

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА  
ИНСТИТУТ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

---

*на правах рукописи*

**ШАФАГ РЗА ГЫЗЫ БАГИРОВА**

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ  
ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА  
ОСНОВЕ СТИРОЛЬНЫХ ПЛАСТИКОВ И ГРАФТКАУЧУКОВ**

Специальность: 2304.01 – Химия макромолекул  
2314.01 – Нефтехимия

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по химии

Сумгайыт – 2015

**Работа выполнена в Институте Нефтехимических Процессов  
им. академика Ю.Г.Мамедалиева Национальной Академии Наук  
Азербайджана**

**Научные  
руководители :** доктор химических наук, профессор  
**Н.Т.Кахраманов**

доктор химических наук  
**Р.В.Алиева**

**Официальные  
оппоненты:** доктор химических наук  
**К.Г.Гулиев**

доктор химических наук, профессор  
**М.Р.Байрамов**

**Ведущая  
организация:** Сумгайытский Государственный Университет  
кафедры «Высокомолекулярные соединения и  
аналитическая химия» и «Нефтехимия и химическая  
технология»

Защита состоится « 22 » декабря 2015 г. в \_\_\_\_ часов на  
заседании Диссертационного Совета Д.01.251 в Институте  
Полимерных Материалов Национальной Академии Наук  
Азербайджана (AZ5004, Азербайджанская Республика, г. Сумгайыт,  
пр.С.Вургун,124).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института  
Полимерных Материалов Национальной Академии Наук  
Азербайджана. e-mail: ipoma@science.az, chem@science.az

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » ноября 2015 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного Совета  
доктор философии по химии



А.З.Чалабиева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Стирольные пластики относятся к числу наиболее крупнотоннажных полимерных материалов, выпускаемых в промышленности. Среди полимеризационных пластмасс они продолжают занимать лидирующую позицию на мировом рынке полимеров. Объясняется это тем, что стирольные пластики обладают достаточно хорошими прочностными свойствами, позволившим причислить их к числу востребованных конструкционных материалов. Однако, постоянное совершенствование техники и технологии в различных их направлениях, создают потребность в создании полимерных материалов с еще более высокими физико-механическими характеристиками. Существующие на данный момент стирольные пластики по своим свойствам не всегда обеспечивают возможность расширения их применения в ряде областей науки и техники. Промышленная технология производства стирольных пластиков, основанная на изменении конструкции реактора или подбора соответствующих иницилирующих систем, не в состоянии существенным образом повлиять на улучшение комплекса их свойств. В связи с этим, за последние годы внимание большинства ученых, в основном, сконцентрировано на проведении исследований в направлении модификации их структуры и свойств полимерными и минеральными добавками. В этом случае представляется возможным в довольно широких пределах варьировать комплексом прочностных свойств модифицированных стирольных пластиков.

Весьма ограниченными являются исследования по изучению влияния таких модифицирующих добавок, как графтсополимеры или металлсодержащие наночастицы (МНЧ) на характер изменения физико-механических и других характеристик стирольных пластиков. Практически отсутствуют исследования по изучению влияния длины и частоты распределения привитых цепей на характер изменения свойств модифицированных стирольных пластиков и их металлсодержащих (нано)композитов.

Известно, что сульфокатиониты на основе сшитых полистирольных матриц (КУ-2; КУ-2×8) многие годы применяются в качестве полимерных ионнообменных катализаторов некоторых основных нефтехимических процессов, в том числе, этерификации. Однако, во многих гетерогенизированных процессах они не проявляют достаточную активность и селективность, так как прочностные свойства сшитых дивинилбензолом полистирольных матриц в составе катализатора

являются невысокими. В связи с ожесточением экономических и экологических требований к существующим промышленным и внедряемым процессам, разработка новых, более эффективных, селективных и легкодоступных (со)полимерных композиционных катализаторов с высокими прочностными и эксплуатационными свойствами является актуальной задачей, как для химии полимеров, так и для нефтехимии.

**Целью работы** являлось проведение комплекса работ по получению, исследованию и нахождению областей применения полимер-полимерных, металл-полимерных (нано)композитных материалов на основе УПС, АВС пластиков, модифицирующих добавок графтсополимеров (графткаучуков) и МНЧ.

Для достижения цели были поставлены следующие основные задачи:

- Получение, исследование и нахождение областей применения *полимер-полимерных композиционных материалов* на основе стирольных пластиков (промышленных УПС и АВС) и модификаторов-графтсополимеров (графткаучуков). Изучение влияния модифицирующих добавок (графтсополимеров - ГС) на структуру и свойства этих композиционных материалов. Изучение влияния степени прививки, длины и частоты распределения привитых цепей в ГС (привитой сополимер атактического-полипропилена со стиролом (а-ПП-пр.-стирол), а также привитой сополимер а-ПП со стиролом и акрилонитрилом (а-ПП-пр.-САН)) на физико-механические свойства полученных композиционных материалов, установление их оптимальных концентраций в составе композита;

- Получение, исследование и нахождение областей применения *металл-полимерных композиционных материалов* на основе стирольных пластиков (промышленных УПС и АВС), ГС, МНЧ. Изучение влияния сополимерных модифицирующих добавок графтсополимеров (графткаучуков) и МНЧ на структуру и свойства этих композиционных материалов. Изучение закономерностей изменения физико-механических, теплофизических, каталитических (в основном, в процессах этерификации для получения важных нефтехимических продуктов – сложных эфиров) и других свойств полученных (нано)металл-композиционных полимерных материалов на основе стирольных пластиков;

- Применение современных физико-химических методов анализа для определения и идентификации структуры полимер-полимерных

и металл-полимерных композиционных материалов на основе стирольных пластиков;

- Исследование влияния технологического режима экструзии и литья под давлением на прочностные свойства модифицированных образцов стирольных пластиков.

**Научная новизна** исследований заключается:

- в разработке способа получения композиционных материалов на основе УПС, АБС и «чистых» ГС (привитых сополимеров а-ПП-пр.-стирол и а-ПП-пр.-САН), синтезированных в присутствии эффективных иницирующих систем, позволяющих получать графт-сополимеры без образования гомополимеров;

- в подборе и изучении влияния концентрации ГС, степени прививки, а также длины и частоты распределения привитых стирольных цепей на физико-механические и другие свойства композиционных материалов на основе УПС, АБС и ГС;

- в разработке способа получения композиционных материалов на основе УПС, АБС, ГС и Cu-, Cr-, Ti-, Zn-содержащих НРЧ, а также минеральных наполнителей, таких как галлоизит и цеолит. В выявлении основных закономерностей формирования межфазных областей в матрице стирольных пластиков в присутствии указанных наполнителей;

- в исследовании влияния концентрации МНЧ на структуру и процесс формирования прочностных и теплофизических, а также каталитических свойств композитов на основе УПС и АБС пластиков;

- в экспериментальном исследовании влияния технологических параметров экструзии и литья под давлением на прочностные характеристики модифицированных стирольных пластиков.

**Практическая ценность** работы заключается в получении на основе промышленных полимеров новых перспективных композиционных (нано)материалов, содержащих в составе графтсополимеры и НРЧ металлов с заданной структурой, с регулируемыми физико-механическими (прочность на изгиб, ударная прочность, разрушающее напряжение, относительное удлинение), термическими, электрофизическими и каталитическими свойствами, имеющими широкие перспективы для применения в различных областях, а также в нефтехимическом синтезе.

