

УДК 504.05/.06

Мустяца О.Н., канд. хім. наук

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ В БУДІВЕЛЬНІЙ ІНДУСТРІЇ. ПОЛІМЕРНІ БУДМАТЕРІАЛИ

Анотація. В оглядовій статті розглядаються основні екологічні проблеми, які створюються активною діяльністю людини у будівельній галузі, і шляхи їх розв'язування, в тому числі, з застосуванням нової науки – будівельної екології, яка розглядає і дає пропозиції для вирішення багатьох питань, пов'язаних з основними видами техногенних і антропогенних впливів при будівництві і експлуатації будинків і споруд (збереження поверхні землі при будівництві; збереження літосфери і ґрунтових вод; біопозитивні будівельні рішення; природозберігаючі технології будівництва і т.п.). Розглянуто основні полімерні будматеріали матеріали, їх екологічні і фізико-механічні властивості, а також напрямки застосування.

Ключові слова: екологічні проблеми, будіндустрія, полімери, фізико-механічні властивості.

УДК 504.05/.06

Мустяца О.Н., канд. хим. наук

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ. ПОЛИМЕРНЫЕ СТРОЙМАТЕРИАЛЫ

Аннотация. В обзорной статье рассматриваются основные экологические проблемы, которые создаются активной деятельностью человека в строительной отрасли, и пути их решения, в том числе, с применением новой науки – строительной экологии, которая рассматривает и даёт рекомендации для решения многих вопросов, связанных с основными видами техногенных и антропогенных влияний при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений (сохранение поверхности земли при строительстве; сохранение литосферы и ґрунтовых вод; биоположительные строительные решения;

природосберегающая технология строительства и т.д.). Рассмотрены основные полимерные строительные материалы, их экологические и физико-механические свойства, а также направления их применения.

Ключевые слова: экологические проблемы, стройиндустрия, полимеры, физико-механические свойства.

UDC 504.05/06

Mustiatsa A. N., Cand. Che. Sci. (Ph.D.)

ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY. THE POLYMERIC MATERIALS

Abstract. This survey article examines such themes like main environmental problems created by human activity in the construction industry, also their solutions, particularly with the help of new science called construction ecology. This science makes recommendations for many solutions related to the main types of technogenic and anthropogenic impacts during construction and building exploitation (earth's surface, lithosphere and groundwater's preservation; bio positive construction solutions, environmentally friendly construction technologies, etc.). Basic polymer construction materials, their ecological, physical and mechanical properties, as well as their application have been examined in this survey article.

Keywords: environmental issues, construction industry, polymers, physical and mechanical properties.

Неосяжна земна куля стає малою для промисловості, що розвивається, для міст, що будуються, для населення, що швидко прибуває. Такими ж швидкими темпами наростають екологічні проблеми. Щороку в світі спалюється 20 млрд. тонн кисню. Його баланс поки зберігається на Землі за рахунок тропічних лісів. Але і їх з кожним роком стає все менше і менше. В цілому на земній кулі зараз використовують більше 100 млрд. тонн різних речовин на рік. Вчені підрахували, що за останні сто років тільки в атмосферу було викинуто близько 1,5 млн. тонн миш'яку, 1 млн. тонн нікелю, 1,35 млн. тонн силіцію, 900 тисяч тонн чадного газу, 600 тисяч тонн цинку. Одна середня ТЕС за добу викидає до 800 тонн золи і 125 тонн сірчастого ангідриду. Це далеко не повний перелік того, що потрапляє

в атмосферу від антропогенної діяльності. Води морів і океанів відчувають сильне екологічне навантаження, що призводить до зниження очисних властивостей морських вод, зменшення їх біологічної продуктивності. Ґрунтовий покрив планети вже не справляється з техногенними відходами, у багатьох випадках природа ще не пристосувалася переробляти чужі їй забруднення. Природа відчуває сильні навантаження, що ведуть до її пригнічення і загибелі. У цій невтішній картині будівельній індустрії належить чимала лепта. Настав час, коли не тільки потрібно голосно говорити про це, але й освоювати нові науки, які б допомагали у вирішенні екологічних проблем. Однією з таких нових наук є будівельна екологія. Які питання вона повинна розглядати? Перелік цих питань значний: - основні види техногенних і антропогенних впливів при будівництві та експлуатації будівель і споруд; - способи збереження поверхні землі при будівництві; - збереження літосфери і ґрунтових вод; - біопозитивні будівельні рішення; - природозберігаючі технології будівництва; - утилізація відходів при будівництві; - використання поновлюваних джерел енергії; - застосування безвідходних технологій в рішеннях будівель; - моніторинг стану середовища і прийняття рішень за його результатами; - архітектурно-будівельні аспекти будівельної екології; - правові питання екології та охорони середовища [1-5].

