

УДК 678.072.

## СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭПОКСИЦИКЛОПРОПАНОВ НА СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Э.Н.Ахмедов<sup>1</sup>, Р.З.Шахназарли<sup>2</sup>, Г.А.Рамазанов<sup>1</sup>, А.М.Гулиев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сумгайытский Государственный Университет,

AZ 5008 Сумгайыт, 43 квартал,; e-mail: [elnurahmadov@mail.ru](mailto:elnurahmadov@mail.ru)

<sup>2</sup>Институт полимерных материалов Национальной АН Азербайджана,

AZ 5004 Сумгайыт, ул.С.Вургуна, 124, e-mail: [abasgulu@yandex.ru](mailto:abasgulu@yandex.ru)

*Взаимодействием арилалкенов с этоксикарбонилкарбеном, генерированным каталитическим разложением этилдиазоацетата, были синтезированы и охарактеризованы этиловые эфиры фенил(бензил)циклопропанкарбоновой кислоты, которые затем были превращены в соответствующие глицидиловые эфиры. Рассмотрено влияние природы функциональных групп и содержания соединений на вязкость изготовленных на основе ЭД-20 композиций и на свойства отвержденных ПЭПА компаундов.*

**Ключевые слова:** глицидиловые эфиры фенил(бензил)циклопропанкарбоновых кислот, эпоксидная композиция, активная добавка, разбавитель, отверждение.

Эпоксидные смолы типа ЭД-20, наряду с положительными свойствами, имеют ряд недостатков, к числу которых можно отнести высокую вязкость и тепловой эффект, образующийся при их отверждении, а также малую жизнеспособность [1]. Для устранения этих недостатков в состав ЭД-20 обычно вводят активные разбавители-модификаторы, уменьшающие их вязкость и повышающие жизнеспособность [2,3].

В состав композиций на основе эпоксидных смол, изготовленных без растворителей, обычно вводят реакционноспособные соединения, так называемые активные разбавители, улучшающие их реологические показатели, делая их более технологичными при переработке [4]. Другими словами, в технологии переработки эпоксидных смол разбавители применяются в тех случаях, когда требуется снижение вязкости системы. Некоторые разбавители при этом являются модификаторами, которые продлевают время жизни и снижают вязкость композиции, а также изменяют ряд свойств отвержденных композиций. Такими свойствами могут быть электрические, прочностные, а также

химическая стойкость, гибкость, огнестойкость, ударная вязкость и т.д.

В частности, в качестве разбавителей эпоксидных смол используются стирол и его производные [5]. Составы, изготовленные из эпоксидной смолы и стирола, имеют улучшенное время жизни, а при их отверждении хлорэндиковым ангидридом в присутствии ускорителя диметиланилина и инициатора перекиси ди-трет-бутила температура экзотермической реакции понижается.

Использование же в качестве разбавителя моноэпоксидных соединений приводит к обрыву цепи, в результате которого понижаются функциональность системы и плотность шивки. В этом случае ухудшение или улучшение свойств отвержденных композиций зависит от содержания эпоксидного разбавителя. При высоком содержании таких разбавителей уменьшается вязкость системы, т.е. улучшаются только реологические свойства композиции, а при низком их содержании реологические показатели меняются незначительно, но при этом прочностные и термические свойства отвержденных композиций сохраняются.

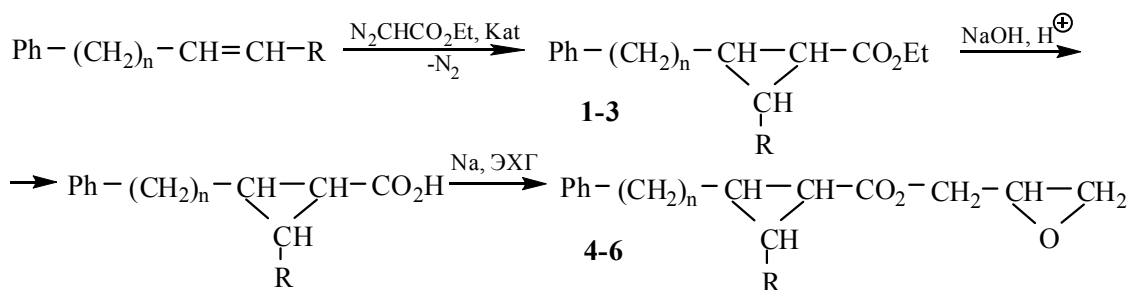
Следовательно, целесообразно для сохранения свойств отвержденных

