Полімерні плівки відіграють особливу роль у нашому житті. І хоч багато хто не розуміє їх цінності і корисності на мій погляд життя без них було б набагато складнішим.

Переваги плівок перед іншими матеріалами:

* низька густина і відносно високі міцнісні показники (скловолокнистий пластик має міцність 2000 МПа);
* хімічна стійкість;
* непроникність для води (що  зумовлює широке застосування для захисних покриттів, гідроізоляції, влаштування покрівель, трубопроводів);
* поганий теплопровідник і електропровідник (застосовують як діелектрик і теплоізолятор);
* деякі пластмаси прозорі, безбарвні (влаштовують куполи верхнього світла, огородження теплиць, оранжерей);
* чинять добрий опір стиранню (застосовують як настил підлоги);
* висока технологічність – легко переробляти різними методами і досягати довільної форми, легко піддаються механічній обробці, склеюванню;
* не потребують  періодичного фарбування, можна імітувати природний колір;
* виробляють з простих хімічних речовин, які здобувають з нафти, газу;
* біологічно стійкі матеріали – не гниють.

Різноманіття видів полімерних плівок визначає і різноманітність методів їх виробництв, які можна розділити на наступні основні групи: екструзія, каландрування, виробництво комбінованих плівок, протоку розплаву полімеру на охолоджений барабан або в воду, фізико-хімічна модифікація плівок. Конкретний метод виробництва вибирається виходячи з хімічної природи переробляється полімеру і призначення одержуваної плівки. Основними за обсягами перероблюваних матеріалів і продукції на сьогоднішній день є екструзійні методи отримання плівок - плоскощільова екструзія, якої отримують плоскі плівки і екструзія з роздуванням, використовувана для виготовлення рукавних плівок. Сутність методу полягає у формуванні заготовок необхідної форми з розплаву полімеру з подальшим їх охолодженням і фіксацією форми.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

8

ПД(б) 32.00.00.ПЗ

Екструзією можна отримати плівку з поліолефінів, полівінілхлориду, полістиролу, поліетилентерефталату, і ряду інших полімерів, здатних переходити у високоеластичний стан, не піддаючись при цьому істотної термічної деструкції.

А) Спосіб виробництва «вертикально вгору» При цьому способі розплав полімеру, що виходить з головки, проходить через притискні валки, де герметизується, перетворюючись в міхур. Роздувши міхура до необхідного діаметра досягається за рахунок подачі всередину нього стисненого повітря, що охолоджується міхур за допомогою кільця повітряного охолодження зовні, а в ряді випадків для підвищення ефективності - зовні і зсередини. Виходить з рукава плівка витягується вгору з допомогою приймально-витяжних валків. Цим способом отримують плівки великого діаметру, також його використовують при переробці полімерів, що мають високий показник плинності розплаву. Переваги цієї схеми:

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

10

ПД(б) 32.00.00.ПЗ

рукав висить на тягнуть валках, внаслідок чого навантаження на ділянку його роздування (поблизу головки) мінімальна;

навантаження на рукав від сили його ваги розподілена рівномірно по периметру;

забезпечується отримання як товстих, так і гранично тонких плівок; мінімальна виробнича площа.

Недоліки: повільне охолодження рукава по його висоті, і, отже, необхідність додаткових систем охолодження.

Б) Спосіб виробництва «вертикально вниз», при якому розплав з кільцевої головки фільєри прямує вниз, де відбувається його швидке охолодження у ванні з водою. Після охолодження міхур складається з допомогою сходяться панелей рольгангу і прямує до намоточному пристрою вже у вигляді плоскоскладеного рукава. При цьому методі екструдер, очевидно, повинен розташовуватися на верхніх поверхах будівлі, що застосовується для екструдерів великих типорозмірів, тому методом «вертикально вниз» отримують переважно плівки невеликого діаметру.

До переваг цієї схеми слід віднести практично миттєве охолодження плівки, завдяки якому вдається отримати практично прозору тонку плівку, а також меншу, ніж при способі «вертикально вгору» висоту установки, однак при використанні цього методу можливий мимовільний відрив або витягування рукава, так як навантаження від ваги плівки припадає на гарячу і легко деформуючу частину заготовки. В) Горизонтальний спосіб виробництва.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

11

ПД(б) 32.00.00.ПЗ

При горизонтальному методі виробництва рукав витягується в горизонтальній площині. Метод застосуємо для отримання плівки з спінених матеріалів і матеріалів з поганою термостабільність, наприклад, непластифікованого ПВХ, проте має ряд істотних недоліків. Основним з них є неможливість забезпечення однакової температури для верхньої та нижньої частини рукава та його провисання за рахунок гравітації, з-за чого різнотовщинність і нестабільність розмірів плівки стає неминучою. Крім того, з усіх методів екструзії з подальшим роздуванням, метод з горизонтальною прийманням рукава вимагає максимальних виробничих площ. Цим методом отримують плівки товщиною від 200 мкм. До переваг методу можна віднести меншу вартість виготовлення формуючої оснастки.

Крім описаних вище основних методів, існують їх модифікації, що вимагають більш складного і дорогого обладнання, тому отримали менше розповсюдження. До них відносяться, наприклад, соэкструзія, а також методи подвійного і потрійного роздування. При соекструзії отримують багатошарову плівку, шари якої складаються з різних матеріалів і, як наслідок, володіють різними якостями. Метод соекструзії дозволяє виробляти так звані бар'єрні плівки» з заданими бар'єрними властивостями по відношенню до різних газів і рідин, забезпечити плівці потрібну хімічну і механічну стійкість, усадочні властивості, міцність на удар, прокол і роздирання зразків, склеюваність, стійкість до дії високих або низьких температур, еластичність або жорсткість. Початок процесу подвійного роздування збігається з видуву за схемою «зверху вниз», однак після проходження через водяну ванну рукав відправляється не на намотувальник, а складається витягується за допомогою приймально-витяжних валків наверх вежі, що отримала назву «вежа орієнтації». Далі рукав трохи роздувається, проходить зверху вниз через систему печей, нагрівальних його для збільшення пластичності, і, нарешті, потрапляє в камеру орієнтації, в якій слід дуже сильний роздувши в поперечному напрямку, завдяки чому плівка набуває в цьому напрямку підвищену міцність і видатну здатність до усадки. Одночасно, за рахунок різниці швидкостей приймально-витяжних валків нагорі вежі та прийомних валків на намотчикі, плівка розтягується і в поздовжньому напрямку. Таким чином, плівка стає двуосноориентированою і набуває при цьому відмінні усадочні властивості. Метод потрійного роздування в першому наближенні може розглядатися метод подвійного роздування, доповнений ще однією вежею, призначення якої - зменшити усадку до заданого рівня.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

12

ПД(б)32.00.00.ПЗ

Екструзія - спосіб отримання виробів або напівфабрикатів з полімерних матеріалів необмеженої довжини шляхом витиснення розплаву полімеру через формуючу головку (фільєру) потрібного профілю. Виробництво різних видів виробів методом екструзії здійснюється шляхом підготовки розплаву в екструдері і додання экструдату різної форми допомогою продавлювання його через формуючі головки відповідної конструкції з подальшим охолодженням і калібруванням. Екструдери можуть бути розділені на 2 класи: екструдери безперервної дії, основним елементом яких є обертовий елемент і екструдери періодичної дії, засновані на зворотно-поступальному елементі.

По пристрою і принципу роботи основного вузла, продавлюючого розплав в голівку, серед екструдерів безперервної дії можуть бути виділені шнекові, дискові і комбіновані, а серед екструдерів періодичної дії - шнекові і поршневі.

