

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛАСТОМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ»
(ООО «НИИЭМИ»)

УДК 678.074

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по научной работе ООО «НИИЭМИ»

Инв. № _____ от ____ . ____ .2018

_____ Д.С. Резниченко

« 25 » _____ 2018 г.



ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

«Исследование оксида магния МагПро 140 в стандартных резиновых смесях на основе
хлоропренового и фторкаучуков»

Начальник лаборатории №16
ООО «НИИЭМИ»,

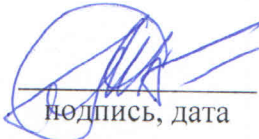
_____ Т.Т. Рахматулин

« 25 » _____ 12 _____ 2018 г.

Москва 2018

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Начальник лаборатории №16


подпись, дата

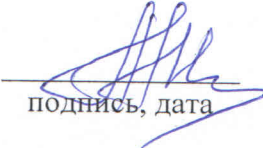
Т.Т. Рахматулин
(разделы 1, 2, 3, 4, заключение)

Ведущий научный сотрудник,
к.х.н.


подпись, дата

А.А. Канаузова
(введение, заключение)

Научный сотрудник


подпись, дата

А.Ю. Юрченко
(разделы 3, 4)

Научный сотрудник


подпись, дата

Л.С. Шемякина
(введение, разделы 1, 2, 3, 4)

РЕФЕРАТ

Отчет содержит 23 с., 7 рисунков, 9 таблиц, 7 источников.

Ключевые слова: ОКСИД МАГНИЯ, МАГНЕЗИЯ ЖЖЕНАЯ, БРУСИТ, ХЛОРОПРЕНОВЫЙ КАУЧУК, ФТОРКАУЧУК, РЕЗИНОВЫЕ СМЕСИ.

Объектом исследования являются эластомерные композиционные материалы (резиновые смеси и вулканизаты), изготовленные по рецептурам стандартных резиновых смесей на основе хлоропренового каучука серного регулирования и на основе фторкаучука, содержащие соответствующий ГОСТ 844-79 оксид магния STARMAG 150, оксид магния REMAG AC производства Мексики и оксид магния (обоженный брусит) МагПро 140 производства ООО «Вязьма-Брусит».

Цель работы: проведение исследований влияния замены соответствующего ГОСТ 844-79 оксида магния STARMAG 150 на отечественный оксид магния (обоженный брусит) МагПро 140, в сравнении с оксидом магния REMAG AC производства Мексики, на свойства резиновых смесей и их вулканизатов стандартных рецептур на основе хлоропренового каучука серного регулирования и на основе фторкаучука.

В ходе выполнения работы было установлено, что:

- упруго-прочностные свойства всех образцов вулканизатов, содержащих образцы оксида магния № 1–3, на основе хлоропренового каучука Вауреп 611 соответствуют требованиям Инструкции И 16 405130-2003 по оценке качества каучука (условная прочность не менее 23 МПа, относительное удлинение не менее 850 %) для вулканизатов хлоропренового каучука серного регулирования.

- упруго-прочностные свойства всех образцов вулканизатов, содержащих образцы оксида магния № 1–3, на основе фторкаучука СКФ-26 соответствуют требованиям ГОСТ 18376-79 (условная прочность не менее 13,2 МПа, относительное удлинение не менее 100 %).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	7
1 Объекты исследования	7
2 Методы исследования	8
3 Исследования резиновых смесей и вулканизатов стандартной рецептуры на основе хлоропренового каучука.....	11
4 Исследования резиновых смесей и вулканизатов стандартной рецептуры на основе фторкаучука.....	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	23

ВВЕДЕНИЕ

Оксид магния (или магнезия жженая) является наиболее распространенным и важным для промышленного применения соединением магния, которое используется в основном при производстве стали, огнеупоров и резинотехнических изделий (РТИ), а также во многих других отраслях промышленности [1].

Основным сырьевыми материалом для производства оксида магния в России являются карбонат магния, гексагидрат хлорид магния и минерал карналлит [1]. Для производства оксида магния в промышленных масштабах применяют два основных способа: «сухой» (основанный на высокотемпературной реакции декарбонизации природного карбоната магния) и «мокрый» (базирующийся на предварительном получении гидроксида магния путем его осаждения из хлорида магния).

В резинотехнической промышленности применяют в основном обожженную каустическую магнезию, получаемую при обжиге карбоната или гидроксида магния при температурах выше 1300 °С. Получаемый продукт носит название «магнезия жженая техническая» и выпускается по ГОСТ 844 в виде продукта трех марок [1].

Магнезия жженая представляет собой порошок белого цвета без запаха, нерастворимый в воде. Применяется в основном для вулканизации хлоропреновых каучуков в качестве вулканизирующего агента, акцептора хлороводорода и замедлителя подвулканизации. А также является необходимым ингредиентом резиновых смесей на основе фторкаучуков [2].

Компания ООО «Вязьма-Брусит» производит оксид магния под маркой МагПро путем прямого обжига селективно добытого природного гидроксида магния (брусита), получая при этом продукт с низким содержанием примесей [3], существенно отличающийся от магнезии жженой, выпускаемой по ГОСТ 844 более высоким содержанием оксида кальция и оксида железа. МагПро имеет в составе оксид кремния в количестве до 1,8 %, что может повлиять на стойкость резин, полученных с применением данного продукта, к термическому старению [3]. Может применяться при производстве резиновых смесей для уменьшения подвулканизации и в качестве вулканизирующего агента в галогенсодержащих полимерах. Также может выступать в качестве загустителя в премиксах и препрегах [3].

При производстве российского оксида магния по ГОСТ 844 существует ряд проблем, таких как нехватка сырья и высокие цены на энергетику и логистику, что приводит к росту себестоимости отечественного продукта и, как следствие, засилье рынка импортными марками [4]. Ввиду возникающих ограничений по применению оксида магния российского производства, и, следовательно, необходимости применения

импортных аналогов, большой интерес представляет оценка возможности применения новых перспективных отечественных марок оксида магния для производства РТИ.