Полученные полимерные материалы, содержащие в составе привитые сополимеры (графтсополимеры), могут служить основой для

создания экономически выгодного перспективного производства модифицированных промышленных УПС и АБС.

Синтезированные полистирольные (нано)материалы, содержащие в составе Cu- и Cr- наноразмерные частицы, могут быть применены в качестве полупроводниковых композитов, а Ti-содержащие в качестве полимерных катализаторов нефтехимического процесса. Галлоизит и цеолит-содержащие (со)полимерные сульфокompозиты, в сравнении с известными промышленными катализаторами КУ-2 и КУ-2-8, имеют высокую активность и селективность, в связи с чем, могут быть успешно применены для получения важных нефтехимических продуктов, в частности, высокооктановых добавок и сложных эфиров.

Практические работы, проведенные по синтезу (со)полимеров и нанометаллокомпозитов на их основе, апробированы Грантами № SIP-03 Национальной Академии Наук Азербайджана, Национального Фонда Науки Азербайджана и *Civilian Research and Development Foundation USA*.

На способы получения катализатора для синтеза органических соединений, полимерной композиции и металл-полимерных нанокompозитов получены патенты Азербайджана.

Работа выполнена в ИНХП НАН Азербайджана в соответствии с планом научно-исследовательских работ № гос.регистрации 0106 Az 00017, 0204 Az 00007 и 0104 Az 00005.

**Личное участие автора:** Автору принадлежит ведущая роль при выполнении работы, включая постановку задачи, основные идеи и направления исследования, проведение экспериментов, интерпретация результатов и формулировка выводов.

**Публикации и апробация работы:** По теме диссертации опубликовано 29 научных трудов, в том числе 12 статей, 3 патента Азербайджана, и 14 тезисов докладов. Основные результаты диссертационной работы докладывались на:

XVIII Менделеевском съезде по общей и прикладной химии (Москва, Россия, 2007); На международном Европейском полимерном Конгрессе “European Polymer Congresses” (Портоторж, Словения, 2007); Республиканской научной конференции, посвященной 85-летию юбилею общенационального лидера Гейдара Алиева (Баку, Азербайджан, 2008); Открытой школе-конференции стран СНГ (с международным участием) «Ультрамелкозернистые и наноструктурированные материалы» (Уфа, Республика Башкортостан,

Россия, 2008); XII Международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности» (Санкт-Петербург, Россия, 2011); Республиканской научной конференции, посвященной 85-летию юбилею академика Т.Н.Шахтагинского (Баку, Азербайджан, 2011); III научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники» (Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 2011); VIII Бакинской Международной Мамедалиевской Конференции по Нефтехимии (Баку, Азербайджан, 2012); Открытой школе-конференции стран СНГ (с международным участием) «УМЗНСМ-2012», (Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 2012); Научной конференции, посвященной 105-летию академика М.Ф.Нагиева (Баку, Азербайджан, 2013); На международной конференции «1<sup>st</sup> International Chemistry and Chemical Engineering Conference - CCE-2013» (Баку, Азербайджан, 2013); На международной конференции «VI International Conference of European and Technology» (Мюнхен, Германия, 2013); Открытой школе-конференции стран СНГ (с международным участием) «УМЗНСМ-2014» (Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 2014); XI Международной конференции молодых ученых по нефтехимии, посвященной памяти академика В.М.Грязнова (Звенигород, Россия, 2014).

**Структура и объем работы:** Диссертационная работа изложена на 184 страницах и состоит из введения, 5 глав, основных выводов, списка литературы из 176 наименований, иллюстрирована 36 рисунками и 29 таблицами.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

### 1. Полимер-полимерные композиты на основе стирольных пластиков.

В основную задачу проводимых нами исследований входило получение высокопрочных конструкционных стирольных пластиков на основе выпускаемых в промышленности полистирола средней ударной прочности (УПС) и акрилонитрил-бутадиен-стирольного сополимера (АБС). Модификация промышленных образцов УПС и АБС осуществлялась с помощью компатибилизаторов, представляющих собой «чистые» привитые сополимеры (не содержащие в составе остатки гомополимеров). Для УПС применяли привитой сополимер (ГС) атактического-полипропилена (а-ПП) со стиролом - (а-ПП-пр.-стирол), а для АБС - привитой сополимер атактического полипропиле-

на (а-ПП) со стиролом и акрилонитрилом (а-ПП-пр.-САН). Нами были изучены не только качественное влияние ГС, но и роль микроструктурного фактора – длины и среднестатистической частоты распределения привитых цепей ГС на механизм формирования структуры и свойств композиций УПС и АБС. Такой подход к исследованию механизма модифицирования структуры и свойств многофазных полимерных композиционных материалов ранее не проводился, что делало возможным ответить на вопросы, которые долгое время были предметом дискуссии и не позволяли провести систематизацию исследований в этой области в единую цельную теорию.

Для установления селективного влияния размера привитых цепей на основные физико-механические свойства композиций в качестве модификаторов использовали несколько образцов ГС с относительно короткими ( $M_n=4500-6000$ ) и длинными привитыми цепями ( $M_n=25000-35000$ ). Результаты оценки длины и частоты распределения привитых цепей указанных образцов приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

**Таблица 1.1.** Влияние содержания ГС с различной степенью прививки стирола и длиной привитых цепей на разрушающее напряжение при разрыве ( $\sigma_p$ ), прочность на изгиб ( $\sigma_u$ ) и ударную прочность (а) композиций на основе ударопрочного полистирола

№	Конц. ГС в УПС*, % масс.	Степень прививки стирола в ГС, % масс.	ММ привитой цепи, $M_n$ кор./ $M_n$ длин.	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа $\sigma_{p,кор}/\sigma_{p,длин}$	Прочность на изгиб, МПа, $\sigma_{и,кор}/\sigma_{и,длин}$	Ударная прочность, кДж/м <sup>2</sup> , а.кор./а. дл.
1	5	24-25	$\leq 6000/ \geq 20000$	27.0/27.0	20.5/20.5	52.3/52.3
2	10			28.0/28.5	23.0/23.5	60.2/60.3
3	15			27.0/27.0	20.6/20.7	62.0/62.4
4	20			26.8/26.8	18.6/18.6	65.3/65.0
5	5	52-53		27.3/27.5	20.9/21.0	54.2/54.3
6	10			29.0/31.5	27.5/30.2	62.5/62.7
7	15			30.8/32.0	27.7/32.0	66.2/67.4
8	20			31.0/33.0	27.5/31.0	68.3/70.2
9	5	73-76		27.0/27.5	20.9/20.9	55.2/55.4
10	10			31.0/32.0	31.5/34.0	62.0/67.0
11	15			32.0/33.0	33.0/35.0	68.3/70.1
12	20			32.5/34.0	33.5/35.3	72.6/78.2

\*Для исходного УПС - разрушающее напряжение при растяжении 27МПа, прочность на изгиб 20 МПа; ударная прочность 49 кДж/м<sup>2</sup>.

