

Лекція 1.

Тема. Роль полівінілхлориду на споживчому ринку полімерів.

Мета. Ознайомлення з основними видами галогеновмісних полімерів. Розгляд властивостей та значення для народного господарства найбагатотоннажнішого галогеновмісного полімеру – полівінілхлориду.

Вступ. В даному курсі лекцій розглядатимуться питання з хімії і технології синтезу, переробки та використання полімерів та композиційних матеріалів на основі галогеновмісних (галоїдовмісних) вуглеводнів.

Галогеновмісними вуглеводнями називаються сполуки, в яких один або кілька атомів Гідрогену заміщений атомом Галогену. Їх доцільно розглядати як похідні ненасичених вуглеводнів.

Виробництво та переробка галогеновмісних полімерів на сучасному етапі розвитку технології високомолекулярних сполук є одним з найважливіших питань. Актуальність його пов'язана насамперед з тим, що галогеновмісні полімери та матеріали на їх основі займають значне місце в житті людей, які навчилися синтезувати дані полімери, задаючи їм необхідні властивості.

Види галогеновмісних полімерів, які розглядатимуться:

1. Полімери на основі хлорованих ненасичених вуглеводнів (в основному етилену): полівінілхлорид, полівініліденхлорид, хлорований полівінілхлорид – перхлорвініл, пінополівінілхлорид, співполімери вінілхлориду з вініліденхлоридом, акрилонітрилом.
2. Полімери на основі флуорованих ненасичених вуглеводнів (флоропласти, флуоропласти, фторлони): політетрафлуоретилен, полівініфлуорид, полівініліденфлуорид, політрифлуорхлоретилен та їх співполімери.
3. Хлорвмісні каучуки.

План.

1. Полівінілхлорид – як один із найпоширеніших полімерів.
2. Властивості і області застосування виробів з ПВХ.
3. Будова і властивості ПВХ. Хімічна стійкість і деструкція ПВХ.
4. Фізіологічна дія ПВХ.
5. Екологічна безпека при використанні ПВХ.

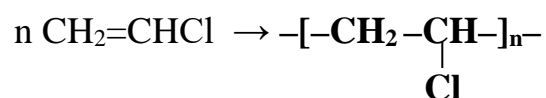
Зміст лекції.

1. Полівінілхлорид – як один із найпоширеніших полімерів.

Галогеновмісні полімери, такі, як полівінілхлорид і кополімери вінілхлориду, займають провідне місце серед синтетичних високомолекулярних сполук. Їх випуск становить близько 25% загального світового виробництва полімерних матеріалів.

Полімери (від грец. *поли* – багато, *мерос* – частина) – природні і синтетичні сполуки, молекули яких складаються з великої кількості однакових або різних за будовою атомних угруповань, що багаторазово повторюються, сполучених між собою хімічними або координаційними зв'язками в довгі лінійні або розгалужені ланцюги.

Полівінілхлорид (ПВХ) – це синтетичний полімер, який отримують вільнорадикальною полімеризацією вінілхлориду (ВХ):



ПВХ відноситься до числа так званих базових полімерів, і виробляється в промислових масштабах вже більше 70 років. Міжнародне позначення полівінілхлориду – **PVC** (від англ. *Polyvinyl chloride*). Полівінілхлорид в різних країнах світу виробляють також під назвами: поліхлорвініл, вініл, вестоліт, хосталіт, віннол, корвік, сікрон, джеон, ніппеон, суміліт, луковіл, хелвік, норвік і ін.).

Взагалі полівінілхлориду вже понад 140 років – пріоритет винаходу полівінілхлориду визнають за німецьким хіміком Еугенію Бауманном, який в 1872 році відкрив і описав процес фотополімеризації (полімеризації під дією сонячного світла) вінілхлориду.

Перший патент на спосіб одержання ПВХ із ацетилену і гідроген хлориду був виданий 4 липня 1913 року німецькому хіміку Фріцу Клатте, але в промислових масштабах синтез ПВХ вперше реалізований у 1930 році полімеризацією в емульсії.

ПВХ займає стійке **третє** місце в світі після поліетилену і поліпропілену за об'ємами виробництва серед полімерних матеріалів. В Європі частка ПВХ-продуктів складає 28% загальної кількості синтетичних матеріалів.

