

в возгонах долю оксидного мышьяка за счет восстановления его до элементного или (в присутствии серы) до сульфидных форм. Выделение при горении углерода (или его оксида) дополнительного количества тепла и соответственно повышение температуры в реакционной системе ведет к увеличению термодинамической вероятности протекающих восстановительных процессов и улучшает кинетику обжига. Вместе с тем, следует также ожидать, что экологические показатели процесса не будут ухудшены, поскольку образование токсичных газообразных продуктов термодинамически маловероятно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Луганов В.А., Сажин Е.Н., Килибаев Е.О. Вывод мышьяка из металлургического производства // Вестник ВКГТУ имени Д. Серикбаева. – 2005. - №3 (29). - С.13-19.
- [2] Mazulevskii, E.A.Email Author, Kovzalenko, T.V.Email Author, Seitkhanov, B., Dobryakova, O.P. Melting of Gold-Containing Concentrates with Copper Production Lead Slags // *Metallurgist*. - 1 March 2018, Volume 61, Issue 11-12. – P. 1001-1008.
- [3] Andrade, L.H., Pires, W.L., Grossi, L.B., Aguiar, A.O., Amaral, M.C.S. Integration of two-stage nanofiltration with arsenic and calcium intermediate chemical precipitation for gold mining effluent treatment // *Environmental Technology (United Kingdom)* – 2019. - 40(13), P. 1644-1656.
- [4] Ishihara, S., Shinoda, K., Kano, J. Mechanochemical treatment to remove arsenic from copper ore. // *Minerals*. – 2019, 9(6), P. 349.
- [5] Wang, Q., Hu, X., Zi, F., Nie, Y., Zhang, Y. Extraction of gold from refractory gold ore using bromate and ferric chloride solution. // *Minerals Engineering* – 2019, 136, С. 89-98.

Луганов В.А., Чепуштанова Т.А., Гусейнова Г.Д., Меркибаев Е.С., Байгенженов О.С.

Қайнау қабатында алтын-мышьяк концентратын сульфидтеу көрсеткіштеріне көміртектің әсерін зерттеу

Түйіндеме. Бақыршық кені дәстүрлі әдіспен өңделетін отқа төзімді кен. Рудаға төзімділік сульфидті минералдарда (пирит пен арсенопирит) ұсақ таратылған алтынға, сондай-ақ мышьяк пен көміртекті заттардың болуына байланысты. Мышьяқ құрамының жоғарылауына байланысты мұндай рудаларды дәстүрлі гидро- және пирометаллургиялық әдістермен өңдеу оның зиянды қосылыстарының шығарылуымен қиындайды. Ұсынылған технологияның басты айырмашылығы - құрамында алтын-мышьяқ құрамындағы көміртегі бар кендер өндіріске қатысады. Қоспаның құрамына көмірдің шығуы жарылыс кезінде артық оттегіні көміртеппен байланыстыруға және сол арқылы жүйеде күкірт әлеуетін арттыруға байланысты болып келеді. Мышьяқтың тотығу дәрежесін төмендету оның газдануын жоғарылатуға және құрамында сульфид мөлшері көп және мышьяқтың металл формалары бар сублимматтарды алуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер. Алтын -мышьяқты кен, тасты көмір, күйдіру, сульфидизаторлау, сұйылтылған қабат.

UDC 502.174.1

A. Leudanskii¹, Ye. Opimakh¹, A. Volnenko², D. Zhumadullayev²
(¹Belorussian State Technological University, Minsk, Belarus
²M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
e.mail: nii_mm@mail.ru)

STUDY OF THE EFFECT OF SURFACTANTS CONCENTRATION ON THE FLOTATION PROCESS OF CRUSHED PLASTICS

Abstract. For the separation of plastic waste (polyamide, acrylonitrile butadiene styrene and polystyrene), a flotation method is proposed. Using this method, we studied the effect of the concentration of surface-active substances (surfactants), which were used syntanol, sulfanol and a mixture of surfactants containing sodium laureth sulfate and diethanolamide. It was noted that the maximum recovery of the flotation component depends on the type of polymer and surfactant. A positive feature is that the maximum polymer recovery is achieved with a rather low concentration of surfactants. A mixture of surfactants at lower concentrations allows to achieve greater extraction of the floated component with less foaming ability.

