

## 2. Дослідження коефіцієнта тертя при гранулюванні стружки сосни

Олексій Прохоренко, Дмитро Риндюк  
Національний університет харчових технологій

**Вступ.** Останнім часом у харчовій і переробній промисловості, виникла проблема по раціональному використанню відходів виробництва, таких, як лузга соняшника, солома, пивна дробина, деревна стружка тощо. Доцільно дані відходи використовувати в якості біопалива, а отже виникає необхідність в дослідженнях, що дали б змогу розкрити особливості процесу при гранулюванні паливних гранул [1].

Основний вплив на формування гранул має коефіцієнт тертя між дисперсним матеріалом (ДМ) та поверхнею формуючої головки гранулятора [2].

**Матеріали і методи.** Робота присвячена дослідженню впливу шорсткості контактної поверхні на тертя ковзання при різних швидкостях руху ДМ в каналі формуючої головки для досліджуваного дисперсного матеріалу (стружка сосни) по сталевій поверхні, яка виникає між сировиною і поверхнею формуючої головки в процесі гранулювання екструзією.

Для вирішення поставленої задачі запропоновано провести багатофакторний експеримент та розробити математико-статистичну модель залежності коефіцієнта тертя між ДМ та поверхнею формуючої головки при різних шорсткостях обробки поверхні та швидкостях руху для лушпиння соняшника та стружки сосни.

Досліди виконувались на лабораторній установці для дослідження впливу залежності коефіцієнта тертя між ДМ та сталевією контактною поверхнею при різних шорсткостях обробки поверхні та швидкостях руху сировини. Установка складається з тримача, в якому знаходиться дослідний матеріал (гранула), притискних вантажів, важелів, змінного диска, електродвигуна із пасовою передачею, реостата, динамометра, тахометра, вольтметра, станини. Тримач закріплений на важелі таким чином, що між ним і диском утворюється щілина розміром до 0,5 мм. Рух диску передається пасовою передачею від електродвигуна. Швидкість обертання двигуна змінюється за допомогою реостата і визначається тахометром.

**Результати.** В результаті математико-статистичної обробки проведених експериментів отримано рівняння регресії, що описує залежність коефіцієнта тертя  $f$  між ДМ та поверхнею формуючої головки при різних шорсткостях  $Ra$  обробки поверхні та швидкостях руху  $v$  сировини:

$$f = 0.391 - 9.2v + 0.022 Ra - 0,0813 v \cdot Ra - 0.0001 Ra^2 + 167.5v^2$$

де  $f$  – коефіцієнта тертя між ДМ та поверхнею формуючої головки;

$Ra$  – шорсткість обробки поверхні формуючої головки;

$v$  – швидкість руху сировини, м/с.

На базі отриманого рівняння регресії побудовано криві (рис. 1), які дають уяву про вплив шорсткості  $Ra$  обробки поверхні та швидкості руху  $v$  сировини на коефіцієнт тертя  $f$  між ДМ та поверхнею формуючої головки.

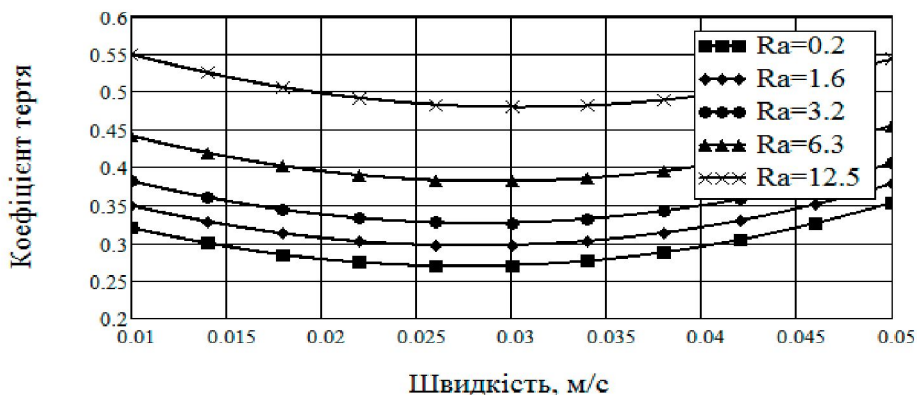


Рис.1. Залежність коефіцієнта тертя  $f$  між ДМ та поверхнею формуючої головки від шорсткості  $Ra$  обробки поверхні та швидкості руху  $v$ , м/с сировини

**Висновки.** Аналіз представлених залежностей показав, що зі збільшенням шорсткості контактної поверхні та мінімальних швидкостей руху сировини коефіцієнт тертя ковзання буде максимальним.

Також слід зазначити, що зростання коефіцієнта тертя ковзання для стружки сосни при максимальній швидкості ковзання, очевидно, відбувається за рахунок інтенсифікації процесу розчинення лігніну при підвищенні температури [3], що відбулась за рахунок інтенсивного тертя між контактними поверхнями.

В наступних роботах планується провести докладні дослідження енергозатрат необхідних на проведення процесу гранулювання екструзією з урахуванням впливу коефіцієнта тертя ковзання між контактними поверхнями сировини та прес-матриці екструдера.

### Література

1. Rindyuk D.V. The method of determination of the optimal parameters of dispersed materials granulation through consolidation / D.V. Rindyuk , S. Y. Lementar // Food and Environment Safety - Journal of Faculty of Food Engineering, Ștefan cel Mare University – Suceava, Volume XI, Issue 2, Year: 2012 Vol: 11, Issue: 2, Pages: 15 -18.
2. Robert Samuelsson, Sylvia H. Larsson, Mikael Thyrel, Torbjörn A. Lestander, Moisture content and storage time influence the binding mechanisms in biofuel wood pellets Applied Energy, Volume 99, November 2012, Pages 109-115
3. Практические работы по химии древесины и целлюлозы / [Оболенская А. В. [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 441 с.