Шнекові екструдери поділяються на кілька типів:

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

13

ПД(б) 32.00.00.ПЗ

одно-, двох - і багатошнекові, одностадійні і багатостадійні, з односпрямованим і з протилежно спрямованим на обертання шнеків, з зоною дегазації і без неї. Найбільш поширеним типом екструдерів є одношнековий екструдер безперервної дії без зони дегазації. Цей тип екструдерів може використовуватися для переробки поліетилену, т. к. ПЕ-термостабільний полімер і не утворює газоподібних продуктів при переробці, а даний тип екструдерів значно дешевше екструдера з дегазацією. До достоїнств цього типу екструдерів слід віднести конструктивну простоту, можливість розвивати високий тиск розплаву і відсутність вимог до підвищеної термостабільності розплаву. В процесі переробки вихідний матеріал з завантажувального пристрою надходить в черв'як і переміщається в осьовому напрямку в гвинтовому каналі черв'яка, утвореним внутрішньою поверхнею матеріального циліндра і нарізку черв'яка. При русі матеріал ущільнюється, розплавляється, відбувається гомогенізація розплаву, розвивається тиск, під дією якого підготовлений розплав продавлюється через формує інструмент. По ходу руху матеріалу в екструдері можуть бути умовно виділені три технологічні зони, що розрізняються станом полімеру і що відбуваються в них фізико-хімічними процесами: зона харчування (завантаження), зона плавлення (пластикації) і зона дозування (видавлювання). Розглянемо детальніше процеси, що відбуваються в кожній із зон.

Подається у вигляді порошку, гранул або стрічок вихідна сировина для екструзії під дією сили тяжіння надходить з завантажувального бункера в робочий об'єм екструдера.

Деякі матеріали можуть зависати, для боротьби з цим використовують спеціальні проштовхують пристрою. Найменш схильні до такої поведінки гранули, тому вони є кращим видом сировини для екструзії. У частині циліндра, де відбувається завантаження, робляться порожнини для циркуляції охолоджуючої води, щоб уникнути перегріву циліндра, при якому гранули спікається, і утворюється «козел». При ущільненні матеріалу в міжвитковому просторі шнека витіснений повітря виходить назад через бункер. Якщо видалення повітря буде неповним, то він залишиться в розплаві і після проходження через головку утворює у виробі небажані порожнини. Також в бункері поміщаються ворошителі, які запобігають утворенню «склепінь» з сировини і припинення його подачі в робочу область циліндра. Завантаження міжвиткового простору під воронкою бункера відбувається на відрізку довжини шнека, рівному 1ч1,5 D.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Надходячи з бункера гранули заповнюють міжвитковий простір шнека і ущільнюються за рахунок зменшення глибини нарізки шнека або міжвиткової відстані. Просування гранул здійснюється за рахунок різниці значень сил тертя об внутрішню поверхню корпусу та про поверхню шнека. В зоні живлення необхідно знижувати температуру шнека для зменшення коефіцієнта тертя полімеру про шнек і запобігання обертання матеріалу разом зі шнеком. Зниження температури шнека досягається за рахунок його охолодження водою. По мірі руху полімеру по черв'яку в ньому розвивається високий гідростатичний тиск. Виникаючі при цьому на контактних поверхнях сили тертя приводять до виділення тепла і нагрівання полімеру. Крім того, полімер одержує певну кількість тепла від стінок екструдера, температура яких, як правило, вище температури полімеру завдяки обігріву циліндра екструдера. Верхню межу, до якої нагрівають стінку циліндра в зоні живлення екструдера, визначається виходячи з коефіцієнта тертя полімеру і його залежності від температури. При занадто високій температурі стінки відбувається передчасне плавлення пристінного шару, зниження сили тертя і ковзання полімеру, що призводить до припинення його руху вздовж осі черв'яка. При оптимально підібраному температурному режимі, матеріал в циліндрі спресований, ущільнений і утворює пробку, проштовхуючу по гвинтовому каналі. Довжина пробки повинна бути досить велика для того, щоб розвивається внаслідок відносного руху поздовжня сила штовхає забезпечувала проходження полімеру через зону плавлення.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

По мірі просування твердої пробки по каналу черв'яка тиск в ній зростає, пробка ущільнюється, поверхню пробки, стикається з внутрішньою стінкою циліндра, починає нагріватися і на її поверхні утворюється шар розплаву, товщина якої збільшується по ходу руху черв'яка. Коли товщина шару розплаву досягає товщини зазору між стінкою циліндра і гребенем черв'яка, останній починає відскрібати шар розплаву зі стінки. На цьому закінчується зона харчування і починається зона плавлення.

Як видно з назви, основною процес, що відбувається в цій зоні екструдера - плавлення полімерної пробки, здійснюється за рахунок тепла, що виділяється при терті полімеру і підводиться ззовні від обігрівачів циліндра. Між стінкою корпусу і пробкою існує рух матеріалу, спрямоване в бік штовхає стінки. Під дією цього руху, в тонкому шарі розплаву на поверхні пробки, виникає течія, спрямована в бік штовхає стінки . Рухомий розплав натикається на штовхає стінку, повертає вздовж неї і збирається в потік , витіснюючий матеріал пробки до передньої стінки. При цьому висота пробки залишається практично незмінною, а її ширина по мірі просування по черв'яку поступово зменшується. За рахунок інтенсивних зсувних деформацій, які виникають в шарі розплаву в зоні плавлення, спостерігається виражені змішувальний ефект і гомогенізація полімеру. Довжина зони плавлення залежить від діапазону температур плавлення полімеру, і тим більше, чим більше інтервал між температурою початку плавлення і температурою завершення плавлення; екструдери для переробки кристалічних полімерів мають меншу довжину зони плавлення, ніж екструдери, в яких переробляються аморфні полімери. Плавлення пробки продовжується до тих пір, поки її ширина достатня для забезпечення їй необхідної міцності. Як тільки ширина пробки досягає приблизно 1/10 ширини міжвиткового простору, циркуляційний протягом розплаву руйнує залишки пробки, дроблячи її на дрібні шматки. Переріз, в якому починається дроблення пробки, вважається кінцем зони плавлення і початком зони дозування

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

В зоні дозування протягом полімеру подібно до течії рідини в гвинтовому насосі і обумовлюється силами в'язкого тертя, що розвиваються внаслідок руху черв'яка відносно стінок циліндра. Зазвичай його розглядають як суму поступального руху розплаву вздовж осі черв'яка, яке забезпечує продуктивність екструдера і циркуляційного течії в площині, нормальній до осі гвинтового каналу, завдяки якому продовжується гомогенізація розплаву полімеру. На початку зони дозування температура розплаву дорівнює верхній температурі з інтервалу температур плавлення, але в міру руху полімеру в зоні дозування триває його розігрів за рахунок підведення тепла від нагрівачів і виділяється в результаті інтенсивної деформації зсуву. Довжина зони дозування повинна забезпечувати час перебування в ній розплаву, достатню для його прогріву і гомогенізації, так як при порушенні цієї умови розплав, що надходить до голівці, буде мати непостійну по перетину температуру, що неприпустимо для нормальної роботи екструдера. Протягом розплаву через формуючу оснастку Розплав обертовим шнеком продавлюється через решітку, до якої притиснуті металеві сітки. Сітки фільтрують, гомогенізують і створюють опір розплаву, на них втрачається частина тиску. На сітках затримуються порції полімерного розплаву, що мають велику в'язкість, і досягають необхідної температури; сітками затримуються фракції полімеру. Після проходження сіток гомогенізований розплав під залишковим тиском продавлюється в формуючу оснастку, і, купуючи певний профіль, виходить з фільєрній частини головки. Фільєра надає розплаву полімеру необхідну форму. При проходженні розплавом формуючої оснастки спостерігається ефект розбухання: як правило, поперечний переріз екструдата дещо більше поперечного перерізу фільєри, що пояснюється зміною розподілу швидкостей матеріалу за поперечного потоку. Швидкості у стінок фільєри менше, ніж швидкість у центрі через наявність пристінного тертя, що створює напругу між сусідніми шарами. Після виходу матеріалу з фільєри тертя на його бічній поверхні відсутня, швидкості вирівнюються під дією раніше виникли напружень в матеріалі. Вирівнювання швидкостей супроводжується перемішуванням шарів полімеру внаслідок відновлення високо еластичних деформацій, з-за чого відбувається розширення поперечного перерізу. Витяжка і роздувши рукава призводять до зменшення товщини заготовки і до орієнтації макромолекул в плівці, що, в свою чергу, збільшує її міцність. Кількісно роздувши характеризується ступенем роздування еР, яка визначається як відношення діаметра роздутого рукава до діаметру рукава, що виходить з кільцевого зазору плівки і ступенем витяжки, що розраховується як відношення швидкості руху плівки після тягнуть валків до швидкості руху екструдата з головки. Велика частина витяжки в поздовжньому напрямку реалізується ближче до формуючої частини головки, а роздування - ближче до лінії кристалізації.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Поліетилен - [термопластичний](http://znaimo.com.ua/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82) [полімер](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80) [етилену](http://znaimo.com.ua/%D0%95%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD). Є органічним з'єднанням і має довгі молекули ...-CH 2-CH 2-CH 2-CH 2 - ..., де "-" позначає ковалентні зв'язки між атомами вуглецю. Найпоширеніший у світі [пластик](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA) .

