

Сокольський О. Л., к.т.н., доц.; Сівецький В. І., к.т.н., проф.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІШУВАННЯ РОЗПЛАВІВ ТЕРМОПЛАСТІВ В ЧЕРВ'ЯЧНОМУ КАНАЛІ

Анотація. Досліджено змішування полімерів в черв'ячному каналі з різним місцем вводу диспергованого матеріалу в дисперсійне середовище. За критерій якості змішування полімерів приймали концентрацію диспергованого матеріалу, яким приймався полімер відмінної від базового полімеру в'язкості. Представлено результати числового моделювання розподілу концентрації та процесу змішування в різних перерізах черв'ячного каналу. Розглянуто можливі схеми введення диспергованого матеріалу в розплав полімеру. Встановлено, що змішування при введенні диспергованого матеріалу в дисперсійне середовище біля осердя черв'яка відбувається майже вдвічі швидше, чим при його введенні біля зовнішнього нерухомого циліндра. Доцільним є використання варіанту введення диспергованого матеріалу в дисперсійне середовище біля поверхні черв'яка.

Ключові слова: черв'ячний канал, змішування, полімер, наповнювач, моделювання

Процеси змішування мають важливе значення під час переробки полімерних матеріалів, оскільки якість змішування безпосередньо визначає якість виробу [1]. Для ефективного проведення цих процесів важливо знати основні закономірності процесів змішування. Дослідження присвячено числовому моделюванню процесу змішування методом скінченних елементів [2] на базі математичної моделі [3]. За прямий критерій оцінки якості змішування приймаємо концентрацію диспергованого матеріалу в дисперсійному середовищі [4-5]. Математична модель багатокомпонентного матеріалу в зоні змішування, і її дискретизація методом скінченних елементів представлена в роботі [6].

Процес змішування двох полімерів реалізується в черв'ячному каналі під впливом обертання черв'яка та місця введення диспергованого матеріалу в дисперсійне середовище. За критерій якості змішування полімерів приймали концентрацію диспергованого матеріалу, тобто полімеру із в'язкістю, відмінною від в'язкості базового полімеру (дисперсійного середовища).

Процес змішування двох полімерів, або полімерів з іншими інгредієнтами в черв'ячному каналі, розглядається в двох варіантах їх введення згідно схем, представлених на рис. 1: диспергований матеріал вводиться біля осердя черв'яка (див. рис. 1 а) та диспергований матеріал вводиться біля зовнішнього циліндра (див. рис. 1 б) при різних співвідношеннях в'язкостей диспергованого матеріалу до дисперсійного середовища.

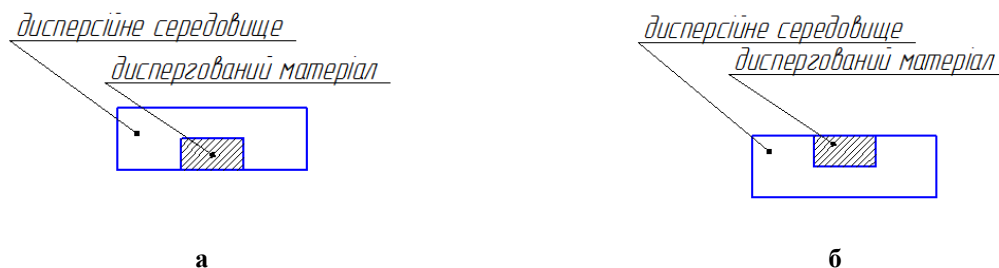


Рис. 1 – Схема введення полімерів в черв'ячний канал:
а) диспергований матеріал вводиться біля осердя черв'яка,
б) диспергований матеріал вводиться біля зовнішнього циліндра

З метою якісної оцінки процесу взаємодії дисперсійного середовища з диспергованим матеріалом досліджували динаміку зміни розподілу концентрації диспергованого матеріалу в дисперсійному середовищі при їх русі в черв'ячному каналі за умов введення диспергованого матеріалу в різних зонах його поперечного перерізу.

Результати числових експериментів доводять, що внаслідок обертового руху черв'яка спостерігається перерозподіл концентрації диспергованого матеріалу в дисперсійному середовищі в ході їх руху вздовж черв'ячного каналу. Змішування відбувається активніше за умови введення диспергованого матеріалу більшої в'язкості біля осердя черв'яка (рис. 2).

