

**В.М. Тіхенко, д.т.н., проф.,  
В.М. Жеглова к.т.н.,  
О.С. Котеленець, магістр**

*Одеський національний політехнічний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛЬНОГО ЦИЛІНДРА ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТА З ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ**

Лиття пластмас під тиском – один з найбільш популярних способів виготовлення пластикових виробів, який дозволяє використовувати практично будь-які полімери (термопласти, еластомери, реактопласти). Підходить для серійного і дрібносерійного виробництва. Суть методу полягає у видавлюванні методом екструзії розплавленої пластмаси в прес-форму під тиском з використанням спеціального обладнання – термопластавтоматів різних видів і розмірів [1]. Основним обладнанням екструзійного процесу є черв'ячний прес або екструдер, оснащений формуючою головкою, в якому відбувається безперервна пластикація і гомогенізація полімеру, отримання однорідного розплаву та його видавлювання через формуючу головку у вигляді певного профілю: лист, плівка, труба або будь-який інший профіль певного поперечного перерізу.

Найбільш широке поширення отримали термопластавтомати з гідравлічним приводом і шнековими екструдерами, які складаються з матеріального циліндру та шнеку. Шнек захоплює матеріал і переносить його від завантажувальної камери уздовж всього корпусу циліндра. В процесі цього переміщення продукт спочатку стискається, потім нагрівається, після чого пластифікується і, нарешті, гомогенізується. Максимальний рівень тиску в такому екструдері може досягати 150 МПа [1].

Циліндр працює в складних умовах: нерівномірне нагрівання (по довжині); змінний тиск розплаву полімерного матеріалу, різкі коливання температури внаслідок циклічності нагріву-охолодження при терморегулюванні. На робочу поверхню циліндра впливають термохімічні процеси, які супроводжують пластикацію полімеру, її стирають абразивні частинки, які входять до складу матеріалу, що переробляється. Матеріальний циліндр зазвичай має від 4 до 6 зон обігріву, причому температура повинна регулюватися з точністю  $\pm (1...1,5) ^\circ\text{C}$ . Температура по зонам циліндра визначається властивостями полімеру, що переробляється та в'язкістю його розплаву.

Матеріальні циліндри одношнекових екструдерів традиційно виготовляються з чавунного лиття. Застосування останнім часом шнеків великої довжини і збільшення їх діаметра призводить до значного підвищення тиску, яке створюється шнеком в циліндрі. В останніх публікаціях з модернізації термопластавтоматів відзначається тенденція до виготовлення сталевих циліндрів.

У зв'язку з цим виникає необхідність оцінки напружено-деформованого стану циліндра з урахуванням змін температури під час циклу виготовлення виробу. Оскільки аналітичними методами це зробити складно, то доцільно використати програмні продукти, в яких застосовано метод кінцевих елементів [2]. Для досліджень було обрано програмний комплекс ANSYS, який являє собою багатоцільовий пакет кінцево-елементного аналізу для вирішення складних наукових і технічних завдань [3]. В даний час цей пакет лідирує серед універсальних дослідних CAE-систем з повним охопленням явищ різної фізичної природи.

На основі робочого креслення матеріального циліндра була створена його просторова модель, для якої виконано розбиття на кінцеві елементи у вигляді мережі (рис. 1). Також були визначені місця закріплення циліндра та задані параметри його нагрівання під час циклу виготовлення виробу. Далі проводилось моделювання напружено-деформованого

стану циліндру в стані від холодного до максимально нагрітого при різних значеннях тиску, який створюється шнеком.

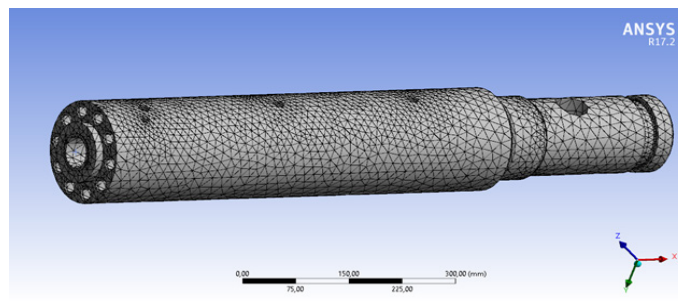
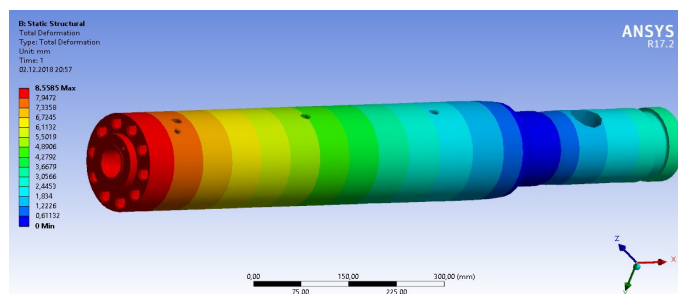
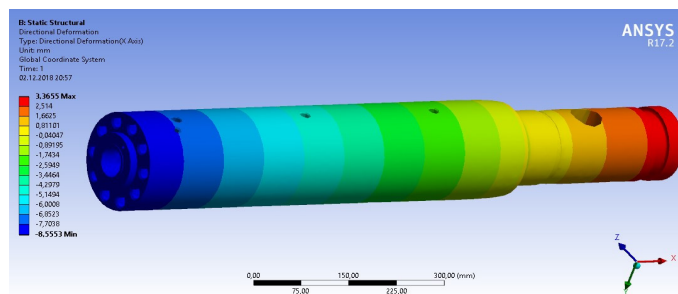


Рисунок 1 - Просторова модель циліндра, для якої виконано розбиття на кінцеві елементи у вигляді мережі

Були отримані кольорові діаграми напружень та переміщень (рис. 2), визначені місця концентрації та чисельні значення напружень матеріального циліндра.



а)



б)

Рисунок 2 - Моделювання деформацій циліндра в момент змикання (а) та розмикання прес-форми (б)

Проведені дослідження напружено-деформованого стану матеріального циліндра дозволили уточнити його раціональні конструктивні параметри в разі підвищення тиску розплавленої пластмаси в екструдері.

### Література

1. Суберляк О.В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О.В. Суберляк, П.І. Баштанник. – Львів: Растр-7, 2007. – 375 с.
2. Метод конечных элементов: теория, алгоритмы, реализация / [В.А. Топок, В.В. Киричевский, С.И. Гоменюк и др.]. – К.: Наукова думка, 2003. – 316 с.
3. Чигарев А.В. ANSYS для инженеров: справочное пособие / Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.