

2. Давыдова И.Ф., Кавун Н.С. Стеклопластики – многофункциональные композиционные материалы // *Авиационные материалы и технологии* – Москва, 2012. – № S – С. 253–260.

3. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // *Авиационные материалы и технологии* – Москва, 2015 – №1 – С. 3–33.

4. Федарович Е.Г., Левданский А.Э. Селективное измельчение стеклонаполненных пластиков // 56-я междунар. науч.-техн. конф. препод. и студ.: материалы докладов, Витебск, 19-20 апреля 2023 г.: в 2-х т. / Витебский гос. технол. ун-т; редкол.: Ванкевич Е.В. [и др.]. – Витебск: ВГТУ, 2023. – Т.1 – С. 499–502.

5. Кордикова Е.И., Спиглазов А.В., Карпович О.И., Калинка А.Н. Материалы на основе отходов стеклопластикового производства и направления их применения // *Труды БГТУ* – Минск, 2011. – №4 – С. 126–131.

УДК 677.017.632

**Ковалева А.А., Кулевец П.С.,
Федарович Е.Г., Левданский А.Э.**

(Белорусский государственный технологический университет)

ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ НА СМАЧИВАЕМОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИБУТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Пластмассовые материалы нашли широкое применение, обусловленное передовыми технологиями их производства, которые позволяют получать материалы с заданными характеристиками. Однако, проблема утилизация пластмасс через их захоронение негативно влияет на окружающую среду, делая при этом значительные территории непригодными для рационального использования [1]. Вторичное использование пластмасс является наиболее рациональным подходом в переработке полимерных материалов, снижая при этом потребление первичных пластмасс. Метод пенной флотации представляет собой эффективное решение для сортировки пластмасс с близкими или одинаковыми плотностями [2]. Этот процесс разделения основан на избирательной смачиваемости поверхности пластмасс. Для изменения поверхностных свойств пластмасс применяют различные поверхностно-активные вещества (ПАВ) [3]. Следовательно, исследования влияния концентрации ПАВ различной природы на смачиваемость пластмасс

представляет собой важное направление, способствующее решению проблемы сортировки пластмассовых отходов перед их последующим использованием.

Цель работы заключалась в исследовании влияния концентрации поверхностно-активных веществ в водном растворе на смачиваемость поверхности полибутилентерефталата (ПБТ).

В качестве объектов исследования использовали пластинки размером $30 \times 30 \times 10$ мм полибутилентерефталата ТУ 2253-025-11517367-2002.

В качестве поверхностно-активных веществ использовали лаурет-3 сульфосукцинат натрия (анионное ПАВ, представляющие собой прозрачную бесцветную жидкость); лаурил саркозинат натрия (анионное ПАВ, представляющие собой прозрачную гелеобразную жидкость); полисорбат 80 (неионогенное ПАВ, представляющее вязкую, маслянистую жидкость светло-желтого цвета); алкилполиглюкозид (неионогенное ПАВ, представляющее собой светло-желтого цвета, мутный и вязкий водный раствор с массовой долей вещества 50–53 масс. %).

Для определения краевого угла смачивания авторами была разработана установка, представленная на рисунке 1 [4].

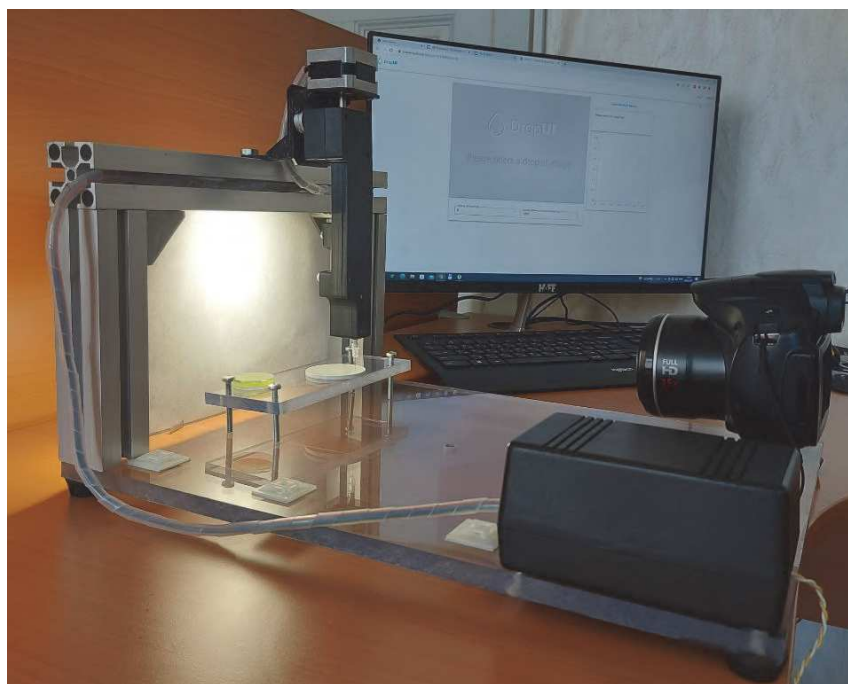


Рисунок 1 – Установка по определению краевого угла смачивания

Методика измерения краевого угла смачивания заключалась в следующем: на предметный столик размещали исследуемую пластинку размером $30 \times 30 \times 10$ мм ПБТ, поверхность которой предварительно подвергалась обезжириваю этиловым спиртом. С помощью устройства

дозирования капли наносилась капля раствора объемом $\sim 0,05$ мл. После каплю раствора освещали источником света, а ее профиль фиксировали с помощью цифровой камеры, связанной с персональным компьютером. Полученные изображения сохранялись в формате JPEG и масштабировались до необходимого размера. На основе изображения профиля капли, проводилось измерение краевого угла смачивания. Данный эксперимент выполняли по десять раз на пяти различных участках образца, для обеспечения надежности результатов. Экспериментальные исследования проводились при температуре воздуха $20\pm 3^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $60\pm 5\%$. Измерения краевого угла смачивания производили с помощью специального программного обеспечения «Drop UI» с онлайн доступом.