До техногенних і антропогенних впливів на природу відносять всі види впливів, створюваних технікою і безпосередньо людиною. До них відносяться: - забруднення (внесення в середу нехарактерних для неї нових фізичних, хімічних або біологічних агентів, або перевищення наявного природного рівня цих агентів); - технічні перетворення і руйнування природних систем і ландшафтів (в процесі видобутку природних ресурсів, будівництва та ін.); - вичерпання природних ресурсів (корисні копалини, вода, повітря та ін.); - глобальні кліматичні впливи (зміна клімату в зв'язку з діяльністю людини); - естетичні впливи (зміни природних форм, несприятливих для візуального та іншого сприйняття). В результаті таких всебічних впливів змінюється склад біосфери, круговорот і баланс речовин. Змінюється тепловий баланс земної кулі, структура земної поверхні (забудова, укладання асфальту, будівництво штучних водойм, меліорація і т.д.), винищуються і переміщуються в нові місця проживання деякі види тварин і рослин. Всі техногенні впливи призводять до погіршення якості навколишнього середовища, яке відрізняється консерватизмом, тому що воно вироблялося протягом мільйонів років еволюції. Одним з основних видів

негативних впливів є забруднення. Забруднення діляться залежно від типу джерела, наслідків та заходів контролю. Це стічні води, газоподібні викиди, нечистоти, які поглинають кисень, носії інфекцій, речовини, що представляють поживну цінність для бур'янів, мінерали, неорганічні кислоти, солі, тверді стоки, радіоактивні речовини та ін. Забруднення від джерел (відходи промислових підприємств, будівельних майданчиків, побутові відходи, відходи транспорту, енергетики, сільського господарства, а також хімічні засоби захисту рослин) надходять в атмосферу, гідросферу, літосферу, причому з екотопа (місць проживання біотичного співтовариства) вони передаються всіма складовими біоценозу (рослинам, тваринам, мікроорганізмам). Забруднення можуть бути природними (зазвичай викликані катастрофами - вулканами, селями, торнадо, цунамі, землетрусами та ін.) і антропогенними (від діяльності людини). Антропогенні забруднення ділять на біологічні, механічні, хімічні, фізичні. Можна виділити ще одне специфічне для будівництва забруднення - візуальне і естетичне, що полягає в несприятливій зміні ландшафту. Фізичне забруднення може бути тепловим внаслідок підвищення температури через втрати тепла в промисловості, в житлових будинках, теплотрасах і т.д.; шумовим - через підвищення інтенсивності шуму внаслідок роботи підприємств, будмайданчиків, руху транспорту і ін.; світловим - внаслідок підвищення освітленості через штучні джерела світла; електромагнітним - через дії радіо, телевізорів, промислових установок; радіоактивним - через підвищення природного рівня (фону) вмісту радіоактивних речовин (наприклад, в сировині для виробництва будівельних матеріалів, в кам'яному вугіллі при спалюванні його в котлах ТЕС). Фізичні забруднення можуть привести до розвитку аномалій у тварин, рослин і людини. Хімічне забруднення може бути викликано внесенням будь-яких нових хімічних сполук (наприклад, на основі полімерів) або підвищенням концентрації присутньої в природному середовищі хімічної речовини. Багато з хімічних речовин активні і можуть взаємодіяти з молекулами речовин, що входять до складу живого організму, або активно окиснюються на повітрі, при цьому вони стають отруйними по відношенню до живих організмів. Механічне забруднення, що викликається речовинами, які не впливають на середовище фізичного або хімічного, особливо характерно для будівництва та виробництва будівельних матеріалів. Сюди входять відходи камнепилення і виробництва залізобетону, відходи при ремонті будівель і споруд. Біологічні, а також мікробіологічні забруднення відбуваються під час внесення до довкілля біологічних відходів в

