

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РІДКОЇ ПШЕНИЧНОЇ ОПАРИ

Доломакін Ю.Ю., асистент

(Національний університет харчових технологій, Україна, м Київ)

Досліджено вплив вологості на типові структурно-механічні характеристики рідких пшеничних хлібопекарських опар з метою проектування сучасного обладнання для їх приготування. Отримані структурно-механічні характеристики продукту підтверджують значний вплив досліджуваного параметру на його структуру, що в подальшому полегшить роботу по вибору змішуючого пристрою та режимів його роботи, достатніх для того щоб вважати апарат ідеальним змішувачем.

Ключові слова: реологія, віскозиметр, вологість, напруження зсуву, хлібопекарська опара, структурно-механічні характеристики

Створення сучасного обладнання неможливо без точного знання реологічних властивостей опари, їх залежності від численних факторів, основним з яких є вологість були досліджені в багатьох роботах [1-3].

Реологічні властивості напівфабрикатів можуть бути з успіхом використані для оцінки проведення окремих процесів. Технологічні машини різних конструкцій, призначені для здійснення одного й того ж процесу, розрізняються ступенем впливу на переробну масу, що призводить до отримання кінцевих продуктів, що володіють неоднаковими структурно-механічними властивостями, і отриманню готової продукції різної якості. Дослідження впливу окремих машин на властивості напівфабрикатів дозволяє вибирати найбільш доцільні конструкції для виробництва даного сорту хліба і підбору оптимальних режимів переробки [3].

Фізико-хімічний зв'язок обумовлений адсорбцією води в гідратних оболонках або осмотичним утримуванням в клітинах в певних співвідношеннях. Вона видаляється з матеріалу випаровуванням, десорбцією (адсорбційна) або внаслідок різниці концентрацій (осмотична). Адсорбційна вода міцно утримується на поверхні і в порах борошна. Ця вода може мати інші, ніж вода, властивості і сприяє диспергуванню частинок і пластифікації

системи, вона притаманна зазвичай структурам коагуляційного типу. Осмотична волога викликає набухання тіла і притаманна клітинним структурам. Адсорбційна волога вимагає для свого видалення значно більшої затрати енергії, ніж волога набухання. Присутність цих видів вологи особливо характерно для біополімерних матеріалів.

Основні матеріали досліджень: Матеріалом для досліджень була рідка пшенична опара вологістю 65...75 %. Опара готувалася з борошна пшеничного вищого гатунку, вологість борошна складала $13,8 \pm 0,2$ %.

Було досліджено два типи опари вологістю 65 та 75 % без додавання дріжджів та солі.

Для визначення пружності рідкої опари ми використовували методи абсолютної реометрії, так як результат вимірювань виражений в абсолютних фізичних одиницях (Па).

У наших дослідженнях ми користувалися реометром з контрольованою швидкістю зсуву (CR-реометр), а саме ротаційним віскозиметром «Rheotest 2». Цей прилад має геометрію вимірювальної системи Серле [4], тобто нерухомий зовнішній циліндр і рухливий внутрішній.

Напруження зсуву розраховували за формулою τ , Па:

$$\tau = Z \times \alpha$$

де Z - константа внутрішнього циліндра (у нашому випадку для середніх значень напруг була обрана система вимірювань S/S_2 для якої $Z = 6,37$ Па); α - відносний кут обертання пропорційний вимірюваному крутному моменту динамометра.

