

УДК 65.33

## **Психореологические свойства хлеба «ВИТАМЕТ»**

Андреев А.Н., Колодязная В.С. [valdurtera@rambler.ru](mailto:valdurtera@rambler.ru)

Байченко Л.А., терапевт высшей категории,

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий

*Разработана рецептура и технология витаминизированного хлеба «ВИТАМЕТ», решена аналитически и экспериментально задача психореологии – сенсорной оценки свежести хлеба потребителем через тактильный тест.*

Ключевые слова: хлеб, ползучесть, психореология,

При всей важности учета реологических свойств теста в процессе производства хлеба [1], эти показатели особенно не интересуют потребителей, которые в быту обычно оценивают свежесть хлеба по его вязкоупругим свойствам, деформируя хлеб и зрительно отслеживая процесс восстановления следа деформации. Поскольку в этом органолептическом (сенсорном) процессе проявляются кроме вязкоупругих структурно-механических свойств хлеба также элементы психологии потребителей, то исследования в данном направлении относят к психореологии или по классификации М. Рейнера, к метареологии [2].

Основы психореологии были созданы работами Скотт-Блэра, Московича, Боурна и многими другими реологами [3,4,5].

Психореологические исследования приобретают широкую географию – это США, Германия, Япония, Чехия и многие другие страны.

Психореологические исследования актуальны – в конце 2010 года в

университете Нюрнберга была защищена диссертация на психореологическую тему, психореологические темы начинают включать в современные учебные программы.

В хлебе «ВИТАМЕТ» в управлении реологическими свойствами необходимо было уменьшать или полностью исключить влияние вязкой составляющей в компоненте Максвелла, поскольку именно она ответственна за остаточную пластическую компоненту деформации, величину которой сенсорно оценивает потребитель. Математическое описание идеальных структурно-механических свойств хлеба «ВИТАМЕТ» выглядит следующим образом:

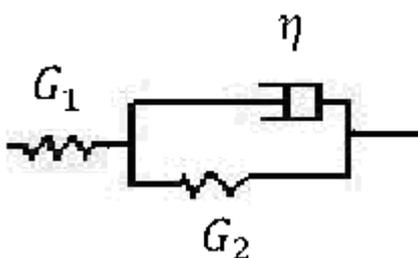


Рис.1. Механическая модель хлеба «ВИТАМЕТ»

Дифференциальное реологическое уравнение хлеба «ВИТАМЕТ» по механической модели, приведенной на рис. 1, будет иметь вид :

$$\frac{d \tau}{dt} + \left( \frac{G_1 + G_2}{\eta} \right) \tau = G_1 \frac{d \gamma}{dt} + \left( \frac{G_1 G_2}{\eta} \right) \gamma \quad , \quad ( 1 )$$

где  $\tau$  - напряжение сдвига ;

$\gamma$  - деформация сдвига;

$G_1, G_2$  - модули упругости сдвига;

$\eta$  - коэффициент динамической вязкости.

Рассмотрим методику проведения реометрических опытов для определения реологических констант вязкоупругой модели. Покажем, что эти константы можно определить на основе опытов на ползучесть.

Ползучесть происходит при  $\tau = const$ . Тогда  $\frac{d \tau}{dt} = 0$  и решение находится

простым разделением переменных в дифференциальном уравнении (1) и интегрированием:

$$\left(\frac{G_1 + G_2}{\eta}\right)\tau_o = G_1 \frac{d\gamma}{dt} + \left(\frac{G_1 G_2}{\eta}\right)\gamma \quad (2)$$

и

$$\gamma(t) = \left[ \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \left(1 - e^{-\frac{G_2 t}{\eta}}\right) \right] \tau_o \quad (3)$$

Графически кривая ползучести выглядит следующим образом (рис. 2)