Дані з динаміки світового виробництва, потужності установок з виробництва ПВХ і попиту на нього свідчать про тенденції до значного збільшення попиту на цей продукт. Очікуване споживання в 2016 році складе близько 45 млн. т, що відповідає середньому річному приросту в 5% (джерело – Plastics Europe).

Основними виробниками вінілхлориду і ПВХ є США, Китай, Японія і Німеччина. Споживання ПВХ на душу населення в США, Німеччині, Японії складає 18-25 кг/рік, в Україні – не перевищує 5 кг/рік. Зіставлення цих значень вказує на те, що виробництво і споживання ПВХ тісно пов'язане з економічним станом країни.

Переваги ПВХ перед іншими багатотоннажними полімерами, що робить його полімером майбутнього – можливості розширення асортименту матеріалів і виробів з покращеними властивостями, виявлення нових областей їх застосування, доступність сировини, збереження природних ресурсів, уникнення екологічних проблем.

Ймовірно, ніякий інший полімер не перевершує полівінілхлорид (ПВХ) за різноманітністю можливостей застосування. Цей універсальний полімер в залежності від способу отримання, рецептури і технології переробки дає великий асортимент матеріалів і виробів – більше 3000 видів, які використовуються у виробництві будматеріалів, електротехнічній, легкій, харчовій промисловості, важкому машинобудуванні, кораблебудуванні, сільському господарстві, медицині і ін. Ні в якого іншого термопласту не варіюються так широко властивості, як у ПВХ: від м'якого каучукоподібного матеріалу до високоміцного чи спіненого з різною густиною, прозорого і непрозорого, забарвленого в будь-який колір, з експлуатаційною температурою від -50°C до 80°C . Із ПВХ виготовляють буквально все – від віконних профілів до дитячих іграшок.

Причиною **універсальності** ПВХ є хлор. Хлор дозволяє захистити ПВХ від впливу навколишнього середовища, включаючи дію рідких вуглеводнів. Наявність диполів Хлор – Карбон – Гідроген є причиною полярності матеріалу. Полярність приводить до відштовхування неполярних матеріалів, що допомагає захистити ПВХ від впливу рідин, таких як оливи і вуглеводні, які містяться в навколишньому середовищі. Полярна природа ПВХ робить його розчинним в багатьох полярних рідинах, дозволяючи пластифікувати матеріал і

виробляти багато еластичних виробів, включаючи проводи, кабелі і одношарові покрівельні матеріали.

Зростання потреби у ПВХ і в зв'язку з цим збільшення потужностей виробництва ПВХ викликане і вдалим поєднанням високих споживчих властивостей і порівняно невисокої ціни – ≈ 1000 дол./т. Цей полімер володіє найкращим із всіх полімерів співвідношенням **ціна/якість**. Він містить 56,7 % хлору, що є важливим економічним аспектом: ПВХ – **найдешевший** термопласт.

Сировиною для ПВХ є етилен, який отримують крекінгом нафти і природного газу. Етилен взаємодіє з хлором – продуктом електролізу солі (натрій хлориду) – з утворенням дихлоретану, який далі перероблюється в мономер – вінілхлорид. На виробництво ПВХ йде менше 0,3% світових запасів нафти і близько 35% світових запасів хлору. Через те, що ПВХ на 57% складається з хлору, він значно менше залежить від запасів нафти і газу, ніж інші полімери. Виробництво солі для подальшого одержання хлору практично необмежене, так як вона є основним компонентом морської води. Більшість полімерів мають вуглеводневу природу, і тому безпосередньо залежать від запасів нафти і газу. Таким чином, ПВХ – унікальний полімер і з погляду сировинних джерел його отримання.

Необхідність подальшого збільшення випуску ВХ і ПВХ зумовлена також тим, що ці виробництва є найбільшими споживачами хлору. Виробництво хлору в світі в 2006 р. становило 49 млн. тон, на отримання ВХ і ПВХ було витрачено 17,5 млн. т або 35,7 %, і це кардинально вирішує проблему утилізації хлору як свого роду побічного продукту у виробництві каустичної соди, яка широко використовується в целюлозно-паперовій, текстильній, алюмінієвій промисловості, і попит на яку зростає на 3-3,5% щорічно.

2. Властивості і області застосування виробів з ПВХ.

Продукти з ПВХ відрізняються надзвичайною довговічністю, стійкістю до кліматичних умов, низькою займистістю і простотою догляду.

