

Л. Д. СКРЫЛЕВ, В. В. КОСТИК, С. К. БАБИНЕЦ

**ФЛОТАЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ЭМУЛЬГИРОВАННОЙ
МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РТУТИ**

(ОДЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И. И. МЕЧНИКОВА)

Экспериментально показана возможность и высокая эффективность использования в качестве коагулянтов и одновременно флотационных собирателей эмульгированной металлической ртути тонкодиспергированных твердых растворов эмульсола кислого синтетического (ЭКС) в парафине. Установлено, что степень флотационного выделения эмульгированной металлической ртути практически не зависит от значения рН эмульсии и оказывает заметное влияние на скорость ее коагуляции.

Известно [1, 2], что флотация хлопьев коагулюма протекает значительно лучше флотации образующих их коллоидных частиц. В связи с этим коагуляцию часто используют в целях интенсификации процесса флотационной очистки сточных вод, загрязненных коллоидно-растворенными веществами. В качестве коагулянтов, играющих одновременно роль и флотационных собирателей коллоидно-растворенных веществ, при этом применяют специально подобранные ПАВ, которые вводят в воду в виде водных или спиртовых растворов [3]. Недостатком указанного способа флотационной очистки сточных вод от коллоидно-растворенных веществ является большой расход ПАВ.

В данной работе показана принципиальная возможность использования в качестве коагулянтов и одновременно флотационных собирателей коллоидно-растворенных веществ тонкодиспергированных твердых растворов ПАВ в парафине, что позволяет значительно снизить расход ПАВ [4].

Объектами исследования служили разбавленные эмульсии (коллоидные растворы) металлической ртути, содержащие 50 мг/дм³ ртути и 10 г/дм³ хлорида натрия, приготовленные путем электрического диспергирования ртути в воде и имитировавшие сточные воды хлорного производства [5]. В качестве коагулянта и одновременно флотационного собирателя капель ртути применяли 2%-ные суспензии тонкодиспергированного 4%-ного твердого раствора ЭКС в парафине, приготовленного путем растворения ЭКС в нагретом до температуры плавления парафине и последующего охлаждения раствора (выбор ЭКС в качестве добавки к парафину был обусловлен тем, что он содержит жирные кислоты — эффективные собиратели эмульгированной металлической ртути [6], а также является доступным и дешевым продуктом, выпускаемым отечественной промышленностью). Диспергирование твердого раствора (2г) в воде (98 г) проводили с помощью ультразвукового диспергатора УЗДН-2Т при рабочей частоте стриктора 22 кГц.

Дисперсный анализ суспензий твердого раствора ЭКС в парафине и эмульсий металлической ртути осуществляли по описанной в литературе [7] методике (анализ показал, что частицы дисперсной фазы суспензий твердого раствора ЭКС в парафине имеют средний радиус $1,2 \cdot 10^{-4}$, а эмульсий металлической ртути — $1 \cdot 10^{-5}$ см).

За процессом коагуляции эмульсий ртути, имеющей место после введения в них суспензий твердого раствора ЭКС в парафине, наблю-

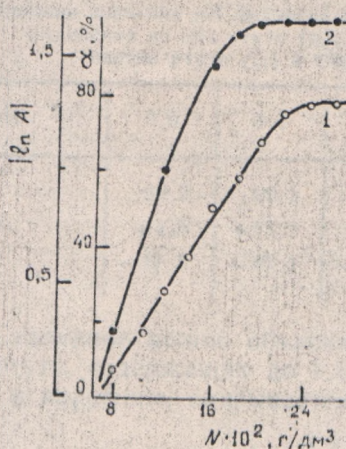


Рис. 1

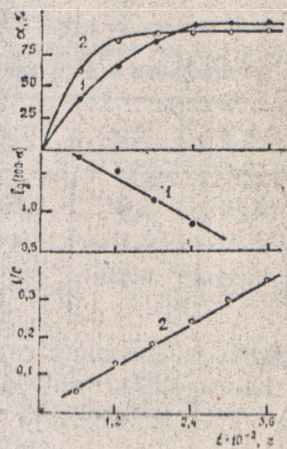


Рис. 2

Рис. 1. Влияние концентрации тонкодиспергированного твердого раствора ЭКС в парафине (N): 1 — на значение величины $|\ln A|$; 2 — на степень флотационного выделения ртути (α). (Время коагуляции эмульсий 30 мин).

