

DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-2-36-45

*Тарасова О.И., ассистент,
Юркин Ю.В. *, кандидат технических наук, доцент,
Тороцин А.С.,
Вятский государственный университет, Россия*
*Ответственный автор E-mail: yurkin@vyatsu.ru

ВЛИЯНИЕ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ СМОЛ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ БУТИЛКАУЧУКА

Аннотация: данная работа посвящена проблеме разработки вибропоглощающих полимерных материалов с высокими демпфирующими свойствами в широком диапазоне температур. Изучение влияния модифицирующих добавок на прочностные, демпфирующие, адгезионные и когезионные свойства композита на основе бутилкаучука является целью данной работы. Поставлена задача выявить фактические температурные, частотные, динамические и механические характеристики композиционного материала на основе бутилкаучука (далее БК) в зависимости от вида и концентрации смол. Ключевыми методами к исследованию данной проблемы является метод динамического механического анализа, направленный на получение информации об изменении динамических свойств полимерных материалов (прочность связи с металлом при отслаивании образцов композитов, определение сопротивления текучести образцов, определение миграции пластификатора). Благодаря установленным экспериментальным зависимостям выявлено, что добавление смол (3% по массе) в композиции на основе бутилкаучука ведёт к увеличению демпфирующих свойств композиционных материалов, а увеличение до (4,25% по массе) ведёт к их снижению. Установлено, что полученные наполненные смеси с высоким демпфирующим пиком и хорошими адгезионными и прочностными свойствами это смеси с добавлением алкилфеноло-формальдегидных смол.

Ключевые слова: модуль упругости, тангенс угла механических потерь, температура, смолы, бутилкаучук

Введение

В строительной и в других отраслях существует необходимость борьбы по снижению шума и вибрации. Принцип действия вибропоглощения – это ослабление передачи колебаний от источника возникновения на конструкцию за счёт нанесения на вибрирующую поверхность слоя вязкоупругих материалов, за счёт чего энергия колебаний переходит в тепло.

В качестве вибропоглощителей чаще всего используют композиционные материалы на основе полимеров [1], которые в настоящее время весьма перспективны и пользуются высоким спросом в строительной сфере [2]. Данные материалы должны иметь высокие значения тангенса угла механических потерь ($\text{tg} \delta > 0,3$), используемого как меры рассеивания энергии вибрации, обладать адгезионным характером разрушения на прочность связи с металлом при отслаивании [3, 4, 5]. В состав такой композиции могут входить пластификаторы, наполнители, различные модифицирующие добавки и другие компоненты, которые отличаются по свойствам, но существенно влияют на технологические, механические и физические свойства материала [6]. Введение в полимер других полимеров или смол в виде модификаторов чаще всего дает эффект смещения пика тангенса угла механических потерь в сторону положительных температур [7], а также эффект повышения адгезионных свойств полимерной смеси. В качестве таких добавок для неотверждаемых композиций применяют олигомеры, содержащие полярные (эпоксидные, карбоксильные, гидроксильные) функциональные группы – фенолформальдегидные, эпоксидные и полиэфирные смолы [8, 9, 10], канифоль [11], смола «Пикар» [12], смола стирольно-инденовая [13], нефтяные и нефтеполимерные смолы [14, 15]. При исследовании адгезионной прочности герметизирующих материалов на основе бутилкаучука, содержащих в своём составе алкилфеноло-формальдегидные смолы (далее АФФС) и канифоль, констатируется тот факт, что данные смолы являются лучшей добавкой [11]. В работе [16] авторы предложили суждение о том, что, вводя нефтяную смолу в бутилкаучук и увеличивая её содержание – увеличивается T_c полимера и расширяется его температурный диапазон, но однако замечено, что смеси с разными видами нефтяных смол демонстрируют не одинаковое поведение связанное с различной молекулярной структурой и не одинаковой смешиваемостью с бутилкаучуком.

Смолы используют в качестве добавок для повышения прочности композиционных материалов. Например, фенольную смолу использовали в качестве вулканизирующего агента для хлорированных бутилкаучу-

ковых композитов, показано, что более высокое содержание данной смолы приводит к более высокому E' и более низкому $tg\delta$ [17].

Изучение влияния модифицирующих добавок на прочностные, демпфирующие, адгезионные и когезионные свойства композита на основе бутилкаучука является целью данной работы. Поставлена задача выявить фактические температурные, частотные, динамические и механические характеристики композиционного материала на основе бутилкаучука (далее БК) в зависимости от вида и концентрации смол. Требовалось определить вид и количество смолы, при котором композиционный материал обладал бы одновременно высоким значением тангенса угла механических потерь ($tg\delta > 0,3$) и имел хорошие адгезионные свойствами (прочность связи с металлом при отслаивании должна быть не менее 6 Н/см), что позволит разработать новые вибропоглощающие самоклеящиеся материалы для строительной отрасли.

