ACADEMIC RESEARCH IN EDUCATIONAL SCIENCES VOLUME 2 | ISSUE 6 | 2021
ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

ИЗУЧЕНИЕ СОПОЛИМЕРОВ СТИРОЛА И АЛКИЛ(МЕТ)АКРИЛАТОВ ПРИ КОМПЕНСАЦИОННОМ ДОЗИРОВАНИИ АКТИВНОГО МОНОМЕРА

М. Б. Умарова
Ташкентский химико-технологический институт

О. С. Максумова
Профессор Ташкентского химико-технологического института

АННОТАЦИЯ

Возрастающие требования к полимерным материалам ставят задачу получения высокомолекулярных соединений с новыми свойствами как одну из важнейших. Существуют разные подходы к решению этой задачи, и модификация в процессе синтеза полимерных молекул составляет отдельную группу исследований. Главная задача при этом заключается в изменениях условий на стадии синтеза, которые привели бы к новым свойствам, при этом максимально сохранить комплекс ценных свойств полимера.

Ключевые слова алкил(мет)акрилат, стирол, сополимеризация, ДАК.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие научно практических аспектов использования полимерных материалов тесно связано с разработкой синтеза высокомолекулярных соединений с новыми свойствами**.** Исследования по получению новых полимеров особенно перспективны в плане ресурсосбережения и снижения экологической нагрузки на урбосистемы, в том числе в сфере смазочных материалов. В связи с этим являются актуальными разработки, связанные с расширением круга композиционно- однородных сополимеров, способных выступать устойчивыми к деструкции модификаторами вязкости (МВ), за счет вовлечения в полимеризационные превращения новых мономерных составов, а также изменения условий синтеза.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ АНАЛИЗ И МЕТОДОЛОГИЯ

Для синтеза сополимеров АМА (алкил(мет)акрилат) и Ст (стирол) использовали классический способ полимеризации из мономерной смеси в сравнении с КС (компенсационная сополимеризация) при дозировании

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

БА(бутилакрилат) к Ст и Ст к БА в кипящем растворителе. По данным ИК и ЯМР сополимеры, полученные с применением КС при эквимольном соотношении мономеров как при дозировании БА к Ст, так и Ст к БА, на любой конверсии имеют близкий состав и однородность (табл. 1), совпадающие с таковыми для сополимера, полученного из мономерной смеси.

Таблица 1.

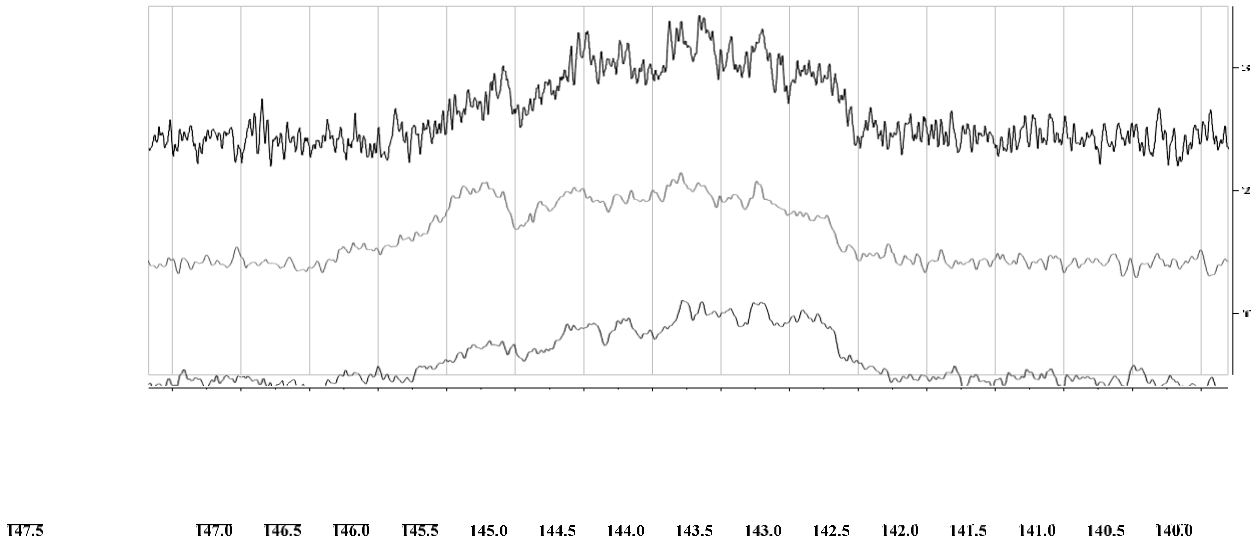
Данные о составе и молекулярно-массовые характеристики сополимеров БА-Ст при эквимольном соотношении мономеров

№	В колбе	В дозаторе	Содержание БА (мол. %) по данным		$M_w \times 10^{-3}$	$M_n \times 10^{-3}$	M_w/M_n
			ИК	^{1}H ЯМР			
1	БА	Ст	47-49	47	28,3	15,0	1,9
2	Ст	БА	52-54	54	27,9	13,0	1,8
3	Из мономерной смеси		47-49	51	30,2	16,3	1,9

