при обробці лужної целюлози монохлорацетатною кислотою. Карбоксиметилцелюлоза (КМЦ) застосовується як загусник для друкарських фарб, у текстильному виробництві, косметичі, кондитерських виробках, в якості клею, як стабілізуючий колоїд при суспензійній та емульсійній полімеризації, для стабілізації бурових розчинів на основі високо мінералізованих глинистих суспензій.

3.6. ПЛАСТИЧНІ МАСИ НА ОСНОВІ БІЛКОВИХ РЕЧОВИН

Одним з найбільш поширених білкових пластиків є *галаліт*. Його добувають з казеїну – головного білкового компоненту молока. **Казеїн** (укр.) – це фосфопротеїд, що має вигляд аморфного порошку з густиною $1,259 \text{ г/см}^3$ та виявляє амфотерні властивості. Молекулярна маса казеїну коливається у межах від 30 до 400 тис. Казеїн добувають осадженням у кислому середовищі під дією високої температури та сичужного ферменту. Утворення згустку казеїну при скипанні молока іноді розглядають як перетворення так званого казеїногену на казеїн або казеїну на *пара*-казеїн. Механізм цих перетворень на сьогоднішній день залишається ще недостатньо вивченим.

Хімічно чистий казеїн набрякає у воді; з бурію, содою, їдким натром він утворює в'язкі водні розчини, що відзначаються великою клейкістю. На в'язкість та клейкість розчинів впливають характер і кількість лугу та солі. Кращими клеючими розчинами казеїну є його водні розчини з їдким натром, аміаком та сумішшю бури з кальцинованою содою; гіршими – розчини з бурію та кальцинованою содою. Високоякісний технічний казеїн має низьку кислотність, незначний вміст жиру і кухонної солі. Ізoeлектрична точка (ІЕТ) казеїну лежить у межах pH 4,6–4,7. Казеїн містить близько 1% Фосфору, що входить до складу

фосфатної кислоти, яка, у свою чергу, естерифікує оксигрупи амінокислот казеїну. Казеїн можна поділити на фракції, які називають α -, β - та γ -казеїнами. Ці фракції відрізняються одна від одної за амінокислотним складом та рухливістю при електрофорезі. До складу казеїну з коров'ячого молока входить 75% α -казеїну, 22% β -казеїну та 3% γ -казеїну.

Казеїн використовують при приготуванні апретур для обробки шкіри та для казеїнових покривних фарб. Його також застосовують як сировину для штучного волокна та для виготовлення пластмасових виробів. В останньому випадку казеїн змішують з водою, пластифікаторами та барвниками. Після набухання кольорову масу казеїну піддають пластифікації та формуванню при нагріванні до 50–100°C. Сформовані деталі (стрічки, труби, стрижні) піддають твердненню 4–5%-вим водним розчином формальдегіду за кімнатної температури. Казеїн при цьому стає пружним та рогоподібним – це і є *галаліт*.

Галаліт (укр.) є стійким до дії мікроорганізмів, органічних розчинників, мінеральних олій та жирів, але малостійкий до води (набрякає). При нагріванні до 80–100°C він розм'якшується, а при температурі 200°C руйнується. З галаліту виготовляють гудзики, мундштуки, пряжки, гребінці, ручки, канцелярське приладдя та ін.

ДОДАТКИ

ENGLISH ALPHABET

A a
D d
G g
J j
M m
P p
S s
V v
Y y

B b
E e
H h
K k
N n
Q q
T t
W w
Z z

C c
F f
I i
L l
O o
R r
U u
X x

УКРАЇНСЬКИЙ АЛФАВІТ

А а
Г г
Е е
З з
І і
Л л
О о
С с
Ф ф
Ч ч
Ь ь

Б б
Г г
Є є
И и
Й й
М м
П п
Т т
Х х
Ш ш
Ю ю

В в
Д д
Ж ж
І і
К к
Н н
Р р
У у
Ц ц
Щ щ
Я я

A

- Addition polymerization (eng.)** // полімеризація (укр.).
Adhesive bonding (eng.) // склеювання полімерних матеріалів (укр.).
Aging (eng.) // старіння полімерів (укр.).
Anti-ager(s) [eng.] // протистарітелі (укр.).
Antifatigue(s) [eng.] // протистомлювачі (укр.).

B

- Bead-spring model (eng.)** // модель наміста (укр.).
Biradical(s) [eng.] // бірадикали (укр.).
Blowing agent(s) [eng.] // пороутворювачі (укр.).
Branched polymer(s) [eng.] // розгалужені полімери (укр.).
Brittle point (eng.) // температура крихкості (укр.).
Brittleness (eng.) // крихкість (укр.).

C

- Centrifugal casting (eng.)** // відцентрове формування (лиття) (укр.).
Chain growth (eng.) // ріст ланцюга (укр.).
Chain-packet (eng.) // пачки (укр.).
Chain transfer (eng.) // передача ланцюга (укр.).
Chemical flow (eng.) // хімічний плін (укр.).
Chemical modification (eng.) // хімічна модифікація (укр.).
Chain termination (eng.) // обрив ланцюга (укр.).
Chemiluminescence (eng.) // хемілюмінесценція (укр.).
Chemomechanics (eng.) // хемомеханіка (укр.).
Chiral molecule (eng.) // хіральна молекула (укр.).
Chromatography (eng.) // хроматографія полімерів (укр.).
Chromophoric group(s) [eng.] // хромофорні групи (укр.).
Compatibility (eng.) // сумісність (укр.).
Compliance (eng.) // податливість (укр.).

Configuration (eng.) // конфігурація (укр.).

Conformation (eng.) // конформація (укр.).

Contracted random (eng.) // згорнутий статистичний клубок (укр.).

Copolycondensation (eng.) // співполіконденсація (укр.).

Copolymer(s) [eng.] // співполімери (укр.).

