

алкидных пленкообразователей / Е.И. Винглинская, Н.Р. Прокопчук, А.Л. Шутова // Междунар. науч.-практич. конф. с участием государств – участников СНГ «Технологические тенденции повышения промышленной экологической безопасности, охраны окружающей среды, рациональной и эффективной жизнедеятельности человека» : тезисы докладов, Минск, 15–16 мая 2013 г. / ГУ «БелИСА», редкол. В.Е. Кратенок [и др.]. – Минск, 2013. – С. 105–110.

2. Яблонская Е.И. Разработка рецептур новых алкидных пленкообразователей, модифицированных жирными кислотами таллового масла // Сборник материалов III Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума «Новые горизонты-2016», 29-30 ноября 2016 г., Минск : БНТУ, 2016. – С. 86–88.

3. Шутова А.Л. Антикоррозионные грунтовки и эмали и покрытия на их основе: дис. ... канд. хим. наук: 08.00.13/ А.Л. Шутова; Бел. гос. техн. ун-т. Минск, 2010. 98 с.

4. Композиция для синтеза алкидной смолы и способ ее получения. Респ. Беларусь, МПК (2020) C 08 G 63/49, 63/91, C 09 D 167/08 // Е.И. Яблонская, Н.Р. Прокопчук; заявитель БГТУ. – № а20200171, заявл. 15.06.2020 г.

УДК 678.046

**Кротова О.А., Касперович А.В.,  
Шашок Ж.С., Усс Е.П.**

(Белорусский государственный технологический университет)

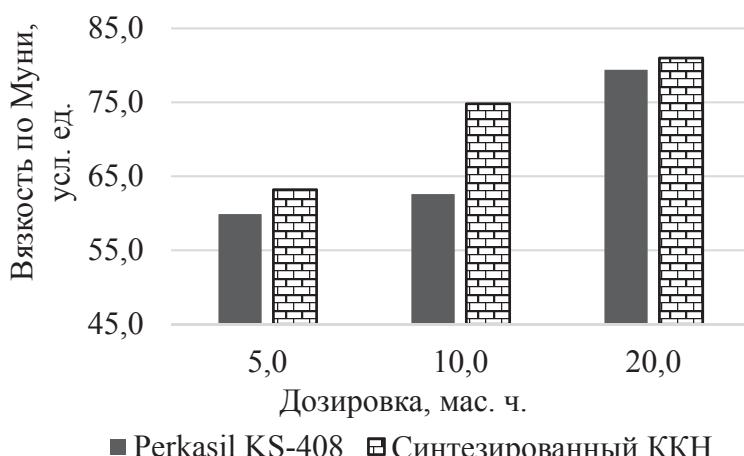
## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРЕМНЕКИСЛОТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛЯРНОГО КАУЧУКА**

Полимерные композиции, содержащие кремнекислотные наполнители, интенсивно исследуются благодаря их уникальным механическим, электрическим, оптическим, термическим и огнестойким свойствам. Конечные характеристики эластомерных материалов с минеральными наполнителями во многом зависят от степени их диспергируемости в объеме полимерной матрицы [1].

Целью работы явилось исследование влияния синтезированного в БГТУ кремнекислотного наполнителя (ККН) на свойства эластомерных композиций на основе полярного каучука БНКС. В качестве образца сравнения выступали эластомерные композиции, содержащие применяемый в промышленности минеральный наполнитель марки

Perkasil KS-408. Исследуемые добавки вводились в резиновые смеси, предназначенных для изготовления формовых резинотехнических изделий, в дозировках 5,0, 10,0 и 20,0 мас. ч на 100 мас. ч. каучука.

Результаты исследования вязкости по Муни резиновых смесей показали (рисунок 1), что эластомерные композиции с синтезированным наполнителем обладают большим значением данного показателя. Так, увеличение содержания в смеси синтезированного наполнителя от 5,0 до 20,0 мас. ч. приводит к повышению вязкости от 63,2 до 81,0 усл. ед., в случае с Perkasil KS-408 – от 59,9 до 79,4 усл. ед. Такой характер изменения вязкости может быть обусловлено различной силой взаимодействия между частицами кремнекислотных наполнителей, а также различием их удельных поверхностей и сорбционных объемов.



**Рисунок 1 – Вязкость по Муни резиновых смесей**

При этом следует отметить, что анализ расчетных коэффициентов релаксации резиновых смесей, которые косвенно свидетельствуют о равномерности распределения наполнителей в объеме эластомерной матрицы, не выявил существенного влияния природы и дозировки исследуемых ККН на скорость протекания релаксационных процессов в композициях на основе каучука БНКС. Так, значение коэффициента релаксации образцов с синтезированным ККН в зависимости от их дозировки изменяется от 58,9 до 60,6%, а у образца сравнения находится в диапазоне 58,7–59,6%.