Key words: flotation, plastic waste, surfactants, concentration, wettability, gas bubbles.

А. Левданский¹, Е. Опимах¹, А. Волненко², Д. Жумадуллаев²

¹Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

²Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
e.mail: nii_mm@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОЦЕСС ФЛОТАЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ПЛАСТМАСС

Аннотация. Для разделения отходов пластмасс (полиамида, акрилонитрилбутадиенстирола и полистирола) предложен флотационный способ. С использованием указанного способа изучено влияние концентрации поверхностно-активных веществ (ПАВ), в качестве которых использовались синтанол, сульфанол и смесь ПАВ, содержащей лауретсульфат натрия и диэтаноламид. Отмечено, что максимальное извлечение флотируемого компонента, зависит от типа полимера и ПАВ. Положительной особенностью является то, что максимальное извлечение полимеров достигается при довольно низкой концентрации ПАВ. Смесь ПАВ при меньших концентрациях позволяет достичь большего извлечения флотируемого компонента при меньшей пенообразующей способности.

Ключевые слова: флотация, отходы пластмасс, поверхностно-активные вещества, концентрация, смачиваемость, пузырьки газа.

Введение. Проблема пластмассовых отходов в последние годы стала занимать важное место в мире, поскольку основное количество отходов уничтожается неэффективными способами [1-5].

Перспективными процессами разделения являются флотационные на основе различной смачиваемости, поскольку довольно просты аппаратурно и надежны. Процесс флотации близок к процессу седиментации во флотационных ваннах, который широко используется в мире. Флотационный процесс может позволить осуществлять разделение пластмасс с довольно близкими или равными плотностями. Для этого необходимо наличие поверхностно-активных веществ и пузырьков газа в рабочем объеме аппарата [6,7].

Методы. При определении концентрации поверхностно-активных веществ использовались стандартные методы физико-химических исследований.

Методика экспериментальных исследований флотационного процесса разделения пластмасс состоит в следующем. Заранее подготовить навеску исследуемых измельченных пластмасс массой $m_{исх}$. По причине трудоемкости дальнейшей ручной сортировки концентрата при многостороннем исследовании процесса флотации рекомендуется подавать навеску смеси измельченных пластмасс массой около 10 г. В лабораторной установке возможно исследование зависимостей извлечения отдельных типов пластмасс от физических и режимных факторов, при этом на флотацию подается навеска $m_{исх}$, содержащая один тип измельченной пластмассы. А также возможно исследование разделения смеси нескольких типов измельченных пластмасс. Во втором случае навеска $m_{исх}$ должна содержать частицы измельченной гидрофобной пластмассы массой $m_{исх}^{фл}$ и частицы измельченной гидрофильной пластмассы массой $m_{исх}^{oc}$. При исследовании разделения пластмасс рекомендуется на флотацию подавать смесь пластмасс в пропорции 1:1.

Результаты. При проведении исследований в качестве поверхностно-активных веществ нами использовались синтанол, сульфанол и смесь ПАВ, содержащей лауретсульфат натрия и диэтаноламид.

Синтанол – композиция оксиэтилированных спиртов, которые представляют собой смесь полиэтиленгликолевых эфиров с различным количеством оксиэтильных групп и разной величиной радикала. Синтанол является неионогенным поверхностно-активным веществом, малопенящимся биологически мягким смачивателем и моющим веществом, устойчивым к жесткой воде [8-10].

Сульфанол (алкилбензолсульфат натрия, додецилбензолсульфонат натрия) – смесь натриевых солей, анионное поверхностно-активное вещество, с хорошими свойствами очищения, увлажнения, эмульгации и дисперсностью. Сульфанол поставляется в виде чешуйчатых кристаллов белого цвета или желтоватой пастообразной массы почти без запаха [8-10].

