

Научная статья
УДК 661.715.2
doi:10.37614/2949-1215.2023.14.5.013

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В НЕКОТОРЫХ ЭКСТРАГЕНТАХ И РАЗБАВИТЕЛЯХ

Артем Юрьевич Соколов¹, Алексей Владимирович Добрынин², Александр Георгиевич Касиков³

^{1,3}Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья имени И.В. Тананаева
Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия

²АО «Кольская ГМК», Мончегорск, Россия

¹a.sokolov@ksc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0281-5284>

²dobryninAVI@kolagmk.ru

³a.kasikov@ksc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7694-0910>

Аннотация

Представлены данные об изменении массы полипропилена в некоторых органических разбавителях и экстрагентах. Установлено, что набухание полипропилена в органических соединениях увеличивается в ряду октанол-1 < ундеканон-2 < октанон-2 < алифатический разбавитель < ароматический разбавитель. Изучена набухаемость полипропилена в действующем производстве на стадии цинкоочистки никелевого электролита предприятия АО «Кольская ГМК».

Ключевые слова:

полипропилен, экстрагенты, инертные разбавители

Для цитирования:

Соколов А. Ю., Добрынин А. В., Касиков А. Г. Изучение поведения полимерных материалов в некоторых экстрагентах и инертных разбавителях // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2023. Т. 14, № 5. С. 73–77. doi:10.37614/2949-1215.2023.14.5.013.

Original article

STUDY OF THE BEHAVIOR OF POLYMERIC MATERIALS IN SOME EXTRACTANTS AND DILUENTS

Artem Yu. Sokolov¹, Alexey V. Dobrynin², Alexandr G. Kasikov³

^{1,3}I. V. Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials
of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

²JSC "Kola MMC", Monchegorsk, Russia

¹a.sokolov@ksc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0281-5284>

²dobryninAVI@kolagmk.ru

³a.kasikov@ksc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7694-0910>

Abstract

The paper presents data on the change in the mass of polypropylene in some organic diluents and extractants. It has been established that the swelling of polypropylene in organic compounds increases in the series 1-octanol < 2-undecanone < 2-octanone < aliphatic diluent < aromatic diluent. The swelling of polypropylene in the current production at the stage of zinc cleaning of the nickel electrolyte of the JSC Kola MMC was studied.

Keywords:

polypropylene, extractants, inert diluents

For citation:

Sokolov A. Yu., Dobrynin A. V., Kasikov A. G. Study of the behavior of polymeric materials in some extractants and diluents // Transactions of the Kola Science Centre of RAS. Series: Engineering Sciences. 2023. Vol. 14, No. 5. P. 73–77. doi:10.37614/2949-1215.2023.14.5.013.

Введение

Жидкостная экстракция является одним из важнейших инструментов переработки бедного, комплексного и вторичного сырья. На сегодняшний день экстракционные процессы широко применяются в цветной металлургии, особенно при производстве меди. Жидкостная экстракция также используется для получения кобальта, никеля и цинка, большинства редких элементов (в первую

очередь радиоактивных — обогащение урана и др.), с которых и началось активное внедрение экстракционных технологий в промышленность, а также тугоплавких (молибден, вольфрам, ниобий, тантал, рений, ванадий, цирконий, гафний), рассеянных (галлий, индий и др.), редкоземельных (скандий, лантаноиды и т. п.) и благородных (палладий, золото и др.) металлов [1].

В связи с активным и повсеместным распространением экстракционных процессов в гидрометаллургии возникает проблема поиска исходного материала как для лабораторных, так и для промышленных экстракционных установок. Все большую популярность набирает производство химического оборудования из полимерных материалов, в частности из полипропилена (ПП). Полипропиленовые емкости применяют в производственной сфере. Они востребованы в сельском хозяйстве, промышленности, строительной сфере, их используют для переработки, хранения, транспортировки химических веществ и технических жидкостей (нефтепродуктов, реагентов), а также для изготовления септиков, пожарных резервуаров, жиросовместителей и других конструкций [2]. Кроме того, из полипропилена изготавливают и экстракционное оборудование для лабораторных, опытных и промышленных нужд [2–4]. Несмотря на химическую стойкость [5], полипропилен подвержен взаимодействию алифатических и ароматических углеводородов [6], которые зачастую применяются в качестве разбавителей в экстракционных процессах.

В связи с этим целью работы является изучение поведения полипропилена в среде некоторых экстрагентов и промышленных инертных разбавителях.