Результати вимірювань представлені в табл. 1

Таблиця 1

Залежність напруження зсуву від швидкості зсуву для рідкої пшеничної опари

Швидкість зсуву $\dot{\gamma}$, s^{-1}	Напруження зсуву τ , Па	
	вологість опари 65 %	вологість опари 75 %
0,5	5,096	0,3185
0,9	6,37	0,5096
1	12,103	0,637
1,5	22,295	2,548
1,8	29,302	3,185
2,7	32,487	5,096
3	36,946	5,733

Продовження таблиці 1

4,5	47,775	7,007
5,4	56,693	9,555
8,1	76,44	13,377
9	80,262	14,014
13,5	107,016	19,747
16,2	121,03	22,295
24,3	159,25	31,213
27	175,812	32,487
40,5	232,505	47,775
48,6	268,814	56,693
72,9	360,542	76,44
81	368,186	83,447
121,5	455,455	117,208
145,8	484,12	133,133
218,7	500,045	181,545
243	512,148	202,566
437,4	512,785	304,486

Були побудовані криві течії (рис. 1) для рідкої опари вологістю 65 та 75 % при температурі 25 °С. В результаті математичної обробки дослідних даних, отримані криві описуються ступеневими функціями Оствальда де Вале ($\tau = K\dot{\gamma}^n$) [4]:

$$\text{для вологості 65 \%} \rightarrow \tau_{65} = 4,42 \dot{\gamma}^{0,443} \quad (1)$$

$$75 \% \rightarrow \tau_{75} = 2,78 \dot{\gamma}^{0,775} \quad (2)$$

Для дослідження більших діапазонів швидкості зсуву продукту ми побудуємо криві течії в логарифмічних координатах. Криві течії в подвійних логарифмічних координатах, в порівнянні з цими ж кривими в лінійних координатах дають більш чітке уявлення про швидкість зміни напруження зсуву.

При логарифмуванні рівнянь (1) та (2) маємо рівняння, з якого очевидно, що графічна залежність в подвійних логарифмічних координатах $\lg \tau - \lg \dot{\gamma}$ буде прямою лінією. Це означає, що криві течії, які можуть бути описані ступеневим реологічним рівнянням Оствальда де Вале, в подвійних логарифмічних координатах апроксимуються прямими лініями (рис. 2 та 3).

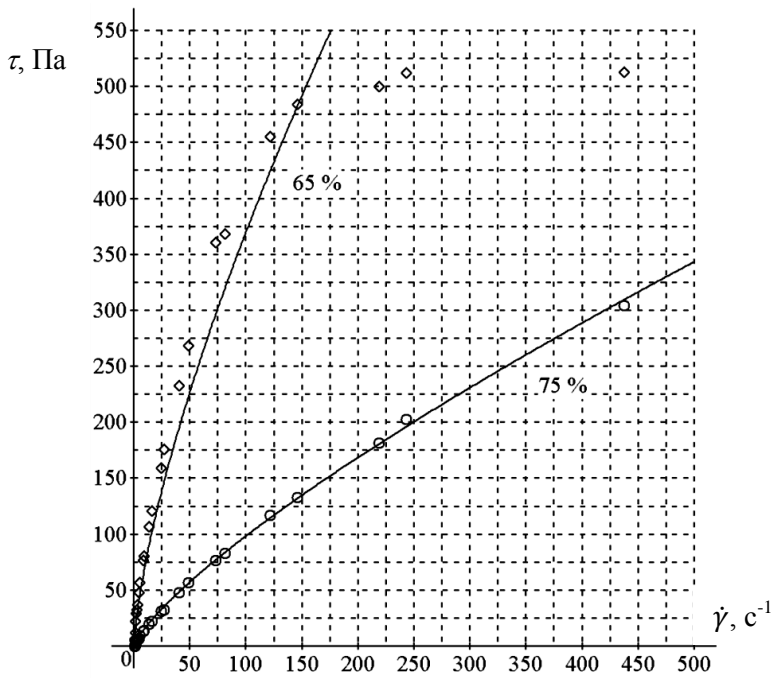


Рис. 1 Крива течії опари вологістю 65 % та 75 %
(\diamond - 65 %; \circ - 75 %)