Copolymerization (eng.) // співполімеризація (укр.).

Core-shell polymer(s) [eng.] // полімери типу «ядро-оболонка» (укр.).

Curing (eng.) // твердження (укр.).

Curing agent(s) [eng.] // отверджувачі (укр.).

Cyclopolymerization (eng.) // циклополімеризація (укр.).

D

Degradation (during combustion) [eng.] // деструкція (при горінні) (укр.).

Degree of crystallinity (eng.) // ступінь кристалічності (укр.).

Dielectric strength (eng.) // електрична міцність (укр.).

Differential interference contrast microscopy (eng.) // диференційна інтерференційна контрастна мікроскопія (укр.).

Disclination(s) [eng.] // дисклінації (укр.).

Dispiration(s) [eng.] // диспірації (укр.).

Displacement of polymer(s) [eng.] // витіснення полімерів (укр.).

Distereo block polymer(s) [eng.] // дистереоблок полімери (укр.).

Domain (eng.) // домен (укр.).

Doped polymer (eng.) // легований полімер (укр.).

Doping-induced disorder (eng.) // порушення порядку, викликане легуванням (укр.).

Ductile fracture (eng.) // некрихке руйнування, пластичне руйнування полімерів (укр.).

E

Ebullioscopy (eng.) // ебуліоскопія (укр.).

Electrochemical polymerization (eng.) // електрохімічна полімеризація

(укр.).

Electron spin resonance (eng.) // *електронний парамагнітний резонанс*

(укр.).

Electrophoresis (eng.) // *електрофорез* (укр.).

Element-organic polymer(s) [eng.] // *елементоорганічні полімери* (укр.).

Emulsion polymerization (eng.) // *емульсійна полімеризація* (укр.).

Equimolar complex (eng.) // *еквімолярний комплекс* (укр.).

Exciplex (eng.) // *ексиплекс* (укр.).

Exciplex mechanism (eng.) // *механізм утворення ексиплексу* (укр.).

Eximer (eng.) // *ексимер* (укр.).

Extrusion (eng.) // *екструзія* (укр.).

F

Fatigue (eng.) // *вто́млення* (укр.).

Field flow fractionation (eng.) // *розділення у пото́ку під впли́вом по́ля*
(укр.).

Filling (eng.) // *напо́внення* (укр.).

Flory theta temperature (eng.) // *Флорі θ -температу́ра* (укр.).

Foam fractionation (eng.) // *«пінне» фракціонува́ння* (укр.).

Fourier spectroscopy (eng.) // *Фур'є спектроскопі́я* (укр.).

Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy (eng.) // *інфрачерво́на фотоакусти́чна спектроскопі́я Фур'є-перетво́рення* (укр.).

Fractionation (eng.) // *фракціонува́ння* (укр.).

Free-radical polymerization (eng.) // *радика́льна полімериза́ція* (укр.).

Freeze resistance (eng.) // *морозості́йкість* (укр.).

Friction (eng.) // *тертя* (укр.).

Frictional polymeric material(s) [eng.] // *фрикці́йні поліме́рні матеріа́ли*
(укр.).

Functional monomer(s) [eng.] // *функціо́нальні мономе́ри* (укр.).

G

Gel(s) [eng.] // *драглі́* (укр.).

Glass transition (eng.) // *склування полімерів (укр.)*.

Glassy state (eng.) // *склоподібний стан (укр.)*.

Graft-copolymer(s) [eng.] // *прищеплені співполімери (укр.)*.

H

Heat capacity (eng.) // *теплоємність (укр.)*.

Heat resistance (eng.) // *теплостійкість (укр.)*.

High temperature polycondensation (eng.) // *високотемпературна поліконденсація (укр.)*.

Honeycomb(s) [eng.] // *стільникові пласти (укр.)*.

Hybrid composite application (eng.) // *гібридний композиційний матеріал (укр.)*.

I

Impact strength (eng.) // *ударна в'язкість (укр.)*.

Inorganic polymer(s) [eng.] // *неорганічні полімери (укр.)*.

Interfacial polycondensation (eng.) // *міжфазна поліконденсація (укр.)*.

Isomerization (eng.) // *ізомеризація (укр.)*.

L

Ladder polymer(s) [eng.] // *сходові полімери, полімери зі здвоєним ланцюгом, полімери з регулярною лінійною сіткою (укр.)*.

Laminating (eng.) // *ламінування (укр.)*.

Ligand (eng.) // *ліганд (укр.)*.

Light resistance (eng.) // *світлостійкість полімерних матеріалів (укр.)*.

Light scattering (eng.) // *світлорозсіювання у полімерах (укр.)*.

Light stabilizer(s) [eng.] // *світлостабілізатори (укр.)*.

Linear polymer(s) [eng.] // *лінійні полімери (укр.)*.

Long-range segmental motion (eng.) // *сегментальний рух дальнього порядку (укр.)*.

M

Macroion(es) [eng.] // *макріони (укр.)*.

Macroradical(s) [eng.] // макрорадика́ли (укр.).

Mass polymerization (eng.) // полімериза́ція у ма́сі (бло́ці) [укр.].

Mass-spectroscopy (eng.) // ма́с-спектроскопі́я (укр.).

Matrix polyreaction (eng.) // ма́трична поліреа́кція (укр.).

Meander model (eng.) // меа́ндрова моде́ль (укр.).

Mechanical degradation (eng.) // меха́нічна дестру́кція (укр.).

Mechanical properties (eng.) // меха́нічні властíвості (укр.).

Melt polycondensation (eng.) // поліконденса́ція у рóзплаві (укр.).

Melt(s) [eng.] // рóзплави поліме́рів (укр.).

Method of «polymer solvent» (eng.) // ме́тод «поліме́рного розчи́нника» (укр.).

Microwave spectroscopy (eng.) // радіоспектроскопі́я поліме́рів (укр.).

