

## **Изменение вязкостно – скоростных характеристик плавленого сыра «Янтарь» от температуры продукта и скорости деформации**

Николаев Л.К., Николаев Б.Л.  
lev.nikolaew@yandex.ru

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.  
Институт холода и биотехнологий*

***В статье приведены вязкостно – скоростные характеристики плавленого сыра «Янтарь» при температурах продукта от 25,0 до 70,0<sup>0</sup>С и различных значениях градиента скорости.***

***Ключевые слова:*** вязкостные свойства, плавленый сыр, скорость деформации, температура.

Плавленые сыры содержат от 38 до 65% сухих веществ. В состав сухих веществ входят белки, жиры, различные соли, витамины и микроэлементы. Баркман С.М. и Кулешова М.Ф. отмечают [1], что плавленые сыры можно рассматривать как трёхкомпонентную систему: жир – вода – сухое обезжиренное вещество. При этом до плавления сырной массы вода является растворимым веществом, а белок – растворителем. После плавления сырной массы фазы меняются.

Белки плавленых сыров представлены в основном многочисленными белками. Помимо молочных белков, в некоторых плавленых сырах содержатся немолочные белки: мясные, рыбные или дрожжевые в количестве 5-15%. Белковые продукты, к которым относятся и плавленые сыры, являются высокополимерными веществами.

Одна из основных реологических характеристик плавленых сыров - эффективная вязкость, зависит не только от температуры продукта и градиента скорости, а также и от содержания влаги и жира в плавленом сыре, от свойств исходного сырья, от режимов тепловой и механической обработки сырной массы и др. при этом степень влияния отмеченных факторов на эффективную вязкость плавленых сыров различна. Как отмечают Баркман С.М. и Кулешова М.Ф. [1] существенное влияние на вязкость плавленых сыров оказывает количество влаги в сухом обезжиренном веществе – СОВ. При увеличении влаги в СОВ от 1 до 2,15 значение вязкости плавленых сыров уменьшается более чем в 2 раза.

На изменение вязкостных свойств сырной массы в процессе перекачивания и перемешивания её указывает В. Бохач [2].

О незначительном влиянии содержания жира в плавленом сыре отмечается в работе [1].

Влияние вида и дозы солей-плавителей на вязкость плавленных сыров рассматривается в работах [1,3].

Согласно [1] вязкость плавленных сыров, выработанных с цитратами, возрастает в 4-5 раз при увеличении дозы цитрата в 2 раза.

Наряду с отмеченными факторами, влияющими на вязкость плавленных сыров, вязкостные свойства их зависят также от свойств исходного сырья, в том числе от зрелости сыров, идущих на переплавку. Наибольшее значение вязкости имеют плавленные сыры, выработка которых была произведена из незрелых сыров[1].

Влияние значительного числа факторов на вязкостные свойства плавленных сыров и сложность их сопоставления является одной из причин некоторого разночтения данных, приводимых различными авторами.

С целью получения дополнительных сведений о реологических свойствах плавленных сыров, приводим данные исследований об изменении вязкостно – скоростных характеристик плавленого сыра «Янтарь» жирностью 60%.

Опытные данные обработали в виде зависимости эффективной вязкости сыра от градиента скорости согласно [4,5,6] при следующих температурах продукта: 25,1; 35,0; 40,0;45,1; 50,0; 60,0 и 70,0 °С. Измерения опытных данных проводили при возрастающих значениях градиента скорости.

Результаты исследований в виде вязкостно – скоростных характеристик сыра плавленого «Янтарь» приведены на рис.1.

Установлено, что с повышением температуры сыра степень влияния градиента скорости на эффективную вязкость его уменьшается. Так, например, при температуре сыра равной 25,1<sup>0</sup>С и изменении градиента скорости в пределах почти одной декады эффективная вязкость продукта была следующей: при градиенте скорости 0,167 с<sup>-1</sup> - 2483 Па·с; 0,3 с<sup>-1</sup> - 1458 Па·с; 0,5 с<sup>-1</sup> - 932 Па·с; 0,6 с<sup>-1</sup> - 795 Па·с; 0,9 с<sup>-1</sup> - 568 Па·с; 1,0 с<sup>-1</sup> - 523 Па·с, т.е. эффективная вязкость уменьшилась в 4,7 раза. С повышением температуры сыра, например, до 60<sup>0</sup>С и изменении градиента скорости также в пределах одной декады значения эффективной вязкости продукта: при градиенте скорости 1,5 с<sup>-1</sup> – 9,8 Па·с; 1,8 с<sup>-1</sup> – 9,5 Па·с; 3,0 с<sup>-1</sup> – 7,7 Па·с; 4,5 с<sup>-1</sup> – 6,9 Па·с; 5,4 с<sup>-1</sup> – 6,8 Па·с; 8,1 с<sup>-1</sup> – 5,9 Па·с; 9,0 с<sup>-1</sup> – 5,7 Па·с, т.е. эффективная вязкость плавленого сыра при более высокой температуре его уменьшилась всего лишь в 1,7 раза.

Выявлено, что изменения эффективной вязкости плавленого сыра от градиента скорости, вязкостные свойства сыра изменяются от температуры продукта. Так, например, в диапазоне температур сыра от 25,0 до 45,1<sup>0</sup>С и одном и том же значении градиента скорости равном 0,167 с<sup>-1</sup> значения эффективной вязкости изменяются от 2483 до 524 Па·с.