Лауретсульфат натрия (он же sodium laureth sulfate или sodium lauryl ether sulfate (SLES)) – анионное поверхностно-активное вещество. Применяется в качестве пенообразователя для производства большинства шампуней, зубной пасты, моющих средств и др.

Диэтаноламид (кокамид ДЭА) – пенообразователь и стабилизатор, смягчитель волокон, антистатик, регулятор вязкости, загуститель, является полимерным амфотерным (амфолитным) ПАВ.

В таблицах 1–3 представлены результаты исследований флотационного разделения смеси двух типов измельченных пластмасс – полиамида (ПА) и акрилонитрилбутадиенстирола (АБС). АБС являлся флотируемым компонентом смеси, а ПА – гидрофильным (осадок). Соотношение масс АБС и ПА в исходной навеске $m_{исх}^{фл} / m_{исх}^{ос}$ соблюдалось около 1:1.

В таблице 1 представлены результаты исследований зависимости чистоты концентрата и извлечения флотируемого компонента (АБС):

- от концентрации синтанола при расходе воздуха $0,062 \text{ м}^3/\text{мин}\cdot\text{м}^2$;
- от расхода воздуха при концентрации синтанола $8,89 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$;

Таблица 1. Результаты исследований флотации пластмасс при использовании синтанола

$C \cdot 10^{-3}, \text{ кг}/\text{м}^3$	$G_{пр.в.}, \text{ м}^3/\text{мин}\cdot\text{м}^2$	$m_{исх}^{фл} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$m_{исх}^{ос} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$m_{конц} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$m_{конц}^{фл} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$
0,00	0,062	4,92	4,72	0,29	0,29
5,33	0,062	5,01	5,12	3,35	3,03
8,89	0,062	5,05	5,02	3,93	3,56
17,78	0,062	4,95	5,10	2,80	2,68
22,22	0,062	5,00	5,00	2,36	2,26
26,67	0,062	4,94	4,97	1,90	1,83
35,56	0,062	5,04	5,08	1,67	1,55
44,44	0,062	5,04	4,97	1,60	1,56
8,89	0,041	5,04	4,95	1,94	1,92
8,89	0,083	4,98	5,12	3,32	3,14
8,89	0,104	5,02	5,03	3,23	2,81
8,89	0,124	5,04	4,97	2,80	2,49
8,89	0,166	4,16	4,53	1,37	1,33
8,89	0,195	5,02	5,16	1,29	1,23

В таблице 2 представлены результаты исследований зависимости чистоты концентрата и извлечения флотируемого компонента (АБС):

- от концентрации сульфанола при расходе воздуха $0,062 \text{ м}^3/\text{мин}\cdot\text{м}^2$;
- от расхода воздуха при концентрации сульфанола $11,56 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$.

Таблица 2. Результаты исследований флотации пластмасс при использовании сульфанола

$C \cdot 10^{-3}, \text{ кг}/\text{м}^3$	$G_{пр.в.}, \text{ м}^3/\text{мин}\cdot\text{м}^2$	$m_{исх}^{фл} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$m_{исх}^{ос} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$m_{конц} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$m_{конц}^{фл} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$
11,56	0,041	5,06	5,07	1,55	1,52
11,56	0,062	5,02	4,95	2,02	1,93
11,56	0,083	5,05	5,01	2,37	2,27
11,56	0,104	5,03	5,03	2,81	2,70
11,56	0,124	5,03	4,98	2,79	2,62
11,56	0,145	4,92	4,43	2,06	1,64
0,00	0,062	4,90	4,79	0,08	0,08
3,56	0,062	5,07	5,08	0,39	0,38
5,33	0,062	4,97	4,65	0,90	0,88
8,89	0,062	5,05	5,40	1,79	1,68

13,33	0,062	5,04	4,91	1,75	1,70
17,78	0,062	5,09	5,02	1,37	1,34
26,67	0,062	5,08	5,02	0,62	0,62

В таблице 3 представлены результаты по исследованию зависимости чистоты концентрата и извлечения флотируемого компонента (АБС):

– от концентрации смеси ПАВ, содержащей лауретсульфат натрия и диэтаноламид в соотношении 3:1 при расходе воздуха $0,104 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$;

– от расхода воздуха.

