ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ОЛИГОМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, НА ОСНОВЕ ЭПИХЛОРГИДРИНА И 2,4,6-ТРИМЕТИЛ-1,3,5-ТРИАЗИНА, СОДЕРЖАЩИХ СЕРУ И АЗОТ

Шодиева Маъмура Рауповна
Магистр, Бухарский государственный технический университет
Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна
Доценты кафедры Химическая технология, Бухарский государственный технический университет
Умаров Бобурбек Носир угли
Доценты кафедры Химическая технология, Бухарский государственный технический университет
Садикова Мухаё Муратовна
Доценты кафедры Химическая технология, Бухарский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Бухара

Аннотация. Целью данной научно-исследовательской работы является разработка эффективных технологических методов синтеза и комплексное исследование физико-химических свойств новых серо- и азотсодержащих гетероцепных олигомерных соединений. В статье подробно изучены закономерности процессов получения указанных олигомеров, содержащих в своей макромолекулярной структуре функциональные атомы серы и азота. Синтез целевых продуктов осуществлялся на основе направленного химического взаимодействия эпихлоргидрина с 2,4,6-триметил-1,3,5-триазином при варьировании различных параметров протекания реакции. В ходе выполнения работы были детально исследованы, систематизированы и оптимизированы ключевые технологические условия, включая температурные режимы, общую продолжительность кинетических процессов, а также мольное соотношение исходных реагирующих компонентов.

Abstract. The primary objective of this research work is to develop effective technological methods for the synthesis and to conduct a comprehensive investigation of the physicochemical properties of novel sulfur- and nitrogen-containing heterochain oligomeric compounds. The article details the regularities of the processes for obtaining these oligomers, which incorporate functional sulfur and nitrogen atoms into their macromolecular structure. The synthesis of the target products was carried out based on the directed chemical interaction of epichlorohydrin with 2,4,6-trimethyl-1,3,5-triazine under varying reaction parameters. In the course of the work, key technological conditions were thoroughly investigated, systematized, and optimized, including temperature

ISSN 3030-3907

regimes, the total duration of kinetic processes, and the molar ratio of the initial reacting components.

Ключевые слова: эпихлоргидрин, триазин, олигомерные соединения, азотсодержащие соединения, серосодержащие соединения, поликонденсация, термостойкость, химия полимеров, гетероциклические соединения, синтетические материалы.

Keywords: epichlorohydrin, triazine, oligomeric compounds, nitrogen-containing compounds, sulfur-containing compounds, polycondensation, heat resistance, polymer chemistry, heterocyclic compounds, synthetic materials.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishining maqsadi yangi oltingugurt va azot saqlovchi geterozanjirli oligomer birikmalarni sintez qilish va ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini kompleks o'rganish uchun samarali texnologik usullarni ishlab chiqishdan iborat. Ushbu maqolada makromolekulyar tuzilishida funktsional oltingugurt va azot atomlarini o'z ichiga olgan ushbu oligomerlarni olish jarayonlari batafsil o'rganilgan. Maqsadli mahsulotlarning sintezi epiklorhidrinning 2,4,6-trimetil-1,3,5-triazin bilan turli reaksiya parametrlarini o'zgartirib, maqsadli kimyoviy o'zaro ta'siri asosida amalga oshirildi. Tadqiqot davomida asosiy jarayon sharoitlari, jumladan, harorat rejimlari, kinetik jarayonlarning umumiy davomiyligi va dastlabki reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning molyar nisbati batafsil o'rganildi, tizimlashtirildi va optimallashtirildi.

Kalit so'zlar: epiklorgidrin, triazin, oligomer birikmalar, azot saqlovchi birikmalar, oltingugurt saqlovchi birikmalar, polikondensatsiya, issiqlikka chidamlilik, polimer kimyosi, geterosiklik birikmalar, sintetik materiallar.

ВВЕДЕНИЕ.

