



В ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ СОПОЛИМЕРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ МОНОМЕРОВ АКРИЛАТА, АКРИЛОНИТРИЛА И СТИРОЛА, И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С АНАЛОГАМИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОЙКОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЭТИХ СОПОЛИМЕРОВ, К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Xolmirzayev F.S.

Tillayev A.T.

Nurqulov F.N.

Djalilov A.T.

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

feruzbekxolmirzayev@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16420264>

Annotatsiya

В статье представлены результаты анализа относительной молекулярной массы сополимеров, полученных из мономеров на основе бутилакрилата, акрилонитрила и стирола, методом гель-проникающей хроматографии.

Проведено сравнение относительных молекулярных масс синтезированных сополимеров бутилакрилата со стиролом и акрилонитрила со стиролом с аналогом Акрилоном-101 и проведен сравнительный анализ.

Органические вещества, полученные из синтезированных акрил-стирольных сополимеров, были испытаны на износостойкость, устойчивость к ультрафиолетовому излучению и кислотным дождям.

Ключевые слова: бутилакрилат, акрилонитрил, стирол, мономер, сополимер, гель-проникающая хроматография, износостойкость, стойкость к ультрафиолетовому излучению, стойкость к кислотным дождям.

Absrtact

The article presents the results of the analysis of the relative molecular weight of copolymers obtained from monomers based on butyl acrylate, acrylonitrile and styrene, using gel permeation chromatography.

The relative molecular masses of the synthesized butylacrylate-styrene and acrylonitrile-styrene copolymers were compared with the analog Acrylon-101 and a comparative analysis was performed.

Organic substances obtained from the synthesized acryl-styrene copolymers were tested for wear resistance, resistance to ultraviolet radiation and acid rain.

Key words: butyl acrylate, acrylonitrile, styrene, monomer, copolymer, gel permeation chromatography, wear resistance, ultraviolet resistance, acid rain resistance.

Введение

В мире производство дорожно-разметочных покрытий на основе акрил-стирольных сополимеров на основе акриловых мономеров является актуальной проблемой. Поэтому получение органических покрытий на основе таких сополимеров является одной из ключевых задач.

Научная значимость результатов исследования обусловлена тем, что определены оптимальные условия получения органического покрытия на основе акрил-стирольного сополимера и сополимеров, полученных из вторичного сырья, а также изучены области применения данного органического покрытия.

Практическое значение результатов исследования заключается в получении новых эффективных покрытий, основным фактором которых является получение быстросохнущих, стойких к истиранию органических покрытий для дорожной разметки из сополимеров, полученных из акриловых и стирольных мономеров.

Анализ литературы и методология

Акриловые полимеры являются одним из наиболее перспективных классов связующих, поскольку образуют покрытия с хорошими эксплуатационными свойствами. Высокая атмосферостойкость акриловых покрытий и способность продлевать срок службы лакокрасочных покрытий до срока службы изделий позволяют. Химическая стойкость, оптическая прозрачность, высокие механические свойства и декоративные свойства позволяют использовать новые акриловые лакокрасочные материалы в различных отраслях промышленности [1].

Подбирая исходные мономеры, можно в широких пределах регулировать свойства акриловых покрытий, такие как твёрдость, эластичность, адгезию и светостойкость. Большие возможности для создания нового комплекса свойств полимерных материалов открывает сополимеризация соединений, содержащих двойные связи, позволяющая сочетать в получаемом сополимере свойства, присущие отдельным мономерам [2].

Толщина жидкого слоя при горизонтальной разметке составляет 400–600 мкм. Известно, что материалы, используемые для разметки дорог, должны обладать следующими свойствами: адгезией к дорожному покрытию, стойкостью к истиранию и быстрым схватыванием после нанесения [3].

Чем выше содержание сухого вещества (массовая доля нелетучих веществ) в краске, тем толще слой краски на дороге [4].

Поэтому одним из наиболее перспективных направлений создания износостойких лакокрасочных материалов для дорожной разметки является использование в качестве пленкообразователей акриловых сополимеров, растворимых в органических растворителях [5,6].

Свойства красок существенно улучшаются при использовании акриловых сополимеров, которые обеспечивают лакокрасочным покрытиям высокую стабильность и белизну, адгезию и атмосферостойкость, ударопрочность, твёрдость и эластичность, износостойкость и долговечность, длительную водостойкость, масло- и бензостойкость. Поэтому ниже основной концепцией создания дорожно-разметочных красок нового поколения является использование акриловых полимеров [7].

Результаты

Для определения относительной молекулярной массы сополимера бутилакрилата и стирола, полученного в результате сополимеризации мономеров бутилакрилата и стирола, был проведен анализ методом гель-проникающей хроматографии.

