

УДК 544.77.052.5:544.773.3:547-315

В. Ф. Сазонова¹, М. А. Кожемяк²

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

Кафедра физической и коллоидной химии

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

E-mail: ¹ v.sazonova@onu.edu.ua, ² marina_kozhemyak@onu.edu.ua**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ФЛОТАЦИОННОГО ВЫДЕЛЕНИЯ
ТОНКОЭМУЛЬГИРОВАННОГО ТРИБУТИЛФОСФАТА С ПОМОЩЬЮ
АНИОННЫХ СОБИРАТЕЛЕЙ**

Установлено положительное влияние добавок анионных собирателей — алкилкарбоксилатов калия (АКК) на процесс флотационного выделения трибутилфосфата (ТБФ) из его эмульсий. Оптимальный расход АКК составляет 14 мг/дм³. Наиболее эффективным собирателем является миристинат калия, в присутствии которого максимальная степень извлечения (α_{\max}) при заданных условиях эксперимента равна 90%. Большая часть ТБФ (75–95% от α_{\max}) извлекается за первые 10 мин флотации. Кинетика процесса флотации описывается уравнением первого порядка. Значения констант скорости лежат в пределах 0,04–0,08 мин⁻¹. Время, необходимое для достижения α_{\max} составляет 20–25 мин. Наиболее полно ТБФ извлекается из щелочных сред (рН 9–12).

Ключевые слова: флотация, эмульсия, трибутилфосфат, анионный собиратель, алкилкарбоксилат калия.

Проблема поиска высокоэффективных и надежных способов разделения фаз разбавленных эмульсий экстрагентов, пригодных для обработки больших объемов эмульсий, имеет большое значение для практики. Это обусловлено, с одной стороны, широким использованием экстракционных технологий в гидрометаллургии (выщелачиванию все в большей степени подвергаются бедные руды и другое промышленное сырье типа пылей, шлаков, зол [1]), а с другой — недостаточно высокой эффективностью существующих методов очистки сточных вод и технологических растворов, содержащих экстрагенты в молекулярно растворенном и эмульгированном состоянии.

В последнее время для выделения эмульгированных органических жидкостей (растительных масел, нефти, нефтепродуктов и др.) успешно применяют флотационный метод, основанный на адсорбции (гетерокоагуляции [2]) капель поверхностью пузырьков газа. В ряде работ [3, 4, 5] было установлено, что процесс флотационного выделения тонкоэмульгированных в воде органических жидкостей может быть интенсифицирован путем введения в эмульсию небольших (несколько мг/л) количеств специально подобранных поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Наиболее часто для этой цели используют катионные ПАВ [3, 4]. Однако многие катионные ПАВ являются дорогостоящими, токсичными и труд-

но разлагаемыми биологическими методами веществами. В то же время, в литературе [5, 6] имеются немногочисленные сведения об использовании анионных ПАВ для выделения тонкоэмульгированных органических веществ. Анионные ПАВ, в отличие от катионных, значительно менее токсичные, сравнительно недорогие и легко разлагаются биологическими методами [7].

Целью данной работы явилось выяснение возможности использования алкилкарбоксилатов калия (АКК) для интенсификации флотационного выделения трибутилфосфата (ТБФ) из его высокодисперсных эмульсий.

Трибутилфосфат ($(C_4H_9)_3PO$) относится к классу нейтральных экстрагентов [8] и широко используется в практике выделения и разделения редких металлов [9, 10]. Проблема состоит в том, что в процессе экстракции ТБФ в результате растворения в водной фазе ($S_{ТБФ} = 400$ мг/л [8]) и капельного уноса попадает в технологические растворы и сточные воды. Это, в свою очередь, требует затрат на восполнение его потерь, затрудняет переработку технологических растворов и создает угрозу загрязнения открытых водоемов при попадании в них ТБФ ($ПДК_{ТБФ} = 0,01$ мг/дм³ [8]) с неочищенными сточными водами.

Объекты исследования и методики эксперимента

Объектами исследования служили 0,03 %-ные эмульсии ТБФ, полученные путем ультразвукового диспергирования ТБФ в воде в течение 10 мин. Источником ультразвука служил ультразвуковой диспергатор УЗДН-2Т с рабочей частотой стриктора 44 кГц. Эмульсии ТБФ непосредственно после их приготовления имели рН 6,4.

