

2. Гильмутдинов И.М., Хайрутдинов В.Ф. и др. Диспергирование полимерных материалов с использованием сверхкритических флюидных сред // СКФ ТП. 2009. №3, С. 25-38

3. Хайрутдинов В.Ф., Габитов Ф.Р. и др. Термодинамические основы процесса диспергирования поликарбоната с использованием метода SAS//СКФ-ТП. 2011. Т.6. №3, С. 62-78.

4. Гумеров Ф.М., Лунин В.В., и др. Метод сверхкритического флюидного антирастворителя. Некоторые приложения: Монография – Казань. Изд.-во Академия наук РТ, 2018. – 292с.

5. W.D. Callister, D.G. Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach, 5th Edition. Wiley, 2016, 960 P.

УДК 678.046

Е.А. Иглина, магистрант; Н.И. Гараев, магистрант;  
Р.А. Антипов, магистрант (КНИТУ, г. Казань)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРАФИТА НА УПРУГОПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РЕЗИН**

Напорные рукава эксплуатируются в экстремальных условиях, в условиях перепада температур они должны сохранять свои характеристики и не деформироваться. Наполнители изменяют механические свойства резин, облегчают переработку резиновых смесей, снижают стоимость изделия [1-4]. Наполнители делятся на две группы по степени влияния на механические свойства резин – активные, или усиливающие, и неактивные, или инертные наполнители. К усиливающим наполнителям относятся различные марки технического углерода (ТУ), коллоидные диоксиды кремния, продукты лесохимии. К неактивным наполнителям относятся каолин, графит.

С целью удешевления напорных рукавов нами была проведена замена наполнителя технического углерода марки П-803 в составе резиновых смесей на 30% и 50 % графита. Искусственный графит находит свое применение при производстве алмазов, рукавов высокого давления, других специальных изделий. Он имеет одну важную особенность – высокую температуру сублимации, даже при температуре 4000К остается твердым и не меняет свои первоначальные химико-физические свойства. Графит ГЛ-1 – графит кристаллический литейный (ГОСТ 5279-74), получаемый из графитовых руд и отходов металлургического и других производств, с содержанием серы 0,5 и 1,5 мас.%. Рецептура резиновых смесей, при замене на 30% графита приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Рецептура резиновых смесей**

Наименование ингредиентов	Контроль	ГЛ-1 (S-1.5)	ГЛ-1 (S-0.5)
БНКС-18АМН	160,0	160,0	160,0
БНКС-28АМН	40,0	40,0	40,0
Углерод технический П-803	166,0	110,6	110,6
Графит ГЛ-1	–	55,4	55,4

Физико-механическими показателями качества резины при замене ингредиента являлись (таблица 2):

- условная прочность при растяжении;
- твердость по IRHD;
- сопротивление раздиру;
- относительное удлинение при разрыве;
- относительная остаточная деформация при 25 % статической деформации сжатия в воздухе.

**Таблица 2 – Физико-механические свойства резиновых смесей при замене на графит**

Наименование показателей	Контр.	ГЛ-1 (S-0.5)	ГЛ-1 (S-1.5)
1. Условная прочность при растяжении, кгс/см <sup>2</sup> , 50 % 30 %	77,0	60,0 61,0	64,0 63,0
2. Твердость по IRHD, ус.ед. 50 % 30 %	70,0	68,0 69,0	65,0 65,0
3. Сопротивление раздиру, кН/м(кгс/см), 50 % 30 %	60,0	52,0 30,0	45,0 32,0
4. Относительное удлинение при разрыве, % 50 % 30 %	210,0	220,0 200,0	230,0 210,0
5. Относительная остаточная деформация при 25 % статической деформации сжатия в воздухе в течение (72±1) ч при (125±2) °С, % 50 % 30 %	15,8	12,9 25,8	14,1 30,0

При замене углерода технического марки П-803 на 50 % графита наблюдается снижение условной прочности при растяжении и увеличению относительного удлинения. В графите ликвидированы почти все активные центры, большая часть поверхности химически и энергетически инертна. В результате резко снижается количество связанного с графитом эластомера, что приводит к значительному уменьшению усиливающей способности. Более высокая прочность наблюдается для марки графита ГЛ-1, содержащей серы S=1,5 мас. %.

При замене 30 % углерода технического марки П 803 на графит наблюдается уменьшение показателей условной прочности при растяжении и сопротивление раздиру. Такие изменения, очевидно, связаны со структурой образующейся вулканизационной сетки поперечных связей. Более высокая прочность наблюдается для марки графита ГЛ-1, содержащей S=1,5 мас.%. Сера может выполнять роль промотора. При вулканизации образуются поверхностные сцепления каучука с техническим углеродом с участием серы типа Каучук-S-Наполнитель. Ответственными за образование таких связей являются атомы водорода и двойные связи на поверхности техуглерода.

Таким образом, проанализировав данные, возможно произвести замену наполнителя технического углерода марки П-803 в составе резиновых смесей на 30 % графита с сохранением необходимого уровня свойств.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кротова, О.А. Особенности адгезионных свойств резинометаллокордных систем с модифицированными кремнекислотными наполнителями /О.А. Кротова, А.В. Касперович, Ж.С. Шашок, Е.Э. Потапов, С.В. Резниченко. Каучук и резина, 2016, С. 28–33.

2. Нигматуллина, А.И. Результаты изучения гранулометрического состава древесных наполнителей современными методами / А.И. Нигматуллина, Л.Ю. Закирова, А.В. Лысянский. Вестник Технологического университета. 2019. Т. 22. № 1. С. 62–66.

3. Ахмедгораева, А.Р. Исследование влияния технологической добавки на термические свойства динамического термоэластопласта методами дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрического анализа / А.Р. Ахмедгораева, А.А. Бирюков, Л.Ю. Закирова, М.Э. Закиров, А.Р. Ефимова. Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 50. № 4. С. 85–89.

4. Ахмедгораева, А.Р. Улучшение технологических свойств вторично перерабатываемых полиолефинов с использованием процессинговых добавок / А.Р. Ахмедгораева, Л.Ю. Закирова, А.Р. Ефимова. Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. № 8. С. 31–33.