композиций использовать моноэпоксидные реакционноспособные соединения, содержащие в своем составе и другие функциональные группы, которые могли бы участвовать в процессе сшивки. Такие соединения могут быть использованы в больших концентрациях, чтобы получить необходимое снижение вязкости системы.

Известно, что эпоксициклопропаны, являющиеся этерифицированными продуктами циклопропанкарбоновых кислот или циклопропилкарбинолов, обладают ценными технологическими и эксплуатационными свойствами, что позволяет использовать их при

изготовлении полимерных материалов, клеев и герметиков, покрытий и т.д. [6].

Данная работа посвящена исследованию модификации эпоксидной смолы ЭД-20 этиловыми и глицидиловыми эфирами фенил(бензил)циклопропанкарбоновых кислот, а именно: 2-фенил-1-этоксикарбонил- (1); 2-бензил-1-этоксикарбонил-(2); 2-бензил-3-метил-1-этоксикарбонил-(3); 2-фенил-1-глицидоксикарбонил-(4); 2-бензил-1-глицидоксикарбонил-(5) и 2-бензил-3-метил-1-глицидоксикарбонил-(6) циклопропанами, синтезы которых осуществлены по схеме:



$n = 0$  ;  $R = \text{H}$  (1,4) ;  $n = 1$ ,  $R = \text{H}$  (2,5) ;  $n = 1$ ,  $R = \text{CH}_3$  (3,6) ; ЭХГ - эпихлоргидрин

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Температуру реакции отверждения и ее энергию активации определяли с помощью дифференциального сканирующего микрокалориметра ДСМ-2М.

Кинетику отверждения ЭД-20+разбавитель изучали методом ИК спектроскопии (по уменьшению интенсивности полосы поглощения, характерной для эпоксидной группы при  $915 \text{ см}^{-1}$ ). Ик спектры образцов снимали на приборе «Spercord» М-80 в области призм KBr, NaCl, LiF в виде

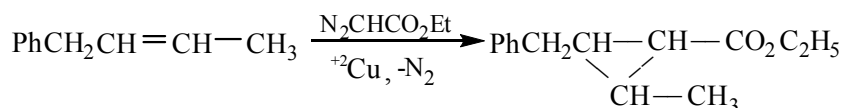
тонких пленок. Содержание разбавителя 20 масс. ч. на 100 масс. ч. ЭД-20, количество ПЭПА стехиометрическое. Температура отверждения  $120^\circ\text{C}$ . Изготовленные композиции отверждали в следующем режиме: 16 ч при комнатной температуре, в течение 2 ч при  $60^\circ\text{C}$ , 2 ч при  $80^\circ\text{C}$  и 2 ч при  $120^\circ\text{C}$ .

Степень сшивки, содержание гель- и золь-фракций отвержденных композиций определяли экстрагированием ацетоном в аппарате Сокслета в течение суток с последующей сушкой до постоянной массы.

### Синтез этиловых эфиров фенил(бензил)циклопропанкарбоновых кислот

Синтез этиловых эфиров 2-бензил-3-метилциклопропанкарбоновых кислот осуществляли взаимодействием транс-фенилбутена (ФБ) с ЭДА в каталитических

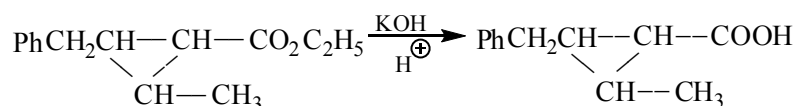
условиях в присутствии безводных солей меди (сернокислой или хлористой) по следующей методике:



