

УДК 544.77.052.5:547.295.5

**В. Ф. Сазонова, М. А. Кожемяк, Ю. Э. Скубская**

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,  
кафедра физической и коллоидной химии  
ул. Дворянская, 2, Одесса 65026, Украина  
E-mail: v.sazonova@onu.edu.ua

### ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИОННОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ТОНКОЭМУЛЬГИРОВАННОЙ ПЕЛАРГОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Показана возможность интенсификации флотационного выделения пеларгоновой кислоты (ПК) из ее высокодисперсных эмульсий с помощью флокулянта — полиакриламида (ПАА) и коагулянта — сульфата алюминия. Установлено, что кинетика флотации ПК описывается уравнением первого порядка. При переходе от безреагентной флотации ПК к флотации с помощью ПАА значение константы скорости возрастает в 1,4–1,8 раза, а оптимальное время флотации сокращается от 25 до 7 мин. Добавление коагулянта (4 мг/л), перед добавлением к эмульсии ПАА, снижает остаточную концентрацию ПК от 300 до 30 мг/л. В интервале pH 2–8 ПК флотируется в форме флокул в режиме пеночной флотации, а в интервале pH 9–12 — в форме пеларгоната калия в режиме пенной флотации. Проведен анализ влияния pH среды на эффективность флотационного выделения ПК в присутствии ПАА с помощью теории ДЛФО.

**Ключевые слова:** флотация, эмульсия, пеларгоновая кислота, флокулянт, коагулянт, флокуляция.

Эмульгированные жирные кислоты содержатся в сточных водах и технологических растворах предприятий, использующих экстракционные технологии [1], а также предприятий угольно-добывающей, топливной промышленности [2], производства синтетических жирных кислот [3], лаков, красок, искусственных волокон [4]. Необходимость очистки таких сточных вод обусловлена пагубным влиянием жирных кислот на флору и фауну [5] открытых водоемов, куда они могут попадать с неочищенными сточными водами. Наиболее рациональным методом очистки сточных вод от эмульгированных органических веществ, в том числе и жирных кислот, является флотация [6, 7], которая на очистных сооружениях может использоваться как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами очистки.

Проведенное нами предварительное изучение закономерностей флотационного выделения тонкоэмульгированных жирных кислот показало, что пеларгоновая (нонановая  $C_9H_{17}COOH$ ) кислота (ПК) характеризуется значительно более низкой флотационной активностью, чем энантовая (гептановая  $C_7H_{13}COOH$ ) и каприловая (октановая  $C_8H_{15}COOH$ ) кислоты.

Опыт показывает, что одним из наиболее эффективных методов интенсификации процесса флотационного выделения тонкоэмульгированных органических веществ, позволяющих управлять элементарным актом флотации, является использование различного рода реагентов — коагулянтов, флокулянтов, поверхностно-активных веществ. Действие таких реагентов сводится либо к устранению энергетического барьера отталкивания, препятствующего взаимодействию извлекаемых частиц (капель) с пузырьками воздуха, либо к коагуляции частиц

образованием крупных агрегатов и увеличению вследствие этого эффективности их захвата пузырьками воздуха [8, 9].

Цель данной работы состояла в выяснении возможности интенсификации процесса флотационного выделения тонкоэмульгированной ПК с помощью полиакриламида (ПАА) – флокулянта широко используемого в практике водоподготовки и очистки сточных вод [10].

Объектами исследования служили 1,5%-ные эмульсии ПК, полученные путем ее ультразвукового диспергирования в дистиллированной воде в течение 10 мин. Источником ультразвука служил диспергатор УЗДН-2Т с рабочей частотой стриктора 44 кГц.

Благодаря высокой степени дисперсности ( $r_n = 3,1$  мкм) и достаточно большому значению электрокинетического ( $\xi$ ) потенциала капель ( $\xi = 30$  мВ) эмульсии были достаточно устойчивы и не расслаивались в течение нескольких суток. Наивероятнейший радиус  $r_n$  дисперсной фазы эмульсий определяли с помощью кривых распределения капель по размерам, которые строили на основании данных микроскопических исследований эмульсий [11]. Электрокинетический потенциал капель и шариков парафина, имитирующих пузырьки воздуха, определяли микроэлектрофоретически [12]. Расчет величины  $\xi$ -потенциала осуществляли с помощью уравнения Гельмгольца-Смолуховского.

Межфазное натяжение ( $\sigma_{ж-ж}$ ) на границе раздела двух жидких фаз – воды и ПК – определяли методом максимального давления в капле [12]. Вязкость эмульсий измеряли с помощью капиллярного вискозиметра Оствальда (тип ВПЖ-1).

