

Сівецький В.І., к.т.н., проф., Сокольський О.Л., к.т.н., доц., Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с., Івіцький І.І., к.т.н., Куриленко В.М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ВВЕДЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДАТЧИКІВ У РОЗПЛАВ ПОЛІМЕРНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

З метою визначення мінімально необхідної густоти розрахункової сітки для отримання якісного результату моделювання введення інтелектуальних датчиків у розплави полімерного композиційного матеріалу розрахунку проведено дослідження збіжності сітки за допомогою поступового зменшення характерного розміру елемента та співставленням контрольного параметра при різних значеннях граничних розмірів елемента.

Для задач течії по каналах найбільш характерним параметром є перепад тиску [1], який використано в якості контрольного параметра.

Дослідження збіжності сітки проводилося співставленням перепадів тиску при різних значеннях граничних розмірів елемента [2]. Результати дослідження зображено на рис. 1.

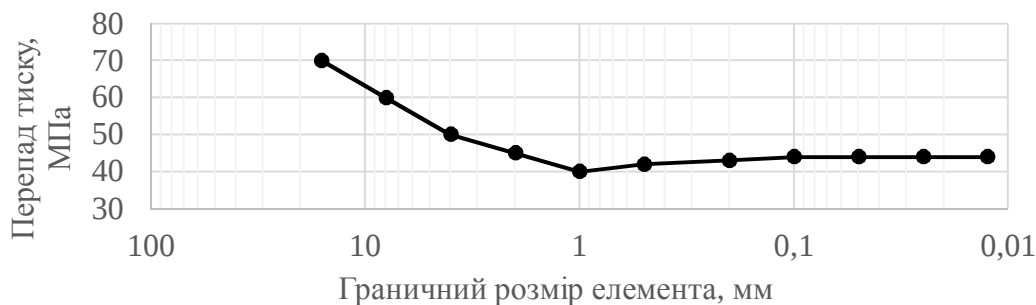


Рисунок 1 – Залежність перепаду тиску від граничного розміру елемента

Як видно з рис. 1, зменшення розміру елемента менше 0,1 мм впливає на перепад тиску несуттєво. Враховуючи, що при побудові скінченно-елементної моделі доцільно використовувати елементи, розмір яких достатньо малий, щоб суттєво не впливати на перепад тиску, але не занадто малий, щоб значно не збільшувати час розрахунку, при побудові даної скінченно-елементної моделі було використано елементи розміром 0,1 мм.

При попередньому моделюванні визначається відстань від точки введення датчиків до поперечного перетину каналу, де течія має установлений характер, з метою знаходження оптимальної довжини каналу при побудові скінченно-елементної моделі.

При моделюванні течії використовувалися параметри матеріалу для поліетилену високого тиску марки 15803-020 (ГОСТ 16337-77), що були попередньо визначені експериментально. При числовому моделюванні здійснювалася зміна тиску у додатковому каналі та вимірювалася глибина занурення датчика. Для прикладу, на рис. 2 зображено траєкторію руху датчика у розплаві полімерного матеріалу, введеного під кутом 45° , при відношенні тиску у додатковому каналі до тиску у основному каналі $\Delta P_g / \Delta P = 2$, а на рис. 4.4 при відношенні тисків $\Delta P_g / \Delta P = 50$.

Враховуючи, що створення значного відношення тисків у каналі може викликати певні складності, на етапі проектування необхідно визначити оптимальні конструктивні параметри. Для визначення оптимального куту розташування додаткового каналу по відношенню до основного було здійснено ряд числових моделювань у діапазоні кутів від 10° до 80° при $\Delta P_g / \Delta P = 25$. Результати дослідження зображені на рис. 4.

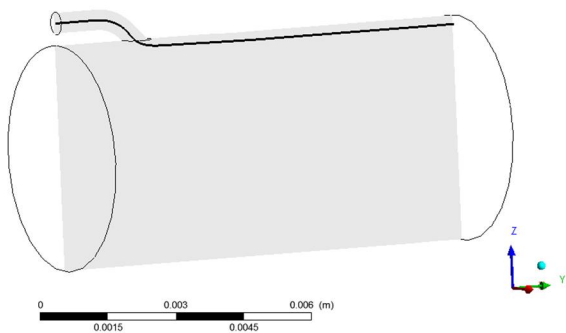


Рисунок 2 – Траєкторія руху датчика при $\Delta P_g / \Delta P = 2$

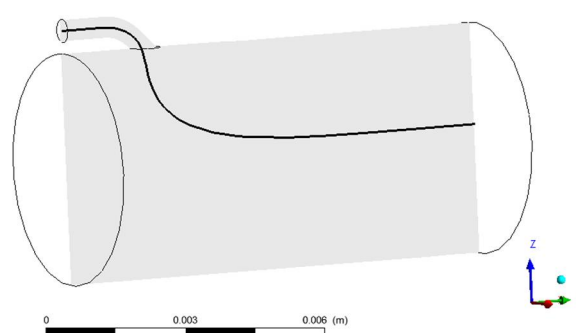


Рисунок 3 – Траєкторія руху датчика при $\Delta P_g / \Delta P = 50$

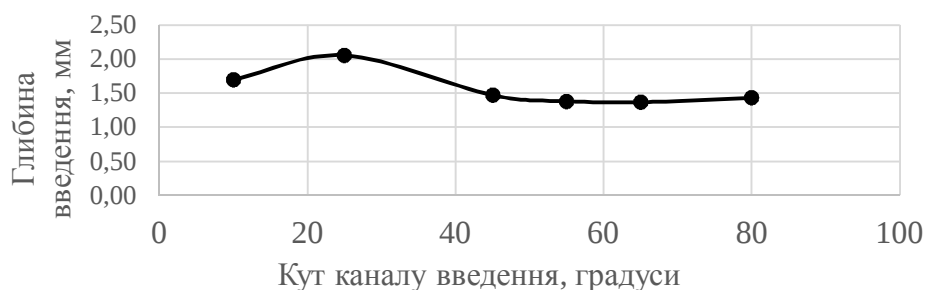


Рисунок 4 – Залежність глибини введення датчика від куту розташування каналу

Як видно з рис. 4, найбільша глибина введення датчиків досягається при куті нахилу додаткового каналу у 25° . З метою визначення залежності глибини введення датчиків у потік матеріалу від відношення тисків було проведено серію числових моделювань при куті нахилу додаткового каналу 25° . Результати зображено на рис. 5.