В настоящее время большое внимание уделяется синтезу олигомерных соединений, содержащих гетероатомы серы и азота. Такие вещества обладают высокой химической стойкостью, термостойкостью, хорошими адгезионными свойствами и могут применяться в производстве полимерных материалов, защитных покрытий, клеев и ионообменных смол.

Особый интерес представляют соединения на основе эпихлоргидрина и производных триазина. Эпихлоргидрин является важным мономером для получения эпоксидных и олигомерных материалов. 2,4,6-триметил-1,3,5-триазин содержит азотсодержащий триазиновый цикл, который повышает устойчивость и реакционную способность получаемых соединений.

ЦЕЛЬЮ ДАННОЙ РАБОТЫ. является изучение получения и свойств серо- и азотсодержащих олигомерных соединений на основе

ISSN 3030-3907

эпихлоргидрина и 2,4,6- триметил-1,3,5-триазина. Олигомеры представляют собой соединения, состоящие из небольшого числа повторяющихся звеньев. Введение атомов серы и азота в структуру олигомеров способствует улучшению их физико-химических характеристик. Эпихлоргидрин содержит эпоксидную группу, благодаря которой легко вступает в реакции поликонденсации и нуклеофильного присоединения. Триазиновое кольцо, содержащее три атома азота, обеспечивает высокую термическую устойчивость. При взаимодействии эпихлоргидрина с серосодержащими реагентами и производными триазина происходит образование пространственно-сшитых олигомерных структур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В ИК-спектрах синтезированных соединений можно наблюдать: полосы поглощения O–H групп в области 3200–3500 см-¹, колебания связей C–N триазинового цикла в области 1450–1650 см-¹, полосы C–S связей в области 650–750 см-¹. Это подтверждает образование азот- и серосодержащего олигомера. Для изучения структуры и свойств олигомеров применяются следующие методы: ИК-спектроскопия; элементный анализ; термогравиметрический анализ; определение молекулярной массы; исследование растворимости. ИК-спектры позволяют определить наличие: эпоксидных групп; связей C–N; связей C–S; гидроксильных групп. Серо- и азотсодержащие олигомеры на основе эпихлоргидрина и триазина могут использоваться: при производстве термостойких полимеров; в качестве защитных покрытий; для получения клеевых композиций; в электроизоляционных материалах; в химически стойких пластиках. Полученные результаты показывают, что синтезированные олигомерные соединения на основе эпихлоргидрин и 2,4,6-триметил-1,3,5-триазин обладают комплексом ценных физико- химических свойств, позволяющих рассматривать их как перспективные материалы для создания функциональных полимерных систем.

Получение олигомерных соединений: Синтез проводился путем взаимодействия эпихлоргидрина с 2,4,6-триметил-1,3,5-триазином в присутствии серосодержащего компонента. Синтез олигомерных соединений, содержащих атомы серы и азота, представляет большой интерес в области современной химии полимеров. Это связано с тем, что введение гетероатомов в структуру полимерной цепи способствует улучшению физико-химических и эксплуатационных свойств материалов. В данной работе в качестве основного исходного вещества был использован эпихлоргидрин, обладающий высокой реакционной способностью благодаря наличию эпоксидной группы. В процессе синтеза эпихлоргидрин

ISSN 3030-3907

взаимодействовал с 2,4,6-триметил-1,3,5-триазин в присутствии серосодержащего реагента.

