

УДК 678.027.3

О. О. Акимов, канд. техн. наук

Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

Г. М. Коваленко, канд. техн. наук

К. Г. Коваленко, інженер

Науково-виробничий центр «Антарес ЛТД», м. Чернігів, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ПОГОНАЖНИХ ВИРОБІВ З ЖОРСТКОГО ПВХ НА ЕКСТРУЗІЙНІЙ ЛІНІЇ ЛП-45

Приведені результати дослідження процесу формування погонажних виробів різних профілів з жорсткого ПВХ на екструзійній лінії ЛП-45. Наведені рекомендації по вибору оптимальних технологічних параметрів формування виробів та формувального інструменту.

Вступ

Методом екструзії в промисловості переробки полімерів виготовляють найрізноманітніші вироби, такі як труби, листи, плівки, профільні смуги, кабельні оболонки і багато інших. Основним обладнанням для переробки полімерів методом екструзії є одно- і багаточерв'ячні екструдери. Формування виробів з жорсткого полімеру ПВХ має свої особливості, які залежать від властивостей полімеру і геометрії інструменту.

Мета роботи

Отримання залежностей параметрів формування полімеру від геометрії внутрішньої поверхні інструменту і технологічних параметрів.

Аналіз публікацій

У літературі приводяться конструктивні параметри черв'яків і значення середніх градієнтів швидкості, рекомендованих для переробки полімерів [1, 2]. Аналіз публікацій показав, що залежно від рецептури композицій ПВХ і режимів їх формування експлуатаційні і технологічні параметри процесу можуть значно відрізнятися від рекомендованих, що може привести до зниження продуктивності майже вдвічі.

Методи та результати

Дослідження проводилися на лінії екструзійного типу з екструдером діаметром 45 мм і співвідношенням довжини черв'яка до його діаметру 25:1.

Наведені результати дослідження формування композиції ПВХ виробництва Німеччини марки SORVIL. Слід зазначити, що аналогічні дослідження, проведені на інших марках, підтвердили одержані закономірності.

Для дослідження процесу екструзії при формуванні з ПВХ погонажних виробів куткових профілів вибрані та розглянуті кутки типорозміру 50x50 мм.

Для створення моделі та дослідження процесу екструзії у профілюючому інструменті розділимо простір усередині профілюючого інструменту для кутка на 3 частини, дві з яких мають прямокутну ділянку щільного типу та одну конусну ділянку щільного типу (рис.1). В якості базової моделі для розрахунку вибираємо метод, викладений у [1].