В работе использовали водорастворимый, гидролизованный (степень гидролиза 30%) ПАА с молекулярной массой  $4,6 \cdot 10^6$  [13]. В исследуемые эмульсии ППА вводили в виде его водного 0,04%-го раствора в количестве от 0,4 до 4 мг/л.

Флотационное извлечение ПК осуществляли на установке для флотации пневматического типа [14]. Объем эмульсии, заливаемой в колонку, равнялся 100 см<sup>3</sup>, расход воздуха – 0,037 см<sup>3</sup>/с на 1 см<sup>2</sup> пористой пластинки. Об эффективности процесса флотации судили по степени извлечения кислоты из эмульсии  $\alpha = (C_0 - C) \cdot 100 / C_0$ . Концентрацию кислоты в эмульсии до ( $C_0$ ) и после ( $C$ ) флотации определяли экстракционно-фотометрически [15]. Оптическую плотность ( $A$ ) экстрактов измеряли с помощью фотоэлектрического колориметра КФК-2-УХЛ 4,2 с желтым светофильтром ( $\lambda = 590$  нм) в кюветах с толщиной поглощающего слоя  $l = 10 - 40$  мм. Кюветы выбирали таким образом, чтобы сохранялась прямолинейная зависимость  $A = f(C)$ , что подтверждает закон Бугера-Ламберта-Бера. Значения оптической плотности лежали в пределах 0,3–0,7.

Значения pH эмульсий контролировали с помощью иономера ЭВ-74 со стеклянным электродом и изменяли 0,1 М растворами HCl и KOH.

Проведенное формальное изучение кинетики флотационного выделения дисперсной фазы эмульсии ПК показало, что она удовлетворительно описывается уравнением первого порядка (рис. 1)

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

где  $A$  – максимальное (при данных условиях опытов) количество флотируемой ПК, %;  $\alpha$  – количество ПК, флотируемое за время  $t$ , мин, %;  $K$  – константа скорости флотационного процесса, мин<sup>-1</sup>.

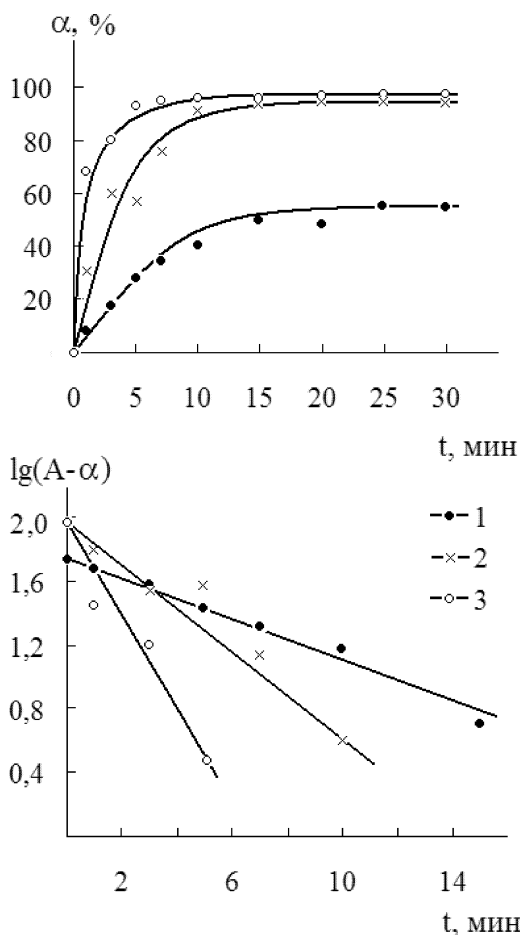


Рис. 1. Кинетика флотационного выделения пеларгоновой кислоты.  
 Расход ПАА, мг/л: 0 – (1); 0,4 – (2); 4 – (3).  
 Значение pH эмульсий: 3 – (1); 3,3 – (2, 3)

Из рис. 1 следует, что без предварительной флокуляции масляных капель флотация ПК мало эффективна: максимальная степень выделения ПК ( $\alpha_{\text{макс}}$ ) после 25 мин флотации ( $t_{\text{фл}}$ ) не превышает 55%. Добавление в эмульсии уже небольших (0,4 мг/л) количеств ПАА заметно улучшает показатели флотации:  $\alpha_{\text{макс}}$  увеличивается до 98%. При этом  $t_{\text{фл}}$  сокращается до 10 мин при  $C_{\text{ПАА}} = 0,4$  мг/л и до 7 мин при  $C_{\text{ПАА}} = 4$  мг/л. Характерно, что большая часть ПК (60% от  $\alpha_{\text{макс}}$  при  $C_{\text{ПАА}} = 0,4$  мг/л и 80% от  $\alpha_{\text{макс}}$  при  $C_{\text{ПАА}} = 4$  мг/л) извлекается за первые 3 мин флотации.

