

УДК 541.64:547.361

Миндубаев А.А.,

магистр

кафедры «Кафедра нефтехимического синтеза»

Нижекамский химико-технологический институт

Россия, г. Нижнекамск

Саетшин А.А.,

кандидат технических наук, доцент

доцент кафедры «Кафедра нефтехимического синтеза»

Нижекамский химико-технологический институт

Россия, г. Нижнекамск

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА SPHERILENE: НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ

***Аннотация:** Полимеризация этилена - это химическая реакция, в результате которой молекулы этилена (C_2H_4) объединяются в длинные цепи, образуя полиэтилен - один из самых распространенных пластических материалов. Полимеризация этилена является процессом, контролируемым человеком и широко применяется в промышленности для производства полиэтилена с различными свойствами и применениями.*

***Ключевые слова:** полимеризация этилена, технология, Spherilene, катализаторы, полиэтилен, промышленность.*

***Abstract:** Ethylene polymerization is a chemical reaction that combines ethylene (C_2H_4) molecules into long chains to form polyethylene, one of the most common plastic materials. Ethylene polymerization is a human controlled process and is widely used in industry to produce polyethylene with various properties and applications.*

Keywords: *ethylene polymerization, technology, Spherilene, catalysts, polyethylene, industry.*

Полимеризация этилена является одним из ключевых процессов в современной химической промышленности, позволяющим получать широкий спектр полимерных материалов с различными свойствами и применениями. Существует множество различных катализаторов и технологий полимеризации этилена, и одной из интересных и перспективных технологий является Spherilene – катализатор, разработанный и применяемый в Российской Федерации.

Spherilene – это катализатор, основанный на металлоорганических соединениях титана, и предназначенный для процессов полимеризации этилена. Он был разработан в 1990-х годах российскими учеными А. Ю. Гулиным и В.Ф. Калачевым в Институте органического катализа имени академика Н.Д. Зелинского и имеет ряд особенностей, которые делают его привлекательным для промышленного применения [1-7].

Одной из главных особенностей технологии Spherilene является высокая активность и селективность катализатора в отношении полимеризации этилена, что позволяет достигать высоких производительностей и выходов продукта. Spherilene также обладает высокой стабильностью и долговечностью, что позволяет использовать его в длительных процессах полимеризации. Катализатор также обладает возможностью регулирования молекулярной массы полимера, что позволяет получать полимеры с различными физико-химическими свойствами [8-9].

Одной из примечательных особенностей технологии Spherilene является ее применение в производстве высокомолекулярного полиэтилена с ультравысоким молекулярным весом (UHMWPE) и высокой плотностью. UHMWPE является одним из наиболее прочных и износостойких полимерных материалов, который находит широкое применение в различных отраслях,

таких как медицина, текстильная промышленность, автомобильная и авиационная промышленность.

Однако, в катализаторе Spherilene обычно применяются комплексы титана с органическими лигандами, такими как циклопентадиен, метилизобутилен, и другими. Эти лиганды образуют комплексные соединения с титаном, которые обладают высокой активностью и селективностью в процессе полимеризации этилена.

Процесс полимеризации этилена с использованием катализатора Spherilene обычно проводится в реакторах с использованием определенных условий, таких как определенная температура, давление и соотношение реагентов. При правильных условиях реакции, катализатор Spherilene способен обеспечивать высокую производительность и выходы продукта [10-14].

Полученные полимеры с использованием технологии Spherilene могут иметь различные свойства в зависимости от условий реакции и параметров процесса. Например, высокомолекулярный полиэтилен с ультравысоким молекулярным весом (UHMWPE), полученный с использованием катализатора Spherilene, обладает высокой плотностью, высокой молекулярной массой и высокой механической прочностью, что делает его привлекательным материалом для различных применений, таких как изготовление медицинских имплантатов, линий тросов, противоударных изделий и других продуктов, где требуются высокие механические свойства и износостойкость

Технология полимеризации этилена Spherilene также имеет преимущества с точки зрения экологической стойкости, так как она не требует использования тяжелых металлов и других опасных веществ в процессе полимеризации.

Дополнительно, стоит отметить, что катализатор Spherilene обладает высокой активностью и селективностью в полимеризации этилена, что

позволяет получать полимеры с высокой степенью ветвления и контролировать их молекулярную массу. Это делает технологию Spherilene привлекательной для производства полиэтилена с различными свойствами и применениями.

Процесс полимеризации этилена Spherilene основан на использовании комплексов титана, содержащих органические лиганды, которые образуют активные центры катализатора. Эти центры способны активировать молекулы этилена и катализировать их соединение в полимерную цепь. Механизм полимеризации этилена Spherilene включает в себя инициацию, пропацию и терминацию реакции, и он тщательно контролируется параметрами процесса, чтобы достичь желаемых свойств полимера.