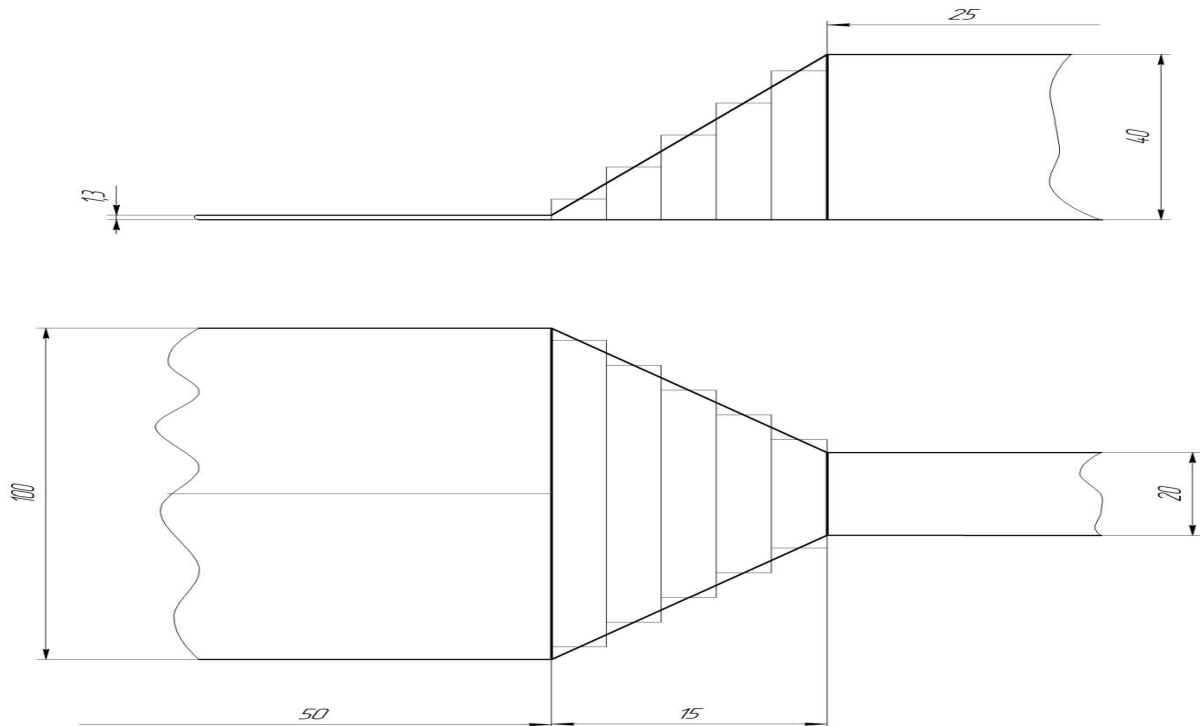


Рис. 1. Профіль простору всередині профілюючого інструменту для кутка 50x50 мм

Продуктивність формуючого інструменту:

$$Q = k'_r (P/\mu_0)^n, \quad (1)$$

де k'_r – коефіцієнт опору для течії псевдопластичної рідини;

P – тиск в інструменті;

μ_0 – в'язкість.

Розрахувавши значення ефективної в'язкості і коефіцієнта опору для кожного елемента каналу, можна визначити сумарний коефіцієнт опору за формулою:

$$k_{r\epsilon} = \left[\sum_{i=1}^m \left(\frac{\eta_i}{\eta_1} \frac{1}{k_i} \right) \right]^{-1}. \quad (2)$$

Тиск в інструменті визначається з виразу:

$$P_r = Q \eta_1 / k_{r\epsilon}, \quad (3)$$

де η_1 — ефективна в'язкість у каналі профілюючої матриці.

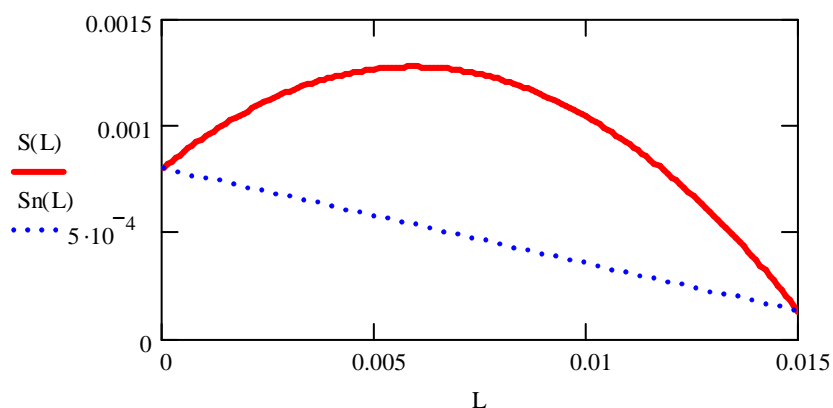
Швидкість полімеру U на осі каналу визначимо з виразу:

$$U = \frac{h^{n+1}}{\mu_0^n (n+1)} \cdot \left(\frac{dP}{dx} \right)^n. \quad (4)$$

Проаналізувавши внутрішній профіль інструменту на конусній ділянці, одержано графік зміни площі поперечного перерізу конусної ділянки всередині профілюючого інструменту залежно від висоти, ширини та довжини ділянки, який був проведений на основі залежності:

$$S(L) := h(L) \cdot w(L). \quad (5)$$

Графічно зміну площі поперечного перерізу конусної ділянки від зміни висоти та ширини даної ділянки представлено у вигляді графіка, представленому на рис. 2.

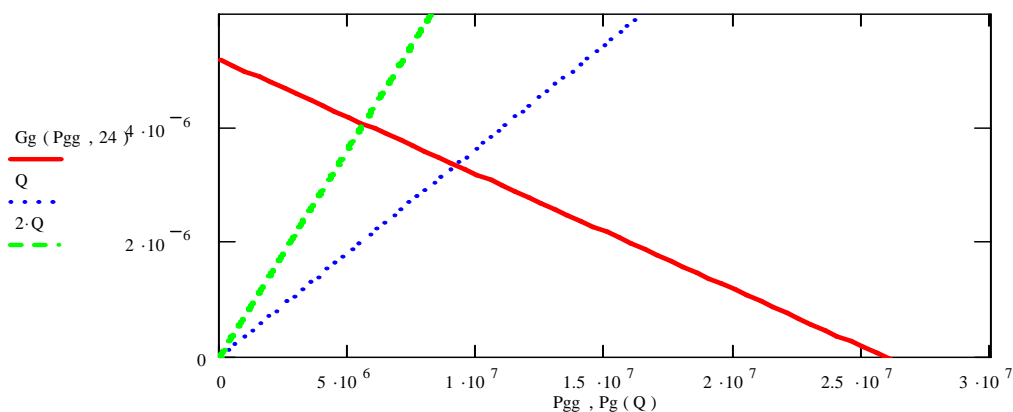


$S(L)$ – площа поперечного перерізу конусної ділянки існуючого інструменту;
 $S_n(L)$ – площа поперечного перерізу конусної ділянки модернізованого інструменту