Размер (радиус) капель полученной эмульсии, определенный микроскопически [11] с помощью бинокулярного микроскопа БИОЛАМ АУ-26У4.2 (ЛОМО), снабженного камерой Горяева, лежал в пределах 5–25 мкм, причем максимум на кривой распределения капель по размерам соответствовал наивероятнейшему радиусу (r_n [12]) 15 мкм.

Электрокинетический (ζ) потенциал капель определяли методом микроэлектрофореза в прямоугольной электрофоретической ячейке (типа ячейки Абрамсона-Дорфмана [13]) с зазором между пластинами 1мм. Ячейка была снабжена двумя медными электродами, опущенными в раствор сульфата меди и изолированными от эмульсии агар-агаровыми пробками. Постоянное напряжение (120 В) на измерительную ячейку подавали с помощью источника питания ПВЭФ-1. Силу тока измеряли микро- и миллиамперметрами типа М903/1 и М903/2. Путь, пройденный частицами, отмечали по шкале окуляра, калиброванной по объект-микрометру. Для наблюдения за частицами использовали микроскоп марки БИОЛАМ Р2У4.2 (ЛОМО). Поскольку основным условием точного измерения скорости электрофореза частиц является учет электроосмоса, то измерение проводили на 1/5 глубины ячейки (стационарный, ближний к наблюдателю, уровень), где скорость электроосмоса равна нулю [14, 15]. Расчет ζ -потенциала осуществляли по формуле Гельмгольца-Смолуховского.

В качестве собирателей дисперсной фазы эмульсий ТБФ использовали 0,07 %-ные водные растворы АКК — калиевых солей каприновой ($C_9H_{21}COON$), лауриновой ($C_{11}H_{23}COON$), миристиновой ($C_{13}H_{27}COON$), пентадекановой ($C_{14}H_{29}COON$), пальмитиновой ($C_{15}H_{31}COON$) и стеариновой ($C_{17}H_{35}COON$) кислот. Концентрация АКК в эмульсиях была ниже их критической концентрации мицеллообразования (ККМ). (Для предотвращения гидролиза растворы АКК подщелачивали до pH 11,7.)

Растворы собирателей добавляли в эмульсии при тщательном перемешивании с помощью магнитной мешалки за 1–2 мин до начала флотации. Концентрацию АКК в эмульсиях изменяли от 2 до 20 мг/дм³.

Флотацию осуществляли на установке для флотации пневматического типа [16]. Диспергатором воздуха, подаваемого с помощью компрессора типа УК 25-1,6 М, служила пористая стеклянная пластинка ПС4, которая одновременно являлась дном флотационной колонки диаметром 40 и высотой 120 мм. Размер пор ПС4 равнялся 5–15 мкм, избыточное давление, при котором пластинка, покрытая слоем дистиллированной воды в 5 мм, начинала пропускать первые пузырьки газа, составляло 19,3–57,8 кПа. При расходе воздуха 30 см³/мин наивероятнейший радиус пузырьков воздуха, образующихся в эмульсиях, содержащих АКК, колебался от 200 до 250 мкм [17].

Об эффективности процесса флотации судили по степени извлечения ТБФ $\alpha = (C_0 - C) \cdot 100 / C_0$, где C_0 и C — соответственно начальная и остаточная (после флотации) концентрация ТБФ. Концентрацию ТБФ определяли по стандартной методике [18]. Суть методики состояла в окислительном разложении ТБФ персульфатом калия при температуре 100 °С в кислой среде и переводе образующихся при разложении фосфат-ионов в фосформolibденовые гетерополикислоты, дающих при добавлении восстановителя, приготовленного путем смешения водных растворов метола и метабисульфита калия, интенсивную синюю окраску. Оптическую плотность полученных растворов измеряли с помощью фотометра лабораторного ЛМФ-72М с красным светофильтром ($\lambda = 720$ нм) в кювете с толщиной поглощающего слоя 5 мм. Точность определения концентрации ТБФ составляла ± 4 %.

Значения критической концентрации мицеллообразования (ККМ) АКК в воде брали из справочной литературы [19], а в ТБФ определяли турбодиметрически [11] с помощью фотоэлектрического концентрационного колориметра КФК-2 МП.

Значения pH эмульсий и растворов контролировали с помощью иономера типа ЭВ-74 и изменяли путем добавления к ним 0,1 М растворов КОН и HCl.