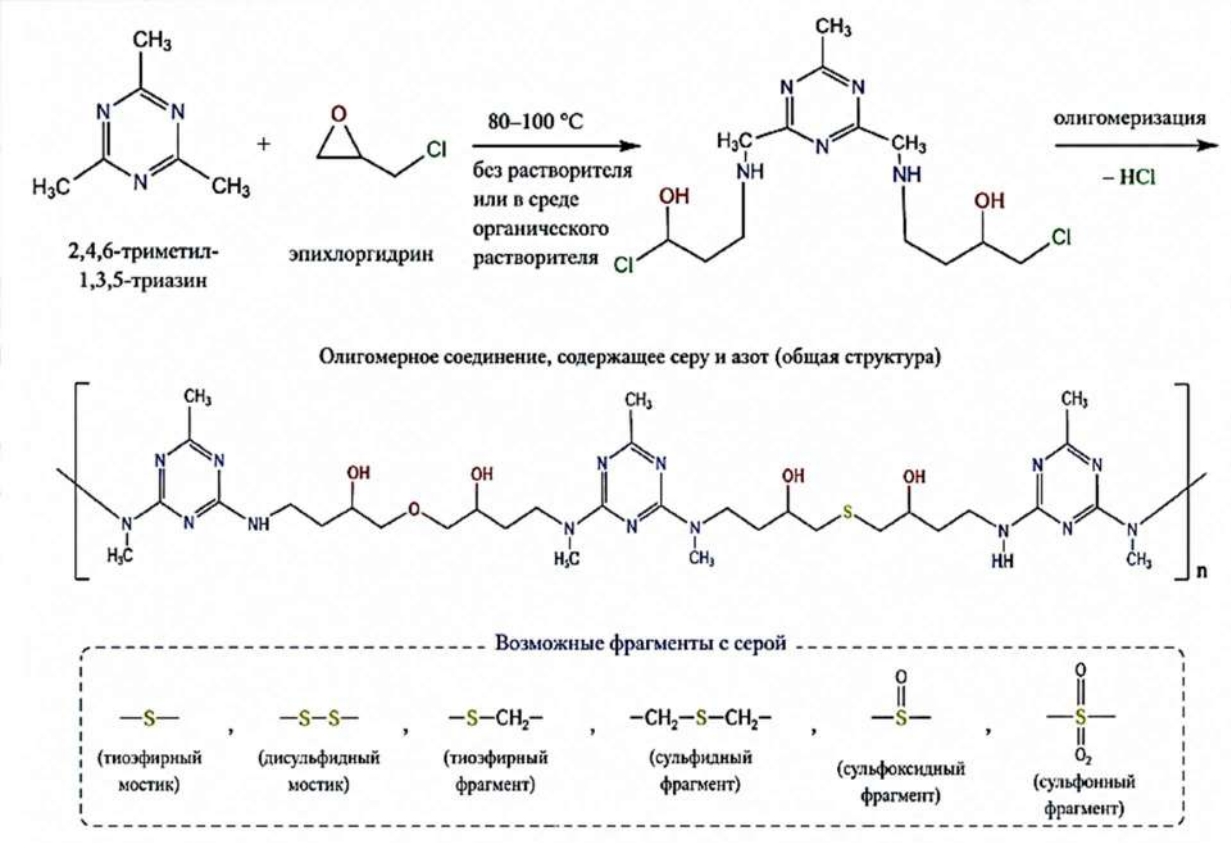


Рисунок 1. Связи между атомами углерода, азота и серы

Реакция проводилась в органической среде при температуре 70–90 °C с использованием катализатора. Во время процесса происходило раскрытие эпоксидного кольца эпихлоргидрина, в результате чего образовывались новые связи между атомами углерода, азота и серы.

Полученные олигомерные соединения представляли собой вязкие вещества светло-жёлтого цвета, хорошо растворимые в некоторых органических растворителях. Исследования показали, что наличие триазинового цикла в структуре олигомера способствует повышению термической устойчивости материала. Кроме того, атомы серы улучшают химическую стойкость и эластичность полученных соединений. Для изучения структуры и свойств синтезированных олигомеров были использованы современные физико-химические методы анализа. С помощью ИК-спектроскопии были обнаружены полосы поглощения, соответствующие связям C–N, C–S и гидроксильным группам. Это подтверждает образование серо- и азотсодержащих олигомерных структур. Термогравиметрический анализ показал, что полученные соединения обладают высокой термической стабильностью и сохраняют свои свойства при повышенных температурах. Данное свойство позволяет рассматривать синтезированные олигомеры как