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Являє собою воскоподібні масу білого кольору (тонкі аркуші прозорі і безбарвні). Хімічно-і морозостійкий, [ізолятор](http://znaimo.com.ua/%D0%86%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80), не чутливий до удару ( [амортизатор](http://znaimo.com.ua/%D0%90%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80)), при нагріванні розм'якшується (80-120 С), при охолодженні застигає, [адгезія](http://znaimo.com.ua/%D0%90%D0%B4%D0%B3%D0%B5%D0%B7%D1%96%D1%8F) (прилипання) - надзвичайно низька. Іноді в народній свідомості ототожнюється з [целофаном](http://znaimo.com.ua/%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D1%84%D0%B0%D0%BD) - схожим матеріалом рослинного походження.

Це еластичний легкий закристалізований матеріал, теплостійкість якого знаходиться в діапазоні від -80 до +100 градусів за Цельсієм. Володіє блискучою поверхнею. Стеклование починається при -20. А плавлення - в діапазоні 120-135. Характерним є хороша ударна міцність і теплостійкість. Густина поліетилену значно впливає на одержувані властивості. Так, разом з нею зростає міцність, жорсткість, твердість і хімічна стійкість. Але одночасно падає схильність до розтягування і проникність для парів і газів. Не можна не відзначити повзучість, що спостерігається при тривалому навантаженні. Такий поліетилен біологічно інертний, і його легко можна переробити. Що дуже корисно в сучасних умовах. Говорячи про застосування поліетилену, необхідно відзначити, що його використовують для виготовлення упаковок і тари. Так, приблизно третина продукції йде на те, щоб створити контейнери видувного формування, що використовуються у харчовій промисловості, косметиці, автомобільної, побутової, енергетичній галузях і плівок. Але зустріти його можна і при створенні труб і деталей трубопроводів. Важливою перевагою такого матеріалу є його довговічність, дешевизна і простота зварювання

Це еластичний легкий закристалізований матеріал, теплостійкість якого (без навантаження) знаходиться в діапазоні від -120 до +90 градусів за Цельсієм. Властивості також сильно залежать від щільності отриманого матеріалу. Так відбувається підвищення міцності, твердості, жорсткості і хімічної стійкості. Разом з цим товщина поліетилену негативно позначається на удароміцності, подовження, стійкості до тріщин і проникності для парів і газів. До того ж, він не відрізняється стабільністю розмірів і помітно негативний вплив при відносно невеликих навантаженнях. Слід зазначити дійсно високу хімічну стійкість і відмінні діелектричні характеристики. З негативу – на такий поліетилен погано впливають жири, масла і ультрафіолетове випромінювання. Біологічно інертний, можна легко переробити. Також ще можна охарактеризувати і як стійкого до радіації. Застосування поліетилену високого тиску найбільше можна зустріти при створенні технічних, харчових та сільськогосподарських плівок. Хоча, звичайно, це не єдиний варіант

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Він являє собою еластичний закристалізований матеріал. Може витримувати температуру до 118 градусів тепла за Цельсієм. Також важливою перевагою цього матеріалу є його стійкість до розтріскування, теплостійкість і ударна міцність. Застосовується для виготовлення упаковок, резервуарів та контейнерів. Що ж пропонує цей поліетилен? Характеристики даного матеріалу досить високі в порівнянні з аналогом, одержуваним способом низького тиску. Тому у нього досить непогані властивості. Але все ж, як правило, він не може рівнятися з поліетиленом високого тиску.

Поліетилен є найдешевшим матеріалом із групи [поліолефінів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%84%D1%96%D0%BD%D0%B8). Його обсяг у загальному виробництві поліолефінів становить 75-78 %.

Поліетилен біологічно нешкідливий, тому він широко застосовується у медицині, у житловому будівництві. Завдяки високій хімічній стійкості поліетилен широко застосовується в хімічній промисловості для виробництва [пластикових труб](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96_%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%B8), частин різних апаратів, внутрішньої футеровки місткостей для зберігання кислот тощо. Поліетилен застосовується також в електротехнічній, електрокабельній і радіотехнічній промисловості як високоякісний і високочастотний [діелектрик](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%96%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA). Значна частина поліетилену йде на виготовлення водопровідних труб, а також різних побутових предметів — поліетиленових плівок, бутелів, пробок тощо

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Асортимент полімерів етилену може бути значно розширений отриманням сополімерів його з іншими мономерами, а також шляхом отримання композицій при компаундування поліетилену одного типу з поліетиленом іншого типу, [поліпропіленом](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD), поліізобутиленом, каучуками і т. п.

На основі поліетилену та інших [поліолефінів](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%84%D1%96%D0%BD%D0%B8) можуть бути отримані численні модифікації - прищеплені сополімери з активними групами, що поліпшують [адгезію](http://znaimo.com.ua/%D0%90%D0%B4%D0%B3%D0%B5%D0%B7%D1%96%D1%8F) поліолефінів до металів, забарвлювання, що знижують його горючість і т. д.

Окремо стоять модифікації так званого ["Зшитого" поліетилену ПЕ-С (PE-X)](http://znaimo.com.ua/%D0%97%D1%88%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD). Суть зшивання полягає в тому, що молекули в ланцюжку з'єднуються не тільки послідовно, але і утворюються бічні зв'язку які з'єднують ланцюжка між собою, за рахунок цього досить сильно змінюються фізичні і в меншій мірі хімічні властивості виробів.

