

УДК 502.174.1

**Е. В. Опимах**, магистрант (БГТУ);**А. Э. Левданский**, доктор технических наук, заведующий кафедрой (БГТУ)**РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ  
АКРИЛОНИТРИЛБУТАДИЕНСТИРОЛА И ПОЛИАМИДА МЕТОДОМ ФЛОТАЦИИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ  
СУЛЬФАНОЛА И СИНТАНОЛА**

Рассмотрен способ флотационного разделения смеси широко используемых полимеров акрилонитрилбутадиенстирола и полиамида. Эксперименты были выполнены на лабораторном флотационном аппарате колонного типа с пневматической аэрацией пульпы. Представлены расчетные формулы основных показателей флотации. При этом были получены закономерности влияния концентрации поверхностно-активных веществ и расхода воздуха на чистоту концентрата и извлечение флотируемого компонента. Определены оптимальные параметры процесса флотации смеси полимеров. Сделаны выводы о том, что флотационное разделение полимеров, основанное на их избирательной смачиваемости, является перспективным направлением при переработке смешанных пластмассовых отходов.

A method for flotation separation of a mixture of widely used polymers acrylonitrile butadiene styrene and polyamide. The experiments were performed on a laboratory flotation turrets with air aeration of the pulp. Presented formulas key indicators flotation. In this case, we obtained the effect of the concentration of surface-active substances, and the air flow to the purity concentrate and extraction of float component. Were found optimal conditions for the flotation process the polymer mixture. It is concluded that the flotation separation of polymers based on their selective wettability is promising for the processing of mixed plastic waste.

**Введение.** В последние годы проблема утилизации пластмассовых отходов стала занимать одно из важнейших мест в мире. Это объясняется значительным ростом производства полимерных материалов и расширением областей их применения в различных отраслях. Основное количество отходов уничтожают захоронением, затоплением или сжиганием.

Вместе с тем пластмассовые отходы являются дополнительными источниками сырьевых ресурсов и энергетических запасов. Повторное использование пластмасс для получения полезных продуктов и изделий – основное направление в решении проблемы отходов.

Проблем, связанных с утилизацией полимерных отходов, достаточно много. Они имеют свою специфику, но их нельзя считать неразрешимыми. Наибольшие трудности связаны с переработкой и использованием смешанных отходов. Причина этого в несовместимости термопластов, входящих в состав бытового мусора, что требует их постадийного выделения.

Разделение смешанных (бытовых) отходов термопластов по видам проводят следующими основными способами: флотационным, разделением в тяжелых средах, аэросепарацией, электросепарацией, химическими методами и методами глубокого охлаждения.

В настоящее время при переработке полимеров широко применяются флотационные ванны для сепарации материалов только с разными относительными плотностями, как например, полипропиленовые и полиэтиленовые колпач-

ки, отрывные кольца, этикетки, которые легче воды, удаляются с ее поверхности. А материал, осевший на дне, передается для дальнейшей обработки в моечно-сушильный комплекс.

Свойство избирательной смачиваемости полимеров в таких ваннах не используется. Однако в литературе встречается информация о том, что флотационное разделение пластмасс производится при добавлении в воду поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые избирательно изменяют их гидрофильные свойства [1].

**Основная часть.** Целью работы являлось экспериментальное нахождение зависимостей процесса флотации смеси широко используемых полимеров акрилонитрилбутадиенстирола и полиамида от концентрации ПАВ и расхода воздуха.

Акрилонитрилбутадиенстирол (АБС) – ударопрочная техническая термопластическая смола плотностью 1020–1110 кг/м<sup>3</sup>. Применение: крупные детали автомобилей, корпуса крупной бытовой техники, радио- и телеаппаратуры, деталей электроосветительных и электронных приборов, пылесосов, кофеварок, телефонов, факсовых аппаратов, компьютеров, мониторов, принтеров, калькуляторов, другой бытовой и оргтехники, спортивного инвентаря и др.

Полиамид (ПА) – пластмассы на основе линейных цепей амидных групп плотностью 1100–1150 кг/м<sup>3</sup>. Они используются в машиностроении, автомобильной и текстильной промышленности, медицине и других областях.

Эксперименты были выполнены на лабораторном флотационном аппарате колонного типа

с пневматической аэрацией пульпы, схема которого представлена на рис. 1.