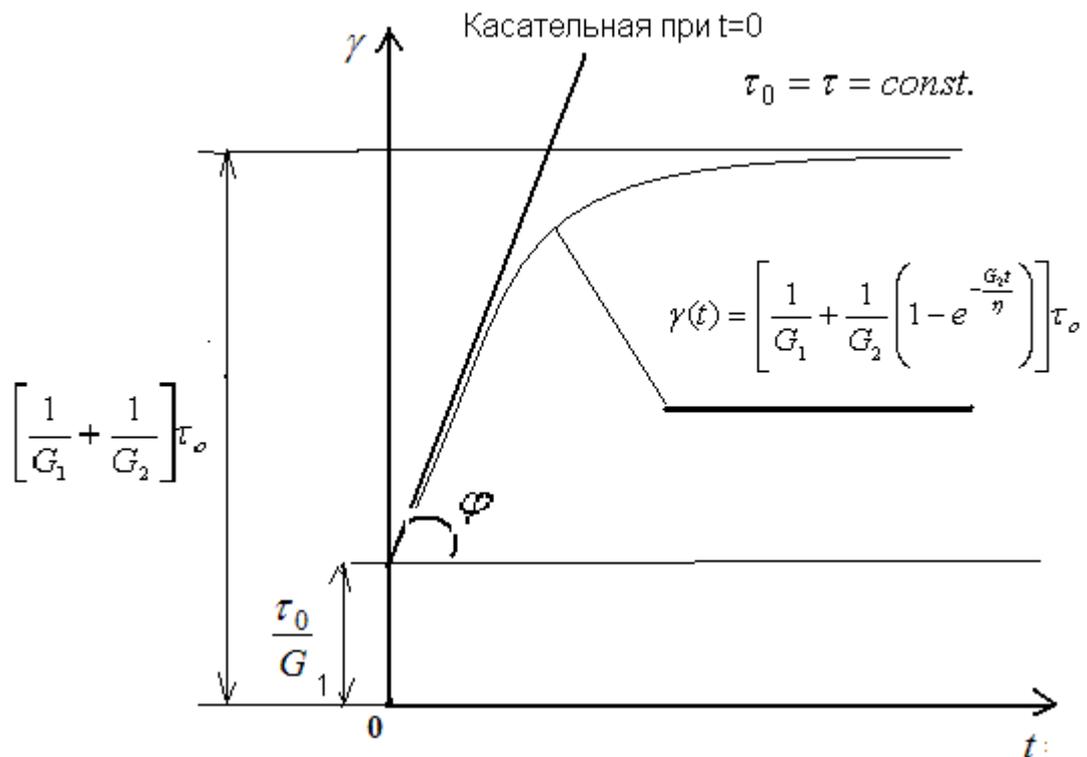


Рис.2. Кривая ползучести хлеба «ВИТАМЕТ»

Очевиден предел

$$\text{при } t = \infty; \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \gamma = \lim_{t \rightarrow \infty} \left[ \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \left(1 - e^{-\frac{G_2 t}{\eta}}\right) \right] \tau_o = \left[ \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \right] \tau_o . \quad (4)$$

$$\text{А при } t = 0; \quad \gamma = \frac{\tau_o}{G_1} \quad (5)$$

Измерив деформации в начальный и в конечный момент времени при известном начальном напряжении  $\tau_o$ , находим модули упругости  $G_1$  и  $G_2$ .

Производная по времени кривой ползучести геометрически представляет собой тангенс угла касательной к кривой :

$$\frac{d}{dt} \gamma(t) = \frac{\tau_o}{\eta} e^{-\frac{G_2 t}{\eta}} \quad (6)$$

$$\left. \frac{d}{dt} \gamma(t) \right|_{(t=0)} = \frac{\tau_o}{\eta} = \tan \varphi \quad (7)$$

Откуда находим коэффициент динамической вязкости элемента в модели Кельвина-Фойгта для хлеба «ВИТАМЕТ». Рецептура и технология этого хлеба была построена в направлении достижения требований психореологии и биотехнологии.

### Список литературы

1. Арет, В.А. и др. Реологические основы расчета оборудования производства жиросодержащих пищевых продуктов / В. А. Арет, Б. Л. Николаев, Л. К. Николаев. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2009. – 537 с.
2. Рейнер М. Деформация и течение. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во нефт. и горно-топлив. пром-сти, 1963. – С. 381
3. Scott Blair G. Psychorheology. Journal of Texture Studies, 1974, v. 5.-pg. 3–12.
4. Moskowitz, H. R. Psychorheology –its foundations and current outlook. Journal of Texture Studies, 1977, v. 8 , pg. 229–246
5. Bourne, M. C. Food Texture and Viscosity. Concept and Measurement, Academic Press, London Second Edition, 2002, pg. 423.

## Psychorheological properties of bread «VITAMET»

Andreev A.N., senior lecturer, Aret V. A, the professor , valdurtera@rambler.ru.  
Bajchenko L.A., therapist of the highest category,

Saint-Petersburg state university of refrigeration and food engineering

*The compounding and technology of the vitaminized bread «ВИТАМЕТ» is developed, the psychorheology problem – a touch estimation of freshness of bread by the consumer through the tactile test is solved analytically and experimentally.*

Keywords: bread, creep, psychorheology