Методика эксперимента, оборудование и реактивы

В ходе работы образцы ПП шириной b 10 мм помещали в органическую среду и выдерживали при температуре 40 °С в течение 2208 часов (или трех месяцев). В качестве инертных разбавителей использовали инертный алифатический разбавитель Escaid 100 и ароматический разбавитель Solgad 150, в качестве индивидуальных экстрагентов — октанол-1, октанон-2 и ундеканон-2, в качестве экстракционных смесей — 30 %-й раствор ТАА в Solgad 150 и 20 %-й раствор ТАА в Escaid 100 с добавлением 10 % спиртов C_8+C_{10} (октанол-1 + деканол-1 в приблизительном соотношении 1:1) в качестве модификатора. При замере массы образцы ПП извлекались из органической фазы, промывались водой и высушивались до постоянной массы.

Результаты исследований

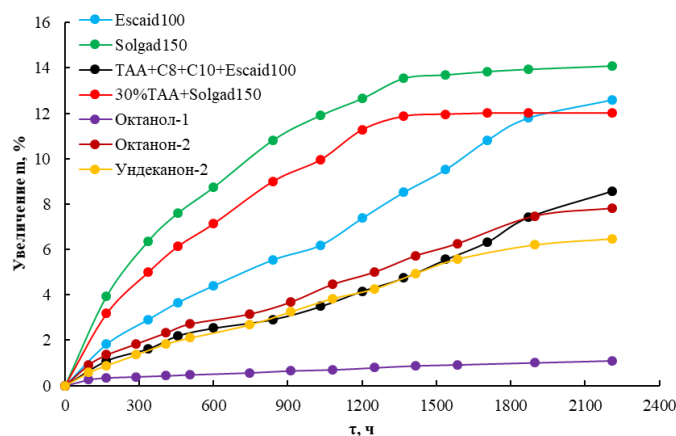


Рис. 1. Увеличение массы ПП в органической фазе разного состава

Образцы полипропилена в ходе работы помещали в органическую среду и выдерживали при температуре 40 °С в течение 2208 часов (трех месяцев). Полученные результаты изменения массы представлены на рис. 1.

Установлено, что наибольший рост массы образцов полипропилена наблюдается в инертных ароматическом (Solgad 150) и алифатическом (Escaid 100) разбавителях. При этом увеличение массы полипропилена в экстракционных смесях триоктил- и тридециламинов (ТАА) в ароматическом и алифатическом разбавителе приводит к меньшему набору массы, чем чистый разбавитель. Среди кислородсодержащих органических веществ к меньшему росту

массы приводит октанол-1, который за три месяца составил 1,1 %, в то время как алифатические кетоны октанон-2 и ундеканон-2 приводят к увеличению массы на 7,8 и 6,5 % соответственно.

Полученные данные по уширению образцов ПП после контакта с органическими растворами согласуются с зависимостями увеличения массы пластика: максимальное уширение наблюдается после контакта с инертными разбавителями, минимальное — после контакта с октанолом-1 (рис. 2).

