МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО**

Кафедра полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ»

**Физико-химические свойства привитых (со)полимеров полиэтилена с
акриловой кислотой и акрилатом натрия**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 412 группы

направления 04.03.01 «Химия»

Института химии

Хабаровой Софьи Денисовны

Научный руководитель:

Доцент кафедры

к. х. н., доцент

Т.А. Байбурдов

Зав. кафедрой

д. х. н., профессор

А.Б. Шиповская

Саратов 2025

Введение

Актуальность работы. Полиэтилен является одним из наиболее широко используемых полимеров благодаря своей доступности, низкой стоимости и хорошими физико-химическими свойствами. Однако его гидрофобность, химическая инертность и низкая биосовместимость ограничивают его применение в ряде перспективных областей, таких как мембранные технологии, разделительных, электротехнических и фильтрующих технологий, создание композиционных материалов с химической и термической устойчивостью [1].

Среди алифатических полимеров полиэтиленовые и полипропиленовые пленки наиболее распространены для изготовления привитых ионообменных мембран [2]. Одним из эффективных способов модификации полиэтилена является прививочная полимеризация [3], которая позволяет вводить в его структуру различные функциональные группы путем проведения реакции полимеризации мономеров в присутствии полимера и катализатора, изменяя его химические свойства в желаемом направлении. Полимеризация протекает за счет активных центров, которые возникают в полимерной подложке [4]. Прививка мономеров, таких как акриловая кислота и акрилат натрия (АК·Na), представляется перспективной для создания материалов с улучшенными гидрофильными и ионообменными свойствами.

Целью работы является изучение влияния условий прививочной (со)полимеризации акриловой кислоты и акрилата натрия на облучённую полиэтиленовую пленку и анализ физико-химических свойств полученных привитых пленок. Для достижения цели были проведены ряды синтезов с варьированием концентрации акрилата натрия и температурного диапазона.

В качестве **объектов исследования** выбрана облученная (на источнике γ -излучения ^{60}Co) плёнка полиэтилена толщиной 30-35 мкм (марки 15303-003 ГОСТ 16337-77) из ПЭВД, акриловая кислота марки «Л» использовали без дополнительной очистки. В качестве иницирующей системы для привитой

полимеризации использовали, аммоний-железо сернокислое (II) (ГОСТ 4208-72).

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, литературного обзора, экспериментальной части, обсуждения результатов, выводов, и списка используемых источников, включающего 23 наименований. Работа изложена на 41 листах машинописного текста, содержит 19 рисунков.

Основное содержание работы

1. Влияние степени нейтрализации акриловой кислоты на степень прививки и равновесное набухание

Для установления влияния степени нейтрализации акриловой кислоты на начальную скорость, общую степень прививания и равновесную степень набухания привитых пленок пАК–пАК·Na–ПЭВД были проведены серии синтезов при общей концентрации $[АК] + [АК·Na] = 4.86$ моль/л, и варьировании доли $АК·Na = 0 - 1.10$ моль/л в реакционной смеси. В ходе работы был выполнен ряд синтезов при температуре $97 \pm 2^\circ\text{C}$, в которых варьировали степень нейтрализации акриловой кислоты. Для анализа полученных результатов построены зависимости степени прививки от времени синтеза.

Увеличение степени нейтрализации мономера (соответствующее повышению концентрации АК·Na) приводит к увеличению начальной скорости сополимеризации и общей степени прививания, что согласуется с данными о сополимеризации с АК·Na в водных растворах [5]. Для всех исследуемых систем характерно быстрое увеличение степени прививки на начальном этапе, с последующим замедлением через 60 минут. Равновесная степень набухания привитых пленок в дистиллированной воде зависит от доли АК·Na в реакционной смеси (АК и АК·Na) на стадии синтеза, что подтверждает большее участие карбоксилатных групп $-COO^- Na^+$ в

образовании привитых цепей сополимеров пАК–пАК·Na–ПЭВД и регулировании их физико-химических свойств.