Mixing (eng.) // змішування поліме́рних компози́цій (укр.).

Model(s) of a mechanical relaxation (eng.) // моде́лі меха́нічної релакса́ції (укр.).

Molecule composite (eng.) // молекуля́рний компози́т (укр.).

Monomer reactivity (eng.) // реакці́йна зда́тність мономе́рів (укр.).

N

Network polymer(s) [eng.] // триві́мірні поліме́ри, зшíті поліме́ри, сі́тчасті поліме́ри, просторо́ві поліме́ри (укр.).

Nonequilibrium age distribution(s) [eng.] // нерівнова́жні розпо́діли «за ві́ком» (укр.).

Nuclear magnetic resonance (NMR) [eng.] // яде́рний магні́тний резона́нс (ЯМР) [укр.].

O

Oligomerization (eng.) // олігомери́зація (укр.).

Oligomer(s) [eng.] // олігоме́ри (укр.).

Optical properties (eng.) // опти́чні властíвості (укр.).

Optically active polymer(s) [eng.] // опти́чно акті́вні поліме́ри (укр.).

Ordered nematic phase (eng.) // впорядко́вана нематі́чна фа́за (укр.).

Oriented state (eng.) // орієнтований стан (укр.).

Oxyluminescence (eng.) // оксилюмінесценція (укр.).

Р

Periodic cracking technique (eng.) // «техніка періодичного розтріскування» (укр.).

Phase transition(s) [eng.] // фазові перетворення (укр.).

Photochemistry (eng.) // фотохімія (укр.).

Photochromism (eng.) // фотохромізм (укр.).

Photodegradation (eng.) // фотодеструкція (укр.).

Photoelasticity (eng.) // фотопружність (укр.).

Photooxidative degradation (eng.) // фотоокиснювальна деструкція (укр.).

Photopolymerization (eng.) // фотополімеризація (укр.).

Photovoltaic effect (eng.) // фотогальванічний ефект (укр.).

Plasticizer(s) [eng.] // пластифікатори (укр.).

Plastic(s) [eng.] // пластичні маси (укр.).

Plastification (eng.) // пластифікація (укр.).

Plasto-elastic properties (eng.) // пластоеластичні властивості (укр.).

Polarizing film(s) [eng.] // поляризуючі плівки (укр.).

Polarography (eng.) // полярографія полімерів (укр.).

Polyaddition (eng.) // поліпрієднання (укр.).

Polycondensation (eng.) // поліконденсація (укр.).

Polycyclocondensation (eng.) // поліциклоконденсація (укр.).

Polyelectrolyte(s) [eng.] // поліелектроліти (укр.).

Polyrecombination (eng.) // полірекомбінація (укр.).

Polymeranalogous reaction(s) [eng.] // полімераналогічні перетворення (укр.).

Polymer-homologues (eng.) // полімергомологи (укр.).

Polymerization by the inifer technique (eng.) // полімеризація за методом ініферів (укр.).

Polymerization filling (eng.) // полімеризаційне наповнення (укр.).

Polymerization of cyclic monomer(s) [eng.] // полімеризація циклічних мономерів (укр.).

Polymer(s) with a conjugation system (eng.) // полімери з системою спряження (укр.).

Polymer tacticity (eng.) // тактичність полімеру (укр.).

Polymorphism (eng.) // поліморфізм (укр.).

Precipitative polymerization (eng.) // осаджувальна полімеризація (укр.).

Pre-effect (eng.) // пре-ефект (укр.).

Post-effect (eng.) // пост-ефект (укр.).

Q

Quasirandom copolymer(s) [eng.] // квазістатистичні співполімери (укр.).

R

Radiation effect(s) [eng.] // радіаційні ефекти (укр.).

Radiation crosslinking (eng.) // радіаційне зшивання полімерів (укр.).

Radiation degradation (eng.) // радіаційна деструкція (укр.).

Radiation polymerization (eng.) // радіаційна полімеризація (укр.).

Radiation resistance (eng.) // радіаційна стійкість полімерів (укр.).

Radio frequency (eng.) // радіочастотний магнетрон (укр.).

Raman spectroscopy (eng.) // спектроскопія комбінаційного розсіяння (СКР)
[укр.].

Random polymerization (eng.) // статистична полімеризація (укр.).

Refluxing (eng.) // зрощення (укр.).

Relaxation (eng.) // релаксація (укр.).

Relaxation phenomena (eng.) // релаксаційні явища (укр.).

Redox polymer(s) [eng.] // окисно-відновні полімери (укр.).

Relaxation time (eng.) // час релаксації (укр.).

Retrograde dissociation (eng.) // деградаційна дисоціація (укр.).

Rheology of polymer(s) [eng.] // реологія полімерів (укр.).

Rheopexy (eng.) // реопе́ксія (укр.).

Rotational moulding (eng.) // ротаці́йне формувáння (укр.).

Rubber reclaiming (eng.) // регенера́ція гүми (укр.).

Rubberized fabric(s) [eng.] // прогумо́вані ткани́ни (укр.).

S

Sedimentation (eng.) // седимента́ція (укр.).

Segment of macromolecule (eng.) // сегме́нт макромоле́кули (укр.).

Self-emulsifying copolymerization (eng.) // самоемульгую́ча співполімериза́ція (укр.).

Self-boating (eng.) // саморозігрівáння поліме́рів (укр.).

Self-repelling ring polymer (eng.) // самовідштовхуючий циклі́чний поліме́р (укр.).

Semiductile polymer (eng.) // напівпласти́чний поліме́р (укр.).

Sequential relaxation (eng.) // послідо́вна релакса́ція (укр.).

Shrinkage (eng.) // уса́дка (укр.).

Size exclusion chromatography (eng.) // ексклюзі́йна хроматогра́фія, ге́ль-проника́юча хроматогра́фія (укр.).

