

УДК 664.315:543

Реологические закономерности при кристаллизации жировой продукции маргариновых производств

Д-р техн. наук Б. А. РОГОВ, Д. В. ПЕТУХОВ

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО

Институт холода и биотехнологий

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

In article questions rheology of fatty products of various fat content are considered at temperatures of processes of their crystallization and plasticization. Results of researches can be used also for practical development the equipment.

Keywords: rheology, crystallization, a fatty product.

Ключевые слова: реология, кристаллизация, жировой продукт.

Пластификация и кристаллизация, как процессы технологического обеспечения качества жировых продуктов, используются при производстве маргаринов, спредов и других жировых композиций.

Как правило, технология процессов кристаллизации и пластификации маргариновой продукции осуществляются в кристаллизаторах [1], в которых оба процесса связаны общим температурным диапазоном.

Согласно принятой терминологии в процессах реологического поведения пищевых дисперсных систем, под пластичностью понимают способность материала под действием внешних сил необратимо и без разрушения структуры изменять свою форму.

Одним из основных качественных свойств выпускаемой маргариновой продукции является способность жиросодержащей эмульсионной дисперсной системы противодействовать условиям деформации с получением типичной экспериментальной кривой течения, по которой можно судить о консистентных и реологических свойствах маргариновой продукции [2].

Величина напряжения сдвига определялась экспериментально по значению предела сдвиговой прочности при установленных скоростях сдвига дисперсной системы. Исследование образцов различной жирности проводилось на вискозиметре «Реотест-2» в диапазоне температур от 10 до 25 °С, характерных для процессов кристаллизации и пластификации, согласно технологическим требованиям производственных регламентов.

Результаты реологических исследований представлены в виде графических зависимостей значений напряжения сдвига от скорости сдвига для жиросодержащих продуктов (маргаринов столовых) 72–82% жирности в интервале температур процессов кристаллизации от 13 до 19 °С.

Экспериментальные данные по реологическому поведению маргариновых эмульсий показаны на рис. 1, 2. Из графиков видно, что при сдвиговом течении эмульсии обладают нелинейной кривой

течения и могут быть отнесены к категории псевдопластичных течений (кривая течения обращена в сторону оси напряжений), представляющих класс неньютоновских жидкостей.

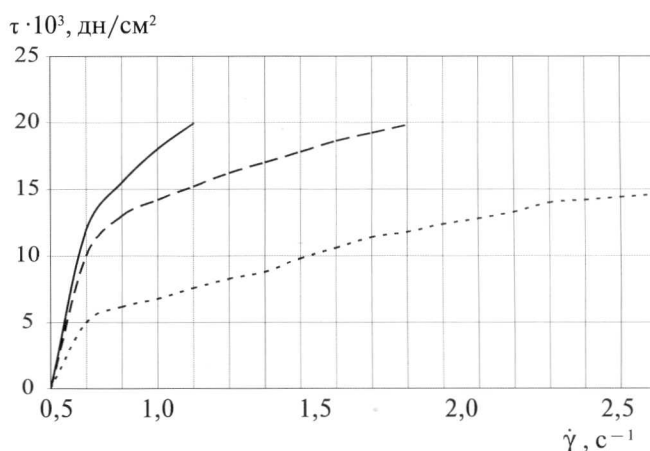


Рис. 1. График зависимости напряжения сдвига τ от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ для маргариновой продукции 82% жирности (столовый «Молочный»):

— при температуре 13 °С; ---- при температуре 16 °С;
..... — при температуре 19 °С