ПВХ на 69% забезпечує ринок пластикових конструкційних матеріалів, на 58% – ринок матеріалів для проводів і кабелів (тут комерційний успіх забезпечується чудовою вогнестійкістю ПВХ), на 25% – ринок матеріалів для зовнішнього облицювання стін.

В будівельній промисловості – найбільшому споживачі ПВХ – використовується до 60% виробленого полімеру. Вироби, які використовуються у будівництві, характеризуються такими важливими якостями як стійкість до зношування, механічна міцність, добрі теплоізоляційні властивості, стійкість до корозії, хімічного, погодного і температурного впливу. Суттєвою перевагою будівельних матеріалів із ПВХ є їх довговічність.

ПВХ використовують у виробництві труб газо- і водопроводів, гнучких шлангів, профілів вікон, жалюзі і дверей, покриття підлог у вологих приміщеннях і металічних конструкцій, ринв, шпалер.

У хімічній промисловості широко використовуються резервуари, ємності, ванни на основі ПВХ.

Важливою областю застосування ПВХ є пакувальні матеріали, такі як плівки, стрейч-плівки, пляшки, термоформована упаковка – корекси під яйця, цукеркова обгортка, салатниці з кришками для структур типу "фаст-фуд", контейнери під торти, склянки для морозива та ін., яка володіє відмінною жиростійкістю, міцністю і пластичністю.

ПВХ використовується для виробництва чекових і телефонних карток, герметизуючих плівок для приладних щитків автомобілів, пластизольних виробів, одягу і взуття, товарів для спорту і відпочинку, побутового обладнання, меблів і канцтоварів, а також в медицині для виготовлення мішків, в яких зберігають кров (альтернативи ПВХ немає), заморожену плазму, розчини солей, глюкози та інших медичних рідин, м'яких трубок і рукавиць.

Іntenсивно зростає використання ПВХ як заміни дерева.

В таблиці 1 наведені дані по відносному споживанню ПВХ.

Таблиця 1.

Споживання ПВХ

Термін експлуатації	Приклади	Частка в загальному споживанні ПВХ, %
До 2 років	Пакувальні, медичні матеріали, канцелярські товари	15
Від 2 до 10 років	Покриття на підлогу (лінолеум), предмети домашнього вжитку, шпалери, взуття	16
Від 10 до 20 років	Машини, меблі, кабельна ізоляція	28
Понад 20 років	Труби, вікна, жалюзі, кабелі	41

На початку 50-х років спочатку в США, а потім і в Європі розпочався переможний хід ПВХ як матеріалу для віконних рам. Один з перших німецьких патентів на віконні рами з ПВХ датується 1952 роком. Перші рами з ПВХ являли собою металеву основу, облицьовану м'яким або напівм'яким ПВХ. Дещо пізніше почався випуск профілів із твердого ПВХ, який частково підсилювався дерев'яними або металевими вкладками. У 1959 році були обладнані перші квартири з вікнами з твердого, модифікованого на ударну в'язкість ПВХ. Після цього минуло ще кілька років, поки рами із ПВХ-профілів стали знаходити масове застосування.

У Україні пластикові вікна з ПВХ-профілів з'явилися на початку 90-х років. Ці пластикові конструкції дійсно можна назвати полівінілхлоридними, тому що основною речовиною в цих пластмасах (порядку 90%) є ПВХ в поєднанні з різними добавками. Хоча всі ці добавки відіграють важливу роль, все ж основний вплив на технологічні та експлуатаційні характеристики віконних пластиків надають фізико-хімічні властивості ПВХ.

3. Будова і властивості ПВХ. Хімічна стійкість і деструкція ПВХ.

Класифікація ПВХ як полімеру:

1. Синтетичний полімер (тобто не природно утворений).
2. Полімер з Карбон-Карбоновим ланцюгом (не містить гетероатомів в самому ланцюгу).
3. Вініловий полімер (має **вінілову** ланку, яка повторюється: $[-\text{CH}_2-\text{CHX}-]_n-$).
4. Хлорвмісний полімер (містить Хлор в своїй хімічній структурі).
5. Пластик (пластмаса). Пластмаси – це лінійні або розгалужені полімери, які під час переробки перебувають у в'язкотекучому або високоеластичному стані, а під час експлуатації – у склоподібному або кристалічному. Кристалічний, склоподібний, в'язкотекучий і високоеластичний стани – фізичні стани полімерів.
6. Термопласт (полімер, який при нагріванні переходить із склоподібного або кристалічного стану у в'язкотекучий або високоеластичний. При охолодженні відбувається зворотний перехід).

