

Секція 5. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Е.В. Білецький, д-р техн. наук, проф. (*ХТЕІ КНЕУ, Харків*)

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

Д.П. Семенюк, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

МОДЕЛЮВАННЯ В'ЯЗКОПЛАСТИЧНОЇ ТЕЧІЇ БІНГАМІВСЬКОЇ РІДИНИ У ПРЯМОКУТНОМУ КАНАЛІ

Сьогодні вивчення течії в'язкопластичних матеріалів в каналах різного геометричного профілю є актуальною проблемою і викликає практичний інтерес, але потрібно відзначити, що вивчення «простих», одновимірних моделей, в повній мірі не відповідає реальним умовам течії тому, що не враховуються всі функціональні зв'язки між основними параметрами процесу. Феноменологічні моделі, які детально описують ці умови є досить складними і розглядають течію тільки в одному поздовжньому напрямку без урахування граничних швидкостей, що не відповідає реальним умовам проведення процесів харчових виробництв.

З огляду на вищесказане, слід зазначити, що на сьогодні, моделювання течії бінгамовських рідин в каналах базової геометрії з урахуванням різниці тиску на кінцях каналу та рухливими границями є досить актуальною і до кінця невирішеною науково-прикладною проблемою.

У даній роботі розглядається проблема дослідження руху бінгамовського матеріалу в прямокутному каналі з довільним розподілом поздовжніх і поперечних складових граничних швидкостей. Вибір такого матеріалу обумовлено практичною значущістю та їх поширеністю в харчовій технології.

Бінгамівський матеріал зображується бінгамовською рідиною, яка має два постійних параметра – в'язкість μ і поріг плинності τ_0 . Метод моделювання ґрунтується на роботах авторів, в яких розглядається метод аналізу течій, завдання течії в прямокутному каналі зводяться до задач течії в пласкому каналі. Течія в прямокутному каналі отримується в результаті суперпозиції течій в двох пласких, схрещених під прямим кутом, каналах.

Поперечний переріз прямокутного каналу і характеристики ядра течії представлені на рисунку. Течія в прямокутному каналі з рухомими границями вважається тривимірною і пласкою (рис., поз. а).

Це означає, що всі три компоненти швидкості – поздовжня v_z та поперечні v_x і v_y залежать тільки від поперечних координат – x і y .

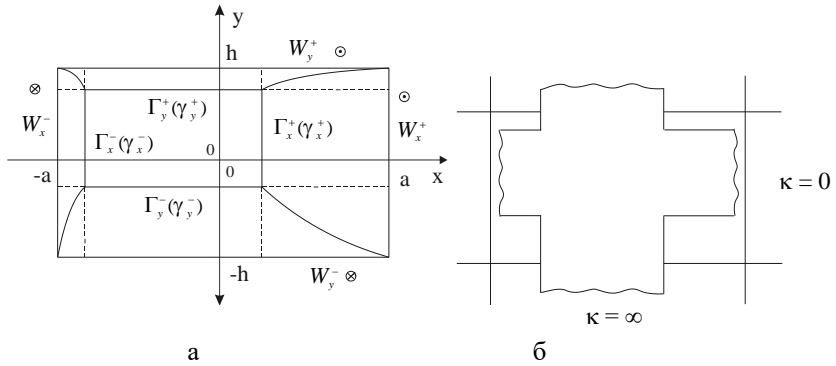


Рис. Модель в'язкопластичної течії в прямокутному каналі

Рівняння руху в'язкопластичної рідини в напруженнях мають такий вигляд:

$$\frac{\partial P}{\partial z} = \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y}; \quad \gamma_x^\pm \equiv \frac{\Gamma_x^\pm}{a}; \quad \gamma_y^\pm \equiv \frac{\Gamma_y^\pm}{a}$$

$$\tau_0^2 \left(\gamma_{x(y)}^\pm \right) = \tau_{zx}^2 + \tau_{zy}^2 + 2\tau_{xx}^2 + 2\tau_{yy}^2,$$

в якому P – тиск в каналі; $\tau_{ik,i,k=x,y,z}$ – компоненти тензора напруження; $\gamma_{x(y)}^\pm$ – безрозмірні компоненти контура границі ядра течії; a і h – ширина та висота прямокутника в поперечному перерізі каналу.

Вищенаведене рівняння можна послідовно звести до рівнянь течії в плоскому каналі, який має в поперечному перерізі смугу, паралельну осі OX в плоскому каналі, смуга в перерізі якого паралельна осі OY .

Відповідні канали зображені на рис. (поз. б). Розглядати окремо течію в двох плоских каналах немає сенсу зважаючи на співвідношення подвійності між ними, досить розглянути тільки одну з двох течій. Без обмеження спільності розглядається течія в плоскому каналі, границі перетину якого паралельні осі OX . В якості основного компонента використовується тензор напружень τ_{zy} , відносно якого проводяться оцінки інших компонентів.