ISSN 3030-3907

перспективные материалы для производства защитных покрытий, клеевых композиций, электроизоляционных материалов и химически стойких полимеров. Таким образом, результаты исследования показывают, что взаимодействие эпихлоргидрина с триазиновыми соединениями в присутствии серосодержащих компонентов является эффективным методом получения новых функциональных олигомеров с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. В ходе проведённых исследований были изучены физико-химические свойства синтезированных серо- и азотсодержащих олигомерных соединений на основе эпихлоргидрин и 2,4,6-триметил-1,3,5-триазин. Полученные результаты показали, что структура исходных компонентов существенно влияет на свойства конечного продукта.

Анализ ИК-спектров подтвердил образование новых химических связей в структуре олигомера. В спектрах наблюдались полосы поглощения, характерные для связей C–N и C–S, что свидетельствует о включении атомов азота и серы в олигомерную цепь. Кроме того, уменьшение интенсивности полос эпоксидной группы указывает на протекание реакции раскрытия эпоксидного цикла эпихлоргидрина C−N, C−S, OH.

Исследование термических свойств показало, что синтезированные соединения обладают повышенной термостойкостью по сравнению с обычными эпоксидными олигомерами. Это объясняется присутствием триазинового цикла, который повышает жёсткость и устойчивость структуры к воздействию высоких температур. Также было установлено, что наличие атомов серы способствует улучшению химической стойкости и эластичности материала. Полученные олигомеры проявили хорошую растворимость в органических растворителях и высокую адгезию к металлическим поверхностям.

Результаты исследования позволяют сделать вывод о перспективности использования синтезированных олигомерных соединений в качестве основы для термостойких покрытий, клеевых композиций, электроизоляционных материалов и специальных полимерных систем.

Начало формы Реакцию проводили при нагревании в органическом растворителе при температуре 60–90°C в присутствии катализатора. В результате образовывался вязкий олигомер светло-жёлтого цвета.