Результаты исследования упруго-прочностных свойств резин на основе каучука БНКС представлены в таблице 1.

Анализ полученных данных показал, что природа исследуемых наполнителей и их содержание не оказывает существенного влияния на величину условной прочности при растяжении вулканизатов.

Значения данного показателя всех образцов близки (9,4–10,4 МПа) и находятся в допустимом интервале погрешностей, предусмотренных ГОСТ на данное измерение. В тоже время, увеличение дозировок кремнекислотных наполнителей в эластомерных композициях приводит к снижению относительного удлинения при разрыве. При этом наибольшее изменение данного показателя (на 27,5%) выявлено в резинах, содержащих синтезированный ККН.

**Таблица 1 – Упруго-прочностные свойства резин на основе БНКС**

Дозировка минерального наполнителя, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука	Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Твердость по Шору А, усл. ед.
5,0 Perkasil KS-408	10,3	205	71,3
10,0 Perkasil KS-408	10,0	185	72,4
20,0 Perkasil KS-408	10,4	180	74,0
5,0 ККН	10,0	200	71,5
10,0 ККН	9,4	165	74,8
20,0 ККН	9,4	145	79,1

Результаты исследования твердости резин показали, что с увеличением дозировки минеральных наполнителей в композициях от 5,0 до 20,0 мас. ч. значение данного показателя повышается на 2,7 усл. ед. в случае использования Perkasil KS-408 и на 7,6 усл. ед. при введении в резиновые смеси синтезированного ККН.

Резинотехнические изделия, работающие в режиме трения, должны обладать высокой износостойкостью. Результаты по определению сопротивления истиранию исследуемых вулканизатов на основе БНКС приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Стойкость резин к истиранию**

Дозировка минерального наполнителя, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука	Сопротивление истиранию, Дж/мм <sup>3</sup>	Коэффициент трения
5,0 Perkasil KS-408	6,38	1,090
10,0 Perkasil KS-408	6,47	0,935
20,0 Perkasil KS-408	6,80	1,030
5,0 ККН	5,19	1,078
10,0 ККН	5,58	0,887
20,0 ККН	6,08	0,959

Установлено, что введение в резиновые смеси как синтезированного ККН, так и Perkasil KS-408 приводит к увеличению сопротивления истиранию резин при повышении дозировки наполнителей. Так,

значение данного показателя образца сравнения изменяется от 6,38 до 6,80 Дж/мм<sup>3</sup>, а у резин с синтезированным ККН – от 5,19 до 6,08 Дж/мм<sup>3</sup> при дозировках 5,0–20,0 мас. ч. соответственно. Увеличение сопротивления истириания, вероятно, связано со взаимодействием частиц минерального наполнителя с компонентами эластомерной композиции. При этом возможно образование поверхностного слоя, обладающего повышенной стойкостью к абразивному износу [2].

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что синтезированный ККН может применяться в резиновых смесях на основе полярного БНКС для получения эластомерных композиций не уступающим по свойствам композициям, содержащим применяемый в промышленности Perkasil KS-408.

### Литература

1. Modified silica-based isoprene rubber composite by a multi-functional silane: Preparation and its mechanical and dynamic mechanical properties / Xuefei Wang, Lingling Wu, Haiwen Yu, Tongliang Xiao, Huaming Li, Jun Yang // Polymer Testing. – 2020. – Vol. 91. – DOI: 10.1016/j.polymertesting.2020.106840.
2. Влияние шунгитовых наполнителей различных марок на технические свойства протекторных резин / Ж.С. Шашок, Е.П. Усс, А.В. Касперович, Х.С. Абзальдинов // Вестник технологического университета. – 2016. – № 1. – С. 84–87.

УДК 678.046

**Кротова О.А., Касперович А.В.,  
Шашок Ж.С., Усс Е.П.**

(Белорусский государственный технологический университет)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ДИОКСИДОМ КРЕМНИЯ**

Наполнитель в эластомерных композициях в большинстве случаев необходим для улучшения физико-механических свойств вулканизатов. Основным наполнителем, применяемым при производстве резинотехнических изделий, является технический углерод. Однако все большую популярность приобретает использование в рецептурах резиновых смесей минеральных наполнителей, в частности диоксида кремния, позволяющего получать вулканизаты со специфическими свойствами [1].