

Исследование реологических свойств смеси мороженого «Сливочное крем-брюле»

Николаев Б.Л., Николаев Л.К.

nimfa63@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.

Институт холода и биотехнологий.

В статье приводятся значения эффективной вязкости смеси мороженого «Сливочное крем-брюле» при различных температурах продукта и градиентах скорости.

Ключевые слова: мороженое, реология, вязкость, температура, градиент скорости, смесь, жир, сахар, стабилизатор.

Изучение реологических характеристик пищевых продуктов имеет существенное значение при разработке нового высокотехнологического оборудования; при гидравлических расчётах систем трубопроводов, используемых для транспортировки пищевых продуктов, при тепловых расчётах оборудования, расходуемой энергии и для других целей.

Значительная часть вязких пищевых продуктов – смеси мороженого; животные жиры; маргарины с различным содержанием жира; кисломолочные продукты – ряженка, йогурт, простокваша, кефир, ацидофильное молоко; сметана различной жирности; кетчупы; студни; пасты творожные; кремы; томатные пасты; повидла; фруктовые и другие начинки; соусы; пудинги и другие – обладают свойствами псевдопластичной среды [1,2].

У псевдопластичных материалов с увеличением градиента скорости эффективная вязкость уменьшается в связи с тем, что по мере возрастания градиента скорости асимметричные молекулы материала подвергаются упорядочению, так как они располагаются по более длинной оси в направлении течения потока, что ведёт к разрушению структурного каркаса системы. При больших значениях градиента скорости процесс упорядочения молекул материала прекращается и материал течёт как ньютоновская среда.

Для неньютоновских материалов с псевдопластичными свойствами, которыми обладают и смеси мороженого, коэффициент пропорциональности, называемый эффективной, или кажущейся, вязкостью, определяется по формуле:

$$\eta = K \cdot \dot{\gamma}^{m-1}. \quad (1)$$

Согласно уравнения (1), эффективная вязкость псевдопластичной среды становится бесконечно большой, если градиент скорости приближается к нулю. С другой стороны, при беспрельдно большом градиенте скорости эффективная вязкость весьма незначительна.

В уравнении (1) величина K – является мерой вязкости материала. Поэтому чем больше вязкость материала, тем меньше его текучесть и тем больше значение K .

В формуле (1) буква n означает индекс течения, или показатель неньютоновского поведения материала. Для псевдопластичных материалов показатель неньютоновского поведения материала $n < 1$. Следовательно, согласно уравнению (1), с увеличением градиента скорости эффективная вязкость материала уменьшается.