ISSN 3030-3907

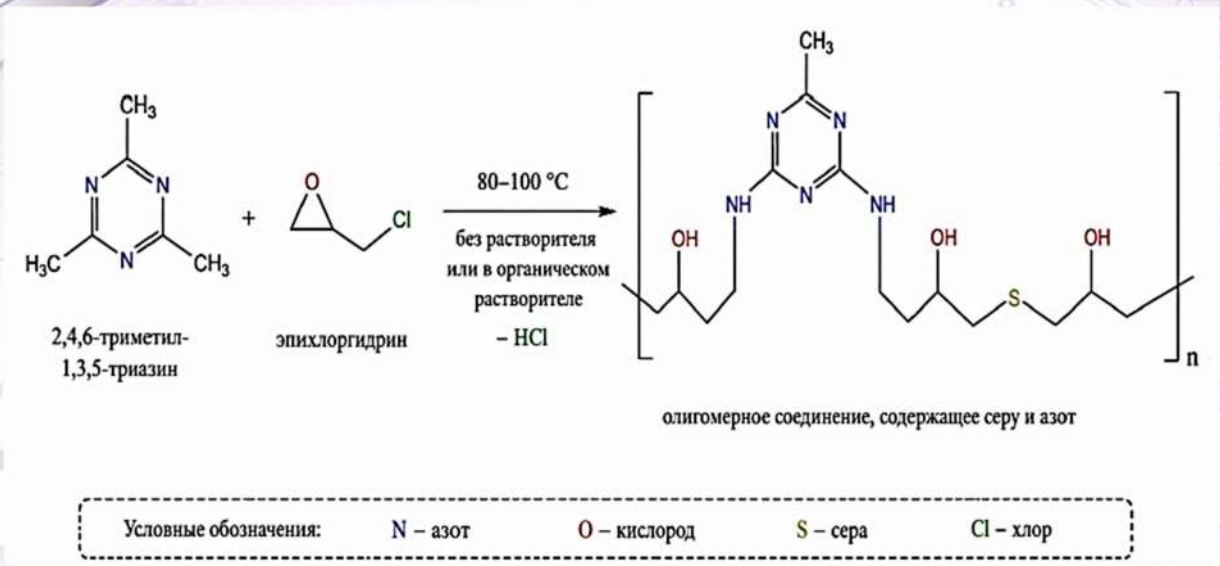


Рисунок 2. Схема получения олигомерных соединений на основе эпихлоргидрина и 2,4,6-триметил-1,3,5-триазина, содержащих серу и азот.

Свойства полученных олигомеров: Полученные олигомерные соединения на основе эпихлоргидрин и 2,4,6-триметил-1,3,5-триазин обладают рядом ценных физико-химических свойств, обусловленных наличием в структуре атомов азота и серы. Синтезированные олигомеры хорошо растворяются в полярных органических растворителях, таких как: диметилформамид (ДМФА), диметилсульфоксид (ДМСО), ацетон, спирты. Ограниченная растворимость в воде объясняется присутствием гидрофобных углеводородных фрагментов и сшитой структуры олигомера.

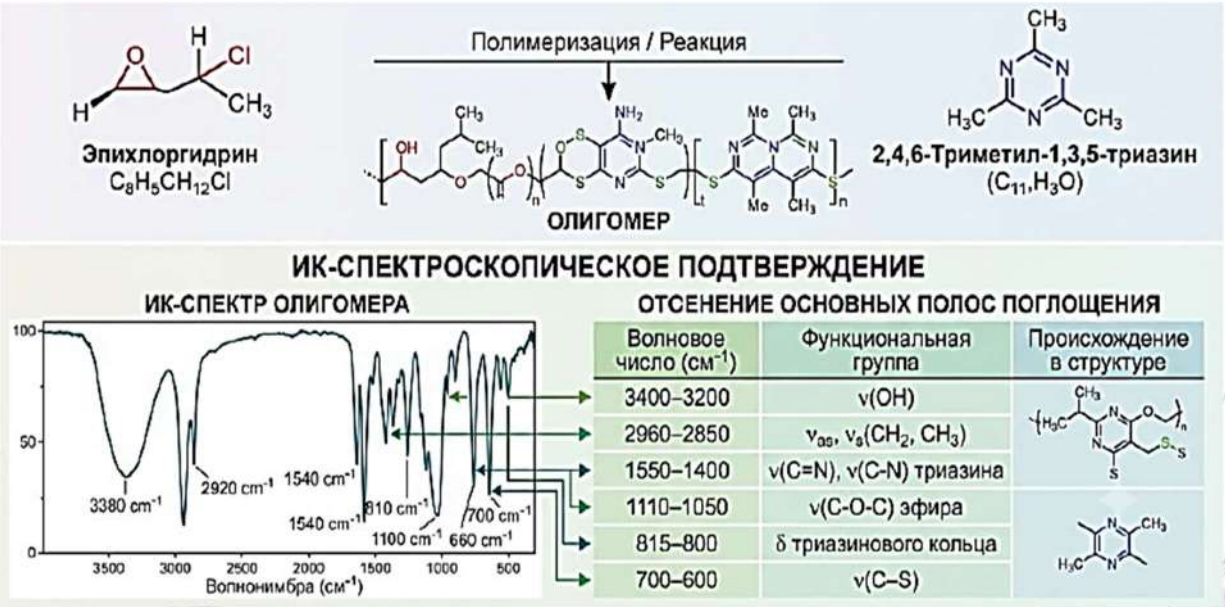


Рисунок 3. Синтез сера- и азотосодержащих олигомеров и ИК-спектроскопическое подтверждение структуры

Наличие триазинового цикла в структуре олигомера способствует повышению термической стабильности соединений. Полученные продукты

ISSN 3030-3907

сохраняют устойчивость при повышенных температурах и характеризуются замедленным процессом термического разложения. Азот и серо содержащие фрагменты повышают устойчивость материала к термоокислительной деструкции. Олигомеры проявляют устойчивость: к действию разбавленных кислот, слабых щелочей, органических растворителей. Это связано с присутствием гетероциклического триазинового ядра и прочных связей C–N и C–S.