Эти результаты и результаты в таблицах 1 и 2 были получены без подогрева рабочей жидкости при температуре в пределах $10\text{--}12^\circ\text{C}$. Для оценки влияния температуры жидкости на процесс флотации был проведен эксперимент при различных температурах жидкости, результаты которого также приведены в таблице 3. При этом использовалась смесь ПАВ, содержащая лауретсульфат натрия и диэтаноламид, при концентрации $2,7 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ (при которой наблюдалось максимальное извлечение флотируемого компонента – АБС), а расход воздуха по сечению аппарата равнялся $0,104 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$.

Таблица 3. Результаты исследований при использовании лауретсульфат натрия и диэтаноламида

$C \cdot 10^{-3}, \text{ кг/м}^3$	$G_{\text{пр.в.}}, \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$	$m_{\text{исх}}^{\text{фл}} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$m_{\text{исх}}^{\text{ос}} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$m_{\text{конц}} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$m_{\text{конц}}^{\text{фл}} \cdot 10^{-3}, \text{ кг}$	$t, ^\circ\text{C}$
0	0,104	4,99	5,03	2,16	2,12	10,2
1,02	0,104	4,94	4,98	3,67	3,57	10,2
2,70	0,104	5,04	4,93	4,28	4,17	10,3
5,41	0,104	4,96	5,12	3,14	3,00	10,8
10,81	0,104	5,12	4,89	1,59	1,57	11,1
16,22	0,104	5,41	5,05	0,74	0,71	11,3
21,62	0,104	4,87	4,91	0,13	0,13	11,4
2,70	0,062	4,99	5,05	2,26	2,22	10,7
2,70	0,145	3,95	3,98	3,81	3,76	10,7
2,70	0,187	4,97	4,76	4,71	4,51	11,3
2,70	0,104	5,13	4,97	4,19	4,02	20,9
2,70	0,104	5,01	5,00	2,76	2,71	33,1
2,70	0,104	4,95	5,15	0,05	0,05	49,8

При проведении экспериментальных исследований проводилось погружение зонда термометра в рабочую жидкость на различную глубину. При этом установлено, что отклонение значений температуры рабочей жидкости не превышало $0,1^\circ\text{C}$ при изменении глубины погружения от 0,01 до 0,5 м.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты исследований флотационного разделения смеси двух типов измельченных пластмасс. Далее будут представлены результаты исследований влияния физических и режимных факторов на извлечение отдельных типов пластмасс. Исследование флотации отдельных измельченных пластмасс при различных физических и режимных факторов позволяет определить различные соотношения сил адгезии и когезии некоторых типов пластмасс при различных условиях.

В таблице 4 представлены результаты экспериментального исследования зависимости флотационного извлечения полистирола (ПС):

– от концентрации смеси ПАВ C , кг/м^3 ;

– от высоты аэрируемой жидкости H , м (для определения достаточной высоты аэрируемой жидкости);

– от расхода воздуха $G_{\text{пр.в.}}, \text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{м}^2$;

– от температуры жидкости в емкости $t, ^\circ\text{C}$.