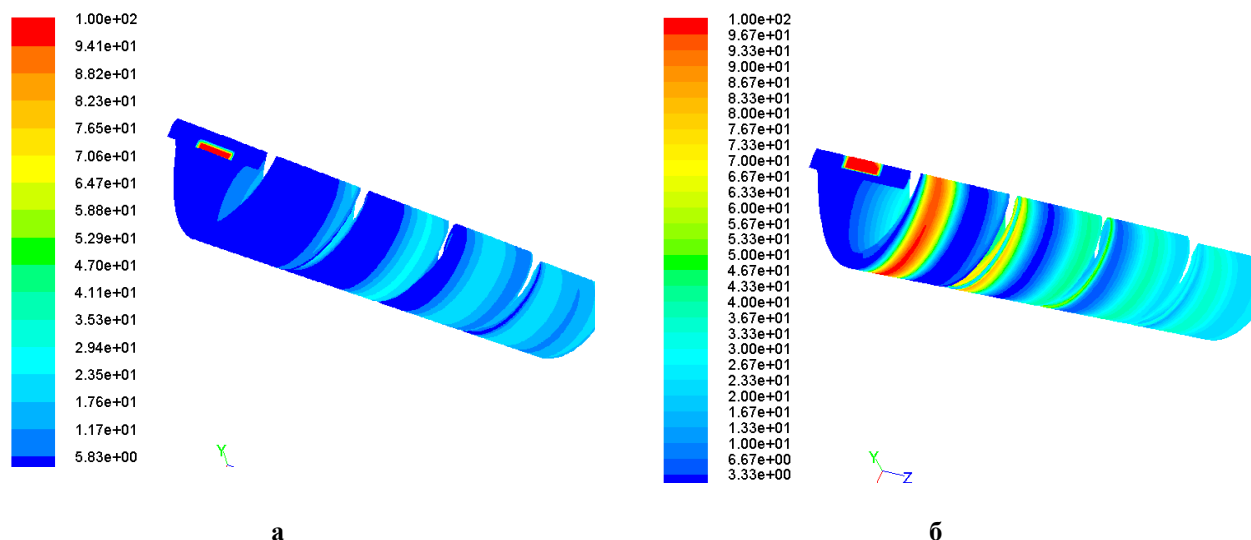


Рис. 2 – Розподіл концентрації на зовнішній поверхні диспергованого матеріалу:
а – диспергований матеріал вводиться біля осердя черв'яка;
б - диспергований матеріал вводиться біля циліндра

Аналіз результатів числових досліджень показали, що змішування за умови введення диспергованого матеріалу більшої в'язкості біля осердя черв'яка відбувається практично вдвічі швидше, чим за введення диспергованого матеріалу біля циліндра (рис. 2). Тому доцільним є застосування введення диспергованого матеріалу більшої в'язкості в дисперсійне середовище біля осердя черв'яка (схема на рис. 1 а), тоді як традиційно застосовується схема, показана на рис. 1 б.

У випадку, коли диспергований матеріал менш в'язкий, його ефективно вводити біля нерухомої поверхні циліндра. Відповідно рекомендується введення диспергованого матеріалу до дисперсійного полімерного середовища залежно від співвідношення їх в'язкостей. Найбільш ефективно змішування відбувається в разі, коли співвідношення в'язкостей полімерів зворотно співвідношенню їх витрат.

Список використаних джерел

1. Ким В.С. Диспергирование и смешение в процессах производства и переработки пластмасс / В.С. Ким, В.В. Скачков – М.: Химия, 1988. – 240с.
2. Киричевский В.В. Нелинейные задачи термомеханики конструкций из слабосжимаемых эластомеров. / В. В.Киричевский, А. С.Сахаров – К.: Будівельник, 1992. – 216 с.
3. Сахаров А.С. Метод конечных элементов в механике твердых тел / Под общ. ред. А.С. Сахарова и И.Альтенбаха – К.: Вища школа, 1982. – 480 с.
4. Бех С.В. Змішування розплавів термопластів в черв'ячному каналі / С.В.Бех, М.С.Кушнір, К.Г.Коваленко, О.С.Сахаров, В.І.Сівецький, О.Л.Сокольський // Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців «Ресурсоенергоєфективні процеси, технології та обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів». – К.: Січкар, 2012. – С. 32-33.
5. Сахаров О.С. Математичне моделювання процесу змішування в коаксіальному зазорі / О.С.Сахаров, В.І.Сівецький, О.Л.Сокольський та ін. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. - №2/5 (56). – С. 47-50.
6. Sakharov A. S. Modeling the mixing of polymeric composites in an extrusion drum mixer / A. S. Sakharov, A. E. Kolosov, A. L. Sokolskii, V. I. Sivetskii // Chemical and Petroleum Engineering, Vol.47, Issue 11-12, 2012, pp 799-805.