Длину привитой цепи оценивали по результатам анализа кинетических закономерностей процесса графтсополимеризации стирола с атактическим полипропиленом, т.е. определяли по среднечисловой степени полимеризации ( $P^*$ ) из соотношения скорости роста привитой цепи к скорости инициирования. Число привитых цепей на участке в 1000 С атомов макроцепи а-ПП или частоту распределения привитых цепей определяли из формулы:  $n_o = [M]_o \alpha / P^* C_{1000C}$ , где:  $[M]_o$  - исходная концентрация мономера в реакционной среде, моль/л;  $\alpha$  - степень конверсии мономера;  $P^*$  - среднечисловая степень полимеризации;  $C_{1000C}$  - концентрация отрезков макроцепи а-ПП (в 1000 С) в реакционной среде, моль/л.,  $C_{1000C} = m/M_{1000C}$ , где:  $m$  – масса исходного а-ПП, г/л;  $M_{1000C}$  – молекулярная масса отрезка макроцепи а-ПП в 1000С, равная 21000.

**Таблица 1.2.** Влияние содержания ГС с различной степенью прививки САН и длиной привитых цепей на разрушающее напряжение при разрыве ( $\sigma_p$ ), прочность на изгиб ( $\sigma_{и.кор}$ ) и ударную прочность ( $a$ ) композиций на основе АБС сополимера

№	Конц. ГС в АБС*, % масс.	Степень прививки САН в ГС, % масс.	$P_{кор}^{**} / P_{длин}^{**}$	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа $\sigma_{р.кор} / \sigma_{р.длин}$	Прочность на изгиб, МПа, $\sigma_{и.кор} / \sigma_{и.длин}$	Ударная прочность, кДж/м <sup>2</sup> , а.кор./а.д.
1	5	15	$\leq 80 / \geq 200$	47.1/47.1	94.2/94.2	83.0/83.0
2	10			47.5/48.0	93.0/93.5	84.6/84.6
3	15			46.0/46.5	84.6/84.6	86.5/86.5
4	20			41.6/42.0	78.1/78.1	87.0/87.0
5	5	28		48.0/48.0	99.8/99.8	86.5/87.5
6	10			51.0/52.0	101.2/102.6	87.0/87.8
7	15			50.8/51.5	97.0/100.2	86.0/87.2
8	20			47.5/49.0	91.2/95.3	85.5/86.3
9	5	52		51.0/51.0	102.4/102.4	88.4/90.5
10	10			52.3/53.0	105.3/107.6	89.0/90.5
11	15			54.0/55.2	105.5/110.4	86.0/88.2
12	20			52.1/58.7	108.1/115.2	82.3/84.3

\*Для исходного АБС - Разрушающее напряжение при растяжении 44 МПа,

прочность на изгиб 88 МПа, ударная прочность 81,8 кДж/моль.

\*\* Соотношение степеней полимеризации привитой цепи.

Приготовленные полимер-полимерные композиции были идентифицированы современными методами анализа (ИКС, СЭМ, ДСК, ДТА, РФА). Термодинамические показатели указывали на получение более термостабильных композитов. При этом наблюдается улучшение термоокислительных параметров, где деструкция полимер-полимерных композитов происходит при более высоких температурах, чем в исходных стирольных пластиках (таблица 1.3.).

**Таблица 1.3.** Термодинамические параметры УПС и полимер-полимерных композитов на его основе, полученные по ДСК-данным.

Образец	$T$ , °С	$\Delta H$ , Дж/гр.
УПС	$T_{нд1}=332,67$ ; $T_{мд1}=350,23$ ; $T_{кд1}=384,42$	$\Delta H_{д1}=0,5251$
	$T_{нд2}=384,42$ ; $T_{мд2}=445,95$ ; $T_{кд2}=488,38$	$\Delta H_{д2}=375,6$
УПС+5 %ГС	$T_{нд1}=378,05$ ; $T_{мд1}=448,74$ ; $T_{кд1}=486,96$	$\Delta H_{д2}=348,9$
УПС+10 %ГС	$T_{нд1}=390,2$ ; $T_{мд1}=449,93$ ; $T_{кд1}=491,1$	$\Delta H_{д2}=388,2$
УПС+16,6 %ГС	$T_{нд1}=384,42$ ; $T_{мд1}=449,90$ ; $T_{кд1}=489,79$	$\Delta H_{д2}=536,5$

ДСК анализ также был проведен для исходного образца АБС и модифицированных с ГС композитов на их основе. На ДСК-кривой АБС пластика зафиксированы температуры термического разложения сополимера (в токе азота), соответствующие различным переходам ( $T_1=340,62^\circ\text{C}$ ,  $T_2=378,76^\circ\text{C}$ ,  $T_3=410,13^\circ\text{C}$ ,  $T_4=434,51^\circ\text{C}$ ,  $T_5=492,62^\circ\text{C}$ ). Области температур  $T_1$ - $T_3$  являются начальными для процесса деструкции и протекают с энтальпией  $\Delta H=9,697$  Дж/г. Наибольший эндотермический пик деструкции наблюдается при  $T_5=492,62$  и протекает с энтальпией  $\Delta H=286,3$  Дж/г. Термоокисление АБС пластика (в присутствии  $O_2$ ) происходит в интервале температур  $391,51$ - $437,08^\circ\text{C}$  и сопровождается энтальпией  $\Delta H=701,1$  Дж/г. На ДСК-кривой АБС сополимера, модифицированного 5% ГС (а-ПП-пр.-САН), начальная температура разложения  $T_1$ , в отличие от чистого АБС (где  $T_1=340,62^\circ\text{C}$ ), наблюдается при  $T_1=383,71^\circ\text{C}$ , далее деструкция протекает при  $T_2=423,84^\circ\text{C}$ , максимальный эндотермический пик наблюдается

при  $T_3=448,96^\circ\text{C}$  и сопровождается энтальпией  $\Delta H = 335,5 \text{ Дж/г}$ . Конечная температура деструкции фиксируется при  $T_4=489,96^\circ\text{C}$ .

Методами ДТА и ТГА были рассчитаны энергии активации термоокислительной деструкции (УПС=51,6 ккал/моль, ГС=68,8 ккал/моль, а-ПП=45,72 ккал/моль, УПС + 16,6 ГС=54,73 ккал/моль) по приведенным уравнениям (для УПС  $dy/dt = K[(1-y)/y]^{0,5}$ , для ГС  $dy/dt = K(1-y)y$ , для а-ПП  $dy/dt = K(1-y)^{2,5}$ , УПС + 16,6 ГС  $dy/dt = K(1-y)^{0,5}$ ) для описания механизма этого процесса. На основании проведенных исследований можно сделать точный выбор полимер-полимерного композита на основе УПС и АБС, обладающего необходимыми физико-механическими, а также термическими характеристиками.

Были сняты СЭМ проекции УПС, АБС и полимер-полимерных композитов на их основе (рис.1.1.). Микрофотографии указывали на формирование упорядоченной структуры, благодаря более “компактной” упаковке ГС в УПС и АБС, с равномерным наполнением дефектных участков.

