

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДИСПЕРСНЫХ МИКРОВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА АДГЕЗИОННЫЕ И ОГНЕТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Руденко К.Ю.<sup>1</sup>, Каблов В.Ф.<sup>1</sup>, Кейбал Н.А.<sup>1</sup>, Блинов А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета (404121, Россия, Волгоградская обл., г. Волжский, ул. Энгельса, 42а), e-mail: asistent0@gmail.com*

Проводились исследования о влиянии волокнистых наполнителей (полиамидные, углеродные, базальтовые и асбестовые) на адгезионные и когезионные свойства клеевых композиций на основе полихлоропренового каучука. В результате установлено, что модификации клеевых составов волокнистыми наполнителями с адгезионно-активными группами обеспечивает эффект многоуровневого модифицирования клеевого соединения, которое приводит к повышению его адгезионных характеристик за счёт действия различных механизмов адгезии. Данная клеевая композиция также изучалась в качестве огнетеплозащитного покрытия (для которого использовались наполнители, карбид кремния, углеродные и асбестовые волокна), в результате чего было замечено увеличение стойкости резиновых подложек к воздействию открытого пламени. Было установлено, что модификация значительно улучшает адгезионные и огнезащитные свойства клеевых композиций, что в свою очередь может расширить области применения данного состава.

Ключевые слова: наполнитель, волокно, адгезия, клеевая композиция, покрытие, огнетеплозащита

## IMPACT OF DIFFERENT DISPERSED MICROFIBER FILLERS ON ADHESION AND FIRE AND HEAT PROTECTIVE PROPERTIES OF ELASTOMERIC COMPOSITIONS

Rudenko K.Y.<sup>1</sup>, Kablov V.F.<sup>1</sup>, Keibal N.A.<sup>1</sup>, Blinov A.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Volzhsy Polytechnical Institute, branch of Volgograd State Technical University, 42a Engelsa Street, 404121, Volzhsky, Volgograd Region, Russia; e-mail: asistent0@gmail.com*

The paper is related to the research on impact of fiber fillers (polyamide, carbon, basalt and asbestos fiber fillers) on adhesion and cohesion properties of gluing compositions based on polychloroprene. It has been determined that modification of gluing compositions with fiber fillers having functionally active groups in their structure provides an effect of multilayer modifying in a glue joint that increases adhesion characteristics of the last one due to the action of different adhesion mechanisms. A possibility of applying the developed gluing compositions as fire and heat protective coatings has been investigated as well. The investigation has showed improved fire resistance of rubber substrates with the layered coatings containing the microfibers to open flame. It has been established that the modification significantly enhances adhesion and fire protective properties of gluing compositions that, in turn, can expand their application areas.

Keywords: fillers, microfibers, adhesion, a gluing composition, a coating, fire and heat protection

Актуальной проблемой является огне- и теплозащита оборудования, конструкций, металлических и полимерных изделий.

По оценкам экспертов, около 4% валового национального продукта европейских стран идет на возмещение потерь от пожаров.

Важной задачей обеспечения огнезащиты является повышение теплостойкости полимерных композиционных материалов, так как полимерное связующее уже при сравнительно невысоких температурах (выше 100 °С) начинает терять упругопрочностные свойства. Одним из представителей композиционных материалов являются клеевые составы, широкое применение, среди которых находят резиновые клеи отличающиеся возможностью

создания эластичных швов при склеивании, что существенно улучшает эксплуатационные свойства клеевой конструкции, испытываемой в динамическом режиме [4, 5].

### **Цель исследования**

Изучение возможности повышения адгезионных свойств клеевых составов на основе полихлоропрена путем модификации волокнистыми наполнителями, и исследование применения их в качестве огнетеплозащитных покрытий полимерных композиционных материалов.

### **Объекты и методы исследования**

К объектам исследования относят клеевые составы на основе полихлоропрена марок – 88-НТ и 88-СА.

В качестве микронаполнителей для исследования адгезионно-когезионных свойств использовались 4 вида измельченных волокон: полиамидные, углеродные, базальтовые и асбестовые. Для оценки огнетеплозащитных свойств покрытия применялись: карбид кремния, углеродные и асбестовые волокна.

