

УДК 664.1:542.65

Вязкость утфелей при кристаллизации фруктозы

Н. П. ИВЧУК, Л. Д. БОБРОВНИК,
Л. И. ТАНАЩУК, О. П. НАЗАРОВА,
В. Ф. СКРИПНИК
КТИП

Вязкость — одна из основных характеристик качества фруктозных утфелей. Она существенно влияет на процесс получения фруктозы в кристаллическом виде.

В литературе практически отсутствуют данные по вязкости фруктозных утфелей, поэтому целью данной работы авторы поставили исследование этого показателя в зависимости от содержания кристаллов, их размера и температуры.

Искусственные утфели с содержанием твердой фазы $G_{кр}$ 13:50 % к его массе готовили по методу П. М. Силина [1], используя насыщенный раствор и кристаллы фруктозы размерами $\delta_{кр}$ 0,2; 0,315 и 0,4 мм.

Вязкость продуктов определяли вискозиметром «Реотест-2» (Венгрия). Погрешность прибора 3—4 %.

Приготовленный искусственный утфель переводили в термостатированный стакан прибора, в который помещали цилиндр, соединенный с измерительным устройством. После определения вязкости утфель центрифугировали и измеряли вязкость межкристалльного раствора.

Динамическую вязкость межкристалльных растворов, динамическую и «кажущуюся» вязкость утфелей определяли по формуле

$$\eta = Za/D_{rk} \cdot 100, \quad (1)$$

где Z — постоянная измерительного цилиндра в зависимости от диаметра стакана и ступени скорости вращения цилиндра; a — показания измерительного прибора, ед. шкалы; D_{rk} — величина, вычисляемая по формуле

$$D_{rk} = v/50D_r,$$

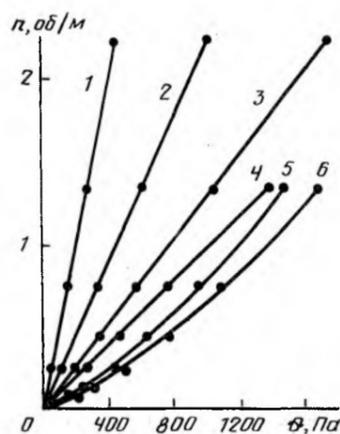
где D_r — табличная величина; v — частота электрической сети, Гц, из прибора (стандартная частота электрической сети 50 Гц).

Для определения характера системы (утфель, межкристалльный раствор) строили графики зависимости величины касательного напряжения от частоты вращения внутреннего цилиндра (см. рис. 1). Из графиков следует, что изменение вязкости фруктозных утфелей с содержанием кристаллов (независимо от размера и температуры) до 30 % к их массе (кривые 2, 3, 4) подчиняется прямой зависимости. Следовательно, такие утфели являются ньютоновскими жидкостями, и их вязкость может быть определена как динамическая.

С увеличением содержания кристаллов в утфеле от 30 до 50 % зависимость касательного напряжения от частоты вращения внутреннего цилиндра прибора носит нелинейный характер (кривые 5, 6). Такие фруктозные утфели являются псевдопластическими жидкостями, и их вязкость может быть определена как «кажущаяся» вязкость.

С увеличением содержания кристаллов вязкость утфеля по-

Рис. 1. Зависимость касательного напряжения от частоты вращения внутреннего цилиндра прибора «Реотест-2» при содержании кристаллов, %: 1 — сироп; 2 — 13; 3 — 20; 4 — 30; 5 — 40; 6 — 50



вышается (рис. 2). Установлено, что до содержания кристаллов 40 % логарифм вязкости — прямолинейная функция. При содержании кристаллов более 40 % вязкость заметно увеличивается, что можно считать верхним пределом содержания кристаллов фруктозы в утфеле.