Полівінілхлорид – переважно лінійний полімер з **ступенем кристалічності 10-35%** (відсотком макромолекул з регулярною структурою, сегменти яких можуть щільно упаковуватися і зберігати таке впорядковане

розміщення на віддаль, що значно перевищують розміри сегментів. Сегмент макромолекули – найменший відрізок полімерного ланцюга, що проявляє гнучкість; макромолекула є сукупністю певної кількості сегментів). Тому ПВХ, будучи в основному аморфним полімером, містить невелику кількість кристалічних структур, що утворюють просторову сітку. Така будова ПВХ обумовлює високу енергію когезії, але разом з тим і крихкість в умовах звичайних і низьких температур, а також погану розчинність.

В залежності від подальшого застосування виробляють ПВХ з різною молекулярною масою (ММ) – від 30 000 до 170 000. ПВХ з ММ = 39 000 використовується у литті від тиском тонкостінних виробів, а ПВХ з ММ = 168 000 – для отримання пластифікованого ПВХ (пластикату). Величина середньочислового ступеня полімеризації варіює від 625 до 2700 і залежить від призначення полімеру.

Температура склування ПВХ становить 78-105°C. Висока температура склування робить ПВХ жорстким за звичайних умов. Густина ПВХ 1,35-1,43 г/см³.

Полівінілхлорид досить міцний (при розтягуванні 40-60 Мн/м² або 400-600 кгс/см², при вигині 80-120 Мн/м² або 800-1200 кгс/см²), володіє хорошими діелектричними властивостями.

Полівінілхлорид (ПВХ) і деякі інші полівінілгалогеніди володіють деякими аномальними властивостями, пов'язаними з будовою, а саме: з наявністю в макромолекулах диполів, до складу яких входять бічні атоми Хлору. В результаті сильного диполь-дипольної взаємодії ланцюги полімерів щільно упаковані. Так, відстань між ланцюгами ПВХ становить $2,8 \cdot 10^{-10}$ м, тоді як у поліетилену – $4,31 \cdot 10^{-10}$ м. У розчинах спостерігається виникнення міцних асоціатів аж до гелеутворення.

Розчинність ПВХ залежить від його ММ. Найгірше розчинний емульсійний ПВХ, який має ММ > 100 000. Такий полімер дає лише 1-10%-ві розчини в кетонах, хлорбензолі, диметилформаміді. Суспензійний та блочний ПВХ з ММ < 50 000 легко розчиняються в кетонах, естерах, хлорованих вуглеводнях тощо. ПВХ сполучається з багатьма пластифікаторами (наприклад, фталатами, фосфатами, себацинатами).

Хімічна стійкість.

До 60° С полівінілхлорид стійкий до дії води, HCl і HCOOH будь-яких концентрацій, H₂SO₄ – до 90%-вої, HNO₃ – до 50%-вої і CH₃COOH – до 80%-вої концентрації.

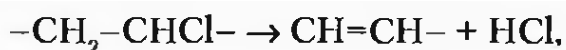
Полівінілхлорид не змінюється при дії лугів будь-яких концентрацій, промислових газів (NO₂, Cl₂, SO₃, HF та ін), розчинів солей Al, Na, K, Fe, Cu, Mg, Ni, Zn, Sn та ін металів. Не набухає в бензині, гасі, маслах, жирах, гліцерині, спирті, гліколях. Полівінілхлорид стійкий до окиснення.

Твердий ПВХ важко запалюється і не підтримує процес горіння, тобто великий вміст Хлору робить ПВХ самозатухаючим.

Деструкція ПВХ.

Можливими реакціями, що протікають при енергетичних і механічних впливах на ПВХ, є дегідрохлорування (відщеплення молекул HCl) з подальшим окисненням, виникненням гідроперосидів та кисневмісних угруповань, структуруванням (зшиванням) і деструкцією макроланцюга, а також при глибшій термообробці – ароматизація (перетворення неароматичних сполук в ароматичні або гетероароматичні в результаті дегідрування, дегідратації) і графітизація. Відносні швидкості цих реакцій різні, а деякі з них в звичайних умовах енергетичних впливів на полівінілхлорид практично незначні.

