

ОБЛАСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕТЕРОКОАГУЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Небеснова Т.В. (Одесса, Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Приведена гетерокоагуляционная модель процесса флотационной очистки сточных вод, загрязнённых тонкоэмульгированными органическими веществами. Показана область применения модели. Установлено, что включение гидродинамического фактора в уравнение модели позволит расширить область её применения.

Промышленные жидкие отходы, загрязнённые тонкоэмульгированными органическими веществами, (нефтью и продуктами её переработки, смазочно-охлаждающими жидкостями, экстрагентами) составляют значительную часть токсичных стоков, сбрасываемых в окружающую среду без должной очистки [1]. Одним из перспективных методов очистки сточных вод, загрязнённых тонкоэмульгированными органическими веществами, является метод флотации [2]. К сожалению, в большинстве случаев флотационная обработка вышеуказанных сточных вод не даёт удовлетворительных результатов. Причиной этого является неопределённость оптимальных условий ведения процесса флотации. Ранее нами было показано, что процесс флотационной очистки сточных вод от тонкоэмульгированных нефти, растительных и минеральных масел, экстрагентов может быть описан гетерокоагуляционной моделью [3-6], основанной на теории ДЛФО [7]. Энергию притяжения капель эмульсии к пузырькам воздуха U_m , обусловленную действием сил Ван-дер-Ваальса-Лондона, рассчитывали по уравнению, описывающему взаимодействие двух сфер

$$-U_m = \frac{A^* \cdot \bar{R}_n \cdot \bar{R}_k}{6 \cdot H \cdot (\bar{R}_n + \bar{R}_k)}, \quad (1)$$

где \bar{R}_k , \bar{R}_n — усреднённые радиусы капель дисперсной фазы и пузырьков воздуха; A^* — сложная постоянная молекулярных сил притяжения Гамакера, которую принимали равной $2 \cdot 10^{-13}$ эрг [7]; H — рас-

стояние между сближающимися пузырьком воздуха и каплей эмульсии.

Энергию ионно-электростатического взаимодействия пузырьков воздуха и каплей эмульсии U_i , обусловленную перекрытием их двойных электрических слоёв, находили по уравнению

$$U_i = \frac{\varepsilon \cdot \bar{R}_n \cdot \bar{R}_k \cdot (\bar{\Psi}_n^2 + \bar{\Psi}_k^2)}{4 \cdot (\bar{R}_n + \bar{R}_k)} \cdot \left[\frac{2\bar{\Psi}_n \bar{\Psi}_k}{\bar{\Psi}_n^2 + \bar{\Psi}_k^2} \cdot \ln \frac{(1 + e^{-\chi H})}{(1 - e^{-\chi H})} + \ln(1 - e^{-2\chi H}) \right], \quad (2)$$

где ε — диэлектрическая проницаемость среды;

$$\chi = \left(8\pi \cdot e^2 \cdot \sum n_i z_i^2 / \varepsilon \cdot k \cdot T \right)^{1/2} — \quad (3)$$

параметр Дебая (величина, обратная эффективной толщине двойного электрического слоя δ), зависящий от заряда (z_i) и концентрации (n_i) противоионов; $\bar{\Psi}_n, \bar{\Psi}_k$ — усреднённые Штерновские потенциалы пузырьков воздуха и каплей эмульсии, которые из-за невозможности непосредственного измерения принимали равными ξ -потенциалам, что вполне допустимо из-за их незначительной величины.