Результаты исследования и их анализ

Проведенные исследования показали (рис. 1), что флотационная обработка эмульсий, не содержащих добавок АКК, не приводит к сколько-нибудь существенному извлечению ТБФ (степень извлечения не превышает 43%). Ведение в эмульсию уже небольших количеств (2–6 мг/дм³) АКК, выполняющих роль собирателей ТБФ, заметно увеличивает степень фло-

тационного извлечения ТБФ. С увеличением длины углеводородного радикала собирателя расход его, необходимый для достижения одинаковой степени извлечения, сначала уменьшается при переходе от каприната к миристату калия, а затем увеличивается при переходе от миристата к стеарату калия. Например, для достижения степени извлечения, равной 50%, в эмульсию необходимо ввести следующие количества (q) собирателя, значения которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость количества (q) собирателя от длины его углеводородного радикала

Собиратель (число атомов С в молекуле)	10	11	12	14	15	16	18
q , мг/дм ³	8	5	2	1,5	4	8	16

Одновременно с ростом степени извлечения отрицательный ζ -потенциал капель ТБФ и пузырьков воздуха сначала увеличивается в результате адсорбции АКК на границах раздела фаз жидкость-жидкость и жидкость-газ, а затем уменьшается вследствие сжатия двойного электрического слоя.

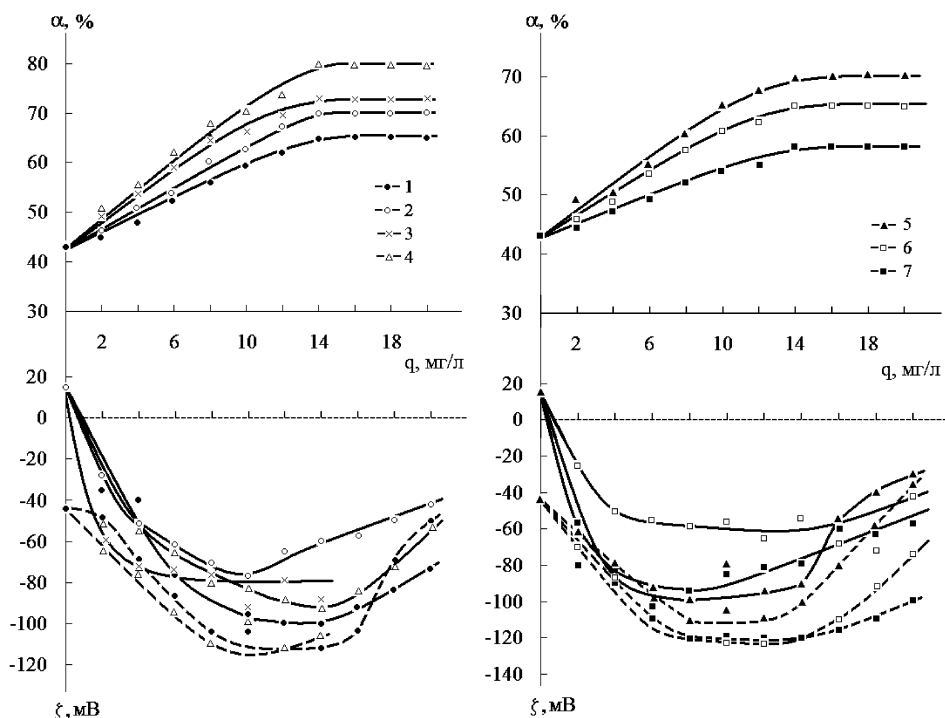


Рис. 1. Влияние расхода (q) каприната (1), ундеканата (2), лаурата (3), миристата (4), пентадеканата (5), пальмитата (6) и стеарата (7) калия на степень (α) флотационного извлечения ТБФ и электрокинетический (ζ) потенциал капель ТБФ (—) и пузырьков воздуха (- - -). Значение рН 6.

Механизм повышения эффективности флотационного извлечения ТБФ в присутствии АКК связан, на наш взгляд, со следующими процессами, протекающими в эмульсии:

- 1) с адсорбцией АКК на пузырьках воздуха и каплях эмульсии, которая приводит к образованию на их поверхности достаточно прочных мономолекулярных пленок [20], благодаря которым и происходит прилипание (адсорбция) капель ТБФ к поверхности пузырьков;
- 2) с гидрофобным взаимодействием молекул АКК с молекулами ТБФ, в результате чего поверхностная активность ТБФ значительно возрастает, что способствует его адсорбции на поверхности пузырьков воздуха и удалению из эмульсии. Этот процесс, в свою очередь, приводит к уменьшению концентрации ТБФ в дисперсионной среде и, как следствие, к растворению эмульгированного ТБФ. Движущей силой перехода эмульгированного ТБФ в молекулярно растворенный является выравнивание химических потенциалов в двух смежных (взаимно насыщенных) жидких фазах. При достаточной длительности процесса флотации из эмульсии может быть полностью удален эмульгированный ТБФ как за счет его растворения, так и за счет адсорбции капель на пузырьках воздуха.