Slutty granulation-steam stripping (eng.) // суспензі́йна парова́ грануля́ція (укр.).

Small chain approximation (eng.) // набли́ження мали́х ланцю́гів (укр.).

Softening point (eng.) // температу́ра розм'якшення поліме́рів (укр.).

Solid-state polycondensation (eng.) // твердофа́зна поліконденса́ція (укр.).

Solid-state polymerization (eng.) // твердофа́зна полімериза́ція (укр.).

Solution polycondensation (eng.) // поліконденса́ція у рóзчині (укр.).

Solution polymerization (eng.) // полімериза́ція у рóзчині (укр.).

Sorption (eng.) // со́рбція (укр.).

Space-filling group(s) [eng.] // просторо́ві функціона́льні гру́пи (укр.).

Spatially inhomogeneous polymerization (eng.) // просторо́во неоднорі́дна полімериза́ція (укр.).

Spectroscopy (eng.) // спектроскопі́я (укр.).

Spin ability of liquid(s) [eng.] // *прядільність рідін (укр.).*

Spin coating (eng.) // *ротаційне покриття (укр.).*

Stabilization (eng.) // *стабілізація (укр.).*

Stereochemistry (eng.) // *стереохімія полімерів (укр.).*

Stereoelective polymerization (eng.) // *стереоефективна полімеризація (укр.).*

Stereo polymer(s) [eng.] // *стереорегулярні полімери (укр.).*

Stereoselectivity (eng.) // *стереоселективність полімеризації (укр.).*

Straining (eng.) // *стрейнування (укр.).*

Strand (eng.) // *стренд (укр.).*

Strength (eng.) // *міцність полімерів (укр.).*

Structural modification (eng.) // *структурна модифікація (укр.).*

Structure-forming agent(s) [eng.] // *структуроутворювачі (укр.).*

Supramolecular structure, submolecular structure (eng.) // *надмолекулярна структура (укр.).*

Superposition principle (eng.) // *принцип (температурно-часової) суперпозиції (укр.).*

Suspension polymerization (eng.) // *суспензійна полімеризація (укр.).*

Swelling (eng.) // *набрякання (укр.).*

Switching effect (eng.) // *ефект «перемикання» (укр.).*

Syndiotactic polymer(s) [eng.] // *синдіотактичні полімери (укр.).*

Syneresis (eng.) // *синерезис (укр.).*

Synergistic effect (eng.) // *синергетичний ефект (укр.).*

Syntactic foam(s) [eng.] // *синтактові піноматеріали (укр.).*

Synthetic latex(es) [eng.] // *синтетичні латекси (укр.).*

T

«Tailoring» flame retardancy (eng.) // *«сконструйована» вогнезахисна активність (укр.).*

«Tapered» block polymer (eng.) // *«градієнтний» блок-співполімер (укр.).*

Telomerization (eng.) // *теломеризація (укр.).*

Temperature conductivity (eng.) // *температуропровідність (укр.).*

Template polyreaction(s) [eng.] // *матричні поліреакції (укр.).*

Texture (eng.) // *текстура (укр.).*

Thermal conductivity (eng.) // *теплопровідність (укр.).*

Thermal degradation (eng.) // *термодеструкція (укр.).*

Thermal treatment (eng.) // *термообробка (укр.).*

Thermally stable polymer(s) [eng.] // *термостійкі полімери (укр.).*

Thermodynamics of polymerization (eng.) // *термодинаміка полімеризації (укр.).*

Thermogravimetry (eng.) // *термогравіметрія (укр.).*

Thermoluminescence (eng.) // *термолюмінесценція (укр.).*

Thermomechanical investigation (eng.) // *термомеханічне дослідження (укр.).*

Thermooxidative degradation (eng.) // *термоокиснювальна деструкція (укр.).*

Thixotropy (eng.) // *тиксотропія (укр.).*

Trans-position (eng.) // *транс-конфігурація (укр.).*

Tree initiation (in polymer) [eng.] // *дерезовидне утворення у полімері (укр.).*

U

Ultraviolet-curing (eng.) // *фотоотвердження (укр.).*

«Universal creep law» (eng.) // *«універсальний закон повзучості» (укр.).*

V

Vacuum ultraviolet circular dichroism (eng.) // *круговий дихроїзм у вакуумній ультрафіолетовій області (укр.).*

Vapor phase photografting (eng.) // *фотощеплення у газовій фазі (укр.).*

Vibronic coupling (eng.) // *вібронна взаємодія (укр.).*

Viscous friction coefficient (eng.) // *коефіцієнт в'язкого тертя макромолéкул (укр.).*

W

Welding (eng.) // *зварювання полімерних матеріалів (укр.).*

X

X-ray analysis (eng.) // *рентгеноструктурний аналіз (укр.).*

Z

Zone annealing method (eng.) // *метод зонального відпалу, зонної плавки, зонної кристалізації (укр.).*

А

Ацетати целюлози (укр.) // *Cellulose acetates (eng.) – Acetyl cellulose (syn.)*.

В

Віскоза (укр.) // *Viscose (eng.)*.

Г

Галаліт (укр.) // *Galalite (eng.)*.

Е

Епоксидні смолы (укр.) // *Epoxy resins (eng.) – Diane epoxy resins (syn.) & Epoxidized phenolic resins (syn.)*.

Етилцелюлоза (укр.) // *Ethylcellulose (eng.) – Ethocel (syn.)*.

К

Казеїн (укр.) // *Kazein (eng.)*.

Карбоксиметилцелюлоза (укр.) // *Carboxymethylcellulose (eng.)*.

Карболанцюгові силіційорганічні полімери (укр.) // *Carbon-chain organosilicon polymers (eng.) – Silicones (syn.)*.

М

Меламіно-формальдегідні смолы (укр.) // *Melamine-formaldehyde resins (eng.)*.

