

Подиман Г.С., аспірант PhD, Двойнос Я.Г., к.т.н., ст. викл.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м.Київ, Україна

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ТРУБНОЇ ЗАГОТОВКИ З РОЗПЛАВУ ПОЛІМЕРУ

Анотація. Сформульовано умови чисельного експерименту для моделювання охолодження трубної заготовки з розплаву полімеру. Запропоновано використати функціональну залежність теплофізичних властивостей полімеру у математичній моделі процесу охолодження з зміною агрегатного стану у широкому діапазоні температури (склування). Наведено результати розв'язання математичної моделі охолодження трубної заготовки з розплаву поліпропілену з врахуванням зміни агрегатного стану полімеру та за сталих теплофізичних параметрах полімеру. Зроблено висновки про коректність розрахунків, які не враховують зміну агрегатного стану.

Ключові слова – розплав поліпропілену, калібрування труб, охолодження труб з полімерних матеріалів.

Вдосконалення методики розрахунку калібрування та устаткування охолодження для виготовлення полімерних труб є актуальною проблемою, що пов'язано з високим попитом на полімерні труби, порівняно з їх аналогами. Простота в монтажі, довговічність, легкість і необхідна міцність зробили дану продукцію лідируючою в проектуванні інженерних систем.

При проектуванні обладнання калібрування, та для вибору довжини охолоджуючих ванн з метою забезпечення твердої поверхні труби всередині необхідно приділити увагу задачі охолодження. Недостатній час охолодження призводить до проблем з ріжучим пристроєм.

Для розрахунку температурних полів в стінці полімерної труби в процесі охолодження використовується диференціальне рівняння теплопровідності Фур'є, де теплофізичні параметри полімеру сталі, і визначаються за 20 °С:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} \rho C_p = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} .$$

Для чисельного експерименту [1] обрано трубу з поліпропілену діаметром 25 мм та товщиною стінки 2,5 мм початкова температура розплаву $T_0=160^\circ\text{C}$.

Теплоємність поліпропілену в процесі охолодження змінна від температури, рис. 1.

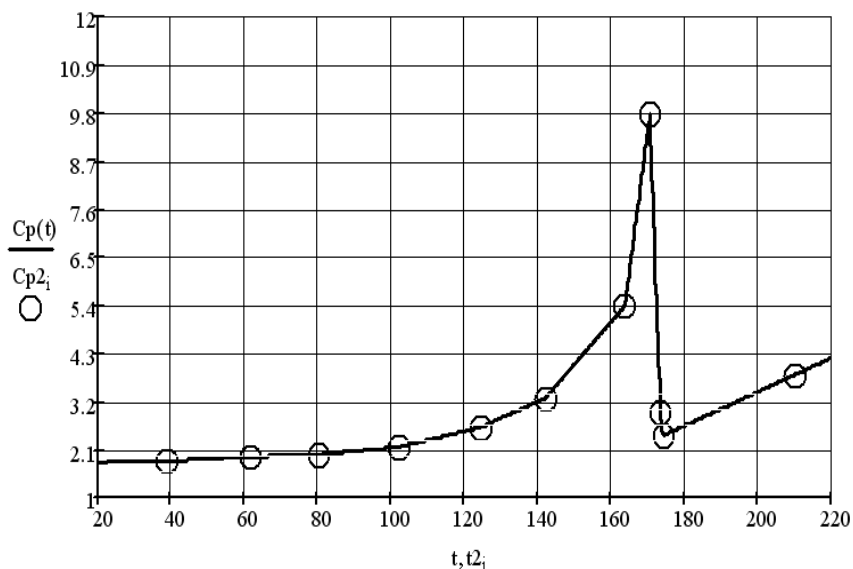


Рис. 1 – Залежність теплоємності поліпропілену від температури

Результатом чисельного експерименту є температура на внутрішній поверхні трубної заготовки на відстані 0,25м; 0,5м; 0,75м; 1,0м від входу до охолоджуючої та калібруючої ванни. Швидкість калібрування труби у чисельному експерименті склала 3 м/хв (0,05 м/с).

При використанні теплофізичних параметрів полімеру у вигляді функціональних залежностей диференціальне рівняння теплопровідності Фур'є має вигляд:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} \rho(\dot{\tau}) C_p(\dot{\tau}) = \lambda(\dot{x}) \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} .$$

Результати розрахунків зображено на рис. 2.

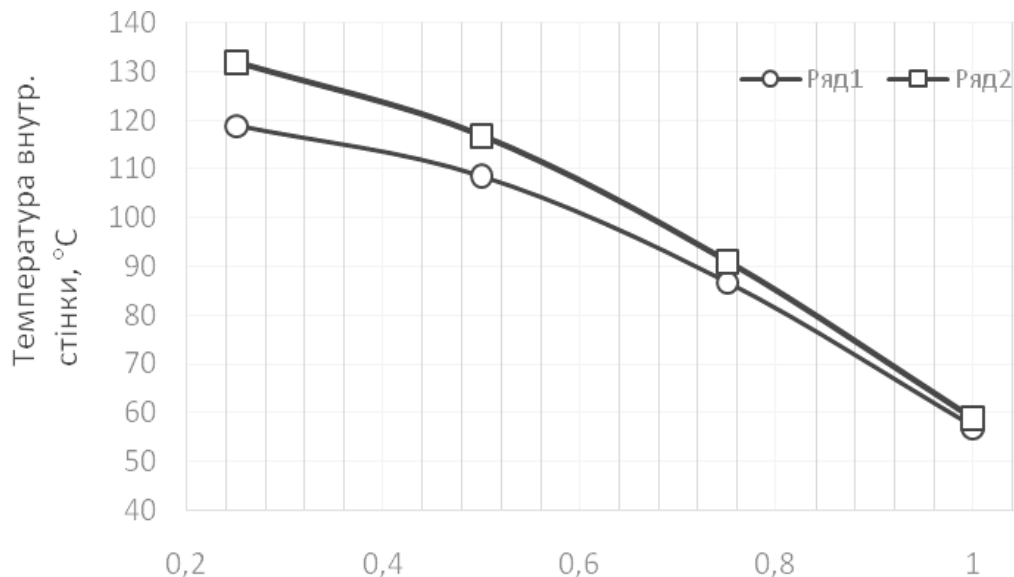


Рис. 2 – Процес охолодження трубної заготовки з поліпропілену □25х2,5
Ряд 1 - температурні поля в стінці полімерної труби при сталих теплофізичних характеристиках;
ряд 2 - температурні поля в стінці полімерної труби, при врахуванні змінних теплофізичних характеристик

При порівнянні результатів встановлено значну відмінність на початковій ділянці охолодження, що пов'язано з процесом склування полімеру при його охолодженні [2].

Висновок: уточнена методика дозволяє більш точно розрахувати обладнання для охолодження труб з полімерних матеріалів, які змінюють агрегатний стан в широкому діапазоні температур. Похибка розрахунків процесу охолодження до 10% пов'язана з зміною агрегатного стану полімеру. Для розрахунку охолоджуючих пристроїв лінії виробництва труб з полімерних матеріалів з достатньою для інженерних розрахунків точністю можливе використання методики розрахунку, що використовують сталі теплофізичні властивості полімеру. При розрахунку калібруючого пристрою необхідно використовувати методику і модель, що враховують зміну теплофізичних властивостей полімеру від температури.

Список використаних джерел

1. Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 172 с.
2. Микаэли В. Экструзионные головки для пластмасс и резины: Конструкции и технические расчеты/ пер. с англ.яз.; под ред. В.П. Володина. – СПб.: Профессия, 2007. – 472 стр.,ил.