

УДК 542.06

Методика определения устойчивости динамической пены на примере смесей ПАВ с поливиниловым спиртом

Ж.Б. Оспанова, М.М. Асадов¹, д-р хим. наук

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы

¹Институт химических проблем НАНА, Баку,

e-mail: mirasadov@gmail.com

В данной статье показано, как можно оценить стабильность пены исходя из временных зависимостей изменения объема пенообразователя, на примере, смесей ПАВ с поливиниловым спиртом.

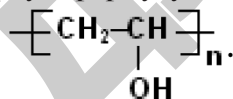
Ключевые слова: стабильность пены, смеси ПАВ, кинетика разрушения, самопроизвольное уменьшение объема.

The foam stability evaluation methods on the basis of time dependences of foam former volume change with examples of mixtures of surfactant and polyvinyl alcohol are discussed.

Keywords: foam stability, mixture, surfactant, fracture kinetics, spontaneous volume decrease.

Ранее* были приведены результаты экспериментального исследования кинетики стабилизации пен композициями ПАВ с поливиниловым спиртом.

В качестве объектов были использованы: анионное ПАВ — додецилсульфат натрия (ДДСNa) $C_{12}H_{25}OSO_3Na$ (ККМ = $8,3 \times 10^{-3}$ моль/л), катионное ПАВ — бромид цетилтриметиламмония (ЦТАБ) $C_{16}H_{33}N(CH_3)_3Br$ (ККМ = $9,2 \times 10^{-4}$ моль/л) фирмы «Fluka» (Германия) и неионный полимер-поливиниловый спирт (ПВС) с молекулярной массой $M_n = 1 \times 10^4$ — $2,6 \times 10^4$ производства Alfa Aesar (Германия), имеющий структурную формулу:



Пены получали барботированием воздуха в раствор пенообразователя объемом 10 мл около 1 мин через пористый фильтр (пористость 40—100 мкм). Объем и время разрушения пены определяли как среднее из трех измерений. Кинетика разрушения пен в целом определяется скоростью уменьшения объема пены во времени, т.е. скоростью уменьшения пенного столба.

Для изучаемых систем, как показано ниже, в некоторых составах установлено, что можно получить «хорошо выправляемые кривые» на зависимостях самопроизвольного уменьшения объема смесей ПАВ с поливиниловым спиртом, сопровождающееся отделением пены.

Экспериментальные данные кинетических кривых разрушения пены были аппроксимированы двухпараметровым уравнением регрессии общего вида $V = a + b \log t$, коэффициенты которых вычислены методом наименьших квадратов.

На рис. 1 приведены обработанные кинетические данные ДДСNa и его смеси с ПВС. Прямые линии получены методом наименьших квадратов, точки — экспериментальные данные.

Получены уравнения регрессии для кинетических кривых пенообразующей способности, стабилизированных ДДСNa и его смеси с ПВС (рис. 1). Для кривых 1—3 (рис. 1) с высоким коэффициентом корреляции (r) зависимости имеют следующий вид:

$$V_1 = 157,52 - 116,044 \log t \text{ (кривая 1; } r = 0,941),$$

$$V_2 = 336,11 - 151,212 \log t \text{ (кривая 2; } r = 0,942),$$

$$V_3 = 673,71 - 24,909 \log t \text{ (кривая 3; } r = 0,972).$$

* Оспанова Ж.Б., Мусабеков К.Б., Жангазиева Ж. Стабилизация пен композициями ПАВ с поливиниловым спиртом // Вестник КазНУ. Сер. хим. 2010. № 3 (59). С. 70—73.

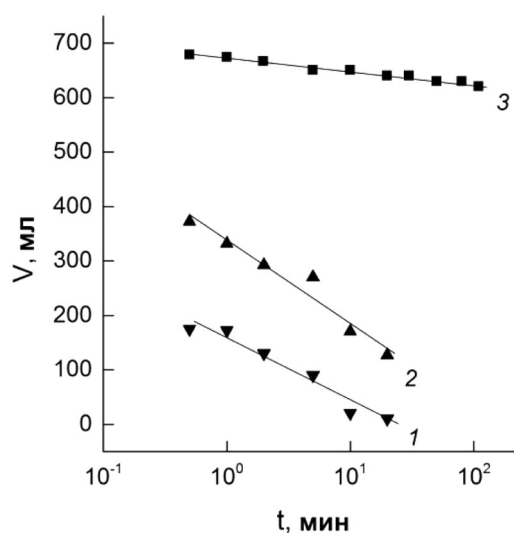


Рис. 1. Кинетические кривые самопроизвольного уменьшения объема систем:
1 — 1×10^{-3} ; 2 — 1×10^{-2} моль/л ДДСNa; 3 — $n = 1$, где $[1 \times 10^{-2}$ моль/л ДДСNa]/ $[1 \times 10^{-2}$ осново-моль/л ПВС]