Значения величины  $K$ , найденные путем графического решения уравнения (1), составили: в отсутствии флокулянта – 0,14; при  $C_{\text{ПАА}} = 0,4$  мг/л – 0,20; при  $C_{\text{ПАА}} = 4$  мг/л – 0,25  $\text{мин}^{-1}$ .

Положительное влияние добавок ПАА обусловлено связыванием отдельных капель ПК мостиками из молекул флокулянта, приводящим к образованию визуально наблюдаемых флокул нитевидной и реже хлопьевидной структуры. Об-

разующиеся флоккулы (агрегаты капель пеларгоновой кислоты) обладают большей флотационной активностью, чем отдельные капли эмульсии. Остаточная концентрация ПК в растворе после флотации равнялась 300 мг/л (при  $C_{\text{ПАА}} = 4$  мг/л).

Таким образом, было установлено, что образование агрегатов масляных капель (флокул) благоприятно сказывается на показателях флотации, что хорошо согласуется с представлениями о так называемой флокулярной флотации [16].

Добавление в эмульсию коагулянта ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )\* перед добавлением ПАА в количестве 4 мг/л и последующая флотационная обработка эмульсии в течение 3 мин позволили снизить не только остаточную концентрацию ПК (от 300 до 30 мг/л), но и степень перехода раствора в пену (от 90 до 20%-ов). Полученная глубина очистки позволяет переходить к повторному водоснабжению в техническом водопользовании.

При добавлении все возрастающих количеств ПАА (рис. 2 а) степень флотационного извлечения ПК сначала увеличивается, а затем уменьшается. С увеличением времени флотации от 3 до 10 мин, максимум на кривых зависимости  $\alpha = f(q)$  сужается и смещается в сторону меньших расходов флокулянта. Это, очевидно, обусловлено влиянием времени, необходимым для формирования флокул [17] и увеличением их флотационной активности, которая, в свою очередь, является функцией размера флокул, величины их заряда и степени гидрофобности [18].

Межфазное натяжение (рис. 2 б) на границе раздела фаз двух взаимно насыщенных жидкостей (воды и ПК) при добавлении все возрастающих количеств ПАА сначала снижается, а затем, в интервале  $q = 4 - 8$  мг/л, остается практически постоянной.

Характер изменения вязкости дисперсионной среды (рис. 2 в) в присутствии все возрастающих количеств ПАА коррелирует с характером изменения степени извлечения ПК в тех же условиях. Наблюдаемая корреляция соответствует общепринятым представлениям [19], согласно которым скорость флотационного извлечения эмульгированных органических веществ возрастает при уменьшении вязкости дисперсионной среды.

Заметное влияние на степень флотационного выделения ПК оказывает рН среды (рис. 3). Наиболее эффективно процесс флотации протекает в интервале рН 4,5–5,0, в котором, наряду с высокой степенью извлечения ( $\alpha = 98\%$ ), наблюдается незначительная степень перехода раствора в пену ( $\beta = 3-20\%$ ).

Электрокинетический потенциал флокул в области значений рН, рациональных для их флотационного выделения (рН = 4,5–5,0), имеет минимальные значения или близок к нулю. Введение в эмульсию ПК ПАА смещает изоэлектрическую точку капель ПК в сторону больших значений рН.

Из рис. 4 а видно, что в интервале значений рН 2–8 система до флотации мутная, в интервале рН 8–9 мутность резко уменьшается, а при рН 12 система практически прозрачная. Интервал значений рН, для которого характерна высокая мутность системы (низкий коэффициент светопропускания), до флотации шире (рН 2–8), чем после флотации (рН 2–5). При увеличении рН от 5 до 12 интенсивности светопропускания эмульсии после флотации резко увеличи-

\* Флокулянт вводили через 2 мин после добавления коагулянта; рН среды поддерживали с помощью 0,1 М раствора NaOH в пределах 6,8–7,2, что обеспечивало наиболее полный гидролиз сульфата алюминия, т.к. в этом интервале рН образующийся гидроксид алюминия имеет минимальную растворимость.