Основна реакція, відповідальна за втрату полімером експлуатаційних властивостей – елімінування HCl (дегідрохлорування) з утворенням подвійних зв'язків:



HCl і невеликі (менш 1-3%) кількості ароматичних вуглеводнів (бензол) починають виділятися при нагріванні термостабілізованого ПВХ вище 225°С (нестабілізованого – вище 100°С), а при 325 °С проходить дегідрохлорування полімеру. Швидкість дегідрохлорування залежить від ММ полімеру, кристалічності, присутності кисню і стабілізаторів. Виділений гідроген хлорид каталізує процес розкладу. Тому при отриманні хлорвінілових пластиків і більшості інших галоїдовмісних полімерних матеріалів обов'язково вводять пластифікатори, термо- і світлостабілізатори.

Майже всі ці перетворення мають радикально-ланцюговий характер і супроводжуються інтенсивним забарвленням полімерів. Хромофорний ефект

(поява забарвлення у ПВХ від жовтуватого до чорного) проявляється вже при елімінаванні всього 0,1-0,2% HCl і пов'язані з утворенням системи з 8 і більше спряжених подвійних зв'язків, які абсорбують світло синього діапазону видимого спектру.

У продуктах піролізу ПВХ (425° С, 30 хв), крім карбонізованого і частково графітованого полімеру і HCl, виявлені вуглеводні C₂-C₉, у тому числі алкани (20-25%), алкени (35-40%), алкадієни (10 -12%), ароматичні сполуки (20-30%). В діапазоні температур від 425 до 475°С в процесі обуглювання виділяється водень, а далі відбувається циклізація виділених частинок. При температурах вище 475°С утворення зшивок між ланцюгами дає повністю карбонізований залишок.

При УФ- випромінюванні ПВХ (20°С і вище) поряд з дегідрохлоруванням відбувається зшивання. При цьому в продуктах деструкції разом з HCl (95%) виявлені алкани C₂-C₃ (1%), алкени C₂-C₃ (2%), ацетилен (до 1%), бензол (0,2-0,5%), водень (0,3%) і хлоровані вуглеводні C₁-C₃ (до 0,5%).

Механохімічний вплив, супроводжуючий переробку ПВХ, підсилює деструктивні процеси, зокрема елімінавання HCl.

УФ-опромінення і дія радіації сприяють головним чином поперечному зшиванню ланцюгів.

Отже, завдяки особливому шляху деструкції, під впливом УФ і окисників, після втрати гідроген хлориду, відбувається часткове зшивання ланцюгів, а не тільки їх розпад. Це дає велику перевагу ПВХ перед іншими полімерами, такими як поліпропілен або поліетилен, при деструкції яких основним процесом є розклад ланцюга, яке спричинює різке зменшення міцності.

4. Фізіологічна дія ПВХ.

ПВХ абсолютно нешкідливий, незважаючи на те, що більш ніж наполовину складається з хлору (57%) – останній знаходиться у зв'язаному стані. Шкідлива дія можуть надавати лише продукти його розкладання. Зокрема, при вмісті в повітрі 0,03-0,14 мг/л хлорорганічних сполук, 0,4-0,64 мг/л HCl і 0,25-0,63 мг/л CO зазначалося подразнення слизових оболонок носа і очей, а також збудження, перехідне в млявість. Межа вмісту HCl в повітрі виробничих приміщень, при якому можна працювати без наслідків для здоров'я (гранично допустима концентрація – ГДК) становить 5 мг/м³.

Пил ПВХ також є токсичним, ГДК пилу ПВХ в повітрі виробничих приміщень, при якому можна працювати без наслідків для здоров'я – 6 мг/м³. Тут спеціально підкреслюється, що мова йде про виробництво, де, в силу впливу екстремальних факторів на полімер, можливе утворення великої кількості шкідливих речовин. В даному випадку шкоди завдає не стільки подрібнений ПВХ, а різні продукти механохімічної деструкції полімеру на його поверхні.

Сам же полімер у твердому стані використовується навіть у виробках медичного призначення, ємкостях, контактують з їжею, про що зазначено вище. Забігаючи наперед, слід зазначити, що умови експлуатації пластикових вікон далекі від ситуацій, що сприяють виділенню із пластику будь-яких шкідливих компонентів, тим більше в кількостях, що відбиваються на здоров'ї.

5. Екологічна безпека при виробництві і використанні ПВХ.

Успішно вирішуються у виробництві ПВХ питання ресурсозбереження і екології. Необхідно також зупинитися на проблемі екологічної безпеки використання виробів на основі ПВХ.

