



<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be4-218-045>

DOI: 10.30889/2523-4692.2018-04-01-045

DETERMINATION OF THE OPTIMAL ANGLE FOR INTELLIGENT SENSORS INTRODUCTION IN POLYMERIC MATERIALS BY EXTRUSION METHOD

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КУТА ВВЕДЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДАТЧИКІВ У РОЗПЛАВ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ ЕКСТРУЗІЇ

Sivetskiy V.I. / Сівецький В.І.

c.t.s., prof. / к.т.н., проф.

ORCID: 0000-0001-8402-0874

Ivitskiy I.I. / Івіцький І.І.

PhD, as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-9749-6414

Polishchuk O.V. / Поліщук О.В.

graduate student / магістрант

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»*

Анотація. У роботі розглянуто питання моделювання процесу введення інтелектуальних датчиків у полімерний композиційний матеріал методом екструзії. Моделювання проводилося для різних типів полімерних матеріалів. За допомогою числового моделювання визначено оптимальний кут розташування інжекційного пристрою до основного каналу екструдера, який дозволяє здійснювати введення інтелектуальних датчиків на максимальну глибину.

Ключові слова: інтелектуальні матеріали, інтелектуальні датчики, полімерні матеріали.

Вступ. При моделюванні окремих стадій технологічного процесу формування екструзійних виробів із вживленням в них інтелектуальних датчиків (ІД), виникають складності, пов'язані з тим, що робочі канали формуючого устаткування мають різноманітну геометрію, деформаційні і теплові режими. Все це взаємно пов'язано зі зміною реологічних властивостей перероблюваного матеріалу на стадіях пластикації та формування [1].

При введенні ІД важливо досягти високої точності введення на певну глибину готового виробу. Експериментальний ітераційний підбір необхідних технологічних режимів для точного введення призводить до значного збільшення часу налаштування обладнання. Визначення технологічних параметрів при моделюванні дозволить значно зменшити час налаштування та введення у експлуатацію [2].

Основний текст. Числове моделювання процесу руху частинок у полімерному розплаві було виконано у програмному комплексі ANSYS за допомогою модуля Fluent. У роботі [3] описана подібна методика проведення моделювання введення ІД у полімерний матеріал у модулі Polyflow.

Моделювання проводилося у внутрішньому каналі формуючої головки з врахуванням пристінного ковзання [4], у який за допомогою інжекційного механізму вводилися суміш частинок з досліджуванним матеріалом в основний потік, з метою регулювання глибини занурення та відстеження частинок в полімерному розплаві.



Числові експерименти здійснювались при різних кутах нахилу інжекційного механізму, а саме: від 10° до 90° , при цьому змінювались швидкості основного екструзійного потоку і, відповідно, швидкості впорскування суміші частинок з досліджуваним матеріалом, змінювались при цьому і марки полімерних матеріалів.

На рис. 1 зображено скінченно-елементну модель формуючого каналу з розташованим під кутом до нього інжекційним пристроєм.

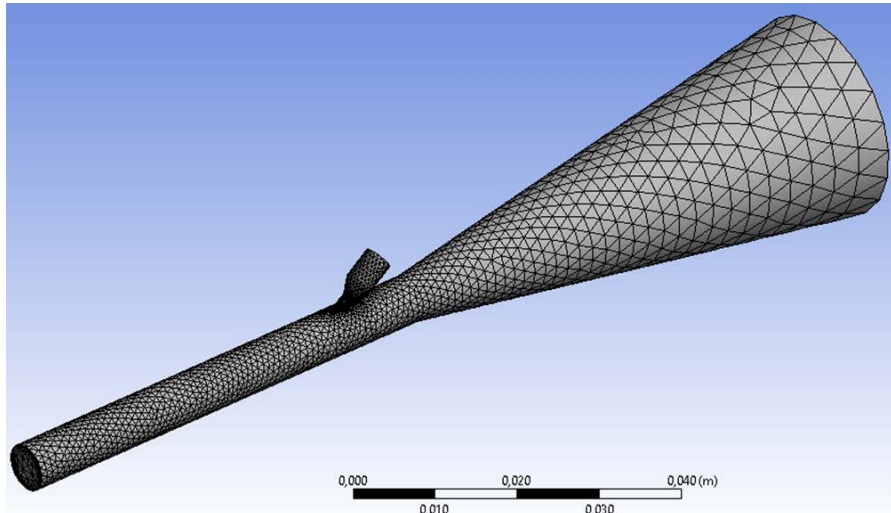


Рис. 1. Скінченно-елементна модель формуючого каналу

Кількість скінченних елементів, на які необхідно розбити дослідні об'єкти, визначалась порівнянням розрахункових швидкостей полімеру при розрахунках з різною густиною сітки. Достатньою вважалась кількість скінченних елементів, за якої величини швидкостей відрізнялись від отриманих на сітці меншої густини, не більш ніж на 1%.