результаті швидкого розмноження мікроорганізмів на антропогенних субстратах (будівельна біологія). Всі види забруднень, що проникають в повітря, ґрунт, воду, надходять в живі організми, знижуючи продуктивність або знищуючи екосистеми. Велику лепту в картину забруднення навколишнього середовища вносить будівельна індустрія. Наприклад, забудова і асфальтування все більших площ поверхні землі, порівнянне в даний час з площею поверхні земної кулі, не тільки виключає з природного відбору певну частину землі, але і змінює режим ґрунтових вод, випаровування і т.д., що в підсумку розриває зв'язки, що склалися в системі біогеоценозу. Однак ніхто ще не рахував, яка частина поверхні земної кулі може бути закрита непроникною оболонкою, щоб біосфері був нанесений непоправний збиток. Майбутніми інженерами-будівельниками повинні бути розглянуті і вивчені всі види впливів на природу при будівництві будівель і споруд, а також запропоновані заходи щодо захисту навколишнього середовища за допомогою будівельних заходів. До складу таких заходів входять: - захист і допомога в раціональному розвитку повітряного, геологічного, гідрогеологічного середовища живої природи (біогеоценоз); - боротьба з забруднювачами: хімічними, біологічними, мінеральними, тепловими, акустичними, візуальними; - економне витрачання невідновлюваних ресурсів Землі (енергоносіїв та ін.); - збереження і відновлення землі для цілей сільського господарства, рекреації, створення парків, садів, заповідників; - утилізація відходів; - охорона геологічних і культурних пам'яток; - створення екологічно чистих будівель при збалансованому стані урбанізованого і природного середовища; - моніторинг з метою прийняття своєчасних рішень.

Починаючи будь-яке будівництво (поселень, міст, об'єктів), необхідно застосовувати раціональне планування (співвідношення урбанізованого і природного середовищ), а також ландшафтну архітектуру (враховуючи рельєф місцевості і геологічне середовище). Необхідно, щоб архітектурно-будівельні аспекти вписували б об'єкт в навколишнє середовище. Основним принциповим напрямком сучасного будівництва є збереження поверхні землі і рельєфу, тобто здійснювати будівництво там, де не можуть бути використані території для сільського господарства або рекреації (схили, балки, горби, яри, прибережні ділянки). Крім того, необхідно розвивати підземне і напівпідземне будівництво, а також будувати будівлі, підняті над поверхнею землі на опорах (стовпах) і будівлі на штучних територіях (наприклад, створювані на шельфі). Інженери-будівельники повинні розвивати біопозитивне будівництво. Під біопозитивними

будівлями і спорудами маються на увазі будівлі, що допомагають розвитку живої природи - флори і фауни. Наприклад, біопозитивні інженерні конструкції: - підпирні стіни, що озеленюються; - шумозахисні екрани, що розміщуються вздовж магістралей і всередині кварталів; - дахи, що озеленяються, тераси, стіни; - біопозитивні підводні конструкції - колектори для розведення різних організмів і отримання морепродуктів та ін. Велику увагу слід приділяти питанням утилізації відходів промисловості і будівництва з метою виробництва дешевих будівельних матеріалів і використання вторинної енергії - тепла енергоносіїв. Для цього використовуються основні види відходів промисловості: - димові гази, що відходять з теплових агрегатів; - пилю; - рідини; - шлами; - гірські породи, що невикористані (розкриті); - відходи камінеобробки; - побутові відходи; - відходи самого будівництва (будівельні конструкції і елементи з браком).

Інженери-будівельники повинні знати сучасні способи і методи утилізації відходів при виробництві різних будівельних матеріалів (наприклад, важких, легких, особливо легких бетонів, каменів з шламів - відходів камнепилення і ін.), а також способи утилізації тепла і газів біологічних звалищ (що нині вельми актуально). Інженерам-будівельникам необхідно застосовувати сучасні досягнення в області розробки і створення нетрадиційних (поновлюваних) джерел енергії. Все нетрадиційні джерела енергії розглядаються стосовно до потреб будівництва, тобто забезпечення енергією і теплом з метою створення економічно чистих будівель: - використання сонячної енергії за допомогою різних типів геліонагрівачів; - використання перетворювачів сонячної енергії в електричну; - використання теплових насосів для утилізації тепла; - використання енергії вітрових і хвильових електростанцій (конструктивні рішення таких станцій можна поєднувати з будівлями різного призначення в акваторії і на територіях з постійними сильними вітрами); - використання енергії підземного тепла. Інженери-будівельники повинні знати способи моніторингу за станом навколишнього середовища з метою прийняття своєчасних рішень про зміни в планах будівництва або експлуатації побудованих об'єктів. Для сфер (повітряної, водної, для землі і живої природи) оцінюють забруднення (мінеральні, хімічні, біологічні, теплові, шумові), а також рівень і рух ґрунтових вод, стан, якісний і кількісний склад рослинності, ерозія ґрунтів, шлейфи викидів в повітря, воду і багато іншого. Інженер-будівельник зобов'язаний знати правові питання охорони навколишнього середовища, свої обов'язки і відповідальність за порушення правових актів (аж до кримінальної).