Методы и материалы

Материалы. В качестве объекта исследования для получения композиционных материалов выбран базовый полимер – БК марки БК-1675Н ООО ПКФ «Арсенал Кама», РФ. В качестве пластификатора при изготовлении экспериментальных образцов использовалось масло индустриальное марки И-40 (МИ) ГОСТ 20799-880 (Роснефть). В качестве наполнителя использовали мел технический марки КМ-1 (ОАО «Стройматериалы», РФ), средний диаметр частиц – не более 45 мкм, ТУ 5743-001-54653514-05. В качестве модифицирующих добавок использовались:

1. Низкомолекулярная инден-кумароновая смола (ИКС) марки А ГОСТ 221940; 2. Октилфенолформальдегидная смола (АФФС) марки SP-1045 ГОСТ 20907-75; 3. Канифоль марки А ГОСТ 19113-84; 4. Смола углеводородная «Пикар» ТУ 2451-010-54861661-2003. Для проведения эксперимента готовилась базовая смесь с маркировкой БМ, состоящая из: БМ – 77,52 грамм; МИ – 79,25 грамм; содержание наполнителя $CaCO_3$ – 480,28 грамм, что составляет 50% по объёму; битум – 54 грамма. Частота колебаний 10 Гц. В смесь последовательно добавляли четыре разных вида смол, в массовых долях 3 и 4,25 на 100 м.ч. композита. Маркировка и соотношение компонентов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Маркировка структурообразующих смесей

Table 1

Marking of structure-forming mixtures

Смолы	Содержание смолы на 100 грамм композита	
	3%	4,25%
АФФС	БМФ-3	БМФ-4,25
Канифоль	БМК-3	БМК-4,25
ИКС	БМИ-3	БМИ-4,25
Пикар	БМП-3	БМП-4,25
БМ – базовая наполненная смесь не имеющая в своём составе смол		

Методы. Смешение проводилось на лабораторном смесителе периодического действия с Z-образными роторами. Температура смешения составляла 80°C, время – 1 час. Динамический механический анализ образцов проводили на динамическом механическом анализаторе Netzsch DMA 242 (Netzsch, Германия) с использованием образцов в виде диска толщиной 2мм., что соответствует методике ASTM D4065-12 «Стандартная методика для пластмасс: динамико-механические свойства: определение и отчёт по процедурам». Температурный интервал испытаний составлял от -80 до +40°C при скорости нагревания 2°/мин. Частота колебаний, модуль упругости и тангенс угла механических потерь записаны для всех образцов в идентичных условиях.

Прочность связи с металлом при отслаивании образцов композитов оценивали при комнатной температуре с помощью разрывной машины фирмы «Shimadzu» согласно ГОСТ 21981-76.

Определение сопротивления текучести образцов производилось согласно ГОСТ 25945-98. Лотки с материалом устанавливали вертикально в сушильный шкаф и выдерживали при температуре 100°C в течении 4 часов.

Определение миграции пластификатора производилось согласно ГОСТ 25945-98. Образец-пробу размещали на фильтрованной бумаге и помещали в сушильный шкаф при температуре 100°C в течении 4 часов.

Результаты и обсуждения

Для испытаний принимали базовую смесь БМ, имеющую температуру стеклования $T_c =$ минус 52°C (при данной температуре $E' = 37$ МПа, пиковое значение $\text{tg}\delta = 1,1$. Результаты экспериментов по определению $\text{tg}\delta$ и E' для смеси на основе БК с добавкой в виде смолы АФФС представлены на рис. 1.

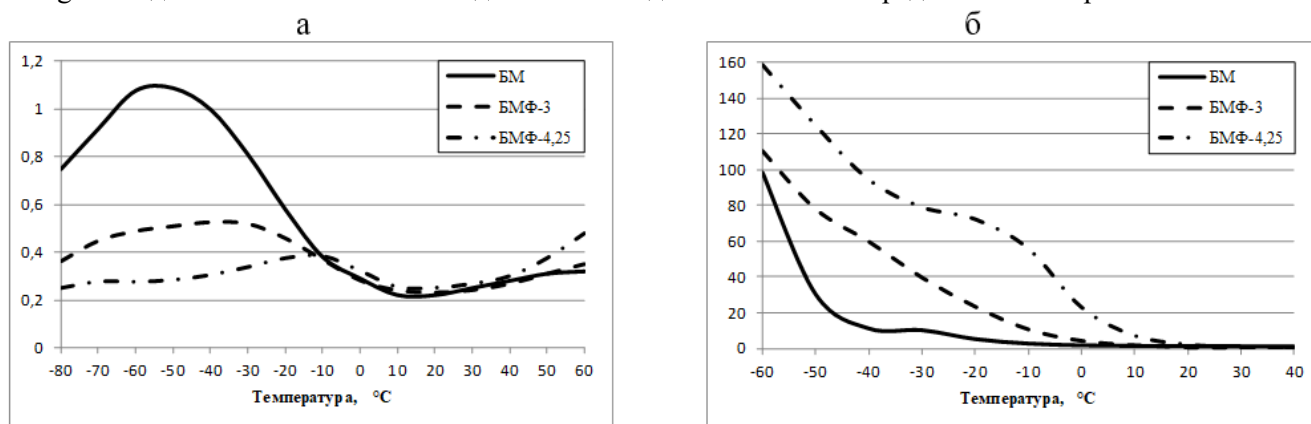


Рис. 1. Зависимость $\text{tg}\delta$ и E' композитов от температуры для смесей БМ, БМФ-3, БМФ-4,25:
а) тангенс угла механических потерь; б). модуль упругости

Fig. 1. Temperature dependence of $\text{tg}\delta$ and E' of composites for mixtures BM, BMF-3, BMF-4.25:
a) tangent of the mechanical losses angle; b) elastic modulus