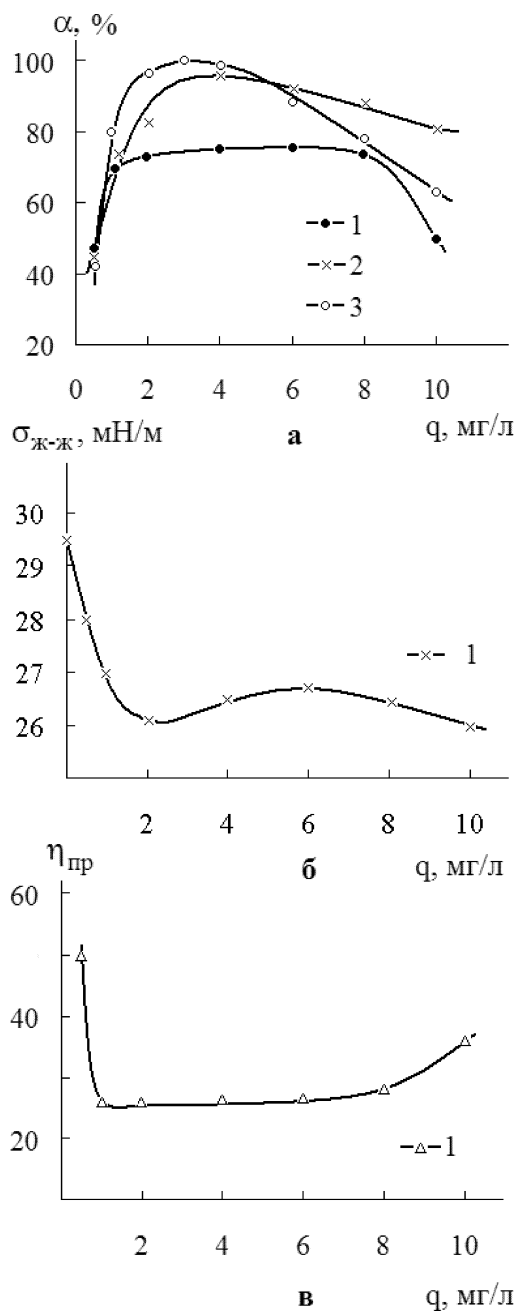


Рис. 2. Влияние расхода (q) ПАА на: а – степень ( $\alpha$ ) флотационного выделения пеларгоновой кислоты. Время флотации, мин: 3 – (1); 7 – (2); 10 – (3); б – межфазное натяжение ( $\sigma_{ж-ж}$ ) между двумя насыщенными жидкостями (вода – пеларгоновая кислота); в – приведенную вязкость ( $\eta_{пр}$ ) дисперсионной среды эмульсий пеларгоновой кислоты. рН эмульсий: 3,3

вается (рис. 4 а). Пена, образующаяся на поверхности раствора в процессе флотации, быстро разрушалась с образованием пенки.

Наблюдаемые явления позволяют сделать вывод о том, что в области значений рН 2–8 ПК флотируется в виде флокул. Причем флокулы начинают эффективно флотироваться в интервале рН 4,5 – 5,0, соответствующем их изоэлектрическому, или близкому к нему, состоянию (рис. 3), что способствует их закреплению на поверхности пузырьков воздуха. В области значений рН 9 – 12 флотацией выделяется хорошо растворимый поверхностно-активный пеларгонат калия, образующийся в результате омыления ПК. Омыление ПК сопровождается уменьшением вязкости эмульсии (рис. 4б), что связано, очевидно, с разрушением флокул.

