

ских соединений. Пер. с англ. —М.: Мир, 1968. —476 с.

4. Моисеев Ю.В., Заиков Г.Е. // Химическая стойкость полимеров в агрессивных средах. —М.: Химия, 1979. —287 с.

УДК 678.04.06

Геращенко Е.И., Устюжанинова Л.А.
Румянцева Т.Е.

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЗИНОВЫХ УПЛОТНИТЕЛЕЙ К ДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ ФАКТОРОВ

Досліджена можливість підвищення стійкості гумових ущільнювачів до впливу агресивних факторів (робочих середовищ, високих температур) за допомогою дифузійної стабілізації хімічно активними стабілізаторами.

PINCH OF STABILITY OF RUBBER SEALANTS TO ACTIVITY OF THE AGGRESSIVE FACTORS

The opportunity of pinch of stability of rubber sealants to activity of the aggressive factors (actuation mediums, high temperatures) with the help of diffuse stabilization reactive by stabilizers is explored.

Для уплотнений подвижных соединений, эксплуатируемых в контакте с агрессивными средами, в частности с концентрированными кислотами (HNO_3), кислородом, а также в режимах «сухого трения» применяют резины на основе термо- и химически стойких каучуков, в частности СКФ-32. Одними из основных условий долговечности работы таких уплотнений является обеспечение низкого коэффициента трения, т.е. улучшение антифрикционных характеристик уплотнителей и нейтрализация агрессивных продуктов термодеструкции резины, образующихся в зоне контакта с посадочным местом узлов. Наиболее часто для улучшения антифрикционных свойств резин в состав резиновых смесей вводят модифицирующие добавки, снижающие коэффициент трения: графит, дисульфид молибдена, фторопласт и т.д.

Представляло интерес оценить возможность повышения стойкости резиновых уплотнителей к воздействию агрессивных факторов (рабочих сред, высоких температур) с помощью диффузионной стабилизации химически активными стабилизаторами. В качестве объектов исследований использовали кольца круглого сечения и V-образные манжеты и модельные торцевые уплотнители, изготовленные из резиновых смесей на основе каучука СКФ-32. В выбранные объекты исследований вводили диффузионным способом производные вторичных ароматических аминов: нафтам 2 и диафен ФП.

Предварительно были отработаны режимы обработки резинотехнических изделий (РТИ) [1-4] и режимы диффузионной стабилизации объектов исследований (армированных манжет, колец круглого сечения, модельных образцов), которые обеспечивали требуемый уровень физико-механических показателей резин. Одним из критериев отработки режи-

мов диффузионной стабилизации являлось обеспечение сохранения геометрической формы и размеров уплотнителей после диффузионной обработки в насыщающих композициях в пределах допусков, при этом концентрация вводимых диффузионным способом стабилизаторов составляла от 0,3 до 2,0 масс. %.

В качестве показателей эффективности диффузионной стабилизации уплотнительных РТИ принимали время сохранения узлами герметичности (для манжет контактирующих с концентрированной азотной кислотой). Сравнительные испытания армированных манжет в среде концентрированной азотной кислоты проводили в следующем порядке: манжеты устанавливали в посадочные места после установки тарированных пружин, опрессовывали узел воздухом давлением 0,05 МПа в течение 10 мин., затем проводили опрессовку рабочей средой, прокручивали вал вручную, подавая воздух перед манжетами и, повышая давление до 0,2 МПа, выдерживали 1 мин., затем снижали давление до нуля и создавали в полости за манжетами остаточное давление 6 МПа, заполняли полость перед манжетами концентрированной азотной кислотой и проводили моторные испытания.

Контроль герметичности уплотнения оценивали по появлению рабочей среды в дренажной полости. Поддержание температуры 45 °С в процессе испытаний обеспечивали с помощью циркуляции фреона в рубашке установки. Биения посадочного места при испытаниях не превышали 0,10-0,15 мм.

Результаты сравнительных испытаний серийных и подвергнутых диффузионной обработке диафеном ФП и нафтамом 2 армированных манжет 1-58×78 приведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1 – Влияние диафена ФП, введенного диффузионным способом, на работоспособность армированных манжет в среде азотной кислоты

Тип резины	Конц. диафена ФП, % (масс.)	Внутренний диаметр манжеты, мм.	Условия испытаний				Результаты испытаний	
			Температура среды, °С	Давление среды, МПа	Натяг, мм	Частота вращения, м/с	Время сохранения герметичности, с	Причина потери герметичности
Без добавок	0,00	56,82			1,17	57,2	76	Износ уса
	0,70	56,85			1,14	57,2	118	То же
	0,72	56,80			1,19	57,2	137	- « -
	0,00	56,87			1,12	49,0	116	- « -
	0,68	56,84			1,25	49,0	168	- « -
С добавкой фторопласта	0,00	56,89			1,10	57,2	208	Износ уса
	0,39	56,81			1,18	57,2	248	То же
	0,40	56,88			1,11	57,2	259	- « -
	0,42	56,83			1,16	57,2	273	- « -
	0,47	56,74			1,25	57,2	284	- « -

Как видно из данных, представленных в табл. 1, введение в резиновую смесь на основе каучука СКФ-32 тонкодисперсного фторопласта повышает стойкость к воздействию концентрированной азотной кислоты

почти в 3 раза. Однако возможности введения в рецептуры резиновых смесей на основе каучука СКФ-32 значительного количества фторопластового порошка ограничиваются как по технологическим причинам, так и в связи с неоднозначным влиянием добавки на конструкционные свойства резин. Введение в рецептуры резиновых смесей на основе фторкаучуков химически активных стабилизаторов, в частности производных вторичных ароматических аминов, практически невозможно из-за значительного ухудшения технологических свойств резиновых смесей при переработке и уровня конструкционных свойств вулканизатов.