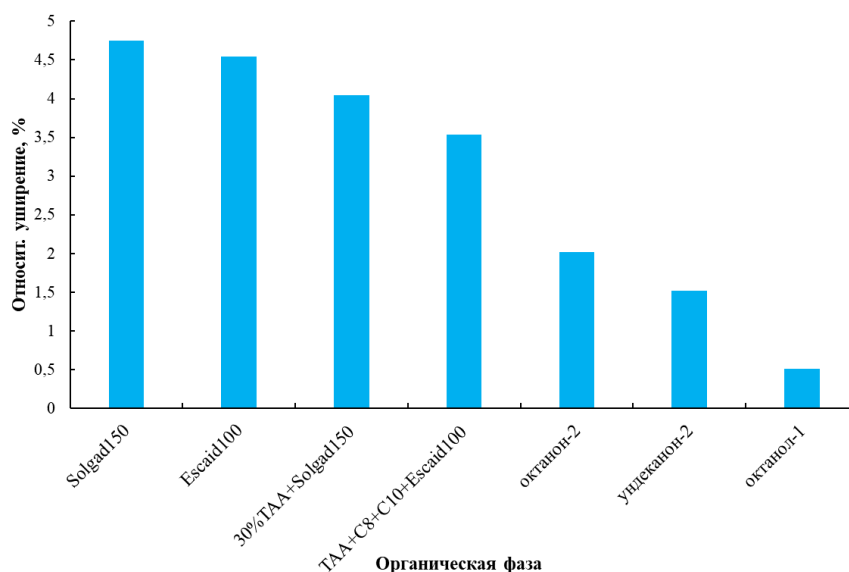


Рис. 2. Ушрение полипропилена после выдержки в органических растворах

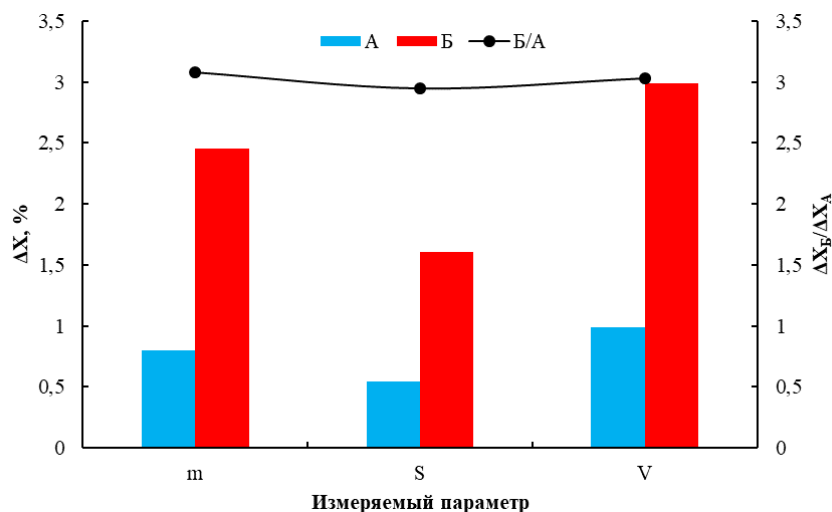


Рис. 3. Изменение массы, площади и объема образцов полипропилена при равной длине и высоте и различной ширине b : А — 30,05 мм, Б — 10,1 мм

При рассмотрении чистых веществ и разбавителей можно заключить, что склонность к сорбции полипропиленом увеличивается в ряду:

октанол-1 < ундеканон-2 < октанон-2 < алифатический разбавитель < ароматический разбавитель.

При рассмотрении углеводов ароматические соединения в большей степени подвержены сорбции на ПП, что согласуется с литературными данными [7]. Также известно, что сорбция алканов на ПП уменьшается с ростом длины углеводородной цепи, так как с увеличением длины углеводородного радикала наблюдается большее сопротивление диффузии [8]. Скорее всего, этим же эффектом обусловлена большая склонность сорбции для октанона-2 по сравнению с ундеканом-2. Наименьшие изменения ПП в среде октанола-1, вероятно, связаны с его стойкостью в спиртах. Например, известно, что полипропилен более устойчив к воздействию циклогексанола по сравнению с циклогексаном [6]. Аналогичная зависимость наблюдается и в результатах исследования: октанол-1 в меньшей степени приводит к набуханию ПП, чем октанон-2.

Испытания стойкости образцов полипропилена в реальном производстве проводили на перделе цинкоочистки никелевого электролита экстракционной смесью состава: 10 % ТАА, 10 % C₈+C₁₀, 80 % Escaid 100 — при температуре 40 °С в течение 840 часов (35 сут).

Установлено, что образцы разной ширины (*b*) сорбируют одинаковую массу органической фазы, а отношение изменения измеряемых массы, площади поверхности и объема образцов примерно равно 3 (рис. 3).

Таким образом, образцы полипропилена в целом сорбируют органическую фазу на поверхности, что приводит к увеличению их размера и, следовательно, к увеличению занимаемой площади, что необходимо учитывать при установочных работах промышленных экстракторов. Кроме того, после сорбции возможно изменение физических свойств поверхности ПП, что может привести к деформации экстрактора.

Выводы

Представленные данные по поведению полипропилена в некоторых экстрагентах и разбавителях позволяют подобрать оптимальный состав экстрагента при использовании полипропиленовых экстракторов. Так, в промышленных масштабах предпочтительнее применение алифатического, а не ароматического разбавителя, поскольку он вызывает меньшие изменения полипропилена. Кислородсодержащие экстрагенты, в особенности спирты, в меньшей степени взаимодействуют с ПП, что говорит о возможности их использования в полипропиленовых экстракторах.

Список источников

1. Применение и перспективы расширения использования экстракционных технологий при переработке отходов и промпродуктов цветной металлургии Арктической зоны / А. М. Дворникова и др. // Вестник Кольского научного центра. 2021. Т. 13, № 3. С. 12–17.
2. Емкости полипропиленовые // АО «Русредмет»: сайт. URL: <https://rusredmet.ru/emkosti-polipropilenovye> (дата обращения: 28.03.2023).
3. Патент № 2720797 Российская Федерация, МПК В01Д 11/04(2006.01). Многоступенчатый смесительно-отстойный экстрактор: № 2019139933; заявл. 06.12.2019; опубл. 13.05.2020 / Лесив А. В., Титов Д. В., Герасимчук Е. А.; ООО «Инновационные химические технологии». Бюл. № 14. 14 с.: ил.
4. Патент № 2566137 Российская Федерация МПК В01Д 11/04(2006.01). Центробежный экстрактор: № 2013146615/05; заявл. 22.10.2013; опубл. 20.10.2015 / Абрамов А. М. [и др.]; ООО «САГА-Сервис». Бюл. № 29. 8 с.: ил.
5. Воробьева Г. Я. Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах. Изд. 2-е, пер. и доп. М.: Химия, 1975. 816 с.
6. Химическая стойкость полипропилена к различным жидкостям при 20 °С, 60 °С, 100 °С, не подвергнутого механическому воздействию: [справ. табл.] / ООО «ЛАДА-ЛИСТ». 2016. 7 с. URL: https://www.zurolplast.ru/wp-content/uploads/2016/02/himicheskaya_stoykost_PP.pdf (дата обращения: 28.03.2023).
7. Эльберт А. А. Разделение жидких органических смесей диффузионным проникновением через непористые полимерные мембраны // Успехи химии. 1973. Т. XLII, вып. 12. С. 2130–2151.
8. Aminabhavi T. M., Phayde H. T. S. Molecular transport of alkanes through thermoplastic miscible blends of ethylene-propylene random copolymer and isotactic polypropylene // J. Applied Polymer Sci. 1995. Vol. 55, No. 9. P. 1335–1352.

