

Ю.В. Сытый, В.И. Кислякова,
В.А. Сагомонова, М.Ф. Николаева

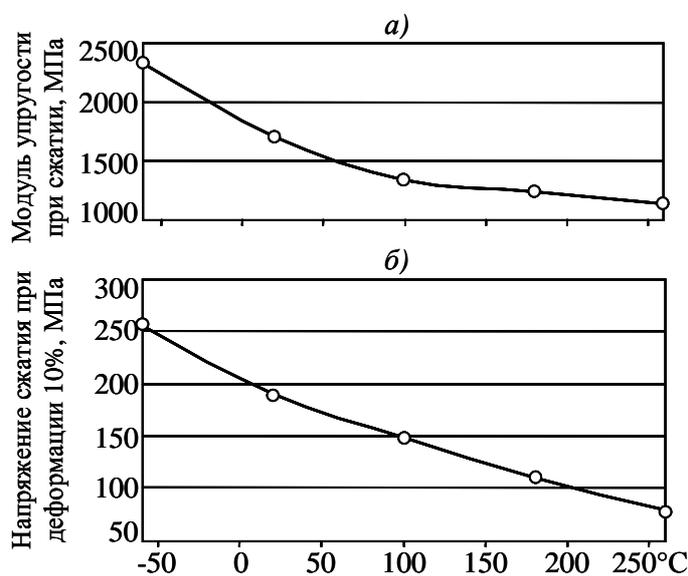
НОВЫЙ МНОГОСЛОЙНЫЙ УПЛОТНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ВТП-2П

Рассмотрены основные эксплуатационные свойства многослойного уплотнительного материала ВТП-2П в исходном состоянии и после воздействия факторов внешней среды. Многослойный уплотнительный материал ВТП-2П рекомендуется для применения в качестве уплотнительных прокладок пневмо-, гидро- и топливных систем, работающих в диапазоне температур от -60 до $+260^{\circ}\text{C}$, что позволит повысить надежность и ресурс уплотнительных устройств агрегатов.

Ключевые слова: многослойный уплотнительный материал, пневмосистемы, гидросистемы, топливные системы, тефлон, сжатие, ползучесть, остаточная деформация, фторопласт-4.

Надежность и ресурс пневмо-, гидро- и топливных систем изделий авиационной техники, эксплуатирующихся в широком диапазоне температур от -60 до $+260^{\circ}\text{C}$, зависит от работоспособности уплотнительных прокладок. В качестве уплотнительных прокладок применяются резины, которые имеют ограниченный ресурс вследствие процессов старения. Фторопласт-4 (политетрафторэтилен) работоспособен в интервале температур от -60 до $+260^{\circ}\text{C}$, однако обладает ползучестью при воздействии рабочего давления и повышенной температуры [1, 2]. Уплотнения из фторопласта-4 при эксплуатации выдавливаются в зазоры фланцевых соединений, что существенно ограничивает ресурс их работы и возможность эффективного применения в качестве прокладок.

Во ФГУП «ВИАМ» разработан и паспортизован многослойный уплотнительный



Температурная зависимость модуля упругости при сжатии (а) и напряжения сжатия при деформации 10% (б) многослойного уплотнительного материала ВТП-2П

материал с широким диапазоном рабочих температур (от -60 до $+260^{\circ}\text{C}$) для пневмо-, гидро- и топливных систем. Он обладает пониженной ползучестью при сжатии (по сравнению с фторопластом-4) и повышенной прочностью при растяжении. Материалу присвоена марка ВТП-2П.

Материал ВТП-2П состоит из термосваренных под давлением слоев лакоткани Ф-4Д-Э01 (ТУ 301-05-422-89) на основе фторопласта и стеклоткани. Лакоткань Ф-4Д-Э01 имеет близкие значения по прочности и относительному удлинению при разрыве в продольном и поперечном направлениях, что существенно при отработке технологии изго-

товления многослойного уплотнительного материала (не требуется отслеживать порядков укладки слоев лакоткани) и его последующей эксплуатации.

Многослойный уплотнительный материал ВТП-2П в исходном состоянии (при 23°C) имеет высокую прочность при растяжении $\sigma_b=140$ МПа, относительное удлинение при разрыве $\delta=4,0\%$, деформацию при сжатии (ползучесть) за 24 ч под нагрузкой 28 МПа: $\varepsilon_{п}=7,1\%$, остаточную деформацию после снятия нагрузки через 24 ч: $\varepsilon_{ост}\leq 1\%$ и прочность при расслоении $\sigma_{рассл}=1,6$ Н/мм.