Время, необходимое для максимально полного флотационного извлечения ТБФ, собранного с помощью АКК (α_{\max}), не превышает 20 мин (рис. 2). Кинетика процесса флотации удовлетворительно описывается уравнением первого порядка

$$\lg(A-\alpha) = \lg A - \frac{K}{2,303} \cdot t, \quad (1)$$

где A – максимальное количество ТБФ, которое может быть выделено при заданных условиях проведения флотационного процесса; α — количество ТБФ, выделенное из эмульсии за время t , в процентах от его максимального значения; K — константа скорости процесса.

Значения константы скорости, найденные путем графического решения уравнения (1), лежат в пределах 0,04–0,08 мин⁻¹. Характерно, что большая часть ТБФ (75–95% от α_{\max}) извлекается за первые 10 мин флотации.

Наиболее подходящим собирателем ТБФ является миристант калия ($\alpha_{\max} = 90\%$, рис. 1–3). Объяснить характер влияния длины углеводородного радикала АКК на эффективность выделения ТБФ можно с помощью представлений об адсорбционно-мицеллярном энергетическом соотношении (АМЭС) ПАВ [21], представляющим собой отношение свободной энергии адсорбции ($\Delta G_{\text{адс}}^0$) ПАВ на поверхности пузырьков воздуха к свободной энергии мицеллообразования ($\Delta G_{\text{миц}}^0$) его в растворе:

$$\text{АМЭС} = \frac{\Delta G_{\text{адс}}^0}{\Delta G_{\text{миц}}^0}. \quad (2)$$

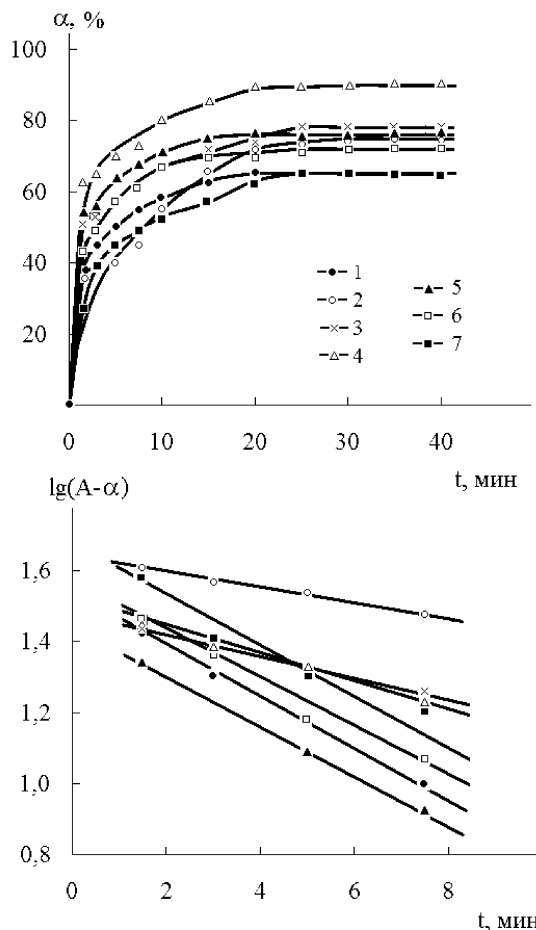


Рис. 2. Влияние времени (t) флотации на степень (α) флотационного извлечения ТБФ, собранного с помощью АКК и величину $\lg(A-\alpha)$. Расход АКК 14 мг/л

Целесообразность использования АМЭС АКК в качестве критерия их способности собирать капли ТБФ обусловлена тем, что АМЭС ПАВ в общем случае является мерой термодинамической предпочтительности протекания адсорбции ПАВ на границе раздела фаз жидкость–газ или мицеллообразования его в объеме раствора [22]. Поэтому АМЭС ПАВ служит надежным критерием их флотационной активности. Максимальной флотационной активностью (способностью флотироваться) обладают ПАВ, АМЭС которых близко к единице. Эти ПАВ являются сбалансированными: у них одинаково ярко выражены как гидрофильные, обусловленные природой и количеством полярных групп, так и гидрофобные, связанные с наличием углеводородных радикалов, свойства. Нарушение баланса свойств в ту или иную сторону (отклонение АМЭС от единицы) уменьшает флотационную активность ПАВ.