В связи с этим в рамках данной работы проводилось исследование влияния замены соответствующего ГОСТ 844-79 оксида магния STARMAG 150 на отечественный оксид магния (обожжённый брусит) МагПро 140 (Mag Pro 140), в сравнении с оксидом магния REMAG AC производства Мексики, на свойства резиновых смесей и их вулканизатов стандартных рецептур на основе хлоропренового каучука серного регулирования и на основе фторкаучука.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1 Объекты исследования

В работе использовались следующие ингредиенты:

Каучук хлоропреновый Ваурен 611. Производитель Arlanxeo, Европа. Партия 70622-P03. Дата изготовления 30.08.2017.

Фторкаучук СКФ-26. Высший сорт. ГОСТ 18376-79 с изм. 1, 2, 3. Производитель ООО «ГалоПолимер Кирово-Чепецк». Сертификат качества №110. Партия №4081. Дата изготовления 10.12.2015.

Белила цинковые БЦ0М. ГОСТ 202-84. Производитель ООО «Эмпилс-цинк». Паспорт качества №550. Партия №3/14. Дата изготовления 09.10.2016.

Бифургин. ТУ 2491-409-05763441-2005. Производитель ПАО «Химпром». Паспорт №34. Партия №28. Дата изготовления 08.10.2018.

Технический углерод П701. ГОСТ 7885-86. Производитель ООО «Газпром Переработка», Сосногорский газоперерабатывающий завод. Паспорт продукции №715. Партия №451. Дата изготовления 24.07.2016.

Оксид магния STARMAG 150 (образец №1). Производитель Konoshima Chemical Co., Ltd., Япония.

Оксид магния REMAG AC (образец №2). Производитель Мексика. Партия №25101734601. Дата изготовления 15.12.2017.

Оксид магния МагПро 140 (образец №3). Производитель ООО «Вязьма-Брусит», ТУ 20.13.25-93957848-001-2017. Паспорт качества №2059. Партия №011218. Дата изготовления 01.12.2018.

Характеристики используемых в работе образцов оксида магния приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики образцов оксида магния

Наименование показателя	Значение показателя		
	STARMAG 150 (образец №1)	REMAG AC (образец №2)	Mag Pro 140 (образец №3)
Потери массы при прокаливании, %	6,5	3,4	7,8
Содержание MgO, %	97,5	98,75	94,4
Содержание CaO, %	0,7	0,39	2,7
Содержание SiO ₂ , %	-	0,07	1,6
Содержание Fe ₂ O ₃ , %	0,03	0,03	0,14
Содержание Al ₂ O ₃ , %	0,03	0,05	-

2 Методы исследования

2.1 При проведении исследования резиновых смесей и их вулканизатов на основе хлоропренового каучука серного регулирования определялись следующие характеристики:

- 1) Вулканизационные характеристики резиновой смеси по ГОСТ Р 54547;
- 2) Упруго-прочностные свойства вулканизата (условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве) по ГОСТ 270 (образцы в форме лопаток Тип II, толщина 1 мм – согласно Инструкции И 16 405130-2003);
- 3) Твердость по Шору А по ГОСТ 263;
- 4) Эластичность по отскоку по ГОСТ 27110;
- 5) Изменение упруго-прочностных свойств (ГОСТ 270) после старения в течение 1, 3, 5 и 6 сут. при температуре 100°C в свободном состоянии по ГОСТ 9.024;
- 6) Изменение твердости по Шору А вулканизата (ГОСТ 263) после старения в течение 1, 3, 5 и 6 сут. при температуре 100°C в свободном состоянии по ГОСТ 9.024;
- 7) Изменение эластичности по отскоку вулканизата (ГОСТ 27110) после старения в течение 1, 3, 5 и 6 сут. при температуре 100°C в свободном состоянии по ГОСТ 9.024.

2.2 При проведении исследования резиновых смесей и их вулканизатов на основе фторкаучука определялись следующие характеристики:

- 1) Вулканизационные характеристики резиновой смеси по ГОСТ Р 54547;
- 2) Упруго-прочностные свойства вулканизата (условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, остаточное удлинение после разрыва) по ГОСТ 270 (образцы в форме лопаток Тип I, толщина 1 мм – согласно ГОСТ 18376);
- 3) Изменение упруго-прочностных свойств вулканизата (ГОСТ 270) после старения в течение 10 сут. при температуре 250 °C в свободном состоянии по ГОСТ 9.024;

Образцы резиновых смесей изготавливались на установке PolyLab (Haake GmbH, Германия), которая состоит из универсального привода Rheocord и лабораторного резиносмесителя Thermo Haake Rheomix 600 p (рисунок 1). Лабораторный резиносмеситель представляет собой закрытую смесительную камеру, объемом 47 см³, с двумя роторами встречного вращения, аналогичную смесительным камерам промышленных резиносмесителей тангенциального типа. Соотношение между скоростями вращения роторов 3:2. Камера оснащена датчиками температуры стенок

и материала и датчиком крутящего момента. Установка предназначена для получения образцов резиновых смесей и исследования процессов пластикации и смешения. Управление и контроль процесса смешения осуществляется компьютером посредством программного обеспечения PolyLab WinCap, которое во время смешения выдает кинетические кривые изменения параметров процесса. После изготовления образцы дорабатывались на вальцах.



Рисунок 1 - Установка PolyLab

Вальцы ItalmecAltoMilanese \varnothing 150X300 использовались для доработки образцов резиновых смесей после извлечения из смесителя для получения заготовок в форме листа.

Для изготовления образцов вулканизатов резиновых смесей был использован пресс гидравлический вулканизационный 40-250Э. Давление на пресс-форму не менее 8 МПа.

Характеристики процесса вулканизации резиновых смесей определяли на динамическом анализаторе процессов переработки резин D-RPA 3000 (MonTech Werkstoffprüfmaschinen GmbH, Германия).

Упруго-прочностные свойства вулканизатов определяли на универсальной машине Gotech AI-3000 (Gotech Testing Machines Inc., Тайвань).