Розрізняють 4 види зшитого поліетилену (за способом виробництва): пероксидні (а), сілановий (b), радіаційний (с) і азотний (d). Найбільше поширення отримав РЕХ-b, як найбільш швидкий і дешевий у виробництві.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Макромолекули поліетилену високого тиску *(n* ≅ 1000) містять бічні вуглеводневі ланцюги C 1-С 4, молекули поліетилену середнього тиску практично нерозгалужені, в ньому більше частка кристалічної фази, тому цей матеріал більш щільний; молекули поліетилену низького тиску займають проміжне положення. Великою кількістю бічних відгалужень пояснюється більш низька кристалличность і відповідно більш низька щільність ПЕВТ в порівнянні з ПЕНД і ПЕСД.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | |
| Загальне число груп СН 3 на 1000 атомів вуглецю: | 21,6 | 5 | 1,5 |
| Число кінцевих груп СН 3 на 1000 атомів вуглецю: | 4,5 | 2 | 1,5 |
| Етільние відгалуження | 14,4 | 1 | 1 |
| Загальна кількість подвійних зв'язків на 1000 атомів вуглецю | 0,4-0,6 | 0,4-0,7 | 1,1-1,5 |
| в тому числі: |  |  |  |
| вінільних подвійних зв'язків (R-CH = CH 2),% | 17 | 43 | 87 |
| вініліденових подвійних зв'язків ( [Приклад вінілдіеновой подвійного зв'язку](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%92%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D0%B4%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%B4%D0%B2%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D0%B8.png) ),% | 71 | 32 | 7 |
| транс-вініленових подвійних зв'язків (R-CH = CH-R '),% | 12 | 25 | 6 |
| Ступінь кристалічності,% | 50-65 | 75-85 | 80-90 |
| Щільність, г / см | 0,91-0,93 | 0,93-0,94 | 0,94-0,96 |

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Стійкий до дії води, не реагує з [лугами](http://znaimo.com.ua/%D0%9B%D1%83%D0%B3%D0%B8) будь-якої концентрації, з розчинами нейтральних, кислих і основних солей, органічними та неорганічними [кислотами](http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8), навіть концентрованої [сірчаної кислоти](http://znaimo.com.ua/%D0%A1%D1%96%D1%80%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0), але розкладається при дії 50%-ой [азотної кислоти](http://znaimo.com.ua/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) при кімнатній температурі і під впливом рідкого і газоподібного [хлору](http://znaimo.com.ua/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80) і [фтору](http://znaimo.com.ua/%D0%A4%D1%82%D0%BE%D1%80).

При кімнатній температурі не розчиняється і не набухає в жодному з відомих розчинників. При підвищеній температурі (80 C) розчинний у [циклогексане](http://znaimo.com.ua/%D0%A6%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD) і [чотирихлористому вуглеці](http://znaimo.com.ua/%D0%A7%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%B8%D1%85%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%B9%20%D0%B2%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C). Під високим тиском може бути розчинений в перегрітої до 180 C [воді](http://znaimo.com.ua/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0).

З часом, деструктирує з утворенням поперечних міжцепних зв'язків, що призводить до підвищення крихкості на тлі невеликого збільшення міцності. Нестабілізований поліетилен на повітрі піддається термоокисної деструкції (термостаріння). Термостаріння поліетилену проходить по радикальному механізму, супроводжується виділенням альдегідів, кетонів, перекису водню та ін

Поліетилен низького тиску (HDPE) застосовується при будівництві полігонів переробки відходів, накопичувачів рідких і твердих речовин, здатних забруднювати грунт і грунтові води

* [Поліетиленова плівка](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%BF%D0%BB%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B0) (особливо пакувальна, наприклад, [бульбашкова упаковка](http://znaimo.com.ua/%D0%91%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%B1%D0%B0%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D1%83%D0%BF%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0) або [скотч](http://znaimo.com.ua/%D0%A1%D0%BA%D0%BE%D1%82%D1%87)),
* [Тара](http://znaimo.com.ua/%D0%A2%D0%B0%D1%80%D0%B0) ( [пляшки](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D0%BB%D1%8F%D1%88%D0%BA%D0%B0), [банки](http://znaimo.com.ua/%D0%91%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D1%83), [ящики](http://znaimo.com.ua/%D0%AF%D1%89%D0%B8%D0%BA), [каністри](http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0), садові [лійки](http://znaimo.com.ua/%D0%9E%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%B0), [горщики](http://znaimo.com.ua/%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%89%D0%B8%D0%BA) для розсади)
* [Полімерні труби](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%B8) для [каналізації](http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F), [дренажу](http://znaimo.com.ua/%D0%94%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6), водо-, газопостачання.
* [Електроізоляційний матеріал](http://znaimo.com.ua/%D0%94%D1%96%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA).
* Поліетиленовий порошок використовується як [термоклей](http://znaimo.com.ua/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D0%B9) .
* [Броня](http://znaimo.com.ua/%D0%91%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%8F) (бронепанелі в бронежилетах)

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

* Корпуси для [човнів](http://znaimo.com.ua/%D0%A7%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD) , всюдиходів

Деталей технічної апаратури, діелектричних антен, предметів домашнього вжитку та ін; малотоннажна марка поліетилену - так званий "надвисокомолекулярний поліетилен", що відрізняється відсутністю будь-яких низькомолекулярних добавок, високою лінійністю і молекулярною масою, використовується в медичних цілях у якості заміни хрящової тканини суглобів. Незважаючи на те, що він вигідно відрізняється від ПЕНД і ПЕВТ своїми фізичними властивостями, застосовується рідко через труднощі його переробки, оскільки володіє низьким ПТР і переробляється тільки литтям.

На відміну від поліетилену, поліпропілен менш щільний (щільність 0,91 г / см 3, що є найменшим значенням взагалі для всіх [пластмас](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B8)), більш твердий (стійкий до стирання), більш термостійкий (починає розм'якшуватися при 140 C, температура плавлення 175 C), майже не піддається корозійному розтріскуванню. Володіє високою чутливістю до світла і [кисню](http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C) (чутливість знижується при введенні стабілізаторів).

Поведінка поліпропілену при розтягуванні ще більшою мірою, ніж поліетилену, залежить від швидкості прикладання навантаження і від температури. Чим нижче швидкість розтягування поліпропілену, тим вище значення показників механічних властивостей. При високих швидкостях розтягування руйнівне напруження при розтягу поліпропілену значно нижче його межі текучості при розтягуванні.

Показники основних фізико-механічних властивостей поліпропілену наведені в таблиці:

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

|  |  |
| --- | --- |
| Щільність, г / см 3 | 0,90-0,91 |
| Руйнівна напруга при розтягуванні, [кгс / см](http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%B3%D1%81%D1%81%D0%BC) | 250-400 |
| Відносне подовження при розриві,% | 200-800 |
| Модуль пружності при згині, кгс | 6700-11900 |
| Межа текучості при розтягуванні, [кгс / см](http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%B3%D1%81%D1%81%D0%BC) | 250-350 |
| Щодо подовження при межі плинності,% | 10-20 |
| Ударна в'язкість з надрізом, кгс см / см 2 | 33-80 |
| Твердість по Бринеллю, кгс / мм 2 | 6,0-6,5 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | |
| Насипна щільність, кг / л, не менше | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 |
| Показник плинності розплаву, г/10 хв | ≤ 0 | 0,2-0,4 | 0,4-0,7 | 0,7-1,2 | 1,2-3,5 | 3-6 | 5-15 | 5-15 | 15-25 |
| Відносне подовження при розриві,%, не менше | 600 | 500 | 400 | 300 | 300 | - | - | - | - |
| Межа текучості при розриві, [кгс / см](http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%B3%D1%81%D1%81%D0%BC), не менш | 260 | 280 | 270 | 260 | 260 | - | - | - | - |
| Стійкість до розтріскування, ч, не менш | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | - | - | - | - |
| Характеристична [вязкость](http://znaimo.com.ua/%D0%92%D1%8F%D0%B7%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) в [декаліне](http://znaimo.com.ua/%D0%94%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%BD) при 135 C, 100 мл / г | - | - | - | - | - | 2,0-2,4 | 1,5-2,0 | 1,5-2,0 | 0,5-15 |
| Зміст ізотактичний фракції, не менш | - | - | - | - | - | 95 | 93 | 95 | 93 |
| Зміст атактичний фракції, не більше | - | - | - | - | - | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Морозостійкість, C, | -5 | -5 | -5 | - | - | - | - | - | - |

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Поліпропілен хімічно стійкий матеріал. Помітний вплив на нього чинять тільки сильні окислювачі - [хлорсульфонова кислота](http://znaimo.com.ua/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0), що димить, [азотна кислота](http://znaimo.com.ua/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0), [галогени](http://znaimo.com.ua/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B8), [олеум](http://znaimo.com.ua/%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D1%83%D0%BC). Концентрована 58%-ная [сірчана кислота](http://znaimo.com.ua/%D0%A1%D1%96%D1%80%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) і 30%-ная [перекис водню](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8E) при кімнатній температурі діють незначно. Тривалий контакт з цими реагентами при 60 C і вище призводить до деструкції поліпропілену.