References

1. Dvornikova A. M., Shchelokova E. A., Sokolov A. Y., Kasikov A. G. Primeneniye i perspektivy rasshireniya ispol'zovaniya ekstraktsionnykh tekhnologiy pri pererabotke otkhodov i promproduktov tsvetnoy metallurgii Arkticheskoy zony [Application and prospects for expanding the use of solvent extraction in the processing of waste and industrial semi-products of the Russian Arctic zone non-ferrous

- metallurgy]. *Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN* [Herald of the Kola Science of RAS], 2021, Vol. 13, No. 3, pp. 12–17. (In Russ.).
2. Yemkosti polipropilenovyye. Available at: <https://rusredmet.ru/emkosti-polipropilenovye> (accessed 28.03.2023).
 3. Lesiv A. V., Titov D. V., Gerasimchuk E. A. *Patent No. 2720797 Rossijskaya Federaciya, MIIK B01D 11/04(2006.01). Mnogostupenchatyy smesitel'no-otstoynnyy ekstraktor* [Multi-stage mixing-and-settling extractor], No. 2019139933; zajavl. 06.12.2019; opubl. 13.05.2020, Bjul. No. 14, 14 p. (In Russ.)
 4. Abramov A. M., Sobol' J. B., Jachmenev A. A., Donetskij E. N., Polumiev L. V., Solodovnikov A. V. *Patent No. 2566137 Rossijskaya Federaciya, MIIK B01D 11/04(2006.01). Tsentrobezhnyy ekstraktor* [Centrifugal extractor], No. 2013146615/05; zajavl. 22.10.2013; opubl. 20.10.2015, Bjul. No. 29, 8 p. (In Russ.).
 5. Vorobieva G. Ya. *Korroziionnaya stoykost' materialov v agressivnykh sredakh* [Corrosion resistance of materials in aggressive environments]. Moscow, Khimiya, 1975, 816 p.
 6. *Khimicheskaya stoykost' polipropilena k razlichnym zhidkostyam pri 20 °C, 60 °C, 100 °C, ne podvergnutogo mekhanicheskomu vozdeystviyu* [Chemical resistance of polypropylene to various liquids at 20 °C, 60 °C, 100 °C, not subjected to mechanical action], 2016, 7 p. (In Russ.). Available at: https://www.zurolplast.ru/wp-content/uploads/2016/02/himicheskaya_stoykost_PP.pdf (accessed 28.03.2023).
 7. Elbert A. A. Razdelenie zhidkih organicheskikh smesey diffuzionnym proniknoveniem cherez neporistye polimernye membrany [Separation of liquid organic mixtures by diffusion penetration through non-porous polymeric membranes]. *Uspekhi himii* [Russian Chemical Reviews], 1973, Vol. XLII, No. 12, pp. 2130–2151. (In Russ.).
 8. Aminabhavi T. M., Phayde H. T. S. Molecular transport of alkanes through thermoplastic miscible blends of ethylene-propylene random copolymer and isotactic polypropylene. *Journal of Applied Polymer Science*, 1995, Vol. 55, No. 9, pp. 1335–1352.

Информация об авторах

А. Ю. Соколов — аспирант;

А. В. Добрынин — главный специалист НТИЦ АО «Кольская ГМК»;

А. Г. Касиков — кандидат химических наук, заведующий лабораторией.

Information about the authors

A. Y. Sokolov — PhD Student;

A. V. Dobrynin — Chief specialist of the RDC of “Kola MMC”;

A. G. Kasikov — PhD (Chemistry), Head of laboratory.

Статья поступила в редакцию 14.02.2023; одобрена после рецензирования 03.04.2023; принята к публикации 10.04.2023.
The article was submitted 14.02.2023; approved after reviewing 03.04.2023; accepted for publication 10.04.2023.