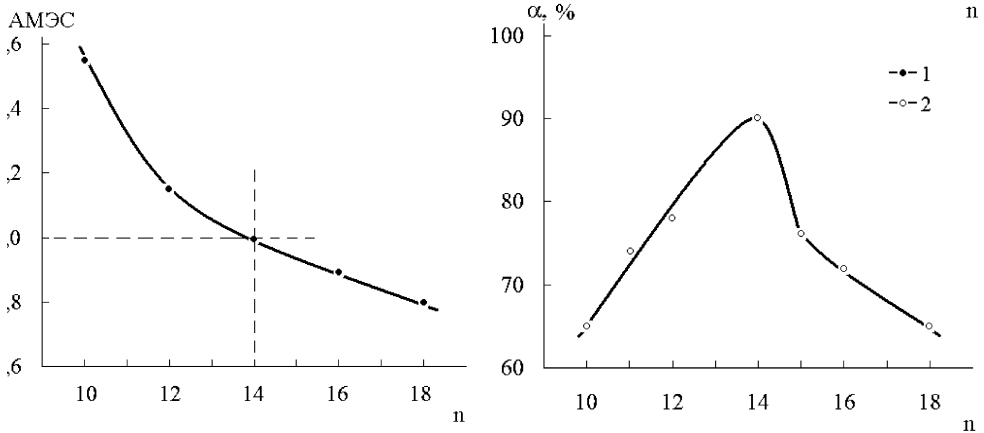


Рис. 3. Влияние длины углеводородного радикала АКК на его адсорбционно-мицеллярное энергетическое соотношение (AMЭС) и степень (α) флотационного извлечения ТБФ

Для гомологического ряда АКК сбалансированным ПАВ (AMЭС = 1) является миристант калия [23]. Поэтому он является наиболее эффективным собирателем ТБФ. АКК с меньшей длиной углеводородного радикала хуже адсорбируются на границах раздела фаз жидкость-газ и жидкость-жидкость и не способны создать на поверхности пузырьков воздуха и капель ТБФ прочные мономолекулярные пленки, также как и АКК с большей, чем у миристана калия длиной углеводородного радикала. Первые в процессе распределения между водной и органической фазами переходят преимущественно в водную фазу, а вторые — в органическую (ТБФ) (табл. 2).

Таблица 2

Распределение АКК между органической и водной фазами

Собиратель (число атомов С в молекуле)	12	14	16	18
ККМ ^О , моль/дм ³	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$3,31 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
ККМ ^В , моль/дм ³	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
K_p	0,056	0,984	1695	156250

Коэффициент распределения рассчитывали по уравнению

$$K_p = \frac{ККМ^О}{(ККМ^В)^2}, \quad (3)$$

где ККМ^О и ККМ^В — ККМ АКК соответственно в органической и водной фазе; 2 — показатель степени, учитывающий диссоциацию АКК в водной фазе на два иона.

У всех членов гомологического ряда АКК, у которых $K_p < 1$ преобладают гидрофильные свойства, а у которых $K_p > 1$ — гидрофобные. АКК, у которого $K_p = 1$, является сбалансированным [24].

Уравнение (3) выражает известное эмпирическое правило [25], согласно которому, в том случае, когда соприкасающиеся жидкие фазы плохо растворимы друг в друге, а третий (распределяющийся между жидкими фазами) компонент плохо растворим в них, коэффициент распределения равен или близок отношению растворимости третьего компонента в жидких фазах. При этом принимали, что ККМ АКК равняется его молекулярной (ионной) растворимости в любой жидкой фазе.