Твёрдость по Шору А определяли с помощью прибора переносного для измерения твердости резины по Шору А 2033ТИР (твёрдомер 2033ТИР).

Для проведения старения в свободном состоянии применялся термостат камерный СНОЛ 58/350 (Umega, Литва).

Эластичность по отскоку определяли на приборе EP 50 772.10 (Fritz Heckert, Германия).

3 Исследования резиновых смесей и вулканизаторов стандартной рецептуры на основе хлоропренового каучука

Состав резиновых смесей на основе стандартной рецептуры для хлоропренового каучука, содержащих различные образцы оксида магния, приведен в таблице 2 [5].

Таблица 2 – Состав резиновых смесей на основе стандартной рецептуры для хлоропренового каучука

Ингредиенты	Обозначение образца/Содержание ингредиентов, масс.ч.		
	образец 1	образец 2	образец 3
Ваурепн 611	100	100	100
Оксид магния STARMAG 150 (образец №1)	7	-	-
Оксид магния REMAG AC (образец №2)	-	7	-
Оксид магния МагПро 140 (образец №3)	-	-	7
Белила цинковые БЦОМ	5	5	5

Вулканизационные характеристики при 143 °С резиновых смесей, содержащих образцы оксида магния №№ 1-3, приведены в таблице 3 и на рисунках 2 и 3.

Таблица 3 – Вулканизационные характеристики резиновых смесей на основе стандартной рецептуры для хлоропренового каучука

Наименование показателя	Обозначение образца		
	образец 1	образец 2	образец 3
Минимальный крутящий момент ML, дН·м	0,9	1,0	0,9
Максимальный крутящий момент MH, дН·м	10,3	11,4	11,1
Разница максимального и минимального крутящего момента ΔM, дН·м	9,4	10,4	10,2
Время подвулканизации Ts1, мин	6,0	6,7	5,7
Время подвулканизации Ts2, мин	8,4	9,3	7,9
Время увеличения крутящего момента на 50% Tc50, мин	13,4	14,5	12,2
Время достижения оптимума вулканизации Tc90, мин	39,9	39,9	36,9
Показатель скорости вулканизации Rv, мин ⁻¹	3,0	3,0	3,2

Из таблицы 3 и рисунков 2 и 3 видно, что при замене образца №1 оксида магния образцами №№ 2 и 3 незначительно увеличивается максимальный крутящий момент (что может свидетельствовать о незначительном увеличении степени сшивания резиновой смеси), время подвулканизации меняется незначительно, время увеличения крутящего момента на 50% у смеси образец 2 несколько выше, а у смеси образец 3 несколько ниже, чем у смеси образец 1. Время достижения оптимума вулканизации у смеси образец 3 на 3 мин ниже, чем у резиновых смесей образец 1 и 2, показатели скорости вулканизации всех смесей фактически одинаковы.

В целом по результатам исследований влияния типа оксида магния на вулканизационные характеристики можно сделать вывод, что тип оксида магния не оказывает существенного влияния на вулканизационные характеристики резиновых смесей на основе стандартной рецептуры для хлоропренового каучука при 143 °С.

