

УДК 678.742.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Пилин М.О., ассистент каф.УПИИЗ, магистрант гр.ХПм-151, I курс;

Санников А.В., магистрант гр.ХПм-151, I курс;

Гусева А.С., магистрант гр.ХПм-151, I курс;

Научные руководители: Теряева Т.Н., д.т.н., профессор;

Костенко О.В., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачёва
г. Кемерово

В последние годы наблюдается повышенный интерес к новым синтетическим полимерам, которые обладают рядом уникальных свойств. Этому в значительной степени способствует разработка и внедрение новейших каталитических систем, что, в свою очередь, позволяет получить целый ряд высоко- и сверхвысокомолекулярных полимеров, обладающих свойствами, отсутствующими у более низкомолекулярных продуктов. Среди данных полимеров наибольший интерес вызывает сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) ввиду наличия целого комплекса ценных свойств [1-5].

К СВМПЭ относят полиэтилены (ПЭ), обладающие молекулярными массами (ММ) более $1,5 \cdot 10^6$. СВМПЭ проявляет уникальные механические свойства, обладает высокой износостойкостью, стойкостью к удару и истиранию и абразивному износу, превосходя по данным качествам другие полимеры и многие сорта стали. СВМПЭ имеет хорошие антифрикционные свойства, сравнимые с фторопластами и полиамидами. Высокая вязкость расплава СВМПЭ не позволяет использовать обычные и наиболее эффективные для термопластов методы переработки.

СВМПЭ может перерабатываться следующими методами: спекание, прессование, гель-формование, рэм-экструзия, а также напыление на поверхности изделий методами электростатического и горячепламенного напыления.

Уникальное сочетание химической стойкости, твёрдости, скольжения, относительно низкая стоимость СВМПЭ позволяют использовать его как в качестве экономически эффективной замены дорогостоящих материалов, так и в качестве материала, оптимального для определенных задач.

Из СВМПЭ получают различные изделия: листы и пластины (направляющие и облицовка для бункеров, кузовов карьерных самосвалов, вагонов и различных механизмов в горнорудной промышленности); детали и элементы конструкций, подвергающиеся ударной нагрузке и истиранию в машиностроении; сепараторы для автомобильных аккумуляторов; эндопротезы; ленты и пластины для изготовления скользящих поверхностей

спортивного инвентаря (лыжи, сноуборды и др.); фильтры для работы в агрессивных средах в пищевой и химической промышленности; тонкослойные антикоррозионные покрытия металлических емкостей и деталей; высокопрочные нити для изготовления средств бронезащиты и канатов; морозостойкие композиционные материалы для уплотнительных резинотехнических изделий [1-5].

Целью научной работы является исследование технологических свойств СВМПЭ (ООО «Томскнефтехим») с молекулярной массой 610 000 и 3 000 000 для получения деталей и элементов конструкций, подвергающихся ударной нагрузке и истиранию в машиностроении (катки, зубчатые передачи, опорные втулки, направляющие и др.).

Для достижения цели была поставлена задача – исследовать технологические свойства СВМПЭ с целью определения методов переработки и технологических параметров переработки СВМПЭ.

Для исследования свойств СВМПЭ определялись плотность (ГОСТ 15139), содержание влаги и летучих веществ (ГОСТ 19728.19), удельный объем и насыпная плотность (ГОСТ 11035).

Исследования размеров надмолекулярной структуры СВМПЭ проведены на микроскопе растровом JEOL JSM - 6390LA, термохимических свойств – на Синхронном термоанализатор-дерииватографе STA 409 Luxx фирмы Netzsch с масс-спектрометрической приставкой «Aeolos» в атмосфере воздуха.

Таблица 1 – Технологические свойства СВМПЭ

ММ СВМПЭ	Размеры частиц, мкм	$\rho_{\text{нас}}$, кг/м ³	$V_{\text{уд}} \times 10^3$, м ³ /кг	$\rho_{\text{ист}}$, кг/м ³
610 000	20–400	498±8	2,01	1006±25
3 000 000	40–600	472±2	2,12	918±19

где $\rho_{\text{нас}}$, $\rho_{\text{ист}}$ – насыпная и истинная плотность СВМПЭ, кг/м³; $V_{\text{уд}}$ – удельный объем, м³/кг.