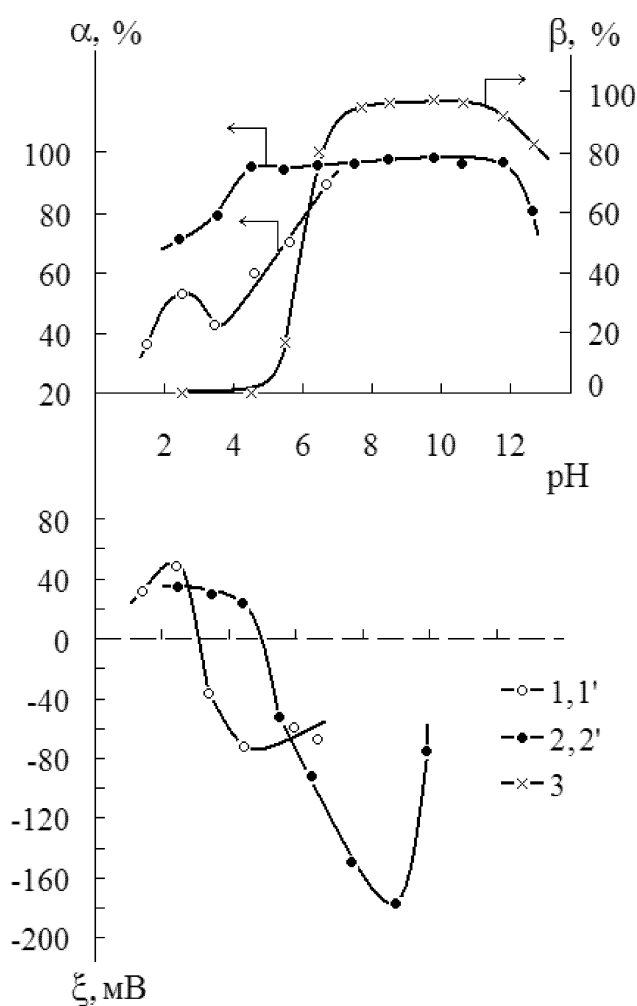


Рис. 3. Влияние рН на степень флотационного выделения ( $\alpha$ ), степень перехода раствора в пену ( $\beta$ ) и электрокинетический ( $\xi$ ) потенциал флокул.

Расход ПАА, мг/л: 0 – (1, 1'); 4 – (2, 2', 3).

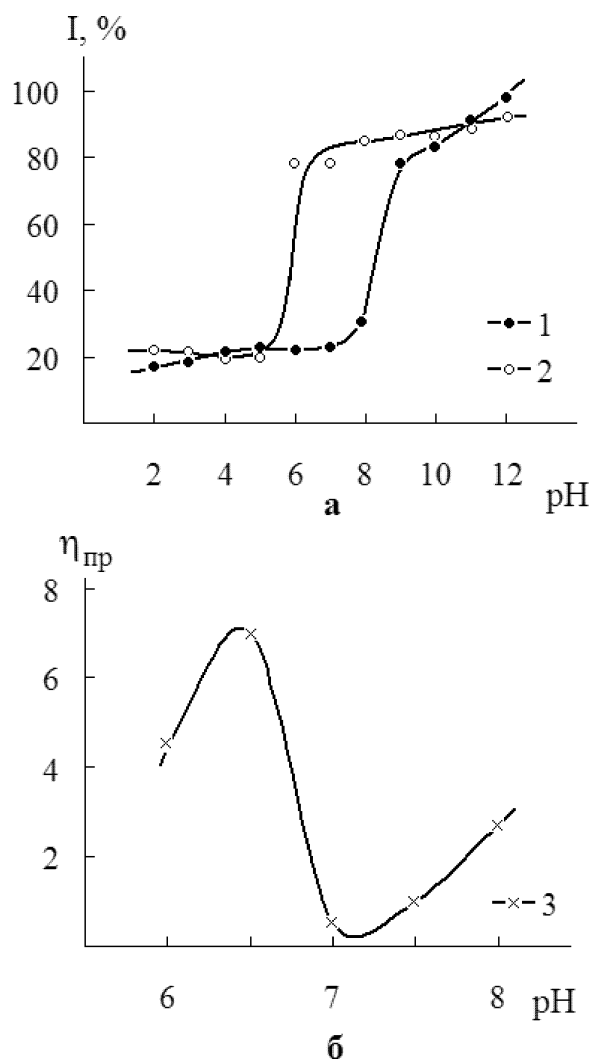


Рис. 4. Влияние pH среды на: а – интенсивность (I) светопропускания эмульсий пеларгоновой кислоты до (1) и после (2) флотации; б – приведенную вязкость ( $\eta_{пр}$ ) эмульсий пеларгоновой кислоты.  
 Время флотации 3 мин.

Анализ влияния концентрации ионов водорода на эффективность флотационного извлечения тонкоэмульгированной ПК с позиций теории гетеро-коагуляции ДЛФО [20] показал (рис. 5), что при pH 6,5 на потенциальной кривой взаимодействия флокул и пузырьков воздуха имеется значительный по высоте ( $U = 600$  кТ) энергетический барьер отталкивания, препятствующий закреплению флокул на пузырьках. Вместе с тем, на этой кривой имеется достаточно глубокий ( $U = 50$  кТ) дальний потенциальный минимум. Это указывает на возмож-

ность взаимодействия флокул с пузырьками воздуха на расстояниях ( $>200$  нм), отвечающих дальнему минимуму (возможность такой фиксации предсказана в работах [20, 21]). При рН 8, при котором ПК, по-видимому, частично флотируется в форме пеларгоната калия, процесс протекает в отсутствие энергетического барьера отталкивания.