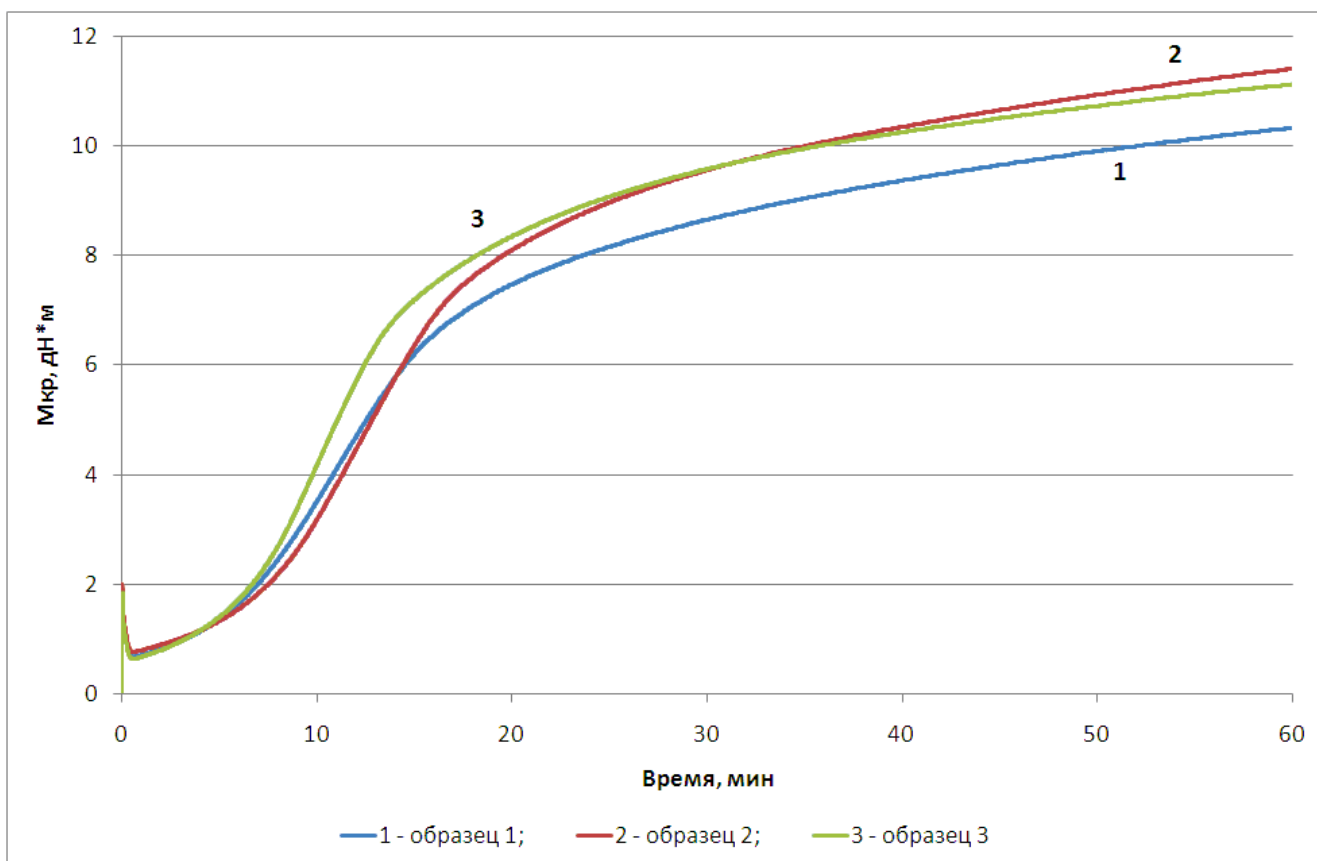


Рисунок 2 – Кинетика вулканизации резиновых смесей при 143 °С

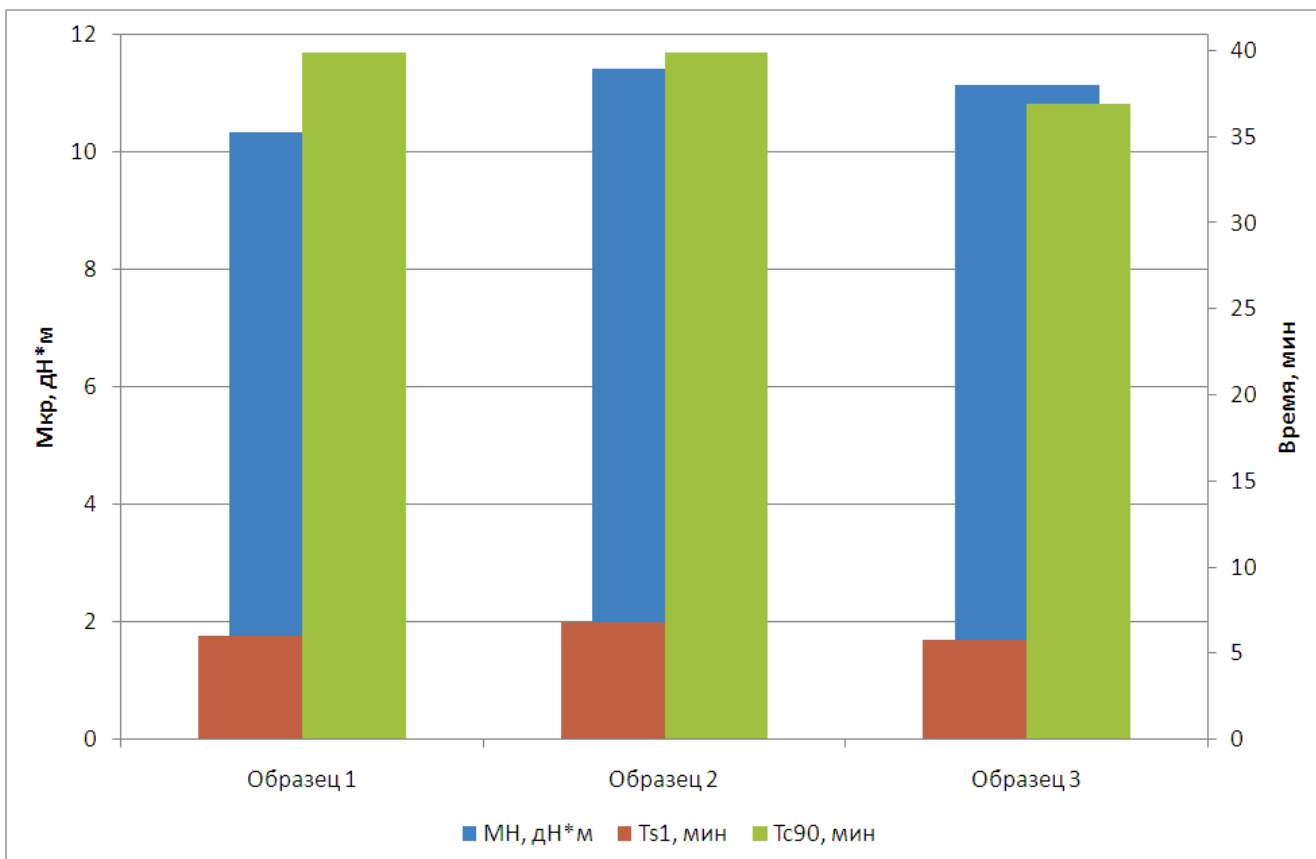


Рисунок 3 – Вулканизационные характеристики резиновых смесей при 143 °С

Физико-механические свойства вулканизатов резиновых смесей и их изменение в процессе старения при температуре 100 °С в течение различных промежутков времени, приведены в таблицах 4 и 5.

Из таблицы 4 видно, что упруго-прочностные свойства вулканизатов образец 1–3 различаются незначительно, остаточное удлинение после разрыва одинаково для всех вулканизатов. Твердость по Шору А и эластичность по отскоку всех образцов одинаковы.

Условная прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве всех образцов вулканизатов удовлетворяют требованиям Инструкции И 16 405130-2003 (условная прочность не менее 23 МПа, относительное удлинение не менее 850 %) для вулканизатов хлоропренового каучука серного регулирования [6].