Полімерні будівельні матеріали і їх основні властивості. Широке застосування знаходять термопластичні пластмаси на основі поліетилену, поліпропілену, полістиролу, полівінілхлориду, фторопластів, поліамідів і інших полімерів. Крім полімерів, одержуваних з одного мономера, синтезують кополімери - продукти, одержувані спільною полімеризацією (кополімеризація) двох і більше мономерів. В такому випадку утворюються матеріали з новим комплексом властивостей. Так, вінілацетат полімеризують спільно з вінілхлоридом для отримання кополімеру міцнішого і водостійкішого, ніж полівінілацетат, але зберігаючого його високі адгезійні властивості. Широкий спектр кополімерів випускають на базі акрилових мономерів. Для підвищення фізико-механічних властивостей полімерів - їх армують. *Поліетилен* $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ - продукт полімеризації етилену - роговидний, жирний на дотик, матеріал, що, злегка просвічується, легко ріжеться ножом; при підпалюванні горить і одночасно плавиться з характерним запахом паленого парафіну. Щільність 920 ... 960 кг/м³. Поліетилен плавиться при 90...130 °С. При кімнатній температурі поліетилен практично не розчиняється ні в одному з розчинників, але набухає в бензолі і хлорованих вуглеводнях; розчиняється в них при температурі вище 70...80 °С, хімічно стійкий до дії кислот, лугів і розчинників, нетоксичний, технологічний (піддається екструзії, литтю, напилюванню, заливці т. д.), коштує недорого і поєднує високу міцність з пластичністю. Міцність при розтягуванні - 20...45 МПа; але при тривалій дії навантаження, що становить більше 50...60% від граничної, у поліетилену починає проявлятися властивість плинності. Поліетилен зберігає еластичність до - 70 °С, легко переробляється у вироби і добре зварюється. Поліетилен має високі діелектричні властивості, практично не поглинає вологу. Його недоліки - низькі теплостійкість та твердість, горючість та швидке старіння під дією ультрафіолетових променів. Поліетилен захищають від старіння, вводячи в нього наповнювачі (сажу, алюмінієву пудру) і стабілізатори. Поліетилен випускається у вигляді плівок товщиною 0,03-0,30 мм, шириною 1400 мм і довжиною 30 м, а також у вигляді листів товщиною 1-6 мм і шириною до 1400 мм. Поліетилен застосовують для ізоляції електропроводів і кабелів, як пакувальний матеріал для харчових продуктів, для захисту від корозії магістральних нафто- і газопроводів, як заміник скла, для виготовлення предметів домашнього вжитку, для захисту металів від корозії. Поліетиленові труби можуть працювати при температурах до -60 °С, вони не схильні до ґрунтової корозії. З поліетилену виготовляють кришки підшипників,