Таблица 4. Результаты исследований флотационного извлечения полистирола

$m_{исх} \cdot 10^{-3}$, кг	$m_{конц} \cdot 10^{-3}$, кг	$G_{пр.в}$, м ³ /мин·м ²	$C \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	t , °С	H , м
10,22	8,70	0,072	0	14,5	0,68
9,65	9,50	0,072	2,16	14,5	0,68
10,19	10,18	0,072	5,41	14,5	0,68
9,59	9,39	0,072	14,05	14,7	0,68
9,82	8,02	0,072	32,43	14,7	0,68
9,72	6,50	0,072	0	13,1	0,48
9,39	8,90	0,072	2,16	13,1	0,48
9,71	9,68	0,072	5,41	13,4	0,48
9,01	8,76	0,072	14,05	13,4	0,48
9,61	8,81	0,072	21,62	13,5	0,48
11,10	6,80	0,072	32,43	13,6	0,48
10,02	4,98	0,072	0	11,9	0,29
10,01	7,16	0,072	2,16	12,0	0,29
10,04	7,31	0,072	5,41	12,1	0,29
10,05	5,65	0,072	8,65	12,2	0,29
10,01	4,31	0,072	14,05	12,3	0,29
10,03	0,50	0,072	21,62	12,3	0,29
10,00	3,53	0,072	0	11,9	0,17
10,01	6,35	0,072	2,16	12,1	0,17
9,99	6,51	0,072	5,41	12,1	0,17
9,99	5,07	0,072	8,65	12,2	0,17
10,01	3,97	0,072	14,05	12,3	0,17
10,01	9,81	0,036	5,41	13,4	0,48
9,13	8,93	0,108	5,41	13,5	0,48
9,47	9,00	0,143	5,41	13,8	0,48
9,63	8,94	0,036	16,22	13,9	0,48
9,94	9,61	0,072	16,22	14,1	0,48
9,43	8,83	0,108	16,22	13,9	0,48
8,93	8,12	0,143	16,22	14,0	0,48
10,00	6,64	0,072	5,41	22,8	0,17
10,02	3,83	0,072	5,41	31,7	0,17
10,01	1,91	0,072	5,41	42,1	0,17
10,02	1,07	0,072	5,41	51,3	0,17

Обсуждение. Для анализа результатов исследований флотационного разделения смеси измельченных полиамида и акрилонитрилбутадиенстирола, представленных в таблицах 1 и 2, были рассчитаны извлечение флотуемого компонента ε и чистота концентрата β , которые рассчитываются по представленным ниже формулам, изложенным в работе [11]:

$$\varepsilon = \frac{m_{конц}^{фл}}{m_{исх}^{фл}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$\beta = \frac{m_{конц}^{фл}}{m_{конц}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $m_{конц}^{фл}$ – масса флотуемого компонента (частиц измельченной гидрофобной пластмассы) в концентрате, кг; $m_{исх}^{фл}$ – масса флотуемого компонента (частиц измельченной гидрофобной пластмассы) в исходной навеске, кг; $m_{конц}$ – масса концентрата, кг.

Также были обработаны результаты экспериментальных исследований флотационного извлечения полистирола, представленные в таблице 4. После чего были построены зависимости показателей флотации от концентрации различных типов ПАВ, приведенные на рисунках 1–4.