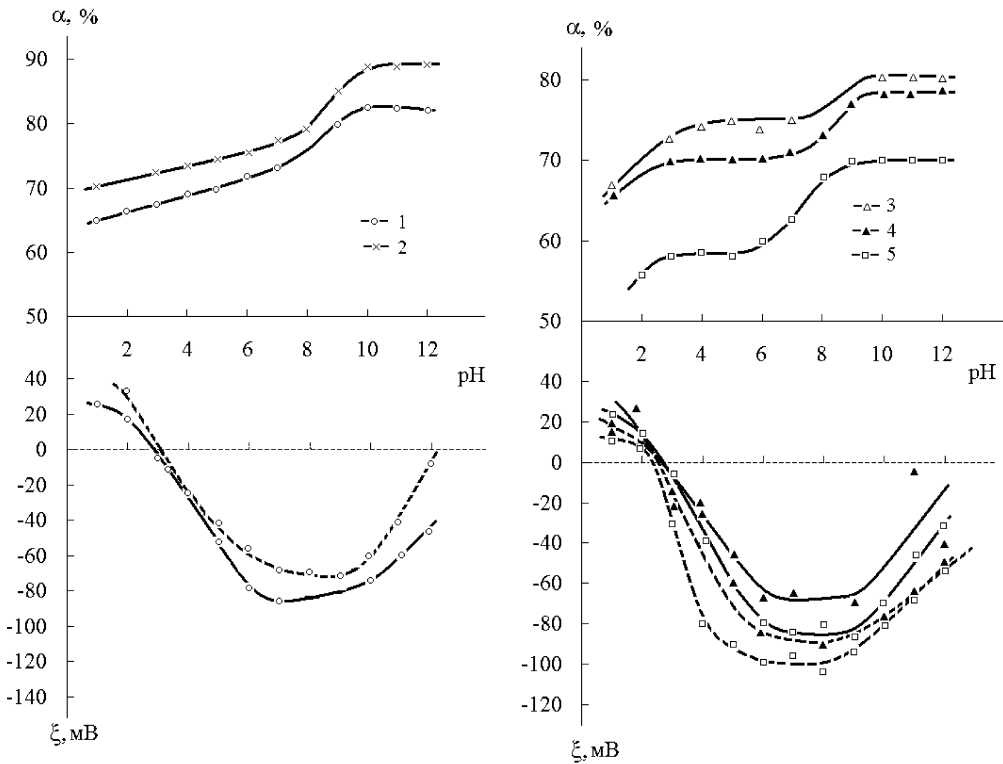


Рис. 4. Влияние концентрации ионов водорода (рН) на степень (α) флотационного извлечения ТБФ, собранного с помощью ундеканата (1), миристана (2), пентадеканата (3), пальмитата (4) и стеарата (5) калия; электрокинетический (ζ) потенциал капель ТБФ (—) и пузырьков воздуха (- - -). Расход АКК 14 мг/дм³

Наиболее полно флотационное извлечение ТБФ (рис. 4) происходит в щелочных средах (рН 9–12). При уменьшении рН степень извлечения снижается. Это можно объяснить тем, что при уменьшении рН происходит подавление диссоциации ионогенных групп АКК, приводящее к образованию жирных кислот (так, если при рН 7 в дисперсионной среде содержится

всего лишь 9% жирной кислоты, то при рН 4–91% [24]). При увеличении кислотности изменяется структура адсорбционных слоев капель и пузырьков воздуха: гелеобразные поверхностные пленки мыл жирных кислот, имеющие изотропную структуру и способствующие гетерокоагуляционному взаимодействию капель с пузырьками, переходят в менее эластичные пленки жирных кислот, легко разрушающиеся под действием касательных напряжений (возникающих, например, при столкновении капель друг с другом или капель с всплывающими пузырьками).

Капли ТБФ и пузырьки воздуха во всем исследуемом интервале рН имеют одинаковый заряд. До рН 3,5 ζ -потенциал капель и пузырьков имеют положительные значения, а в интервале рН 3,5–12,0 — отрицательные. При увеличении рН от 3,5 до 6,0–6,5 отрицательный ζ -потенциал увеличивается вследствие увеличения доли ионной формы АКК и концентрации ионов OH^- , а при дальнейшем увеличении рН от 6,5 до 12 — уменьшается вследствие сжатия двойного электрического слоя.