Очевидно, что флотационный процесс, протекающий в отсутствие энергетического барьера (рис. 5, кривая 2), может быть описан уравнением

$$W = -\frac{dC}{dt} = KC, \quad (2)$$

где  $W$  — скорость флотации;  $K$  — константа скорости флотации, зависящая от температуры и гидродинамических условий процесса;  $C$  — концентрация ПК в момент времени,  $t$ .

При наличии энергетического барьера (рис. 5, кривая 1) скорость флотации уменьшается, причем сила влияния энергетических затруднений при сближении флокул с пузырьками воздуха лимитируется высотой энергетического барьера  $U$ . Кинетическое уравнение (2) для этого случая принимает вид

$$W = -\frac{dC}{dt} = K_0 \cdot C \cdot e^{-\frac{U}{kT}}, \quad (3)$$

где  $K_0 = K / e^{-\frac{U}{kT}}$  — предэкспонента, характеризующая скорость флотации в отсутствие энергетического барьера отталкивания (при  $U = 0$ );  $e^{-\frac{U}{kT}}$  — множитель, имеющий смысл фактора замедления скорости флотации  $W \left( W = f\left(\frac{1}{U}\right) \right)$ . Он показывает, что скорость гетерокоагуляционного взаимодействия капли с пузырьком воздуха определяется величиной энергетического барьера отталкивания. Максимальная скорость достигается когда  $\left( e^{-\frac{U}{kT}} \right)_{U \rightarrow 0} = 1$ .

Энергию притяжения капель эмульсии к пузырькам воздуха  $U_m$ , обусловленную действием сил Ван-дер-Ваальса–Лондона, рассчитывали по уравнению, описывающему взаимодействию двух сфер [22]

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

где  $A^*$  — сложная постоянная молекулярных сил притяжения Гамакера (принимали равной  $5 \cdot 10^{-20}$  Дж):

$$A^* = \left( \sqrt{A_{11}} - \sqrt{A_{22}} \right)^2,$$

где  $A_{11}$  и  $A_{12}$  — постоянные молекулярных сил притяжения соответственно углеводородов и воды;  $\bar{R}_n$  и  $\bar{R}_k$  — усредненные радиусы пузырьков воздуха и капель эмульсии соответственно;  $H$  — толщина слоя раствора, разделяющего пузырек воздуха и каплю эмульсии.

Энергию ионно-электростатического взаимодействия пузырьков воздуха и капель эмульсии  $U_i$  обусловленную перекрытием их двойных электрических слоев, находили по уравнению



$$U_i = \frac{\varepsilon \cdot \overline{R_n} \cdot \overline{R_k} \cdot (\overline{\Psi_n} + \overline{\Psi_k})}{4 \cdot (\overline{R_n} + \overline{R_k})} \cdot \left[ \frac{2 \cdot \overline{\Psi_n} \cdot \overline{\Psi_k}}{\overline{\Psi_n} + \overline{\Psi_k}} \cdot \ln \frac{1 + e^{-\chi H}}{1 - e^{-\chi H}} + \ln(1 - e^{-2\chi H}) \right],$$

где  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды;  $\overline{\Psi_n}$  и  $\overline{\Psi_k}$  – усредненные штерновские потенциалы пузырьков воздуха и частиц сублата (принимали равными

их  $\xi$ -потенциалам [22]);  $\chi = \sqrt{\frac{2e^2 \sum n_i \cdot Z_i^2}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot kT}}$  – параметр Дебая (величина, обратная толщине двойного электрического слоя  $\delta$ ), зависящий от заряда ( $Z_i$ ) и концентрации ( $n_i$ ) противоионов.

Суммарную энергию взаимодействия пузырьков воздуха и капель эмульсии (энергетический барьер отталкивания)  $U$  определяли по уравнению