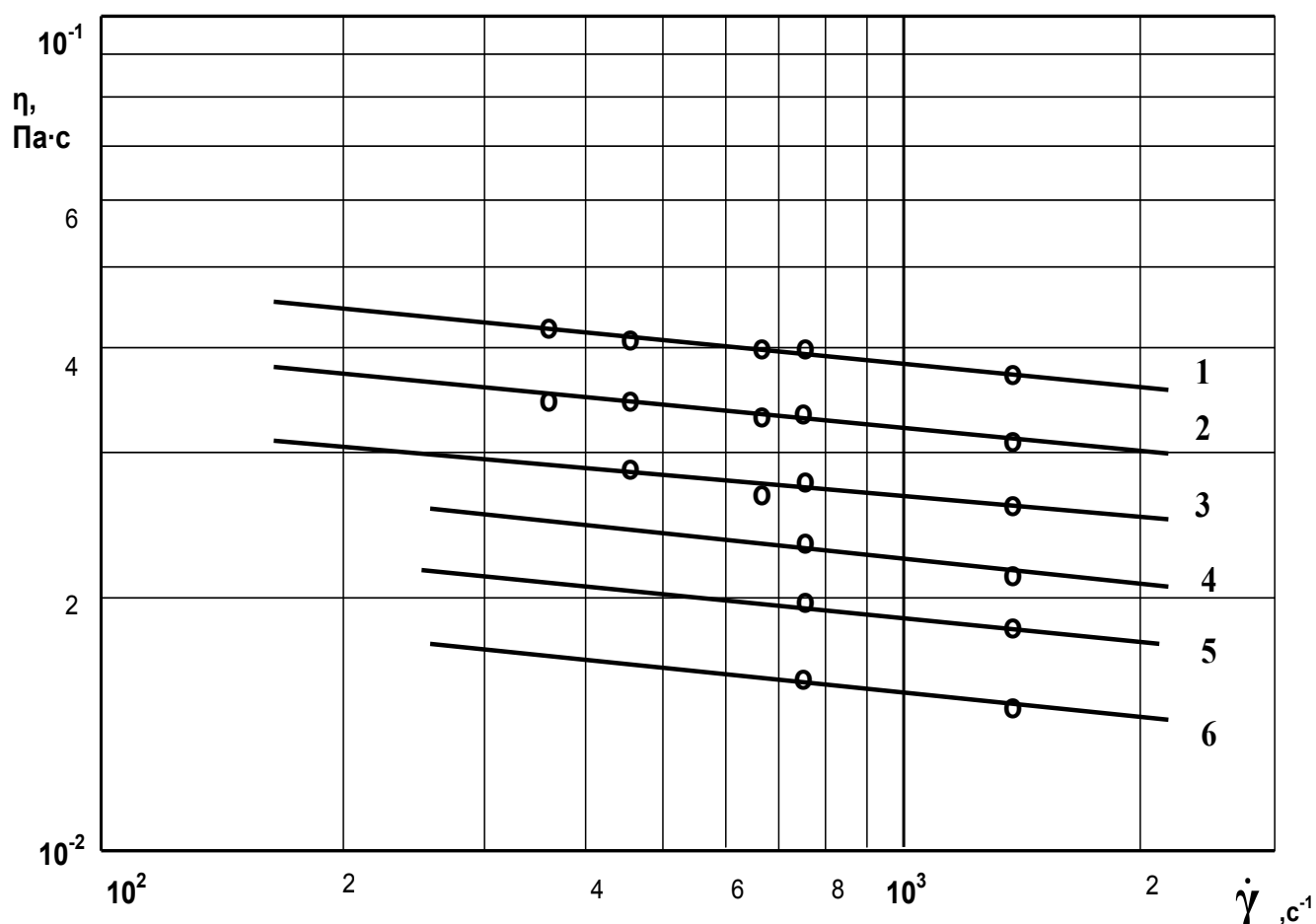


Рис.1. Вязкостно-скоростные характеристики смеси мороженого «Сливочное крем-брюле» при температурах в °С: 1-5,3; 2-10,0; 3-15,0; 4-20, 0; 5-25,0; 6-30,0.

Среди основных реологических характеристик эффективная вязкость является наиболее значимой при осуществлении тепловых и механических процессов. Поэтому с целью установления оптимальных режимов работы

оборудования для производства мороженого необходимо иметь сведения о реологических свойствах смесей мороженого.

Исследуемая смесь мороженого «Сливочное крем-брюле» имела следующий состав: жир 10%; СОМО 10%; сахар 16%; стабилизатор – крахмал 1,2%.

Смесь исследовали в интервале температур от 5,3 до 30,0 °С. Градиент скорости изменялся от 365 до 1312 с⁻¹.

Результаты экспериментальных исследований отражены на рис.1 в логарифмических координатах в виде зависимости эффективной вязкости смеси мороженого «Сливочное крем-брюле» от градиента скорости при различных температурах смеси.

Представленные на рис.1 вязкостно-скоростные характеристики получены для температур смеси мороженого 5,3; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0 и 30,0 °С. Влияние температуры продукта на эффективную вязкость его проявляется в пропорциональном уменьшении вязкости с возрастанием температуры продукта. Установлено, что при одинаковом значении градиента скорости, равном 1312 с⁻¹ значения эффективной вязкости смеси мороженого «Сливочное крем-брюле» равняется - 0,0381 Па·с при 5,3 °С; 0,0311 Па·с при 10,0 °С; 0,0263 Па·с при 15,0 °С; 0,0219 Па·с при 20,0 °С; 0,0184 Па·с при 25,0 °С и 0,0149 Па·с при 30,0 °С. Уменьшение же эффективной вязкости смеси при температурах её 5,3 °С и 30,0 °С различается в 2,56 раза. Влияние градиента скорости на уменьшение эффективной вязкости смеси сказывается практически в одинаковой степени. Так при температуре смеси мороженого 5,3 °С и возрастании градиента скорости от 365 до 1312 с⁻¹ вязкость смеси понижается с 0,0426 Па·с до 0,0381 Па·с, т.е. в 1,12 раза; а при температуре 30,0 °С и увеличении градиента скорости от 729 до 1312 с⁻¹ вязкость смеси уменьшается с 0,0158 Па·с до 0,0149 Па·с, т.е. в 1,06 раза.

Список литературы

1. Мачихин Ю.А. Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 217 с.
2. Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. – СПб.6 ГИОРД, 2009 – 448 с.

Investigation of rheological properties of a mixture of ice-cream «Butter cream-brulee».

Nikolaev L.K., Nikolaev B.L.
nimfa63@mail.ru

*The St.-Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics
Institute of Refrigeration and biotechnologies*

***In article gives the values of the effective viscosity of the mixture of ice-cream
«Butter cream-brulee» at different temperatures of the product and gradients speed.***

Key words: ice-cream, rheology, viscosity, temperature, velocity gradient, blend, grease, sugar, stabilized.