Гель-проникающая хроматография – это особый вид жидкостной хроматографии, в котором, согласно ГОСТ 33418-201, образец разделяется по гидродинамическому размеру отдельных компонентов. При этом образец пропускается



через трубку, заполненную пористым органическим материалом. Молекулы малого размера проникают через отверстия первыми, а крупные – позже. У крупных молекул путь короче, поэтому они сортируются первыми. Молекулы среднего размера проникают через часть отверстий и затем сортируются. В качестве стандартного вещества для калибровки представленного образца использовался 1,2,4-трихлорбензол.

Для определения молекулярной массы синтезированных и аналоговых акрил-стирольных сополимеров использовали прибор для гель-проникающей хроматографии (AGILENT 1260 INFINITY II GPC/SEC). Для этого сополимер растворяли в ксилоле.

Готовили 0,5% раствор исследуемого образца сополимера бутилакрилата со стиролом в растворителе ксилоле, очищали его пропусканием через мембранный фильтр с размером пор от 0,2 до 2 мкм и определенное количество полученного раствора вводили в измерительное устройство.

Для определения средней молекулярной массы синтезированного в ходе эксперимента сополимера бутилакрилата и стирола был использован метод гель-проникающей хроматографии. По результатам данного метода средняя молекулярная масса сополимера бутилакрилата и стирола составила 6,0 кДа (рисунок 1).

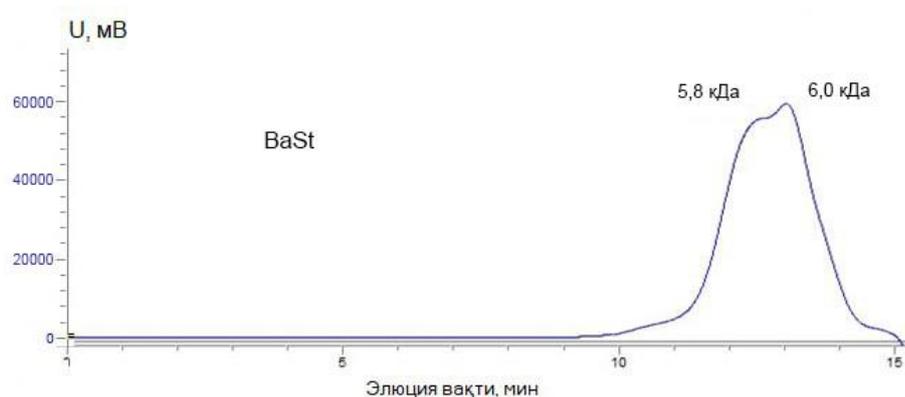


Рисунок 1. Параметры определения молекулярной массы сополимера бутилакрилата и стирола методом гель-проникающей хроматографии

По результатам проведенного анализа по определению средней молекулярной массы синтезированного сополимера бутилакрилата со стиролом установлено, что средняя молекулярная масса сополимера составляет от 5,8 kDa до 6,0 kDa, а средняя молекулярная масса сополимера – 6,0 kDa.

Для определения средней молекулярной массы синтезированного в ходе эксперимента сополимера акрилонитрила и стирола был использован метод гель-проникающей хроматографии. По результатам данного метода средняя молекулярная масса сополимера бутилакрилата и стирола составила 5,8 kDa (рисунок 2).

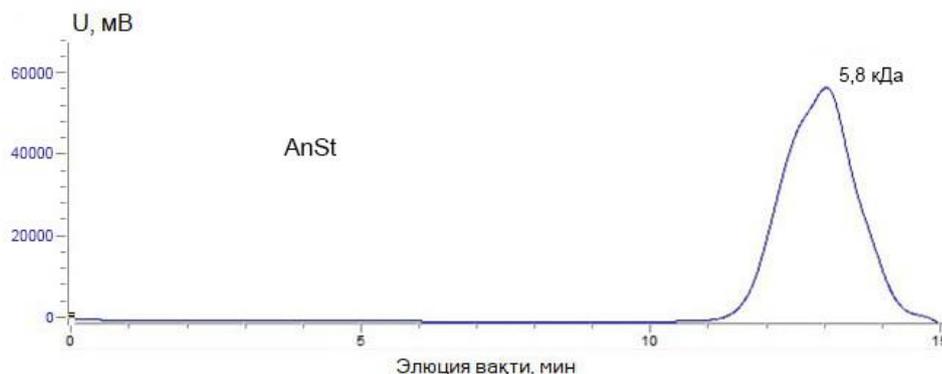


Рисунок 2. Параметры определения молекулярной массы сополимера акрилонитрила и стирола методом гель-проникающей хроматографии

По результатам проведенного анализа по определению средней молекулярной массы синтезированного сополимера акрилонитрила и стирола средняя молекулярная масса сополимера составила 5,8 kDa.