Взаимодействие одноименно, но неодинаково заряженных капель ТБФ и пузырьков воздуха, представляет собой сложный случай гетерокоагуляционного взаимодействия, описанный Дерягиным [26]. Согласно Дерягину, в том случае, когда знак зарядов поверхностей частиц одинаков, но различны величины их штерновских потенциалов (приблизительно их можно принять равными ζ -потенциалам [27]), характер взаимодействия зависит от расстояния между поверхностями: на сравнительно далеких расстояниях действуют силы отталкивания, которые по мере утоньшения прослойки дисперсионной среды между частицами сменяются «неограниченно» возрастающими силами притяжения. Причем величина максимального отталкивания определяется значением только меньшего из потенциалов частиц. Следовательно, эффективность прилипания капель ТБФ к пузырькам воздуха определяется как структурой их адсорбционных слоев, образованных АКК, так и комплексом сил отталкивания и притяжения, действующих между каплями ТБФ и пузырьками воздуха.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена возможность и достаточно высокая эффективность использования АКК в качестве собирателей тонкоэмульгированного и молекулярно растворенного ТБФ. Найденны рациональные условия извлечения ТБФ: расход собирателей 14 мг/дм³, продолжительность флотации 20–25 мин, значения рН среды 9–12. Сделано предположение о механизме влияния АКК на повышение эффективности флотационного извлечения ТБФ.

Литература

1. Гиндин Л. М. Экстракционные процессы и их применение. — М.: Наука, 1984. — 144 с.
2. Скрылев Л. Д., Небеснова Т. В., Сазонова В. Ф. Гетерокоагуляционная модель флотационного выделения тонкоэмульгированных растительных масел // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 1997. — №4. — С. 59–63.
3. Гольман А. М. Ионная флотация. — М.: Недра, 1982. — 144 с.
4. Перлова О. В., Небеснова Т. В., Тымчук А. Ф., Скрылев Л. Д. Флотация тонкоэмульгирован-

- ного трибутилфосфата с помощью катионных ПАВ // Сб. науч. тр. «Обработка дисперсных материалов и сред». — Одесса: НПО «ВОТУМ». — 1997. — Вып. 7. — С. 82–84.
5. *Скрылев Л. Д., Осоков В. К.* Интенсификация процесса флотационного выделения нефтепродуктов, эмульгированных в воде с помощью алифатических аминов // Укр. хим. журн. — 1976. — Т. 42, № 6. — С. 587–589.
 6. *Николаев А. В., Афанасьев Ю. А., Старостин А. Д.* Энергия связи Р=О и экстракционная способность фосфорорганических соединений // Химия процессов экстракции. — М.: Наука, 1972. — С. 62–65.
 7. *Ставская С. С.* Биологическое разрушение анионных ПАВ. — К.: Наук. думка, 1981. — 116 с.
 8. *Справочник по экстракции*: В 3-х томах / Под ред. А. М. Розена, Т. И. Николотова З. И., Карташова Н. А. Экстракция нейтральными органическими соединениями. — М.: Атомиздат, 1976. — 597 с.
 9. *Ежовска-Тришебятовска Б., Копач С., Микунский Т.* Редкие элементы. — М.: Мир, 1979. — 369 с.
 10. *Изучение процесса очистки технологических растворов от ТБФ* / Б. Е. Михлин, В. Н. Никонов, Н. Н. Триодина, Г. Л. Вакс // Научн. тр. гос. н.-и. и проект. ин-та редкомет. пром-сти (ГИРЕДМЕТ). — 1981. — Вып. 104. — С. 33–37.
 11. *Практикум по коллоидной химии и электронной микроскопии* / Под ред. Воюцкого С. С., Панича Р. М. — М.: Химия, 1974. — 224 с.
 12. *Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии* / Под ред. Фролова Ю. Г., Гродского А. С. — М.: Химия, 1986. — 216 с.
 13. *Руководство к практическим работам по коллоидной химии* / О. Н. Григоров, И. Ф. Карпова, З. П. Козьмина и др. — М.; Л.: Химия. — 1964.
 14. *Айвазов Б. В.* Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции — М.: Высшая школа. — 205 с.
 15. *James A. M.* Electrophoresis of Particles in Suspension / Surface and Colloid Sci. 1979. — Vol. 11. — P. 121–185.
 16. *Мацнев А. И.* Очистка сточных вод флотацией — К.: Будівельник, 1976. — 132 с.
 17. *Влияние концентрации растворов ПАВ на размеры пузырьков газа, генерируемые в них с помощью пористых перегородок* / Скрылев Л., Пурич А., Ососков В. и др. // ЖПХ. — 1977. — С. 1410–1412.
 18. *Пан Л., Гребенщиков В.* Определение трибутилфосфата в водных растворах // Заводская лаборатория. — 1976. — 42, № 7. — С. 792–793.
 19. *Поверхностно-активные вещества*: Справочник / Абрамзон А., Бочаров В., Гаевой Г. и др. — Л.: Химия, 1979. — 376 с.
 20. *Скрылев Л. Д., Скрылева Т. Л., Колтыкова Г. Н.* Адсорбционно-мицелярная модель процесса флотационного выделения ионов тяжелых металлов в форме труднорастворимых осадков первого рода // Изв. вузов. Цветная металлургия. — 1998. — № 3. — С. 3–6.
 21. *Скрылев Л. Д., Стрельцова Е. А., Скрылева Т. Л.* Влияние длины цепи углеводородного радикала ПАВ на эффективность их флотационного выделения из растворов // Химия и технология воды. — 1984. — Т. 6, № 1. — С. 22–24.
 22. *Скрылев Л. Д., Сазонова В. Ф., Скрылева Т. Л.* Значение рН среды и оптимальная длина углеводородного радикала флотационных собирателей ионов // Изв. вузов. Цветная металлургия. — 1984. — № 5. — С. 7–11.
 23. *Стрельцова О. О.* Фізико-хімічні основи процесу флотаційного виділення іоногенних поверхнево-активних речовин із водних розчинів та стічних вод / Одес. держ. ун-т. — Одеса: Астропринт, 1997. — 140 с.
 24. *Коренман И. М.* Экстракция в анализе органических веществ. — М.: Химия, 1977. — 200 с.
 25. *Стромберг А. Г., Семченко Д. П.* Физическая химия. — М.: Высшая школа, 2006. — 527 с.
 26. *Дерягин Б. В., Чураев Н. В., Муллер В. М.* Поверхностные силы. — М.: Наука, 1985.
 27. *Воюцкий С. С.* Курс коллоидной химии. — М.: Химия, 1975. — 512 с.