В трехгорлую колбу емкостью 1 л, снабженную механической мешалкой, обратным холодильником с отводом в газометр и капельной воронкой, помещали около 0.5 г безводного  $\text{CuSO}_4$ , 3.0÷5.0 г-моль свежеперегнанного ФБ, 100 мл гептана. Колбу вначале продували азотом, а затем нагревали на водяной бане до  $60^\circ\text{C}$  и при перемешивании медленно прикапывали 1.0 г-моль этилдиазоацетата в течение 6-8 часов. За ходом реакции следили по выделению свободного азота. По окончании прибавления всего

этилдиазоацетата реакционную массу нагревали при той же температуре еще 1 час до полного прекращения выделения азота. Смесь охлаждали до комнатной температуры и отбирали пробу для ГЖХ-анализа. Гептан отгоняли из реакционной смеси при нормальном давлении, а избыток исходного олефина и остаток перегоняли в вакууме. Отдельной фракцией были выделены замещенные этоксикарбонилциклопропаны в виде смеси двух геометрических изомеров.

#### Синтез фенил(бензил)циклопропанкарбоновых кислот



Смесь 0.1 г-моль этилового эфира фенил(бензил)циклопропанкарбоновой кислоты в 60 мл абсолютного этилового спирта и 0.4 г-моль едкого кали нагревали при  $60^\circ\text{C}$  в течение 5 часов. После реакции избыток спирта отгоняли, остаток разбавляли водой, подкисляли

концентрированной соляной кислотой. Органическую часть отделяли, а водный раствор несколько раз экстрагировали серным эфиром. Эфирные вытяжки объединяли, сушили прокаленным  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , затем отгоняли эфир на водяной бане, а остаток перегоняли в вакууме.

#### Синтез глицидиловых эфиров фенил(бензил)циклопропанкарбоновых кислот

В трехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, обратным холодильником и капельной воронкой, поместили 0.25 моль фенил(бензил)циклопропанкарбоновой кислоты в 100 мл сухого эфира. При энергичном перемешивании в атмосфере азота добавляли 0.30 г-атома свежесрезанного металлического натрия. Реакционную смесь перемешивали при

$30^\circ\text{C}$  до полного растворения натрия и затем прикапывали 0.25 моль эпихлоргидрина. Смесь нагревали до  $45^\circ\text{C}$  в течение 2 часов, после завершения реакции отфильтровывали  $\text{NaCl}$ , отгоняли эфир и непрореагировавший эпихлоргидрин. Остаток перегоняли в вакууме.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

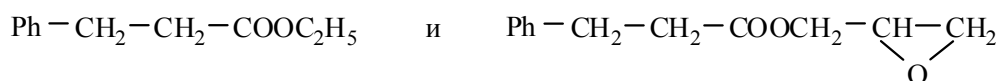
Получение соединений (4-6) из соответствующих этиловых эфиров фенил(бензил)циклопропанкарбоновых

кислот (1-3) было осуществлено следующим образом. Сначала эфиры (1-3) были превращены в соответствующие

кислоты, а затем из последних были получены их натриевые соли, действием на которых эпихлоргидрином выделяли глицидиловые эфиры кислот (1-6).

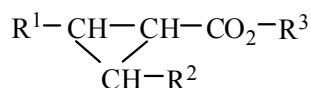
Структурная особенность синтезированных соединений 1-6 (наличие в их составе трехчленных циклов, сложноэфирной группы и фенильного кольца) позволяет использовать их в качестве реакционноспособных разбавителей-модификаторов.

Для выяснения участия циклопропановой группы в процессе отверждения, а также влияния ее на физико-механические и теплофизические свойства, в качестве модифицирующей добавки были использованы соединения, являющиеся насыщенными аналогами модификаторов, не содержащими в своих молекулах циклопропановых группы, а именно:



Некоторые характеристики синтезированных соединений представлены в таблице 1.

