

С. Г. Тихомиров, д-р техн. наук, проф.,
О.В. Карманова, д-р техн. наук, зав. каф.,
М.А. Кулагина, аспирант
(ФГБОУ ВО «ВГУИТ», г. Воронеж, Российская Федерация)
Ж. С. Шашок, д-р техн. наук, проф. (БГТУ, г. Минск)

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ ОТРАБОТАННЫХ ВУЛКАНИЗАЦИОННЫХ ДИАФРАГМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИИ РАДИАЦИОННОГО БУТИЛРЕГЕНЕРАТА

В технологии получения бутилрегенерата основным сырьем являются диафрагмы и варочные камеры на основе бутилкаучука, вулканизованного смолами. В процессе эксплуатации диафрагма находится под воздействием высокой температуры (160–190°C) и механических напряжений, обуславливающих ее деформацию, поэтому она должна обладать высокой эластичностью, прочностью и температуростойкостью [1]. Применение бутилкаучука в рецептуре резин диафрагм форматоров-вулканизаторов обуславливает их высокую ходимость (200–300 циклов).

В зависимости от длительности эксплуатации, рецептуры резиновой смеси, типа и габаритного размера вулканизуемой покрышки, режима вулканизации и других особенностей технологического процесса диафрагмы, вышедшие из эксплуатации, характеризуются определенным набором «остаточных» вязкоупругих и упругопрочностных свойств и различаются степенью деструкции вулканизационной сетки [2].

Проведены исследования свойств диафрагменных резин, различающихся продолжительностью эксплуатации, применяемых для получения радиационного бутилрегенерата.

Методы испытаний образцов диафрагменных резин включали определение физико-механических показателей и оценку структурных параметров резин. Для заготовки образцов требуемой толщины применяли специальную форму, размеры которой соответствовали размерам образцов в виде двухсторонних лопаток по ГОСТ 270–75. Определение структурных параметров резин проводили методом равновесного набухания в толуоле. Результаты испытаний образцов отработанных диафрагменных резин четырех шифров, различающихся сроком службы, приведены в таблице 1. Анализ результатов показал, что отработанные диафрагменные резины имеют достаточный запас по физико-механическим показателям, но для их переработки необходимо обеспечить удовлетворительные технологические свойства, в том

числе за счет деструкции вулканизационной сетки и снижения плотности поперечных связей [3].

Таблица 1 – Физико-механические показатели и плотность поперечных связей

Наименование показателей	Шифры образцов		
	1	2	3
Условное напряжение при удлинении на 300%, МПа	5,4	7,2	7,8
Условная прочность при растяжении, МПа	12,3	12,7	14,2
Относительное удлинение при разрыве, %	540	420	430
Плотность поперечных связей, $\times 10^5$, моль/см ³	3,54	3,82	3,78

Отработанные диафрагмы подвергали обработке ионизирующим излучением при поглощенных дозах 50, 70 и 100 кГр на ускорителе электронов «Электроника У-003».

Проведены испытания диафрагменных резин после облучения, результаты оценки «остаточных» упруго-прочностных свойств и плотности сшивания приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний облученных диафрагменных резин

Шифры образцов	Доза облучения кГр	Условное напряжение при удлинении на 300 %, МПа	Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве %	Плотность сшивки $\times 10^5$, моль/см ³
1	50	2,5	4,8	500	1,77
2		2,8	4,4	485	2,67
3		2,6	3,8	476	3,10
1	70	1,5	2,6	525	1,69
2		1,4	1,9	510	1,94
3		1,8	3,4	520	2,45
1	100	1,3	1,8	575	1,24
2		1,2	1,4	560	1,78
3		1,4	2,7	540	2,45

Анализ результатов испытаний показал, что ростом поглощенной дозы увеличивается пластичность диафрагменных резин, а условное напряжение при удлинении 300%, условная прочность при растяжении снижаются, при этом относительное удлинение при разрыве возрастает. Плотность поперечных связей также снижается при возрастании дозы с 50 до 100 кГр.

После облучения отработанных диафрагменных резин производили их термомеханическую обработку при температуре 100°C с целью достижения более высокой степени деструкции поперечных свя-

зей между макромолекулами, улучшения технологических свойств и повышения однородности структуры получаемого радиационного бутилрегенерата.

На основе образцов диафрагменных резин, подвергнутых радиационной и механической обработке изготовлены резиновые смеси и получены вулканизаты в соответствии с нормативно-технической документацией на бутилрегенерат. В таблице 3 приведены результаты исследования свойств образцов радиационного бутилрегенерата на основе диафрагменной резины.

Таблица 3 – Свойства образцов радиационного регенерата (100 кГр), полученного на основе диафрагм различного срока службы

Шифры образцов	Вязкость по Муни, усл. ед.	Условное напряжение при удлинении 300%, МПа	Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %
1	50	4,3	6,8	458
2	55	5,0	7,4	460
3	58	4,8	7,8	440

Установлено, что в зависимости от качества исходных диафрагм при одинаковых условиях радиационной и термомеханической обработки образцы регенерата имели отличия в показателях основных свойств, что указывает на необходимость организации входного контроля отработанных диафрагменных резин с учетом их «остаточных» вязкоупругих и упруго-прочностных свойств, а также степени деформации вулканизационной сетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чайкун А. М., Алифанов Е. В., Наумов И. С. Резины на основе бутилкаучука (обзор) // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2016. – № 6 (24). – С. 7.
2. Сравнительное изучение свойств резиновых смесей для вулканизационных диафрагм форматоров-вулканизаторов на основе бутилкаучука / С. А. Шмелева [и др.] // Каучук и резина. – 2020. – Т. 79. – № 2. – С. 68–71.
3. Исследование свойств шинных резин при сочетании радиационной и тепловой вулканизации / О. В. Карманова, С. Г. Тихомиров, А. А. Солодова, А. В. Касперович // Каучук и Резина-2025: Традиции и новации: Материалы XIII Всероссийской конференции. – Москва: ООО «Издательство «Каучук и резина»», 2025. – С. 57–58.