Аналогично для кинетических кривых пенообразующей способности систем ЦТАБ и его смеси с ПВС (рис. 2) были получены аппроксимирующие уравнения регрессии.

Для кривых 1, 2 (рис. 2) зависимости имеют следующий вид:

$$V_1 = 205,88 - 126,512 \log t \text{ (кривая 1; } r = 0,913),$$

$$V_2 = 726,53 - 43,817 \log t \text{ (кривая 2; } r = 0,681).$$

Из сопоставительного анализа полученных уравнений регрессии (рис. 1 и 2) легко можно сделать вывод о том, какие из пенообразующих систем имеют большую или меньшую устойчивость. Видно, что экспоненциальные аппроксимации временных зависимостей пенообразующей способности для вышеперечисленных систем имеют аналогичный вид. Крутизна кинетической кривой в каждый момент времени характеризует скорость уменьшения объема пены в этот момент времени, т.к. наклон касательной в каждой точке кривой численно равен скорости уменьшения объема.

Установлено, что введение поливинилового спирта в систему значительно повышает стабильность пен, полученных с использованием поверхностно-активных веществ. Это объясняется образованием ассоциатов между ПВС и ПАВ за счет водородных связей, стабилизируемых гидрофобными взаимодействиями, приводящим к существенному изменению гидрофильно-липофильного баланса и поверх-

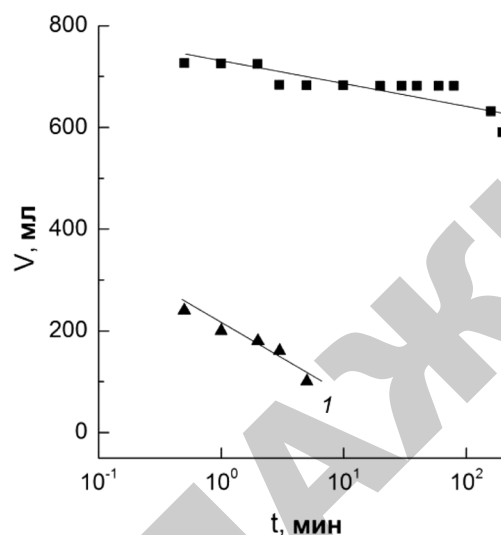


Рис. 2. Кинетические кривые самопроизвольного уменьшения объема систем:
1 — 1×10^{-3} ; 2 — $n = 1$, где $[1 \times 10^{-2}$ моль/л ЦТАБ]/ $[1 \times 10^{-2}$ осново-моль/л ПВС]

ностной активности сегментов макромолекул ПВС, что способствует улучшению пеностабилизирующих свойств.

Из построенных зависимостей следует, что в исследованиях стабильности пены изменение объема пены можно контролировать в зависимости от времени с учетом наклона касательной кривой. В этих системах структура пены значительно изменяется в течение первых нескольких минут, и поэтому трудно выбрать правильный «нулевой момент времени» распада. Характер разрушения пенной структуры хорошо определяется, когда исходное состояние пены берется в качестве равновесного состояния при экспериментах. То есть когда образование пены барботированием (в нижней части колонны) компенсирует разрушение пены (вверху). Из рисунков видно, что при указанных стартовых условиях короткое время распада пены для этих систем проявляет линейное уменьшение объема пены в зависимости от логарифма прошедшего времени. Таким образом, уменьшение объема и характерное время, полученные из экспериментальных данных, можно связать со стабильностью пены. Эти параметры можно использовать также для количественной оценки влияния добавок, например, одного гомологического ряда на распад пены для системы, содержащей неионные и анионные поверхностно-активные вещества.