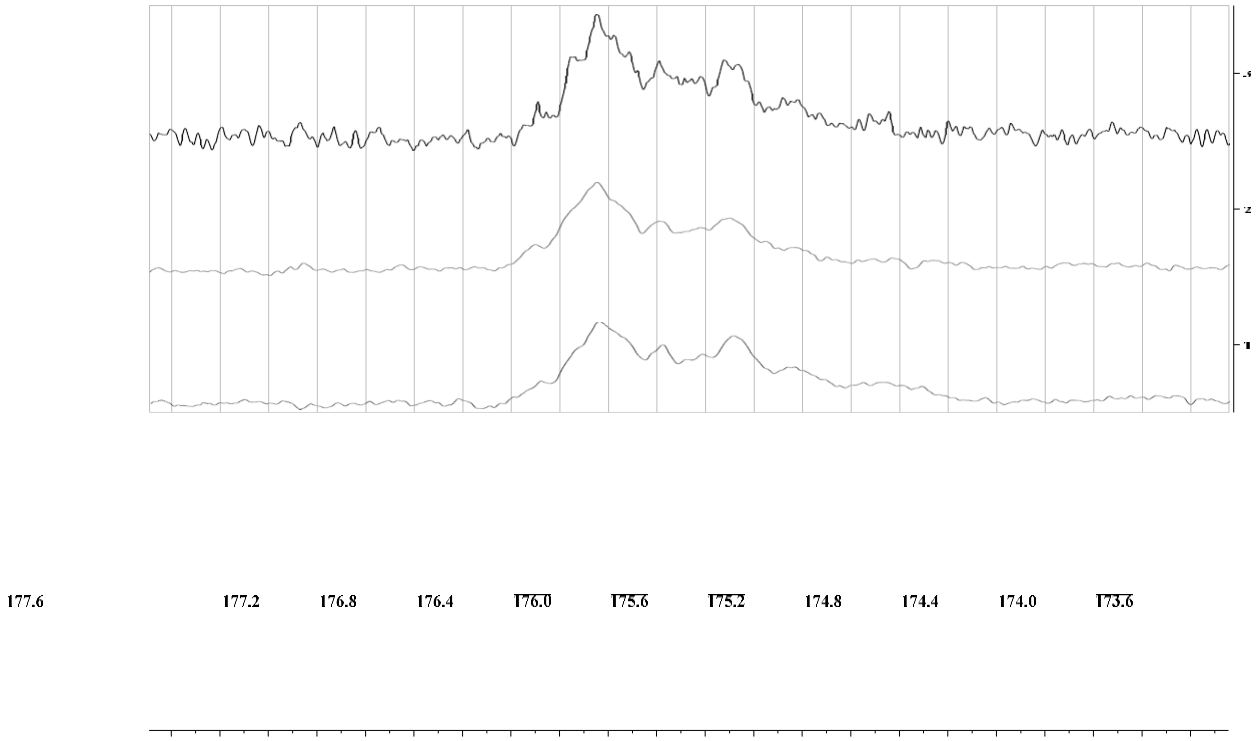
Для изучения строения сополимеров Ст с БА была использована методика, предложенная в статье, с применением ЯМР ^{13}C- спектроскопии. С этой целью выбраны два ключевых участка: первый участок относится к четвертичному атому углерода стирольного звена (область 144 м.д.), второй – к атому углерода карбонильной группы акрилатного компонента (область 176 м.д.). Для определения характера распределения звеньев в сополимере проведен анализ содержания соответствующих триад для стирольного (BSB, SSB и SSS) и акрилатного (SBS, BBS и BBB) компонентов сополимера. Интегральные интенсивности соответствующих сигналов приведены в табл.

2. Во всех трех сополимерах преобладают триады BSB и SBS, что говорит об их преимущественно чередующемся строении. Важно, что сополимеры являются преимущественно композиционно-однородными. Однако следует еще раз подчеркнуть, что в случае использования КС на начальной стадии синтеза сополимеров не происходит сильного разогрева полимеризата, как при высокой начальной скорости сополимеризации из мономерной смеси, т.е. он является предпочтительным.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435



а



б

Рис. 1. Фрагменты спектров ^{13}С-ЯМР.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

Таблица 2.

Соотношение триад в спектрах ^{13}С-ЯМР образцов 1-3 из табл 7, соответственно.

Тип триады	Содержание триад в образце, мол. %		
	1	2	3
SSS	13,5	6,1	6,8
SSB	13,2	18,8	14,6
BSB	35,0	35,8	29,0
SBS	24,6	21,9	25,8
BBS	4,4	8,3	15,0
BBB	9,1	9,1	8,8

Анализ молекулярно-массовых характеристик сополимеров, полученных КС, свидетельствует о том, что кривые ММР унимодальны и мало различаются для всех приведенных примеров, сополимеры характеризуются невысокими значениями ММ и относительно узким ММР . ММ сополимера, синтезированного из мономерной смеси выше, что, вероятнее всего, связано с гель-эффектом, особенно характерным для БА.

