

мас. совместителя данный показатель увеличивается и для полимерного композита с включением частиц АСМ составляет 1674 МПа и 1543 МПа для композита с частицами ПСМ. Наибольшие показатели прочности при растяжении достигаются для композитов ПП с 13 % мас. АСМ при включении 1 % мас. силианового совместителя.

Аналогичные результаты были получены и при исследовании данных образцов при статическом трехточечном изгибе, так введение малеинового совместителя приводит к повышению модуля Юнга и прочности полимерных композитов с включением как частиц АСМ, так и ПСМ.

Список литературы

1. Цвайфель Х., Маер Р. Д., Шиллер М. *Добавки к полимерам. Справочник / пер с англ под ред В. Б. Узденского, А. О. Григорова.* – СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. – С. 860.

ВЫБОР СУЛЬФИРУЮЩЕГО АГЕНТА В ПРОИЗВОДСТВЕ СУЛЬФОКАТИОНИТА КУ-2

А. В. Радионов

Научный руководитель – к.х.н., доцент О. В. Ротарь

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, avr32@tpu.ru*

Катионообменные смолы марки КУ-2, благодаря наличию сульфогруппы, активно используются в промышленности для очистки сточных вод, а также в качестве катализатора этерификации, дегидратации спиртов, алкилирования и других химических реакций [1]. Данные катиониты получают путём прямого сульфирования сополимера. Исследование данного процесса и выбор оптимальных условий его проведения являются актуальными задачами современной химии.

Целью данной работы является исследование влияния сульфорирующих агентов на эксплуатационную характеристику катионообменных смол – обменную ёмкость.

В качестве основного полимерного объекта для получения катионита был выбран сополимер стирола с дивинилбензолом, содержащий 8 % ДВБ. Для повышения полноты превращения необходимо предварительное набухание сополимера в растворителе. Сульфорирующими агентами были выбраны концентрированная серная кислота в силу своей доступности и экономично-

Максимальные значения модуля упругости составляют 1964 МПа и 1631 МПа соответственно.

Включение малеинового ангидрида и силианового совместителя приводит уменьшению стойкости образцов к напряжению с высокой скоростью сдвига и при включении 1 % мас. совместителей показатели ударной вязкости всех полимерных композитов в среднем понижаются на 12 %.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (код научной темы FZWU-2023-0002).

сти по сравнению с другими и хлорсульфоновая кислота, обладающая высокой активностью [2].

Условия проведения синтеза указаны в таблице 1. Взвешенную навеску сополимера и отмеренное количество растворителя загрузили в трёхгорлую колбу с термометром, обратным холодильником и мешалкой. Содержимое колбы выдерживали при комнатной температуре, после чего избыток растворителя сливали. При непрерывном нагревании и медленном перемешивании в колбу по каплям приливали сульфорирующий агент. По окончании реакции сульфированный сополимер отфильтровывали на воронке Бюхнера через фильтр из асбестовой ткани. Для предотвращения растрескивания гранул их промывали на фильтре растворами сульфорирующего агента с уменьшающейся концентрацией.

Полученные катиониты представляют собой тёмно-жёлтые и коричневые гранулы сферической формы, обладающие химической стойкостью к щелочам, кислотам и органическим растворителям.

Таблица 1. Условия сульфирования и результаты исследования полученных катионитов

Сульфорирующий агент	Серная кислота	Хлорсульфоновая кислота
Масса сульфорирующего агента, г	36,7	35,3
Масса сополимера, г	5	5
Условия для набухания сополимера	40 мл хлороформа, 3 ч	40 мл хлороформа, 2 ч
Температура сульфирования, °С	90	80–85
Продолжительность сульфирования, ч	3	3
Статическая обменная ёмкость, мг-экв/г	4,6	5,1

Одной из важнейших эксплуатационных характеристик ионообменной смолы является её обменная ёмкость, которая определяется количеством ионов, поглощенных 1 граммом ионита [3]. На основании данного показателя можно судить, насколько полно было проведено сульфирование. Обменная ёмкость была определена в статических условиях, прямым титрованием фильтрата смеси 0,1N раствора гидроксида натрия и 1 грамма сульфокатионита, выдержанной 24 часа.

В качестве титранта использовался раствор 0,1N соляной кислоты. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Список литературы

1. Ровкина Н. М. *Химия и технология полимеров. Получение полимеров методами поликонденсации и полимераналогичных превращений.* – СПб.: Лань, 2019. – 432 с.
2. Леонова М. В. *Сульфирование: Практикум.* – Самара: Самарский государственный технический университет, 2005. – 57 с.
3. Зубакова Л. Б., Тевлина А. С., Даванков А. Б. *Синтетические ионообменные материалы.* – М.: Химия, 1978. – 184 с.

ПОЛУЧЕНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ ДИЕНОВ

Е. А. Резинкина

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л. С. Сорока

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск, проспект Ленина, 43, ear22@tpu.ru*

Поиск альтернативного сырья, обладающего рядом характеристик обеспечивающих низкую стоимость, постоянно является актуальным вопросом в любом производственном процессе. На сегодняшний день быстрое развитие промышленности портативных электронных устройств, электромобилей и накопителей энергии требует увеличение удельной мощности и плотности энергии в литий-ионных батареях. Поэтому методы повышения плотности энергии

Таким образом, синтезированные сульфокатиониты обладают статической обменной ёмкостью, которая соответствует ГОСТ 20298-74 (4,6–5,2 мг-экв/г). В силу высокой стоимости и химической агрессивности хлорсульфоновой кислоты, что может затруднить обеспечение безопасности производства, наиболее оптимальным сульфорирующим агентом является концентрированная серная кислота. Однако стоит учитывать, что при проведении сульфирования серной кислотой температура должна поддерживаться не менее 90 °С из-за её меньшей активности, чем у хлорсульфоновой кислоты, а также более длительное набухание исходного сополимера.

коммерческих литий-ионных аккумуляторов являются важной темой исследований. Ключевым фактором, ограничивающим удельную мощность и удельную энергию аккумуляторов, является эффективность катодного материала.

Среди разных катодных материалов в последнее время все большее внимание производителей привлекает сера из-за более высокой теоретической удельной мощности, в том числе из-за теоретической удельной энергии