2. Влияние температуры на степень прививки акриловой кислоты и равновесное набухание

Влияние температуры реакционной смеси на начальную скорость и общую степень прививания АК и АК·Na на пленку ПЭВД изучили в диапазоне температур 60 – 97±2 °С для [АК·Na]:[АК]=1:9 и от 50 – 97±2 °С для [АК·Na]:[АК]=3:7 при общем содержании АК в реакционной смеси [АК]+[АК·Na]=const. Показано, что увеличение температуры реакционной смеси в исследуемых диапазонах увеличивало начальную скорость и общую степень прививания АК и АК·Na на пленку ПЭВД.

Повышение температуры, как правило, способствует ускорению реакции полимеризации мономеров акрилового ряда, увеличивая начальную скорость полимеризации и степень конверсии. В ранее проведенной работе [1] было указано о необходимости проведения прививания акриловой кислоты на ПЭВД при температурах выше 95°С. Было установлено, что добавка АК·Na позволяет проводить синтез при относительно низких температурах. Такой подход обладает явным преимуществом по сравнению с полимеризацией при высоких температурах.

В диапазоне температур 90 – 97±2°С происходит наиболее быстрое формирование макроструктуры привитых сополимеров, о чем свидетельствует ход кривых равновесной степени набухания.

По зависимости начальной скорости сополимеризации от температуры был проведен расчет начальных скоростей реакции и определены энергии активации с использованием уравнения Аррениуса. Экспериментальные значения составили 34.2 и 52.7 кДж/моль для соотношений [АК·Na]:[АК]=1:9 и [АК·Na]:[АК]=3:7 соответственно.

3. Влияние доли акрилата натрия на кинетический параметр прививочной полимеризации

Для изучения влияния концентрации АК·Na на процесс привитой сополимеризации АК и АК·Na на пленку ПЭВД, были проведены серии синтезов при концентрации $[АК]=2.7$ моль/л, температуре реакционной смеси $80^{\circ}C$ и варьировании концентрации АК·Na, вводимого в реакционную смесь в диапазоне концентраций $0.5 - 2.1$ моль/л.

В ходе экспериментов было обнаружено, что начальная скорость сополимеризации и общая степень прививания возрастают с ростом концентрации АК·Na в реакционной смеси.

Заключение

1. Исследованы влияние условий прививочной (со)полимеризации акриловой кислоты и акрилата натрия на облучённую полиэтиленовую пленку и анализ физико-химических свойств полученных привитых пленок
2. Выявлено, что концентрация ионизированных звеньев в виде солей акрилата натрия оказывает значительное влияние на степень и на начальную скорость прививки акриловой кислоты и акрилата натрия.
3. Показано, что частичная нейтрализация акриловой кислоты позволяет снизить начальную температуру прививки на полиэтиленовую пленку.
4. Установлено, что равновесная степень набухания привитых пленок (ПЭВД) увеличивается с увеличением концентрации АК·Na, введенного в реакционную массу.

Список литературы

1. Обшицер, А. С., Байбурдов, Т. А., Шмаков, С. Л., Швецова, Е. Ю., & Захаревич, А. М. (2024). Прививочная полимеризация метакриловой и акриловой кислот на облученную пленку полиэтилена и оценка прочностных характеристик привитых сополимеров. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология, 24(4), 392-401.
2. Nasef M.M., Hegazy E.S.A. Preparation and applications of ion exchange membranes by radiation-induced graft copolymerization of polar monomers onto non-polar films // Prog. Polym. Sci. 2004. Vol. 29, № 6. P. 499–561.
3. Старанникова Л. Э., Тепляков В. В. Модификация поливинилтриметилсилана радиационной прививкой акриловых мономеров //Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 1991. – Т. 33. – №. 4. – С. 906-913.
4. Кабаков В. Я. Модифицирование поверхности полимеров методом радиационной прививочной полимеризации //Высокомолекулярные соединения. Серия Б. – 1995. – Т. 37. – №. 6. – С. 1107-1120.
5. Куренков А. В. Радикальная сополимеризация 2-акриламидо-2-метилпропансульфоната натрия с акрилатом натрия в растворах. – 2011.