Исследования характера изменения состава сополимеров БА-Ст при КС и из мономерной смеси при значительном избытке одного из мономеров показали следующее. В случае большого избытка Ст при дозировании БА состав сополимера не меняется во времени, то есть образуется однородный сополимер. При таком же соотношении Ст к БА из мономерной смеси наблюдается небольшое нарастание содержания БА в сополимере, что соответствует представлениям радикальной полимеризации для пары БА-Ст

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

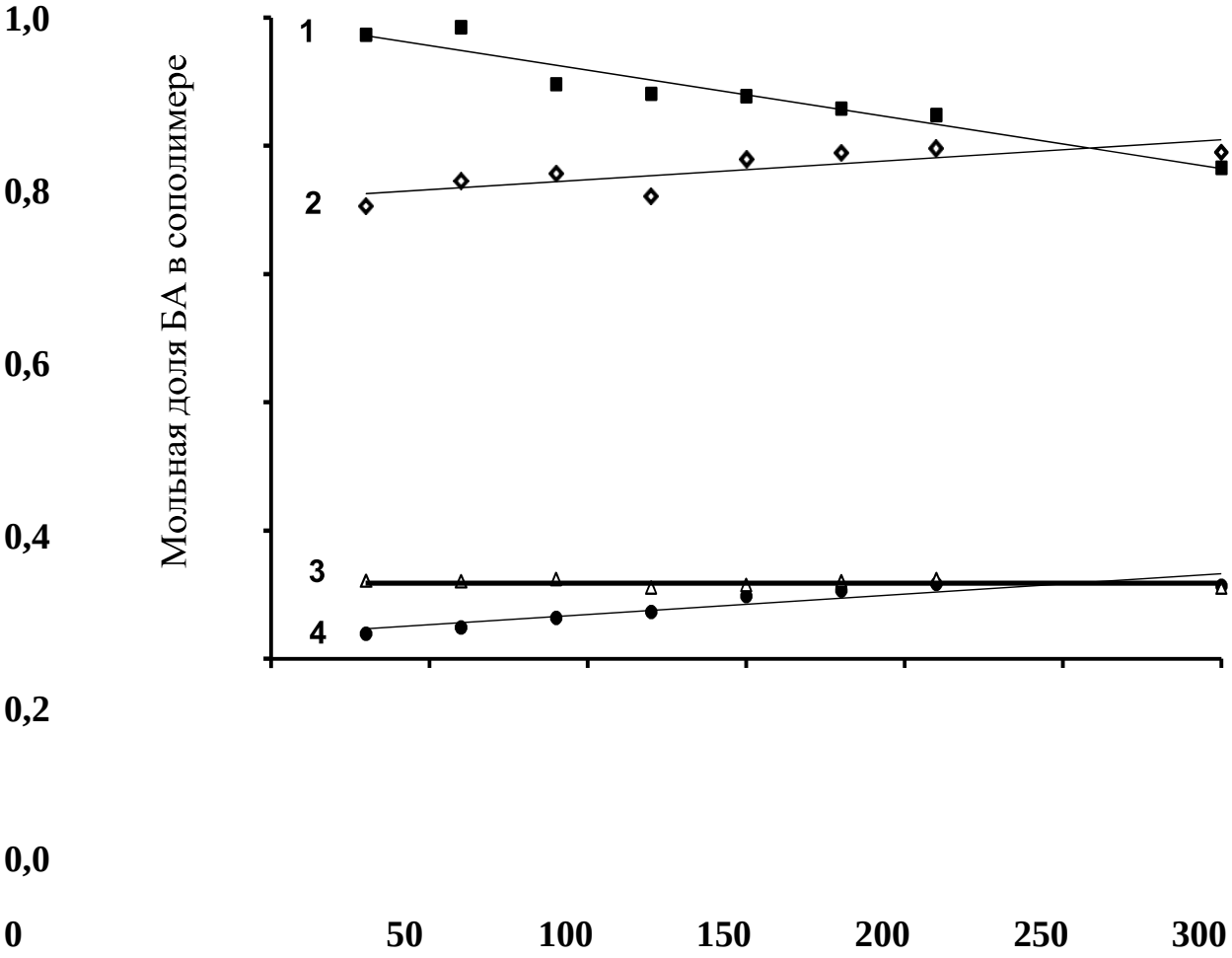


Рис. 2. Данные о составе сополимеров БА-Ст в избытке одного из мономеров: дозирование Ст к БА в мольном соотношении 1:8 (1); синтез из мономерной смеси Ст-БА при мольном соотношении 1:8 (2); дозирование БА к Ст в мольном соотношении 1:8 (3), синтез из мономерной смеси БА-Ст при мольном соотношении 1:8 (4).