**Табл. 1.** Физико-химические характеристики эфиров фенил(бензил)циклопропан-карбоновых кислот общей формулы



Шифр соединения	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	R <sup>3</sup>	T <sub>кип.</sub> , °С/мм	d, г/см <sup>3</sup>	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	v, %	Э.Ч., мг КОН/г	ММ
1	Ph	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	120-125/6	1.0480	1.5310	92	–	190
2	PhCH <sub>2</sub>	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	132-136/6	1.0410	1.5270	87	–	204
3	PhCH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	145-148/6	1.0390	1.5210	78	–	218
4	Ph	H	Гл.*	136-139/2	1.1740	1.5510	86	26.20	218
5	PhCH <sub>2</sub>	H	Гл.	143-146/2	1.1670	1.5480	83	24.56	232
6	PhCH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>	Гл.	151-154/2	1.1580	1.5460	79	23.20	246

\*– глицидная группа.

С целью выявления модифицирующего действия соединения (1-6) были использованы в составе композиции на основе эпоксициановой смолы ЭД-20 в различных количествах.

Эпоксидные смолы и композиции, изготовленные на их основе, имеют определенное время жизни, после которых

они переходят в сетчатую структуру и теряют растворимость и способность к переработке. Модификация же эпоксидной смолы приводит к продлению времени жизни. В таблице 2 приведены данные, показывающие влияние содержания разбавителя на время жизни и водопоглощение композиции.

**Табл. 2.** Влияние содержания разбавителя на время жизни и водопоглощение композиций на основе ЭД-20, отвержденных ПЭПА

Разбавитель и его содержание, масс. %	Время жизни* при 25°С/мин	Водопоглощение, %
–	40**	1,2
Соединение 2		
5	53	1,2
10	69	1,1

15	85	1,0
Соединение 5		
5	45	1,1
10	57	1,2
15	67	1,2

\* определено по изменению эпоксидного числа композиции.

\*\* для ЭД-20.

Разбавляющая способность (1-6) в количестве 10% от массы смолы существенно зависит от химического строения модификатора, и она определяет совместимость разбавителя с ЭД-20. Эксперименты показали, что все используемые соединения хорошо совмещаются с ЭД-20 с существенным изменением вязкости исходной системы. При использовании соединений (1-6) в количестве 10% от массы смолы относительная вязкость уменьшается в 1.38–3.33 раза. Для отвержденных композиций найдено, что степень сшивки превышает 97%. Некоторые физико-механические и теплофизические характеристики отвержденных композиций представлены в таблице 3.

**Табл. 3.** Свойства композиций на основе ЭД-20, 2-глицидоксиметил-1-фенилциклопропан (4) и ПЭПА (модификатор 10.0 масс.ч.)

Показатели / Соединения	ЭД-20	Композиции с соединениями					
		1	2	3	4	5	6
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	40.1	68.0	66.9	64.7	89.0	77.0	83.2
Сопротивление отрыву клеевого соединения, МПа	8.2	8.1	7.95	8.05	9.5	9.6	9.3
Твердость по Бринеллю, МПа	13.3	10.7	11.2	11.6	14.9	13.8	12.2
Теплостойкость по Вика, °С	138	126	129	119	141	139	138
Условная вязкость*, сек	30	7.7	8.4	11.4	16.3	17.1	19.5
Эластичность, %	–	4	3	2.5	3.5	2.5	2.0

\* – измерения проводили шариковым вискозиметром с диаметром капилляра 2.37 мм, при 75°С.

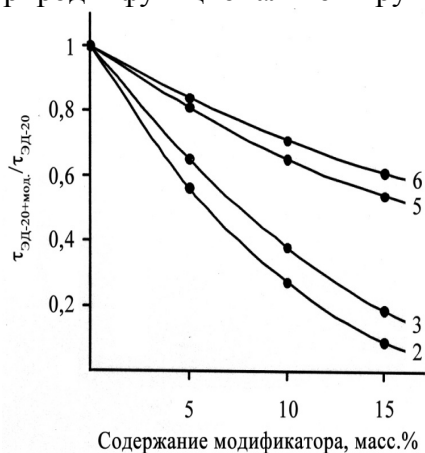
Вязкость композиции ЭД-20 с разбавителями 1-3 во всем диапазоне соотношений компонентов несколько ниже, чем вязкость системы ЭД-20 с разбавителями 4-6. Очевидно, это связано с образованием межмолекулярных водородных связей. Этому свидетельствует различие в скоростях отверждения композиций аминными отвердителями или образование в системе «эпоксиолигомер-отвердитель» непрерывной физической сетки, способствующей более равномерному распределению зацеплений.