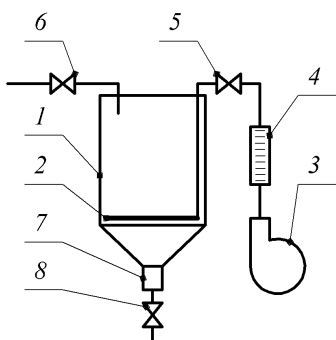


Рис. 1. Схема лабораторного флотационного аппарата колонного типа с пневматической аэрацией пульпы:

1 – емкость; 2 – змеевик-барботер; 3 – вентилятор; 4 – ротаметр РМ-ГС/0,25; 5 – вентиль для подачи воздуха; 6 – вентиль для подачи воды; 7 – штуцер для отвода хвостов и воды; 8 – вентиль для отвода хвостов и воды

Емкость 1 наполняют водой, вводят ПАВ. С помощью ротаметра 4 и вентиля 5 устанавливают расход воздуха. Затем в емкость высыпается навеска смеси полимеров в пропорции 1:1.

За окончание процесса флотации принимают момент времени, когда между барботером и пенным слоем отсутствуют полимеры. Концентрат отводится вместе с пеной в верхней части емкости, хвосты через штуцер 7. Затем проводится сушка и взвешивание концентрата, окончательное разделение и взвешивание АБС в концентрате.

На основании полученных результатов рассчитывались следующие показатели по формулам [2].

Содержание флотируемого компонента (чистота концентрата)  $\beta$ , %:

$$\beta = \frac{m_{\text{конц}}^{\text{АБС}}}{m_{\text{конц}}} \cdot 100\%,$$

где  $m_{\text{конц}}^{\text{АБС}}$  – масса АБС в концентрате, г;  $m_{\text{конц}}$  – масса концентрата, г.

Извлечение флотируемого компонента (АБС)  $\varepsilon$ , %:

$$\varepsilon = \frac{m_{\text{конц}}^{\text{АБС}}}{m_{\text{исх}}^{\text{АБС}}} \cdot 100\%,$$

где  $m_{\text{конц}}^{\text{АБС}}$  – масса АБС в концентрате, г;  $m_{\text{исх}}^{\text{АБС}}$  – исходная масса АБС, г.

Исследования выполнялись с использованием в качестве ПАВ сульфанола и синтанола.

Сульфанол (алкилбензолсульфат натрия, додецилбензолсульфат натрия; линейный ал-

килбензолсульфонат) – 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 [3].

Полученные результаты флотации при использовании сульфанола в качестве ПАВ представлены на рис. 2 и 3.

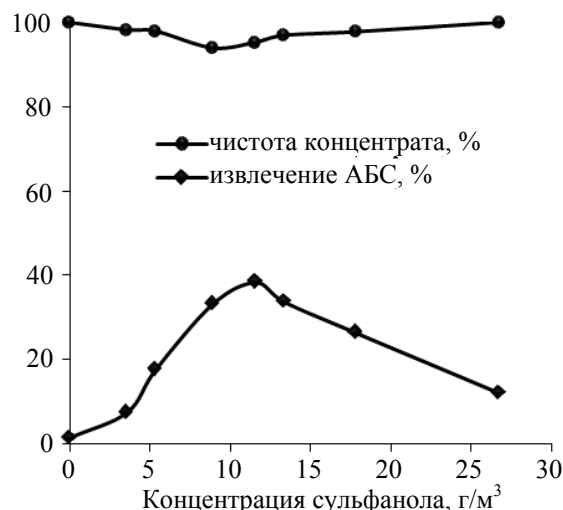


Рис. 2. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от концентрации сульфанола при расходе воздуха  $0,06 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{м}^2)$

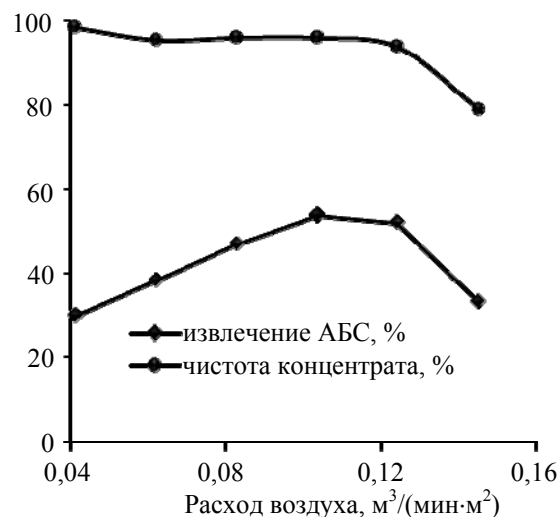


Рис. 3. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от расхода воздуха при концентрации сульфанола  $11,56 \text{ г/м}^3$

Синтанол – композиция оксиэтилированных спиртов, которые представляют собой смесь полиэтиленгликолевых эфиров с различным количеством оксиэтильных групп и величиной радикала. Синтанол является неионогенным поверхностно-активным веществом, мало-

пенящимся биологически мягким смачивателем и моющим веществом, устойчивым к жесткой воде [3]. Синтанолы используются как стабилизаторы суспензий, эмульгаторы, диспергаторы.

Полученные результаты при использовании синтанола представлены на рис. 4 и 5.