При увеличении в 750 раз СВМПЭ 610000 и 3000000 обнаружено, что частицы данных образцов имеют неправильную округлую форму. Размеры частиц СВМПЭ 610000 составляют порядка 20–400 мкм, а у СВМПЭ 3000000 – 40–600 мкм. По виду частицы похожи на агломераты, собранные из более мелких округлых частиц.

Увеличение изображения в 1500 раз СВМПЭ 610000 позволило определить, что частицы имеют мелкозернистую и глобулярную структуру, в которой части глобул или зерен объединены с соседними структурами связями в виде «мостиков», а СВМПЭ 3000000 не имеет данных связей между частицами.

По размеру частиц СВМПЭ 610000 можно отнести к высокодисперсным (10 – 40 мкм) и среднедисперсным (40 – 250 мкм), а СВМПЭ 3000000 – среднедисперсным (40 – 250 мкм) и крупнодисперсным (250 – 1000 мкм).

Насыпная плотность СВМПЭ 610000 больше по сравнению с плотностью СВМПЭ 3000000, следовательно СВМПЭ 610000 имеет более плотную упаковку частиц. Истинная плотность СВМПЭ 610000 тоже больше по сравнению с плотностью СВМПЭ 3000000 (на 9 %) следовательно глобулы СВМПЭ 610000 имеют более высокие межмолекулярные взаимодействия.

Содержание влаги и летучих веществ в данных образцах составляет 0 %, следовательно перед переработкой не требуется предварительная сушка.

Таблица 2 – Термохимические свойства СВМПЭ с ММ 610000 и ММ 3000000

СВМПЭ с ММ	Плавление, °С	Окисление, °С	Окончательные процессы окисления, °С	Деструкция, °С
610000	134,7	214,0–249,3	410,0	439,6
3000000	140,5	209,0–260,0	390,0	440,0

Исследование термохимических свойств образца полимера СВМПЭ с ММ 610000 показало:

1. Температура плавления – 134,7 °С, потеря массы составила 13 %.
2. Температура окисления – 214,0-249,3°С, потеря массы составила 31 %.
3. Окончательные процессы окисления при 410,0°С, уменьшение массы на 43 %.
4. Заключительный этап – это деструкция при температуре 439,6 °С, уменьшение массы на 12 %.
5. Образец полностью сгорает.

Определение термохимических свойств СВМПЭ с ММ 3000000 дало следующие данные:

1. Температура плавления – 140,5 °С, потеря массы составила 26 %.
2. Температура окисления – 209,0-260,0°С, потери массы составили 38 %.
3. Окончательные процессы окисления при 390,0°С, уменьшение массы на 23 %.
4. Заключительный этап – это деструкция при температуре 440,0 °С изменение массы на 12 %.
5. Образец полностью сгорает.

Таким образом можно сделать вывод, что технологические свойства СВМПЭ (ООО «Томскнефтехим») с молекулярными массами 610 000 и 3 000 000 отличаются по плотности, размерам частиц и СВМПЭ с молекулярной массой 610 000 имеет более широкий температурный интервал переработки (134,0–214,0 °С) по сравнению с СВМПЭ с молекулярной массой 3000000 (140,5–209,0 С).

Список использованной литературы

1. *Андреева, И.Н.* Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности/ И. Н. Андреева [и др.] - Л.: Химия, 1982. - 80с.
2. *Майер, Э.А.* Сверхвысокомолекулярный полиэтилен: новая реальность отечественной промышленности полиолефинов / Э.А. Майер [и др.] // Пласт. массы. - 2003. - № 8. - С. 3-4.
3. *Михайлин, Ю.А.* Сверхвысокомолекулярный полиэтилен / Ю.А. Михайлин// Полим. матер. - 2003. - № 3. - С. 18-21.
4. *Stein H.L.* Ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE) // Engineered Materials Handbook. ASM Int., - 1999. - P. 167-171.
5. *Prout E.O.* UHMW polyethylene // Modern Plastics encyclopedia. - 1986-1987. - P. 67-68.