Как следует из приведенных в таблице 3 данных, отвержденные

композиции, изготовленные с участием соединений (4-6), приобретают высокие прочностные, теплофизические и адгезионные характеристики. Это связано с тем, что соединения (4–6) имеют в своем составе химически активные эпоксидные функциональные группы, которые способны участвовать в процессе сшивки. Модификация же эпоксициклопропановой смолы соединениями (1–3), которые не содержат в своих молекулах реакционноспособные эпоксидные группы, улучшает только вязкостные показатели [7], и поэтому они являются обычными флексибилизаторами.

Полученные значения для золь-фракций соответствовали менее 3%, что свидетельствует о полном участии соединений (4-6) в процессе сшивки. Эпоксидные группы в этих соединениях полностью вступают в реакцию сшивки. Причем, с увеличением содержания соединений (4-6) температура экзотермической реакции вначале повышается, а затем изменений не наблюдается. Наибольший эффект наблюдается в случае использования соединения 5. Соединения же (1-3) оказывают положительное влияние, улучшая только реологические свойства композиций. Остальные показатели, такие как теплостойкость, твердость, разрушающее напряжение в лучшем случае не меняются при низком содержании соединений (1-3). Это означает, что эти соединения, в отличие от соединений (4-6), являются флексибилизаторами, а не реакционноспособными модификаторами-разбавителями.

Для того чтобы выяснить влияние природы функциональной группы и содер-

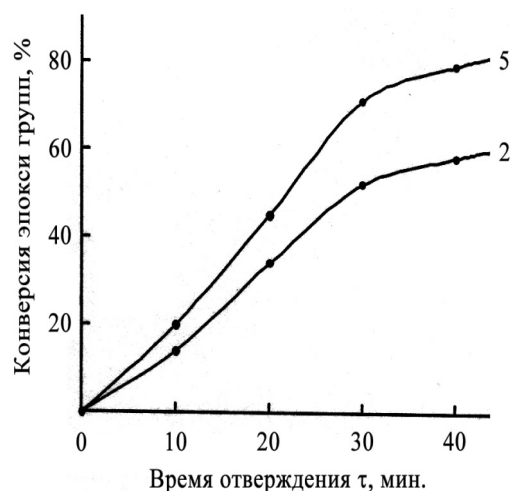


**Рис 1.** Зависимость вязкости композиции на основе ЭД-20 от содержания разбавителя.

По данным [8], для быстрого и полного протекания реакции отверждения необходимо образование в системе «эпокси-олигомер–отвердитель» непрерывной физической сетки зацеплений, способствующей более равномерному распределению молекул

соединений (1-6) как разбавителей на вязкость эпоксидной смолы типа ЭД-20, были приготовлены композиции с различным содержанием соединений-разбавителей.

Из рисунка 1 следует, что наибольшей разбавляющей способностью обладает соединение (1). Сравнение этих композиций показало, что относительная вязкость композиций из ЭД-20 и соединений (1-3) во всем интервале ниже, чем для систем с соединениями (4-6). Из рисунка 2 следует, что композиции с разбавителем (5), содержащим эпоксигруппы, имеет большую скорость отверждения по сравнению с композицией, изготовленной с участием разбавителя (2).



**Рис 2.** Кинетика отверждения системы ЭД-20+разбавитель (соединения 1 и 4).

отвердителя по всему объему системы. Это возможно, в частности, в случае образования водородной связи между какой-либо группой разбавителя, олигомера и отвердителя. Вероятность образования таких связей больше в случае использования соединений (4-6) по

сравнению с соединениями (1-3). В частности, в случае отверждения стехиометрическим количеством ПЭПА композиции, состоящей из эквимольного

соотношения ЭД-20 и соединения (5) в качестве разбавителя, кинетический расход эпоксидных групп будет больше.