Для определения средней молекулярной массы аналога сополимера акрилона-101 был использован метод гель-проникающей хроматографии. По результатам этого метода средняя молекулярная масса аналога сополимера акрилона-101 составила 5,2 kDa (рисунок 3).

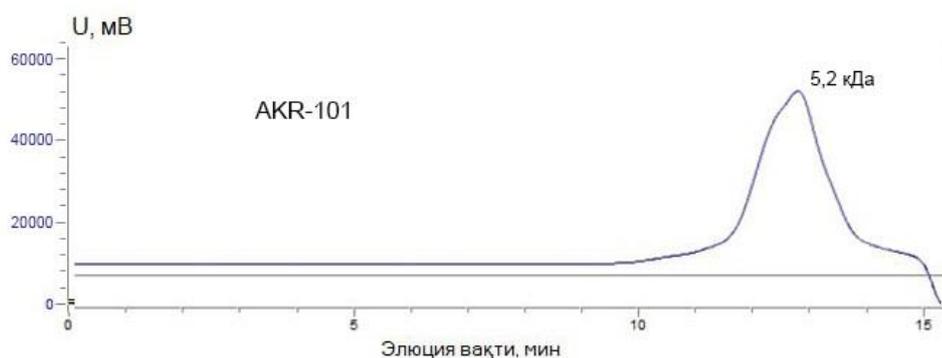


Рисунок 3. Параметры определения молекулярной массы аналога сополимера Акрилон-101 методом гель-проникающей хроматографии

По результатам проведенного анализа по определению средней молекулярной массы сополимера акрилона-101, полученного в качестве аналога, определено, что средняя молекулярная масса сополимера составляет 5,2 kDa.

Метод определения стойкости к истиранию органических покрытий на основе сополимеров акрила и стирола установлен в соответствии с ISO 7784-2:2016 «Определение износостойкость лаков и красок». (рисунок 4).



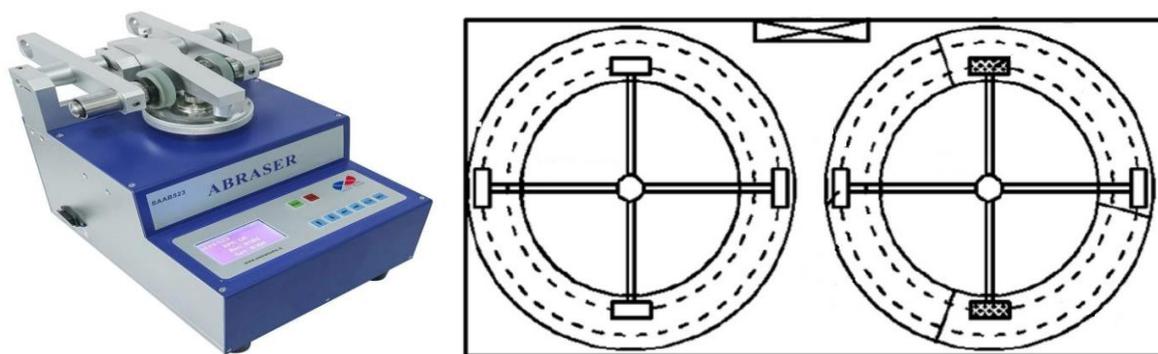


Рисунок 4. Устройство и механизм для определения износостойкость органических покрытий на основе сополимеров акрила и стирола (ISO 7784-2:2016)

«Yengil» модуль имеет диаметр 30 ± 2 м, создаёт нагрузку на колёса до 500 кг и развивает скорость 140 км/ч. Этот модуль позволяет проводить комплексные испытания, в первую очередь связанные с изучением комплексных свойств дорожных покрытий под воздействием высокой скорости, шин и противогололёдных реагентов.

Для определения износостойкости синтезированных органических покрытий использовался модуль «Yengil». С помощью этого метода износостойкость быстросохнущих покрытий для дорожной разметки, нанесенных на асфальт, проверялась путем вращения шин в течение семи суток. Контроль состояния нанесенных покрытий производился на третий и пятый сутки. Через неделю колеса останавливали, и проведен визуальный осмотр нанесенных покрытий. По результатам исследования был сделан вывод о высокой износостойкости быстросохнущих органических покрытий для синтезированной дорожной разметки.

Метод определения стойкости органических покрытий на основе акрил-стирольных сополимеров к солнечному свету и кислотным дождям был определен в соответствии с ISO 7784-2:2016 «Определение стойкости красок и органических покрытий к ультрафиолетовому излучению и кислотным дождям» (рисунок 5).



