

## Секція 4 ХІМІЧНІ, ФІЗИЧНІ, МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

УДК 643. 33:635. 965

**О.І. Черевко**, д-р техн. наук

**В.І. Маяк**, д-р. техн. наук

**М.М. Смілик**, асп.

**Д.В. Постолюк**, асист.

**А.М. Сардоров**, студ.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ НАПРУГИ ЗСУВУ СУХОГО КОНФІТЮРУ ВІД ШВИДКОСТІ ЗСУВУ**

*Досліджено залежності напруги зсуву сухого конфітюру (СК) від швидкості зсуву. За новою технологією було отримано залежності які дозволяють розраховувати величину напруження зсуву за різних значень швидкості зсуву для будь-якого СК.*

*Исследованы зависимости напряжения сдвига сухого конфитюра (СК) от скорости сдвига. По новой технологии было получено зависимости позволяющие рассчитывать величину напряжения сдвига при различных значениях скорости сдвига для любого СК.*

*In this study, we investigated dependence of shear stress of dry komfityuru of shear rate. As new technology has been received depending for calculating the value of the shear stress at different values of shear rate for all UK.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Під час розрахунку переробного устаткування для виробництва харчових продуктів, які являються в'язко – пластичними рідинами, необхідно знати значення їх реологічних характеристик. Однією з найважливіших реологічних залежностей є залежність напруги зсуву від швидкості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У опублікованій літературі відсутні подібні дані для сухих конфітюрів (СК).

У зв'язку з цим з'явилась необхідність досліджувати реологічні параметри СК, які отримані за новою технологією, розробленою в ХДУХТ [1].

**Мета та завдання статті.** Розробка нової технології та отримання залежності яка дозволяє розрахувати величину зсуву за різних значеннях швидкості зсуву для будь – яких СК.

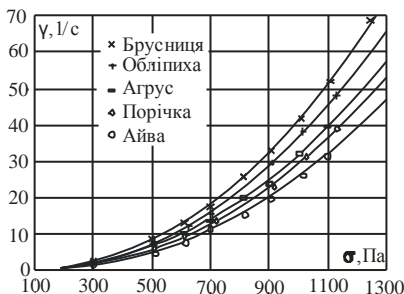
**Виклад основного матеріалу дослідження.** Експерименти

проводилися на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2» з використанням СК на основі брусниці, обліпихи, агрусу, порічки, айви.

У основу диференціального рівняння стаціонарного руху в'язко-пластичних рідин таких як СК покладена лінійна залежність напруги зсуву від швидкості зсуву

$$\sigma(\gamma) = \sigma_0(\gamma) + \eta(\gamma) \cdot \dot{\gamma}, \quad (1)$$

де  $\sigma_0(\gamma)$  – межа текучості,  $\eta(\gamma)$  – ефективна в'язкість. На рис. 1,2 наведено експериментальні залежності напруги зсуву і ефективної в'язкості від швидкості зсуву для різних СК.



**Рисунок 1 – Залежність швидкості зсуву від напруги зсуву для СК: За  $t=20^{\circ}C$ ; діаметр сухих часток 1/6 мм; вміст сухих речовин 65%**

Для отримання залежності (1) дані  $\sigma_0(\gamma)$ ;  $\eta(\gamma)$  необхідно заздалегідь апроксимувати, щоб набути значень напруги зсуву і ефективної в'язкості за однієї і тієї ж швидкості зсуву як апроксимуючі функції були обрані наступні:

$$\sigma_0(\gamma) = \sigma_0 \left( 1 + \frac{\gamma}{s_1} \right)^s; \quad (2)$$

$$\eta(\gamma) = \eta_0 \gamma^{-m}, \quad (3)$$

де  $s_1$ ,  $m$ ,  $s$  – регресійні коефіцієнти експериментальних залежностей. Значення регресійних коефіцієнтів залежностей (2, 3) наведено в таблиці 1.



Рисунок 2 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву для СК; діаметр сухих часток 1,6 мм; вміст сухих речовин 65%

Таблиця 1– Коефіцієнти емпіричної залежності напруги зсуву і ефективної в'язкості СК від швидкості зсуву

№ з/П	Сухий конфітю	$\eta_0, \text{Па}\cdot\text{с}$	$m$	$\sigma_0, \text{Па}$	$s_1, \text{с}^{-1}$	$s$
1	"Виноградний"	251	0,64	135	0,6	0,4
2	"Брусниця"	259	0,61	125	0,5	0,5
3	"Обліпіха"	268	0,60	143	0,4	0,5
4	"Агрус"	285	0,63	126	0,5	0,4
5	"Порічковий"	299	0,64	129	0,6	0,5
6	"Айвовий"	303	0,62	142	0,5	0,6

Замінімо залежність (1) нелінійною залежністю спільного вигляду.

$$\sigma(\gamma) = A \left( \frac{\gamma}{\gamma_0} \right)^n. \quad (4)$$

І визначимо сенс коефіцієнтів  $A$ ,  $n$ ,  $\gamma_0$ .