Исследовалась адгезия разработанных клеевых составов к вулканизованным резинам на основе изопренового, этилен-пропиленового, бутадиен-нитрильного и неопренового каучука, а огнетеплозащитных свойств – на основе изопренового и этилен-пропиленового каучука.

Для определения прочности крепления методом на сдвиг по ГОСТ 14759-69 клеевого соединения применялись подложки в виде вулканизованных полосок шириной 10 мм и толщиной 2 мм, для проверки огнетеплозащитных свойств использовались шайбы диаметром 50 мм и толщиной 6 мм [6].

Технологический процесс склеивания и оценки свойств в общем случае состоит из следующих операций:

- приготовление клеевого состава;
- подготовка поверхности подложки;
- нанесение клея;
- сборка и формирование клеевого слоя;
- контроль качества соединения.

Технологический процесс проверки огнетеплозащитных свойств состоит из следующих операций:

- приготовление состава покрытия;
- подготовка поверхности подложки;
- нанесение покрытия;
- высушивание покрытия;
- оценка огнетеплозащитного покрытия.

## Обсуждение результатов

При определении влияния типа и содержания волокнистых наполнителей на адгезионные свойства клеев серии 88 было выявлено, что введение в клеевые композиции волокнистых наполнителей в количествах 0,1 – 0,5% приводит к повышению прочности клеевого крепления резин в среднем на 40% для клея 88-НТ и 20% для клея 88-СА. (таблица 1).

Таблица 1

Влияние типа и содержания волокнистых наполнителей на адгезионные свойства клеев серии 88 при склеивании резин [2, 3]

Тип волокна	Тип каучука в резине			
	СКИ-3	СКЭПТ-40	СКН-18	ХК
Прочность при сдвиге, МПа				
Клей марки 88-НТ				
Без наполнителя	0,62	0,60	0,57	1,45
Полиамидные	0,80 (0,3%)	0,93 (0,3%)	0,78 (0,5%)	1,78 (0,5%)
Углеродные	0,56 (0,1%)	0,39 (0,1%)	0,61 (0,3%)	1,02(0,5%)
Базальтовые	0,70 (0,3%)	0,70 (0,3%)	0,64 (0,3%)	1,78(0,5%)
Асбестовые	0,66 (0,3%)	0,69 (0,5%)	0,91 (0,3%)	1,24 (0,3%)
Клей марки 88-СА				
Без наполнителя	0,88	0,66	0,53	1,49
Полиамидные	0,70(0,3%)	0,67(0,1%)	0,68(0,1%)	1,23(0,5%)
Углеродные	0,68(0,5%)	0,57(0,3%)	0,56(0,1%)	1,17(0,1%)
Базальтовые	0,80(0,3%)	0,66(0,3%)	0,55(0,1%)	1,27(0,1%)
Асбестовые	0,86 (0,5%)	0,71 (0,5%)	1,09 (0,1%)	1,09 (0,3%)

В скобках указано %-ное количество добавляемых волокон

Было установлено, что модификация волокнистых наполнителей повышает прочность склеивания в среднем на 40 – 50%.

На рисунке 1 показаны микрофотографии распределения волокон в клеевой плёнке при 50 кратном увеличении.

Можно предположить, что усиление адгезионного взаимодействия идёт по двум механизмам.

Горизонтальное расположение волокон усиливает когезионную прочность клеевой плёнки. Данный механизм хорошо известен в литературе и наглядно подтверждается микрофотографиями выше.



Рис. 1. Микрофотографии волокон в клеевой плёнке при 50-кратном увеличении

Кроме того, на поверхности плёнок наблюдалось частичное вертикальное расположение волокон, что приводило механическому заклиниванию их в порах и неровностях резиновой подложки, тем самым увеличивая адгезионную прочность клея [1].

Для определения огнетеплозащитных свойств в качестве наполнителей использовались карбид кремния, углеродные волокна и асбестовые волокна, в количестве 0,5%, – 1,5%.

На рисунках 2-5 представлены результаты испытаний клеев 88-НТ и 88-СА как огнетеплозащитных покрытий, на образцах вулканизированных резин на основе изопренового и этилен-пропиленового каучука. Данные представленные на графиках показывают, что образцы на основе СКИ-3 без покрытия прогреваются до 200 °С за 110 с.ас нанесенным покрытием могут выдерживать более продолжительный нагрев до 310 с. для клея 88-НТ, аналогичные результаты с клеем 88-СА. Установлено, что наилучшие теплозащитные результаты показали покрытия на основе клея 88-НТ содержащие асбестовые волокна в количестве 1 – 1,5% и покрытия на основе 88-СА содержащие карбид кремния – 0,5%.