Уплотнительный материал ВТП-2П стоек к действию ГСМ (топливо РТ, гидрожидкость 7-50С-3), влаги и грибов (балл грибостойкости: 0), повышенных температур. Физико-механические свойства материала ВТП-2П в исходном состоянии и после воздействия различных факторов внешней среды приведены в табл. 1–3.

Таблица 1

Свойства материала ВТП-2П после выдержки в гидрожидкости 7-50С-3 и топливе РТ

Показатели свойств	Значения показателей материала после выдержки при температуре в ГСМ				
	без выдержки (исходное состояние)	топливо РТ (при 150°C) в течение, ч		гидрожидкость 7-50С-3 (при 175°C) в течение, ч	
		500	1000	500	1000
Прочность при растяжении σ_b , МПа	140	148	141	148	140
Относительное удлинение при разрыве δ , %	4,0	4,7	5,0	5,6	5,6
Прочность при расслоении $\sigma_{рассл}$, Н/мм	1,6	1,6	1,4	1,5	1,1

Таблица 2

Свойства материала ВТП-2П после старения в тропической камере и хранения на неотапливаемом складе

Показатели свойств	Значения показателей материала после выдержки		
	без выдержки (исходное состояние)	в тропической камере (3 мес)	на неотапливаемом складе (6 мес)
Прочность при растяжении σ_b , МПа	140	130	130
Относительное удлинение при разрыве δ , %	4,0	4,0	4,0
Прочность при расслоении $\sigma_{рассл}$, Н/мм	1,6	1,55	1,6

Таблица 3

Свойства материала ВТП-2П после теплового старения на воздухе

Показатели свойств	Значения показателей после теплового старения				
	без старения (исходное состояние)	при +180°C в течение, ч		при +260°C в течение, ч	
		500	1000	500	1000
Прочность при растяжении σ_b , МПа	140	139	138	124	83
Относительное удлинение при разрыве δ , %	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9
Прочность при расслоении $\sigma_{рассл}$, Н/мм	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5

Механические свойства (модуль упругости при сжатии и напряжение сжатия при деформации 10% – см. рисунок) многослойного уплотнительного материала ВТП-2П существенно зависят от температуры. С повышением температуры от -60 до +260°C модуль упругости при сжатии снижается с 2320 до 1140 МПа, т. е. в 2 раза, а напряжение сжатия при деформации 10% – с 256 до 79 МПа, т. е. в 3,2 раза.

Многослойный уплотнительный материал ВТП-2П отвечает требованиям АП-25 по горючести (относится к категории «трудносгорающий») и имеет водопоглощение за 24 ч: 0,04%.

Материал ВТП-2П может применяться в контакте с титановыми сплавами и коррозионностойкими сталями, конструкционными сталями с покрытиями, алюминиевыми сплавами с анодно-оксидными покрытиями.

Многослойный уплотнительный материал ВТП-2П имеет ряд преимуществ (по сравнению с отечественным и зарубежным аналогами – фторопластом-4 и тефлоном фирмы «Дюпон») – повышенную прочность при растяжении и пониженные ползучесть при сжатии и остаточную деформацию после снятия нагрузки. Сравнительные свойства уплотнительных материалов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Сравнительные свойства уплотнительных материалов

Показатели свойств	Значения показателей материалов		
	ВТП-2П	Фторопласт-4	Тефлон РТФЕ фирмы «Дюпон» (США)
Прочность при растяжении σ_b , МПа	140	25	25
Деформация при сжатии (ползучесть) под нагрузкой 28 МПа за 24 ч, %	7,1	36	36
Остаточная деформация после снятия нагрузки 28 МПа через 24 ч, %	≤1	16	16
Максимальная рабочая температура, °С	+260	+260	+260

Уплотнительный материал ВТП-2П выпускается ФГУП «ВИАМ» по ТУ1-595-9-993–2007 (с изменениями №1 и №2) в виде пластин размером 140×140 мм и толщиной от 0,4 до 2 мм.

Многослойный уплотнительный материал ВТП-2П рекомендуется для применения в качестве уплотнительных прокладок пневмо-, гидро- и топливных систем, работающих в диапазоне температур от -60 до +260°C, что позволит повысить надежность и ресурс уплотнительных устройств агрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паншин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаевская Ц.С. Фторопласты //Химия. 1978. С. 49–53.
2. Пугачев А.К., Росляков О.А. Переработка фторопласта в изделия //Химия. 1987. С. 46–51.