Рис. 2. Залежність площі поперечного перерізу нового та вихідного виконання конусної ділянки формуючого інструменту від її довжини ($L, м$)

З приведенного рисунка видно, що зміна площі поперечного перетину конусної ділянки має криволінійний характер. Це свідчить про те, що на цій ділянці буде спостерігатись перепад швидкості течії полімеру та перепад тиску, що негативно відобразиться на продуктивності лінії. Для дослідження запропонований також новий інструмент з профілем, площа поперечного перерізу змінюється за лінійним законом, наведеному на рисунку 2 (пунктирна лінія).

Визначивши характеристику інструменту, аналогічно [2] знайдемо робочу точку екструдера, яка визначена при номінальних робочих оборотах черв'яка 24 об/хв, при формуванні кутка 50x50 мм (рисунок 3).

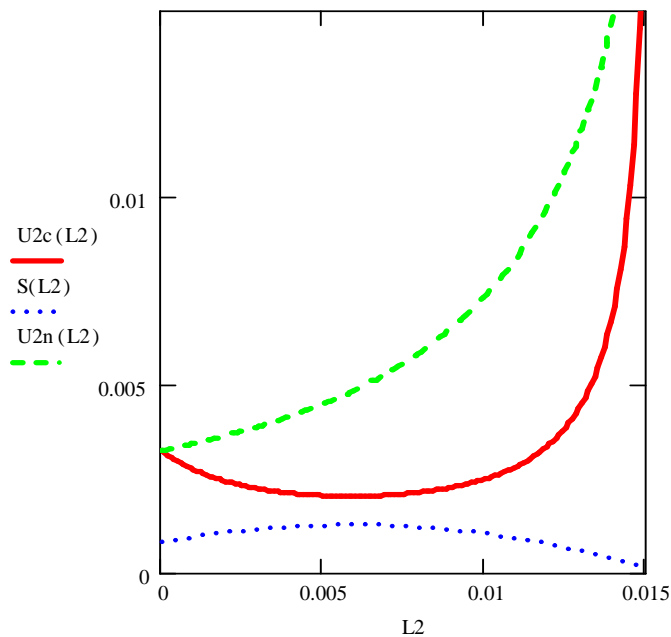


Суцільна лінія – характеристика екструдера; пунктирна лінія – характеристика головки з одним потоком;
 штрихова лінія – характеристика головки з двома потоками

Рис. 3. Робоча характеристика екструдера

З рисунка можна зробити висновок про те, що продуктивність лінії в цілому залежить від опору у формуючому інструменті. При формуванні профілю в два потоки продуктивність лінії зросте на 10 %.

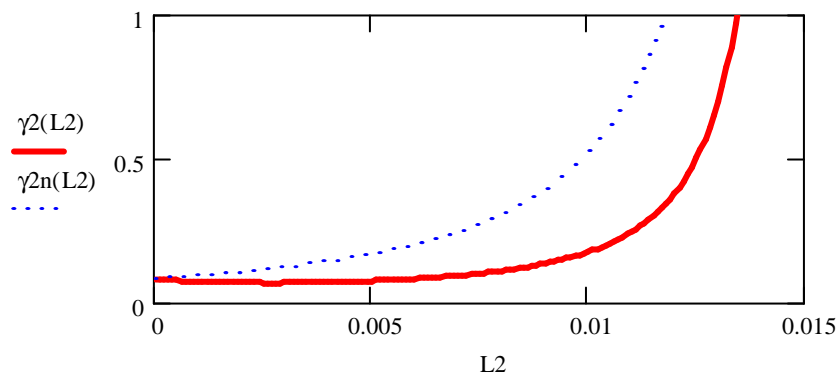
Швидкості витoku полімеру з формуючого інструменту вихідного та нового виконання, наведені на рисунку 4.