ущільнювальні прокладки, деталі вентиляторів і насосів, гайки, шайби, порожнисті вироби місткістю до 200 л, тару для зберігання і транспортування кислот і лугів. Практично у всіх сферах виробництва і промисловості знайшов застосування армований поліетилен - унікальний в своєму роді матеріал. Як армуючі матеріали найчастіше застосовують: сітки; металеві нитки; пластини; вуглецеві матеріали; більш щільний поліетилен або поліпропілен; лавсанові матеріали. Величезний плюс армованого поліетилену в його дивовижній схожості за своїми фізичними і механічними властивостями зі сплавами легких металів. Класичний поліетилен, укріплений різними матеріалами, стає настільки міцним, що його використовують навіть при виробництві бронежилетів. *Поліпропілен* $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$ - полімер, за складом близький до поліетилену. У порівнянні з поліетиленом поліпропілен має більш високу механічну міцність і жорсткість, більшу теплостійкість і меншу схильність до старіння. Руйнівна напруга при розтягуванні поліпропілену досягає 25-40 МПа. Недоліком поліпропілену є його невисока морозостійкість (-20 °С). При синтезі поліпропілену утворюється кілька різних за будовою полімерів: ізотактичний, атактичний і сіндіотактичний. В основному застосовується ізотактичний поліпропілен. Він відрізняється від поліетилену більшою твердістю, міцністю і теплостійкістю (температура розм'якшення близько 170 °С), але перехід в крихкий стан відбувається вже при мінус 10...20 °С. Щільність поліпропілену 920...930 кг/м³; міцність при розтягуванні 25...30 МПа; відносне подовження при розриві 200...800 %. Поліпропілен погано проводить тепло - $\lambda = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Максимальна температура експлуатації для виробів з поліпропілену 120...140 °С, але вироби, що знаходяться в навантаженому стані, наприклад, труби гарячого водопостачання, не рекомендується використовувати при температурі вище 75 °С. Застосовують поліпропілен практично для тих же цілей, що і поліетилен, але вироби з нього більш жорсткі і формостійкі. Атактичний поліпропілен (АПП) виходить при синтезі поліпропілену як неминуча домішка, яка легко відділяється від ізотактичного поліпропілену екстракцією (розчиненням в вуглеводневих розчинниках). АПП - м'який еластичний продукт щільністю 840...845 кг/м³ з температурою розм'якшення 30...80 °С. Застосовують АПП як модифікатор бітумних композицій в покрівельних матеріалах. Деталі з поліпропілену виготовляють штампуванням, литтям під тиском, пневматичним і вакуумним пресуванням; поліпропілен можна зварювати, напилювати на метал, тканину, картон. Він легко піддається механічній обробці на токарних, фрезерних,

свердлильних станках. Поліпропілен застосовують для виготовлення антикорозійного футерування резервуарів, труб і арматури трубопроводів, електроізоляційних деталей, а також для виготовлення деталей, що застосовуються при роботі в агресивних середовищах. З поліпропілену виготовляють корпусні деталі автомобілів і корпусу акумуляторів, прокладки, труби, фланці, водонапірну арматуру, плівки, плівкові покриття паперу і картону, корпусу повітряних фільтрів, конденсатори, вставки демпфуючих глушників, зубчасті і черв'ячні колеса, ролики, підшипники ковзання, фільтри масляних і повітряних систем, робочі деталі вентиляторів, насосів, ущільнення, деталі приладів і автоматів точної механіки, кулачкові механізми, деталі телевізорів, магнітофонів, холодильників, пральних машин, ізоляцію проводів і кабелів. Відходи при виробництві поліпропілену і відпрацьовані вироби з нього використовують для повторної переробки. *Полістирол* (полівінілбензол) $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n$ - прозорий жорсткий полімер щільністю 1050...1080 кг/м³; легко фарбується в різні кольори, при нагріванні до 80...100 °С розм'якшується. Міцність при розтягуванні (при 20 °С) 35...50 МПа. Полістирол добре розчиняється в ароматичних вуглеводнях, складних ефірних і хлорованих вуглеводнях. Полістирол горючий і крихкий. Для зниження крихкості полістирол синтезують з іншими мономерами або поєднують з каучуками (ударостійкий полістирол). Має високу водостійкість, гарну хімічну стійкість в розчинах солей, кислот і лугів. У порівнянні з іншими термопластами більш стійкий до радіації. Інтервал робочих температур від -40 до + 65 °С. Завдяки своїм споживчим і технологічним якостям поліпропілен має дуже широкий спектр застосування і займає друге місце після поліетилену по світовому випуску - 20,5%. Полістирол застосовують для виготовлення теплоізоляційного матеріалу - пінополістиролу (щільністю 10...50 кг/м³), облицювальних плиток і дрібної фурнітури, для предметів домашнього вжитку, дитячих іграшок, для тари і упаковки, трубок для ізоляції проводів, плівок для ізоляції електричних кабелів і конденсаторів, відкритих ємностей (лотки, тарілки та ін.), прокладок, втулок, світлофільтрів, великогабаритних виробів різного призначення (корпусу транзисторних і радіоприймачів, телефонних апаратів, холодильників та ін.), деталей електропилососів (колодки, щілинні сопла, прокладки, ручки), конструкційних виробів з антистатичними властивостями. Ударостійким полістиролом (механічна суміш полістиролу з каучуком) облицюють пасажирські вагони, салони автобусів і літаків. Його застосовують для