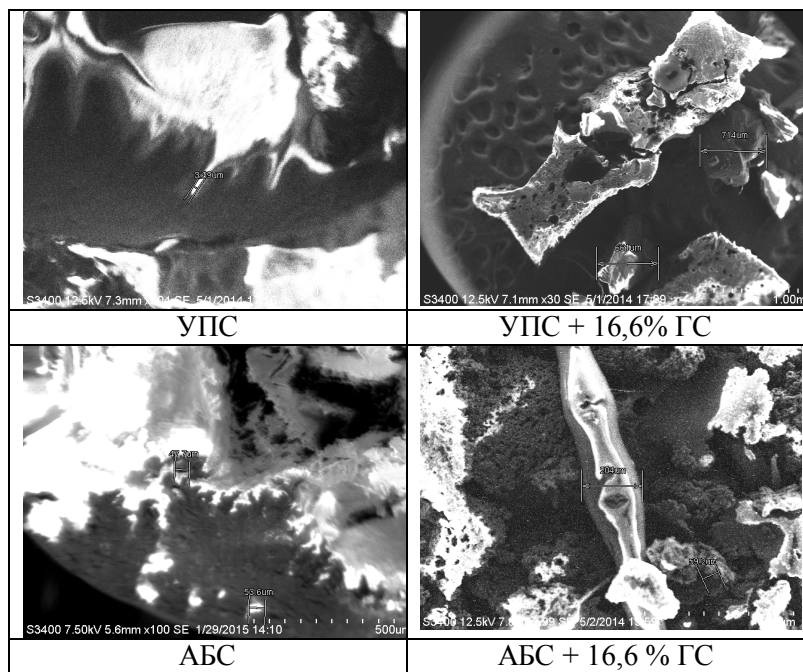


Рис.1.1. СЭМ проекции УПС, АБС и композитов на их основе.

Таким образом, мы попытались показать, как можно повлиять на сам процесс улучшения комплекса свойств наиболее крупнотоннажных стирольных пластиков. Использование ГС с различной длиной и частотой распределения привитых цепей впервые позволило выявить роль длины и частоты распределения привитых цепей в процессе формирования структуры и прочностных характеристик этих пластиков. Становится очевидным, что выбор модификатора ударопрочных пластиков должен основываться на глубоком изучении влияния не только состава, но и микроструктурных особенностей полимерных добавок на процессы, происходящие в межфазной области гетерогенных полимерных систем.

## 2. Метал-полимерные композиты на основе стирольных пластиков.

Для получения Cu-, Cr-, Zn-, Ti-содержащих полимерных (нано)композиционных материалов (МПНК) в качестве полимерных матриц были применены полимеры АБС, УПС, ПЭНП, ПЭВП, ПАК, а-ПП-пр-стирол, а-ПП-пр-САН. Как видно, (со)полимеры отличаются между собой по составу: полиэтилены, не содержащие функциональные группы (ПЭВП, ПЭНП); акрилонитрилбутадиенстирольный сополимер (АБС), полиакрилонитрил, а-ПП-пр.-САН, содержащие нитрильную (-CN) группу; УПС, а-ПП-пр.-стирол, содержащие ароматические кольца. Неполярный полимер ПЭНП имеет разветвленную, а ПЭВП, в основном, линейную структуру. Выбор полиэтилена в составе МПНК связан с простотой и легкодоступностью, и для проведения сравнительных данных. Выбор остальных полимеров связан с тем, что они содержат в своем составе  $-C_6H_5$  и  $-CN$  группы, которые могут способствовать связыванию и, в большей степени, стабилизации металл-наночастиц в полимерной матрице. Привитой сополимер содержит в составе как полипропиленовые, так и фенильные группы.

МПНК были приготовлены с различной концентрацией металл-содержащей части. Были получены металл-содержащие (нано)частицы в различных матрицах, в которых вводимая концентрация металла составляла от 0,2 до 20 масс.%. В составе МПНК были применены такие минеральные наполнители, как галлоизит и цеолит в количестве до 40-50 % масс.. Для исследования состава и строения полученных МПНК использовался комплекс физико-химических методов, в том числе ИКС, СЭМ, ДСК, ДТА, РФА и др. Сравнительный анализ рентгеновских спектров матриц и МПК на их основе показывает на обра-



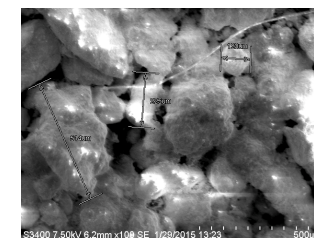
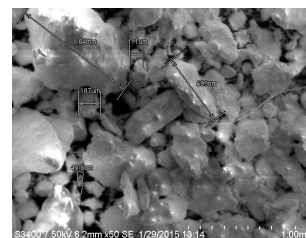
зование ультрамелкодиспергированной аморфной структуры. При применении ПЭВП, наряду с УПС и АБС, наблюдается заметное изменение степени кристалличности первичной полиэтиленовой матрицы. Изменение степени кристалличности полимерной матрицы обусловлено введением в нее металлсодержащего соединения и формированием ультрадисперсных частиц при получении МПК.

С помощью РФА по уравнению Шерера были рассчитаны размеры (10-500 нм) металл- и металлоксидных частиц в МПК. Структурные изменения также наблюдаются для НК с полимерными матрицами УПС, АБС и ПАК. Образование химических связей между поверхностью наночастицы Cu/CuO и нитрильными группами также подтверждено с помощью ИК-спектроскопии. Отличительной особенностью ИК-спектра нанокompозита является присутствие, наряду с полосой валентных колебаний нитрильной группы  $\nu(\text{C}\equiv\text{N}) = 2245 \text{ см}^{-1}$ , характерной для химической структуры исходных полимеров, наличие полосы при  $2405 \text{ см}^{-1}$ , которая относится к координированной нитрильной группе. Нами было изучено поведение композитов с изменением температуры. Полученные данные ДСК и ДТА позволили определить некоторые термодинамические параметры. На ДСК кривых (нано)композитов на основе различных полимерных матриц, термодинамические параметры отличаются между собой. На примере АБС таблица 2.1. демонстрирует улучшение термических свойств МПК.

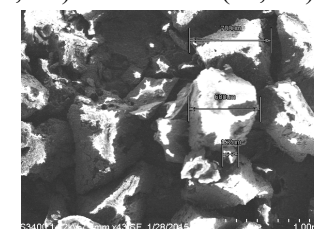
**Таблица 2.1.** Термодинамические параметры Cu-содержащих (МСС) композитов на основе АБС.

Образец	Переходные температуры, °С	Деструкция, °С	$\Delta H_{\text{дест.}}$ , Дж/г
АБС	$T_1 = 270, 6^\circ\text{C}$ $T_2 = 340, 62^\circ\text{C}$ $T_3 = 378, 76^\circ\text{C}$ $T_4 = 434, 51^\circ\text{C}$ $T_1 = 492, 62^\circ\text{C}$	$T_{\text{нач. д. 1}} = 270, 6^\circ\text{C}$ $T_{\text{кон. д. 1}} = 378, 76^\circ\text{C}$ $T_{\text{нач. д. 2}} = 378, 76^\circ\text{C}$ $T_{\text{кон. д. 2}} = 492, 62^\circ\text{C}$	9, 697 286, 3
АБС (94,3%)+ МСС (5,66 %)	$T_1 = 305, 51^\circ\text{C}$ $T_2 = 384, 24^\circ\text{C}$ $T_3 = 392, 74^\circ\text{C}$	$T_{\text{нач. д.}} = 396, 96^\circ\text{C}$ $T_{\text{кон. д.}} = 447, 39^\circ\text{C}$	209, 2
АБС (89,2%)+ МСС (10,8 %)	$T_1 = 364, 81^\circ\text{C}$ $T_2 = 405, 17^\circ\text{C}$ $T_3 = 449, 22^\circ\text{C}$	$T_{\text{нач. д.}} = 364, 81^\circ\text{C}$ $T_{\text{кон. д.}} = 449, 22^\circ\text{C}$	
АБС (87,5) + ГС (4,7%) + МСС (7,8%)	$T_1 = 330, 80^\circ\text{C}$ $T_2 = 356, 91^\circ\text{C}$ $T_3 = 379, 38^\circ\text{C}$	$T_{\text{нач. д.}} = 330, 80^\circ\text{C}$ $T_{\text{кон. д.}} = 379, 38^\circ\text{C}$	

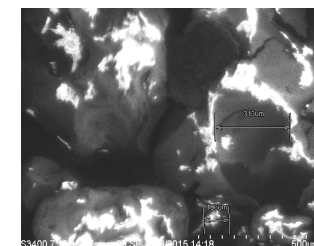
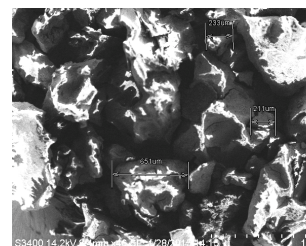
Были сняты СЭМ проекции (рис. 2.1-2.3) МПК с различными наполнителями, в том числе Cu-содержащей соли (МСС).