$$U = -U_m + U_i.$$

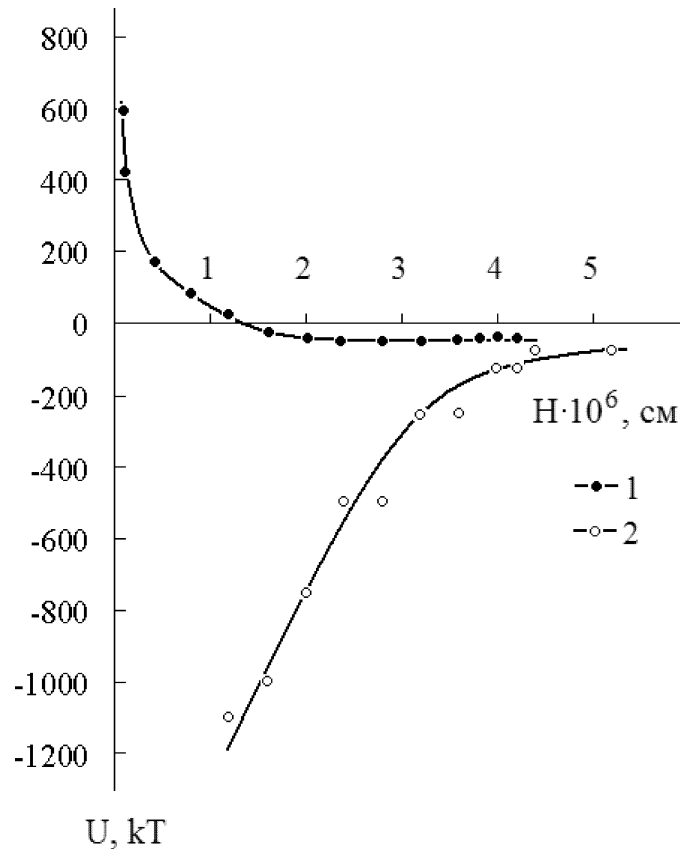


Рис. 5. Потенциальные кривые взаимодействия флокул и пузырьков воздуха. рН: 6,5 – (1), 8,0 – (2)

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что при добавлении к эмульсии ПК небольших (0,4 – 4,0 мг/л) количеств ПАА происходит флокуляция капель ПК, что заметно интенсифицирует процесс флотации. Увеличивается до 98% степень выделения ПК, в 1,4–1,8 раза возрастает скорость процесса флотации и сокращается до 7 – 10 мин время, необходимое для максимально полного (при данных условиях) выделения ПК, расширяется интервал рН, благоприятный для процесса флотации. Анализ кинетических закономерностей флотационного выделения ПК с позиций формальной кинетики и с позиций теории ДЛФО (для случая гетерокоагуляции) представляет интерес с точки зрения расширения представлений о механизме флотационного выделения дисперсной фазы эмульсий жирных кислот и путях интенсификации процесса флотации.

### Литература

1. Гиндин Л. М. Экстракционные процессы и их применение. – М.: Наука, 1984. – 144 с.
2. Дедков Ю. М., Климовицкая Л. М. Компонентный состав водотоков и сточных вод. Сообщение 2. Сточные воды угольно-добывающей, топливной, черной и цветной металлургических промышленностей. – Казань: ВИНТИ, 1984. – 39 с.
3. Проскураков В. А., Шмидт Л. И. Очистка производственных сточных вод химической промышленности – Л.: Химия, 1977. – 463 с.
4. Очистка производственных сточных вод / Под ред. Ю. И. Турского. – Л.: Химия, 1967. – 331 с.
5. Грушко Я. М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. – Л.: Химия, 1982. – 98 с.
6. Скрылев Л. Д., Небеснова Т. В., Сазонова В. Ф. Гетерокоагуляционная модель флотационного выделения тонкоэмульгированных растительных масел // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1997. – №4. – С. 59–63.
7. О флотационном выделении алифатических спиртов из их разбавленных эмульсий / В. Ф. Сазонова, Л. Д. Скрылев, О. В. Перлова, М. А. Кожемяк // Укр. хим. журн. – 2002. – Т. 68, №10. – С. 96 – 99.
8. Rulyov N. N. Application of ultra-flocculation and turbulent micro-flotation to the removal of fine contaminants from water // J. Colloids and Surfaces. A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 1999. – Vol. 151. – P. 283–291.
9. Гончарук В. В., Лещенко А. В., Сотскова Т. З. Влияние добавок ПАВ на эффективность действия флокулянтов в процессе флокоагуляционной очистки воды // Химия и технология воды. – 2000. – Т. 22, №1. – С. 56–64.
10. Савицкая М. Н., Хомедова Ю. Д. Полиакриламид. – К.: Техника, 1969. – 184 с.
11. Практикум по коллоидной химии и электронной микроскопии / Под ред. С. С. Воюцкого, Р. М. Панича. – М.: Химия, 1974. – 224 с.
12. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Под ред. Ю. Г. Фролова, А. С. Гродского. – М.: Химия, 1986. – 216 с.
13. Стрельцова Е. А., Тымчук А. Ф., Пузырева И. В. Свойства пен растворов поверхностно-активных веществ, содержащих полиакриламид // Вісник ОНУ. – Т. 9, № 6. – 2004. – С. 67–74.
14. Тонкодиспергированные твердые растворы пальмитиновой кислоты в парафине как флотационные собиратели ионов тория / Л. Д. Скрылев, О. В. Перлова, В. Ф. Сазонова, Р. Г. Эрнандес // Изв. вузов. Горный журн. – 1993, № 2. – С. 126–130.
15. Коренман И. М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. – М.: Химия, 1975. – 245 с.
16. Рулев Н. Н., Донцова Т. А. Использование тонкодисперсных сорбентов в комбинации с флокулянтной микрофлотацией для извлечения  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$  из водных растворов // Химия и технология воды. – 2003. – Т. 25, № 6. – С. 533–540.
17. Зависимость флокулирующего действия анионного и катионного полиакриламидных флокулянтов и их смеси от рН среды / В. А. Мягченков, В. Е. Проскурина, Г. В. Булидорова и др. // Химия и технология воды. – 2001. – Т. 23, № 3. – С. 285–296.
18. Лу Шоу-Цзы О роли гидрофобного взаимодействия во флотации и флокуляции // Коллоидн. журн. – 1990. – Т. 52, № 5. – С. 858–864.