Иная зависимость состава сополимера от времени процесса наблюдается при избытке БА: при дозировании Ст к избытку БА (рис. 2, кривая 1) полимер заметно обогащен БА в начале процесса в сравнении с мономерной смесью, а при сополимеризации из мономерной смеси (рис. 2, кривая 2) происходит образование сополимера практически неизменного состава. Молекулярно-массовые характеристики сополимеров, полученных в избытке одного из мономеров пары БА-Ст, приведены в табл. 9. Представленные данные свидетельствуют о том, что более однородный по ММ сополимер БА-Ст получается при КС: M_w/M_n = 2,2–2,5, величины значительно меньшие, чем для

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

процесса из мономерной смеси: 2,8–3,5. Кроме того, во всех примерах в избытке Ст образуется сополимер с несколько большей ММ.

Таблица 3.

Молекулярно-массовые характеристики сополимеров БА-Ст в избытке одного из мономеров.

№	В колбе	В дозаторе	Время дозирования, мин	Мольное соотношение БА:Ст	$M_w \times 10^{-3}$	$M_n \times 10^{-3}$	M_w/M_n
1	БА	Ст	120	8:1	31,8	14,2	2,2
2	Ст	БА	120	1:8	53,2	21,1	2,5
3	Мономерная смесь		-	8:1	25,8	9,1	2,8
4	Мономерная смесь		-	1:8	68,4	19,4	3,5

Таким образом, в случае мономерной пары Ст-БА достаточно однородный состав сополимера как в случае проведения процесса из мономерной смеси, так и при равномерной компенсации содержания одного из мономеров в полимеризующейся массе в кипящем органическом растворителе. Тем не менее, к достоинствам компенсационного метода проведения процесса можно отнести отсутствие гель-эффекта и соответствующего ему перегрева реакционной массы.

Таблица 4.

Состав и молекулярно-массовые характеристики сополимеров АМА-Ст

№	Сополимер	Содержание АМА по данным ИК, мол %,	$M_n \times 10^{-3}$	$M_w \times 10^{-3}$	M_w/M_n
1	Ст-БМА	39	21,2	54,4	2,6
2	Ст-ЭГА	35	18,1	37,9	2,1

В случае сополимеризации Ст с другими АМА при дозировании АМА к Ст в случае ЭГА и БМА также получили композиционно-однородный

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

сополимер, обогащенный Ст Однородность сополимера подтверждена методом двойного детектирования (ММР были зарегистрированы с применением детектирования рефрактометрическим и УФ-детекторами, первый из которых фиксирует ММР всего полимера, а второй - только звенья Ст) при определении молекулярно-массовых характеристик методом ГПХ. На рис. 3 представлены соответствующие ММР для БА-Ст, БМА-Ст и ЭГА-Ст.

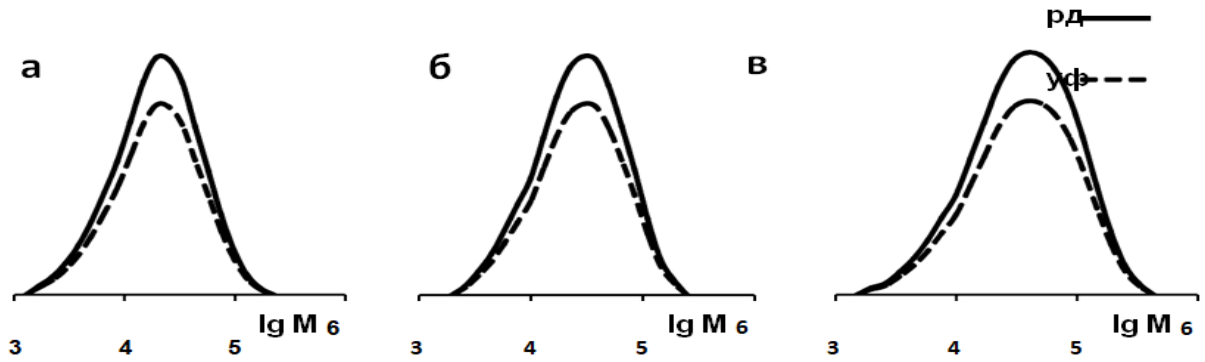


Рис. 3. Кривые ММР сополимеров а- БА-Ст, б- ЭГА-Ст, в- БМА-Ст.

Таким образом, показана возможность синтеза сополимеров Ст и АМА близкого к эквимольному состава и однородного строения с невысокими значениями ММ. В плане выполнения цели, поставленной в работе, особенно важно, что образование такого полимера происходит и в случае полимеризации из мономерной смеси, и при равномерном дозировании одного из компонентов. Учитывая это, можно было ожидать, что при получении терполимеров АМА, Ст и ВБЭ дозированием первых двух мономеров к избытку и при кипении третьего – ВБЭ будут формироваться макромолекулы с соизмеримым соотношением фрагментов мономеров. представляло несомненный интерес изучение возможностей КС в синтезе композиционно-однородных терполимеров из этих трех мономеров, т.к. согласно известным литературным данным, композиционно- однородные сополимеры АМА с ВАЭ проявляют высокую устойчивость к деструкции в растворах смазочных масел, а фрагменты Ст в составе загущающих и депрессорных присадок также уменьшают их склонность к деструкции в растворах масел.

