

IMPREGNATION OF POLYMERS WITH LOW MOLECULAR WEIGHTS IN THE PRESENCE OF SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE

Berdieva Zulfiya Muhiddinovna

Lecturer, Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Republic of Uzbekistan

Gaybullaeva Gulbadanbegim Kaxramonovna

Student, Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Republic of Uzbekistan and Republic of Belarus

Akramov Behruz

Student, Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Republic of Uzbekistan

Abstract

SCFs can be used as a solvent in polymerization processes instead of organic solvents, which makes the solvent removal step relatively easy and eliminates the energy-intensive polymer drying process.

Keywords: Polymerization reactions, supercritical CO₂, polymer surface layer, food product technology.

Реакции полимеризации в среде скСО₂ демонстрируют также быструю конверсию мономера и получение полимеров с высокой молекулярной массой. Мономеры для синтеза высокомолекулярных веществ изначально растворимы в скСО₂, в то время как молекулы полимера с определенной молекулярной выпадают в осадок. Это позволяет получать полимеры с узким молекулярно-массовым распределением, при этом меняя плотность флюида можно контролировать молекулярную массу синтезируемого полимера.

В среде скСО₂ наиболее распространены реакции цепной радикальной полимеризации. По способу проведения реакции полимеризации в скСО₂ разделяют на гомогенные и гетерогенные, к которым относятся суспензионная, эмульсионная, осадительная и дисперсионная полимеризация. При поликонденсации в скСО₂ побочные продукты извлекают в довольно мягких условиях, что позволило синтезировать сложные полиэфиры, полиамиды (нейлоны), полиуретаны и полиэфиркарбонаты. Использование скСО₂ в качестве реакционной среды и реагента дает возможность управлять структурой полимера путем изменения давления и температуры. В процессах ступенчатой полимеризации скСО₂ может играть роль как растворителя, так и реагента, а также способствует удалению выделяющихся низкомолекулярных соединений. После завершения синтеза в скСО₂ достаточно сбросить давление и удалить углекислый газ в атмосферу. В такой схеме синтеза удастся избежать долгой очистки полимера от органических растворителей. Более того, сверхкритическим СО₂, можно очистить готовый продукт от остатков мономера и инициатора реакции – достаточно промыть получившийся полимер свежим флюидом. Благодаря высокой скорости диффузии очищает он легко и быстро.

Процессы эмульсионной и суспензионной полимеризации, в которых мономер и полимер обладают очень низкой растворимостью в непрерывной фазе, применяют для синтеза полимеров на основе гидрофобных виниловых мономеров в воде. Сверхкритический СО₂ действует в этих случаях как регулируемый с помощью давления порообразователь. Кроме того, от давления зависят и молекулярно-массовые характеристики полимера: его повышение приводит к увеличению диаметра частиц (до 8-22 мкм).

Методом осадительной полимеризации в среде скСО₂ были синтезированы различные полимеры, прежде всего акрилаты, при этом продукты выделяли в виде сухих порошков непосредственно из реактора после сброса давления.

Помимо среды для реакций полимеризации, СКФ применяют для модификации готовых полимеров. Некоторые полимеры набухают в сверхкритическом СО₂, поглощая при этом до 30 массовых процентов скСО₂. Это позволяет получать микропористые материалы. При переходе в сверх

критическое состояние флюид пропитывает полимер, а затем при декомпрессии быстро улетает, оставляя открытые поры (рис. 1).

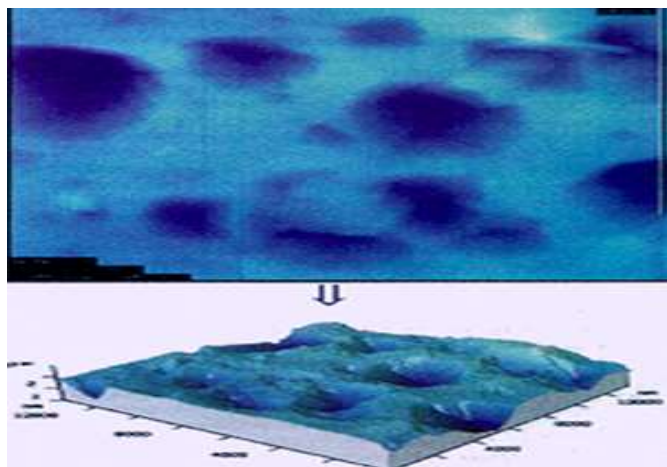


Рисунок 1. Поры в полиэтилене после обработки scCO_2

Аналогично модифицируют поверхности полимеров. В этом случае вещество, растворенное во флюиде, вместе с ним проникает внутрь полимера. С помощью флюида в поверхностный слой полимера удастся вводить множество веществ – например, светостабилизаторы или красители.

Модификация полимеров в СКФ является хорошей альтернативой традиционным методом, так как позволяет, используя очень мягкие условия, избежать возможных побочных реакций. Применение scCO_2 обеспечивает более высокую дисперсию реагентов в полимерной матрице при низкой температуре.

Очень интересная область использования этой технологии – создание лекарств с замедленным действием. Полимер погружают в раствор лекарства в сверхкритическом CO_2 , он набухает во флюиде, и в поверхностный слой легко проникают большие молекулы лекарства. Но после сброса давления CO_2 быстро улетит, а лекарство останется. У его молекул малый коэффициент диффузии, и они будут медленно выходить из полимера. Зная коэффициент диффузии, можно рассчитать дозу и сделать препарат с заданным временем действия.