При зміні куту нахилу інжекційного пристрою скінченно-елементну сітку перебудовували. Приклад побудови сітки для різного куту нахилу інжекційного каналу зображено на рис. 2.

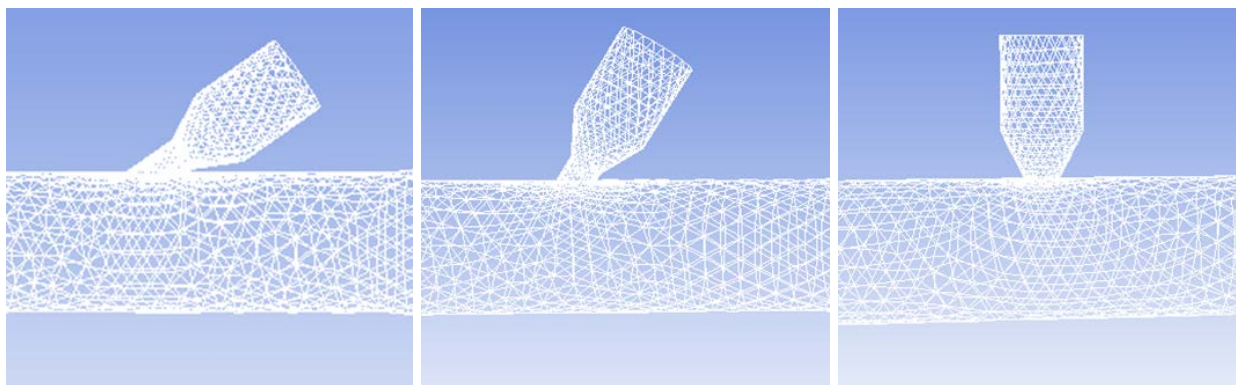


Рис. 2. Приклад побудови сітки для різного куту нахилу інжекційного каналу

З метою визначення оптимального куту нахилу інжекційного пристрою до основного каналу екструдера проведено ряд числових моделювань з різною



геометрією та різними полімерними матеріалами. Оптимальним вважався кут, за якого досягаються введення інтелектуального датчика на максимальну глибину у розплав полімерного матеріалу. Досягнення максимальної глибини введення за сталого тиску у каналі інжекційного пристрою важливе, адже створення додаткового надлишкового тиску у інжекційному пристрої створює ряд технологічних проблем. Матеріали, що використовувалися при моделюванні є найбільш широко вживаними у промисловості. Результати проведеного числового моделювання у вигляді графіку усередненої глибини занурення частинок вздовж осі формуючого каналу за різних кутів нахилу інжекційного каналу зображено на рис. 3.

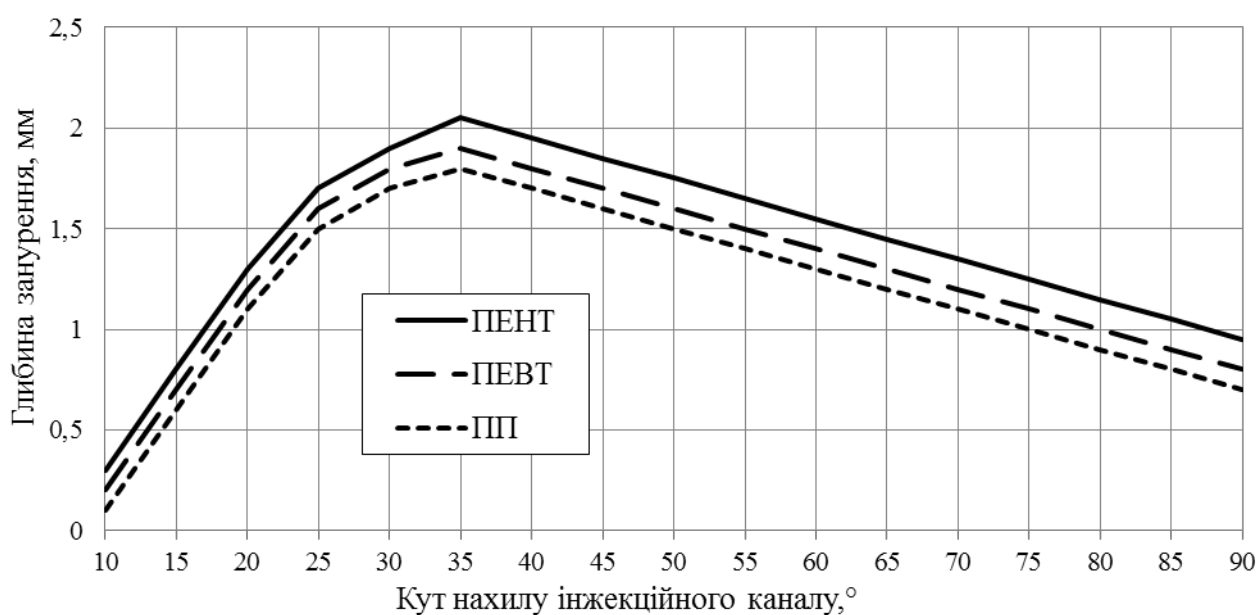


Рис. 3. Графік усередненої глибини занурення частинок вздовж осі формуючого каналу за різних кутів нахилу інжекційного каналу

Під час моделювання встановлено, що оптимальний кут нахилу інжекційного пристрою становить 35° незалежно від типу полімерного матеріалу, що використовується. Введення ІД під кутом, відмінним від оптимального призведе до зменшення глибини занурення та необхідності створення додаткового надлишкового тиску у інжекційному пристрої для досягнення необхідної глибини введення, яка при виробництві контролюється методами неруйнівного контролю [5].