Рисунок 5. Прибор для определения стойкости органических покрытий к ультрафиолетовому излучению и кислотным дождям (ISO 7784-2:2016)

При этом методе металлическая пластина размером 10×30 см покрывается быстросохнущим органическим покрытием внутри устройства, и участок пластины площадью 10 см подвергается воздействию ультрафиолетового света в течение 100 часов. После завершения операции сравниваются участок, подвергшийся воздействию ультрафиолета, и оставшиеся 10 см с обеих сторон. Визуально было отмечено, что цвет

не изменился, а на поверхности покрытия не было трещин, что позволило сделать вывод о его устойчивости к ультрафиолетовому излучению.

Для определения стойкости к кислотным дождям на металлическую пластину размером 10×30 см внутри устройства наносят быстросохнущее органическое покрытие, а на поверхность пластины площадью 10 см в течение 50 часов подается искусственный кислотный дождь. После этого сравнивают площадь, подвергшуюся воздействию кислотного дождя, и оставшиеся 10 см с обеих сторон. В этом случае визуально отмечено, что цвет не изменился, и делается вывод об устойчивости к кислотным дождям.

Обсуждение

Таблица 1

Сравнительный анализ молекулярной массы аналоговых и синтезированных сополимеров ацил-стирола

Образец	Молекулярная масса, kDa
Акрилон-101	5.2
Акрилонитрил-стирол	5.8
Бутилакрилат-стирол	6.0

При сравнении анализа гель-проникающей хроматографии с аналогом установлено, что молекулярная масса синтезированных акрило-стирольных сополимеров выше молекулярной массы аналога сополимера акрилона-101.

Модуль «Yengil» использовался для определения износостойкости синтезированных органических покрытий. С помощью этого метода износостойкость быстросохнущих покрытий для дорожной разметки, нанесенных на асфальт, была исследована методом вращения шин в течение семи суток. Контроль состояния нанесенных покрытий проводился на третьи и пятые сутки.

Для определения устойчивости к кислотным дождям металлическая пластина размером 10×30 см внутри устройства покрывается быстросохнущими органическими покрытиями, а в пространство размером 10 см между этими пластинами в течение 50 часов распыляется искусственная кислая дождевая вода.

Выводы

Относительная молекулярная масса синтезированного сополимера бутилакрилата и стирола, определенная методом гель-проникающей хроматографии, составила 5,8–6,0 kDa, сополимера акрилонитрила и стирола – 5,8 kDa, а аналога сополимера акрилона-101 – 5,2 kDa. Анализ показал, что синтезированные сополимеры акрила и стирола имеют более высокую молекулярную массу, чем их аналоги.

Органические покрытия, полученные на основе синтезированных акрил-стирольных сополимеров, были испытаны с использованием модуля «Yengil» в соответствии с ISO 7784-2:2016 «Определение износостойкость красок и лаков» и признаны стойкими к истиранию.

Метод определения стойкости органических покрытий на основе сополимеров акрила и стирола к солнечному свету и кислотным дождям был определен в

соответствии с ISO 7784-2:2016 «Определение стойкости красок и органических покрытий к ультрафиолетовому излучению и кислотным дождям».

Список литературы:

1. Карякина ММ. и др., ЛКМ, 1975, № 6, с. 54-55.
2. Севастьянов Е. В. Свойства акриловых сополимеров и красок на их основе для разметки дорог / Е. В. Севастьянов, В. А. Попов, А. В. Воробьев // Материалы для разметки автомобильных дорог: технические требования, методы испытаний, технология нанесения, оценка качества. Труды Союздор НИИ.-2007.-№209.-С.110-117.
3. Белов В.Д. Основные положения методических рекомендаций по разметке автомобильных дорог / В.Д. Белов. // Труды Союздорнии.- М., 2005.- Вып. 206.- С.23-42.
4. Виноградов В.А. Применение разметочных материалов на дорогах России / В.А. Виноградов // Разметка автомобильных дорог.- Балашиха, 2001.- С.26- 35.
5. Костова Н.З. Разметка автомобильных дорог / Костова Н.З., Юмашев В.М // «Автомобильные дороги».-М.,2000.-Вып. 5.-С.16-32
6. Костова Н.З. Разметка автомобильных дорог / Костова Н.З // Автомобильные дороги №2.-М., 2004.- С.44-52
7. ГОСТ 20811-75. Издания. Материалы лакокрасочные. Методы испытания покрытий на истирание.- Взамен ОСТ 10086-39 в части М.И.23; введ. 1976-07-01.
8. Хасанов А.И. Влияние состава мономеров на пленкообразующие свойства акриловых покрытий / А.И. Хасанов, Е.А. Ефремов, М.И. Хасанова, Р.М. Гарипов // Вестник Казанского технологического университета. 2011, № И.-С. 53-306.
9. Matyjaszewski K., Müller A. Controlled and Living Polymerizations: From Mechanisms to Applications. John Wiley & Sons, 2009. 634 p
10. Благутина В. Псевдоживая полимеризация [Текст] / В. Благутина // Химия и жизнь.- 2008.- №8.-с.25-27.