При введении в базовую смесь смолы АФФС с концентрацией 3% и 4, 25% по массе (рис.1а), с увеличением дозы смолы, пик $\text{tg}\delta_{\text{max}}$ смещается в сторону увеличения температуры (минус 52°C , минус 40°C , минус 16°C) в среднем на 18°C , но при этом наблюдается снижение высоты пика $\text{tg}\delta$ (1,1; 0,5; 0,39) при сравнении от 0% до 3% разница составляет 0,6у.е., при сравнении от 3% до 4,25% - 0,11. В области положительных температур значение $\text{tg}\delta$ повышается от отметки плюс 12°C у всех трёх смесей. С повышением концентрации АФФС отмечено увеличение E' (рис 1б): для БМ – от отметки минус 5°C ; для БМФ-3 – от отметки 0°C ; для БМФ-4,25 – от отметки плюс 15°C .

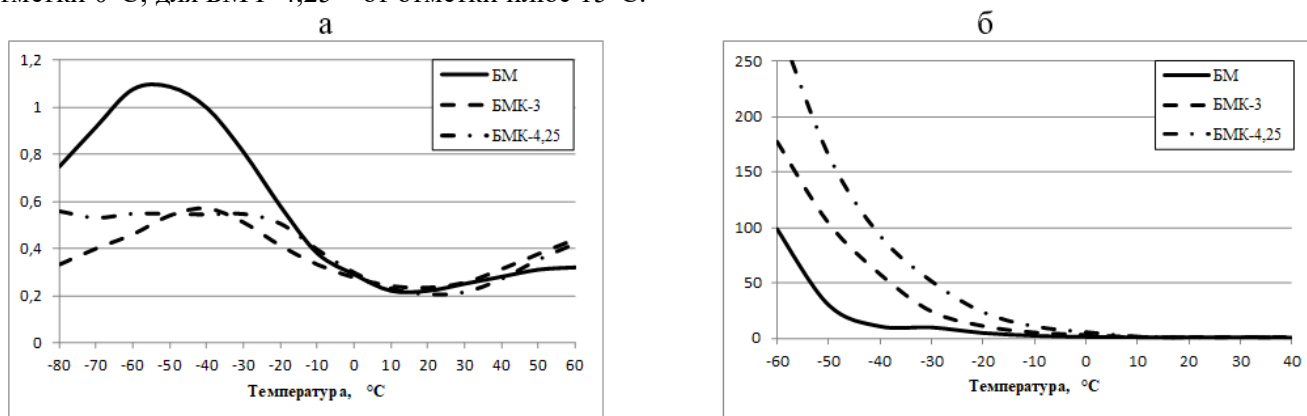


Рис. 2. Зависимость $\text{tg}\delta$ и E' композитов от температуры для смесей БМК-3, БМК-4,25:
а) тангенс угла механических потерь; б). модуль упругости

Fig. 2. Temperature dependence of $\text{tg}\delta$ and E' of composites for mixtures БМК-3, БМК-4.25:
a) tangent of the mechanical losses angle; b) elastic modulus

Анализируя диаграммы зависимости (рис. 2а) механических свойств композитов с канифолью, можно отметить, что характер зависимостей аналогичен: T_c понижается (минус 52°C , минус 40°C , минус 20°C) в среднем на 17°C , $\text{tg}\delta$ уменьшается и смещается в сторону более высоких температур (1,1; 0,59; 0,5), при сравнении от 0% до 3% разница составляет 0,51 у.е., при сравнении от 3% до 4,25% - 0,51 у.е., отмечено увеличение E' с повышением концентрации канифоли (рис 2б): для БМ – от отметки минус 5°C ; для БМК-3 – от отметки минус 2°C ; для БМК-4,25 – от отметки плюс 10°C .

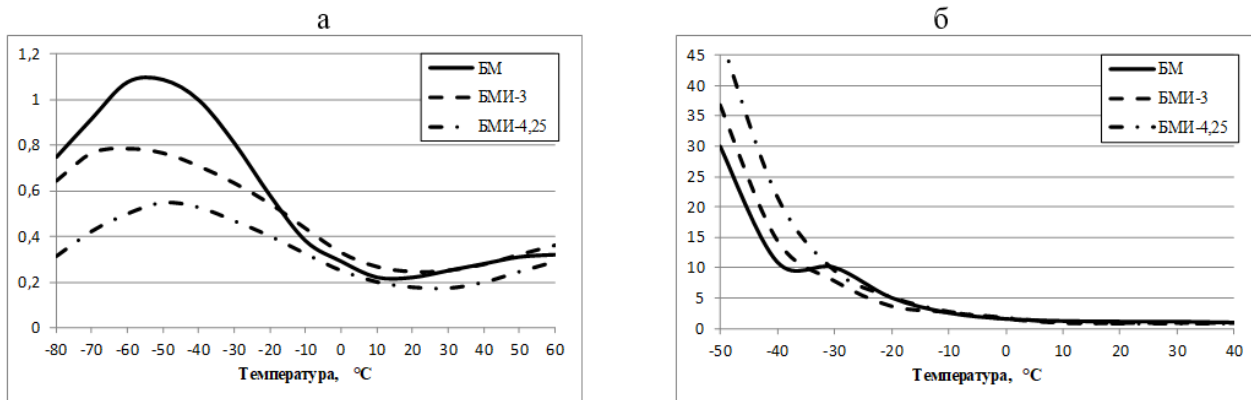


Рис. 3. Зависимость $\text{tg}\delta$ и E' композитов от температуры для смесей БМИ-3, БМИ-4,25:
а) тангенс угла механических потерь; б). модуль упругости
Fig. 3. Temperature dependence of $\text{tg}\delta$ and E' of composites for mixtures of BMI-3, BМИ-4.25:
а) tangent of the mechanical losses angle; б) elastic modulus

