

Рис. 1. а) СЭМ изображение композита на основе ПВДФ и хлопьев углерода, б) Кривые пьезофотокаталитического разложения МС (1 мг/л, 20 мл) в зависимости от времени облучения ультрафиолетовым светом

Список литературы

1. Orudzhev F. et al., // *Nano Energy*, 2021. – V. 90. – P. 106586.
2. Lu L. et al. // *Nano Energy*, 2020. – V. 78. – P. 105251.
3. Zhou X. et al. // *Nano Energy*, 2022. – P. 107141.
4. Kalimuldina G. et al. // *Sensors*, 2020. – V. 20. – № 18. – P. 5214.
5. Kaspar P. et al. // *Polymers*, 2020. – V. 12. – № 12. – P. 2766.

АНАЛИЗ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИИЗОБУТИЛЕНА

А. А. Базилева

Научный руководитель – к.х.н., доцент Т. Н. Волгина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, aab151@tpu.ru

Полиизобутилен – это продукт полимеризации изобутилена. В зависимости от степени полимеризации внешний вид полимера может изменяться от жидкости различной вязкости до эластичного каучукоподобного вещества. При этом молекулярная масса полимера зависит от чистоты, концентрации мономера, условий полимеризации и природы катализатора.

Полиизобутилен (ПИБ) является очень востребованным на рынке, в виду своих свойств и областей применения. В 2020 году объем рынка полиизобутилена превысил 2 миллиарда долларов [1]. ПИБ широко применяют для производства герметиков, водонепроницаемых тканей, электроизоляционных и антикоррозионных покрытий химического оборудования и трубопроводов. Полиизобутилен также является хорошим гидроизоляционным материалом.

Исходное сырье для полимеризации – изобутилен, обычно извлекают из газовых смесей, полученных в результате крекинга или пиролиза

нефтяных фракций. Изобутилен является типичным мономером, полимеризующимся по полярному катионидному механизму через стадии инициирования, роста и обрыва цепи. Реакция полимеризации обычно происходит при температуре –(80–100) °С, концентрации катализатора – 0,3 % (масс.) и содержание мономера в растворе – от 15 до 30 % (масс.) (схема 1).

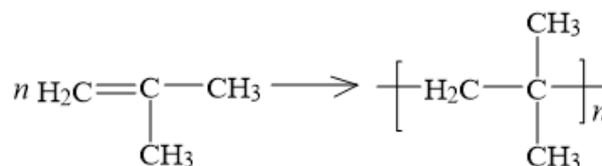


Схема 1.

В настоящее время существует два основных метода производства высокомолекулярного ПИБ [2], отличающиеся между собой не только природой катализатора и растворителя, но и

аппаратурным оформлением. В первом способе в качестве катализатора используется трехфтористый бор, а в качестве растворителя этилен, основным аппаратом служит ленточный полимеризатор. Во втором способе полимеризация проходит в растворе метилхлорида или этилхлорида с использованием $AlCl_3$ в качестве катализатора в обычном емкостном реакторе, снабженным рубашкой и мешалкой.

Наиболее активным катализатором является трехфтористый бор (катализатор, который используется в первом методе). При использовании данного катализатора время полимеризации составляет всего доли секунды. Он является газообразным веществом, поэтому имеет ряд преимуществ перед другими катализаторами: легко и быстро удаляется из полимера при нагревании, его легко дозировать, и он отлично смешивается с другими компонентами.

Полимеризацию необходимо проводить при пониженной температуре, однако, поддерживать температуру достаточно сложно из-за высокой экзотермичности процесса. Для решения данной проблемы и эффективного отвода выделяющегося тепла используют внутреннее и наружное охлаждение. При внутреннем охлаждении растворитель или разбавитель добавляют непосредственно в реакционную массу, и съем обра-

зовавшегося тепла в данном случае происходит за счет их испарения. При наружном охлаждении – хладагент подается в рубашку аппарата, и отвод тепла осуществляется через поверхность аппарата. В качестве хладагентов можно использовать различные предельные и непредельные углеводороды, например, этан, бутан, этилен или бутилен. Но по сравнению с другими растворителями наиболее эффективным является этилен. При этом необходимо поддерживать оптимальное значение содержания мономера в растворе на уровне 15–30 % масс. [2].

После полимеризации полимер отправляется на дегазацию, где происходит удаление летучих компонентов смеси. Затем полимер промывают водой и раствором щелочи для удаления остатков катализатора. После промывки и очистки, полимер сушат, гомогенизируют, охлаждают и упаковывают.

На основании проведенного анализа особенностей химии и технологии промышленного получения высокомолекулярного ПИБ определили, что эффективнее будет проводить процесс в ленточном реакторе в присутствии катализатора BF_3 (0,3 % масс.) и жидкого этилена в качестве хладагента при температуре $-(80-100)^\circ C$ и давление – 2–6 МПа.

Список литературы

1. *Polyisobutylene Market* [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/polyisobutylene-pib-market>.
2. Белокурова А. П., Агеева Т. А. *Химия и технология получения полиолефинов*. – Иваново: Ивановский гос. хим.-технол. ун-т, 2011. – 126 с.