Метилцелюлоза (укр.) // *Methylcellulose (eng.) – Methocel (syn.) & Tylose (syn.)*.

Н

Нітроцелюлоза (укр.) // *Nitrocellulose (eng.) – Nitro fiber (syn.)*.

П

Поліакрілова кислота (укр.) // *Polyacrylic acid (eng.)*.

Поліакрилонітріл (укр.) // *Polyacrylonitrile (eng.)*.

Поліаміди (укр.) // *Polyamides (eng.)*.

Полібутадієн (укр.) // Polybutadiene (eng.) – Butadiene rubbers (syn.) & Divinyl rubbers (syn.).

Полібутилєн (укр.) // Polybutylene (eng.).

Полівінілацетáлі (укр.) // Polyvinyl acetals (eng.) – Polyvinyl alcohol acetals (syn.).

Полівінілацетáт (укр.) // Polyvinyl acetate (eng.) – Vinyl X (syn.) & Rhodopas (syn.).

Полівінілідєнфторíд (укр.) // Polyvinylidene fluoride (eng.) – Fluoroplast-2 (syn.) & Diflor-2000 (syn.) && Plastimer (syn.).

Полівінілідєнхлорíд (укр.) // Polyvinylidene chloride (eng.).

Полівінілкарбазóл (укр.) // Polyvinylcarbazole (eng.).

Полівінілкарбонáт (укр.) // Polyvinylcarbonate (eng.).

Полівініловий спíрт (укр.) // Polyvinyl alcohol (eng.).

Полівінілоксазолідинóн (укр.) // Polyvinylloxazolidinone (eng.).

Полівінілпіролідóн (укр.) // Polyvinylpyrrolidone (eng.) – Kollidon (syn.) & Luviskol (syn.).

Полівінілфторíд (укр.) // Polyvinyl fluoride (eng.) – Fluoroplast-1 (syn.) & Diflor-720 (syn.).

Полівінілхлорíд (укр.) // Polyvinyl chloride (eng.) – Vestolit (syn.) & Hostalit (syn.) && Vinnolit (syn.) &&& John (syn.) &&&& Nippon (syn.) &&&&& Sumilit (syn.) &&&&&& Lukovil (syn.) &&&&&&& Chelvit (syn.) &&&&&&&& Norvik (syn.).

Полівінілхлорíд хлорóваний (укр.) // Chlorinated polyvinyl chloride (eng.) – Perchlorovinyl resin (syn.).

Полієтилєн (укр.) // Polyethylene (eng.).

Полієтиленглікóлі (укр.) // Polyethylene glycols (eng.) – Polyoxyethylene glycols (syn.) & Carbovax (syn.) && Pluracol E (syn.).

Полієтилентерефталáт (укр.) // Polyethylene terephthalate (eng.) – Polyethylene glycol terephthalate (syn.).

Поліізобутилєн (укр.) // Polyisobutylene (eng.) – Oppanol (syn.) & Vistanex (syn.).

Поліізопрén (укр.) // *Polyisoprene* (eng.) – *Balata* (syn.) & *Gutta-percha* (syn.) && *Natural rubber* (syn.) &&& *Synthetic isoprene rubbers* (syn.).

Полікарбонáти (укр.) // *Polycarbonates* (eng.) – *Diflon* (syn.) & *Makrolon* (syn.) && *Lexan* (syn.) &&& *Bistan* (syn.) – based on *Bisphenol A*.

Поліметакрі́лова кислота́ (укр.) // *Polymethacrylic acid* (eng.).

Поліметилметакри́лат (укр.) // *Polymethyl methacrylate* (eng.) – *Plexiglass* (syn.).

Поліорганометалсилоксáни (укр.) // *Polyorganometallic siloxanes* (eng.).

Поліорганосилáни (укр.) // *Polyorganosilanes* (eng.).

Поліорганосилоксáни (укр.) // *Polyorganosiloxanes* (eng.).

Поліпропі́лен (укр.) // *Polypropylene* (eng.) – *Hostalen* (syn.) & *Danlay* (syn.) && *Moplen* (syn.) &&& *Novolen* (syn.) &&&& *Oleform* (syn.) &&&&& *Poly-pro* (syn.) &&&&&& *Propaten* (syn.) &&&&&&& *Profax* (syn.).

Поліпропіленгліко́лі (укр.) // *Polypropylene glycols* (eng.) – *Polyoxypropylene glycols* (syn.) & *Plurakol P* (syn.) && *Niax diol* (syn.) &&& *Laprol* (syn.).

Полісечові́ни (укр.) // *Polyureas* (eng.) – *Carbonic acid polyamides* (syn.).

Полісилалкі́лені (арилéни) [укр.] // *Polysilalkylenes (arylenes)* [eng.].

Полістире́н (укр.) // *Polystyrene* (eng.) – *Bakelite* (syn.) & *Vestiron* (syn.) && *Stiron* (syn.) &&& *Fostaren* (syn.) &&&& *Edister* (syn.).

Полістире́н ударотривкі́й (укр.) // *Polystyrene impact resistant* (eng.) – *Karinex* (syn.) & *Lustrex* (syn.) && *Sternite* (syn.) &&& *Styron* (syn.) &&&& *Hostiren* (syn.).

Полісульфі́ди (укр.) // *Polysulfides* (eng.) – *Polysulfide rubber* (syn.) & *Thiokols* (syn.).

Полісульфóни (укр.) // *Polysulfones* (eng.) – *Polyarylene sulfones* (syn.) – based on *Bisphenol A*.

Політетрафторетилéн (укр.) // *Polytetrafluoroethylene* (eng.) – *Fluoroplast-4* (syn.) & *Teflon* (syn.) && *Soreflon* (syn.) &&& *Gostaflon* (syn.) &&&& *Polyflon* (syn.) &&&&& *Algoflon* (syn.) &&&&&& *Fluon* (syn.).

