

Изменение реологических свойств плавленого сыра «Рокфор» от температурных и кинематических параметров

Л. К. НИКОЛАЕВ, Б. Л. НИКОЛАЕВ

lev.nikolaew.@yandex.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО

Институт холода и биотехнологий

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

В статье авторы приводят результаты исследований вязкостных характеристик плавленого сыра «Рокфор» в интервале температур от 20 до 70 °С и изменении градиента скорости от 0,167 до 2,70 с⁻¹. Выявлено уменьшение эффективной вязкости сыра с увеличением градиента скорости.

Ключевые слова: плавленый сыр, температура, кинематика, эффективная вязкость, градиент скорости, структура.

Variation flow characteristics properties of a processed cheese "Roquefort cheese" from temperature and kinematic parameters

L. K. NIKOLAEV, B. L. NIKOLAEV

National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics

Institute of Refrigeration and Biotechnologies

191002, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

In article authors result results of researches viscosity characteristics of a processed cheese "Roquefort cheese" in an interval of temperatures from 20 up to 70 °C and variation of a gradient of speed from 0,167 up to 2,70 с⁻¹. Reduction of effective viscosity of cheese with an increase of a gradient of speed is revealed.

Key words: processed cheese, temperature, kinematics, effective viscosity, velocity gradient, structure.

В процессе производства плавленых сыров сырьё обрабатывается на резательных машинах, вальцах, месильных машинах, в котлах-плавителях, перекачивается насосами, транспортируется по трубопроводу, нагнетается в дозирующие устройства расфасовочного оборудования. При этом имеет место механическая и тепловая обработка.

Плавленые сыры, как и многие пищевые продукты, обладают структурными свойствами, которые могут в определённой степени разрушаться. Среди различных реологических характеристик наиболее значимой является эффективная вязкость [1,2]. Для ряда вязких пищевых продуктов эффективная вязкость при изменении температуры продукта и градиента скорости может изменяться в десятки и сотни раз, а в некоторых случаях эффективная вязкость продукта может изменяться от указанных параметров и в тысячи раз.

Очевидно, что изменение эффективной вязкости продукта в большом диапазоне оказывает существенное влияние на протекание тепловых процессов и расходуемой энергии.

Выполнение тепловых расчётов оборудования для производства плавленых сыров и определение расходуемой энергии в этом оборудовании возможно осуществлять при наличии данных о реологических характеристиках обрабатываемого продукта.

В связи с отмеченным приводим результаты исследований эффективной вязкости плавленого сыра «Рокфор» при различных температурах продукта и градиента скорости. Опыты проводили на вискозиметре ротационного типа. В зависимости от величины эффективной вязкости плавленого сыра при заданной температуре использовали один из цилиндров, входящих в комплект вискозиметра. Термостатирование пробы осуществляли в течении 20 минут. Температура, при которой осуществлялись изменения эффективной вязкости сыра, поддерживалась с точностью $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Во время проведения исследований при каждой очередной температуре использовалась новая порция плавленого сыра.

Опыты по определению вязкостных характеристик плавленого сыра «Рокфор» при температурах: $20,0$; $25,0$; $30,0$; $35,1$; $45,1$; $50,1$; $60,0$ и $70,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и нарастающих значениях градиента скорости.

Результаты экспериментальных данных по исследованию реологических свойств характеристик плавленого сыра «Рокфор» представлены на рис.1 в виде вязкостно-скоростных характеристик.

Установлены количественные значения эффективной вязкости для каждой исследуемой температуры продукта при различных значениях градиента скорости.

Выявлена значительная зависимость эффективной вязкости сыра от температуры его. Так при температуре продукта $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и градиенте скорости $0,5\text{ c}^{-1}$ эффективная вязкость продукта равна $3500\text{ Па}\cdot\text{с}$, а при температуре сыра $70,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и таком же градиенте скорости эффективная вязкость продукта равна $39\text{ Па}\cdot\text{с}$, т.е. с повышением температуры сыра от $20,0$ до $70,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ эффективная вязкость его уменьшается в 90 раз.

Установлено существенное уменьшение эффективной вязкости плавленого сыра «Рокфор» с увеличением градиента скорости. Так при температуре продукта $25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и возрастании градиента скорости от $0,167$ до $2,7\text{ c}^{-1}$ эффективная вязкость плавленого сыра уменьшается от 4150 до $356\text{ Па}\cdot\text{с}$, т.е. в 11.6 раза.