Рис. 2. Кинетика флотационного выделения ртути из эмульсий с значением рН: 1 — 3,0; 2 — 10,5

дали с помощью фотоэлектроколориметра типа ЛМФ-69. О степени коагуляции эмульсий судили [8] по остаточной доле в них высокодисперсных частиц ртути $A = D/D_0$, где D_0 — оптическая плотность эмульсий металлической ртути перед прибавлением к ней тонкодиспергированного твердого раствора ЭКС в парафине; D — оптическая плотность той же эмульсии после прибавления к ней тонкодиспергированного твердого раствора ЭКС в парафине и отстаивания в течение времени t .

Электрокинетический (ζ) потенциал частиц ртути и твердых растворов ЭКС в парафине определяли методом микроэлектрофореза [9].

Значение рН эмульсий измеряли с помощью рН-метра типа рН-121 со стеклянным электродом и изменяли путем добавления к ним НСl и КОН.

Флотационную обработку эмульсий осуществляли на пневматической лабораторной установке, описанной в работе [10]. В процессе флотации эмульсии периодически анализировали на содержание в них ртути, концентрацию которой определяли колориметрически по стандартной методике [11].

Проведенные исследования, результаты части которых представлены на рис. 1, 2 и в таблице, показали, что введение в эмульсии металлической ртути тонкодиспергированного твердого раствора ЭКС в парафине заметно повышает скорость коагуляции частиц ртути. Образующийся при этом коагулом гидрофобен и легко флотируется.

При увеличении концентрации введенного в эмульсии ртути тонкодиспергированного твердого раствора ЭКС в парафине (N) от 0 до $0,2 \text{ г/дм}^3$ значение величины $|\ln A|$ и степень флотационного извлечения ртути из эмульсии линейно увеличиваются (рис. 1). Дальнейшее увеличение концентрации введенного в эмульсию тонкодиспергированного твердого раствора ЭКС в парафине не оказывает существенного влияния ни на скорость коагуляции эмульсии, ни на степень извлечения из нее ртути.

Таблица

Влияние значения рН эмульсий металлической ртути на степень флотационного выделения из них ртути (α), а также на электрокинетический потенциал частиц ртути (ξ_1) и твердого раствора ЭКС в парафине (ξ_2)

рН	3,0	3,5	4,5	6,0	8,5	9,5	10,5
α , %	99,9	99,5	99,6	93,2	99,5	99,8	99,9
ξ_1 , мВ	+4,5	+13,0	+2,5	+1,5	-14,5	-19,5	-24,3
ξ_2 , мВ	-17,5	-40,0	-34,0	+6,4	+12,0	+14,5	+16,3

Сказанное можно объяснить тем, что кинетика коагуляции эмульсий ртути, содержащих до 0,2 г/дм³ тонкодиспергированного раствора ЭКС в парафине, описывается (рис. 1) уравнением Туорила [12]

$$n = n_0 \exp(-Nbt), \quad (1)$$

где $Nbt = |I_p A|$; n_0 — исходная концентрация высокодисперсных частиц (в нашем случае частиц ртути); n — концентрация высокодисперсных частиц ко времени t ; $n/n_0 = A$ — остаточная доля высокодисперсных частиц; N — концентрация грубодисперсных частиц (в нашем случае частиц тонкодиспергированного твердого раствора ЭКС в парафине); b — объем пространства, в котором каждая грубодисперсная частица может захватывать при седиментации высокодисперсные частицы, согласно которому между $|I_p A|$ и N существует линейная зависимость.