Экспериментальная часть. Оборудование. Модификацию полимеров проводили с использованием установки СКФ Мини-лаб, разработанной в ФИЦ «Кристаллография и фотоника» (рис 2).

Установка содержит модульный реактор высокого давления, конструкцию которого можно настраивать в зависимости от задач, возникающих при проведении физико-химических процессов в среде СКФ, в том числе с обеспечением оптической диагностики и лазерного воздействия.

Эта установка “СКФ-мини-лаб” универсальная и отвечающей современным запросам по надежности, точности и безопасности.

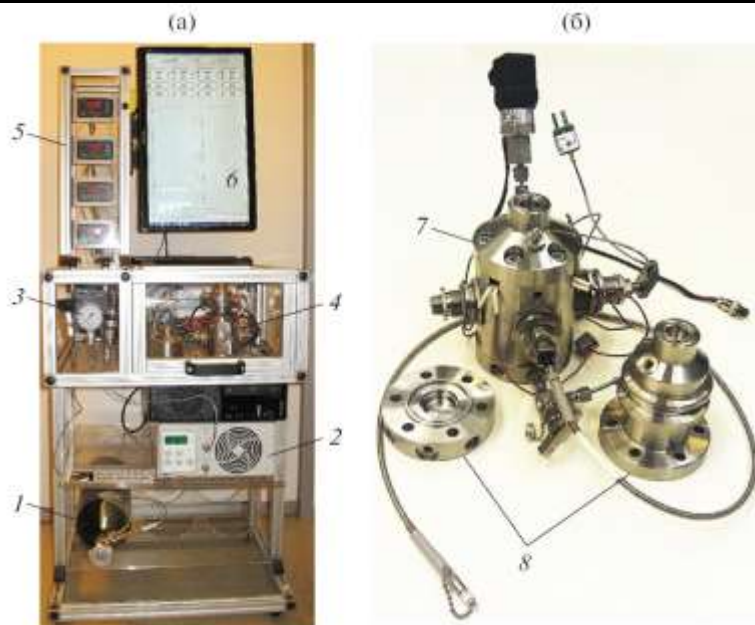


Рисунок 2. а – фотография установки (1 – баллон с диоксидом углерода, 2 – плунжерный охлаждаемый насос высокого давления, 3 – модуль с компонентами высокого давления, 4 – модуль с реакторами высокого давления, 5 – модуль с терморегуляторами и измерителями; 6 – сенсорный монитор); б – фотография основной конфигурации модульного реактора высокого давления (7) с дополнительными модулями (8).

Все элементы установки закреплены на несущей раме из алюминиевого профиля сечением $30 \times 30 \text{ мм}^2$ с панелями из листового поликарбоната и листовой нержавеющей стали (рис. 2а). В отдельных блоках размещены плунжерный охлаждаемый насос высокого давления 2, модуль с компонентами высокого давления 3, модуль с реакторами высокого давления 4, модуль с терморегуляторами и измерителями 5, сенсорный монитор для управления системой 6. Модульный реактор высокого давления (7 на рис. 2 б) с различными дополнительными модулями 8 позволяет настраивать конструкцию практически в произвольной конфигурации. В основной части реактора находятся разъемы для установки четырех нагревателей патронного типа, которые могут обеспечивать равномерный нагрев камеры с помощью пропорционально-интегрально-дифференцирующего регулятора.

Система адаптирована для работы со сверхкритическим диоксидом углерода при давлениях до 40 МПа и температуре до $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Использованная литература.

1. Б.Т.Мухамадиев. (2007). Химические опасности в пищевых продуктах. Монография, Бухара, Техно-гасвир.
2. V.De.Meulenaer. (2016). Chemieme hazards. *Safety in the agri-food chain, Acad.Publ.,Wagemingen*, 170.
3. Б.Т.Мухаммадиев, З.Б.Мухамадиева. (2021). Анализ химических опасностей в пищевых продуктах. *Развитие науки и технологий, Бух., № 4*.
4. Luning, P. A., Marcelis, W., & van der Spiegel, M. (2006). Quality assurance systems and food safety. *Safety in the Agri-Food Chains*, 249-297.
5. Бердиева, З. М., & Мухамадиева, З. Б. (2020). Проблемы и перспективы цепи снабжения агропроизводства. *Universum: технические науки*, (5-1 (74)), 10-13.
6. Бердиева, З. М., & Гафурова, Г. А. (2015). Химические проблемы экологии в пищевой промышленности и пути их решения. *Молодой ученый*, (9), 453-455.
7. Мухамадиева, К. Б., & Каримова, З. М. (2020). Математический аппарат процессов криообработки растительных материалов. *Universum: технические науки*, (6-2 (75)), 73-75.

8. Адизова, Н. З. (2017). Изучение радикальной сополимеризации гетероциклических эфиров (мет) акриловых кислот со стиролом. *Интернаука*, (8-2), 39-42.
9. Жумаев, Ж. Х., & Шарипова, Н. У. (2019). Структурно-механические характеристики композиций на основе электрохимического модифицированного крахмала и полимеров. *Universum: химия и биология*, (11-1 (65)), 74-76.
10. Садикова, М. И., & Касимова, Н. А. (2021). К вопросу оценки химической безопасности пищевых продуктов. *Universum: химия и биология*, (6-2), 25-28.
11. Мухаммадиев, Б. Т., & Джураева, Л. Р. (2020). Параметрический анализ CO₂ экстракции растительных ингредиентов. *Universum: химия и биология*, (2 (68)).