Враховуючи також, що не менше 60% ПВХ знаходить застосування у виробництві довговічних виробів, тобто менше небезпечних для навколишнього середовища, ПВХ називають екологічно чистим продуктом. На думку спеціалістів, з часом оптимальна частка довговічних виробів із ПВХ повинна становити 90%.

Достатньо поширена думка про те, що ПВХ в процесі експлуатації і наступної утилізації виділяє ВХ, а також високотоксичні діоксини, і цим наносить серйозну шкоду як здоров'ю людей, так і навколишньому середовищу. Подібні роздуми ґрунтуються на слабкому знанні предмету. Опубліковано достатньо матеріалів, які доводять **надзвичайно слабкий антропогенний вплив** ПВХ і виробів з нього на навколишнє середовище. Знайдені ефективні методи глибокої дегазації, що дозволило знизити вміст залишкового мономеру у ПВХ – сучасні підприємства виробляють ПВХ з вмістом залишкового ВХ менше 1 г в 1 т ПВХ. При розкладанні ПВХ (терморозклад, старіння) деполімеризація не відбувається.

Доведено, що при неконтрольованому спалюванні ПВХ емісія діоксинів у навколишнє середовище не перевищує відповідного значення при спалюванні

чистої деревини (6,67 і 3,28 мкг/т відповідно). На кількість діоксинів, що утворюються при спалюванні, передусім впливають конструкція печей і робочі характеристики процесу, а не наявність або відсутність ПВХ в матеріалі.

Для досягнення кращих результатів у відношенні екологічного балансу ПВХ велике значення має його здатність до **рециклінгу**. Матеріали на основі ПВХ практично повністю придатні для **повторного використання**. Розроблено ряд промислових методів їх утилізації. При цьому значна кількість віконних профілів, покриттів на підлогу, кабельної ізоляції та інших продуктів містять до 70% переробленого ПВХ.

Так, при переробці ПВХ практично всі відходи виробництва (обрізки) як регенерат можуть знову повертатися безпосередньо у виробничий процес. Досвід з регенерації ПВХ (плівок, пляшок, флаконів та іншого упакування) показує можливості екологічно чистої утилізації відходів не спалюванням, а повторною переробкою в суміші з вихідним ПВХ чи використанням в конструкціях у вигляді внутрішнього шару трьохшарових труб і листів.

Друга можливість повторного використання відходів ПВХ – переробка суміші пластмас, отриманої при збиранні із побутового сміття, на спеціальному екструдері з отриманням формованих деталей, які знаходять застосування як конструкційні матеріали у будівництві садів, виноградників чи доріг. При неможливості переробки відходів ПВХ їх можна спалювати з отриманням енергії, однак при цьому обов'язково необхідно гідроген хлорид, що виділяється, зв'язувати в хлоридну кислоту і після нейтралізації розчином натрій гідроксиду знову повертати хімічній промисловості у вигляді кухонної солі (цей напрямок успішно розвивають в Японії).

Однак, хлор, що надає ПВХ ряд цінних споживчих якостей (знижена горючість, можливість високочастотного зварювання медичних виробів і т.п.), може при неадекватній технології виробництва, неправильному застосуванні виробів або безграмотному поводженні з відходами ПВХ стати причиною утворення токсичних речовин. Певної токсичністю володіють і деякі добавки, використовувані в композиціях ПВХ.

Це змусило (і змушує) виробників ПВХ в 1000 разів скоротити виділення ВХ; виробників готових ПВХ-композицій замінювати стабілізатори на основі важких металів на екологічно безпечні Са-Зп (незважаючи на те, що хімічно зв'язані метали не можуть переходити в навколишнє середовище) або

використовувати менш леткі пластифікатори; розробників сміттєспалювачів використовувати параметри та пристрої, що виключають виділення НСІ і утворення діоксинів (незважаючи на нікчемно малий внесок ПВХ в світовій діоксиновий баланс, відсутність прямого зв'язку між викидами діоксинів при техногенних катастрофах і присутністю ПВХ).

Висновки.

Підсумовуючи основні висновки аналізу переваг і недоліків ПВХ, можна стверджувати:

1. ПВХ – один з найстаріших з існуючих полімерів, третій за об'ємом виробництва і споживання, що відрізняється при цьому різноманітністю форм застосування і глибиною проникнення в різні сфери людської діяльності.