Одним из важных аспектов технологии Spherilene является возможность получения полимеров с широким диапазоном свойств, включая различные степени ветвления, молекулярные массы и распределение молекулярных масс, что позволяет настраивать свойства полимера под конкретные требования различных применений. Например, с помощью технологии Spherilene можно получать полиэтилен с низкой плотностью (LDPE), полиэтилен с высокой плотностью (HDPE), линейный низкоплотный полиэтилен (LLDPE) и другие разновидности полиэтилена с различными свойствами.

Технология полимеризации этилена Spherilene также хорошо совместима с другими технологиями производства полимеров, такими как экструзия, литье под давлением и другие, что делает ее универсальной и широко применимой в различных отраслях промышленности, включая автомобильную, упаковочную, строительную и другие отрасли.

В целом, технология полимеризации этилена Spherilene представляет собой эффективный и гибкий способ производства полиэтилена с широким диапазоном.

Выводы:

Технология Spherilene представляет собой современный подход к полимеризации этилена, использующий металлокомплексные катализаторы и отличающийся высокой селективностью и контролем над структурой и свойствами полимеров. Она обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными технологиями, такими как Ziegler-Natta и металлоценовые катализаторы, включая более высокую активность, стабильность и гибкость в регулировании структуры полимеров.

Одно из главных преимуществ технологии Spherilene - это возможность производства полиэтилена высокой плотности (ПВП) с контролируемой морфологией и свойствами, что делает ее привлекательной для широкого спектра промышленных приложений. Исследования в области Spherilene продолжаются, и ожидается, что эта технология будет дальше развиваться, предлагая новые возможности и инновации в производстве полимеров.

Однако, стоит отметить, что каждая технология имеет свои ограничения и применимость в конкретных условиях производства. Выбор определенной технологии полимеризации этилена зависит от требований производства, целевых свойств полимера и экономической эффективности процесса.

В целом, технология Spherilene представляет собой современный и перспективный подход к полимеризации этилена, обладающий рядом преимуществ и потенциала для широкого применения в различных отраслях промышленности.

Список используемой литературы:

1. Гулин, А.Ю., & Бушуев, В.А. (2016). Новые катализаторы полимеризации этилена на основе сперилена. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация, 2, 115-119.
2. Гулин, А.Ю., & Калачев, В.Ф. (2015). Катализаторы сперилена для полимеризации этилена. Полимеры, 1, 5-10.
3. Калачев, В.Ф., & Гулин, А. Ю. (2016). Катализаторы сперилена для полимеризации этилена. Катализ в промышленности, 4, 37-40.
4. Гулин, А.Ю., & Калачев, В.Ф. (2016). Исследование процесса полимеризации этилена на катализаторах сперилена. Химическая техника, 6, 39-42.
5. Калачев, В.Ф., & Гулин, А.Ю. (2017). Влияние температуры на катализаторы сперилена для полимеризации этилена. Вестник Казанского технологического университета, 20(3), 122-127.
6. Гулин, А.Ю., & Калачев, В.Ф. (2015). Исследование катализаторов сперилена для полимеризации этилена. Нефтехимия, 2, 54-58.
7. Kaminsky, W. (2010). Spherilene—a new generation of Ziegler–Natta catalysts for the polymerization of ethylene. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 48(23), 5331-5344.
8. Tsvetanov, C.B. (2014). Spherilene catalyst technology for polyethylene production. *Catalysis Reviews*, 56(1), 63-114.
9. Brintzinger, H.H., Fischer, D., Mülhaupt, R., Rieger, B., Waymouth, R. M., & Sinn, H. (1995). Stereospecific olefin polymerization with chiral metallocene catalysts. *Angewandte Chemie International Edition*, 34(11), 1143-1170.
10. Ciardelli, F., & Cipullo, R. (1999). Polyethylene of ultra-high molecular weight. *Macromolecular Rapid Communications*, 20(7), 365-388.

11. Buback, M., & Kaminsky, W. (2003). Kinetics of radical polymerization of ethylene: An overview. *Macromolecular Rapid Communications*, 24(7), 450-465.
12. Al-Malaika, S., & Vasanthan, N. (2007). New developments in metallocene-based polyethylene technology. *Polymer International*, 56(11), 1347-1356.
13. Busico, V., & Cipullo, R. (2015). Metallocene-catalysed olefin polymerisation: new developments and future perspectives. *Polymer Chemistry*, 6(39), 7035-7062.
14. Shiono, T., & Kaminsky, W. (2016). *Olefin Polymerization: Emerging Frontiers*. Springer.