Вычисленные значения коэффициента корреляции ρ и корреляционного отношения $\eta_{y/x}$ на отрезке значений N от 0,08 до 0,2 г/дм³ равняются соответственно 0,99 и 0,97, а разность коэффициентов детерминации $|\eta^2 - \rho^2|$ не превышает 0,05. Все это свидетельствует, с одной стороны, о прямолинейной связи величин $|I_p A|$ и N , а с другой, о том, что связь между ними является функциональной [13].

При значениях N , превышающих 0,2 г/дм³, суммарный объем пространства, в котором грубодисперсные частицы могут захватывать высокодисперсные, приближается к объему раствора. Поэтому при дальнейшем росте концентрации грубодисперсных частиц их влияние на эффект коагуляции ослабевает.

Степень флотационного выделения металлической ртути, собранной с помощью тонкодиспергированного твердого раствора ЭКС в парафине, практически не зависит от значения рН эмульсий ртути (таблица), хотя значение рН эмульсий и оказывает заметное влияние на скорость их коагуляции. Эта немаловажная с технологической точки зрения особенность флотационного процесса обусловлена, очевидно, противоположностью зарядов поверхности частиц ртути и твердого раствора ЭКС в парафине.

Кинетика процесса флотационного выделения ртути из кислых эмульсий (рН 3,0) описывается (рис. 2) уравнением первого порядка:

$$\lg(100 - \alpha) = 2 - \frac{k}{2,3} t, \quad (2)$$

где α — степень флотационного выделения ртути за время t ; k — константа скорости флотационного процесса, а из щелочных (рН 10,5) — уравнением второго порядка:

$$\frac{1}{c} - \frac{1}{c_0} = kt, \quad (3)$$

где C_0 и C — концентрации ртути в эмульсии соответственно до и после флотации.

Сказанное можно объяснить тем [14], что в первом случае лимитирующей стадией флотации является ламинарная коагуляция частиц ртути на поверхности пузырьков воздуха, а во втором — коагуляция частиц в объеме раствора.

Константы скорости флотации (k), найденные по тангенсам угла наклона прямых, показывающих зависимость величин $\lg(100 - \alpha)$ и $1/C$ от времени, равны соответственно $4,6 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ и $8,9 \cdot 10^{-4} \text{ л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глембоцкий В. А. Основы физико-химии флотационных процессов. М.: Недра, 1980, с. 471.
2. Мокрушин С. Г., Скрылев Л. Д. Изв. вузов. Химия и хим. технология, 1961, т. 4, вып. 1, с. 70—73.
3. Кузькин С. Ф., Гольман А. М. Флотация ионов и молекул. М.: Недра, 1971, с. 84.
4. Скрылев Л. Д. и др. Изв. вузов. Химия и хим. технология, 1985, т. 28, № 7, с. 63—66.
5. Федонина В. Ф. и др. Хим. пром-сть, 1972, № 1, с. 72—73.
6. Скрылев Л. Д., Бабинец С. К., Пурич А. Н. Ж. прикл. химии, 1985, т. 58, № 4, с. 913—916.
7. Градус Л. Я. Руководство по дисперсионному анализу методом микроскопии. М.: Химия, 1979, с. 214.
8. Игнатенко А. П. Коллоидн. ж., 1982, т. 44, № 2, с. 340—341.
9. Григоров О. Н. и др. Руководство к практическим работам по коллоидной химии. Л.: Химия, 1964, с. 330.
10. Скрылев Л. Д., Костик В. В., Пурич А. Н. Изв. вузов. Цветная металлургия, 1983, № 5, с. 68—72.
11. Унифицированные методы анализа вод/Под ред. Лурье Ю. Ю. М.: Химия, 1973, с. 376.
12. Вигнер Г. Физико-химические исследования почв. М.: Сельхозгиз, 1941, с. 209.
13. Венецкий И. Г., Венецкая В. И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе. М.: Статистика, 1974, с. 448.
14. Скрылев Л. Д. и др. Коллоидн. ж., 1979, т. 41, № 4, с. 507—511.

Кафедра
физической химии

Поступила в редакцию
3 июня 1986 года