Таблица 4 – Свойства вулканизатов резиновых смесей до старения и после старения при температуре 100 °С в свободном состоянии

Наименование показателя	Продолжительность старения, сут.	Обозначение образца		
		образец 1	образец 2	образец 3
Условная прочность при растяжении, МПа	до старения	24,3	24,5	25,3
	1	26,2	23,7	23,9
	5	7,5	7,3	7,4
Относительное удлинение при разрыве, %	до старения	975	950	930
	1	750	750	700
	5	400	450	400
Остаточное удлинение, %	до старения	8,0	8,0	8,0
	1	8,0	8,0	8,0
	5	4,0	4,0	4,0
Твердость по Шору А, ед. Шора А	до старения	55	55	55
	1	58	58	58
	5	62	62	62
Эластичность по отскоку, %	до старения	54	54	54
	до 6 сут. не изменяется			

Таблица 5 – Изменение свойств вулканизатов после старения при температуре 100 °С в свободном состоянии

Наименование показателя	Продолжительность старения, сут.	Обозначение образца		
		образец 1	образец 2	образец 3
Изменение условной прочности при растяжении, %	1	8,0	-3,3	-5,5
	5	-69,2	-70,2	-70,7
Изменение относительного удлинения при разрыве, %	1	-23,1	-21,1	-24,7
	5	-59,0	-52,6	-57,0
Изменение остаточного удлинения, %	1	0	0	0
	3	0	0	-16,6

Продолжение таблицы 5

Наименование показателя	Продолжительность старения, сут.	Обозначение образца		
		образец 1	образец 2	образец 3
Изменение твердости по Шору А, ед. Шора А	1	3	3	3
	5	7	7	7
Изменение эластичности по отскоку, %	до 6 сут. не изменяется			

После старения в течение 1 суток (Таблица 5) условная прочность образца 1 увеличивается на 8 %, образца 2 снижается незначительно (на 3,3 %), а образца 3 на 5,5 %. Снижение относительного удлинения для всех трех образцов фактически одинаково. Эластичность по отскоку не изменяется, возрастание твердости одинаково для всех трех образцов, что характерно и для образцов, состаренных в течение 1 и 5 суток.

После старения в течение 5 суток снижение упруго-прочностных свойств для трех образцов становится фактически одинаковым.

В целом, характер изменения свойств одинаков для трех образцов вулканизатов – с увеличением продолжительности старения наблюдается охрупчение материалов со снижением упруго-прочностных свойств.

По результатам исследования можно сделать вывод, что старение при 100 °С всех вулканизатов, по изменению упруго-прочностных свойств протекает без существенной разницы между оксидами. Тип оксида магния не влияет на изменение твердости при старении, твердость всех образцов вулканизатов меняется одинаково. Эластичность по отскоку всех образцов вулканизатов при старении до 5 суток включительно не изменяется.

Таким образом, оксид магния МагПро 140 по своей эффективности в стандартной смеси на основе хлоропренового каучука не уступает широко применяемым маркам оксида магния STARMAG 150 и REMAG AC.

4 Исследования резиновых смесей и вулканизаторов стандартной рецептуры на основе фторкаучука

Состав резиновых смесей на основе стандартной рецептуры для фторкаучука, содержащих различные образцы оксида магния, приведен в таблице 6 [8].

Таблица 6 – Состав резиновых смесей на основе стандартной рецептуры для фторкаучука

Ингредиенты	Обозначение образца /Содержание ингредиентов, масс.ч.		
	образец 1	образец 2	образец 3
СКФ-26	100	100	100
Бифургин	5	5	5
Оксид магния STARMAG (образец №1)	15	-	-
Оксид магния REMAG AC (образец №2)	-	15	-
Оксид магния МагПро 140 (образец №3)	-	-	15
Технический углерод П-701	15	15	15

Вулканизационные характеристики при 150 °С резиновых смесей, содержащих образцы оксида магния № 1-3, приведены в таблице 7 и на рисунках 7 и 8.

Таблица 7 – Вулканизационные характеристики резиновых смесей на основе стандартной рецептуры для фторкаучука

Наименование показателя	Обозначение образца		
	образец 1	образец 2	образец 3
Минимальный крутящий момент ML, дН·м	10,1	10,8	11,8
Максимальный крутящий момент MH, дН·м	23,9	28,3	26,2
Разница максимального и минимального крутящего момента ΔM, дН·м	13,8	17,5	14,4
Время подвулканизации Ts1, мин	0,43	0,6	0,36
Время подвулканизации Ts2, мин	0,68	1,02	0,87
Время достижения оптимума вулканизации Tc90, мин	39,2	42,9	41,5
Показатель скорости вулканизации Rv, мин ⁻¹	2,58	2,36	2,43

Из таблицы 7 и рисунков 4 и 5 видно, что при замене образца №1 оксида магния образцами №№ 2 и 3 несколько увеличивается (в большей степени для смеси образец 2)

максимальный крутящий момент (что может свидетельствовать о некотором увеличении степени сшивания резиновой смеси). Время подвулканизации T_{s1} образца 2 несколько больше, а образца 3 несколько меньше, чем образца 1. Время достижения оптимума вулканизации у смесей образец 1 и 2 незначительно выше (на 2–3 мин), чем образца 1, показатели скорости вулканизации всех смесей также близки.

В целом по результатам исследований влияния типа оксида магния на вулканизационные характеристики можно сделать вывод, что тип оксида магния не оказывает существенного влияния на вулканизационные характеристики резиновых смесей на основе стандартной рецептуры для фторкаучука при 150 °С.