виготовлення деталей машин і апаратів, які безпосередньо контактують з харчовими продуктами (молоком і молочними продуктами, вином, коньяком, шампанським і ін.). Полістирол розчинений в органічних розчинниках - хороший клей. *Полівінілацетат* $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3\text{COO})-]_n$ - прозорий безбарвний жорсткий при кімнатній температурі полімер щільністю 1190 кг/м^3 . Полівінілацетат розчиняється в кетонах (ацетоні), складних ефірах, хлорованих і ароматичних вуглеводнях, набухає у воді; в аліфатичних і терпенових вуглеводнях не розчиняється. Полівінілацетат не стійкий до дії кислот і лугів; при нагріванні вище $130\text{...}150 \text{ }^\circ\text{C}$ - він розкладається з виділенням оцтової кислоти. Позитивна властивість полівінілацетата - висока адгезія до кам'яних матеріалів, скла, деревини. Полівінілацетат застосовують у вигляді полівінілацетатної дисперсії (ПВАД) - сметаноподібної маси білого або світло-кремового кольору, добре змішується з водою. Полівінілацетатну дисперсію отримують полімеризацією рідкого вінілацетату, що знаходиться у вигляді дрібних частинок (менше 5 мкм) в воді. Для стабілізації емульсії вінілацетату використовують полівініловий спирт $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-]_n$. При полімеризації крапельки вінілацетату перетворюються в тверді частинки полівінілацетату, таким чином утворюється полівінілацетатна дисперсія. Вміст полімеру в дисперсії близько 50% . Полівінілацетатна дисперсія випускається середньої (С), низької (Н) і високої (В) в'язкості в пластифікованому і неластифікованому вигляді. Пластифікатором служить дибутилфталат, вміст якого вказується в марці індексом. У грубодисперсній ПВАД, що зазвичай застосовується в будівництві, вміст пластифікатора наступний (% від маси полімеру): $5\text{...}10$ (індекс 4), $10\text{...}15$ (індекс 7) і $30\text{...}35$ (індекс 20). Пластифікована дисперсія неморозостійка і при заморожуванні необоротно руйнується з осадженням полімеру. Тому у зимовий час пластифікатор поставляють в окремій упаковці. На основі полівінілацетату виготовляють клеї, водно-дисперсійні фарби, шпалери, що миються. ПВАД застосовують для влаштування наливних мастичних підлог і для модифікації цементних розчинів. Дисперсією, розведеною до $5\text{...}10\%$ -ної концентрації, ґрунтують бетонні поверхні перед приклеюванням облицювання на полімерних мастиках і перед нанесенням полімерцементних розчинів. Недолік матеріалів на основі ПВАД: набухання і поява висолів. Це пояснюється наявністю в дисперсіях помітної кількості водорозчинного стабілізатора і здатністю самого полімеру набухати у воді. Так як дисперсія має слабкокисло реакцію ($\text{pH } 4,5\text{...}6,0$), при нанесенні на металеві вироби можлива корозія металу. *Полівінілхлорид* $[-\text{CH}_2-$