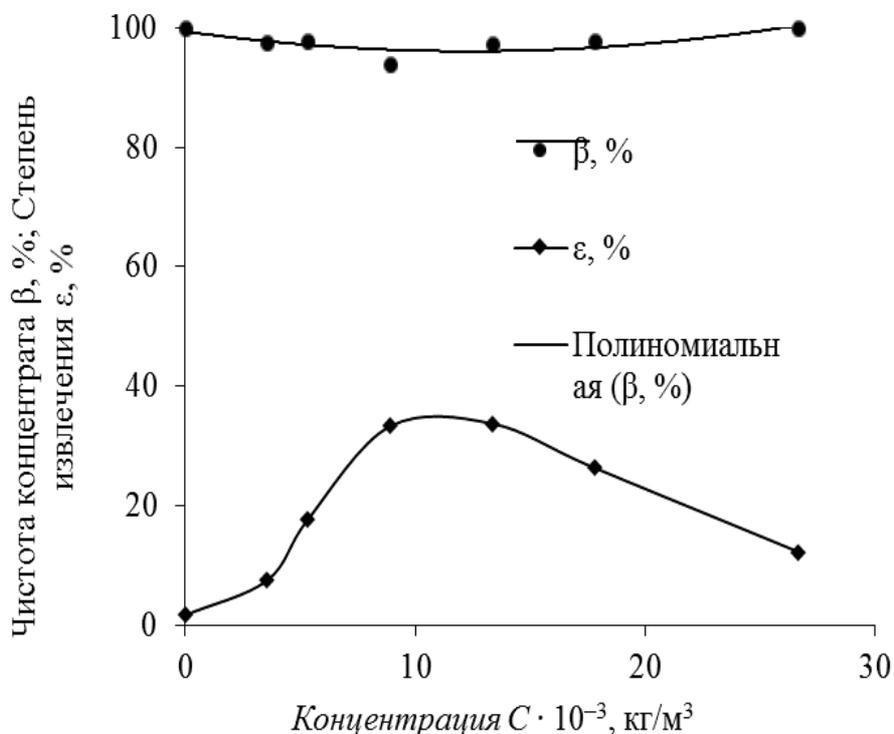


Рис. 1. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от концентрации сульфанола при расходе воздуха 0,062 м³/(мин·м²)

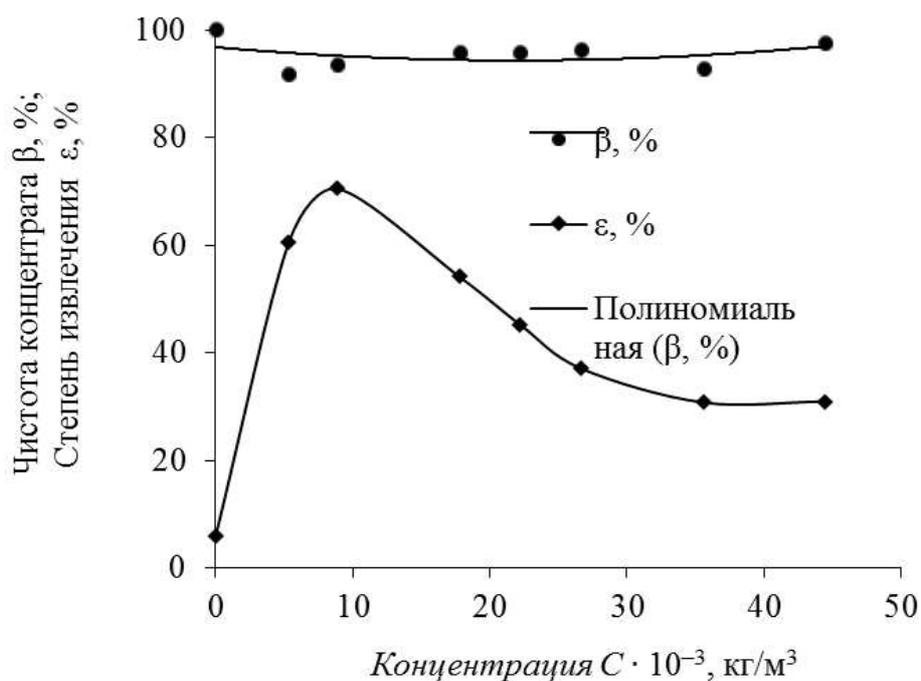


Рис. 2. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от концентрации синтанола при расходе воздуха 0,062 м³/(мин·м²)

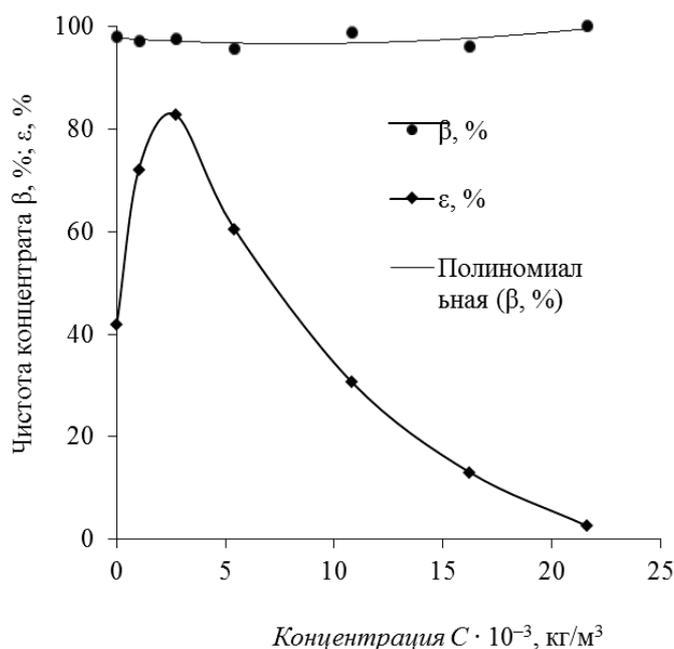


Рис. 3. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от концентрации смеси ПАВ при расходе воздуха $0,104 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{м}^2)$