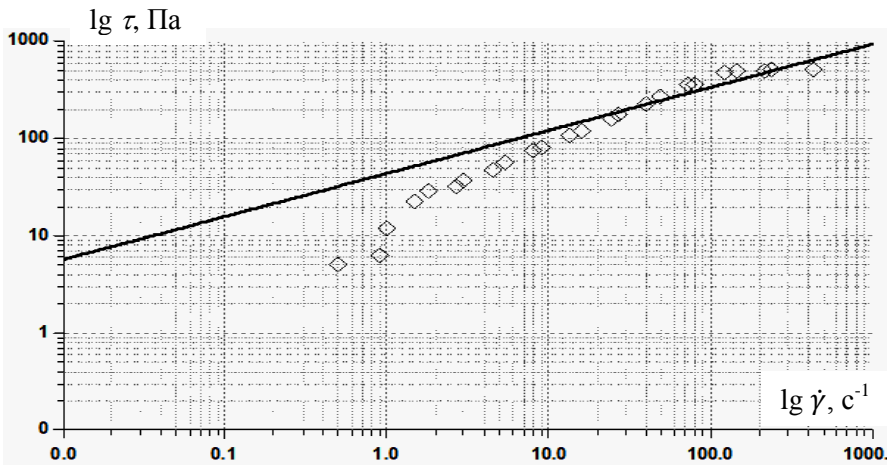


Рис. 2 Крива течії опари вологістю 65 % в подвійних логарифмічних координатах

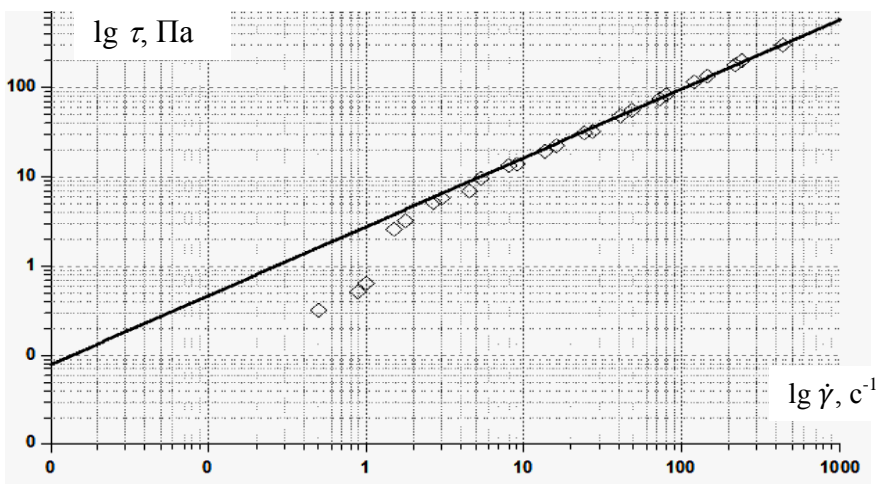


Рис. 3 Крива течії опари вологістю 75 % в подвійних логарифмічних координатах

Висновки: Придатність того чи іншого реологічного рівняння для опису течії реального матеріалу перевіряється експериментально для необхідного діапазону швидкостей зсуву, який повинен включати швидкості, відповідні процесу переробки матеріалу. Тому одним з відповідальних і часто складним завданням є визначення швидкості зсуву матеріалу в розглянутій конструкції технологічної машини або пристрою.

Аналізуючи криві, побудовані в подвійних логарифмічних координатах, можна стверджувати що індекс течії чисельно дорівнює тангенсу кута нахилу отриманої на графіку прямолінійної залежності $\lg \tau - \lg \dot{\gamma}$:

$$n = (\lg \tau_{\delta} - \lg \tau_m) / (\lg \dot{\gamma}_{\delta} - \lg \dot{\gamma}_m), \quad (3)$$

де τ_{δ} і τ_m – найбільше та найменше значення напруження зсуву;

$\dot{\gamma}_{\delta}$ і $\dot{\gamma}_m$ – найбільше та найменше значення градієнта швидкості зсуву.