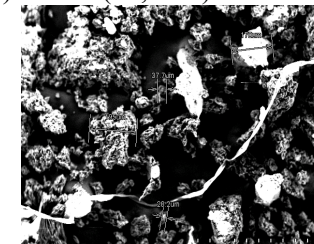
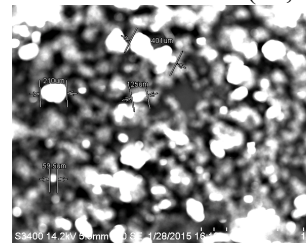
АБС (44,6%)+МСС (10,8%)+галлоизит (44,6%)



АБС (87,5%)+ ГС (4,7%) + МСС (7,8%)

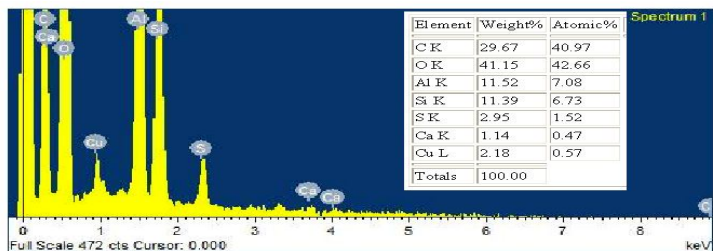


АБС (80,64 %)+МСС (19,35%)

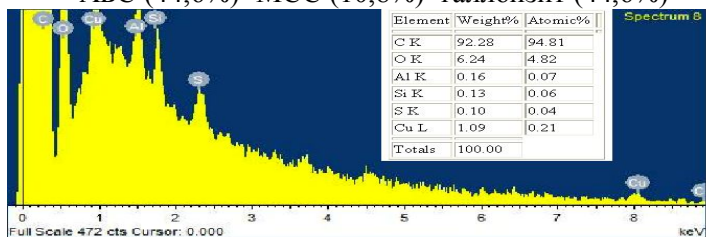


АБС (16,1%)+ ПЭВП (64,5% + МСС (19,35%)

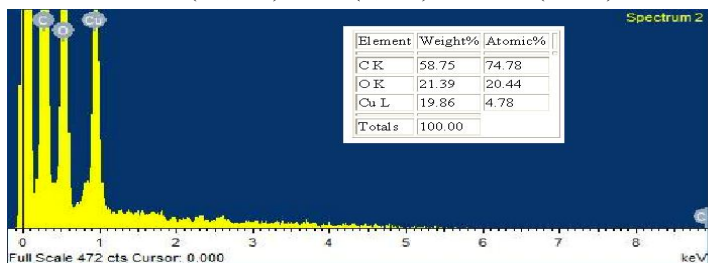
Рис. 2.1. СЭМ проекции МПК на основе АБС.



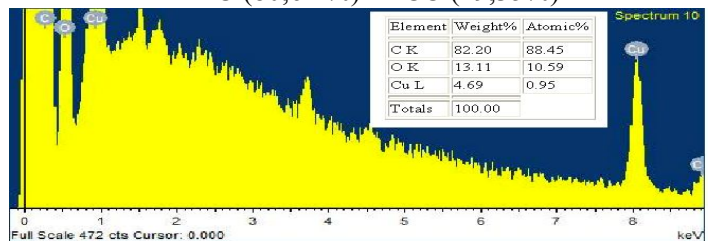
АБС (44,6%)+МСС (10,8%)+галлоизит (44,6%)



АБС (87,5%)+ГС (4,7%) + МСС (7,8%)



АБС (80,64 %) + МСС (19,35%)



АБС (16,1%)+ ПЭВП (64,5% + МСС (19,35%)

Рис. 2.2. Элементный состав синтезированных композитов.

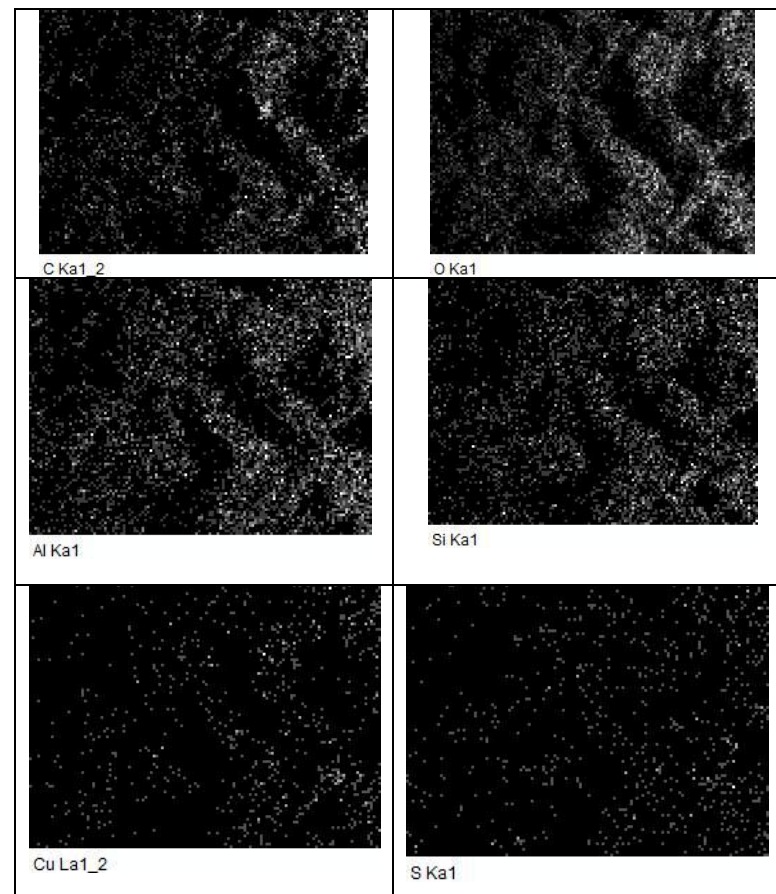


Рис. 2.3. Распределение C, Al, Si, Cu, S элементов в композите АБС (87,5%)+ГС (4,7%) + МСС (7,8%).

Как видно, в результате допирования металл-содержащими соединениями, термодинамические параметры меняются, что свидетельствует об образовании однородного композита с ультрамелкозернисто-диспергированной и более термостабильной структурой. В противном случае, все исходные параметры, а также термодинамические параметры первичной металлсодержащей соли, остались бы неизменными или немного смещенными.