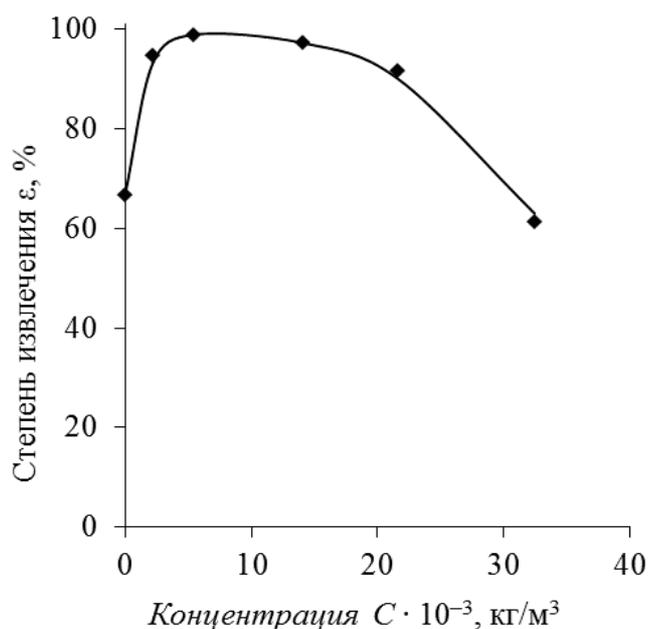


Рис. 4. Зависимости извлечения ПС от концентрации смеси ПАВ при расходе воздуха $0,072 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{м}^2)$

Как видно из рисунков 1–4 извлечение имеет максимум при некоторой концентрации ПАВ, а именно: около 10^{-2} кг/м^3 для АБС при использовании сульфанола и синтанола; менее $3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ для АБС при использовании смеси ПАВ; $5,41 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ для ПС при использовании смеси ПАВ.

Наличие максимума извлечения флотируемого компонента ϵ на рисунках 1–4 позволяет говорить о закономерности влияния концентрации ПАВ на извлечения флотируемого компонента. Это может быть объяснено таким же характером зависимости пенообразующей способности от концентрации ПАВ. При концентрации большей, чем максимальная, пенообразование снижается из-за затруднения диффузии ПАВ в поверхностный слой [12]. Однако пенообразующая способность ПАВ не является определяющей в данном случае, поскольку, как видно из рисунков, значение концентрации ПАВ, при котором достигается максимальное извлечение флотируемого компонента, зависит от типа полимера и ПАВ.

Положительной особенностью является то, что максимальное извлечение полимеров достигается при довольно низкой концентрации ПАВ [13,14]. Причем смесь ПАВ при меньших концентрациях позволяет достичь большего извлечения флотируемого компонента, что таким же образом отражается и на пенообразующей способности [15].