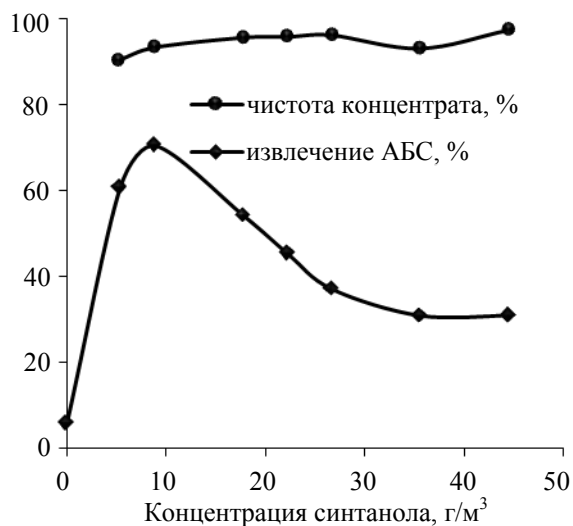


Рис. 4. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от концентрации синтанола при расходе воздуха  $0,06 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{м}^2)$

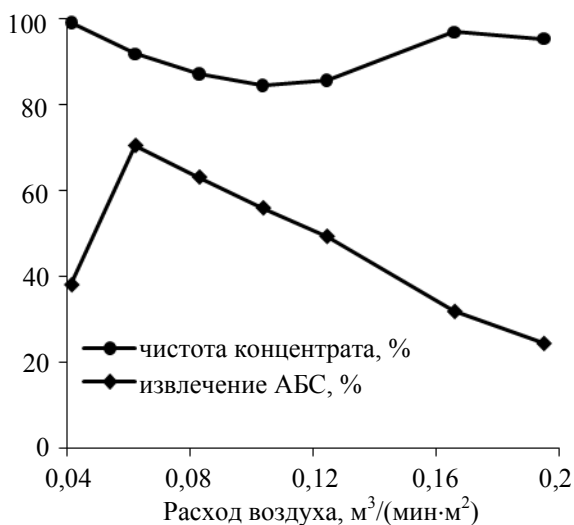


Рис. 5. Зависимости чистоты концентрата и извлечения АБС от расхода воздуха при концентрации синтанола  $8,89 \text{ г/м}^3$

Как видно на представленных рисунках, чистота концентрата достигает высоких значений в широких диапазонах изменяемых параметров. Эта характеристика обуславливает возможность дальнейшего применения полученного полимера в тех или иных целях, в зависимости от количества примесей, случайно вовлеченных в концен-

трат, которые, в свою очередь, влияют на физические свойства будущих изделий.

Извлечение АБС имеет ярко выраженный максимум в узких диапазонах изменяемых параметров. Поэтому для достижения наибольшего извлечения АБС из смеси полимеров требуется точное соблюдение таких параметров флотации, как концентрация ПАВ и расход воздуха. Положительной особенностью является то, что оптимальное извлечение АБС наблюдается при низких концентрациях ПАВ, в диапазоне  $8\text{--}12 \text{ г/м}^3$ .

При использовании синтанола максимальное извлечение АБС на 17% больше, чем при использовании сульфанола, и достигает 70,5%. Однако чистота концентрата в этом случае снижается на 2,5%, а именно – до 93,5%. Невысокие значения извлечения АБС указывают на необходимость подачи хвостов на повторную флотацию для более глубокого извлечения флотируемого полимера.

**Закключение.** Таким образом, впервые проведенные исследования флотационного разделения смеси широко используемых полимеров АБС и ПА в лабораторном флотационном аппарате колонного типа с пневматической аэрацией пульпы показали возможность осуществления такого процесса. При этом были получены основные закономерности процесса флотации смеси полимеров от концентрации ПАВ и расхода воздуха. Также можно сделать вывод о том, что флотационное разделение полимеров, основанное на их избирательной смачиваемости, является перспективным направлением при переработке смешанных пластмассовых отходов. Это позволит уменьшить затраты ручного труда на этапе постадийного разделения полимерных отходов. При простом аппаратном оформлении и малых расходах ПАВ и воздуха возможно создание высокопроизводительного и автоматизированного процесса сортировки полимерных отходов.

## Литература

1. Повышение эффективности заготовки, обработки, переработки и использования вторичных полимерных материалов / С. В. Дуденков [и др.] // Обзорная информация «Рациональное использование вторичных полимерных материальных ресурсов». – 1979. – Вып. 9. – 52 с.
2. Абрамов, А. А. Флотационные методы обогащения: учеб. / А. А. Абрамов. – М.: Недра, 1984. – 383 с.
3. Поверхностно-активные вещества и композиции. Справочник / под ред. М. Ю. Плетнева. – М.: ООО «Фирма Кламель», 2002. – 768 с.

Поступила 22.02.2013