19. *Эмульсии* / Под ред. Ф. Шермана. — Л.: Химия, 1972. — 448 с.
20. *Дерягин Б. В., Духин С. С., Рулев Н. Н.* Кинетическая теория флотации мелких частиц // *Успехи химии*. — 1982. — Т. 51, № 1. — С. 92–118.
21. *Мищук Н. А., Копал Л. К., Духин С. С.* Особенности гетерокоагуляции при микрофлотации // *Коллоидн. журн.* — 2000. — Т. 62, № 2. — С. 211–221.
22. Зонтаг Г., Штрэнге К. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем. — Л.: Химия, 1973. — 254 с.

**В. Ф. Сазонова, М. А. Кожемяк, Ю. Е. Скубська**

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,  
кафедра фізичної та колоїдної хімії  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна,  
E-mail: v.sazonova@onu.edu.ua

**ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСА ФЛОТАЦІЙНОГО ВИДІЛЕННЯ  
ТОНКОЕМУЛЬГОВАНОЇ ПЕЛАРГОНОВОЇ КИСЛОТИ**

**Резюме**

Показана можливість інтенсифікації флотаційного виділення пеларгонової кислоти (ПК) з її високодисперсних емульсій за допомогою флокулянту — поліакриламід (ПАА) та коагулянту — алюміній сульфату. Встановлено, що кінетика флотації ПК описується рівнянням першого порядку. При переході від безреагентної флотації ПК до флотації за допомогою ПАА значення константи швидкості зростає в 1,4–1,8 разів, а оптимальний час флотації скорочується від 25 до 7 хв. Додавання коагулянту (4 мг/л), перед додаванням до емульсії ПАА, знижує залишкову концентрацію ПК від 300 до 30 мг/л. В інтервалі рН 2–6 ПК флотується в формі флокул у режимі піночної флотації, а в інтервалі рН 9–12 — в формі калій пеларгонату в режимі пінної флотації. Проведено аналіз впливу рН середовища на ефективність флотаційного виділення ПК у присутності ПАА за допомогою теорії ДЛФО.

**Ключові слова:** флотація, емульсія, пеларгонова кислота, флокулянт, коагулянт, флокуляція.

**V. F. Sazonova, M. A. Kojemyak, Yu. E. Skubskaya**

Odessa I. I. Mechnikov National University,  
Department of Physical and Colloidal Chemistry,  
Dvoryanskaya St., 2, Odessa 65026, Ukraine,  
E-mail: v.sazonova@onu.edu.ua

**INTENSIFICATION OF PROCESS FLOTATION ISOLATION FINE-EMULSIFIED OF  
PELARGONIC ACID**

**Summary**

The opportunity of intensification of flotational isolation of pelargonic acid (PA) from its superfine emulsions with the help of flocculant — polyacrylamide (PAA) and a coagulant - aluminium sulphate is shown. It is established, that the kinetics of PA flotation is described by the equation of the first order. At transferring from flotation of PA to flotation with help PAA value of a kinetic constant grows in 1,4–1,8 times, and optimal time of flotation contracts from 25 up to 7 min. Addition of coagulant (4 mg/l), before addition to emulsion PAA, reduces residual concentration of PA from 300 up to 30 mg/l. In an interval pH 2–8 PA float in the form floccules in a mode of froth flotation, and in an interval pH 9–12 — in the form pelargonate potassium in a mode of foam flotation. The analysis of influence pH medium on efficiency of PA flotational isolation at presence PAA with the help of theory DLFO is carried out.

**Keywords:** flotation, emulsion, pelargonic acid, flocculant, coagulant, flocculation.