Получение сополимеров аналогов стирола и алкил(мет)акрилатов

Наряду со Ст при сополимеризации были проанализированы мономерные пары, включающие его аналоги: α-МС и СХК, а в качестве сомономеров - АМА: БА - в условиях КС и полимеризации из мономерной смеси. Мономерная пара БА-α-МС, в отличие от АМА-ВАЭ или Ст-ВАЭ является системой,

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

способной к чередующейся сополимеризации из мономерной смеси, т.к. при 80^0C относительные активности данных сомономеров близки и имеют очень низкие значения ($r_{БА}$= 0,14; $r_{\alpha\text{-МС}}$=0,15), анализ ее сополимеризации представлял интерес с точки зрения всестороннего исследования метода КС. В условиях синтеза, близких к таковому для сополимеров с ВАЭ, синтез проведен в бензоле при его кипении (температура кипения ВБЭ - 94^0C, ВиБЭ -87^0C, бензола -80^0C) . В качестве инициатора выступал ДАК (0,15 мол. %). Поскольку показано, что для данной пары наиболее оптимальные условия для получения композиционно- однородного сополимера реализуются при отсутствии дозирования (как с позиции состава сополимера, так и с точки зрения ММР), представляло интерес исследовать сополимеризацию других аналогов Ст, для чего был выбран СХК(стиролхромтрикарбонил).

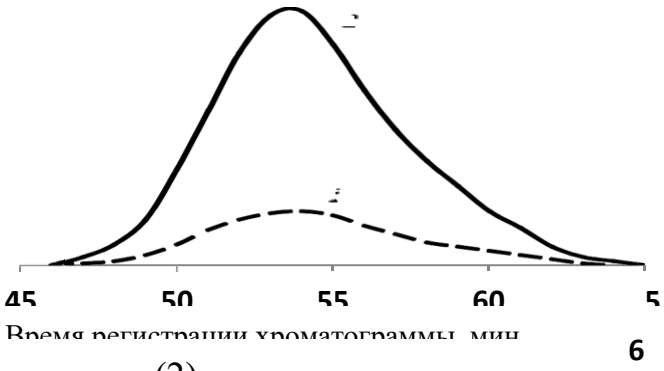
Синтез сополимеров СХК (стиролхромтрикарбонил) с БА(бутилакрилат) и их свойства

Для получения металлосодержащего сополимера на основе СХК и БА (относительные активности 0 и 0,75, соответственно при эквимольном соотношении мономеров были также использованы методы синтеза из мономерной смеси и компенсационный – дозирование БА к раствору СХК. Полученные результаты показали, что сополимеризация БА-СХК приводит к выходу сополимеров ~ 30-50 % как при дозировании в течение 1-10 мин и дальнейшей полимеризации при перемешивании в течение 1 часа, так и при полимеризации из мономерной смеси в течение того же времени. Для качественного изучения строения и идентификации полученных металлосодержащих сополимеров использован метод ИК- спектроскопии. Присутствие характерных полос поглощения в области колебаний бензольного кольца (валентные колебания С-Н связи при sp^2 – гибридном атоме углерода – 3026 $см^{-1}$; валентные колебания С – С (ароматические) при 1452 $см^{-1}$ и деформационные колебания ароматического кольца =С-Н при 700 $см^{-1}$), а также два очень сильных сигнала при 1961 $см^{-1}$ и 1877 $см^{-1}$, относящихся к хромтрикарбонильной группе, подтверждают образование фрагментов СХК в полимере, а полосы поглощения при 1724 $см^{-1}$ и 1163 $см^{-1}$ свидетельствуют о присутствии групп -С=О и -С–О-, соответственно, т.е. сложноэфирной группировки полибутилакрилата.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

Методом спектрофотометрического анализа было определено содержание хрома и рассчитано содержание СХК фрагментов в образцах

Рис. 4. Хроматограммы образца сополимера БА-СХК, зарегистрированные на



УФ (1) и рефрактометрическом (2) детекторах.