Висновки. Проведене числове моделювання дозволило встановити оптимальний кут введення інтелектуальних датчиків у полімерний матеріал для ПЕНТ, ПЕВТ, ПП, який склав 35° . При проектуванні переробного обладнання для створення інтелектуальних матеріалів рекомендовано розташування інжекційного пристрою під кутом 35° до основного екструзійного каналу.

Література:

1. Сівецький В. І. Перспективи створення й використання інтелектуальних виробів із наномодифікованих полімерних композитів / В. І. Сівецький, О. Л.



Сокольський, І. І. Івіцький, В. М. Куриленко // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. — 2017. — №1(16). — С. 7—14. Doi: 10.20535/2306-1626.1.2017.119417

2. Методи та пристрої для виготовлення виробів з інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів / В. І. Сівецький, О. Л. Сокольський, І. І. Івіцький [та ін.] // Вісник НТУ «ХПІ». Механіко-технологічні системи та комплекси. — 2016. — №4(1176). — С. 95—101.

3. Ivitskiy I. I. Simulation of Intelligent Sensors Dipping Into the Melting Polymer Composite / I. I. Ivitskiy, O. L. Sokolskiy, V. M. Kurilenko // Technology Audit and Production Reserves. — 2016. — Vol 5, N 3(31). — P. 22—26. Doi: 10.15587/2312-8372.2016.81236

4. Ivitskiy I. I. Influence of a Lubricant on the Flow Parameters of a Molten Polymeric Material in Channels of Forming Devices / I. I. Ivitskiy, A. L. Sokolskiy, I. O. Mikulionok // Chemical and Petroleum Engineering. — 2017. — Vol 53, Issue 1-2. — P. 84—88. Doi: 10.1007/s10556-017-0299-5

5. Ivitskiy I. Modeling the Electrostatic Control Over Depth of the Introduction of Intelligent Sensors into a Polymer Composite Material / I. Ivitskiy, V. Sivetskiy, V. Bazhenov, D. Ivitska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2017. — Vol 1, N 5(85). — P. 4—9. Doi: 10.15587/1729-4061.2017.91659

Abstract. In this paper, we consider the modeling of the introduction process of intelligent sensors into polymer composite material by extrusion. Modeling was carried out for various types of polymer materials. With the help of numerical simulation, the optimal angle of the introduction device location to the main extruder channel is determined, which allows the input of intelligent sensors to the maximum depth.

Keywords: intelligent materials, intelligent sensors, polymer materials.

References:

1. Sivetskiy V. I., Sokolskiy O. L., Ivitskiy I. I., Kurilenko V. M. (2017). Perspektyvy stvorennia y vykorystannia intelektualnykh vyrobiv iz nanomodifikovanykh polimernykh kompozytiv. *Visnyk NTUU «KPI». Khimichna inzheneriia, ekolohiia ta resursozberzhennia*, №1(16), 7-14. Doi: 10.20535/2306-1626.1.2017.119417

2. Sivetskiy V. I., Sokolskiy O. L., Ivitskiy I. I. (2016). Metody ta prystroi dlia vyhotovlennia vyrobiv z intelektualnykh polimernykh kompozytsiinykh materialiv. *Visnyk NTU «KhPI». Mekhaniko-tekhnologichni systemy ta komplekсы*, №4(1176), 95-101.

3. Ivitskiy I. I., Sokolskiy O. L., Kurilenko V. M. (2016). Simulation of Intelligent Sensors Dipping Into the Melting Polymer Composite. *Technology Audit and Production Reserves*, Vol 5, N 3(31), 22-26. Doi: 10.15587/2312-8372.2016.81236

4. Ivitskiy I. I., Sokolskiy A. L., Mikulionok I. O. (2017). Influence of a Lubricant on the Flow Parameters of a Molten Polymeric Material in Channels of Forming Devices. *Chemical and Petroleum Engineering*, Vol 53, Issue 1-2, 84-88. Doi: 10.1007/s10556-017-0299-5

5. Ivitskiy. I., Sivetskiy. V., Bazhenov. V., Ivitska. D. (2017). Modeling the Electrostatic Control Over Depth of the Introduction of Intelligent Sensors into a Polymer Composite Material. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol 1, N 5(85), 4-9. Doi:10.15587/1729-4061.2017.91659