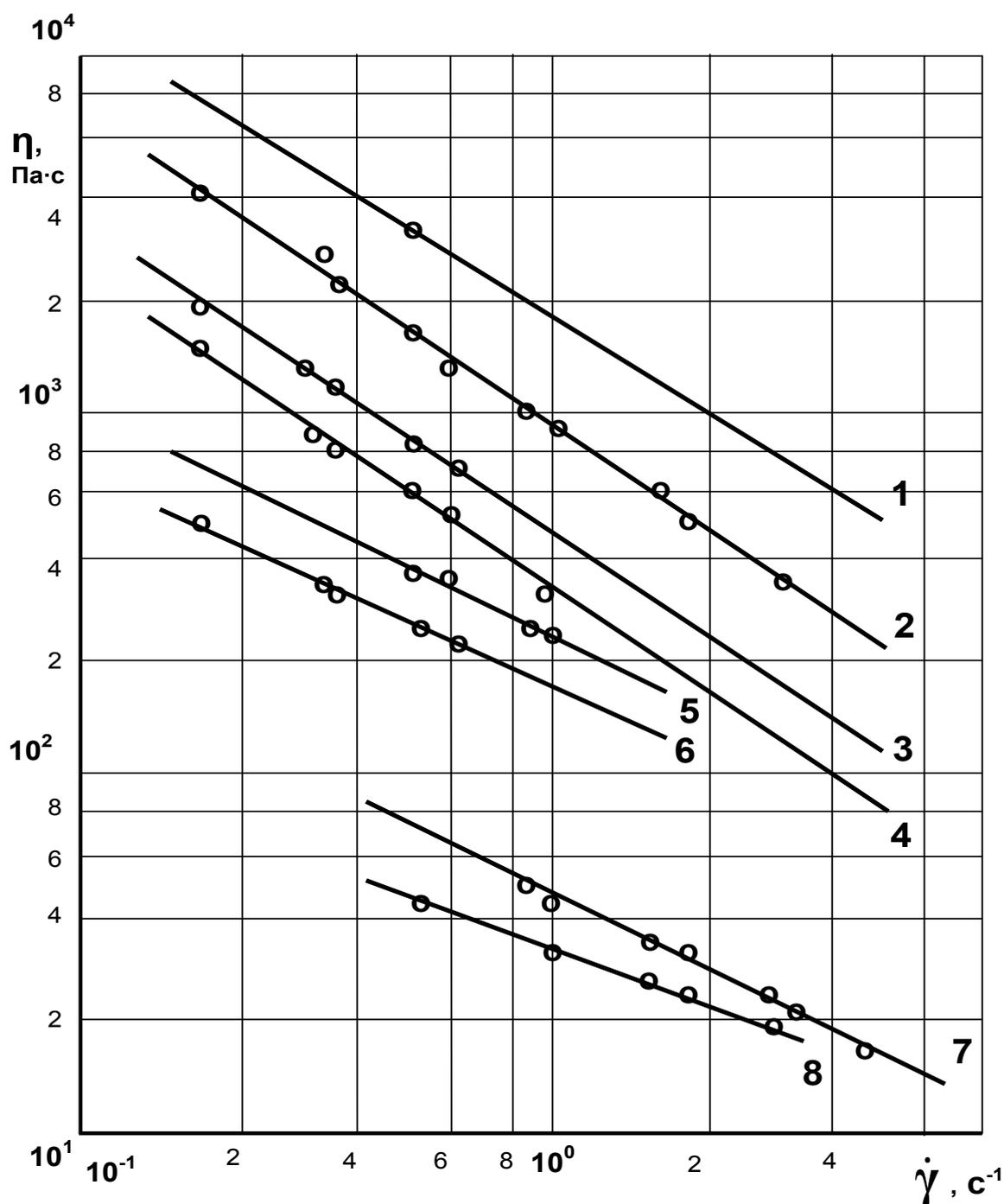


Рис.1. Вязкостно-скоростные характеристики сыра плавленого «Рокфор» при температурах в $^{\circ}\text{C}$: 1-20,0; 2-25,0; 3-30,0; 4-35,1; 5-45,1; 6-50,1; 7-60,0; 8-70,0.

Наибольшее изменение эффективной вязкости продукта от градиента скорости наблюдается когда сыр имеет более низкую температуру в диапазоне $20,0 \div 35,1$ $^{\circ}\text{C}$. При более высоких температурах плавленого сыра – в диапазоне $45,1 \div 70,0$ $^{\circ}\text{C}$ степень изменения эффективной вязкости от градиента скорости несколько снижается.

Значительное уменьшение вязкости плавленого сыра «Рокфор» наблюдается при температурах продукта 60,0 и 70,0 °С, что можно объяснить массовым плавлением жировой составляющей животных жиров, входящих в состав плавленого сыра. Уменьшение угла наклона вязкостно-скоростных характеристик при температурах сыра 60,0 и 70,0 °С обусловлено значительным разрушением структуры продукта.

Суммарное влияние температур плавленого сыра «Рокфор» и градиента скорости на изменение эффективной вязкости продукта особенно заметно при сравнении вязкостных свойств сыра при наиболее низкой температуре его равной 20,0 °С и наименьшем значении градиента скорости равном 0,167 с⁻¹. При этих значениях эффективная вязкость равна 8300 Па·с. Другое значение эффективной вязкости сыра – при самой высокой температуре его, имевшим место в опытах, при 70,0 °С и градиенте скорости 2,7 с⁻¹ равном 19,5 Па·с, т.е. эффективная вязкость уменьшилась в 426 раз. Приведённые изменения значений эффективной вязкости продукта позволяют убедиться о существенном влиянии её на протекание гидродинамических и тепловых процессов при производстве плавленых сыров.

Список литературы

1. *Мачихин Ю.А., Мачихин С.А.* Инженерная реология пищевых материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.
2. *Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К.* Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. – СПб.6 ГИОРД, 2009 – 448 с.