сополимеров. Они оказались сопоставимыми – и в том и другом случае получается сополимер, содержащий 20-30% СХК. Оригинальны данные исследования ММР сополимеров методом ГПХ с двойным детектированием с использованием рефрактометрического и УФ-детектора. Кривые для компенсационной и полимеризации из мономерной смеси полностью идентичны по характеру. На рис. 4 приведена хроматограмма для сополимера, синтезированного КС(компенсационная сополимеризация) . Коэффициенты полидисперсности M_w/M_n имеют невысокие значения 2,1-2,2. Очевидно, что, звенья СХК в сополимере, улавливаемые УФ-детектором, равномерно распределяется в сополимере БА-СХК на протяжении всего времени полимеризации. В результате, независимо от условий синтеза, мы получили композиционно-однородный сополимер. Таким образом, получены новые данные при сополимеризации стирола и его производных Ст: α-МС и СХК с использованием КС. Анализ полученных результатов свидетельствует о перспективности исследований терполимеров с включением мономерных звеньев АМА, ВБЭ и Ст, т.к. в парах последнего с АМА получаются сополимеры с соизмеримым соотношением звеньев. Это позволяет предположить возможность получения терполимеров, включающих все три компонента, если использовать дозирование активных в радикальной полимеризации мономеров Ст и АМА к ВБЭ.

Синтез терполимеров стирола, алкил(мет)акрилатов и ВБЭ компенсационным методом

В сравнимых условиях проведен синтез ряда терполимеров на основе

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

ВБЭ, АМА и Ст . Соотношение исходных компонентов 80:10:10 мол. % путем дозирования смеси АМА-Ст к ВБЭ при кипении и в избытке последнего. Состав и молекулярно-массовые характеристики синтезированных сополимеров представлены в табл.5. Видно, что терполимеры во всех случаях имеют соизмеримые количества всех трех компонентов и невысокие значения ММ, что важно в прикладном аспекте данной работы. ММР терполимеров были зарегистрированы с применением двойного детектирования: рефрактометрическим и УФ детекторами, первый из которых фиксирует ММР всего терполимера, а второй - только звенья Ст.

Таблица 5.

Состав и молекулярно-массовые характеристики терполимеров.

№	Терполимер	Состав по ИК, мол % ВБЭ-АМА -Ст	$M_n \times 10^{-3}$	$M_w \times 10^{-3}$	M_w/M_n
1	ВБЭ-ЭГА-Ст	(48-50):(28-30):(21-23)	10,9	25,9	2,4
2	ВБЭ-БМА-Ст	(27-29):(30-32):(40-42)	9,3	42,3	4,5
3	ВБЭ-БА-Ст	(25-27):(43-45):(29-31)	9,7	21,9	2,3

На рис. 5 представлен вид кривых ММР терполимеров ВБЭ-БА-Ст, ВБЭ-ЭГА-Ст и ВБЭ-БМА-Ст (а,б,в, соответственно). Во всех случаях наблюдается одна и та же тенденция распределения: форма кривой по УФ- детектору повторяет таковую для рефрактометрического детектора . Можно также отметить, что в случае терполимера ВБЭ-БМА-Ст композиционная однородность имеет место, несмотря на заметную неоднородность терполимера по ММ. Это проявляется в бимодальности кривой ММР .

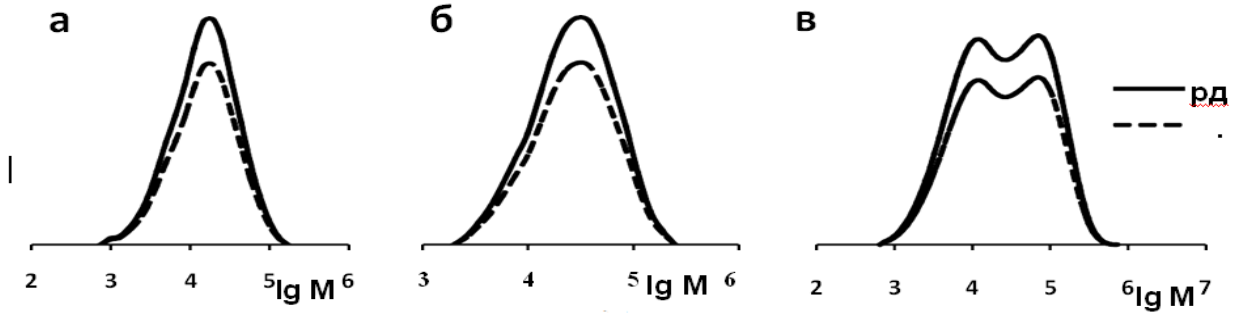


Рис. 5. Кривые ММР терполимеров: а - ВБЭ-БА-Ст, б - ВБЭ-ЭГА-Ст, в - ВБЭ-БМА-Ст.

В аналогичных условиях из мономерной смеси при соотношение исходных компонентов ВБЭ:БА:Ст = 80:10:10 мол. % при кипении ВБЭ

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

синтезировали сополимер, в состав которого вошли эквимольные количества БА и Ст. Звенья ВБЭ обнаружены лишь в следовом количестве, т.е. он практически не встраивается в полимерную цепь и выполняет роль растворителя. Таким образом, метод КС при дозировании смеси АМА-Ст к ВБЭ позволил получить композиционно-однородные низкомолекулярные терполимеры, включающие соизмеримые количества звеньев ВБЭ, АМА и Ст в противоположность синтезу из мономерной смеси, в случае которого образуется сополимер БА:Ст эквимольного состава.