Суммарную величину энергии взаимодействия пузырьков воздуха и каплей эмульсии (энергетический барьер отталкивания) вычисляли по уравнению

$$U = -U_m + U_i, \quad (4)$$

Дальнейшие исследования показали, что область применения модели следует ограничить, учитывая состав собирателя. Например, для сточных вод, загрязнённых тонкоэмульгированной нефтью, величина энергетического барьера отталкивания U однозначно не является показателем эффективности процесса очистки. Это видно из сопоставления рис. 1, построенного на основании уравнения модели (4) и рис. 2, полученного по результатам проведенных опытов. Здесь α — степень флотационного выделения каплей нефти. Кривые 1 (рис. 1, 2) относятся к процессу флотации в безреагентном режиме, кривые 2 (рис. 1, 2) — с добавлением 5 мг/л катионного ПАВ. Рис. 1 и 2 построены для усреднённого расстояния между пузырьками воздуха и каплями нефти 200 Å и времени флотации 15 мин.

Так, с увеличением радиуса каплей нефти при наличии добавок ПАВ величина энергетического барьера отталкивания уменьшается (кривая 2, рис. 1), а степень извлечения из воды нефти увеличивается (кривая 2, рис. 2) и между ними имеется согласование. Однако в безреагентном режиме (кривые 1, рис. 1 и 2) такое согласование отсут-

вует. Это можно объяснить тем, что эффективность процесса флотационной очистки сточных вод от тонкоэмульгированных нефтепродуктов определяется не только электроповерхностными силами, но и гидродинамическими параметрами флотационной системы.