В органічних розчинниках поліпропілен при кімнатній температурі незначно набухає. Вище 100 C він розчиняється в ароматичних вуглеводнях, таких, як [бензол](http://znaimo.com.ua/%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%BE%D0%BB), [толуол](http://znaimo.com.ua/%D0%A2%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BE%D0%BB). Дані про стійкість поліпропілену до впливу деяких хімічних реагентів наведені в таблиці.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | |
|  |  |  |  |
| Тривалість витримки зразка в середовищі реагенту 7 діб | | | |
| Азотна кислота, 50%-ная | 70 | -0,1 | Зразок розтріскується |
| Натр їдкий, 40%-ний | 70 | Незначне |  |
| 90 |
| Соляна кислота, конц. | 70 | +0,3 |  |
| 90 | +0,5 |
| Тривалість витримки зразка в середовищі реагенту 30 діб | | | |
| Азотна кислота, 94%-ная | 20 | -0,2 | Зразок крихкий |
| Ацетон | 20 | +2,0 |  |
| Бензин | 20 | +13,2 |
| Бензол | 20 | +12,5 |
| Їдкий натр, 40%-ний | 20 | Незначне |
| Мінеральне масло | 20 | +0,3 |
| Оливкова олія | 20 | +0,1 |
| Сірчана кислота, 80%-ная | 20 | Незначне | Слабке фарбування |
| Сірчана кислота, 98%-ная | 20 | >> |  |
| Соляна кислота, конц. | 20 | +0,2 |
| Трансформаторне масло | 20 | +0,2 |

Внаслідок наявності третинних вуглецевих атомів поліпропілен більш чутливий до дії кисню, особливо при дії ультрафіолету і підвищених температурах. Цим і пояснюється значно більша схильність поліпропілену до старіння в порівнянні з поліетиленом. Старіння поліпропілену протікає з більш високими швидкостями і супроводжується різким погіршенням його механічних властивостей. Тому поліпропілен застосовується тільки в стабілізованому вигляді. Стабілізатори оберігають поліпропілен від руйнування як в процесі переробки, так і під час експлуатації. Поліпропілен менше, ніж поліетилен схильний до розтріскування під впливом агресивних середовищ. Він успішно витримує стандартні випробування на розтріскування під напругою, що проводяться в найрізноманітніших середовищах. Стійкість до розтріскування в 20%-ном водному розчині емульгатора ОП-7 при 50 C для поліпропілену з показником текучості розплаву 0,5-2,0 г/10 хв, що знаходиться в напруженому стані, більше 2000 ч.

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Поліпропілен - водостійкий матеріал. Навіть після тривалого контакту з водою протягом 6 місяців (при кімнатній температурі) водопоглинання поліпропілену складає менше 0,5%, а при 60 С - менше 2%.

Поліпропілен має більш високу температуру плавлення, ніж поліетилен, і відповідно більш високу температуру розкладання. Чистий ізотактичний поліпропілен плавиться при 176 C. Максимальна температура експлуатації поліпропілену 120-140 С. Всі вироби з поліпропілену витримують кип'ятіння, і можуть піддаватися стерилізації паром без якої-небудь зміни їх форми або механічних властивостей.

Перевершуючи поліетилен по теплостійкості, поліпропілен поступається йому за морозостійкістю. Його температура крихкості (морозостійкості) коливається від -5 до -15 С. Морозостійкість можна підвищити введенням в макромолекул ізотактичний поліпропілену ланок [етилену](http://znaimo.com.ua/%D0%95%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD) (наприклад, при [кополімеризації](http://znaimo.com.ua/%D0%A1%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) пропілену з етиленом).

Показники основних теплофізичних властивостей поліпропілену наведені в таблиці:

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| [Температура плавлення](http://znaimo.com.ua/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F), C | 160-170 |
| Теплостійкість за методом НІІПП, C | 160 |
| Питома [теплоємність](http://znaimo.com.ua/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%94%D0%BC%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) (від 20 до 60 С), кал / (г C) | 0,46 |
| Термічний коефіцієнт лінійного розширення (від 20 до 100 C), 1 / C | 1,1 10 -4 |
| Температура крихкості, C | Від -5 до -15 |

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

68

КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ

Показники електричних властивостей поліпропілену наведені в таблиці:

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| Питомий об'ємний [електричний опір](http://znaimo.com.ua/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%80), Ом см | 10 16 -10 17 |
| [Діелектрична проникність](http://znaimo.com.ua/%D0%94%D1%96%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) при 10 6 Гц | 2,2 |
| Тангенс кута діелектричних втрат при 10 6 Гц | 2.10 -4 -5 10 -5 |
| Електрична міцність (товщина зразка 1 мм), кВ / мм | 30-40 |

Матеріал для виробництва плівок (особливо пакувальних), мішків, тари, труб, деталей технічної апаратури, предметів домашнього вжитку, нетканих матеріалів тощо; електроізоляційний матеріал, у будівництві для вібро-і шумоізоляції міжповерхових перекриттів в системах "плаваючий підлога". При кополімеризації пропілену з етиленом отримують некрісталлізующіхся сополімери, які проявляють властивості [каучуку](http://znaimo.com.ua/%D0%9A%D0%B0%D1%83%D1%87%D1%83%D0%BA), що відрізняються підвищеною хімічною стійкістю і опором старінню. Для вібро-та теплоізоляції також широко застосовується пенополіпропілен (ППП). Близький за характеристиками до пінополіетиленом. Також зустрічаються декоративні екструзійні профілі з ППП, що замінюють [пінополістирол](http://znaimo.com.ua/%D0%9F%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BB). Атактичний поліпропілен використовують для виготовлення будівельних клеїв, замазок, ущільнювальних мастик, дорожніх покриттів і липких плівок.

Для виробництва термозсідної плівки обирають поліетилен високого тиску.

Полівінілхлорид - синтетичний термопластичний полярний полімер. Продукт полімеризації вінілхлориду. Тверда речовина білого кольору. Випускається у вигляді капілярної-пористого порошку з розміром частинок 100-200 мкм, одержуваного полімеризацією вінілхлориду в масі, суспензії або емульсії. Порошок сипучих і добре переробляється. На основі полівінілхлориду отримують жорсткі (вініпласт) і м'які (пластикат) пластмаси, пластизолі (пасти), поливинилхлоридное волокно. Вініпласт використовується як жорсткий конструкційний матеріал, вживаний в будівництві у вигляді погонажу, профілів, труб. Пластикат застосовується для виготовлення плівок, шлангів, клейонки, лінолеуму.

Звичайне позначення полівінілхлориду на російському ринку - ПВХ, але можуть зустрічатися і інші позначення: PVC (полівінілхлорид), PVC-P або FPVC (пластифікований полівінілхлорид), PVC-U або RPVC або U-PVC або UPVC (непластифікований полівінілхлорид), CPVC або PVC -C або PVCC (хлорований полівінілхлорид), HMW PVC (високомолекулярний полівінілхлорид). Не горить на повітрі, але має малу морозостійкістю (-15 ° C). Нагревостойкость: +65 ° C.