Суцільна лінія – швидкість витікання матеріалу з конусної ділянки існуючого інструменту;
 штрихова лінія – швидкість витікання матеріалу з конусної ділянки профілюючого інструменту нового виконання
Рис. 4. Залежність швидкості витікання полімеру з конусної ділянки профілюючого інструменту вихідного та нового виконання конусної ділянки від її довжини

З приведенного вище рисунка видно, що швидкість витікання матеріалу з конусної ділянки каналу нового виконання має більш плавний рівномірний характер, ніж швидкість витікання матеріалу з конусної ділянки каналу вихідного виконання, що свідчить про ускладненість руху полімеру в цьому каналі.

Важливою характеристикою течії полімеру в каналі є швидкість його зрушення. Швидкості зрушення матеріалу в конусній ділянці профілюючого інструменту вихідного та нового виконання наведені на рисунку 5.



Суцільна лінія – швидкість зрушення матеріалу з конусної ділянки профілюючого інструменту;
 пунктирна лінія – швидкість зрушення матеріалу з конусної ділянки профілюючого інструменту нового виконання
Рис. 5. Залежність швидкості зрушення матеріалу в конусній ділянці профілюючого інструменту вихідного та нового виконання від довжини конусної ділянки

З рисунку 5 видно, що в новому інструменті деформація полімеру відбувається більш рівномірно, що позитивно вплине на умови формування та охолодження профілю.

Висновки

Отримана модель течії жорсткого полімеру через формуючий інструмент. Отримані залежності параметрів формування полімеру (тиску, швидкості витікання полімеру, ко-

ефіцієнта опору) від геометрії внутрішньої поверхні інструменту і продуктивності. Визначена робоча характеристика екструдера.

Запропонований новий профіль конусної частини інструменту, яка значно зменшує перепади параметрів формування на виході із фільєри.

Список використаних джерел

1. Торнер Р. В. Теоретические основы переработки полимеров / Р. В. Торнер. – М.: Химия, 1977. – 462 с.
2. Шенкель Г. П. Шнековые прессы для пластмасс / Г. П. Шенкель. – Л.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1962. – 358 с.

УДК 539.3:534.1

О.В. Савченко, канд. техн. наук

Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБОЛОНОК ДЛЯ РОБОТИ У ЗАДАНОМУ ЧАСТОТНОМУ ДІАПАЗОНІ

Пропонується метод мінімізації амплітуд резонансних коливань композитних конструкцій у заданому частотному діапазоні. Наведено приклад оптимального проектування багатошарових пологих оболонок, працюючих у вибраному діапазоні частот.

Вступ

Характерним для більшості робіт, присвячених проблемі демпфірування коливань у конструкціях, є аналіз одночастотних режимів коливань. Відповідно і пошук оптимальних проектів конструкцій з високим демпфіруванням проводився для одночастотних коливань. В основному, це пов'язано з тим, що основну небезпеку становлять саме одночастотні режими при резонансних коливаннях, для характеристики яких можна застосувати такий параметр, як декремент коливань. Разом із тим очевидно, що проекти, оптимальні для однієї форми коливань, можуть не бути оптимальними для іншої форми, тобто, зменшуючи амплітуду коливань на одній частоті, можна збільшити амплітуду на іншій частоті.

У зв'язку з цим актуальною є розробка методики демпфірування коливань у заданому частотному діапазоні. Така необхідність виникає при багаточастотному і випадковому характері зовнішніх збуджень, тобто при дії збуджень з широким спектром частот. Очевидно, при цьому існує вірогідність потрапляння конструкції у резонансний режим на різних частотах.

Таким чином, задача мінімізації амплітуд коливань у заданому частотному діапазоні виникає при дії навантажень із широким спектром частот, зокрема полігармонічних, імпульсних і випадкових навантажень [1].

Метод, який пропонується у цій роботі, узагальнює запропоновані у наших роботах [1; 2] методи оптимального проектування композитних конструкцій з високими демпфіруючими властивостями на випадок дії навантажень із широким спектром частот.

Математична модель оболонки і побудова цільової функції для параметричної оптимізації

Розглядається багатошарова полого оболонка з шарами в'язкопружного матеріалу, армованого волокнами теж в'язкопружного матеріалу з іншими механічними характеристиками. Для побудови математичної моделі оболонки використовується напіваналітичний метод скінченних елементів у варіанті методу переміщень, згідно з яким на першому етапі розглядається моношар оболонки, після чого проводиться синтез багатошарової оболонки відповідно до умов з'єднання шарів.

Для побудови скінченно-елементної моделі моношару використовується апроксимація переміщень по товщині у вигляді поліномів Лагранжа, а у двох інших напрямках (осі x , y) – у вигляді ортогональних рядів Фур'є.