Диаграммы зависимости со смолами ИКС и Пикар (рис. 3, 4) показывают, что поведение данных композитов не на много отличается от предыдущих видов смол. Высота пика $\text{tg}\delta$ также уменьшается с увеличением дозы смолы, возможно смола играет роль наполнителя, ограничивая движение сегментов цепи.

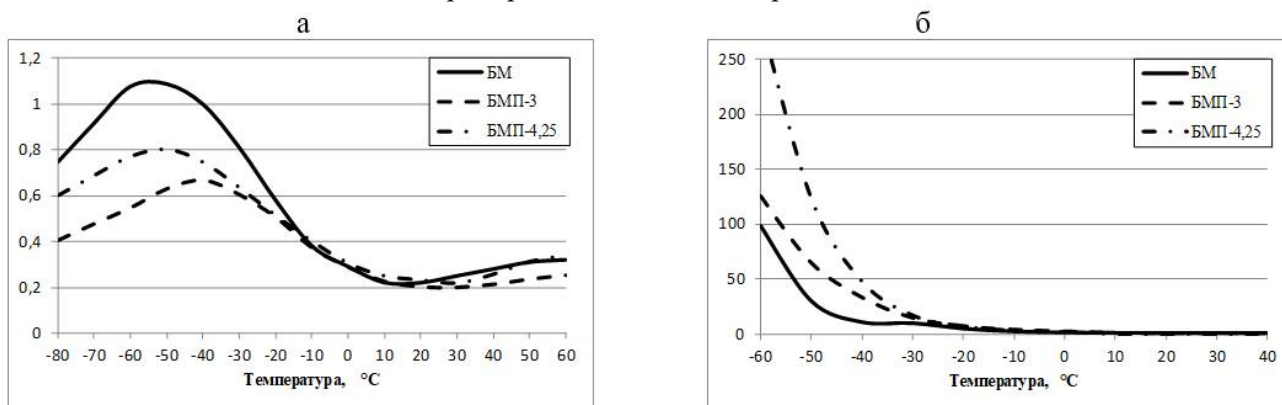


Рис. 4. Зависимость $\text{tg}\delta$ и E' композитов от температуры для смесей БМП-3, БМП-4,25:
а) тангенс угла механических потерь; б) модуль упругости
Fig. 4. Temperature dependence of $\text{tg}\delta$ and E' of composites for mixtures BMP-3, BMP-4.25:
а) tangent of the mechanical losses angle; б) modulus of elasticity

В положительном диапазоне температур (от плюс 10°C) происходит увеличение его значения. Положение пика также непрерывно смещается к более высокой температуре, на 7-10°C.

Известно, что свойства смеси зависят от молекулярного и надмолекулярного строения полимера, определяющего характер упорядоченности макромолекул в результате внутри- и межмолекулярного взаимодействия. Наличие полярных групп в молекулах смолы обуславливает её растворимость в полярных растворах и нерастворимость в неполярных.

Уменьшение $\text{tg}\delta$ для всех видов смол можно связать с отсутствием водородных связей, в связи с тем, что полярные смолы имеют гидроксильные группы, а для неполярного БК фиксируется их отсутствие. В данных условиях структура полимера обладает характером укладки большого количества макромолекул в пространстве в результате только надмолекулярных взаимодействий. Результаты испытаний по определению $\text{tg}\delta$ сведены в табл. 2.

Таблица 2
Пик tgδ при температуре стеклования для испытываемых видов смол при частоте 10 Гц
Table 2

Peak tgδ at glass temperature for test resin species at a frequency of 10 Hz				
Пик tgδ при температуре, °C	АФФС	ИКС	Канифоль	Пикар
0%	1,1 / -52	1,1 / -52	1,1 / -52	1,1 / -52
3%	0,5 / -40	0,79 / -60	0,59 / -40	0,67 / -42
4,25%	0,39 / -16	0,52 / -44	0,5 / -20	0,8 / -40

С увеличением количества вводимой смолы от 0% до 3% по массе (табл.2) наблюдается уменьшение значения tgδ: АФФС на 0,6; ИКС на 0,31, канифоль на 0,51у.е., Пикар на 0,13. При 3% концентрации смол по объёму (рис.5) самое высокое значение tgδ наблюдается у смолы ИКС (0,79), самое низкое у смолы АФФС (0,5), канифоль и Пикар занимают промежуточное значение 0,59 и 0,67. С увеличением количества смолы до 4,25% по массе, относительно 3% по массе, значение tgδ постепенно уменьшается: АФФС на 0,11; ИКС на 0,27, канифоль на 0,08, Пикар на 0,13.