Таблица 2 – Влияние нафтама 2 на работоспособность армированных манжет из резины на основе СКФ-32 в среде концентрированной азотной кислоты

Тип образца	Концентр. стабилизатора, %	Условия испытаний		Ресурс работы, (при давлении среды, МПа)	
		Температура, °С	Частота вращения, м/с		
				0,2	0,4
Контрольный	0,00	45	38,9	120-180	30-66
Диффузионно-стабилизир.	0,50-2,00	45	38,9	234-990	175-615

Введение диффузионным способом диафена ФП непосредственно в армированные манжеты позволяет увеличить их стойкость из серийной резины на 30 % и резины модифицированной фторопластом — на 36 %. Характерно, что работоспособность уплотнения возрастает пропорционально концентрации введенного стабилизатора.

Из приведенных в табл. 2 данных следует, что диффузионное насыщение нафтамом 2 армированных манжет, изготовленных из резины на основе каучука СКФ-32, повышает ресурс работы уплотнения в 2-10 раз.

Необходимо отметить, что наиболее эффективно применение диффузионной стабилизации ароматическими аминами для уплотнителей, эксплуатируемых в наиболее жестких режимах, в данном случае при повышенном давлении рабочей среды.

Поскольку основной причиной потери герметичности узлов с уплотнением армированными манжетами являлся износ рабочей кромки уса, представляло интерес изучить влияние диффузионной стабилизации на фрикционные характеристики резин. Сравнительные испытания трибометрических свойств оценивали на приборе ПОФМХ-1 (трибометр Днепр) при 20 °С и контактном усилии измерительного валика на рабочую кромку манжеты типа 48×75,2×10-0,98Н. Полученные результаты показали, что диффузионное насыщение манжет диафеном ФП в количестве (0,65-0,91) % (масс.) снижает коэффициент трения с 2,7 до 1,5-2,0. Наблюдаемый эффект можно объяснить нейтрализацией стабилизатором кислых продуктов деструкции каучука СКФ-32, образующихся в зоне контакта резина-металл при повышенных температурах.

Продукты деструкции резин на основе фторкаучуков приводят к разрушению материалов посадочного места, если оно выполнено из черных металлов. Уплотнители на основе фтористых резин находят применение в кислородной арматуре применяемой в металлургических процессах. Для оценки эффективности разработки была проведена диффузионная стабилизация V-образных манжет 345×320 и колец круглого поперечного сечения 320×6 мм, используемых в кислородной арматуре конверторов. Диффузионно стабилизированные уплотнители обеспечили ресурс работы узлов более 1 года, что значительно превысило ресурс работы уплотнителей из серийной резины. Данные, приведенные в табл. 3 показывают, что введение в образец диффузионным способом диафена ФП приводит к изменению характера состояния поверхности трения в зоне контакта.

Увеличение усилия прижатия уплотнителя вызывает значительное возрастание температуры в зоне контакта, что соответственно приводит к термодеструкции резины и разрушению уплотнителя. Введение химически активного стабилизатора, способного реагировать с продуктами деструкции фторкаучука, приводит к существенному ослаблению отрицательного влияния повышения температуры в зоне контакта.

Таблица 3 – Влияние диффузионной стабилизации на свойства торцевых уплотнителей в режиме сухого трения

Образец	Усилие прижатия образца к поверхности контртела, р/м	Температура в зоне контакта, °С	Состояние поверхности
Контрольный	226	200	хорошее
Контрольный	265	350	сильный износ
Стабилизированный диафеном ФП	265	-	хорошее
Стабилизированный диафеном ФП	330	330	хорошее
Стабилизированный диафеном ФП	460	380	хорошее

Таким образом, обработка уплотнителей, изготовленных из резин на основе фторкаучуков и эксплуатируемых в режиме «сухого трения», позволяет значительно увеличить удельные нагрузки на РТИ и соответственно изменять конструкцию посадочных мест, увеличивать ресурс работы и повышать надежность функционирования таких узлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. № 729209 СССР, МКИ С08 J7/12. Способ модификации резинотехнических изделий / Геращенко Е.И., Утленко Е.В.; Опубл. 25.04.80, Бюл. № 5.
2. Геращенко Е.И., Ангерт Л.Г. Диффузионная стабилизация вулканизатов // Пр-во шин, РТИ и АТИ. –1981. –№ 12. –С. 10-13.
3. Геращенко Е.И., Утленко Е.В., Балашов А.П. Применение диффузионной стабилизации для повышения работоспособности резиновых уплотнителей: Тем. обзор. // Производство резинотехнических и асбестотехнических изделий. –М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1985. –С. 3-31.
4. Геращенко Е.И., Устюжанинова Л.А. Повышение работоспособности резинотехнических изделий и эффективности их использования // Геотехническая механика. –Днепропетровск: Полиграфист. –2001. –Вып. 24. –С. 189-191.