Аналіз значень коефіцієнта n реологічного рівняння для опари, приготованої у виробничих умовах, показує, що величина n незначно коливається щодо середнього значення, рівного 0,5. Це дозволяє в розрахунках параметрів режиму роботи технологічного обладнання підприємства використовувати значення цього коефіцієнта рівного $n = 0,5$.

Також за допомогою цих графіків при $\dot{\gamma} = 1$, $\lg \dot{\gamma} = 0$ можна знайти значення показника консистенції K який буде дорівнювати

значенню напруження зсуву при швидкості зсуву 1. Для опари вологістю 75 % це значення прямує до нуля, а для опари вологістю 65 % вже прямує до значень одного порядку. Це дозволяє нам зробити висновок про те що властивості пшеничної опари вологістю 65 % можуть бути віднесені до псевдопластичних рідин, а властивості опари вологістю 75 % прямують в певній мірі до ньютонівських рідин.

Це пояснюється тим що на початковій фазі гідратації зароджуються колоїдні утворення, які під дією електрокінетичного потенціалу на поверхні частинок і сил міжфазної взаємодії, обумовлених адсорбованими молекулами води, створюють структури зі зворотними властивостями, тобто здатними руйнуватися під дією зовнішніх сил і відновлюватися при знятті навантаження. Компактність і стійкість цих структур залежать від водоборошняного відношення, питомої поверхні твердих частинок, тривалості та інтенсивності змішування.

Відзначають ще й іншу причину зниження в'язкості матеріалів при зсуві. Шари розчинника при зсуві видаляються з розчинених молекул або з поверхні частинок, і це призводить до зниження рівня міжмолекулярної взаємодії, в результаті чого знижується опір течії [5].

Товщина прошарків в певній мірі залежить від вмісту дисперсійного середовища. При збільшенні її вмісту(збільшення вологості) значення зсувних властивостей зменшуються, а система з твердоподібної переходить в рідкоподібну. При цьому ступінь дисперсності, тобто переважаючий розмір часток, навіть при постійній концентрації фази впливає на стан структури і її міцність.

Список літератури

1. Kim Y.-R. (2001) Physicochemical Properties of Hard Wheat Flour Dough Influenced by Processing. PhD Thesis, Purdue University.
2. Kou, Y., Ross, E. W. and Taub, I. A. (2002) Microstructural domains in foods: effect of constituents on the dynamics of water in dough, as studied by magnetic resonance spectroscopy. In *Amorphous Food and Pharmaceutical Systems*. H. Levine (ed.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 48 – 58.
3. Пирогов А.Н. Реологические свойства сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств / А.Н. Пирогов, А.А. Леонов, А.В. Шилов; КТИПП. - Кемерово, 2008. - 164 с.

4. Шрамм Г. Основы практической реологии и реометрии – М.: КолосС, 2003. – 312 с.

5. Зимон А.Д., Евтушенко А.М., Крашенинникова И.Г. Физическая и коллоидная химия – М., МГУТУ, 2004.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖИДКОЙ ПШЕНИЧНОЙ ОПАРЫ

Исследовано влияние влажности на типичные структурно-механические характеристики жидких пшеничных хлебопекарных опар с целью проектирования современного оборудования для их приготовления. Полученные структурно-механические характеристики продукта подтверждают значительное влияние исследуемого параметра на его структуру, что в дальнейшем облегчит работу по выбору смешивающего устройства и режимов его работы, достаточных для того чтобы считать аппарат идеальным смесителем.

Annotation

INFLUENCE OF HUMIDITY ON STRUCTURAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF LIQUID WHEAT SOURDOUGH

The effect of humidity on typical structural and mechanical properties of liquid wheat sourdough baker with a view to the design of modern equipment for their preparation. These structural and mechanical characteristics of the product confirmed a significant influence of the test parameters on its structure that will facilitate work on the choice of mixing device and its operation modes are sufficient to consider the device an ideal mixer.