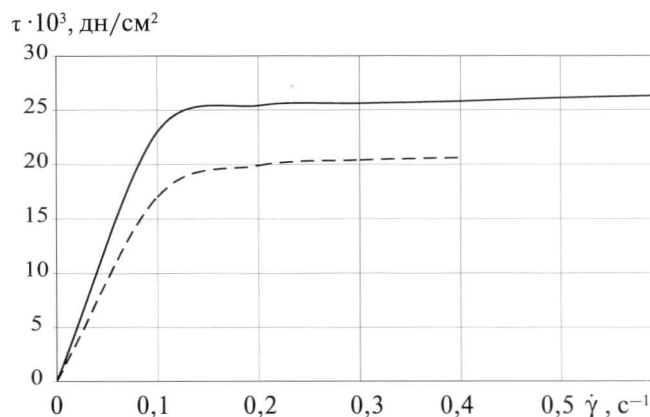


Рис. 2. График зависимости напряжения сдвига τ от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ для маргариновой продукции 72% жирности (столовый «Солнечный»):

— при температуре 16 °С; ---- при температуре 19 °С

Величина напряжения сдвига устанавливалась по значению предела сдвиговой прочности при соответствующих скоростях сдвига дисперсной системы в предельных условиях разрушения структурного каркаса.

Анализируя кривые течения для маргариновой продукции различной жирности и при различной температуре (см. рис. 1), можно утверждать, что величина предельного напряжения сдвига возрастает с увеличением жирности продукта, а также с уменьшением температуры, при которой производилось измерение.

На графиках рис. 3 и 4 при деформации сдвига рассматриваемых дисперсных систем происходит разрушение структурного каркаса и сразу уменьшается сопротивление сдвигу.

На графиках (см. рис. 3, 4) видно, что вначале происходит быстрый подъем значений напряжения сдвига до предела сдвиговой прочности исследуемого образца и затем следует снижение напряжения сдвига до установившегося значения, определяющего период релаксации в зависимости от продолжительности деформации. В результате релаксации

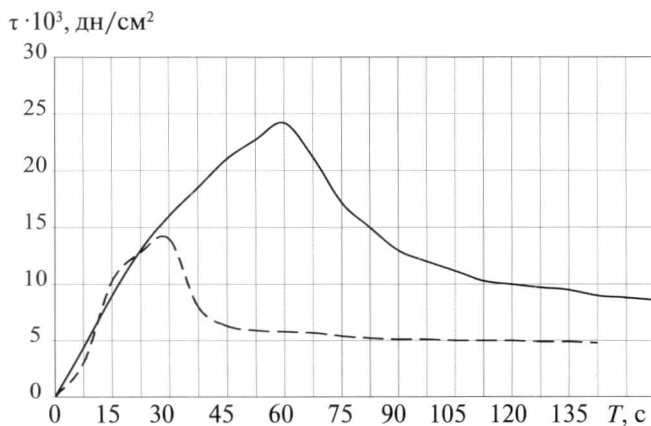


Рис. 3. График зависимости касательного напряжения сдвига τ от времени деформации T при $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ и скорости сдвига $0,3\text{ с}^{-1}$ маргариновой продукции:
— 72% жирности (столовый «Солнечный»);
---- 82% жирности (столовый «Молочный»)

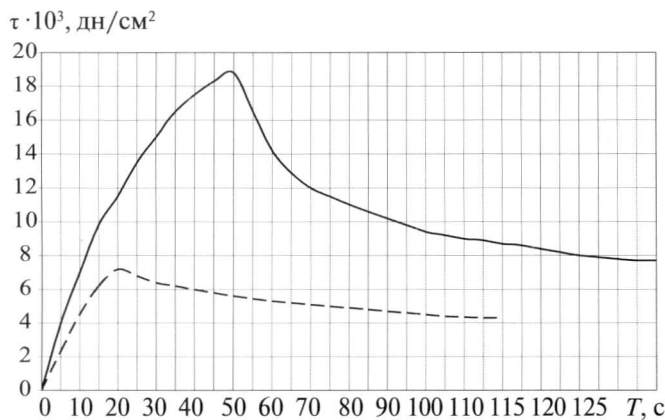


Рис. 4. График зависимости касательного напряжения сдвига τ от времени деформации T при $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ и скорости сдвига $0,3\text{ с}^{-1}$ для маргариновой продукции:
— 72% жирности (столовый «Солнечный»);
---- 82% жирности (столовый «Молочный»)

напряжений снижаются упругие и повышаются пластические свойства. Графики зависимости касательного напряжения сдвига от времени деформации маргариновой продукции показывают, что для маргаринов меньшей жирности требуются большие значения касательного напряжения, а время деформации для достижения предельного напряжения сдвига при одинаковой скорости сдвига уменьшается с уменьшением температуры.