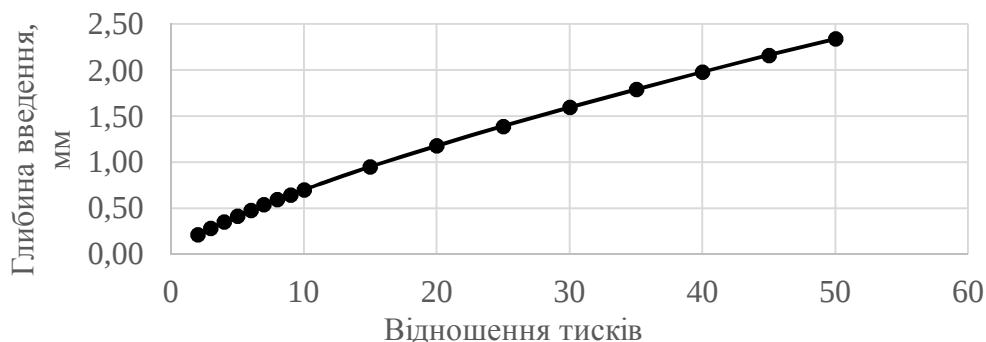


Рисунок 5 – Залежність глибини введення датчика від відношення тисків

Залежність, зображена на рис. 5, має степеневий характер та описується виразом:

$$h = 0,125 \left(\frac{\Delta P_g}{\Delta P} \right)^{0,749},$$

при величині достовірності апроксимації 0,99.

Інший принцип введення суміші з датчиками з поверхні основного каналу на задану глибину досягається за рахунок надання їй імпульсу, достатнього для подолання в'язкого опору полімеру в основному потоці, наприклад, штоком гідроциліндра.

Результати моделювання глибини занурення датчиків (мм) за різної швидкості інжекції

(в м/с) показано на рис. 6.

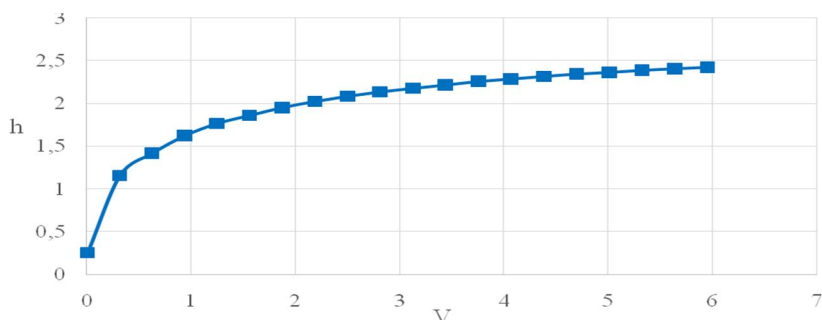


Рисунок 6 – Залежність глибини занурення датчиків від швидкості інжекції

Моделювання було проведено за таких умов: середня швидкість полімеру в основному каналі – 0,02 м/с, товщина перерізу основного каналу щілинної форми – 5 мм. Для подолання в'язкого опору полімеру приводу необхідно забезпечити зусилля, достатні для його подолання. Розрахункова залежність між швидкістю інжекції та тиском на вході в основний канал (в МПа) показано на рис. 7.

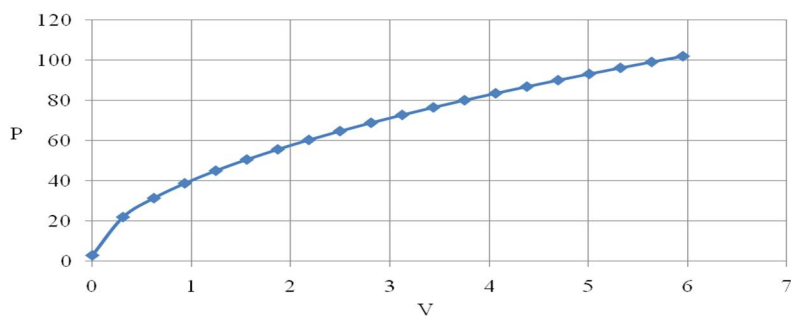


Рисунок 7 – Залежність між швидкістю інжекції та тиском на вході в основний канал

Проведене моделювання дозволило встановлення оптимальних конструктивних параметрів та величин впливу технологічних параметрів процесу екструзії полімерного композиційного матеріалу з інтегрованими інтелектуальними датчиками на глибину занурення датчиків у розплав.

Практичне використання отриманих даних при проектуванні та налаштуванні обладнання для введення інтелектуальних датчиків полягає у підвищенні точності введення датчиків на необхідну глибину.

Список літератури

1. Михайлин Ю. А. Специальные полимерные композиционные материалы [текст] / Ю. А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. – 660 с.
2. ANSYS Polyflow User's Guide [text] — Canonsburg : ANSYS, Inc., 2013. — 790 p.