### ВЫВОДЫ

1. Реакцией этилдиазоацетата с арилалкенами в каталитических условиях в присутствии солей меди были синтезированы и охарактеризованы этиловые эфиры фенил(бензил)цикло-пропан карбоновой кислоты, которые затем были превращены в глици-диловые эфиры соответствующих кислот.
2. Найдено, что синтезированные эпоксифенил(бензил)циклопропаны являются реакционноспособными разбавителями и использование их в

составе ЭД-20 приводит к снижению вязкости и продлевает жизнеспособность композиции. Отвержденные же ПЭПА композиции приобретают высокие прочностные, теплофизические и адгезионные свойства. Выявлено, что синтезированные соединения с эпоксидными группами являются активными добавками, в то время как соединения, не содержащие эпоксидные группы, не участвуют в процессе сшивки и являются лишь флексибилизаторами.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Батог А.Б., Савенко Т.В., Петько И.П. Алифатические алициклические эпоксиды: синтез, свойства полимерных и композиционных материалов на их основе. Эпоксидные смолы и другие реакционноспособные материалы: Обзор. информ. НИИТЭХИМ. М.: 1991. 51 с.
2. Хазеев Р.Р., Стоянов С.В., Дебердеев Р.Я., Заиков Г.Е. Влияние состава эпоксидной композиции с акриловым разбавителем на свойства защитных покрытий. // Пласт.массы. 2007. № 2. С.13-19.
3. Ширшова Е.С., Татаринцева Е.А., Плакунова Е.В., Панова Л.Г. Изучение влияния модификаторов на свойства эпоксидных композиций. // Пласт. массы. 2006. № 12. С.34-36.
4. Guliyev A.M., Shahnazarli R.Z., Ramazanov G.A. Functionalization of polystyrene by vinylcyclopropane and compositions on the basis of the prepared polymers. / 2<sup>nd</sup> Polymeric composites symposium. Izmir, Turkey. 2010. pp.289-301.
5. Ли Х., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам. М.: Энергия. 1973. С.152-155
6. Гулиев А.М., Рагимов А.В., Лишанский И.С., Сулейманов Т.Н. Модификация эпоксидиановой смолы эпоксиалкенилциклопропанами. // ЖПХ. 1978. № 2. С.417-420.
7. Жаворонок Е.С., Сенчихин И.И., Колесникова Е.С. и др. Особенности отверждения смесей дианового и алифатического эпоксидных олигомеров с различной реакционной способностью. // Высокомолек.соед. 2010. 52Б. № 4. С.706-714.
8. Красовский А.Н., Харлампиев А.А., Плодистый А.Б. Исследование трехкомпонентной олигомерной композиции с активным растворителем и структуры покрытий сшитых эпоксидных полимеров. // ЖПХ. 1997. Т.20. № 4. С.661-669.

### REFERENCES

1. Batog A.B., Savenko T.V., Pet'ko I.P. *Alifaticeskie aliciklicheskie jepoksidy: sintez, svoystva polimernykh i kompozicionnykh materialov na ih osnove. Jepoksidnye smoly i drugie reakcionnosposobnye materialy: Obzor.inform* [Aliphatic alicyclic epoxies: synthesis, properties of polymer and related composition materials. Epoxide resins and other reaction-capable materials: Preview of inform.] Moscow, 1991. 51 p.
2. Hazeev R.R., Stojanov S.V., Deberdeev R.Ja., Zaikov G.E. Influence of epoxide composition with acrylic thinner on properties of adhering coatings. *Plast.massy – Poly Plastic*, 2007, no. 2, pp.13-19. (in Russian).
3. Shirshova E.S., Tatarinceva E.A., Plakunova E.V., Panova L.G. Study of modifiers' influence on properties of epoxide compositions. *Plast.massy – Poly Plastic*, 2006, no. 12, pp.34-36. (in Russian).
4. Guliyev A.M., Shahnazarli R.Z., Ramazanov G.A. Functionalization of polystyrene by vinylocyclopropane and compositions on the basis of the prepared polymers. *2<sup>nd</sup> Polymeric composites symposium*. Izmir, Turkey. 2010, pp.289-301.
5. Li H., Nevill K. *Spravochnoe rukovodstvo po jepoksidnym smolam*. [Reference book on epoxide resins]. Moscow, Jenergija Publ. 1973, pp.152-155.
6. Guliev A.M., Ragimov A.V., Lishanskij I.S., Sulejmanov T.N. Modification of epoxydiane resin by epoxyalkenylcyclopropanes. *Zhurnal Prikladnoi Khimii - The Russian Journal Of Applied Chemistry*, 1978, no. 2, pp.417-420.
7. Zhavoronok E.S., SENCHIHIN I.I., Kolesnikova E.S. i dr. Features of hardening of mixtures of diene and aliphatic epoxy oligomers with various reaction ability. *Plast.massy - Poly Plastic*, 2010. 52 B, no. 4, pp.706-714. (in Russian).
8. Krasovskij A.N., Harlampiev A.A., Plodistyj A.B. Study of 3-component oligomer composition with active solvent of coating structure of epoxide polymers. *Zhurnal Prikladnoi Khimii - The Russian Journal Of Applied Chemistry*, 1997, vol.20, no. 4. pp.661-669.