При сдвиговом течении преобладает структурная составляющая вязкости, которая не является, как у ньютоновских жидкостей, постоянной величиной и, как показывают данные экспериментов на рис. 5, изменяется в зависимости от условий сдвиговых деформаций системы. Чем больше внешняя сила, тем сильнее разрушается структурный каркас и тем меньше вязкость, которую в данном случае принято называть эффективной вязкостью.

Для продукта 72%-й жирности не удалось получить зависимость определяемых параметров при $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ из-за ограничения технических возможностей измерительной аппаратуры при установ-

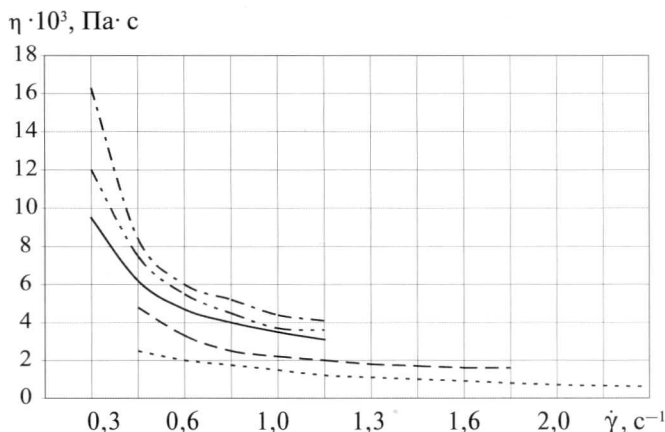


Рис. 5. Зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига маргариновой продукции 72% жирности: — · — — при температуре $16\text{ }^{\circ}\text{C}$; — · · — — при температуре $19\text{ }^{\circ}\text{C}$; — при температуре $13\text{ }^{\circ}\text{C}$; ---- при температуре $16\text{ }^{\circ}\text{C}$; · · · · — при температуре $19\text{ }^{\circ}\text{C}$

ленной методике измерений.

Анализ графических зависимостей, устанавливающих зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига при различных температурах, показывает изменение величины эффективной вязкости столовых маргаринов, а также закономерности изменения реологических свойств в зависимости от температуры продукта и его жирности (см. рис. 5).

Полученные результаты реологического исследования маргариновой продукции позволяют использовать их как метод оценки качества выпускаемой продукции с учетом различной жирности и температурных изменений.

Графические зависимости реологических исследований позволили определить период релаксации в зависимости от продолжительности процесса деформации и определить диапазоны снижения

упругих и повышения пластических свойств жировых продуктов, а также получить диапазон значений эффективной вязкости жирового продукта в зависимости от скорости сдвига при различных температурах.

Полученные результаты реологического исследования образцов маргариновых эмульсий позволяют использовать их при оценке и анализе процессов кристаллизации и пластификации жировых продуктов с учетом различной жирности и температурных изменений.

Результаты исследований могут быть также использованы для практической разработки кристаллизационного оборудования с узлами одновременной пластификации в условиях образования метастабильной формы жировой продук-

ции при темперировании и расфасовке, а также при решении производственных задач по вопросам транспортирования и хранения жировой продукции.

Список литературы

1. *Рогов Б. А.* Технологическое оборудование для производства жировой продукции: Учеб. пособие. — СПб.: СПбГУНиПТ, 2005.
2. *Рогов Б. А., Петухов Д. В.* Реологические исследования процессов пластификации жировых продуктов // Сборник трудов по материалам 3-й Международной научно-технической конференции «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». 2007.