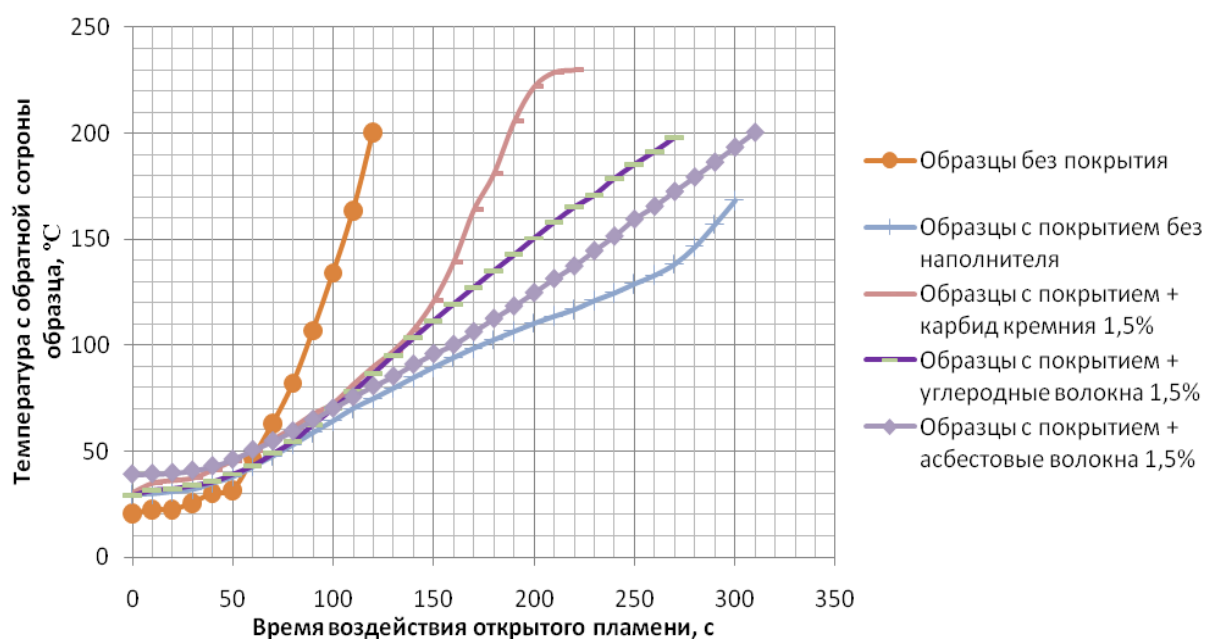


Рис. 2. Результаты испытаний клея 88-НТ как огнетеплозащитного покрытия на образцах вулканизированных резин из изопренового каучука