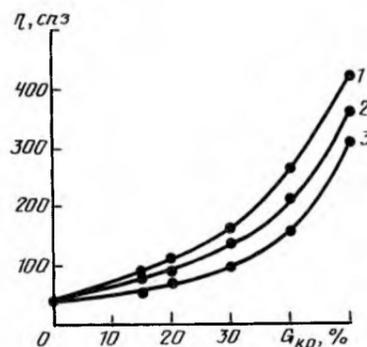
На вязкость утфелей существенно влияет размер кристаллов (рис. 3). При увеличении их размера от 9,2 до 0,4 мм вязкость утфелей уменьшается в 1,5—2 раза.

При содержании в утфеле до 30 % кристаллов его вязкость незначительно зависит от их размера, более 30 % — заметно уменьшается с увеличением размера кристаллов.

Так как кристаллизацию фруктозы проводят в изогидрических условиях при охлаждении фруктозного утфеля с 55—50 до 25—20 °С, исследована зависимость вязкости фруктозных утфелей от температуры

Известно, что вязкость растворов и суспензий возрастает с увеличением массовой доли сухих веществ и снижается с повышением температуры [2] (рис. 4). Температурная зависимость вязкости фруктозных утфелей (кривые 2, 3, 4, 5) аналогична зависимости вязкости насыщенного фруктозного раствора и имеет

Рис. 2. Зависимость вязкости фруктозного утфеля от содержания кристаллов в нем при среднем размере кристаллов, мм: 1 — 0,2; 2 — 0,32; 3 — 0,4



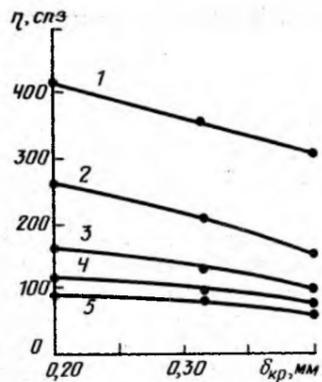


Рис. 3. Зависимость вязкости фруктозного утфеля от среднего размера кристаллов при содержании кристаллов в нем, %: 1 — 50; 2 — 40; 3 — 30; 4 — 20; 5 — 15

два экстремума — максимум при 25 °С и минимум при 35 °С. Наличие экстремальных точек, по-видимому, связано с тем, что при температуре 25 °С доминирующим фактором, влияющим на вязкость, является массовая доля сухих веществ, а при 35 °С — температура.

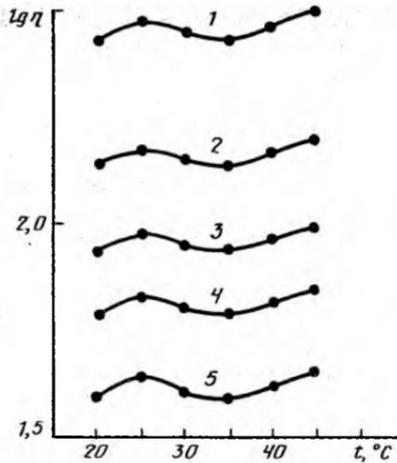


Рис. 4. Зависимость вязкости фруктозных утфелей и насыщенного раствора от температуры при содержании кристаллов, %: 1 — 50; 2 — 40; 3 — 30; 4 — 20; 5 — насыщенный фруктозный раствор

Таким образом, было установлено, что фруктозные утфели с содержанием кристаллов до 30 % являются идеальными жидкостями, а утфели с содержанием кристаллов от 30 до 50 % представ-

ляют собой псевдопластические жидкости.

Существенно влияют на вязкость фруктозных утфелей содержание кристаллов и их размер. Для получения в конце кристаллизации утфелей с хорошими реологическими свойствами в пересыщенный раствор фруктозы для затравки необходимо добавлять готовые кристаллы размером 0,25—0,3 мм.

При кристаллизации в оптимальном температурном режиме содержание твердой фазы в конце кристаллизации должно составлять 40—45 % со средним размером кристаллов свыше 0,4 мм.

Полученные данные будут использованы для усовершенствования кристаллизации и центрифугирования фруктозных утфелей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Силин П. М. Технология сахара.— М.: Пищевая промышленность, 1967.— 625 с.
2. Крахмал и крахмалопродукты / Под ред. Н. Г. Гулюка.— М.: Агропромиздат, 1985.— 240 с.