На основании проведенных исследований показано, что для получения вышеуказанных полимер-полимер и металл-полимерных



композитов, также эффективны методы экструзии и литья под давлением. Установлено, что технологические параметры экструзии и литья под давлением оказывают заметное влияние на комплекс конструкционных и эксплуатационных характеристик модифицированных и наполненных (нано)частицами композиционных материалов на основе стирольных пластиков.

Полученные титан-содержащие сульфополимерные (нано)композиты испытаны в процессах этерификации. Для синтеза эфиров в присутствии титан-содержащих сульфополимерных композитов (ТСКАТ), в качестве исходных компонентов использованы одноосновные и двухосновные кислоты из алифатического – валериановая, капроновая, энантовая, адипиновая и из циклического ряда – циклогексановая. В качестве одноосновных спиртов были выбраны - изоамиловый, изопропиловый, н-гептиловый и циклогексановый спирты. Для получения сульфосополимеров применены титан-содержащие композиты на основе АБС. На основе указанных кислот и спиртов были получены соответствующие эфиры - гептиловые эфиры валериановой кислоты, капроновой кислоты, энантовой кислоты (ГЭВК, ГЭКК, ГЭЭК), изоамиловые эфиры энантовой кислоты (ИАЭЭК) и бензиловый эфир энантовой кислоты (БЭЭК), циклогексановые эфиры капроновой и циклогексановой кислоты (ЦГЭКК, ЦГЭЦГК), гексиловый эфир адипиновой кислоты (ГЭАК), изопропиловый эфир циклогексановой кислоты (ИПЭЦГК). Для сравнения использованы сульфосополимеры на основе АБС, не содержащие в составе титан (СКАТ). В идентичных условиях активности катализаторов различны и составляют степень этерификации по воде 9,4-81,7%, а степень этерификации по кислотному числу 9,4-97,59%. В каждом случае в одинаковых условиях активность СКАТ и ТСКАТ больше, чем у известных полимерных катализаторов КУ-2 и КУ-2-8.

Фракционный состав продуктов этерификации также сильно зависит от природы используемого катализатора. В случае чисто сульфополимерных катализаторов (СКАТ и КУ2-8), наблюдается более широкий фракционный состав с большим содержанием продуктов во II и III фракциях (более 80-90 %). В то же время, металл-содержащие модификаты показывают более высокую селективность в получении I и II фракций. В их присутствии III и IV фракции или не получаются вовсе, или же составляют значительно меньшую долю суммарного продукта. Было установлено, что ИК-спектры, полученные в присутствии СКАТ и ТСКАТ до фракционирования и после, в

целом, соответствуют сложным эфирам. В этих спектрах, в области  $1736\text{ см}^{-1}$  выявляются полосы поглощения карбонильных групп. В каждом случае, полосы поглощения, принадлежащие кислотному карбонилу ( $1710\text{ см}^{-1}$ ), карбоксилу ( $1240, 1300, 1420\text{ см}^{-1}$ ) и гидроксильным группам, очень слабые или отсутствуют. Интенсивность полос поглощения с максимумом, соответствующим деформационным колебаниям в интервале  $3200-3600\text{ см}^{-1}$  валентных колебаний, характерны спиртовой группе (-ОН). При сравнении спектров, полученных в присутствии СКАТ и ТСКАТ фракций I и II, установлено, что интенсивность полос поглощения в области  $1060\text{ см}^{-1}$  у фракции II на много меньше интенсивности фракции I. Наличие этой полосы в составе продуктов реакции объясняется содержанием остатков исходных продуктов (в превращенной форме, особенно в I фракции), или наличием возможных гидроксилсодержащих оксикислот и продуктов оксиэфиров (в наиболее высоких фракциях). Часть ряда максимумов, относящихся к поглощению оксиэфиров, обнаруженных в интервале  $3200-3600\text{ см}^{-1}$  также подтверждает вышесказанное. Синтезированные эфиры были идентифицированы ЯМР-спектроскопией. Было обнаружено, что в составе полученных продуктов отсутствуют сигналы свободных карбоксильных групп и гидроксильных групп, что свидетельствует о получении продуктов этерификации.

Молекулярные показатели продуктов этерификации, в частности, распределение молекулярной массы были получены посредством метода эксклюзионной хроматографии (ЭХ). Во всех случаях значения средних молекулярных масс продуктов этерификации больше их расчетного значения, что свидетельствует о наличии в составе продуктов этерификации более высокомолекулярных компонентов. Анализ продуктов методом адсорбционной и эксклюзивной хроматографии показал, что в составе исследуемых соединений, кроме индивидуальных эфиров, обнаружены олигомеры с молекулярной массой ( $M_n$ )=400-1000 в интервале ( $V_R < 15$ ). Наличие в используемых катализаторах металл (нано)частиц в малых концентрациях открывает возможности для регулирования молекулярных параметров полученных продуктов и снижения выхода более высокомолекулярных соединений.

Результаты свидетельствуют о том, что по разработанным нами способам возможно получение полимер-полимерных и металл-полимерных композитов на основе УПС и АБС пластиков с регулируемыми физико-механическими и каталитическими свойствами.

## ВЫВОДЫ

1. Разработаны полимер-полимерные композиции на основе стирольных пластиков (УПС и АБС) и “чистых” (не содержащих в составе смеси гомополимеров) графтсополимеров (ГС) в качестве модификаторов с концентрацией 5-20 масс. %, обладающие комплексом улучшенных физико-механических, эксплуатационных и термических свойств.
2. Показано, что при использовании в качестве модификатора “чистых” ГС, длина (4500-35000) и частота распределения (0,42-8,18) привитых цепей оказывает существенное влияние на физико-механические свойства УПС и АБС. Улучшенными прочностными свойствами обладают композиты на основе УПС, АБС и ГС с длинными привитыми цепями.
3. Полученные полимер-полимерные композиции идентифицированы современными методами анализа (ИКС, СЭМ, ДСК, ДТА, РФА), результаты которых свидетельствуют об образовании структур с различной морфологией. Дифференциально-термические показатели указывают на получение более термостабильных композитов. При этом, наблюдается улучшение термоокислительных параметров, где деструкция полимер-полимерных композитов происходит при более высоких температурах, чем в исходных УПС и АБС.
4. На основе результатов ДТА и ТГА были рассчитаны параметры термоокислительной деструкции полимер-полимерных композитов. Было показано, что показатели энергии активации термоокислительной деструкции отличаются и составляют для УПС=51,6 ккал/моль, ГС=68,8 ккал/моль, а-ПП=45,72 ккал/моль, УПС+16,6 % масс. ГС=54,73 ккал/моль.
5. Разработаны Cu, Cr, Zn, Ti-содержащие полимерные композиционные (нано)материалы на основе стирольных пластиков (УПС и АБС) и “чистых” ГС, обладающие улучшенными эксплуатационными, деформационными, электрофизическими и каталитическими свойствами. Для сравнения в качестве полимерной матрицы выбран ПЭНП и ПЭВД, а в качестве наполнителей цеолит и галлоизит. Титан-содержащие АБС-композиты были применены в качестве полимерных катализаторов в реакциях этерификации.
6. Установлено, что для сохранения прочностных характеристик (нанометалл)наполненных композитов УПС и АБС на более высоком уровне, необходимо в их состав предварительно вводить ГС (а-ПП-пр.-стирол и/или а-ПП-пр.-САН).
7. Полученные металл-полимерные (нано)композиты также были идентифицированы при помощи ИКС, СЭМ, ДСК, ДТА и РФА. По данным РФА были рассчитаны размеры металл- и металлоксидных частиц (в частности, для медь-содержащих композитов Cu ~ 10 нм; CuO ~ 8 нм; Cu<sub>2</sub>O ~ 12 нм). Образование химических связей между наночастицами Cu/CuO и нитрильными группами АБС подтверждено с помощью ИК-спектроскопии. Применение минеральных наполнителей (цеолит и галлоизит) приводит к образованию еще более ультрамелкодиспергированной структуры, что является немаловажным для металл-полимерных композитов.
8. Полученные данные ДСК и ТГ позволили определить некоторые термодинамические параметры. Показано, что (нано)композиты, полученные на основе различных полимерных матриц, отличаются термическими и термоокислительными свойствами.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНО В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ