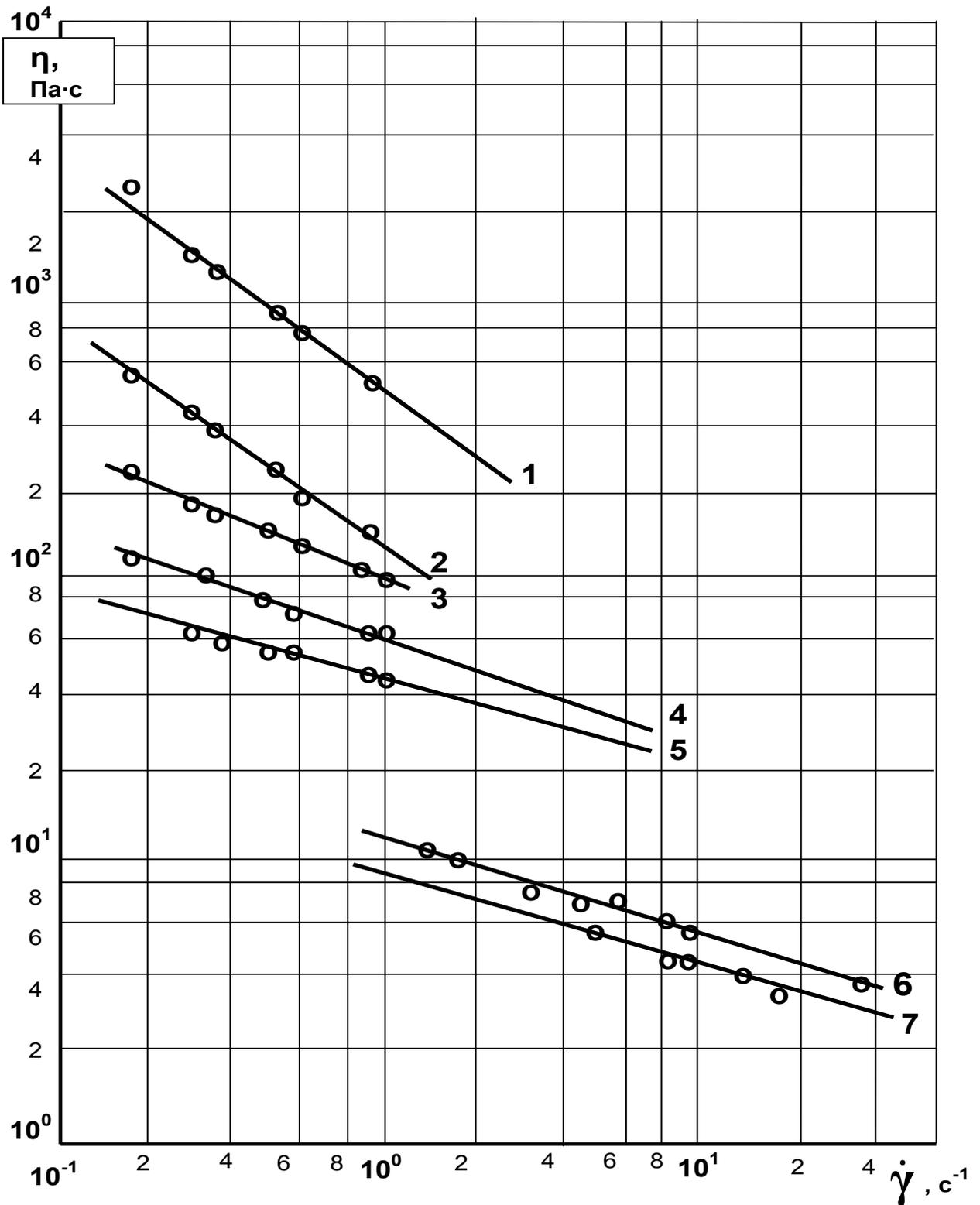


Рис.1. Вязкостно-скоростные характеристики сыра плавленого «Янтарь» при температурах в °С: 1-25,1; 2-35,0; 3-40,0; 4-45,1; 5-50,0; 6-60,0; 7-70,0.

Такое значительное уменьшение вязкостных свойств плавленого сыра при повышении температуры его обусловлено значительным разрушением структурного каркаса продукта, которое имеет место, когда температура сыра равна 45 -70 °С. При температуре продукта 70 °С и градиенте скорости 0,167 с<sup>-1</sup> эффективная вязкость равна 3,7 Па·с, т.е. весьма незначительна.

Полученные данные по вязкостным свойствам плавленого сыра могут быть полезными при расчётах и разработке оборудования для плавленых сыров.

### **Список литературы**

1. Баркман С.М., Кулешова М.Ф. Плавленые сыры. – М.: Пищевая промышленность, 1967 – 284с.
2. Бохач В. Определение физических свойств плавленых сыров в производственных условиях.- Труды Международного конгресса по молочному делу. - М.: Пищевая промышленность, 1971 – 174с.
3. Тиняков В.Г. Изменение эффективной вязкости сырной массы в процессе плавления. – В сб.: Молочная промышленность. –М.: ЦИНТИ Пищепром, 1967, №4 – 19-23с.
4. Горбатов А.В. Реология мясных и молочных продуктов. – М: Пищевая промышленность, 1979. – 384с.
5. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.
6. Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. – СПб.6 ГИОРД, 2009 – 448 с.

## **Change the viscosity - speed characteristics of melted cheese «Yantar» by-product temperature and strain rate**

Nikolaev L.K., Nikolaev B.L.  
lev.nikolaew.@yandex.ru

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

*Institute of Refrigeration and Biotechnologies*

***The article gives the viscosity - speed characteristics of melted cheese «Yantar» at the temperatures of the product from 25,0 to 70,00C and different values of the velocity gradients.***

***Key words:*** behaviour viscosity, processed cheese, strain rate, temperature.