СНС1-]n - являє собою твердий матеріал без запаху і смаку, безбарвний або жовтуватий. Щільність полівінілхлориду 1400 кг/м³; межа міцності при розтягуванні 40...60 МПа. Температура текучості полівінілхлориду 180...200 °С, але вже при нагріванні вище 160 °С починає розкладатися з виділенням соляної кислоти. ПВХ вироби добре зварюються і склеюються перхлорвініловим клеєм. Позитивна якість полівінілхлориду - високі хімічна стійкість, атмосферо-, водо-, масло- і бензостійкість, низька горючість. Полівінілхлорид застосовують для виготовлення матеріалів для підлог (різні види лінолеуму, плитки), труб, погонажних виробів (поручні, плінтуси і т. п.) і декоративних плівок і пенопластов. Пластмаси, на основі полівінілхлориду мають хороші електроізоляційні властивості. Вони стійкі до впливу хімікатів, не підтримують горіння, атмосферо-, водо-, масло- і бензостійкі. Непластифікований полівінілхлорид називається *вініпластом*. Вініласти мають високу механічну міцність і пружність, але порівняно малопластичні. Вініласти стійкі до дії багатьох мінеральних кислот, лугів і розчинів солей. Їх недоліками є схильність до повзучості, низька ударна в'язкість, мала теплостійкість, різка залежність від температури. Вініпласт випускається у вигляді листів, прутків, труб. Вініпластові деталі добре механічно обробляються і добре зварюються. З нього виготовляють труби для транспортування води, агресивних рідин і газів, корозійностійкі ємності, захисні покриття для електропроводки, деталі вентиляційних установок, теплообмінників, шланги вакуум-проводів, захисні покриття для металевих ємностей, ізоляцію проводів і кабелів. Полівінілхлорид використовують для отримання пінопластів, лінолеуму, штучної шкіри, об'ємної тари, товарів побутової хімії, вібропоглинаючих матеріалів в машинобудуванні і на всіх видах транспорту, водо-, бензо- і антифризостійких трубок, прокладок і т. п. *Перхлорвініл* - продукт хлорування полівінілхлоріда, що містить 60...70 % (по масі) хлору, замість 56 % в полівінілхлориді. Щільність близько 1500 кг/м³, хімічно стійкий до кислот, лугів, окиснювачів; важкогорючий. Перхлорвініл розчиняється в хлорованих вуглеводнях, ацетоні, етилацетаті, толуолі, ксилолі та інших розчинниках. Поєднання високої адгезії і високої розчинності дозволяє використовувати перхлорвініл в клеях і фарбувальних складах. Перхлорвінілові фарби використовують для оздоблення фасадів будинків. При роботі з цим полімером, необхідно дотримуватися техніки безпеки (ретельно вимивати руки гарячою водою з милом і змащувати їх жирним кремом, вазеліном, ланоліном і т. п.). При сильному забрудненні рук їх попередньо витирають ганчіркою,

змоченою в уайт-спіриті (застосовувати для цієї мети бензол, толуол, етильований бензин забороняється). *Фторопласти* - полімери фторпохідні ряду етилену. Фторопласти мають міцність при розтягуванні 15-35 МПа, при вигині 10-15 МПа; відносне подовження при розриві 250-350 %. Найбільшого поширення отримав фторопласт-4 $[-CH_2-CH_2-]_n$, або політетрафторетилен (тефлон). Характеризується високою щільністю (2,1-2,3 г/см³), термо- і морозостійкістю. Інтервал робочих температур при експлуатації виробів з фторопласту-4 становить від -269 до +260 °С. Плівка з нього не охрупчується навіть в середовищі рідкого гелію. Фторопласт-4 має хороші діелектричні властивості і високу корозійну стійкість. По хімічній стійкості фторопласт-4 перевершує всі відомі матеріали, включаючи золото і платину, тому його називають "органічною платиною". Він стійкий до впливу всіх мінеральних і органічних лугів, кислот, органічних розчинників, що не набухає у воді, не змочується рідинами і вязкотекучими середовищами харчових виробництв - тістом, патокою, варенням і т. п. При температурі 260 °С вибухобезпечний, негорючий, при безпосередньому контакті не впливає на організм людини, руйнується тільки під дією розплавлених лужних металів і елементарного фтору. Фторопласт-4 має низький коефіцієнт тертя і застосовується для виготовлення підшипників ковзання без мастила. Для зменшення зношування підшипників у фторопласт вводять 15-30 % наповнювача (графіту, дисульфиду молібдену, скляного волокна і ін.). Фторопласти широко застосовуються в електро- та радіотехнічній промисловості, а також для виготовлення хімічно стійких труб, кранів, мембран, насосів, підшипників, деталей медичної техніки, корозійностійких конструкцій, тепло- і морозостійких деталей (втулок, пластин, дисків, прокладок, сальників, клапанів), для облицювання внутрішніх поверхонь різних кріогенних емкостей. *Поліуретани* - (продукти, що містять уретанове угруповання $[-O-CO-NH-]$) - найбільш цінні термопластичні полімери, що широко виробляються промисловістю. Вони характеризуються високим модулем пружності, зносостійкістю, в'язким коефіцієнтом тертя, стійкістю до вібрацій, атмосферостійкістю, а також стійкістю до дії мастил і бензину. Вироби з поліуретану можна експлуатувати при низьких температурах до -70 °С. Волокна з поліуретану малогігроскопічні і мають високу хімічну стійкість. Їх використовують для виготовлення ізоляції, фільтрувальних і парашутних тканин. *Скло органічне (плексиглас)* $[-CH_2-C(CH_3)(CH_3COO)-]_n$ - отримують полімеризацією складних ефірів метакрилової кислоти. Зазвичай застосовують