Уменьшением высоты пика tgδ, по мере увеличения концентрации смол, можно объяснить увеличение E' в отрицательном диапазоне температур. Самый высокий показатель роста E' относительно всех испытываемых составов имеет смесь со смолой АФФС, что составляет при 3% наполнении – 60 Мпа, при 4,25% – 73 Мпа (табл. 3).

Таблица 3
Значение E' при температуре стеклования для испытываемых видов смол при частоте 10 Гц
Table 3

The value of E' at the glass temperature for the tested types of resins at a frequency of 10 Hz

E' (МПа) при температуре, °C	АФФС	ИКС	Канифоль	Пикар
0%	37 / -52	37 / -52	37 / -52	37 / -52
3%	60 / -40	59,5 / -60	55 / -40	38 / -42
4,25%	73 / -16	31 / -44	28 / -20	50 / -40

Для попытки объяснения данных закономерностей наряду с динамическими характеристиками необходимо знать прочностные, для этого одновременно были проведены эксперименты по определению прочности связи с металлом при отслаивании и определение характера разрушения (рис. 5), их результаты занесены в табл. 4.

Таблица 4
Результаты испытаний на характер разрушения смесей с содержанием смол 0%, 3% и 4,25% по массе
Table 4

The test results for the type of destruction of mixtures with a resin content of 0%, 3% and 4.25% by weight

Образцы	смесь с АФФС мас. %			смесь с ИКС мас. %			смесь с кани- фолью, мас. %			смесь с Пикар, мас. %		
	0	3	4,25	0	3	4,25	0	3	4,25	0	3	4,25
Содержание смол	0	3	4,25	0	3	4,25	0	3	4,25	0	3	4,25
Характер разрушения	К	К	К	К	К	К/А	К	К	К	К	К	К
К – соответствует когезионному характеру разрушения А – соответствует адгезионному характеру разрушения К/А – смешанный (условно-адгезионный)												

Когезионное поведение при отслаивании наблюдается по всем четырём образцам (с концентрациями смол 0%; 3%; 4,25% по массе), кроме образца со смолой ИКС, у данной смолы при максимальной добавке наблюдается появление смешанного характера разрыва адгезионного соединения, что не соответствует предъявляемым требованиям, которые необходимо учитывать при создании композиционных материалов.

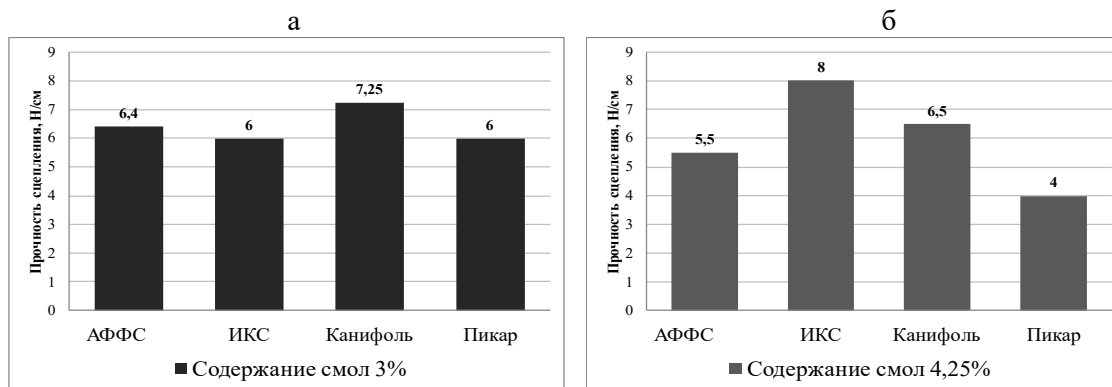


Рис. 5. Гистограмма результатов испытаний композитов на прочность связи с металлом при отслаивании по всем видам смол: а) при содержании смол 3% по массе; б). при содержании смол 4,25% по массе
Fig. 5. A histogram of the results of testing the composites for bond strength with metal during peeling for all types of resins: a) with a resin content of 3% by weight; b) with a resin content of 4.25% by weight

Наиболее эффективными с точки зрения повышения адгезионных свойств оказались смеси с АФФС, с ИКС и смесь со смолой «Пикар». В тот же момент разные виды смол оказывают не одинаковое влияние на прочностные свойства смеси (рис. 5). Отмечено, что при концентрации смол равной 3% по массе у всех видов смол наблюдаются хорошие прочностные показатели (рис. 5а), соответствующие предъявляемым требованиям (не менее 6 Н/см), но с увеличением концентрации смол от 3% до 4,25% по массе, происходит небольшое снижение прочности сцепления у всех видов смол, за исключением смеси со смолой ИКС, которая с точки зрения повышения прочности сцепления при отслаивании с металлом оказалась наиболее результативной.

Композиция с низкомолекулярной термопластичной смолой «Пикар» имеет самое низкое значение прочности при отслаивании (при максимальной концентрации равной 4 Н/см), рис. 5б, что является ниже допустимого, но зато «Пикар» показывает отличные результаты значения $tg\delta$ в области отрицательных температур, как при концентрации 3% по массе, так и 4,25% по массе, но в области положительных температур эти композиции имеют низкое значение $tg\delta$.