2. Сировина для виробництва ПВХ – це хлор (57%), який в необмеженій кількості є в світі у вигляд кухонної солі, і тільки 43% сировини отримують із продуктів нафтопереробки, тобто у виробництві ПВХ в незначній мірі у порівнянні з іншими пластмасами використовують нафтові запаси. Крім того, у виробництві ПВХ витрачається майже 40% всього утвореного в результаті побічного продукту хлору, що вносить позитивний вклад в стійкий ресурсний баланс хімічної промисловості і в захист навколишнього середовища.

3. ПВХ, що складається на 57% з хлору, володіє меншою енергоємністю в порівнянні з іншими великотоннажними термопластами, що з урахуванням останніх успіхів в області переробки відходів ПВХ істотно покращує його екобаланс.

4. ПВХ потенційно не більш небезпечний, ніж інші полімери. З усіх полімерів він найбільш вивчений, отже, його застосування обіцяє менше неприємних сюрпризів.

5. Сьогодні немає підстав шукати альтернативу ПВХ, та її у глобальному масштабі і не існує: в ряді полімерних виробів (таких, як лінолеум, багато виробів медичного призначення, автогерметики, більшість кабелів, вікна) його просто нічим замінити; в інших виробках (наприклад, пакувальні плівки, гідроізоляційні мембрани, плівки для інтер'єру автомобіля, труби для каналізації та водопостачання) ПВХ можна замінити, але на гірше співвідношення “ціна-якість”, у третьому випадку, найбільш рідкісному, ПВХ поступається іншим полімерам, що володіє кращим набором властивостей і/або

більш високою екологічністю (наприклад, витіснення ПВХ поліетилентерефталатом з ринку пляшок для питної води).

6. Світовий ринок ПВХ вже давно має глобальний характер. Незважаючи на циклічний характер введення нових потужностей, світове виробництво ПВХ в середньому зростає пропорційно зростанню світового валового продукту.

7. Полівінілхлорид ще досить довго залишиться полімерним матеріалом, незамінним практично у всіх галузях промисловості.

Література.

1. Курта С.А., Курганський В.С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Вид-во Прикарпатського нац. ун-ту. ім. В.Стефаника, 2010. – 291 с.

2. Гетьманчук Ю.П., Братичак М.М. Хімія і технологія полімерів: Підручник. – Львів: Бескид Біт, 2006. – 496 с.

3. Ульянов В.М., Рыбкин Э.П., Гуткевич А.Д. Поливинилхлорид. – М.: Химия, 1992. – 288 с.

4. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниэлс Ч. Поливинилхлорид. –СПб: Профессия, 2007. – 728 с.

5. А.Ф. Николаев. Пластические полимеры. – Л.: Химия, 1977.

6. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Химия, 1979.

7. Зильберман Е.М. Получение и свойства поливинилхлорида. – М.: Химия, 1968.

8. Бадасян Е.Б. Основы технологии синтеза поливинилхлорида. – М.: Химия, 1971.

9. Коршак В.В. Технология пластмасс. – М.: Химия, 1976.

Запитання.

1. Дайте визначення галогеновмісним полімерам і назвіть основні представники цього виду полімерів.

2. Яке місце за світовим споживанням полімерів посідає полівінілхлорид? Назвіть масштаби і щорічний приріст світового виробництва ПВХ.

3. Назвіть причини зростання виробництва ПВХ в світі.

4. Наведіть властивості ПВХ і виробів з цього полімеру, що забезпечують його затребуваність у світі.
5. Назвіть основні області застосування виробів з ПВХ і частку їх у загальному використанні ПВХ.
6. В чому унікальність ПВХ з погляду сировинних джерел його отримання?
7. Які полімери називаються термопластами?
8. Охарактеризуйте фізичні властивості ПВХ і його хімічну стійкість.
9. Назвіть причини деструкції ПВХ і процеси, які відбуваються при цьому. Виділіть основний деструкційний процес при експлуатації ПВХ. Вкажіть продукти різних видів деструкції ПВХ.
10. Які переваги перед іншими полімерами надає ПВХ його особливий деструкційний механізм?
11. Зазначте фізіологічну дію ПВХ.
12. Чи забезпечується екологічна безпека при виробництві і експлуатації виробів з ПВХ і яким чином?
13. Що таке рециклінг? Назвіть приклади рециклінгу ПВХ.
14. Назвіть негативні впливи виробництва ПВХ і використання виробів з ПВХ на довкілля.