1. Akhmedova G.A., Aliyeva R.V., Gahramanov N.T., Azizov A.H., Kalbaliyeva E.S., Bagirova Sh.R., Mamedova R.Z., Vakhshouri A.R. The grafted-filled composites as a new type of filled polymers / "European Polymer Congress", Portoroz. Slovenia, 2007, poster 3.2.2., p.219.
2. Алиева Р.В., Азизов А.Г., Кахраманов Н.Т., Амануллаева Г.И. Калбалиева Э.С., Багирова Ш.Р., Мамедова Р.З. Новые сульфокатионитные катализаторы на основе привитых полиолефиновых сополимеров / XVIII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Москва, 2007, с.244.
3. Кахраманов Н.Т., Алиева Р.В., Багирова Ш.Р. Кинетические закономерности привитой сополимеризации акрилонитрила и стирола с синтетическими каучуками // Азербайджанский химический журнал, 2007, №1, с.174-179.
4. Алиева Р.В., Кахраманов Н.Т., Азизов А.Г., Кулиев А.Д., Мартынова Г.С., Багирова Ш.Р., Калбалиева Э.С. Дериватографический анализ некоторых стирольных пластиков // Химический журнал Грузии, 2007, № 7(3), с. 293-297.
5. Алиева Р.В., Азизов А.А., Мартынова Г.С., Исмаилов Э.И., Багирова Ш.Р., Вахшури Э.Р., Металл-полимерные нанокompозиты с улучшенными теплофизическими свойствами / Открытая школа-конференция стран СНГ «Ультрамелкозернистые и наноструктурированные материалы» Уфа, 2008, 4-9 август, с.18-19.
6. Əliyeva R.V., Əzizov A.H., Martınova Q.S., Bađirova Ş.R. Yaxşılaşdırılmış istilik fiziki xassələrə malik metal-polimer nanokompozitlər / Ümummilli lider Heydər Əliyevin 85 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi Konfransı, Bakı, 2008, 7-8 may, s.134.
7. Алиева Р.В., Азизов А.Г., Мартынова Г.С., Исмаилов Э.Г., Калбалиева Э.С., Багирова Ш.Р., Вахшури Э.Р. Металл-полимерные нанокompозиты с регулируемыми теплофизическими характеристиками // Перспективные материалы, Специальный выпуск 2009, №7, с.9-13.
8. Кахраманов Н.Т., Алиева Р.В., Билалов Я.М., Багирова Ш.Р. Технологическая схема процесса синтеза привитых сополимеров на основе полиолефинов // Известия высших технических учебных заведений Азербайджана, 2009, №4(62), с.27-29.

9. Кахраманов Н.Т., Алиева Р.В., Билалов Я.М., Багирова Ш.Р. Деформационные свойства новых типов наполненных полимерных композитов // Известия высших учебных заведений Азербайджана, 2009, №5 (63), с.17-20.
10. Азизов А.Г., Кахраманов Н.Т., Алиева Р.В., Багирова Ш.Р. Композиционные материалы на основе стирольных пластиков // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2010, 11,2(42), с.178-189.
11. Кахраманов Н.Т., Алиева Р.В., Багирова Ш.Р. Свойства композиционных материалов на основе ударопрочного полистирола // Пластические массы, 2010. №11, с.20-24.
12. Багирова Ш.Р., Кахраманов Н.Т., Алиева Р.В. Современные подходы к улучшению совместимости и свойств различных типов полимерных композиционных материалов / Республиканская научная конференция, посвященная 85-летию юбилею академика Т.Н.Шахтахтинского, Баку, 2011, 27-28 октября, с. 117-119.
13. Кахраманов Н.Т., Алиева Р.В., Багирова Ш.Р. Исследование влияния графтсополимера на ударную прочность акрилонитрил-бутадиен-стирольного пластика // Химические проблемы, 2011, № 4. с.559-563.
14. Багирова Ш.Р., Алиева Р.В., Кахраманов Н.Т. Исследование влияния компатибилизаторов на физико-механические свойства стирольных пластиков / XII Международная научно-практическая конференция «Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, экономика», Санкт-Петербург, 2011, 8-10 декабрь, т.3, ч. 1, с.197-198.
15. Кахраманов Н.Т., Алиева Р.В., Багирова Ш.Р. Исследование прочности на изгиб модифицированных образцов акрилонитрил-бутадиен-стирольного пластика // Химические проблемы, 2011, № 2, с.346-350.
16. Амануллаева Г.И., Алиева Р.В., Багирова Ш.Р. Полимерные (нанотитан)катализаторы для синтеза эфирных масел / III Научная конференция молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники», Уфа, 2011, ноябрь. т. 1. с. 137-138.
17. Алиева Р.В., Багирова Ш.Р. Си-содержащие полимерные нано-композиты на основе АБС и УПС / Открытая школа-конференция стран СНГ «Ультрамелкозернистые и наноструктурные материалы», Уфа, 2012, с.42.
18. Алиева Р.В., Багирова Ш.Р., Кяльбиева А.Н., Мамедли Р.З. ДСК-исследования Си-, Ni-содержащих(нано)композитов на основе промышленных полимеров / VIII Бакинская Международная Мамеда-

лиевская Конференция по Нефтехимии, Баку, 2012, 3-6 октября, с.338-339.

19. Кахраманов Н.Т., Алиева Р.В., Багирова Ш.Р. Модифицирование промышленных образцов АБС-сополимера графтсополимером // Азербайджанский Химический Журнал, 2012, №1. с.88-92.

20. Вахшури А.Р., Кулиев А.Д., Ахмедов Ф.И., Багирова Ш.Р., Алиева Р.В., Азизов А.Г. Изучение электрофизических свойств Fe, Cu, Al-содержащих полимерных нанокомпозитов / Научная конференция, посвященная 105-летию академика М.Ф.Нагиева, Баку, 2013, с.55-56.

21. Алиева Р.В., Багирова Ш.Р., Кулиев А.Д., Амиров Р.В. Цеолитсодержащие металлополимерные нанокомпозиты на основе ПЭВП, ПЭНП, АБС и УПС / 1<sup>st</sup> International Chemistry and Chemical Engineering Conference, Baku, 2013, 17-21 april, p.395-398.

22. Kurbanova N.I., Guseynova Z.N., Kuliev A.M., Alieva R.V. Bagirova Sh.R. Nanocomposite polymer materials on the basis of polyethylene of high pressure / VI International research and practice conference, Munich, Germany, 2013, 27<sup>th</sup> - 28<sup>th</sup> december, v.1, p. 86-89.

