

УДК 539.143.43:541.182

О ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ МЕЖФАЗНЫХ СЛОЕВ

Б.Н.Тарасевич

(кафедра органической химии)

На основании анализа зависимости предельных напряжений сдвига от толщины межфазных слоев желатины, образующихся на жидких границах раздела, высказано предположение о фрактальной структуре этих образований.

На границах раздела жидких несмешивающихся фаз (водный раствор белка / неполярная углеводородная фаза) образуются межфазные слои (МС), для которых разработаны методы измерения различных характеристик [1, 2]. Толщину МС измеряют методом спектроскопии внутреннего отражения (НПВО). Полученные величины коррелируют с величинами, измеренными независимым эллипсометрическим методом [3]. МС образуются в результате процессов массопереноса к границе раздела и структурообразования [4].

Представления о фракталах были введены Мандельбротом [5]. Фрактальные подходы и основанные на них модели довольно быстро проникли в разные области естественных наук [6 – 9], в том числе и в химию [10]. Было показано, что ряд реальных физических явлений диффузионной природы носят фрактальный характер [6].

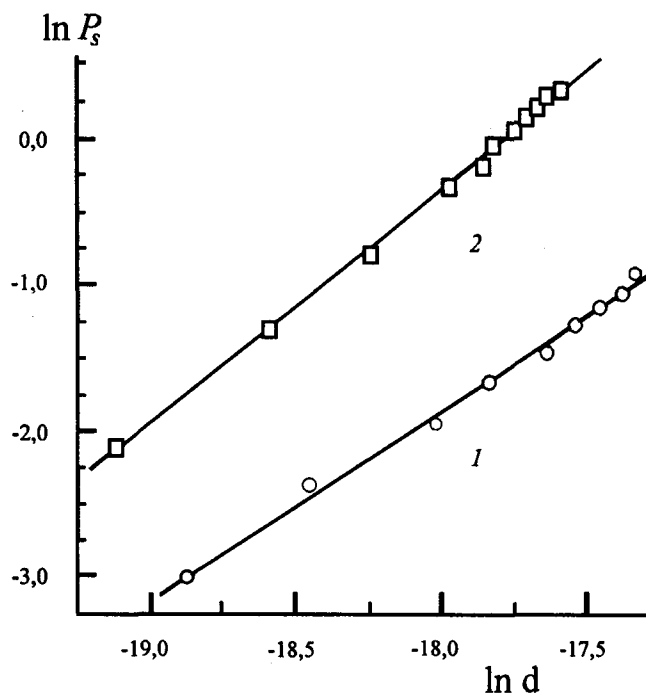
В качестве примера объекта с фрактальными свойствами мы предлагаем рассмотреть МС желатины. Ранее были выполнены исследования различных свойств МС [1, 2], в том числе такой реологической характеристики, как предельное напряжение сдвига P_s для ряда белков. Определение толщины МС проводили по методике, изложенной в [11] с использованием метода внутреннего отражения в ИК-области спектра.

Метод анализа фрактальных структур при размерах порядка ангстрем и выше (применимый и к поверхностным фракталам) состоит в определении зависимости некоторого свойства $L(\epsilon)$, от геометрического параметра ϵ :

$$L(\epsilon) \sim \epsilon^D$$

где D – размерность фрактала. В логарифмической системе координат зависимость $L(\epsilon)$ от ϵ представляет прямую, тангенс угла наклона которой дает значение фрактальной размерности D [10]. На подобном подходе основаны методы определения фрактальной размерности многих самоподобных структур [12].

На рисунке показаны зависимости $\ln P_s$ предельных напряжений сдвига двумерной структуры МС (дин/см) от



Зависимости $\ln P_s$ от $\ln d$ для: 1 – четыреххлористого углерода ($R = 0,994$) и 2 – бензола ($R = 0,997$)

$\ln d$ толщины МС (см). Экспериментальные точки укладываются на прямые $\ln P_s = 22,614 + 1,36 \ln d$ для границы с четыреххлористым углеродом и $\ln P_s = 31,18 + 1,75 \ln d$ для границы с бензолом. Величины D для границы с бензолом и четыреххлористым углеродом составляют 1,75 и 1,36, соответственно.

Из полученных данных можно заключить, что на начальных стадиях образования МС, когда процесс носит преимущественно диффузионный характер, прочность МС определяется главным образом количеством

адсорбирующихся макромолекул и их агрегатов, т.е. процессами массопереноса. В этот период МС проявляет фрактальные свойства. После достижения слоем предельной толщины $d_{\text{макс}}$ (около 20 – 30 нм) его прочность определяется процессами структурирования и представленная зависимость теряет линейность. Не исключено, что подобные зависимости будут получены и для таких белков, как сывороточный альбумин человека, яичный альбумин, α -химотрипсин, бычий сывороточный альбумин и некоторых других.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измайлова В.Н., Ребиндер П.А. // Структурообразование в белковых системах. М., 1974. С. 268.
2. Измайлова В.Н., Ямпольская Г.П., Сумм Б.Д. // Поверхностные явления в белковых системах. М., 1988. С. 240.
3. Тарасевич Б.Н., Бусол Т.Ф., Пишеницын В.И., Измайлова В.Н. // Высокомолек. соединения. 1984. 26. № 5. Р.1106.
4. Тарасевич Б.Н., Измайлова В.Н. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2, Химия. 1997. 38. С.
5. Mandelbrot B.B. The fractal geometry nature. N.Y., 1983. С. 327.
6. Фракталы в физике. / Тр. VI Международного симпози. по фракталам / Под ред. Л.Пьетронеро, Э.Тозатти. М., 1988. С. 672.
7. Фрактальные объекты в математике, физике, биологии // Тез. докл. семинара-совещания, Славянск. Киев, 1991.
8. Фракталы в прикладной физике / Под ред. А.Е.Дубнова. Арзамас-16, 1995.
9. Смирнов Б.М. Физика фрактальных кластеров. М., Наука. 1991.
10. Иванова В.С., Баланкин В.С., Бунин И.Ж., Оксогов А.А. Синергетика и фракталы в материаловедении. М., 1994. С. 384.
11. Тарасевич Б.Н., Измайлова В.Н. // Ж. научной и прикладной фотографии. 1997. 42. С. 46.
12. Федер Е. // Фракталы. М., 1991. С. 254.

Поступила в редакцию 29.05.97