Поліуретáни (укр.) // *Polyurethanes* (eng.).

Поліформальдегід (укр.) // *Polyformaldehyde* (eng.) – *Polyoxymethylene* (syn.) & *Polymethylene oxide* (syn.).

Поліхлоропрен (укр.) // *Polychloroprene* (eng.) – *Chloroprene rubber* (syn.) & *Nairite* (syn.) & *Neoprene* (syn.).

Поліхлоропрен хлорований (укр.) // *Chlorinated polychloroprene* (eng.) – *Chlorinated rubber* (syn.) & *Chloronairite* (syn.).

С

Сечовино-формальдегідні смолы (укр.) // *Urea-formaldehyde resins* (eng.) – *Urea resins* (syn.).

Ф

Феноло-формальдегідні смолы (укр.) // *Phenol-formaldehyde resins* (eng.) – *Novolac resins* (syn.) & *Resol resins* (syn.) & *Phenol-aldehyde resins* (syn.).

Ц

Целофан (укр.) // *Cellophane* (eng.).

Целюльоза (укр.) // *Cellulose* (eng.) – *Fiber* (syn.).

Додаток 3. Показчик розчинності полімерів

Таблиця А. Розчинники, що застосовуються в аналізі полімерів

№ з/п	Розчинник	Формула	T _{кип.} , °C	Діелектрична проникність ε	Параметр розчинності δ·10 ⁻³ , Дж ^{1/2} ·м ^{-3/2}
1	Ацетон	CH ₃ COCH ₃	56,24	20,70	19,85
2	Бензен	C ₆ H ₆	80,10	2,297	19,03
3	Вода	H ₂ O	100,0	78,35	47,06
4	Гексан	C ₆ H ₁₄	68,74	1,883	15,60
5	N,N-Диметил-ацетамід	CH ₃ CON(CH ₃) ₂	165,50	38,50	23,12
6	Диметил-сульфоксид	CH ₃ SOCH ₃	189,0	46,60	27,21
7	N,N-Диметил-формамід	HCON(CH ₃) ₂	152,50	36,71	24,14
8	Дихлоретан	CH ₂ ClCH ₂ Cl	83,48	10,16	19,23
9	Діетиловий етер	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	34,48	4,22	14,73
10	Діоксан	C ₄ H ₈ O ₂	101,32	2,21	22,10
11	Етилацетат	CH ₃ COOC ₂ H ₅	77,2	–	18,41
12	Етиловий спирт	C ₂ H ₅ OH	78,32	24,30	26,60
13	Ізопропіловий спирт	CH ₃ CH(OH)CH ₃	82,40	18,30	–
14	Ксилен (суміш ізомерів)	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	138–144	2,374	17,80
15	Метиленхлорид	CH ₂ Cl ₂	40,1	–	–
16	Метилетилкетон	CH ₃ COC ₂ H ₅	79,50	15,9	19,13
17	Метиловий спирт	CH ₃ OH	64,51	32,63	30,28
18	Форміатна кислота	HCOOH	100,7	56,1	–
19	Ацетатна кислота	CH ₃ COOH	117,7	6,19	26,19
20	Петролейний етер	(суміш легких бензинів)	40–100	2,0	14,32–15,96
21	Піридин	C ₅ H ₅ N	115,58	12,3	20,66
22	Тетрагідрофуран	C ₄ H ₈ O	65,4	7,39	20,66
23	Тетрахлоретан	CHCl ₂ CHCl ₂	142,0	–	21,07
24	Тетрахлорметан	CCl ₄	76,75	2,23	15,96
25	Толуен	C ₆ H ₅ CH ₃	110,62	2,379	18,21
26	Хлоробензен	C ₆ H ₅ Cl	131,69	5,62	19,44
27	Хлороформ	CHCl ₃	61,15	4,72	17,80
28	Циклогексан	C ₆ H ₁₂	80,74	2,02	16,16
29	Циклогексанол	C ₆ H ₁₁ OH	161,10	15,0	22,40
30	Циклогексанон	C ₆ H ₁₀ O	155,65	18,3	19,23

Додаток 3. Показчик розчинності полімерів

Таблиця Б. Розчинність полімерів в органічних розчинниках

№ з/п	Полімер	Номер розчинника за табл. А	Додаткові відомості про розчинність
1	АБС-пластик	22	–
2	Ацетати целюлози	8; 9; 11; 13; 18; 20; 23; 25; 28	
3	Епоксидні смоли діанові (не стверділі)	1; 2; 10; 12; 13; 15; 20; 22; 25	Розчинні у льодяній ацетатній кислоті
4	Нітрати целюлози	1; 8; 15; 29	Розчинні у бутил-ацетаті
5	Поліакриламід	3	Розчинний у формаїді, діетилсульфоксиді, етиленгліколі
6	Поліакрилати	1; 2; 13; 22; 25; 28; 29	–
7	Поліакрилонітрил	5–7	Розчинний у водних розчинах $ZnCl_2$, HNO_3 , NH_4SCN
8	Полібутилметакрилат	1; 2; 8; 9; 19; 20; 22; 25; 29	–
9	Полівінілацетат	1; 2; 8; 9; 14; 18; 20; 23; 25; 28–30	
10	Полівінілбутираль	1; 8; 9; 18; 19; 25; 28–30	Розчинний у суміші етанолу з бенzenом
11	Полівініліденфторид	1; 5–7; 12; 15; 20; 22; 25	–
12	Полівініліденхлорид	8; 19	Розчинний у піридині при нагріванні
13	Полівініловий спирт	3; 7; 16; 23	Розчинний у формаїді
14	Полівінілфторид	5–8; 28	Розчинний при 100–110°C; при охолодженні розчину випадає у вигляді гелю
15	Полівінілхлорид	8; 9; 19; 21; 28	Розчинний у піридині при нагріванні
16	Поліетилен	12; 22	Повністю розчиняється за температури кипіння розчинника; при охолодженні розчину осаджується знову; розчинний у ацетофеноні