ПВХ - це найстаріший будівельний матеріал. Поєднання «Профіль - ПВХ» вже досить міцно увійшло в наше життя, при цьому, мало хто знає (звичайно окрім хіміків), що позначають ці літери. ПВХ - це абревіатура корисного матеріалу - полівінілхлориду.

1. **Відкриття ПВХ і розвиток промислового виробництва**

Історія відкриття полівінілхлориду дуже цікава і, при цьому, драматична. Його відкривали і благополучно забували, потім знову відкривали. І так кілька разів. В результаті це досить просте з'єднання має чотирьох творців, а визнання до нього прийшло через століття.

Давно відомо, що вченими або дослідниками, коли вони щось винаходять нове (прилад або матеріал), рухають зовсім не міркування зручності та економії, а бажання пізнати або створити це нове на більш високому рівні. Теж саме було і з французьким хіміком і гірським інженером Реньо, першим отримав полівінілхлорид. Це відбулося в 1835 р., коли Анрі Віктор Реньо працював в Гіссене, в лабораторії Юстуса фон Лібігса. У розчині, що містить вінілхлорид, який перебував кілька днів в пробірці на підвіконні, відбулися істотні зміни: утворився порошок білого кольору. Швидше за все, цьому сприяв сонячне світло, що вступив у реакцію з розчином. Свої випробування Реньо продовжив у Ліоні (Франція). Він пробував проводити з отриманим порошком різні досліди, але ні викликати будь-якої додаткової реакції, ні розчинити його Реньо так і не зміг. У результаті вчений, записавши і опублікувавши свої спостереження, більше не став займатися цим, отриманим випадково, речовиною. Таким чином, Анрі Віктор Реньо вперше отримав полівінілхлорид, сам того не знаючи.

Вперше більш докладно продукт полімеризації вінілхлориду був досліджений в 1878 році, проте результати цих досліджень надбанням промисловості так і не стали. Сталося це тільки в наступному столітті.

У 1912 р. почалися нові пошуки можливостей для промислового випуску [полівінілхлориду](http://ua-referat.com/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B2%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%BB%D1%85%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4)(ПВХ). Вчений Фріц Клатте, службовець німецької хімічної фірми «Грайсхайн Електрон», з'єднав ацетилен з хлороводородом і, отриманий розчин, поставив на полицю. Через невеликий проміжок часу він побачив, що випав, осад. Так як хімія, в той час, вже досить знала про будову речовини, учений зрозумів, що це полімер (вінілхлорид). У 1913 році Фріцем Клатте першим був отриманий патент на виробництво полівінілхлориду (ПВХ). Він розраховує ПВХ використовувати замість целулоїду, тому що в порівнянні з ним ПВХ важко запалювався. Початок Першої світової війни завадило Фріцу Клатте зайнятися більш детально властивостями ПВХ і можливостей його застосування,[виробництво](http://ua-referat.com/%D0%92%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE) було заморожене.Незважаючи на це, Клатте заслужено вважається родоначальником промислового виробництва полівінілхлориду.

У великих масштабах виробництво полівінілхлориду почалося в Німеччині у тридцяті роки. У 1931 р. об'єднання pASF випустило перші тонни ПВХ. У 1938 р. в німецькому місті Біттерфельді була запущена лінія, призначена для виробництво півтори тисячі тонн полівінілхлориду на рік. Фірмою речовина була запатентовано в Німеччині, але застосування практично йому так і не знайшлося; в 1925 р. термін на патент закінчився. В цей же час над отриманням полімеру працює американський вчений Уолдо Сілон. У 1926 р. йому вдається отримати полівінілхлорид і Сілон знову його описує. У цьому ж році американська компанія, в якій працював учений, отримує патент на полівінілхлорид, проте, на відміну від німців, дуже швидко придумує спосіб його застосування. Ініціатива знову ж походить від Сілон, порекомендувавши робити з полімеру фіранки для ванн. Далі доля ПВХ почала складатися дуже і дуже вдало: у 1931 р. концерн BASF запустив перше виробництво (многотонное) з випуску продукції з полівінілхлориду, робили практично все - від дитячих пляшечок до деталей автомобіля.

Після Другої світової війни ПВХ набув статусу самого масового матеріалу для виготовлення плівок, покриттів для підлоги, профілів, труб та багатьох інших пластмасових виробів.

У середині двадцятого століття полівінілхлорид почали застосовувати і для виробництва вікон. Спочатку в США, а потім і в Німеччині були отримані патенти на перші віконні профілі з використанням полівінілхлориду.

1. **Будова e**

Полівінілхлорид є продуктом полімеризації вінілхлориду, хімічна формула якого СН2-СНСl. В процесі полімеризації утворюються лінійні слаборазветвленние (розгалуженість макромолекул становить 2-5 на 1000 атомів вуглецю основний ланцюга) макромолекули c елементарним ланкою у вигляді плоского зигзага.

Характер зв'язків між елементарними ланками допускає кілька варіантів побудови молекулярного ланцюга, що на практиці, при промисловому отриманні полівінілхлориду, призводить до малої регулярності (сіндіотактічності) його макромолекул: в одній макромолекулі реалізуються відразу кілька варіантів зв'язків елементарних ланок, регулярні послідовності елементарних ланок не створюються і промислові зразки мають невисокий ступінь кристалічності.

Полівінілхлорид характеризується дуже широким молекулярно-масовим розподілом (полідисперсністю). Ступінь полімеризації для різних фракцій полімеру однієї і тієї ж марки може змінюватися в кілька десятків разів (від 100 до 2500). Тому на практиці молекулярну масу полівінілхлориду часто характеризують не її чисельним значенням, а константою Фікентчера kф, яку визначають за рівнянням:

Кф = 1000 \* k

lg η отн = [(75k2С) / (1 ​​+1,5 kС)] + kС,

де η отн - відносна в'язкість при 25 ° С, С - концентрація полівінілхлориду, зазвичай 0,5 або 1 на 100 мл розчинника (найчастіше циклогексанону або дихлоретану). Величина kф практично постійна для розчинів полівінілхлориду різних концентрацій, незначно залежить від температури вимірювання, проте сильно змінюється з природою розчинника.

Хімічна формула: [-CH2-CHCl-] n.

Фізичні властивості

Молекулярна маса 10-150 тис.;[Щільність](http://ua-referat.com/%D0%A9%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) - 1,35-1,43 р. / см ³. Температура склування 75-80 ° C (для теплостійких марок до 105 ° C), температура плавлення - 150-220 ° C.

При температурах вище 110-120 ° C схильний до розкладання з виділенням хлористого водню HCl.

Розчиняється в циклогексанон, тетрагідрофурані (ТГФ), диметилформаміді (ДМФА), діхлоретане, обмежено - в бензолі, ацетоні. Не розчиняється у воді, спиртах, вуглеводнях; стійок в розчинах лугів, кислот, солей.

Межа міцності при розтягуванні - 40-50 МПа, при вигині - 80-120 МПа. Питомий електричний опір - 1012-1013 Ом · м.

Тангенс кута втрат порядку 0,01-0,05.

Полівінілхлорид стійкий до дії вологи, кислот, лугів, розчинів солей, промислових газів (наприклад, NO 2, Cl 2), бензину, гасу, жирів, спиртів. Розчиняється у власному мономере. Обмежено розчинний в бензолі, ацетоні. Розчинний у діхлоретане, циклогексанон, хлор-і нітробензолу. Фізіологічно нешкідливий

Чистий полівінілхлорид є рогоподібних матеріал, який важко переробляється. Тому зазвичай його змішують з пластифікаторами.Властивості кінцевого продукту варіюються від жорсткого до дуже гнучкого пластику залежно від відсотка доданого пластифікатора, який може досягати до 30% маси.

