

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Азадський університет
Каракалтакський державний університет
Київський національний університет технологій та дизайну
Луцький національний технічний університет
Національна металургійна академія України
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Одеський національний політехнічний університет
Сумський національний аграрний університет
Східно-Казахстанський державний технічний
університет ім. Д. Серікбаєва
Технічний університет Кошице
Українська асоціація якості
Українська інженерно-педагогічна академія
Університет Барода
Університет ім. Й. Гуттенберга
Університет «Politechnika Świętokrzyska»
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М. Бекетова
Херсонський національний технічний університет

СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0. СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції
(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)



Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми
Сумський державний університет
2017

ОСОБЛИВОСТІ ОРІЄНТАЦІЇ ТРУБ ІЗ ПОЛІЕТИЛЕНУ ВИСОКОЇ ГУСТИНИ

*Шнирук О.М., Ліснічук І.Л., Нудченко Л.А., Петухов А.Д., д.т.н., НТУУ «КПІ
ім. Ігоря Сікорського», м. Київ*

Одним з методів модифікації полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) з метою поліпшення механічних властивостей екструзійних товстостінних труб (на відміну від рукавних плівок) є двовісна орієнтація, тобто їх одночасне розтягнення в поздовжньому і поперечному напрямках при температурі, котра нижчі температури плавлення полімеру-матриці (ПМ) ПКМ. Теоретична міцність ПМ, яка виходить із уявлення про одночасний розрив пучка всіх хімічних зв'язків макромолекулярних ланцюгів, упакованих з двох боків в незалежні кристали по всьому перетину зразку, що розривається. Віртуально отримані значення міцності полімерів на порядки вище технічних (реальних). За результатами досліджень Баранова В.Г. і Дувакіна В.А. та на їх думку про те, що в реальних зразках існує незначна кількість так званих тримаючих (у напрямку прикладених сил) прохідних полімерних ланцюгів всього близько 1-3%, які і забезпечують розривну міцність виробів з полімерів. Це відноситься до кристалічних полімерів, до яких відноситься і поліетилен високої густини (ПЕВГ) [1].

Розглядаючи умови і наслідки одноосного розтягу зразків ПЕВГ при певній швидкості не можна не звернути уваги на плато, що утворюється на деформаційній кривій – залежності напруги розтягнення від відносної деформації зразку. Виникнення шийки призводить до формування структури, істотно відмінної від структури вихідного матеріалу, що можна трактувати як перехід з неорієнтованого в орієнтований стан ПЕВГ.

Відомо, що фізико-механічні властивості виробу з ПКМ залежать від морфології ПМ, котра формується і змінюється в температурних, силових і швидкісних (часових) полях. Численні дослідження структурних перетворень, які протікають в мінливих зовнішніх умовах, показали, що вони залежать і, багато в чому, пояснюються процесами, котрі відбуваються на молекулярному і надмолекулярному рівнях. Саме керовані переміни морфології макромолекул, ланцюгів, їх елементів (сегментів), надмолекулярних утворень дають змогу отримувати нові позитивні особливості властивостей виробів, підвищення їх значень [2]. Керований вплив на морфологію полімерів дає змогу змінювати і кількість прохідних ланцюгів і таким чином підвищувати механічні характеристики виробів з ПЕВГ, тим самим підвищувати коефіцієнт корисної дії полімерів (відношення технічних значень характеристик ПКМ до їх теоретичних значень).

Близько півстоліття робилося не мало спроб налагодити промислове виробництво двовісно орієнтованих труб з ПЕВГ, але до сіх пор остаточного рішення проблеми не має. Підвищення міцності труб завдяки орієнтації

макромолекул, їх елементів в значній мірі залежить від ступеня витяжки, тобто ступеня здійсненої орієнтації ланцюгів макромолекул, їх елементів. Чим вище ступінь орієнтації, тим міцніше труба. Однак практично зміцнення труб має певні межі, веде до погіршення деяких міцностних та деформаційних властивостей (еластичності, гнучкості ланцюгів, жорсткості, хрупкості та інших ознак старіння ПМ). Важливе значення набувають питання стабільності в часі (довговічності) орієнтованого стану ПМ і супроводжуючих їх властивостей та характеристик.

Швидкість дезорієнтації суттєво залежить від гнучкості ланцюгів макромолекул. У ПЕВГ стабільність орієнтованого стану крім всього іншого підтримується зростанням ступеню кристалічності полімеру, а швидкість дезорієнтації прямує до нуля. Для здійснення дезорієнтації ланцюгів макромолекул при експлуатації необхідно витратити енергію на руйнування первинних та вторинних кристалічних структур.

Високий ступінь кристалічності ПЕВГ обумовлює низку труднощів при одержанні орієнтованих труб. При аналізі деформаційних кривих в інтервалі температур 22-124°C (Рисунок) видно, що при 22°C різко виражений максимум (М) напруження, характерний для місцевої граничної зони течії з різким зменшенням перерізу (утворення шийки). З підвищенням температури цей максимум зменшується, а при 122°C зовсім зникає. Одночасно скорочуються довжини зон розтягнення. При температурі

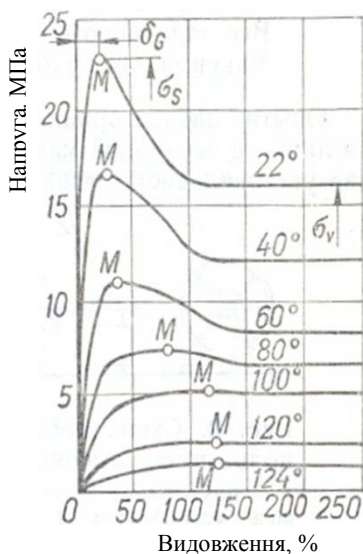


Рисунок – Діаграма «розтягнення – видовження» плоских зразків з поліетилену високої густини.

близької до точки плавлення кристалів, зразок рівномірно розтягувався по всьому перерізу. Подібне спостерігається при роздуві заготовки труби стиснутим повітрям. Утворення місцевої зони текучості призводить до утворення тонкостінних пухирів, які швидко руйнуються. І тільки в вузькому температурному інтервалі (127-130°C) заготовка труби рівномірно розширюється по всьому перерізу.

Основні проблеми з одержання в промисловості орієнтованих труб з ПЕВГ та їх експлуатацією поетапно вирішуються. Технологічні операції при орієнтації труб з ПКМ на базі ПЕВГ та і інших кристалічних полімерів (з досвіду УКРНДІпластмаш): нагрівання ПКМ до температури, котра перевищує температуру його плавлення і сприяє частковому руйнуванню кристалічної структури ПМ; охолодження або переохолодження ПКМ для збереження

близького до аморфного в розплаві стану, полегшуючий наступну орієнтацію; орієнтація при температурі, близької до температури плавлення кристалів; термообробка (термостабілізація) для зняття внутрішніх напружень в ПМ і запобігання усадки труби.

Список літератури

1. Андрианова Г.П. Физико-химия полиолефинов. М.: Химия, 1974. – 234 с.
2. Свідерський В.А. Кристалізаційна орієнтація і коефіцієнт корисної дії полімерів / В.А. Свідерський, А.Д. Петухов / Збірка матеріалів X Міжнародної науково-технічної WEB-конференції «Композиційні матеріали» (квітень 2017 р.). – м. Київ, 2017.– С. 87-90