Изучение сополимеров, синтезированных компенсационным методом, в качестве модификаторов вязкости смазочных масел

Новые сополимеры, синтезированные в присутствии различных инициаторов и с соизмеримым соотношением компонентов с использованием компенсационного метода, имеют невысокие значения ММ и композиционно-однородное строение. Это позволяло предположить, что как и аналогичные сополимеры АМА с ВАЭ, они могут обладать хорошими загущающими свойствами в минеральных и синтетических основах масел. При этом однородность их строения будет проявляться в устойчивости к деструкции. Для реализации этого предположения предварительно проведена оценка растворимости сополимеров (ВБЭ-БА, БА-Ст, ЭГА-Ст и БМА-Ст, ВБЭ-БА-Ст, ВБЭ-ЭГА-Ст и ВБЭ-БМА-Ст) в нефтяных и синтетических основах масел. Растворимость сополимеров в маслах определялась путем изучения растворения сополимеров в концентрации 5 масс.% в минеральной основе масла АМГ-10 и синтетической основе ДОС(диоктилсебацинат) при нагревании и перемешивании с последующим охлаждением до комнатной температуры. В практическом плане представляют интерес синтезированные образцы сополимеров (ВБЭ-БА, ВБЭ-ЭГА-Ст, ВБЭ-БА-Ст) как загустители, т.к. растворяются в ДОС и АМГ-10 с образование стабильных растворов при 25^0С. Все сополимеры хорошо растворимы в ДОС, а в АМГ-10 растворимость проявили сополимеры ВБЭ-БА, полученные на всех типах инициаторов, а также тройные сополимеры ВБЭ-ЭГА-Ст и ВБЭ-БА- Ст, полученные при последовательном дозировании активных мономеров. В отличии от сополимера ВБЭ-БА-Ст (последовательное дозирование) сополимер ВБЭ-БА-Ст (совместное дозирование) не растворился в минеральной основе. Опираясь на данные о составе сополимеров, можно предположить, что содержание ВБЭ близкое к 50 мол. % обеспечивает растворимость сополимера в основе масла АМГ-10.

Таблица 6.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

Растворимость синтезированных сополимеров в минеральной основе масла АМГ-10 и синтетической основе ДОС.

Тип сополимера	Инициатор	$M_n \times 10^{-3}$	Растворимость в ДОС при 25^0С	Растворимость в АМГ-10 при 25^0С
БА-ВБЭ	ДАК	15-20	+	+
	ТЭБ+O_2	13	+	+
	ТНБ+O_2	18	+	+
	ТНБ+ДПС	28	+	+
БА-Ст	ДАК	9,1-21,1	+	-
ЭГА-Ст		21,2	+	-
БМА-Ст		18,1	+	-
ВБЭ-БА-Ст		9,7	+	-**
ВБЭ-БА-Ст*		6,3	+	+
ВБЭ-ЭГА-Ст		10,9	+	+
ВБЭ-БМА-Ст		9,3	+	-**

*Последовательное дозирование БА 30 мин, затем Ст 30 мин, ДАК распределен в дозируемых мономерах равномерно, состав сополимера ВБЭ- БА-Ст (43-45):(38-40):(16-18) мол. % по ИК.

**при нагревании до 100^0С растворяются, а при охлаждении раствора вновь происходит осаждение сополимера.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные о загущающем действии растворов в ДОС сополимеров БА с ВБЭ при положительных температурах, синтезированных в присутствии элементоорганических инициаторов в сравнении с ДАК, приведены в табл. 7. Видно, что немного большая кинематическая вязкость наблюдается в случае

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

использования систем с ТАБ при получении сополимеров, что может быть связано с особенностями образования макромолекулярных цепей в их присутствии . Испытания сополимеров БА-ВБЭ, полученных с использованием ТАБ как инициаторов, в качестве МВ (модификатор вязкости) ДОС(не выявили по показателю «Степень деструкции» (Д, %) заметного отличия их от таковых, синтезированных в присутствии ДАК. В связи с этим использование борсодержащих инициаторов, достаточно дорогостоящих, для получения сополимеров неперспективно и в дальнейшей работе не проводилось. Сравнение сополимеров БА-ВБЭ как загустителя с отечественными и импортными присадками аналогичного действия по ряду характеристик свидетельствует о сопоставимом действии в ДОС. По показателю «Степень деструкции» (Д, %) новые сополимеры БА-ВБЭ в растворе ДОС , превосходят отечественные акрилатные присадки «ПМА В-1» и «ПМА В-2», а также импортный загуститель «Viscoplex 7-302» .

Хотелось бы обратить внимание на данные табл.7, строки 5, 6, которые свидетельствуют о небольшом варьировании низкотемпературной вязкости раствора сополимера при его получении в присутствии ДАК путем введения активного мономера равномерно или порциями. Во втором случае значения кинематической вязкости сопоставимы при положительных температурах и заметно меньше при температуре -40^0С. Это связано, вероятнее всего, с присутствием в сополимере при порционном дозировании заметно большей низкомолекулярной фракции при сопоставлении с таковым, полученным равномерным дозированием.