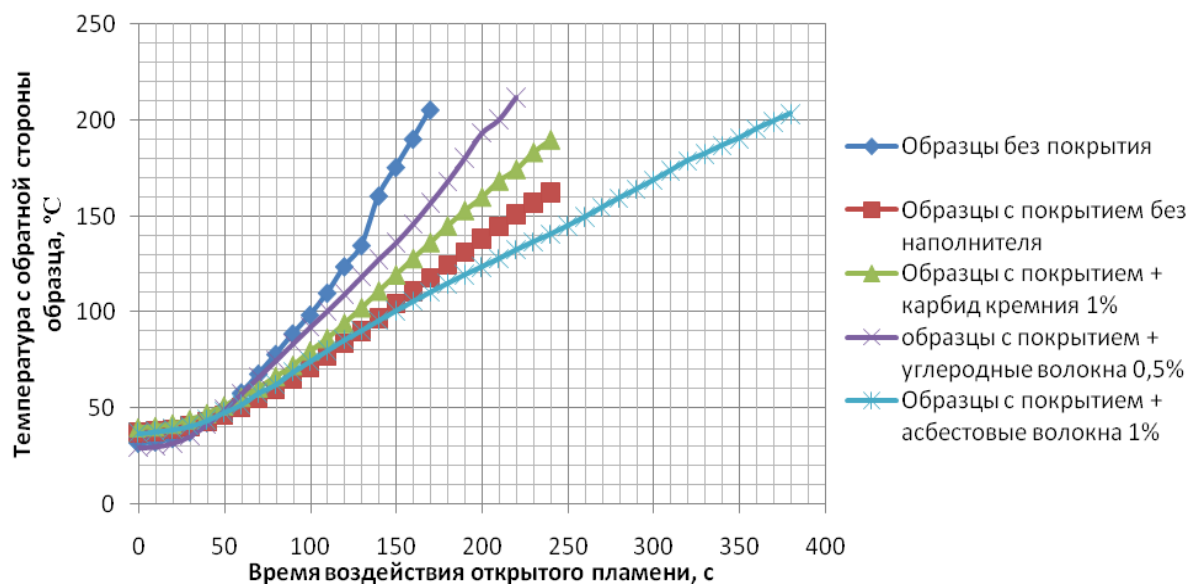


Рис. 3. Результаты испытаний клея 88-НТ как огнетеплозащитного покрытия на образцах вулканизированных резин на основе этилен-пропиленового каучука

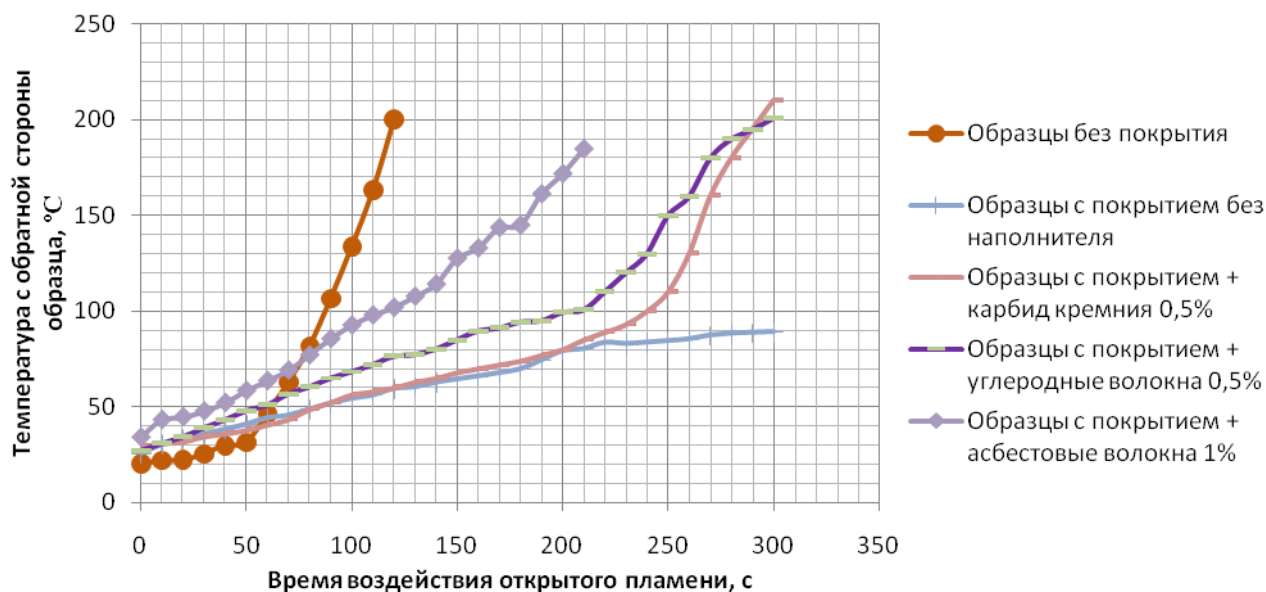


Рис. 4. Результаты испытаний клея 88-СА как огнетеплозащитного покрытия на образцах вулканизированных резин на основе изопренового каучука