Наличие функциональных групп: гидроксильных (–OH), аминных (–NH), серосодержащих фрагментов создаёт возможность дальнейшей модификации олигомеров и получения на их основе: полимерных покрытий, ионообменных материалов, термостойких композиций, клеевых и защитных материалов. Благодаря высокой термической устойчивости и наличию активных функциональных групп полученные олигомеры могут применяться: в качестве связующих материалов, при создании антикоррозионных покрытий, для синтеза модифицированных полимеров, в производстве термостойких композиционных материалов.

Полученные соединения обладают следующими свойствами: хорошая растворимость в органических растворителях; повышенная термостойкость; устойчивость к действию кислот и щелочей; наличие реакционноспособных функциональных групп; хорошие адгезионные свойства. Термостойкость объясняется присутствием триазинового цикла, а атомы серы способствуют повышению эластичности и химической устойчивости материала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: В результате проведённых исследований были синтезированы олигомерные соединения, содержащие атомы серы и азота, на основе эпихлоргидрин и 2,4,6- триметил-1,3,5-триазин. Установлено, что взаимодействие исходных компонентов приводит к образованию функциональных олигомерных структур, содержащих гидроксильные, аминные и серосодержащие фрагменты. Полученные соединения обладают повышенной термической устойчивостью, химической стойкостью и способностью к дальнейшей химической модификации. Наличие триазинового цикла и атомов серы способствует улучшению эксплуатационных характеристик синтезированных материалов. Показано, что синтезированные олигомеры могут представлять практический интерес в качестве основы для получения термостойких полимерных материалов, защитных покрытий, композиционных систем и функциональных полимеров специального назначения. Таким образом, синтезированы олигомерные соединения на основе эпихлоргидрина и 2,4,6- триметил-1,3,5-триазина, содержащие атомы серы и азота. Полученные вещества обладают высокой термической и химической устойчивостью, что делает их перспективными

ISSN 3030-3907

для применения в различных областях химической промышленности и материаловедения.

В данной работе рассмотрены методы получения олигомерных соединений, содержащих серу и азот, на основе эпихлоргидрин и производных 1,3,5-триазин. Проведённый анализ литературных источников показал, что введение атомов серы и азота в структуру олигомеров способствует улучшению их физико-химических и эксплуатационных свойств. Такие соединения обладают повышенной термической устойчивостью, хорошей химической стойкостью и способностью к образованию прочных пространственных структур. На основании литературных данных установлено, что использование эпихлоргидрина в реакциях поликонденсации позволяет получать олигомеры с высокой реакционной способностью и хорошей адгезией к различным материалам.

Производные триазина, содержащие атомы азота, обеспечивают дополнительную стабильность структуры и повышают огнестойкость полученных материалов. Наличие серосодержащих фрагментов также положительно влияет на механическую прочность и устойчивость к воздействию агрессивных сред. Анализ научных публикаций показывает, что серо и азот содержащие олигомеры имеют широкие перспективы практического применения. Они могут использоваться при создании защитных покрытий, клеевых композиций, термостойких полимерных материалов, модифицированных смол и композиционных систем специального назначения. Кроме того, благодаря сочетанию функциональных групп данные соединения представляют интерес для дальнейших исследований в области высокомолекулярной химии и материаловедения. Таким образом, результаты обзора литературы подтверждают актуальность исследований, связанных с синтезом новых олигомерных соединений, содержащих серу и азот. Разработка подобных материалов открывает возможности получения полимеров с улучшенными свойствами и расширяет области их промышленного применения.