Розкладемо в ряд (4) біля точки  $\gamma = \gamma_0$ . Обмежувачись лінійними членами розкладання, отримаємо:

$$\sigma(\gamma) = A + \frac{An}{\gamma_0} (\gamma - \gamma_0). \quad (5)$$

Порівнюючи (5) і (1) можемо записати:

$$A(1-n) + \frac{An}{\gamma_0} \gamma = \sigma_0^* + \eta_0^* \gamma, \quad (6)$$

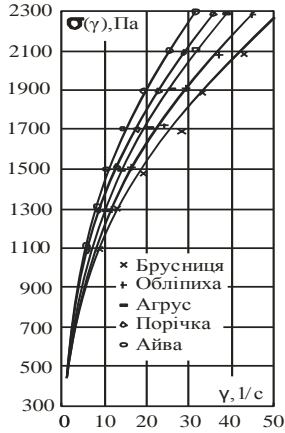
де зірочкою позначені емпіричні реологічні характеристики, які визначають за експериментальною залежністю напруги зсуву від швидкості зсуву(4).

Тоді знаходимо шуканий зв'язок коефіцієнтів:

$$A = \sigma_0^* \left( 1 + \frac{\eta_0^* \gamma_0}{\sigma_0^*} \right); \quad n = \left( 1 + \frac{\sigma_0^*}{\eta_0^* \gamma_0} \right)^{-1}. \quad (7)$$

Напруга тертя  $\sigma(\gamma)$  розрахована за формулами (1-3) апроксимувалася залежністю (4). За формулою (7) визначалися коефіцієнти  $\sigma_0^*$ ,  $\eta_0^*$ ,  $\gamma_0$ .

На рис. 3 приведені залежності напруги зрушення від швидкості зрушення для ПКН, в таблиці 2 – емпіричні коефіцієнти  $\sigma_0^*$ ,  $\eta_0^*$ ,  $\gamma_0$ , в таблиці 3 наведено дані перевірки статистичної адекватності регресійної залежності (4).



**Рисунок 3 – Апроксимація залежності напруги тертя СК від швидкості зсуву. За  $t=20^{\circ}\text{C}$ ; діаметр сухих часток 1,6 мм; вміст сухих речовин 65%**

**Таблиця 2 – Коefіцієнти емпіричної залежності напруги тертя від швидкості зсуву для різних СК**

№ З/п	Сухий конфітюру	$\eta_0^*$ , Па·с	$\gamma_0$ , с-1	$\sigma_0^*$ , Па
1	"Брусниця"	141	1,6	306
2	"Обліпіха"	151	1,7	345
3	"Агрус"	162	1,5	353
4	"Порічковий"	163	1,6	369
5	"Айвовий"	159	1,7	379
6	Середні значення для ПКН	$155\pm 18$	$1,6\pm 0,1$	$350\pm 30$

**Таблиця 3 – Статистика адекватності апроксимації залежності напруги зсуву СК від швидкості зсуву**

Статистичний параметр	Середнє значення для ПКН
Стандартна помилка	26,016
Відносна помилка %	5,624
Коefіцієнт кореляції	0,998

Статистичний параметр	Середнє значення для ПКН
Значущість коефіцієнта кореляції	2,993
Критична значущість	2,289
Коефіцієнт асиметрії	-1,597
Довірчий інтервал коефіцієнта асиметрії	1,844
Коефіцієнт ексцесу	0,989
Довірчий інтервал коефіцієнта ексцесу	2,767

**Висновки.** Таким чином отримані залежності дозволяють розрахувати величину напруги зсуву за різних значень швидкості зсуву для будь-яких СК, отриманих за новою технологією і використовувати результати розрахунків у разі проектування переробного устаткування.

*Список літератури*

1. Маяк, В. І. Нова технологія виробництва концентрованого продукту на основі плодово-ягідної сировини [Текст]/ В. І. Маяк, В. М. Михайлов, М. М. Смілік // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса, 2006. – Вип. 28, т. 2. – С. 319–321

Отримано 01.10.2010. Харків.

© О.І. Черевко, В.І. Маяк, М.М. Смілік, Д.В. Постолюк, А.М. Сардоров, 2010.

УДК 643. 33:635. 965

**О.І. Черевко**, д-р техн. наук

**В.І. Маяк**, д-р. техн. наук

**М.М. Смілік**, асп.

**Д.В. Постолюк**, асист.

**А.М. Сардоров**, студ.

**АДГЕЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СУХИХ КОНФІТЮРІВ**

*Досліджено адгезійні властивості сухих конфітурів. Був запропонований новий метод описання липкості харчових продуктів із зазначеними властивостями.*

*Исследованы адгезионные свойства сухих конфитюров. Был предложен новый метод описания липкости пищевых продуктов с указанными свойствами.*

*This paper investigated the adhesion properties of dry marmalade. I proposed a new method for describing food stickiness with this property.*