Додаток 3. Показчик розчинності полімерів

Продовження табл. Б

№ з/п	Полімер	Номер розчинника за табл. А	Додаткові відомості про розчинність
17	Поліетиленгліколь	у всіх розчинниках	–
18	Поліетиленоксид		
19	Поліетилентерефталат	7	Розчинний у диметил-формаміді, <i>орто</i> -дихлоробензені та нітробензені при нагріванні
20	Поліетилен хлорсульфований	2; 9; 13; 20; 22; 25	–
21	Полікарбонати	7; 13; 25	
22	Поліметилметакрилат	1; 2; 8; 9; 13; 18; 19; 22; 23; 25; 28	
23	Поліпропілен	12; 22	Повністю розчиняється за температури кипіння розчинника; при охолодженні розчину осаджується знову; розчинний у ацетофеноні
24	Полістирен	2; 7–9; 13; 15; 19; 20; 22; 25; 26	–
25	Політетрафторетилен	–	
26	Політрифторхлоретилен	2; 12; 20; 22	Розчинний під тиском та вище температури кипіння розчинників
27	Поліуретани	6; 7; 15; 19	Розчинні у 60%-ній H_2SO_4 , концентрованих розчинах лугів, а також у суміші фенолу з водою (9:1)
28	Поліформальдегід	–	Розчинний у ароматичних амінах та фенолах при температурі вище 100°C
29	Співполімер вінілхлориду з вінілацетатом	1; 8; 9; 19; 23; 25; 28	–
30	Співполімер вінілхлориду з метилметакрилатом	1; 8; 9; 18; 19; 25; 28	

Додаток 3. Показчик розчинності полімерів

Продовження табл. Б

№ з/п	Полімер	Номер розчинника за табл. А	Додаткові відомості про розчинність
31	Співполімери етилену з вінілацетатом	12; 22	Повністю розчиняються за температури кипіння розчинника; при охолодженні розчину осаджуються знову; розчинні у ацетофеноні
32	Співполімери етилену з пропіленом		
33	Співполімер стирену з акрилонітрилом	1; 7-9; 13; 15; 19; 23; 25; 27-29	-
34	Співполімер стирену з метилметакрилатом	1; 2; 8; 9; 13; 19; 20; 23; 25; 28; 29	
35	Співполімер стирену з α -метилстиреном	2; 9; 13; 19; 20; 23; 25; 28; 29	

1. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2002. 544 с.:

Висвітлено найважливіші теоретичні положення органічної хімії, розглянуто основні класи органічних сполук, їх номенклатуру, ізомерію, хімічні властивості, методи добування та застосування у промисловості. Викладено теоретичні основи будови і реакційної здатності органічних сполук: електронна природа хімічного зв'язку, будова електронних оболонок і особливості хімічних зв'язків атома Карбону, взаємний вплив атомів у молекулах, механізми органічних реакцій тощо.

2. Братичак М.М., Сікорський Р.Т. Основи синтезу і реакційної здатності високомолекулярних сполук: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, Національний університет «Львівська політехніка», 2003, 340 с.:

Висвітлено засади синтезу і реакційної здатності високомолекулярних сполук, розглянуто різні типи і способи проведення полімеризації, визначено чинники впливу на проведення даного процесу. Проаналізовано особливості проведення радикальної (термічної, радіаційної) полімеризації, а також вплив кисню на дану полімеризацію. Запропоновано способи проведення поліконденсації в газовій фазі, розчині, емульсії, у твердому стані, на межі фаз.

3. Бухтіяров В.К., Заславський О.М. Хімія високомолекулярних сполук: Навчальний посібник. К.: НУБіП України, 2014. 500 с.:

Викладено основні теоретичні положення хімії високомолекулярних сполук – класифікація високомолекулярних сполук, у тому числі й природних, їх будова, методи одержання, фізичні та хімічні властивості та застосування в різних галузях сільського господарства, в медицині й харчовій промисловості. *Стислий зміст:* 1. Особливості високомолекулярних сполук, їхня відмінність від низькомолекулярних сполук. Характерні властивості полімерів; 2. Класифікація полімерів. Хімічна будова полімерів. Особливості будови полімерів. Основні

напрями використання полімерів; 3. Вихідні речовини для синтезу ВМС. Методи синтезу полімерів: полімеризація. Типи полімеризації. Вплив різних факторів на полімеризацію. Способи проведення реакцій полімеризації; 4. Окремі представники ВМС полімеризаційного типу, їх одержання, властивості, застосування; 5. Методи синтезу полімерів: поліконденсація. Особливості реакцій поліконденсації. Поліконденсаційні смоли. Їх одержання, властивості та застосування; 6. Типи хімічних реакцій полімерів. Загальна характеристика. Реакції деструкції, зшивання. Реакції функціональних груп. Реакції внутрішньо-молекулярних перегрупувань; 7. Фізико-механічні властивості ВМС. Фазові стани та структура полімерів. Загальні уявлення про фазовий стан і фізичні переходи. Кристалізація та склування; 8. Розчини ВМС. Механізм розчинення ВМС. Процес набрякання. В'язкість розчинів полімерів; 9. Природні високомолекулярні речовини; 10. Хімія целюлози. Дія кислот, лугів, комплексних гідроксидів, солей на целюлозу. Мерсеризація целюлози. Хімічні способи переробки деревини. Етери та естери целюлози: одержання, властивості, застосування; 11. Білки; 12. Загальні відомості про лакофарбові матеріали; 13. Забруднення навколишнього середовища відходами виробів з полімерів. Полімерні матеріали як шкідливий фактор навколишнього середовища.

