

Е.В. Білецький, канд. техн. наук, доц. (*ХТЕІ КНТЕУ, Харків*)

О.В. Петренко, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

ДЕЯКІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ НЕНЬЮТОНІВСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ У КАНАЛАХ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Обмеженість природних енергоресурсів України викликає гостру потребу в створенні нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій. До теперішнього часу виготовлення значної частини продукції на вітчизняних виробництвах супроводжується підвищеними витратами енергоресурсів, вартість яких в останній час має стійку тенденцію до зростання. В цих умовах розробка та створення оптимальних показників роботи технологічного обладнання є одним з пріоритетних напрямків в економіці України.

Відомо, що основні процеси хімічної та харчової промисловості пов'язані з рухом складних дисперсних систем, більшість з яких є неньютонівськими рідинами. Знання структури та режимів течії відіграє важливу роль в організації процесів і дозволяє впливати на його енергоефективність шляхом встановлення раціональних значень гідродинамічних, теплових, масообмінних процесів.

У хімічній та харчовій галузях існує велика кількість феноменологічних реологічних моделей, які описують особливості окремих нелінійних матеріалів за допомогою різноманітних рівнянь стану. Більшість з них базуються на експериментальних дослідженнях і мають наявність різних залежностей між напруженням зрушення, швидкістю зрушення, температурою (рідше тиском) і використовуються для опису течії окремих матеріалів в каналах з нерухомими границями. Крім цього, складна залежність реологічних моделей, не завжди враховує всі функціональні зв'язки між основними параметрами процесу, чим суттєво ускладнює розробку нових енергоефективних технологій і потребує значних фінансових і часових витрат.

На сьогоднішній день майже відсутнє наукове обґрунтування течії неньютонівських рідин в каналах з рухомими границями. Таке обґрунтування можна одержати на підставі розроблення складних тривимірних теоретичних моделей течії неньютонівських рідин у каналах базової геометрії, які дозволять отримати значення тиску і вектора швидкості течії в будь якій точці каналу з довільним розподілом граничних швидкостей.. Знання цих величин дає можливість обчислити важливі фізично-обґрунтовані макродинамічні

та макрокінетичні характеристики течії: профіль та розподіл швидкостей, витрату, швидкість зрушення та напруження, дисипативне тепловиділення, які є визначальними чинниками при проектуванні технологічного обладнання для хімічної та харчової галузей.

З цих причин створення розвинених науково обґрунтованих підходів щодо вивчення та опису течії нелінійних матеріалів у каналах базової і геометрії з рухомими границями шляхом дослідження основних макродинамічних та макрокінетичних закономірностей течії з метою подальшого отримання найбільш оптимальних та енергоефективних конструктивно-технологічних показників процесів та апаратів є важливою та актуальною проблемою

З метою вирішення вказаною проблеми запропоновано нові теоретичні методи моделювання течії ньютонівських рідин у каналах базової геометрії із границями, що рухаються та з різницею тисків на кінцях каналу. Запропоновано метод суперпозиції, який дозволяє звести рішення завдань течії більшої розмірності до рішення завдань меншої розмірності таким чином, що для відновлення тривимірного поля течії достатньо вирішити задачу за течію в одному вимірі. Метод зводиться до процедури вираження компонентів тензора напруження рідини через єдиний компонент, при цьому вважається, що границі каналу є рухомими і течія може відбуватися, як в поздовжньому так і поперечному напрямках каналу.

Для підтвердження вірогідності отриманих теоретичних рішень розроблені установки, на яких проведені експериментальні дослідження з використанням різних методик. На підставі проведених експериментальних досліджень отримані залежності величин витрат і потужності від частоти обертів черв'яка при течії різноманітних бінгамовських матеріалів підтверджені їх реологічні характеристики. Встановлено експериментальні залежності значень коефіцієнтів місцевих опорів від числа Рейнольдса. Отримані результати підтвердили адекватність запропонованих математичних моделей реальним умовам проведення процесів.

Запропонований метод дає змогу значно спростити розрахунки режимних характеристик течії ньютонівських рідин, дозволяє досліджувати основні закономірності процесу та встановити оптимальні макрокінетичні та макродинамічні характеристики течії ньютонівських матеріалів і в подальшому може бути реалізований в інженерних методиках розрахунків різноманітного технологічного обладнання харчової та хімічної промисловості.