

Определение эффективной вязкости плавленого сыра «Российский»

Николаев Л.К., Денисенко А.Ф., Николаев Б.Л.

Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий

В статье приведены значения эффективной вязкости плавленого сыра «Российский» в зависимости от градиента скорости и температуры сыра.

Ключевые слова: эффективная вязкость, градиент скорости, плавленый сыр.

Успешная эксплуатация теплового и механического оборудования, применяемого при производстве плавленых сыров, зависит от ряда факторов, в том числе от наличия сведений о реологических характеристиках, обрабатываемого продукта, позволяющих научно обоснованно как рассчитывать, так и правильно выбирать оборудование.

В значительной степени сказанное относится и к сведениям об эффективной вязкости такого плавленого сыра, как «Российский», так как производство этого продукта сопровождается тепловыми и механическими процессами, для расчёта которых необходимо иметь данные по ряду свойств продукта, включая и его реологические характеристики.

Многие пищевые продукты, в том числе и плавленые сыры, относятся к структурированным дисперсным системам [1]. Сырьё применяемое при изготовлении плавленых сыров подвергается различным видам обработки, включая перемешивание, нагревание, истечение через дозирующие устройства, перекачивание насосами и другие виды обработки. При этом нередко происходит различная степень разрушения дисперсной системы, в результате чего структурно-механические свойства продукта претерпевают значительные изменения. Эти изменения оказывают существенное влияние на работу машин и аппаратов, на их энергозатраты и другие показатели работы оборудования.

Характерной особенностью плавленых сыров, как и многих других вязких пищевых продуктов, является то, что их реологические свойства претерпевают значительные изменения не только при различных температурах, а также при различных значениях градиента скорости.

Среди основных реологических свойств – пластичности, вязкости, прочности, упругости и других – наиболее существенное влияние на гидромеханические и тепловые процессы при выработке плавленых сыров оказывают их вязкостные свойства.

С учётом изложенного в данной статье, приводятся результаты исследований эффективной вязкости плавленого сыра «Российский» в зависимости от градиента скорости и температуры продукта.

Исследования проводились на ротационном соосно – цилиндрическом вискозиметре. Благодаря использованию в вискозиметре системы соосных цилиндров – наружного и внутреннего – при проведении исследований обеспечивалась высокая точность измерений. Погрешность измерения прибора при определении эффективной вязкости не превышала $\pm 4\%$. С учётом величины эффективной вязкости исследуемого продукта, в процессе исследований применяли соответствующую конструкцию ротора.

До начала измерений проба плавленого сыра термостатировалась в течение 20 минут при заданной температуре в термостатирующем сосуде. По окончании статирования производились измерения эффективной вязкости плавленого сыра при различных температурах и различных значениях градиента скорости. В зависимости от диапазона эффективной вязкости и градиента скорости использовали один из соответствующих роторов, входящих в комплект вискозиметра.

Исследуемый плавленый сыр «Российский» содержал 45% жиров в сухом остатке. В процессе исследований диапазон измерения температуры был от 20,1 до 70,1 $^{\circ}\text{C}$, а диапазон изменений градиента скорости – 0,167 до 4,5 c^{-1} .

Результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 1.

Из данных представленных в таблице 1 видно, что эффективная вязкость плавленого сыра «Российский» изменяется как при повышении температуры продукта, так и при изменении градиента скорости.

Максимальное значение эффективной вязкости равно 14600 Па·с при температуре сыра 20,1 $^{\circ}\text{C}$ и градиенте скорости 0,167 c^{-1} .

С повышением температуры продукта от 20,1 до 70,1 $^{\circ}\text{C}$ и одинаковом значении градиента скорости равном 0,167 c^{-1} эффективная вязкость сыра уменьшается от 14600 до 191 Па·с, т.е. более чем в 76 раз. Уменьшение эффективной вязкости сыра, хотя и в меньшей степени, также наблюдается с возрастанием градиента скорости. Так, например, при температуре плавленого сыра 70,1 $^{\circ}\text{C}$ и возрастании градиента скорости от 0,167 до 4,50 c^{-1} эффективная вязкость продукта уменьшается от 191 до 26,8 Па·с.

Таблица 1. Зависимость эффективной вязкости плавленого сыра «Российский» от температуры и градиента скорости.

Градиент скорости, С ⁻¹	Касательные напряжения, Па	Градиент скорости, С ⁻¹	Касательные напряжения, Па	Градиент скорости, С ⁻¹	Касательные напряжения, Па
Температура сыра 20,1 °С		1,50	880	0,333	296
0,167	14600	1,80	750	0,500	254
0,300	8400	Температура сыра 35,0 °С		0,600	238
0,333	7650	0,167	2040	0,900	212
0,500	5300	0,300	1500	1,00	206
0,600	4460	0,333	1450	1,50	169
0,900	3100	0,500	1080	1,80	156
Температура сыра 25,1 °С		0,600	900	Температура сыра 70,1 °С	
0,167	7640	0,900	660	0,167	191
0,300	4350	1,00	620	0,333	110
0,333	3950	Температура сыра 45,0 °С		0,600	79
0,500	2720	0,167	655	1,00	60,5
Температура сыра 30,2 °С		0,300	498	1,50	48,6
0,167	4420	0,333	476	1,80	43,2
0,300	2740	0,500	396	3,00	32,8
0,333	2500	0,600	382	4,50	26,8
0,500	1910	0,900	318		
0,600	1770	Температура сыра 50,1 °С			
0,900	1280	0,167	478		
1,00	1160	0,300	308		

Результаты полученных исследований позволяют сделать вывод о том, что на протекание гидромеханических и тепловых процессов при выработке плавленых сыров существенное значение оказывают как температура плавленого сыра, так и градиент скорости.

Список литературы

1. Горбатов А.В., Маслов А.М., Мачихин Ю.А., Табачников В.П., Косой В.Д. Структурно – механические характеристики пищевых продуктов. Под ред. Горбатова А.В. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982.- 296 с

Effective viscosity measurement of “Russian” processed cheese

Nikolaev L.K., Denisenko A.F., Nikolaev B.L.nimfa63@mail.ru

Saint-Petersburg State University of Refrigeration
and Food Engineering

The paper presents the values of effective viscosity of “Russian” processed cheese depending on the gradient of velocity and temperature of cheese.

Keywords: effective viscosity, velocity gradient, melted cheese.