

Последующее нанесение полилакида на поверхность фосфатированного магниевого сплава WE43 позволяет увеличить защитный эффект на $\approx 12\%$. Модификация полимерной матрицы галлуазитовыми нанотрубками позволяет увеличить защитный эффект на $\approx 4\%$. Наполнение полимерной матрицы загруженными метионином галлуазитовыми нанотрубками приводит к снижению токов коррозии в ≈ 2 раза по сравнению с исходным сплавом WE43, что обусловлено высвобождением в процессе влагонаполнения и деградации полимерной матрицы метионина, обладающего ингибирующими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kharitonov, D. Aqueous molybdate provides effective corrosion inhibition of WE43 magnesium alloy in sodium chloride solutions / D. Kharitonov [et al.] // Corrosion Science. – 2021. – Vol. 190, 109664.

2. Kasach, A. Preparation of Chitosan–Graphite-Like Carbon-Nitride Biocoatings on AZ91 Magnesium Alloy / A. Kasach [et al.] // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2023. – Vol. 59. – P. 32–41.

3. Поспелов А.В. Получение комбинированных полимерных и фосфатсодержащих защитных покрытий на легированных редкоземельными элементами сплавах магния / А. В. Поспелов [и др.] // Беларусь-Узбекистан: формирование рынка инновационной продукции : сб. материалов науч.-практ. конф. – 2023. – С. 165–168.

4. Поспелов А.В. Получение и свойства композиционных покрытий полилактид-галлуазитовые нанотрубки на сплавах магния / А.В. Поспелов [и др.] // Химическая технология и техника : материалы 87-й науч.-техн. конф. профес.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов. – 2023. – С. 151–154.

УДК 621.798.264

**Панфилова О.А., Мухаметханов И.И.,
Назипов И.И., Рудницкий И.В., Вольфсон С.И.**
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

Касперович А.В.

(Белорусский государственный технологический университет)

МАСЛОБЕНЗОСТОЙКАЯ ЭЛАСТОМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Известно, что к эластомерным комплектующим оборудования, применяемого в системах нефтедобычи (уплотнительные кольца, диафрагмы, манжеты и т.д.), предъявляются очень противоречивые требования.

Наибольшее затруднение вызывает одновременное сочетание высокой устойчивости к воздействию углеводородных сред, морозостойкости и низкой остаточной деформации после сжатия. С одной стороны, маслобензостойкость способны обеспечивать бутадиеннитрильные каучуки с высоким содержанием звеньев нитрила акриловой кислоты. С другой стороны, такие каучуки сильно сужают температурный интервал эксплуатации изделий в области низких температур. Пластификаторы, вводимые в состав композиций, способны влиять на морозостойкость резин, однако они значительно снижают вязкость резиновых смесей, что при изготовлении ряда изделий отрицательно сказывается на процессе сборки заготовок из сырых резиновых смесей, когда требуется высокая вязкость. В связи с этим, целью настоящей работы явилась разработка высоковязких резиновых смесей уплотнительных элементов нефтедобывающего оборудования. Основные требования, предъявляемые к разрабатываемой резиновой смеси, представлены в табл. 1.

Для обеспечения баланса между этими свойствами в качестве полимерной основы были выбраны каучуки БНКС-28 АН и БНКС-28 АМН в различных соотношениях. Низкую ОДС при этом обеспечивала пероксидно-серная вулканизирующая система, а морозостойкие свойства – пластификатор дибутилсебацинат.

Согласно результатам испытаний (табл. 2), при соотношении каучуков БНКС-28 АН: БНКС28 АМН = 70:30 (вар. 1) наблюдалось высокое значение коэффициента морозостойкости, однако недостаточная устойчивость к воздействию топлива, низкая твердость резины и вязкость резиновой смеси.

Таблица 1 – Требования, предъявляемые к резиновой смеси

Наименование показателя	Норма
Условная прочность при растяжении, МПа	12,0
Относительное удлинение при разрыве, %	150
Твердость, ед. по Шор А	73-83
Относительная остаточная деформация при постоянной величине сжатия на 20 %, % при температуре 150 °Сх24 ч в ТС-1	35
Изменение объема после воздействия топлива ТС-1 при температуре 150 °С х 24 ч, %	до +10
Коэффициент морозостойкости по эластическому восстановлению после сжатия при температуре -40 °С	н/м 0,15
Плотность, кг/м ³	1270±50
Вязкость по Муни, усл. ед МБ 1+4 (121 °С)	75-100
Температура хрупкости, °С	н/м – 50

Таблица 2 – Свойства резиновых смесей и вулканизатов

Смеси	Показатели							
	σ_p , МПа	$\epsilon_{отн}$, %	Н, ед. Шор А	$\eta_{Муни}$, усл. ед	ОДС _{20%} , %	ΔV , %	$\Delta \epsilon$, %	K_b
<i>Норма</i>	12,0	150	73-83	75-100	35	0-10	-60-0	$\geq 0,15$
Вар. 1	17,0	310	71	60	12,1	12,5	-9,7	0,27
Вар. 2	20,0	250	77	82	36,0	8,1	-4,0	0,11
Вар. 3	18,9	280	74	71	32,0	8,3	14,3	0,13
Вар. 4	19,6	270	73	75	24,4	-10,6	-8,0	0,08
Вар. 5	16,0	200	75	83	16,0	10,9	-10	0,15

σ_p – условная прочность при растяжении; $\epsilon_{отн}$ – относительное удлинение при разрыве; Н – твердость; ОДС_{20%} и ΔV – относительная остаточная деформация при постоянной величине сжатия на 20 % и изменение объема при 150°Сх24 ч в топливе ТС-1*; $\Delta \epsilon$ – изменение относительного удлинения при старении в воздухе при 100 °Сх72ч; K_b – коэффициент морозостойкости по эластич. вост. после сжатия при температуре -40 °С; $\eta_{Муни}$ – вязкость по Муни, МБ 1+4(121°С) *ТС-1 - авиационное топливо (керосин)

При замене каучука БНКС-28 АМН на каучук БНКС-40 АМН с большей вязкостью по Муни (вар. 2) удалось добиться повышения устойчивости к воздействию топлива, высокой вязкости и твердости, однако коэффициент морозостойкости резко снизился. Далее были изготовлены резиновые смеси на основе тройной комбинации каучуков БНКС-28АН: БНКС-28АМН: БНКС-40 АМН = 70:15:15 (вар. 3) и 50:30:20 (вар. 4).

Из данных табл. видно, что при использовании комбинации бутадиен-нитрильных каучуков трех марок по-прежнему не удастся обеспечить выполнение всех требований.

Поскольку на вязкость резиновых смесей большое влияние оказывает не только вязкость исходных каучуков, но и тип используемого наполнителя, в составе разрабатываемых резиновых смесей были исследованы несколько марок технического углерода различной активности.

После проведения серии испытаний была выбрана комбинация трех марок технического углерода – П803, П514 и П324, обеспечивающих получение композиции с требуемым уровнем свойств (вар. 5).

Таким образом, при использовании комбинации бутадиен-нитрильных каучуков с разными пластоэластическими свойствами и марок технического углерода разной активности можно получить высоковязкие резиновые смеси для изготовления уплотнительных элементов нефтегазодобывающего оборудования с высоким уровнем эксплуатационных свойств.