ВЫВОДЫ. Анализ литературных источников показал, что олигомерные соединения, содержащие серу и азот, относятся к перспективным функциональным материалам современной полимерной химии. Установлено, что применение эпихлоргидрина и производных триазина позволяет получать олигомеры с высокой химической активностью и устойчивостью к термическому воздействию. Введение атомов серы в структуру олигомеров способствует повышению механической прочности, химической стойкости и устойчивости к агрессивным средам. Азотсодержащие триазиновые фрагменты улучшают термостойкость,

ISSN 3030-3907

огнестойкость и стабильность пространственной структуры полимеров. По данным литературы, синтезированные соединения могут применяться в производстве защитных покрытий, клеевых материалов, композиционных полимеров и специальных технических смол.

Проведённый литературный обзор подтверждает перспективность дальнейших исследований в области получения новых серо- и азотсодержащих олигомеров с заданными физико-химическими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин, А.В. 1,3,5-Триазин и его производные в химии высокомолекулярных соединений / А.В. Анохин, М.А. Горбунова, Д.В. Анохин // Химическая промышленность сегодня. – 2022. – № 5. – С. 41–46.
2. Антонов В., Котов А.В., Павлов А.А., Смирнов А.С. Современные методы модификации эпоксидных олигомеров // Химическая технология. – 2022. – № 11. – С. 33–39.
3. Болдырев, В.С. Методы получения термостойких олигомерных соединений / В.С. Болдырев, В.В. Меньшиков // Современные наукоёмкие технологии. – 2021. – № 9. – С. 18–22.
4. Данилов С.Н. Основы химии и технологии полимеров. – Санкт. – Петербург: Химиздат, 2019. – 420 с.
5. Дебердеев, Т.Р. Термостойкие полимерные материалы специального назначения /Т.Р. Дебердеев, А.И. Ахметшина, Л.К. Каримова [и др.] // Успехи современной химии. – 2020. – Т. 89, № 6. – С. 701–709.
6. Коршак, В.В. Химия высокомолекулярных соединений / В.В. Коршак. – Москва: Химия, 2017. – 560 с.
7. Крылов, В.А. Эпихлоргидрин в синтезе полимеров и олигомеров / В.А. Крылов, А.В. Крылов, А.А. Соловьянов // Журнал прикладной химии. – 2018. – Т. 91, № 4. – С. 520–528.
8. Кучин, А.В. Серо- и азотсодержащие полимеры: свойства и области применения /А.В. Кучин, Ю.И. Рябков, Л.Ю. Назарова, И.Б. Смирнов // Композиционные материалы. – 2023. – Т. 15, № 1. – С. 55–63.
9. Логинов, А.В. 2,4,6-триметил-1,3,5-триазин и его производные в синтезе функциональных материалов / А.В. Логинов, М.Р. Шодиева, Б.Ш. Шарипов // Химическая технология. – 2021. – № 5. – С. 44–49.
10. Пахомов, П.М. Исследование физико-химических свойств серосодержащих олигомеров /П.М. Пахомов, А.Н. Адамян, С.Д. Хижняк // Высокомолекулярные соединения. – 2021. –Т. 63, № 2. – С. 145–152.
11. Рахматуллина, А.П. Эпихлоргидрин в синтезе полимерных материалов /А.П. Рахматуллина, Н.С. Сатбаева, Е.Н. Черезова, А.С. Изергина // Журнал прикладной химии. – 2020. – Т. 93, № 4. – С. 512–518.

ISSN 3030-3907

12. Суслов, В.И. Синтез азотсодержащих полимеров на основе производных триазина / В.И. Суслов, В.Н. Заплишный, Г.М. Погосян // Пластические массы. – 2019. – № 7. – С. 23–27.
13. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер. – Москва: Научный мир, 2018. – 576 с.

ISSN 3030-3907