Таким образом, для разделения отходов пластмасс (полиамида, акрилонитрилбутадиенстирола и полистирола) предложен флотационный способ. С использованием указанного способа изучено влияние концентрации поверхностно-активных веществ, в качестве которых использовались синтанол, сульфанол и смесь ПАВ, содержащей лауретсульфат натрия и диэтаноламид. Отмечено, что максимальное извлечение флотируемого компонента, зависит от типа полимера и ПАВ. Положительной особенностью является то, что максимальное извлечение полимеров достигается при довольно низкой концентрации ПАВ. Смесь ПАВ при меньших концентрациях позволяет достичь большего извлечения флотируемого компонента при меньшей пенообразующей способности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пономарева, В. Т. Использование пластмассовых отходов за рубежом / В. Т. Пономарева, Н. Н. Лихачева, З. А. Ткачик // Пласт. массы. – 2002. – № 5. – С. 44–48.
- [2] Вторичная переработка пластмасс: структура и свойства, добавки, оборудование, применение : сборник / ред. Ф. Ла Мантия ; пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова. – СПб. : Профессия [и др.], 2006. – 397 с.
- [3] Утилизация полимерной тары и упаковки : учеб. пособие / А. С. Клинов [и др.]. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 62 с.
- [4] Мануленко, А. Ф. Рециклинг пластмасс: учеб.-метод. пособие / А. Ф. Мануленко, В. В. Яценко. – Минск Белорус. гос. технол. ун-т, 2013. – 130 с.
- [5] Вторичное использование полимерных материалов : сб. ст. / под ред. Е. Г. Любешкиной. – М. : Химия, 1985. – 192 с.
- [6] Способ флотационного разделения смеси измельченных пластмасс : заявка ВУ 20150142 / Е. В. Опимах, А. Э. Левданский, Д. И. Чиркун, Д. Г. Калишук, Н. П. Саевич. – Оpubл. 12.03.2015.
- [7] Е. В. Опимах, А. Э. Левданский. Флотационное разделение смеси полимеров // Химическая технология и техника : тез. докл. 77-й науч.-техн. конф. проф.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов, Минск, 4–9 февр. 2013 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2013. – С. 34.
- [8] Волков, В. А. Поверхностно-активные вещества. Синтез и свойства / В. А. Волков. – М. : Легпромбытиздат, 1985. – 354 с.
- [9] Поверхностно-активные вещества и композиции: справочник / под ред. М. Ю. Плетнева. – М. : Клавель, 2002. – 768 с.
- [10] Катионоактивные ПАВ – эффективные ингибиторы в технологических процессах нефтегазовой промышленности / Н. А. Петров [и др.] ; под общ. ред. Ф. А. Агзамова. – СПб. : Недра, 2004. – 408 с.
- [11] Абрамов, А. А. Флотационные методы обогащения: учебник / А. А. Абрамов. – М. : Недра, 1984. – 383 с.
- [12] Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии: поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – Изд. 3-е, стер., испр. – М. : Альянс, 2004. – 462 с.
- [13] Е. В. Опимах, А. Э. Левданский. Исследование флотации полистирола и полибутилтерефталата // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26–28 нояб. 2014 г. : в 2 ч. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2014. – Ч. 1. – С. 154–158.
- [14] Е. В. Опимах, А. Э. Левданский. Флотационное разделение смеси полимеров // Химическая технология и техника: тез. докл. 77-й науч.-техн. конф. проф.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов, Минск, 4–9 февр. 2013 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2013. – С. 34.
- [15] Поверхностно-активные вещества: справочник / А. А. Абрамзон [и др.]; под ред. А. А. Абрамзона, Г. М. Гаевого. – Л.: Химия, 1979. – 376 с.

Левданский А., Опимах Е., Волненко А., Жумадуллаев Д.

Ұсақталған пластмассаларды флотациялық бөлу процесіне беттік-белсенді заттар концентрациясының әсерін зерттеу

Пластмасса қалдықтарын бөлу үшін (полиамид, акрилонитрилбутадиенстирол және полистирол) флотациялық әдіс ұсынылған. Көрсетілген тәсілді пайдалана отырып, құрамында натрий лауретсульфаты және диэтаноламид бар синтанол, сульфанол және беттік-белсенді заттар қоспасы (ББЗ) концентрациясының әсері зерттелді. Флотацияланатын компонентті барынша алу полимер мен ББЗ түріне байланысты екендігі атап өтілді. Полимерлерді барынша бөліп алу ББЗ-ның өте төмен концентрациясы кезінде қол жеткізуі оң ерекшелік болып табылады. ББЗ қоспасы аз концентрацияларда флотацияланатын компонентті аз көбікті құрау қабілеті кезінде көбірек алуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: флотация, пластмасса қалдықтары, беттік-белсенді заттар, концентрация, дымқылданғыштық, газ көпіршіктері.