В. Ф. Сазонова¹, М. А. Кожемяк²

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Кафедра фізичної та колоїдної хімії

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

E-mail:¹ v.sazonova@onu.edu.ua,²marina_kozhemyak@onu.edu.ua

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ФЛОТАЦІЙНОГО ВИДІЛЕННЯ ТОНКОЕМУЛЬГОВАНОГО ТРИБУТИЛФОСФАТУ ЗА ДОПОМОГОЮ АНІОННИХ ЗБИРАЧІВ

Резюме

Встановлений позитивний вплив добавок аніонних збирачів — алкілкарбоксилатів калію (АКК) на процес флотаційного виділення трибутилфосфату (ТБФ) з його емульсій. Оптимальна витрата АКК складає 14 мг/дм³. Найбільш ефективним збирачем є міристант калію, у присутності якого максимальний ступінь виділення (α_{\max}) за заданих умов експерименту рівний 90 %. Велика частина ТБФ (75–95% від α_{\max}) виділяється за перших 10 хв флотації. Кінетика процесу флотації описується рівнянням першого порядку. Значення констант швидкості знаходиться в межах 0,04–0,08 мин⁻¹. Час, необхідний для досягнення α_{\max} складає 20–25 хв. Найповніше ТБФ виділяється з лужних середовищ (рН 9–12).

Ключові слова: флотація, емульсія, трибутилфосфат, аніонний збирач, алкілкарбоксилат калію.

V. F. Sazonova¹, M. A. Kozhemyak²

Odessa I. I. Mechnikov National University,

Department of Physical and Colloidal Chemistry,

Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

E-mail:¹ v.sazonova@onu.edu.ua,²marina_kozhemyak@onu.edu.ua

INTENSIFICATION OF FLOTATION ISOLATION FINE-EMULSIFIED OF THE TRIBUTYL PHOSPHATE BY MEANS OF ANIONIC COLLECTORS

Summary

Positive effect of anion collectors additives — alkylcarboxylates potassium (ACP) on process of tributylphosphate (TBP) flotation isolation from its emulsions is positioned. Optimum ACP is 14 mg/dm³. The most effective collector is potassium myristate in which presence the maximum degree of extraction (α_{\max}) desired conditions of experiment is 90 %. Bulk TBP (75–95 % from α_{\max}) is extraction for the first 10 min of a flotation. The kinetics of flotation process is described by the equation of the first order. Values of kinetic constants lay within 0,04–0,08 min⁻¹. The time necessary for achievement α_{\max} is 20–25 min. The fullest TBP is extraction from alkaline medium (pH 9–12).

Key words: flotation, emulsion, tributylphosphate, anion collector, alkylcarboxylate potassium.