4. Гетьманчук Ю.П. Полімерна хімія, част. 1: Підручник, Видавничий центр «Київський університет», 1999, 143 с.:

Запропонований поглиблений курс полімерної хімії, що включає розділи з радикальної, іонної, координаційної полімеризації та поліконденсації.

5. Гетьманчук Ю.П. Полімерна хімія, част. 2: Підручник, Видавничий центр «Київський університет», 2000, 160 с.:

Матеріал присвячений іонній полімеризації. *Стислий зміст:* 1. Аніонна полімеризація вінільних мономерів; 2. Катіонна полімеризація вінільних мономерів; 3. Іонна полімеризація сполук з кратним зв'язком між гетероатомами; 4. Іонна полімеризація гетероциклічних мономерів; 5. Координаційно-іонна полімеризація.

6. Гетьманчук Ю.П. Полімерна хімія, част. 3: Підручник, Видавничий центр «Київський університет», 2002, 168 с.:

Подано в розширеному обсязі сучасний стан наук про поліконденсаційний метод синтезу полімерів. Розглянуто також реакції в ланцюгах та проблеми стабілізації полімерів. *Стислий зміст:* 1. Поліконденсаційний процес синтезу полімерів; 2. Способи проведення поліконденсації; 3. Виробництво полімерів методом поліконденсації; 4. Хімічні реакції полімерів.

7. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія: Підручник. Львів: Центр Європи, 2009. 868 с.:

У підручнику викладено теоретичні основи природи хімічного зв'язку, будови та реакційної здатності інтермедіатів і молекул, впливу електронних ефектів на перебіг хімічних реакцій. Значна увага приділена початковим положенням стереоізомерії, особливо енантіомерії, її зв'язку з реакційною здатністю сполук. Розглянуто механізми найважливіших реакцій і вплив різних чинників на їх перебіг залежно від природи реагенту і субстрату. Наведено відомості про кислотність та основність органічних сполук, застосування сучасних спектральних методів їх аналізу, основи номенклатурних правил. Висвітлено найпоширеніші промислові та лабораторні методи одержання основних класів органічних сполук, їх фізичні та хімічні властивості і насамперед взаємозв'язок між стеричною, електронною будовою молекул та їх реакційною здатністю. Вказано галузі застосування окремих органічних сполук та розглянуто деякі питання їх впливу на екологію довкілля.

8. Мигалина Ю.В., Козарь О.П. Основи хімії та фізико-хімії полімерів: Підручник, К.: Кондор, 2010, 325 с.:

В підручнику викладені основи хімії, фізико-хімії і фізики високомолекулярних сполук, питання будови і синтезу полімерів, їх хімічного перетворення, розглядаються найважливіші представники більшості класів синтетичних і природних полімерних сполук, їх властивості і методи переробки, всебічно висвітлюються шляхи використання їх у народному господарстві. Особлива увага приділяється високомолекулярним сполукам, які

використовуються у легкій промисловості. *Стислий зміст:* 1. Основи хімії та фізико-хімії полімерів; 2. Короткі відомості про окремі представники полімерів.

9. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів: Підручник, К.: Фітосоціоцентр, 2009, 424 с.:

Стислий зміст: 1. Однокомпонентні полімерні системи; 2. Будова, властивості та статистичні характеристики макромолекул; 3. Фізичні стани полімерів; 4. Структура та фазові перетворення полімерів у конденсованому стані; 5. Релаксаційні явища, стани рівноваги, фізико-механічні властивості; 6. Багатокомпонентні полімерні системи; 7. Розчини полімерів; 8. Наповнені полімерні композити; 9. Суміші полімерів; 10. Пластифікація полімерів.

ВСТУП.....	3
ПРИКЛАДИ СТАТЕЙ СЛОВНИКА.....	4
РОЗДІЛ 1	
ОСНОВНІ ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ ХІМІЇ ТА ФІЗИКО-ХІМІЇ ПОЛІМЕРІВ.....	5
A.....	6
B.....	6
C.....	7
D.....	11
E.....	13
F.....	15
G.....	17
H.....	17
I.....	18
L.....	19
M.....	20
N.....	23
O.....	23
P.....	25
Q.....	30
R.....	30
S.....	33
T.....	40
U.....	44
V.....	44
W.....	46
X.....	46
Z.....	46

РОЗДІЛ 2

КАРБОЛАНЦЮГОВІ ПОЛІМЕРИ.....	47
2.1. Полімери ненасичених аліфатичних вуглеводнів.....	48
2.2. Полімери на основі похідних етилену.....	51
2.3. Полімери акрилової, метакрилової кислот та їх похідних.....	57
2.4. Полімери галогенопохідних етилену.....	59
2.5. Каучуки та герметики.....	64
2.6. Силіційвмісні полімери.....	71

РОЗДІЛ 3

ГЕТЕРОЛАНЦЮГОВІ ПОЛІМЕРИ.....	75
3.1. Поліетери.....	76
3.2. Поліестери.....	78
3.3. Поліаміди та поліуретани.....	80
3.4. Аміно- та фенопласти.....	83
3.5. Целюлоза та її похідні.....	87
3.6. Пластичні маси на основі білкових речовин.....	91

ДОДАТКИ.....	93
---------------------	-----------

Алфавіт.....	94
Додаток 1. Термінологічний показник.....	95
Додаток 2. Синонімічний показник.....	106
Додаток 3. Показник розчинності полімерів.....	110

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	114
--	------------

Підписано до друку 05.04.2024. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Ум. друк. арк. 6,98.
Наклад 15 пр. Зам. № 58.

Видавництво та друкарня ПП «ЛІРА ЛТД»
Вул. Наукова, 5, м. Дніпро, 49107
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6042 від 26.02.2018.
dnipro.lira@gmail.com | +38 (067) 561-57-05 | lira.dp.ua