поліметилметакрилат. Цей термопласт оптично прозорий (прозорість до 92%), має низьку щільність, високу атмосферостійкість, стійкий до впливу розведених кислот і лугів, вуглеводневого палива і мастил. Скло органічне випускається у вигляді листів товщиною до 25 мм. Його недолік – низька поверхнева твердість. *Полікарбонат* - термопластичний полімер на основі дифенілолпропану і фостену, що випускається під назвою дифлон. Полікарбонат характеризується низькими водопоглинанням і газопроникністю, хорошими діелектричними властивостями, високою жорсткістю, теплостійкістю і хімічною стійкістю, не має запаху і смаку, фізіологічно нешкідливий, безбарвний, прозорий, добре забарвлюється. Стійок до світлового старіння і дії окиснювачів навіть при нагріванні до 120 °С. Це один з найбільш удароміцних термопластів, що дозволяє використовувати його в якості конструкційного матеріалу, що заміняє метали. З полікарбонату виготовляють шестерні, підшипники, корпуси, кришки, клапани та інші деталі, судини для транспортування фруктових соків, молока, вин і т. п. Його можна використовувати в криогенній техніці для роботи в середовищі рідких газів. Фізико-механічні властивості полікарбонатів поліпшуються при введенні в них армуючих волокон. Наприклад, при введенні в полікарбонат скловолокна (до 30%) його модуль пружності при розтягуванні збільшується в 3 рази, а твердість по Брінеллю - в 1,5 рази. Теплостійкість матеріалу також збільшується, а термічний коефіцієнт лінійного розширення знижується в 3 рази, усадка матеріалу зменшується в 2 рази. Армовані полікарбонати з назвою «Естеран» знайшли застосування у виробництві відповідальних деталей машин, наприклад, підшипників ковзання, кулачків і т. п. Вони зберігають свої властивості і експлуатаційну надійність в інтервалі температур від -200 до +110 °С, а також в вакуумі. В нашій країні крім склонаповненого полікарбонату добре зарекомендували себе наповнені скловолокном поліпропілен, полістирол і деякі інші термопласти. Термопласти, армовані скловолокном, мають більш високі механічні властивості і забезпечують незмінність форми виробів в умовах підвищених температур. Виробництво таких термопластичних матеріалів з кожним роком зростає на 25 - 30%. Вони застосовуються при виготовленні різноманітних деталей в електронній та електротехнічній промисловості, оптичному і точному приладобудуванні, автомобілебудуванні, текстильному машинобудуванні, будівництві та ін.

Література

1. Алексеева Л.Л. Экологические проблемы в строительной индустрии / Л.Л. Алексеева. - Ангарск: АГТА, 2001. - 68 с.
2. Алексеева Л.Л. Экологические проблемы в строительной индустрии / Л.Л. Алексеева. - Ангарск: АГТА, 2006. – 92 с.
3. Ужов В. Н. Очистка промышленных газов от пыли / В.Н. Ужов, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков, И.К. Решидов. - М.: Химия, 1981. - 391 с.
4. Белов С.В. Охрана окружающей среды / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков, Г.П. Павлихин. – М.: Высшая школа, 1983. - 264 с.
5. Мазур И.И. Инженерная экология: Учеб. пособие. В 2-х т. / И.И. Мазур, О.И. Молдаванов, В.Н. Шишов. - М.: Высшая школа, 1996. - 312 с.

Рецензенти:

Андрійко О.О., д-р хім. наук, Національний технічний університет України "КПІ".
Мудрак К.В., канд. хім. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Andriyko A.A., Dr.Che.Sci, National Technical University of Ukraine "KPI".
Mudrak K.V., Cand. Che. Sci. (Ph.D.), National Transport University

Стаття надійшла до редакції: **20.02.2017 р.**