Таблица 7

Характеристики 5 %-ных растворов загустителей в ДОС.

№	Условия синтеза сополимеров БА-ВБЭ (инициатор и его концентрация) / аналоги	Кинематическая вязкость при температуре, °С			Индекс вязкости	Д,%
		40	100	-40		
1	без присадок	-	3,20	-	-	-
2	ДАК (0,4 мол.%)	-	4,35		211	5-7
3	ДАК**** (0,03 мол.%)	-	4,41		-	
4		18,00	6,54*	4100	218	

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

5			12,28**	(16-17)× 10^3**		≤10
6	ДАК (0,03 мол. %)***		12,26**	(13-14)× 10^3**	-	
7	ТЭБ+O_2 (0,16 мол %)	18,60	4,92	-	209	
8	ТНБ+O_2 (0,32 мол %)	-	-	-	-	
9	ТНБ+ДПС (0,32 и 0,08 мол %, соответственно)	21,10	5,48	-	222	
10	Viscoplex 0-101*	19,92	5,69	2800	258	2
11	Viscoplex 7-302*	25,31	7,38	3200	285	23
12	ПМА В-1*	-	5,71	-	212	60
13	ПМА В-2*	-	12,41	-	219	80

* Концентрация загустителя 10%,
** Концентрация загустителя 15%
***Порционное дозирование БА с ДАК

Сополимеры АМА со Ст хорошо растворимы в ДОС в отличие от нерастворимых сополимеров ВБЭ со Ст и в сравнении с импортным аналогом близкой ММ проявили подобную загущающую способность и высокую устойчивость к механической деструкции .

Таблица 8.

Характеристики растворов сополимеров АМА-Ст (5 масс. %) и их аналогов.

№	Сополимер	Вязкость раствора в ДОС при 100 ^{0}С, мм^2/с	Д, %
1	-	3,2	-
2	БА-Ст	4,7	2,6
3	БМА-Ст	5,0	7,9
4	ЭГА-Ст	4,1	1,0
5	Viscoplex 12-310	4,7	6,8

Таблица 9.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

Характеристики растворов терполимеров (5 масс. %) и их аналогов.

№	Присадка/ Терполимер	Вязкость р-ра в ДОС при 100 ^{0}С, мм^2/с	ДОС, Д, %	Вязкость р-ра в АМГ-10 при 50 ^{0}С, мм^2/с	МГ-10 Д, %
1	ПМА В-2*	12,4	61	-	-
2	Viscoplex 12-310	4,7	6,8	-	-
3	Винипол ВБ-2**	-	-	10,4	41
4	ВБЭ-ЭГА-Ст	4,3	3,7	4,5	1,3
5	ВБЭ-БМА-Ст	4,7	5,8	н/р	н/р
6	ВБЭ-БА-Ст	4,4	2,5	н/р	н/р
7	ВБЭ-БА-Ст***	4,3	2,8	3,2	2,2

*Концентрация присадки в масле 7 масс. % [4]
**Концентрация присадки в масле 10 масс. % [4]
***Последовательное дозирование БА 30 мин, затем Ст 30 мин, ДАК распределен в дозируемых мономерах равномерно, состав сополимера ВБЭ-БА-Ст (43-45):(38-40):(16-18) мол. % по ИК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Терполимеры, включающие АМА, Ст и ВБЭ в растворе ДОС проявляют сопоставимую загущающую способность и при этом - высокую устойчивость к деструкции в сравнении с отечественными и импортным аналогами. В отличие от синтетической основы ДОС, растворимость в основе АМГ-10 проявили не все сополимеры , что, вероятно, может быть связано со строением сополимеров. В основе АМГ-10 растворившиеся терполимеры показали высокую устойчивость к механической деструкции.

Таким образом, исследования новых сополимеров в растворах масел как загустителей показали реальную перспективу использования их как устойчивых к деструкции МВ(модификатор вязкости). В то же время эти данные являются дополнительным подтверждением композиционной однородности их строения: последовательное расположение мономерных звеньев различной природы в полимере увеличивает стабильность молекулы.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24412/2181-1385-2021-6-420-435

Следует обратить внимание на то, что при получении акрилатных присадок к маслам для уменьшения ММ в полимеризующуюся массу вводят передатчики цепи. В данном случае в этом нет необходимости, что выгодно отличает предложенный способ получения сополимера как присадки.

REFERENCES

1. М.Б. Умарова., О.С. Максумова. Регенерация отработанных моторных масел. Материалы Республиканской научно практической конференции с международным участием учённых на тему «Актуальные проблемы химической технологии. Ташкент 2021 г.10-11 март.стр.215-217.
2. Умарова М.Б., проф. Максумова О.С. Исследование влияний топливных фракций на очистку отработанных масел. EURO ASIA 8th. nternational applied Sciences congress full texts book march 15-16, 2021.Tashkent, Uzbekistan