Полимерные смеси с канифолью имеют самые лучшие показатели прочности при отслаивании при 3% концентрации по массе среди испытанных образцов, но при максимальной концентрации показатель прочности несколько падает. Так же у канифоли наблюдаются хорошие показатели тангенса угла механических потерь в области положительных температур, но все же уступают смесям с содержанием АФФС (при концентрации 4,25%).

Составы с содержанием АФФС имеют наилучшие демпфирующие свойства в области положительных температур (при концентрации 4,25% по массе) но, к сожалению, прочность связи с металлом при отслаивании равна 5,5 Н/см, что является немного меньше допустимого значения.

Производя испытания смесей путём определения сопротивления текучести и миграции пластификатора была составлена табл. 5 и рис. 6.

Таблица 5

Испытания смесей путём определения сопротивления текучести и миграции пластификатора

Table 5

Tests of mixtures by determining plasticizer yield resistance and migration

Образцы	Смесь с АФФС %			Смесь с ИКС %			Смесь с канифолью, %			Смесь с Пикар, %		
	0	3	4,25	0	3	4,25	0	3	4,25	0	3	4,25
Содержание смол	0	3	4,25	0	3	4,25	0	3	4,25	0	3	4,25
Миграция пластификатора	О	О	О	О	О	М	О	О	О	О	О	О

М – миграция масла индустриального, О – отсутствие миграции масла индустриального

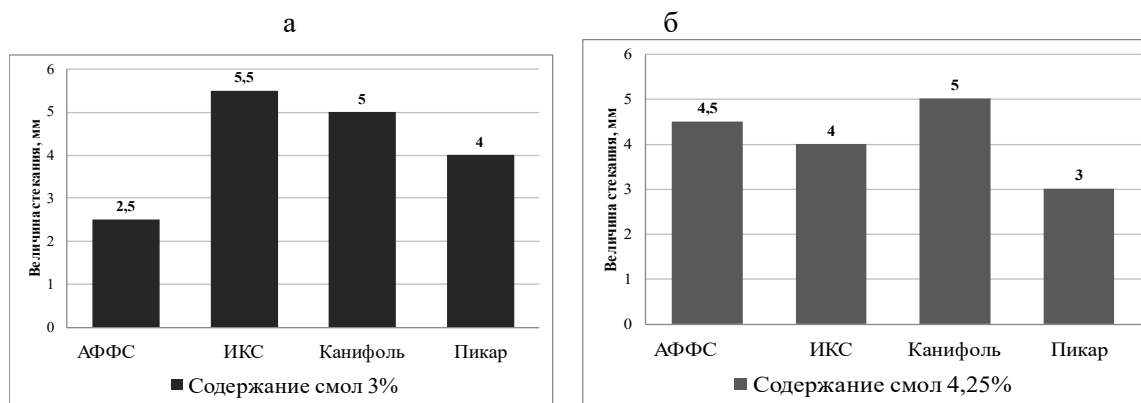


Рис. 6. Гистограмма результатов испытаний композитов на величину стекания по всем видам смол.

а) при содержании смол 3% по массе; б). при содержании смол 4,25% по массе

Fig. 6. A histogram of the test results of composites on the amount of runoff for all types of resins.

а) with a resin content of 3% by weight; б) with a resin content of 4.25% by weight

Оценивалось поведение наполненной смеси в зависимости от концентрации смол. При исследованиях на определение сопротивления текучести образцов величина стекания не должна превышать 2мм. На первом месте по величине стекания находится смола АФФС, её значение при 3% (2,5мм), при 4,25% – (4,5мм). На втором месте смеси со смолой Пикар, при содержании 3% имеет значение 4мм, при 4,25% – 3мм. На третьем месте – смесь с канифолью (5мм), которая имеет одинаковые значения и при 3% и при 4,25% концентрации. Величина стекания достигает наибольшего значения у смеси с добавкой ИКС (5,5мм) при 3% содержании смолы (рис. 6а). Следовательно, испытывая смолы таким методом приходим к выводу о том, что лучшей является смола АФФС.

Выводы

При использовании различных видов смол в качестве модифицирующих добавок в полимерной смеси на основе БК, пластифицированного индустриальным маслом (с использованием наполнителя CaCO_3) установлено:

1. Технологические добавки АФФС, ИКС, канифоль, Пикар - с повышением концентрации от 0%, до 3% и до 4,25% по массе, влияют на положение и высоту пика тангенса угла механических потерь. Действие их приводит к снижению T_c в пределах от 10 до 20°C, а также к увеличению динамического модуля упругости в среднем на 10-20 МПа.

2. Установлено, что введение смол несущественно повышает адгезионную прочность, для достижения максимальной степени адгезии массовая доля смолы должна составлять до 3% по массе от содержания полимера в композите. Дальнейшее увеличение количество добавки смол до 4,25% по массе отрицательно сказывается на физико-механических свойствах полученных материалов.

3. Таким образом используя все полученные экспериментальные данные рекомендуется из всех исследованных технологических добавок в виде смол подвергнуть дальнейшему научному исследованию АФФС, как смолу повышающую адгезионные свойства смеси и имеющую неплохие прочностные показатели (прочность связи с металлом при отслаивании). Отмечена целесообразность использования АФФС и канифоли для обеспечения когезионного характера разрушения адгезионного соединения.