23. Алиева Р.В., Багирова Ш.Р., Кулиева Э.М., Алиева Р.В. Синтез и исследование Cu, Fe, Ni, Cr-содержащих (со)полимерных нанокомпозитов / Открытая школа-конференция стран СНГ «Ультрамелкозернистые и наноструктурные материалы», Уфа, 2014. с.11.

24. Алиева Р.В., Азизов А.Г., Багирова Ш.Р., Караева Э.М., Велибекова Э.В. Регулируемая сополимеризация полистирола с (мет)акриловой кислотой, металл-содержащие (нано)композитные катализаторы на их основе / XI Международная конференция молодых ученых по нефтехимии памяти В.М.Грязнова, Звенигород, 2014, 16-19 сентября, с.40-41.

25. Алиева Р.В., Азизов А.Г., Багирова Ш.Р., Кулиева Э.М., Мамедова Е.М., Назаров И.Г., Гюльмамедова Н.И. Новые (нано)металлсодержащие полимерные катализаторы для реакций этерификации // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2014, т. 15. №4(60), с. 405-412.

26. Курбанова Н.И., Гусейнов З.Н., Кулиев А.М., Алиева Р.В., Багирова Ш.Р. Исследование свойств нанокомпозиционных полимерных материалов на основе полиэтилена высокого давления с медьсодержащим наноаппенителем // Перспективные материалы, 2015, №1, с.58-64.

27. Rüstəmov M.İ., Əzizov A.H., Qəhrəmanov N.T., Əliyeva R.V., Rəsulov Ç.Q., Bağirova Ş.R., Kalbaliyeva E.S., Məmmədova R.Z., Əzizbəyli H.R. Üzvi birləşmələrin sintezi üçün katalizator. Azərbaycan patenti İ20090084, 2009-cu il.

28. Əliyeva R.V., Əzizov A.H., Qəhrəmanov N.T., İsmayılov E.H., Quliyev A.D., Martinova Q.S., Bağirova Ş.R., Qarayeva E.M., Əmənullayeva G.İ. Metal-polimer nanokompozitlərin alınma üsulu. Azərbaycan patenti, İ20110058, 2011-ci il.

29. Qəhrəmanov N.T., Əliyeva R.V., Bağirova Ş.R., Əmənullayeva G.İ. Polimer kompozisiya. Azərbaycan patenti İ20120095, 2012-ci il.

*Автор выражает глубокую благодарность научным руководителям д.х.н. проф. Наджафу Тофик оглы Кахраманову и д.х.н., доц. Рейхан Вели гызы Алиевой за ценные советы и постоянное внимание к данной работе. Автор также выражает глубокую признательность всем сотрудникам и коллегам принимавшим участие в работах связанных с диссертацией.*

**Şəfəq Rza qızı Bağirova**

**Stirol plastikləri və qraft-kauçuklar əsasında  
yüksək davamlı polimer-kompozisiya materiallarının işlənilib  
hazırlanması və tədqiqi**

**XÜLASƏ**

Dissertasiya işində zərbəyə davamlı polistirol (ZDP) və akrilonitril-butadien-stirol (ABS) plastikləri əsasında polimer-polimer və metal-polimer (nano)kompozitlərin əlverişli alınma üsulları işlənilib hazırlanmışdır. Bu kompozitlərin tərkibində modifikasiya edici əlavə kimi “təmiz” (tərkibində homopolimerlər qarışığı olmayan) calaq birgəpolimerlərdən istifadə olunmuşdur. ZDP əsasında hazırlanmış kompozitlərin tərkibində ataktik-polipropilənə stirol calanmış birgəpolimerlərdən, ABS əsasında hazırlanmış kompozitlərin tərkibində isə ataktik-polipropilənə stirol və akrilonitril calanmış birgəpolimerlərdən istifadə olunmuşdur. Calaq birgəpolimerlərin tərkibində calaq zəncirlərin uzunluğunun və zəncir boyu paylanma dərəcəsinin kompozitlərin struktur və xassələrinə təsiri öyrənilmişdir. Alınan polimer (nano)kompozitlər müasir analiz üsulları (İQ-, NMR-spektroskopiya, DSK, DTA, RFA, SEM və s.) vasitəsilə ilə identifikasiya edilmişdir

Polimer kompozitlərin tərkibində haloizit, seolit kimi mineral dolduruculardan da istifadə edilmişdir. Tərkibində Cu, Cr, Zn, Al-, Ti-saxlayan (nano)kompozitlərin ZDP və ABS matrisalarında miqdarından asılı olaraq xassələrinin dəyişmə qanunauyğunluqları araşdırılmışdır. Rentgen-faza analizinin nəticələrinə əsasən metal-polimer kompozitlərin tərkibində metal saxlayan zərrəciklərin 10-500 nm olması müəyyən edilmişdir. Tərkibində Ti-saxlayan polimer kompozitlərin müxtəlif spirtlərin və turşuların qarşılıqlı təsiri ilə mürəkkəb efirlərin alınmasında yüksək effektivliyi müəyyən edilmişdir.

Beləliklə, göstərilmişdir ki, işlənilib hazırlanmış üsulla yaxşılaşdırılmış istilik-fiziki, fiziki-mexaniki və katalitik xassələrə malik ZDP və ABS əsasında kompozitlər almaq mümkündür.

**Shafag Rza gizi Bagirova**

**Development and investigation of high performance polymer-  
composite materials on the basis of styrene plastics and graft-rubbers**

**ABSTRACT**

In the thesis, suitable synthesize method of polymer-polymer and metal-polymer (nano)composites on the basis of impact resistance polystyrene (IRP) and akrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) plastics was developed. In the composition of this composites grafted co-polymers was used as “clean” (which does not contain a mixture of homopolymers) modifying addition. In the composition of composites prepared on the basis of IRP the styrene cross-linked atactic polypropylene co-polymers was used. But in the composition of composites prepared on the basis of ABS the styrene and akrylonitrile cross-linked co-polymers was used. The effect of grafted chains length and distribution degree on the structure and properties of composites was studied. Obtained polymer (nano)composites have been identified by means of modern analysis methods (the IR-, NMR-spectroscopy, DSK, DTA, RFA, SEM etc.).

In the composition of polymer composites the mineral aggregates such as haloizit, zeolite also was used. The regularity of properties modification Cu, Cr, Zn, Al-, Ti-containing (nano)composites depending on their amount in the IRP and ABS matrix was investigated. According to the results of X-ray phase analysis the size of metal containing particles in the composition of metal-polymer composites were found to be 10-500 nm.

It was determined that from the interaction of various alcohols with acids in the presence of Ti-containing polymer composites obtains complex esters with high efficiency.

Thus, it was shown that by aforementioned developed method the obtaining IRP and ABS based composites with improved thermal-physical, physical-chemical and catalytic properties is quiet possible.



**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI  
POLİMER MATERIALLARI İNSTİTUTU**

---

*Əlyazması hüququnda*

**ŞƏFƏQ RZA QIZI BAĞIROVA**

**STİROL PLASTİKLƏRİ VƏ QRAFT KAUCUKLAR ƏSASINDA  
YÜKSƏK DAVAMLI POLİMER KOMPZİSİYA  
MATERIALLARININ İŞLƏNİB HAZIRLANMASI VƏ TƏDQIQI**

İxtisas: 2304.01 - Makromolekullar kimyası  
2314.01 - Neft kimyası

Kimya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**AVTOREFERATI**

Sumqayıt- 2015