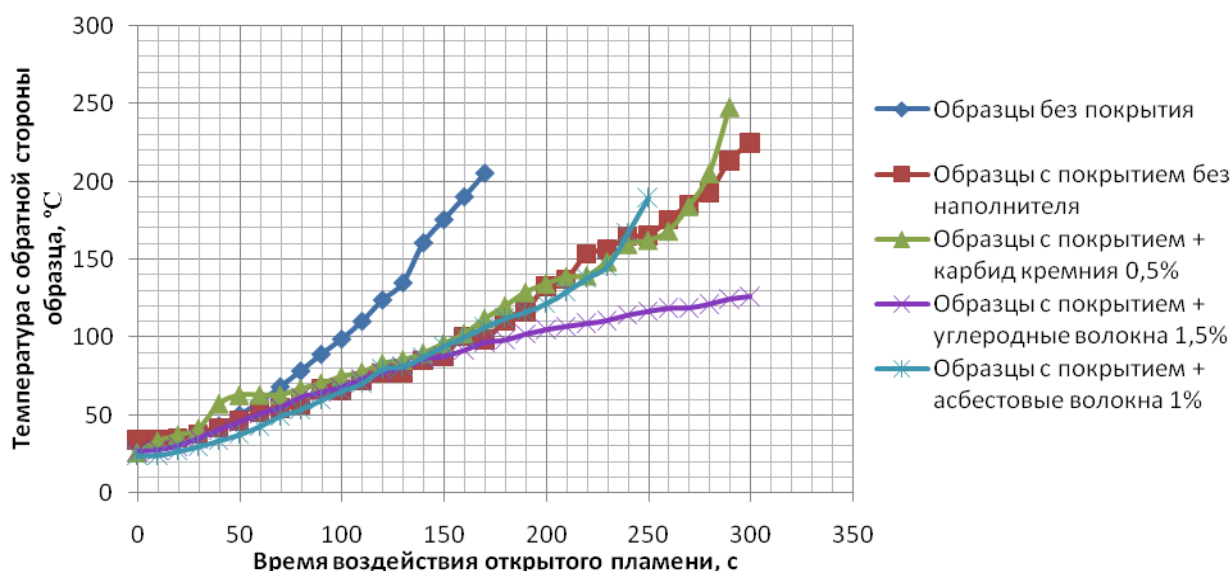


Рис.5. Результаты испытаний клея 88-СА как огнетеплозащитного покрытия на образцах вулканизированных резин на основе этилен-пропиленового каучука

### Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований было определено влияние типа и содержание волокнистых наполнителей на адгезионные свойства клеевых составов серии 88 при склеивании резин.

Были проведены исследования по влиянию дисперсных наполнителей на стойкость покрытия к действию пламени.

Введение волокнистых наполнителей в клеевой состав на основе полихлоропрена способствует не только увеличению адгезионных свойств клея, но и огнетеплозащитных свойств.

*Работа выполнена при поддержке проекта «Разработка модификаторов и функциональных наполнителей для огне-, теплозащитных полимерных материалов» выполняемого вузом в рамках государственного задания Минобрнауки России*

### Список литературы

1. Кейбал Н.А., Бондаренко С.Н., Каблов В.Ф., Руденко К.Ю. Клеевая композиция // Патент №2448997 2012.
2. Кейбал Н.А., Бондаренко С.Н., Каблов В.Ф., Руденко К.Ю., Мунш Т.А. Клеевая композиция // Патент №2435805 2011.
3. Кейбал Н.А., Модификация эластичных клеевых составов и покрытий элементсодержащими промоторами адгезии: монография / В.Ф. Каблов, С.Н. Бондаренко, Н.А. Кейбал. ВПИ (филиал) ВолГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2010. – 238 с.

4. Никулин С.С., Композиционные материалы на основе наполненных бутадиен-стирольных каучуков: монография / С.С. Никулин, И.Н. Пугачева, О.Н. Черных. – М.: Изд-во «Академия Естествознания», 2008. – 145 с.
5. Полимерные композиционные материалы. [Электронный ресурс]. / Режим доступа: <http://p-km.ru/osnovy-napolneniya-polimerov-voloknami/vliyanie-razlichnykh-faktorov-na-svoystva-polimerov-s-voлокнистым-napolnitelem.html> (дата обращения: 10.09.10).
6. Руденко К.Ю., Кейбал Н.А., Бондаренко С.Н., Каблов В.Ф. Модификация клеевых составов на основе полихлоропрена волокнистыми наполнителями // Клеи. Герметики. Технологии.– 2011. - № 12. – С. 21-23.

**Рецензенты:**

Новопольцева О.М., д.т.н., доцент, профессор, ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский.

Шиповский И.Я., д.т.н., доцент, профессор, ВПИ (филиал) ВолгГТУ, г. Волжский.