4. Установлено, что наиболее высокие значения тангенса угла механически потерь выявлено у состава с применением АФФС, но следует провести дополнительные исследования, с целью установления возможности повышения адгезионных свойств именно такого типа композиционного материала.

5. Установлено, что две смеси с взаимозаменяемыми смолами – это АФФС и канифоль, демонстрируют наиболее эффективные значения по комплексу свойств.

Литература

1. Черкасов В.Д., Тюрин М.В., Авдонин В.В. Исследование влияния наполнителей и модификаторов на демпфирующие свойства материала на основе ПВА // Инженерный вестник Дона. 2019. № 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N8y2019/6138
2. Волоцкой А.Н., Юркин Ю.В., Авдонин В.В. Исследование тангенса угла механических потерь и прочности вибропоглощающих материалов на основе этиленвинилацетата, модифицированных каучуками // Инженерный вестник Дона. 2019. № 8. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N8y2019/6136
3. Zhou S., Yang C., Hu J., He X., Zhang R. Damping Analysis of Some Inorganic Particles on Poly (butyl-methacrylate) // Materials. 2018. № 11. P. 992.
4. Li Z., Lu X., Tao G., Guo J., Jiang H. Damping Elastomer with Broad Temperature Range Based on Irregular Networks Formed by End-Linking of Hydroxyl-Terminated Poly(dimethylsiloxane) // Polymers advanced technologies. 2015. Vol. 29. P. 2308 – 2316.
5. Study on the Damping of EVM based blends // Journal of Applied Polymer Science. 2011. Vol. 120. № 2. P. 1121 – 1125.
6. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевервяев О.Н. Эластомерная технология. Москва. 2009. 504 с.
7. Zhang F., He G., Xu K., Wu H., Guo S., Zhang C. Damping Mechanism and Different Modes of Molecular Motion Through the Glass Transition of Chlorinated Butyl Rubber and Petroleum Resin Blends // Journal of Applied Polymer Science. 2014. Vol. 131. 40464.
8. Галимзянова Р.Ю., Макаров Т.В., Вольфсон С.И. Влияние модификаторов на свойства неотверждаемых композиций на основе бутилкаучука // Вестник Казанского технологического университета. 2009. № 6. С. 168 – 172.
9. Vibration damping sheet: пат. 5232785 США. N 927191; заявл. 07.08.1992; опубл. 03.08.1993. 7 с.
10. Охотина Н.А., Ведяшкина Д.А., Ильязов М.Ф., Савельев А.П. Оценка параметра растворимости алкилформальдегидных смол. Вестник Казанского технологического университета. 2011. №7. С. 110 – 114.
11. Донцов А.А., Канаузова А.А., Литвинова Т.В. Каучук-олигомерные композиции в производстве резиновых изделий. М., 1986. 216 с.
12. Нигматуллина А.И., Шарипов Э.Н., Охотина Н.А. Определение параметров растворимости и совместимости с каучуками смолы Пикар // Успехи в химии и хим. технологии. 2007. Т. XXI. № 6 (74). С. 37 – 39.
13. Виброшумопоглощающий листовой материал: пат. 2368630 Рос. Федерация N 2008112756/04; заявл. 02.04.2008; опубл. 27.09.2009. Бюл. № 27. 3 с.
14. Light weight, high performance vibration-damping system: пат. 5840797 США N08/714657; заявл. 16.09.1996; опубл. 24.11.1998. 10 с.
15. Муртазина Л.И., Гарифуллин А.Р., Никульцев И.А., Фатхуллин Р.Ф. и др. Влияние технологических добавок на свойства неотверждаемых герметиков на основе этиленпропилендиенового каучука // Известия КГАСУ. 2015. № 1. С. 134 – 142.
16. Fengshun Zhang, Guansong He, Kangming Xu, Hong Wu, Shaoyun Guo, Chaoliang Zhang. Damping Mechanism and Different Modes of Molecular Motion Through the Glass Transition of Chlorinated Butyl Rubber and Petroleum Resin Blends // Journal of Applied Polymer Science. 2014. Vol. 10. № 1002. 40464.
17. Wang Y., Zhou C., Yan H. Dynamic Mechanical Properties of Phenolic Resin. Chlorinated Butyl Rubber Composites. Journal of Macromolecular Science. 2014. R Part B. С. 813 – 819.

References

1. Cherkasov V.D., Tjurin M.V., Avdonin V.V. Issledovanie vlijaniya napolnitelej i modifikatorov na dempfirujushhie svoystva materiala na osnove PVA. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N8y2019/6138 (rus.)
2. Volockoj A.N., Jurkin Ju.V., Avdonin V.V. Issledovanie tangensa ugla mehanicheskikh poter' i prochnosti vibropogloshhajushhih materialov na osnove jetilenvinilacetata, modifitsirovannyh kau-chukami. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. 8. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N8y2019/6136 (rus.)
3. Zhou S., Yang C., Hu J., He X., Zhang R. Damping Analysis of Some Inorganic Particles on Poly (butyl-methacrylate). Materials. 2018. 11. P. 992.
4. Li Z., Lu X., Tao G., Guo J., Jiang H. Damping Elastomer with Broad Temperature Range Based on Irregular Networks Formed by End-Linking of Hydroxyl-Terminated Poly(dimethylsiloxane). Polymers advanced technologies. 2015. 29. P. 2308 – 2316.
5. Study on the Damping of EVM based blends. Journal of Applied Polymer Science. 2011. 120 (2). P. 1121 – 1125.