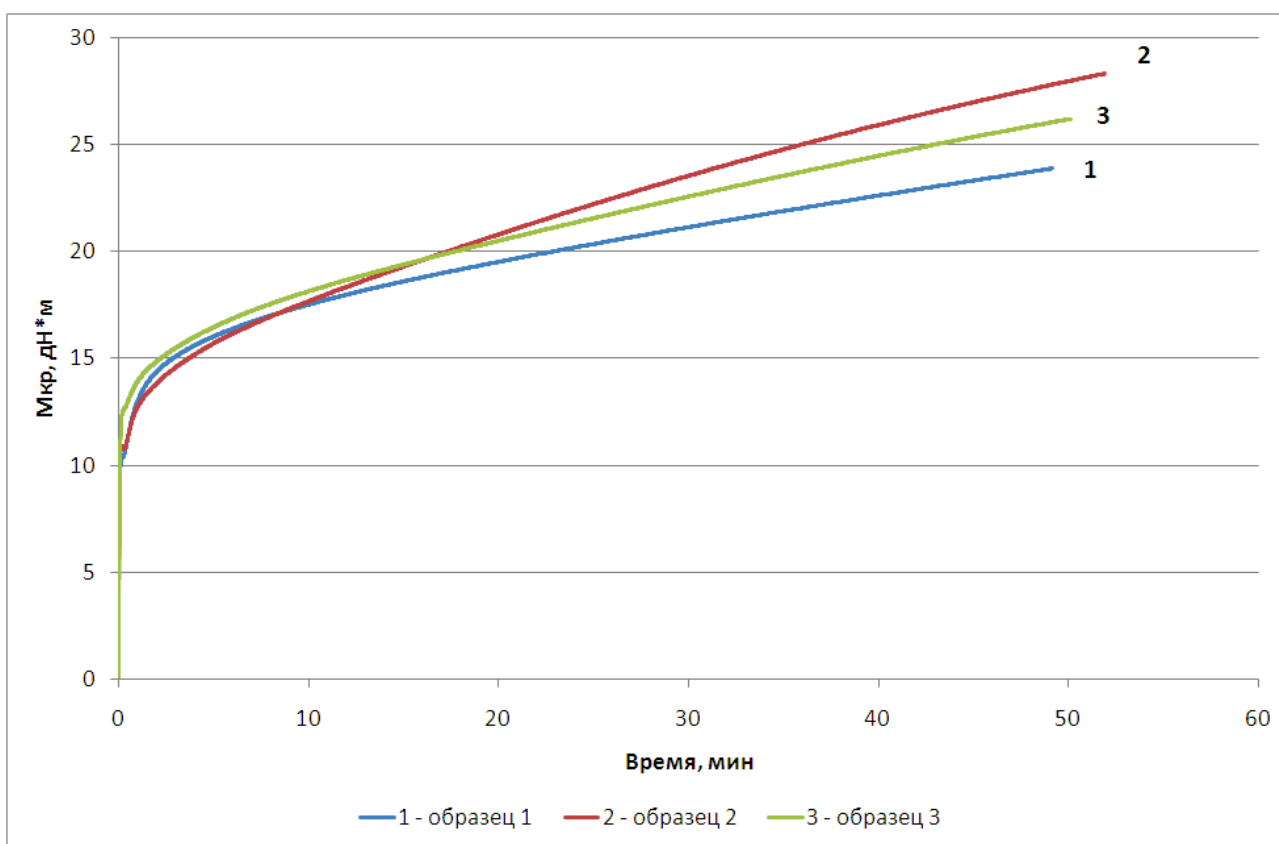


Рисунок 4 – Кинетика вулканизации резиновых смесей при 150 °С

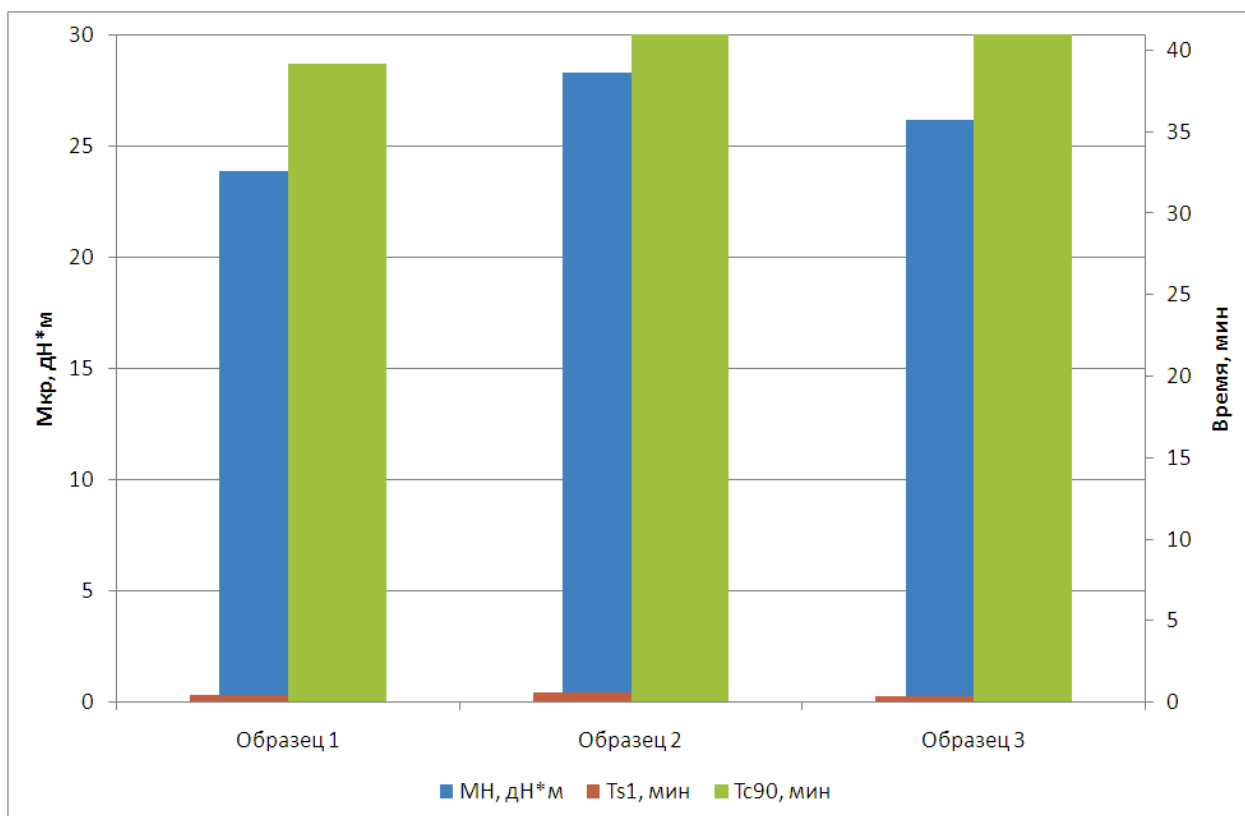


Рисунок 5 – Вулканизационные характеристики резиновых смесей при 150 °С

Упруго-прочностные свойства вулканизатов резиновых смесей и их изменение в процессе старения при температуре 250 °С в течение 10 суток приведены в таблице 8 и 9 и на рисунках 6–7.

