

УДК 65.33

Капиллярная вискозиметрия пшеничного теста методом исключения входовых потерь давления.

Арет В.А., Щербаков А.С.

valdurtera@rambler.ru

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий

Произведены реологические исследования теста из пшеничной муки методом исключения входовых потерь давления на капиллярном вискозиметре.

Ключевые слова: реология, тесто, капиллярный вискозиметр

Capillary viscometry of wheat flour dough using exception method of ingoing pressure losses.

Aret V.A., Scherbakov A.S. valdurtera@rambler.ru

Saint-Petersburg state university of refrigeration and food engineering

Rheological investigation of white wheat flour dough using exception method of ingoing pressure losses at the capillary viscometer were carried out

Keywords: rheology, dough, capillary viscometer

Среди множества типов вискозиметров для исследования вязкостных свойств пищевых масс в первую очередь следует рекомендовать капиллярные и ротационные вискозиметры, потому что теория обработки данных измерений на этих приборах наиболее детально разработана. В опытах на капиллярных вискозиметрах обычно измеряются объемный или весовой расход протекающей среды и перепад давления при известных длине и диаметре капилляра. Отслеживая допущения при выводе формул расчета, можно сделать следующий вывод: как правило, не учитываются местные (входовые и выходные) потери давления. Корректные данные можно получить, проводя опыты на двух одинаковых по входу, выходу и радиусу капиллярах разной длины [1].

Экспериментальная установка изображена на рисунке 1.

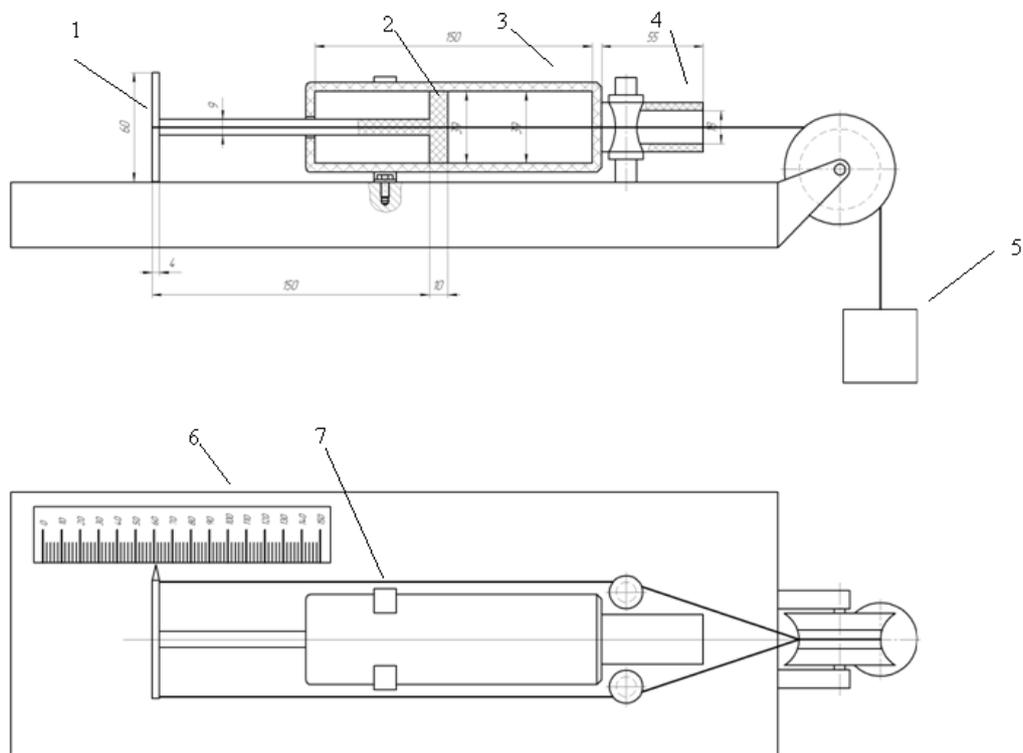


Рис.1. Экспериментальная установка.

- 1- Площадка поршня, на которой создается давление P ;
- 2 – поршень;
- 3 – цилиндр;
- 4 – капилляр;
- 5- груз;
- 6 – линейка;
- 7 – трос.

Грузом 5 посредством троса 7 создается давление на площадку поршня 1, которое приводит в движение поршень 2 внутри рабочего цилиндра 3, длиной l (Рис 1). Внутри цилиндра находится тесто из пшеничной муки высшего сорта и воды. Мука с водой смешана в равных пропорциях. Под действием силы F (Рис 2), пропорциональной весу груза 5, тесто начинает вытесняться из цилиндра, проходя по капилляру 4, длиной L и диаметром d (Рис. 2). Для оценки расхода без учета потерь давления на входе опыты проводились при разных длинах капилляра $L1$ и $L2$.