6. Kornev A.E., Bukanov A.M, Shevervjaev O.N. Jelastomernaja tehnologija. Moskva. 2009. 504 p. (rus.)
7. Zhang F., He G., Xu K., Wu H., Guo S., Zhang C. Damping Mechanism and Different Modes of Molecular Motion Through the Glass Transition of Chlorinated Butyl Rubber and Petroleum Resin Blends. Journal of Applied Polymer Science. 2014. 131 (40464).
8. Galimzjanova R.Ju., Makarov T.V., Volfson S.I. Vlijanie modifikatorov na svojstva neotver-zhdaemyh kompozicij na osnove butilkauchuka. Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. 2009. 6. P. 168 – 172. (rus.)
9. Vibration damping sheet: pat. 5232785 SShA. N 927191; zajavl. 07.08.1992; opubl. 03.08.1993. 7 p.
10. Ohotina N.A., Vedjashkina D.A., Il'jazov M.F., Savel'ev A.P. Ocenka parametra rastvorimosti alkilformal'degidnyh smol. Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta 2011. 7. P. 110 – 114. (rus.)
11. Doncov A.A., Kanauzova A.A., Litvinova T.V. Kauchuk-oligomernye kompozicii v proizvodstve rezinovyh izdelij. M., 1986. 216 p. (rus.)
12. Nigmatullina A.I., Sharipov Je.N., Ohotina N.A. Opredelenie parametrov rastvorimosti i sovmestimosti s kauchukami smoly Pikar. Uspehi v himii i him. tehnologii. 2007. HHI. 6 (74). P. 37 – 39. (rus.)
13. Vibroshumopogloshhajushhij listovoj material: pat. 2368630 Ros. Federacija N2008112756/04; zajavl. 02.04.2008; opubl. 27.09.2009. Bjul. 27. 3 p. (rus.)
14. Light weight, high performance vibration-damping system: pat. 5840797 SShA N08/714657; zajavl. 16.09.1996; opubl. 24.11.1998. 10 p.
15. Murtazina L.I., Garifullin A.R., Nikul'cev I.A., Fathullin R.F. Vlijanie tehnologicheskikh dobavok na svojstva neotverzhdaemyh germetikov na osnove jetilen-propilendienovogo kauchuka. Izvestija KGASU. 2015. 1. P. 134 – 142. (rus.)
16. Fengshun Zhang, Guansong He, Kangming Xu, Hong Wu, Shaoyun Guo, Chaoliang Zhang. Damping Mechanism and Different Modes of Molecular Motion Through the Glass Transition of Chlorinated Butyl Rubber and Petroleum Resin Blends. Journal of Applied Polymer Science. 2014. 10 (1002). 40464.
17. Wang Y., Zhou C., Yan H. Dynamic Mechanical Properties of Phenolic Resin. Chlorinated Butyl Rubber Composites. Journal of Macromolecular Science. 2014. R Part B. P. 813 – 819.

*Tarasova O.I., Assistant Professor,
Yurkin Yu.V. *, Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Toroshchin A.S.,
Vyatka State University, Russia*

*Corresponding author E-mail: yurkin@vyatsu.ru

THE INFLUENCE OF SEVERAL TYPES OF RESINS ON THE DYNAMIC MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER MIXTURE BASED ON BUTYL RUBBER

Abstract: this work is devoted to the problem of developing vibration-damping polymer materials with high damping properties in a wide temperature range. The study of the effect of modifying additives on the strength, damping, adhesive and cohesive properties of a butyl rubber composite is the aim of this work. The task is to identify the actual temperature, frequency, dynamic and mechanical characteristics of a composite material based on butyl rubber depending on the type and concentration of resins. The key methods for studying this problem is the dynamic mechanical analysis method, aimed at obtaining information about changes in the dynamic properties of polymer materials (bond strength with metal when peeling samples of composites, determining the flow resistance of samples, determining the migration of plasticizer). Due to the established experimental dependences, it was found that the addition of resins (3% by weight) in the composition based on butyl rubber leads to an increase in the damping properties of composite materials, and an increase to (4.25% by weight) leads to their decrease. It was established that the obtained filled mixtures with a high damping peak and good adhesive and strength properties are mixtures with the addition of alkyl phenol-formaldehyde resins.

Keywords: elastic modulus, tangent of mechanical loss angle, temperature, resins, butyl rubber

Для цитирования: Тарасова О.И., Юркин Ю.В., Торошин А.С. Влияние нескольких видов смол на динамические механические свойства полимерной смеси на основе бутилкаучука // Строительные материалы и изделия. 2020. Том 3. № 2. С. С. 36 – 45. DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-2-36-45

For citation: Tarasova O.I., Yurkin Yu.V., Toroshchin A.S. The influence of several types of resins on the dynamic mechanical properties of a polymer mixture based on butyl rubber. Construction Materials and Products. 2020. 3 (2). P. 36 – 45. DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-2-36-45

*Поступила в редакцию 2 февраля 2020 г.
Принята в доработанном виде 12 марта 2020 г.
Одобрена для публикации я 15 апреля 2020 г.*

*Received: February 2, 2020.
Revised: March 12, 2020.
Accepted: April 15, 2020.*