Таблица 8 – Свойства вулканизатов резиновых смесей в процессе старения при температуре 250 °С в свободном состоянии

Наименование показателя	Продолжительность старения, ч	Обозначение образца			Требования ГОСТ
		образец 1	образец 2	образец 3	
Условная прочность при растяжении, %	до старения	17,0	17,4	16,4	н/м 13,2
	2	17,9	17,7	17,1	-
	6	16,6	17	16,6	-
	24	15,9	15,5	15,8	-
	36	15,5	15,3	15,1	-
	240	13,4	13,2	13,2	-

Продолжение таблицы 8

Наименование показателя	Продолжительность старения, ч	Обозначение образца			Требования ГОСТ
		образец 1	образец 2	образец 3	
Относительное удлинение при разрыве, %	до старения	146,7	144,5	144,0	н/м 100
	2	146,3	143,7	143,3	-
	6	145,3	142,7	142,5	-
	24	145,0	140,3	142,3	-
	36	142,3	138,3	139,0	-
	240	115,7	104,6	110,0	-
Остаточное удлинение, %	до старения	4	4	4	н/б 8
	2	4	4	4	-
	6	4	4	4	-
	24	4	4	4	-
	36	4	4	4	-
	240	4	4	4	-

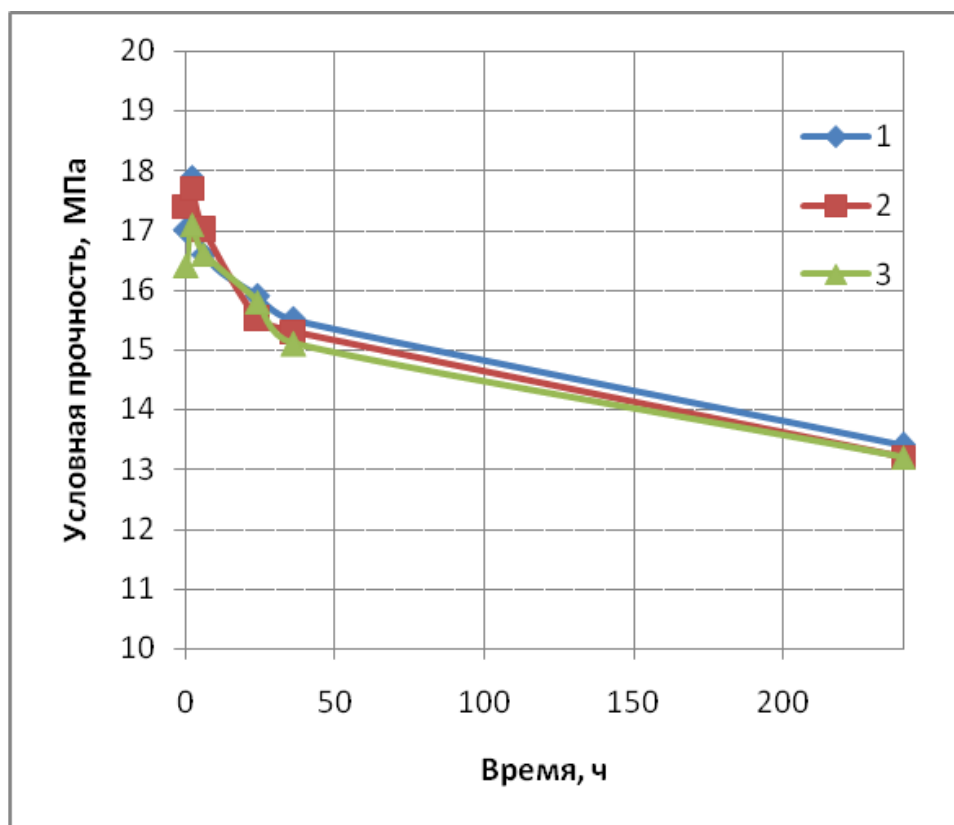


Рисунок 6 - Кинетика изменения условной прочности при растяжении вулканизатов на основе фторкаучука в процессе старения при 250 °С

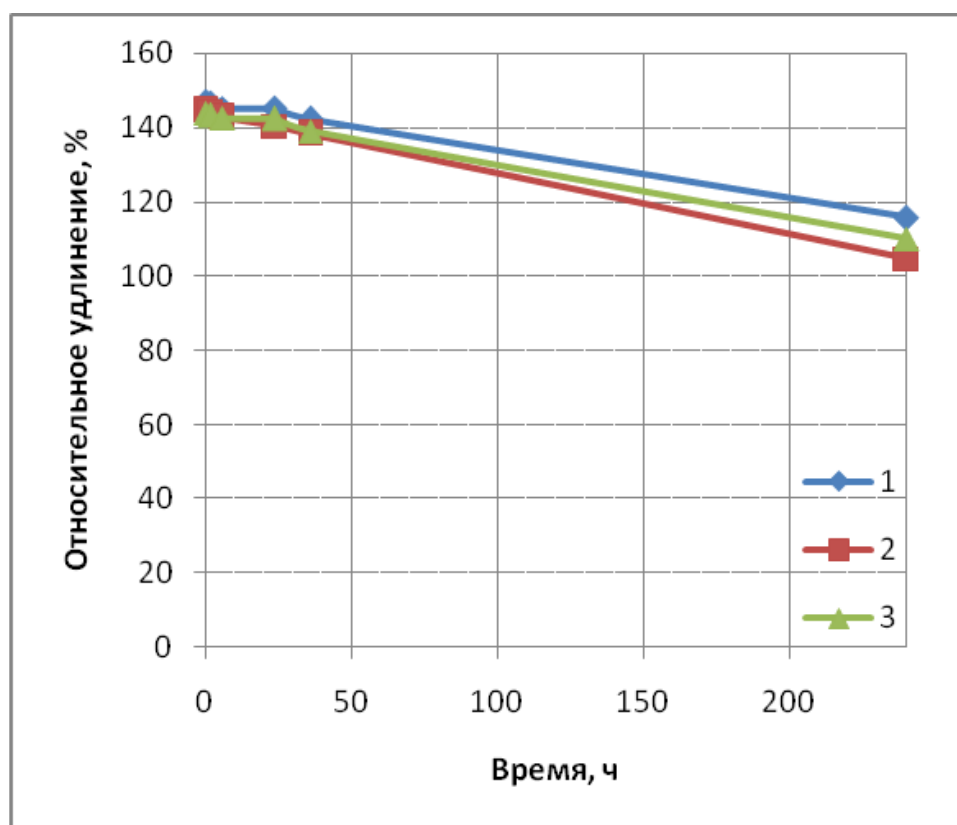


Рисунок 7 - Кинетика изменения относительного удлинения при разрыве вулканизатов на основе фторкаучука в процессе старения при 250 °С