1. **Отримання і властивості ПВХ**

Отримують полівінілхлорид полімер. зацией вінілхлориду (В.). Швидкість процесу в розчині підпорядковується кінетіч. ур-ня для гомог. радикальної полімеризації. Однак оскільки полівінілхлорид не розчинний у воді, полімеризація в масі мономера, а також у водному середовищі носить гетерофазних характер. Через низьку рухливості макрорадікалов у твердій фазі утруднено їх взаємодія і, отже, мала швидкість обриву полімерного ланцюга; в той же час константи швидкості ініціювання і росту ланцюга залишаються такими ж, як в гомог.середовищі. Тому зі збільшенням кількості полівінілхлориду зростає і загальна швидкість полімеризації (автокаталітіческій процес).Швидкість реакції збільшується до ступеня перетворення мономера 60-70%, потім починає зменшуватися через його вичерпання.Тепловий ефект реакції 92,18 кДж / моль, [енергія активації](http://ua-referat.com/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97) ок. 83,80 кДж / моль. Ступінь полімеризації значною, мірою залежить від температури, що пояснюється схильністю до реакції передачі ланцюга. Температура полімеризації робить деякий вплив і на ступінь кристалічності полівінілхлориду При температурах від -10 до 20 ° C отримують полівінілхлорид з підвищеною сіндіотактічностью і температурою склування до 105 ° C.

Промислове виробництво полівінілхлориду здійснюють трьома способами: 1) суспензійна полімеризація з періодичної схемою.Розчин, що містить 0,02-0,05% за масою ініціатора (наприклад, ацілпероксіди, диазосоединения), інтенсивно перемішують у водному середовищі, що містить 0,02-0,05% за масою захисного колоїду (наприклад, метилгідроксипропілцелюлоза, полівініловий спирт). Суміш нагрівають до 45-65 ° C (в залежності від необхідної молекулярної маси полівінілхлориду) і задану температуру підтримують у вузьких межах з метою отримання однорідної за молекулярною масою полівінілхлориду Полімеризація відбувається у краплях, в ході її відбувається деяка агрегація часток; в результаті отримують пористі гранули полівінілхлориду розміром 100-300 мкм. Після падіння тиску в реакторі ([ступінь перетворення](http://ua-referat.com/%D0%A1%D1%82%D1%83%D0%BF%D1%96%D0%BD%D1%8C_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) близько 85-90%) видаляють прореагували мономер,[полівінілхлорид](http://ua-referat.com/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B2%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%BB%D1%85%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4) відфільтровують, сушать в струмі гарячого повітря, просівають через сита і розфасовують. Полімеризацію проводять в реакторах великого об'єму (до 200 м 3); нові виробництва повністю автоматизовані. Питома витрата 1,03-1,05 т / т полівінілхлориду Переваги способу: легкість відводу тепла реакції, висока продуктивність, відносна чистота полівінілхлориду, хороша совмещаемость його з компонентами при переробці, широкі можливості модифікації властивостей полівінілхлориду шляхом введення різних добавок і зміни параметрів режиму.

2) Полімеризація в масі з періодичної схемою в два щаблі. На першій реакційну суміш, яка містить 0,02-0,05% за масою ініціатора, полімеризують при інтенсивному перемішуванні до ступеня перетворення близько 10%. Отримують тонку суспензію частинок («зародків») полівінілхлориду в мономере, яку перекладають в реактор другого ступеня; сюди ж вводять додаткові колічествава мономера та ініціатора і продовжують полімеризацію при повільному перемішуванні і заданої температурі до ступеня перетворення близько 80%. На другому ступені відбувається подальше зростання часток полівінілхлориду та їх часткова агрегація (нових частинок не утворюється).Отримують пористі гранули полівінілхлориду з розмірами 100-300 мкм в залежності від температури і швидкості перемішування на першому місці. Незаполімерізовавшійся мономер видаляють, полівінілхлорид продувають азотом і просівають. Порошок сипучих і легко

переробляється. Переваги перед суспензійним способом: відсутність стадій приготування водної фази, виділення і сушки полівінілхлориду, в результаті зменшуються капіталовкладення, енерговитрати та витрати на обслуговування. Недоліки: утруднені відвід тепла реакції і боротьба з коркообразованія на стінках апаратури; утворюється полівінілхлорид неоднорідний за молекулярною масою, його термостійкість нижче, ніж у полівінілхлориду, отриманого першим способом.

3) Емульсивна полімерізаціяпо періодичної і безперервної схемою. Використовують розчинні у воді ініціатори (H 2 O 2, персульфати), як емульгаторів - ПАР (напр., алкіл-або арілсульфати, сульфонати). Радикали зароджуються у водній фазі, яка містить до 0,5% за масою ініціатора і до 3% емульгатора; потім полімеризація продовжується в міцелах емульгатора. При безперервної технології в реактор надходять водна фаза і мономер. Полімеризація йде при 45-60 ° C і слабкому перемішуванні. Утворений 40-50%-ний латекс з розмірами частинок полівінілхлориду 0,03-0,5 мкм відводиться з нижньої частини реактора, де немає перемішування; ступінь перетворення становить 90-95%. При періодичної технології компоненти - (водна фаза, мономер і зазвичай деякий колічествово латексу від попередніх операцій, так зв sdftvsq затравочной латекс, а також інші добавки) завантажують в реактор і перемішують у всьому обсязі.Отриманий латекс після видалення мономера сушать в розпилювальних камерах і порошок полівінілхлориду просівають. Хоча безперервний процес високопроізводітелен, перевага часто віддається періодичному, бо їм можна отримати полівінілхлориду потрібного гранулометричного складу (розміри частинок в межах 0,5-2 мкм), що дуже важливо при його переробці. Емульсійний полівінілхлорид значно забруднений допоміжними речовинами, що вводяться при полімеризації, тому з нього виготовляють тільки пасти і пластизолі.

Суспензійний полімеризацією в світі виробляється не менше 80% всього полівінілхлориду, іншими способами - по ~ 10%.

Полівінілхлорид переробляють всіма відомими методами переробки пластмас як в жорсткі (вініпласт), так і в м'які, або пластифіковані (пластикат), матеріали та вироби.