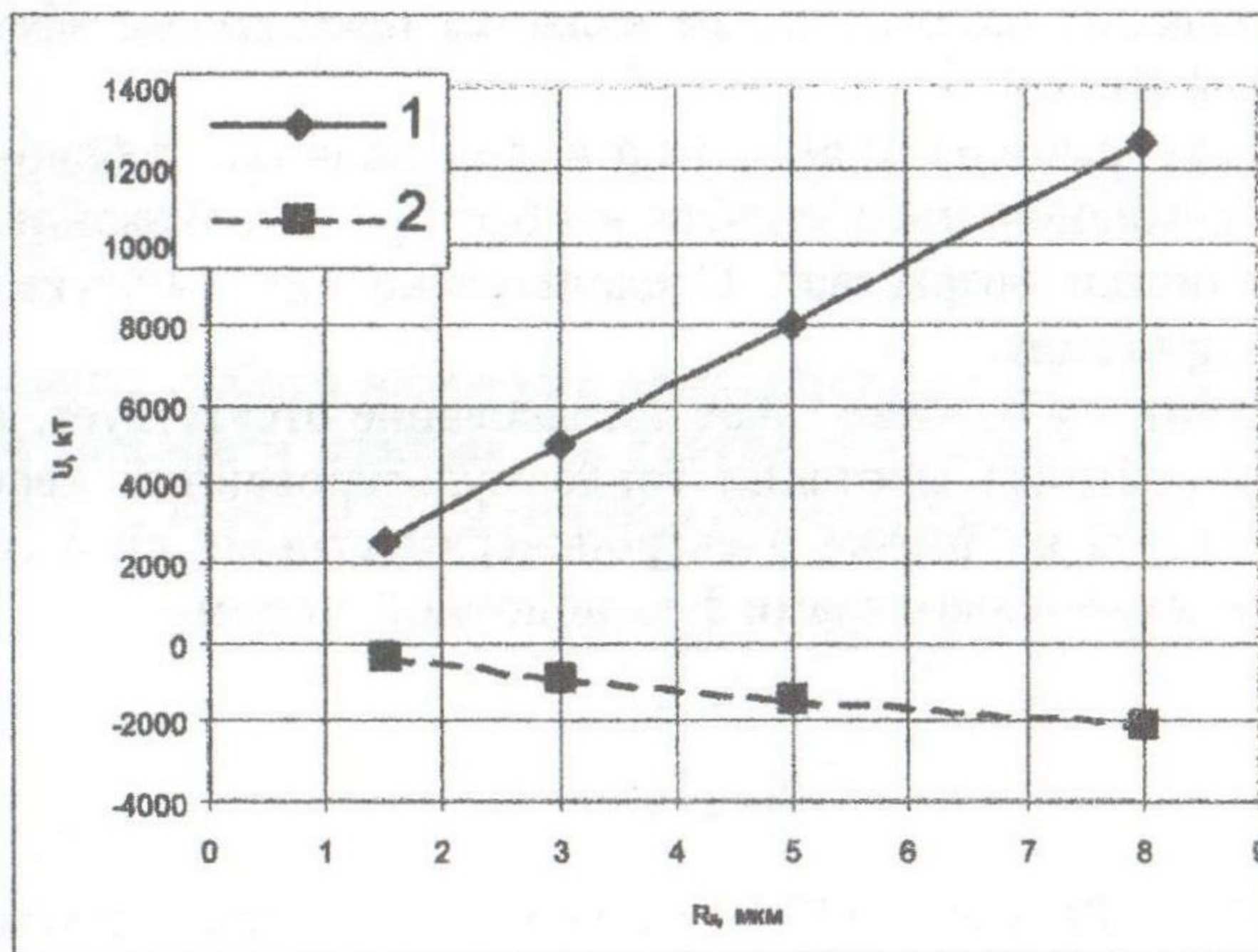


Рис. 1

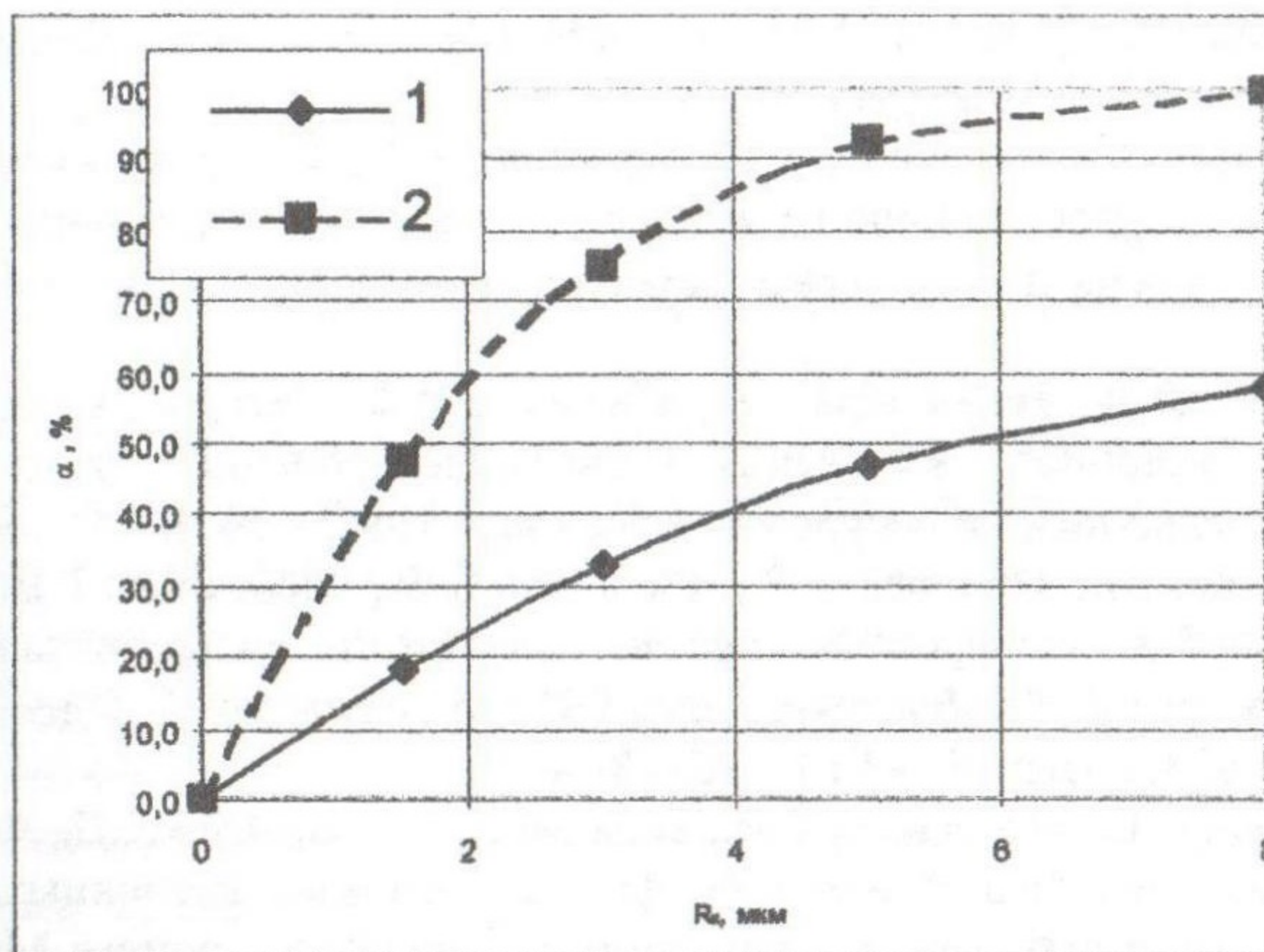


Рис. 2.

Включение гидродинамического фактора в уравнение модели позволит расширить область её применения.

Выводы.

1. Установлено, что область гетерокоагуляционной модели, описывающей процесс флотации, следует ограничить. Для сточных вод, загрязнённых тонкоэмульгированной нефтью величина энергетического барьера отталкивания однозначно не является показателем эффективности процесса очистки.

2. Увеличение размера капель нефти при наличии добавок ПАВ приводит к уменьшению энергетического барьера отталкивания, и эффективность очистки возрастает. Следовательно для вышеуказанных систем модель пригодна.

3. В безреагентном режиме такое согласование отсутствует, так как эффективность процесса флотации тонкоэмульгированных нефтепродуктов определяется не только электроповерхностными силами, но и гидродинамическими параметрами флотационной системы.

Литература

1. Кичик В.А., Дыгнерский Ю.И., Свитцов А.А. Очистка сточных вод от эмульгированных загрязнений ультрафильтрацией // Ж. ВХО им. Д.И. Менделеева. – 1990. – Т. 35. – № 1. – С. 97-101.