Таблица 9 – Изменение свойств вулканизатов резиновых смесей в процессе старения при температуре 250 °С в свободном состоянии

Наименование показателя	Продолжительность старения, ч	Обозначение образца		
		образец 1	образец 2	образец 3
Изменение условной прочности при растяжении, %	2	5,29	1,72	4,27
	6	-2,35	-2,3	1,22
	24	-6,47	-10,9	-3,66
	36	-8,82	-12,1	-7,93
	240	-21,2	-24,1	-19,5
Изменение относительного удлинения при разрыве, %	2	-0,27	-0,55	-0,49
	6	-0,95	-1,25	-1,04
	24	-1,16	-2,91	-1,18
	36	-3,0	-4,29	-3,47
	240	-21,1	-27,6	-23,6
Изменение остаточного удлинения, %	2 - 240	без изменений	без изменений	без изменений

Из таблицы 8 видно, что упруго-прочностные свойства вулканизатов образцов 1–3 различаются незначительно. Изменение упруго-прочностных свойств вулканизатов после старения на воздухе при температуре 250 °С (таблицы 8 и 9) также практически

одинаковое. На начальном этапе старения (2 ч) наблюдается незначительное увеличение условной прочности всех образцов, при дальнейшем старении наблюдается практически одинаковое снижение прочности всех вулканизатов (рисунок 6). После старения в течение 10 суток наибольшее снижение прочности наблюдается у образца 2, но в целом различия между образцами незначительны. Относительное удлинение при разрыве при старении также изменяется практически одинаково у всех образцов (рисунок 7). Остаточное удлинение после разрыва одинаково для всех вулканизатов и в процессе старения не изменяется.

По результатам исследования можно сделать вывод, что упруго-прочностные свойства вулканизатов, содержащих оксид магния STARMAG 150, REMAG AC и МагПро 140, фактически одинаковы и удовлетворяют требованиям ГОСТ 18376-79 к свойствам резины стандартной рецептуры на основе фторкаучука СКФ-26. Изменение свойств при старении при 250 °С на воздухе (условной прочности, относительного и остаточного удлинения) вулканизатов, содержащих вышеперечисленные марки оксида магния, происходит фактически одинаково и не зависит от типа оксида магния. При этом после старения в течение 10 суток все образцы удовлетворяют требованиям ГОСТ 18376-79.

Таким образом, оксид магния МагПро 140 по своей эффективности в стандартной смеси на основе фторкаучука не уступает широко применяемым маркам оксида магния STARMAG 150 и REMAG AC.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных работ можно сделать выводы, что замена соответствующего оксида магния STARMAG 150, соответствующего ГОСТ 844, на оксид магния (обоженный брусит) МагПро 140 ТУ 20.13.25-93957848-001-2017, не оказывает существенного влияния на вулканизационные характеристики резиновых смесей стандартных рецептур на основе хлоропренового каучука серного регулирования и фторкаучука.

Упруго-прочностные свойства вулканизатов на основе хлоропренового каучука Ваурген 611, содержащих образцы исследованные оксиды магния удовлетворяют требованиям Инструкции И 16 405130-2003 по оценке качества каучука.

Старение при 100 °С всех вулканизатов на основе хлоропренового каучука Ваурген 611 по изменению упруго-прочностных свойств протекает без существенной разницы между оксидами. Тип оксида магния не влияет на изменение твердости при старении, твердость всех образцов вулканизатов меняется одинаково. Эластичность по отскоку всех образцов вулканизатов при старении до 5 суток включительно не изменяется.

Упруго-прочностные свойства образцов вулканизатов на основе фторкаучука СКФ-26 удовлетворяют требованиям ГОСТ 18376-79.

Изменение свойств при старении при 250 °С на воздухе (условной прочности, относительного и остаточного удлинения) вулканизатов на основе фторкаучука СКФ-26, содержащих оксид магния STARMAG 150, REMAG AC и МагПро 140, происходит фактически одинаково и не зависит от типа оксида магния. При этом после старения в течение 10 суток все образцы удовлетворяют требованиям ГОСТ 18376-79.

Таким образом, оксид магния МагПро 140 по своей эффективности в стандартных смесях на основе хлоропренового каучука серного регулирования и фторкаучука не уступает широко применяемым маркам оксида магния STARMAG 150 и REMAG AC.

Рекомендуется провести работы по опробованию оксида магния МагПро 140 в рецептурах серийно выпускаемых резиновых смесей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 21-2016. Производство оксида магния, гидроксида магния, хлорида магния. Бюро НДТ. – М., 2016. – 156 с.
- 2 Большой справочник резинщика. В 2-х частях / Под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. Том 1. – М.: ООО «Изд. Центр «Техинформ» МАИ», 2012. – 744 с.
- 3 Официальный сайт компании ООО «РГХО». – URL: http://www.magminerals.ru/upload/iblock/4ba/magpro140_rus.pdf (дата обращения 21.12.2018).
- 4 Аналитический портал химической промышленности. – URL: http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=7942 (дата обращения 21.12.2018).
- 5 Справочник резинщика. Материалы резинового производства. – М.: Химия, 1971. – 608с.
- 6 Инструкция И 16 405130-2003. Каучуки импортные хлоропреновые. Приемка и оценка качества / ОАО «НИИЭМИ». – М., 2003. – 40 с.
- 7 ГОСТ 18376-79. Фторкаучуки СКФ-26 и СКФ-32. Технические условия.