**Вініпласт**

Вінілпласт - продукт переробки полівінілхлориду, що містить такі добавки: 1) головним чином термостабілізатор - акцептори HCl (з'єднання Pb, Sn, оксиди і солі лужноземельних металів), а також іноді епоксідірованние масла, органічні фосфіти; антиоксиданти фенольного типу; светостабилизатора (похідні бензотриазол , кумаринів, бензофенону, саліцилової кислоти, сажа, TiO2 та ін), 2) змащення (парафіни, воски та ін; вводять для поліпшення плинності розплаву), 3) пігменти або барвники, 4) мінеральні наповнювачі, 5) еластомер (наприклад , сополімер акрилонітрил-бутадієн-стирол або етилен-вінілацетату в кількості 10-15% по масі; для підвищення ударної в'язкості). Композицію ретельно перемішують у змішувачах і переробляють в екструдерах або на вальцях. Вініпласт випускають у вигляді листів, плит, труб, прутків, погонажні-профільних матеріалів, а також гранул, з яких екструзією або литтям під тиском формують різні вироби. Вініпласт легко піддається механічній обробці, зварюється і склеюється. Його використовують як конструкційний матеріал корозієстійкий для виготовлення хімічної апаратури і комунікацій, вентиляційних повітроводів, труб, Фітинги, а також для покриття підлог, облицювання стін, тепло-і звукоізоляції (пенополівінілхлорід), виготовлення плінтусів, віконних плетінь і інших будівельних деталей. З прозорого вініпласту виготовляють об'ємну тару для харч. продуктів, пляшки та ін.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування стадії, місце вимірювання параметра, або відбору проби | Параметр  який контролюеться і позиція КІПіА | Частота і вид контролю | Норми | Діапазон допустимих показників приладів | Допустима похибка вимірювання  параметра | Методика і засоби вимірювання (контролю,  випробувань) | Хто проводить контроль  проби |
| - матеріальний циліндр | Тиск  PIASH | Безперервно із записом у рапорті 1 раз на годину | Не більше 500 Бар | Не більше 493 Бар | ± 7 Бар | 1.Манометричний прилад  МР 690  Шкала (0-700) Бар  Клас точності 1  2. Датчик тиску маси розплаву МДА 462  Клас точності 1 | Машиніст екструдера  6 (5) розряд |
| - головний привід | Навантаження двигуна | -«»- | Не більше  85 % | не більше 83,7 % | ± 1,3 % | Електронний прилад  ABB-METRAWATT  Шкала (0-130)%  Клас точності 1 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
| - шнек | Частота обертів | -«»- | 12-120 хв-1 | 13-119  хв-1 | ± 1 хв-1 | Електронний прилад Dig-200  Клас точності 1 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
| - зони  циліндра: | Температура | Безперервно із записом у рапорті 1 раз на годину |  | Змн.  Арк.  № докум.  Підпис  Дата  Арк.  68  КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ |  | Термопара Fe-CuNi  Межа вимірювань (0-400) ° С  прилад КР4  Межа вимірювань (0-400) ° С | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
| * 51 зона |  | -«»- | Не більше 110 °С | не більше 106 °С | ± 4 °С |  |  |
| * 11 зона |  | -«»- | 165±15 °С | 154-176°С | ± 4 °С |  |  |
| * 12 зона |  | -«»- | 170±15 °С | 159-181°С | ± 4 °С |  |  |
| * 13 зона |  | -«»- | 175±15 °С | 164-186°С | ± 4 °С |  |  |
| * 14 зона |  | -«»- | 180±15 °С | 169-191°С | ± 4 °С |  |  |
| * 16 зона |  | -«»- | 180±15 °С | 169-191°С | ± 4 °С |  |  |
| - зони головки: | Температура | Безперервно із записом у рапорті 1 раз на годину |  |  | Змн.  Арк.  № докум.  Підпис  Дата  Арк.  68  КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ | Термопара Fe-CuNi  Межа вимірювань (0-400) ° С  прилад КР4  Межа вимірювань (0-400) ° С | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
| * 61 зона |  | -«»- | 185±15 °С | 174-196°С | ± 4 °С |  |  |
| * 62 зона |  | -«»- | 185±15 °С | 174-196°С | ± 4 °С |  |  |
| * 63 зона |  | -«»- | 180±15 °С | 169-191°С | ± 4 °С |  |  |
| - стиснене повітря на завантажувальний ворон-ку і калибровочную кошик | Тиск | 1 раз в зміну із записом у рапорті | 3 Бар | 3 Бар | ± 0,1 Бар | манометр WIKA  Шкала (0-10) Бар  Клас точності 1 |  |
| - Реверсивна витяжка | Навантаження двигуна | Безперервно із записом у рапорті 1 раз на годину | Небільше 10 А | не більше 9,9 А | ± 0,1А | амперметр GOSSEN  Шкала (0-10) А  Клас точності 1 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
|  | Швидкість витяжки |  | Не більше  40 м/хв | не більше  39 м/хв | ± 1 м/хв  Змн.  Арк.  № докум.  Підпис  Дата  Арк.  68  КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ | Індикатор швидкості Dig-200  Шкала (0-100) м / хв  Клас точності 1 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
|  | швидкість реверсування |  | 5-50 % | 6-49 % | ± 1% | Електронний прилад Dig-200  Шкала (0-100)%.  Клас точності 1 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
| - Станція попередньої обробки, «СОФТАЛ» | Потужність активації | 1 раз в зміну і кожен раз під час регулювання потужності активації | Не більше  2 кВт | не більше 1,97 кВт | ±0,03 кВт | Генератор 5030  Шкала (0-3) кВт  Клас точності 1 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
| - Намотувальний пристрій | ступінь активації | 1 раз на годину із записом у рапорті | 45 Нм/мм | - | - | індикаторна рідина | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
|  | Граничне відхилення по ширині рукавної плівки | Кожний рулон | ± 2% ( ± 4%) | -  Змн.  Арк.  № докум.  Підпис  Дата  Арк.  68  КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ | - | Вимірювальна лінійка  (0-1000) мм  ГОСТ 427-75 |  |
|  | Зсув плівки по торця рулону від заданої ширини | Кожний рулон | ± 2% | - | - | Вимірювальна лінійка  (0-1000) мм  ГОСТ 427-75 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
|  | Шанжирування | Кожний рулон | (10-15) мм | - | - | Вимірювальна лінійка  (0-1000) мм  ГОСТ 427-75 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
|  | Граничне відхилення по довжині плівки | Кожний рулон | ± 3% | - | - | Електронний прилад (лічильник метражу) 711  Клас точності 1 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
|  | Діаметр рулону | Кожний рулон | не більше 1500 мм | - | - | Вимірювальна лінійка  (0-1000) мм  ГОСТ 427-75 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
|  | Граничне відхилення по товщині плівки | Кожний рулон | ± 30% | -  Змн.  Арк.  № докум.  Підпис  Дата  Арк.  68  КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ | - | Мікрометр МК25.000ПС,  ГОСТ 6507-90 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
|  | Навантаження на ел.двигун | Кожний рулон | не більше5,6 А | не більше 5,5 А | ± 0,1 А | Амперметр тип JVDE №605  Шкала (0-10) А  Клас точності 1 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
| - Стиснене повітря | Тиск PI | 1 раз в зміну із записом у рапорті | (5-6) Бар | (5,1-5,9) Бар | ± 0,1 Бар | манометр FESTO  Шкала (0-10) Бар  Клас точності 1 | машиніст екструдера  6 (5) розряд |
| - Подача захоложенной води на екструдери  Варекс Е90-30Д | Температура | 1 раз на годину із записом у рапорті | 18±2 °С | 17-19°С | ±1 °С | термометр технічний  Шкала (0-100) ° С,  Клас точності 1 | Апаратник підготовки сировини 5 розряд |
|  | Тиск | 1 раз на годину із записом у рапорті | Не менше 1 Бар | не менше 1,06 Бар | ±0,06 Бар | манометр WIKA  Шкала (0-6) Бар  Клас точності 1 | Апаратник підготовки сировини 5 розряд |
| - Подача захоложенной води на повітряні радіатори | Температура | 1 раз на годину із записом у рапорті | 10±2°С | 9-11°С | ±1 °С  Змн.  Арк.  № докум.  Підпис  Дата  Арк.  68  КП(Р) 05301.00.00.00.ПЗ | термометр технічний  Шкала (0-100) ° С,  Клас точності 1 | Апаратник підготовки сировини 5 розряд |
|  | Тиск | 1 раз на годину із записом у рапорті | Не менше  0,5 Бар | не менше 0,525 Бар | ±0,025 Бар | манометр WIKA  Шкала (0-2,5) Бар  Клас точності 1 | Апаратник підготовки сировини 5 розряд |
| - Відділення екструзії | Температура повітря TIR | Безперервно, візуально | Взимку 17-23°С Влітку 18-27°С | Взимку (17,5-22,5)°С Влітку  (18,5-26,5)°С | ±0,5°С | Датчик ТСМ-50  Прилад ФЩЛ-501  Шкала (0-50)°С | Майстер зміни |
|  | Вологість повітря | -«»- | Взимку не більше 75%Влітку 65% | Взимку не більше  74% Влітку  не більше 64% | ±1% | Датчик вологості JMO  Прилад ФШЛ-501  Шкала (0-100)% | Майстер  зміни |