2. Дерягин Б.В., Духин С.С., Рулев Н.Н. Микрофлотация: Водоочистка, обогащение. – М.: Химия, 1986. – 112 с.
3. Скрылёв Л.Д., Небеснова Т.В., Сазонова В.Ф. Гетерокоагуляционная модель процесса флотационного выделения тонкоэмульгированных нефтепродуктов // Химия и химическая технология. – 2001. – Т. 44. – Вып. 1. – С. 143-146.
4. Скрылёв Л.Д., Небеснова Т.В., Сазонова В.Ф. Гетерокоагуляционная модель флотационного выделения тонкоэмульгированных растительных масел // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1997. – № 4. – С. 59-63.
5. Скрылёв Л.Д., Прелова О.В., Сазонова В.Ф., Небеснова Т.В. Флотация как способ интенсификации процесса сепарации тонкоэмульгированных жидких фаз // "Вибротехнология 98" Сб. науч. тр. – Одесса: НПО ВОТУМ. – 1998. – Вып. 8. – Ч. 1. – С. 58-60.
6. Прелова О.В., Небеснова Т.В., Тымчук А.Ф., Скрылёв Л.Д., Флотация тонкоэмульгированного трибутилфосфата с помощью катионных ПАВ // Коллоидн. хим. и физ.-хим. Механ. природн. дисперсн. систем: Мат. науч. конф. стран СНГ. – Одесса: НПО ВОТУМ. – 1997. – Ч. 2. – С. 82-84.
7. Эмульсии. / Под ред. Ф. Шермана. – Л.: Химия, 1972. – 448 с.