#### **SYNTHESIS AND STUDY OF THE INFLUENCE OF EPOXYCYCLOPROPANES ON PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITIONS**

**E.N.Ahmadov<sup>1</sup>, R.Z.Shahnazarli<sup>2</sup>, G.A.Ramazanov<sup>1</sup>, A.M.Guliyev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Sumgait State University

43 quarter, AZ 5004, Sumgait, Azerbaijan; e-mail: [elnurahmadov@mail.ru](mailto:elnurahmadov@mail.ru)

<sup>2</sup>Institute of Polymer Materials of the ANAS

S.Vurgun str.124 AZ5004, Sumgait, Azerbaijan; e-mail: [abasgulu@yandex.ru](mailto:abasgulu@yandex.ru)

*Through the interaction of arylalkenes with ethoxycarbonylcarbene generated by catalytic decomposition of ethyldiazoacetate there have been synthesized and described ethyl ethers of phenyl (benzyl) cyclopropanecarboxylic acid later transformed into appropriate glycidyl ethers. Also, the influence of the nature of functional groups and compounds content on viscosity of ED-20 epoxy-based compositions and properties of PEPA-hardened compounds.*

**Keywords:** glycidyl phenyl (benzyl)of cyclopropanecarboxylic acids, epoxy composition, active additive, curing.

#### **EPOKSİTSİKLOPROPANLARIN SİNTEZİ VƏ ONLARIN EPOKSİKOMPOZİSİYALARIN XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ**

**E.N.Əhmədov<sup>1</sup>, R.Z.Şahnəzərli<sup>2</sup>, Q.Ə.Ramazanov<sup>1</sup>, A.M.Quliyev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Sumqayıt Dövlət Universiteti,

AZ 5008, Sumqayıt, 43-cü məhəllə; e-mail: [elnurahmadov@mail.ru](mailto:elnurahmadov@mail.ru)

<sup>2</sup>AMEA Polimer Materialları İnstitutu,

AZ 5004, Sumqayıt, S.Vurgun küç. 124; e-mail: [abasgulu@yandex.ru](mailto:abasgulu@yandex.ru)



*Aril alkenlərin etildiazoasetatın katalitik parçalanmasından alınan etoksikarbonilkarbenlə qarşılıqlı təsiri nəticəsində fenil(benzil)tsiklopropankarbon turşusunun etil efiri sintez edilmiş və onların əsasında müvafiq qlisid efirləri alınmışdır. Alınan birləşmələrin miqdarının və funksional qrupların təbiətinin ED-20 əsasında hazırlanmış kompozisiyaların özlülüklərinə və PEPA ilə bərkidilmiş kompaundların xassələrinə təsiri öyrənilmişdir.*

**Açar sözlər:** *fenil(benzil)tsiklopropankarbon turşularının qlisid efirləri, epoksid kompozisiyası, aktiv əlavə, durulaşdırıcı, bərkidilmə.*

*Поступила в редакцию 26.11.2015.*