Краевой угол смачивания определялся по схеме, представленной на рисунке 2.

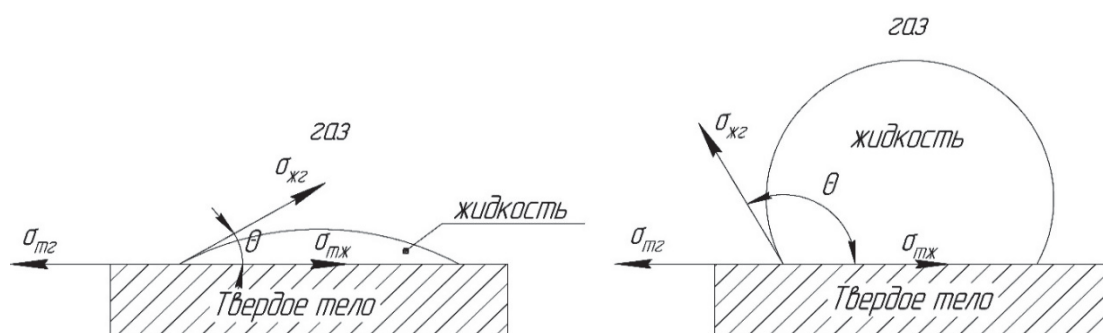


Рисунок 2 – Краевой угол смачивания θ

a – жидкость смачивает поверхность твердого тела; *б* – жидкость не смачивает поверхность твердого тела

В таблице 1 представлены данные влияния природы и концентрации ПАВ в водном растворе на смачиваемость поверхности ПБТ.

Таблица 1 – Влияния природы и концентрации ПАВ в водном растворе на смачиваемость поверхности ПБТ

Название ПАВ	Концентрация водного раствора, 10^{-3} г/дм ³				
	1,94	3,88	5,83	7,78	9,72
Лаурет-3 сульфосукцинат натрия	65±2	53±2	62±2	71±2	67±2
Лаурил саркозинат натрия	74±2	79±2	76±2	73±2	74±2
Полисорбат 80	66±2	76±2	72±2	77±2	66±2
Алкилполиглюкозид	86±2	88±2	93±2	84±2	77±2

Поверхность ПБТ проявляла гидрофильные свойства к водному раствору лаурет-3 сульфосукцинат натрия. При концентрации водного раствора $3,88 \cdot 10^{-3}$ г/дм³, краевой угол смачивания поверхности ПБТ

составлял 62 ± 2 град. При дальнейшем увеличении концентрации раствора, наблюдался незначительный рост значений краевых углов смачивания до 69 град.

Для поверхности ПБТ во всем диапазоне концентраций водных растворов лаурил саркозината натрия наблюдались незначительные изменения краевых углов смачивания и находились в пределах от 73 до 79 град. в данной серии экспериментов не выявлено явных закономерностей, связанных с влияем концентрации раствора на краевой угол смачивания ПБТ.

Краевые углы смачивания поверхности ПБТ водными растворами полисорбата 80 с концентрацией $1,94 \cdot 10^{-3}$ г/дм³ составили 65 ± 2 град. При увеличении концентрации водного раствора полисорбата 80 поверхность ПБТ имела близкие значения краевых углов смачивания в диапазоне 70–79 град.

Поверхность ПБТ проявляла гидрофобные свойства к водным растворам алкилполиглюкозида с концентрацией от $1,98 \cdot 10^{-3}$ г/дм³ до $5,83 \cdot 10^{-3}$ г/дм³ и краевые углы смачивания составляли 85–94 град. Однако, дальнейшее увеличение концентрации водного раствора алкилполиглюкозида до 0,01 г/дм³ привело к снижению значений краевого угла смачивания до 75 град.

Таким образом, поверхность ПБТ может проявлять гидрофильные и гидрофобные свойства в зависимости от типа ПАВ и их концентрации в водном растворе. Полученные результаты могут быть использованы при флотационном извлечении ПБТ из смеси пластмасс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hopewell, J. *Plastics recycling: challenges and opportunities* J. Hopewell, R. Dvorak, E. Kosior // *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*. – 2009. – P. 2115–2126.

2. Левданский, А.Э. Флотационное разделение смеси измельченных полимерных отходов / А.Э. Левданский, Е.В. Опимах, А.А. Волненко, К.Б. Корганбаев, Д.К. Жумадуллаев. – Шымкент: Типография «Элем», 2020. – 152 с.

3. Pita F. *Plastics floatability: Effect of saponin and sodium lignosulfonate as wetting agents* / F. Pita, A. Castilho // *Polimeros*. – 2019. – Vol. 29. – № 3. – P. 1–9.

4. Ковалева А.А., Кулевец П.С., Левданский А.Э., Опимах Е.В. Экспериментальные исследования краевого угла смачивания полимерных материалов // *Химические технологии и техника: сборник материалов 86-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г.) [Электронный ресурс] / БГТУ. отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». Минск, 2022. С. 156–158.*