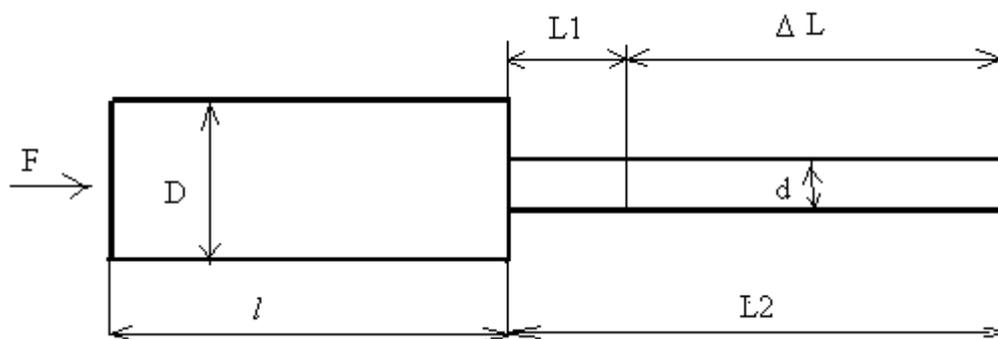


Рис.2. Расчетная схема вискозиметра.

F – сила, действующая на поршень, Н;

l – расстояние между поперечными сечениями цилиндра;

$L1, L2$ - длины короткого и длинного капилляра, м;

D - диаметр цилиндра;

d - диаметр капилляра, м.

Для капилляров длиной $L1$ и $L2$ была проведена серия опытов с использованием грузов массой от 2,75 кг до 16 кг. Для каждого опыта замерялось время t перемещения поршня в рабочем цилиндре на длине l , после чего рассчитывалось давление, создаваемое на тесте и объемный расход.

$$\Delta p = \frac{p_2 - p_1}{l} \quad (1)$$

где p_1, p_2 – давление в начальном и конечном поперечных сечениях капилляра;
 l – расстояние между поперечными сечениями цилиндра.

Объемный расход можно непосредственно определить через время прохождения поршня на выделенном участке цилиндра по формуле

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot v}{4} \quad (2)$$

$$v = \frac{l}{t} \quad (3)$$

где v – скорость перемещения поршня за время t .

Результаты опытов приведены на рисунке 3., для определения зависимости объемного расхода от давления без учета потерь на входе в программе Mathcad было построено три графика для капилляров длиной $L1, L2$ и ΔL .

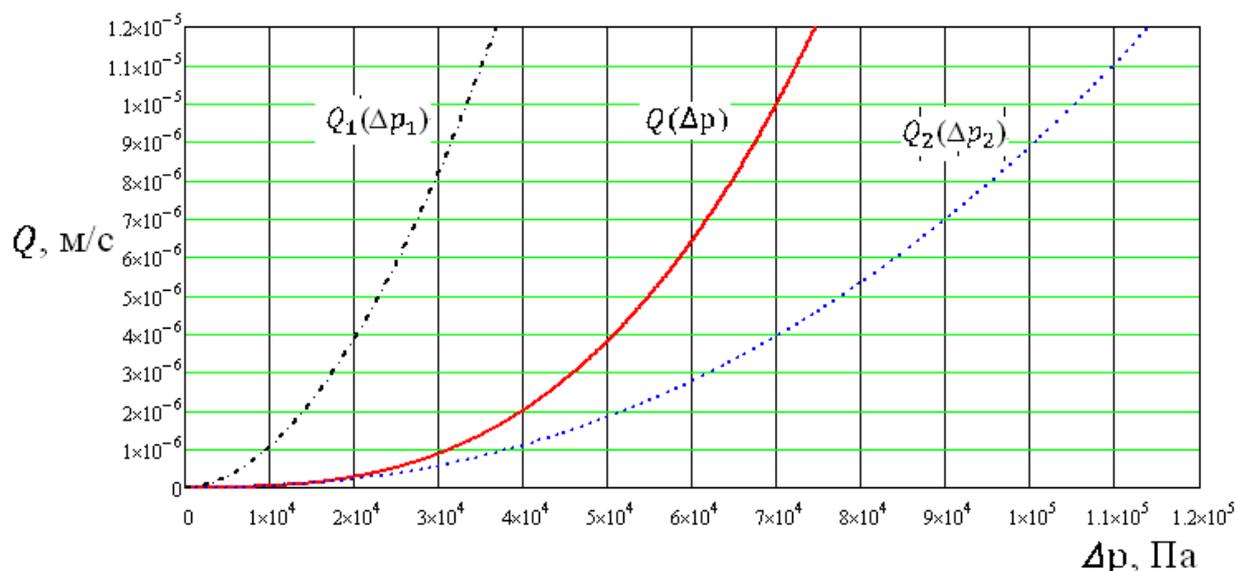


Рис.3. Графики зависимости объемного расхода от давления

Уравнение расхода для степенной жидкости имеет следующий вид

$$Q = -\frac{\pi R^3}{\tau_w} \int_0^{\tau_w} \tau^2 \left(\frac{\tau}{k} \right)^{\frac{1}{n}} d\tau = \frac{n\pi R^3}{3n+1} \left(\frac{R\Delta p}{2Lk} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

Так же с помощью программы Mathcad можно решить систему нелинейных уравнений для двух точек кривой и определить значения коэффициентов n и k . В результате расчетов получены индекс течения $n = 0,35$ и коэффициент консистенции $k=128$.

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. Steffe, J. F. Rheological Methods In Food Process Engineering. Second Edition, 1996, pg. 428.