

Ю.В. Сытый¹, В.И. Кислякова¹, В.А. Сагомонова¹, Н.В. Антюфеева¹

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ВТП-3В

Для снижения уровня вибраций и шума внутри самолетов, вертолетов и других транспортных средств в ВИАМ разработан листовой вибропоглощающий материал ВТП-3В с рабочей температурой от -60 до +180°C, предназначенный в качестве покрытия конструкций, испытывающих одновременное воздействие вибрации и повышенной температуры. Приведены свойства материала ВТП-3В в исходном состоянии и после теплового старения, выдержки в камере тропического климата, воздействия микологической среды.

Ключевые слова: шум, вибрация, вибропоглощение, коэффициент механических потерь, прочность при отслаивании, клеевое соединение.

Yu. V. Syty¹, V. I. Kislyakova¹, V. A. Sagomonova¹, N. V. Antyufeeva¹

VTP-3V ADVANCED VIBROABSORBING MATERIAL

In order to reduce the vibration and noise in aeroplanes, helicopters and other transport means VIAM developed VTP-3V sheet vibroabsorbing material with the operating temperature from -60 to +180°C, being used as a coating for structures, subjecting to the simultaneous effect of vibration and elevated temperatures. The VTP-3V material properties in the initial state are given in the paper prior to and after the heat ageing, exposures in the tropical climate chamber and the mycological medium effect.

Keywords: noise, vibration, vibroabsorbing, mechanical loss coefficient, exfoliation strength, adhesive bonding.

¹ Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Государственный научный центр Российской Федерации [Federal state unitary enterprise «All-Russian scientific research institute of aviation materials» State research center of the Russian Federation] E-mail: admin@viam.ru

Для снижения уровня вибраций и шума изделий авиационной техники и различных транспортных средств используются вибропоглощающие материалы на основе резин, каучуков, термоэластопластов и других полимеров, обладающих хорошими диссипативными свойствами. Максимальная рабочая температура применяемых в настоящее время в авиационной технике вибропоглощающих материалов ВТП-1В и СКЛГ-6020М составляет 80°C [1]. Для потолочных панелей вертолетов, воздухопроводов пассажирских самолетов и других транспортных средств требуется негорючий вибропоглощающий материал с максимальной рабочей температурой до 180°C, обладающий стойкостью к тепловому и тепловлажностному старению, адгезионными свойствами, экологичностью и технологичностью.

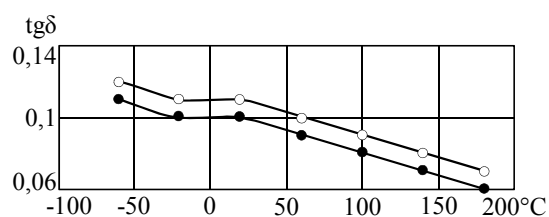
В ВИАМ разработан листовой вибропоглощающий материал ВТП-3В на основе термостойких полимерных волокон и термопластичного связующего. Материал ВТП-3В рекомендуется для применения в качестве вибропоглощающего покрытия потолочных панелей вертолетов, воздухопроводов различных транспортных средств и других конструкций, работающих в условиях одновременного воздействия повышенной вибрации и температур до 180°C. Основные свойства вибропоглощающего материала представлены в табл. 1.

Свойства вибропоглощающего материала ВТП-3В

Свойства	Значения свойств
Поверхностная плотность, кг/м ²	1–1,2
Разрушающая нагрузка при растяжении, Н (ширина образца 25 мм)	4950
Относительное удлинение при разрыве, %	8,7
Коэффициент механических потерь* при 20°C и частоте 100 Гц	0,10
Диапазон рабочих температур, °C	От -60 до +180
Категория горючести	Самозатухающий
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,074

* Определяется методом динамического механического анализа в условиях трехточечного изгиба на комбинированных образцах вибропоглощающего материала ВТП-3В, наклеенного на подложку из алюминиевого сплава Д16-АТ размером 10×80 мм и толщиной 1 мм.

На рисунке представлена температурная зависимость коэффициента механических потерь комбинированных образцов вибропоглощающего материала ВТП-3В на подложке из сплава Д16-АТ при частотах 100 и 300 Гц. С повышением температуры от -60 до +180°C коэффициент механических потерь комбинированных образцов ВТП-3В снижается с 0,11 до 0,06 при частоте 100 Гц и с 0,12 до 0,07 при частоте 300 Гц. Максимальное значение коэффициента механических потерь вибропоглощающего материала ВТП-3В наблюдается при температуре -60°C в области, близкой к температуре стеклования сополимера тетрафторэтилена с гексафторпропиленом, которая составляет



Температурная зависимость коэффициента механических потерь комбинированных образцов вибропоглощающего материала ВТП-3В при частотах 100 (●) и 300 Гц (○) в интервале температур от -60 до +180°C

-90°C [2]. Температуры стеклования арамидных и полиоксадиазольных волокон составляют 270–290 и 270°C соответственно [3, 4] и в меньшей степени влияют на изменение коэффициента механических потерь вибропоглощающего материала ВТП-3В в исследованном температурном диапазоне.

В табл. 2 и 3 представлены механические свойства вибропоглощающего материала ВТП-3В после различных видов старения.

Таблица 2

Механические свойства материала ВТП-3В после теплового старения на воздухе при температуре 180°C

Свойства	Значения свойств			
	в исходном состоянии	после выдержки при 180°C в течение, ч		
		200	500	1000
Разрушающая нагрузка при растяжении, Н (ширина образца 25 мм)	4950	4950	4950	4940
Относительное удлинение при разрыве, %	8,7	8,6	8,5	8,2
Прочность при расслоении, кН/м	2	2	2	1,9

Таблица 3

**Механические свойства материала ВТП-3В после 3 мес выдержки
в тропической камере и воздействия микологической среды**

Свойства	Значения свойств		
	в исходном состоянии	после 3 мес выдержки	
		в тропической камере	при $\varphi_{отн}=98\%$ + микологическая среда
Разрушающая нагрузка при растяжении, Н (ширина образца 25 мм)	4950	4900	4730
Относительное удлинение при разрыве, %	8,7	8,7	8,7
Прочность при расслоении, кН/мм	2	1,9	1,9

Результаты испытаний, представленные в табл. 2 и 3, показывают, что после теплового старения на воздухе при максимальной рабочей температуре 180°C, выдержки в течение 3 мес в тропической камере и воздействия 98% относительной влажности и микологической среды механические свойства ВТП-3В существенно не изменяются.

В табл. 4 и 5 представлены результаты исследования прочности клеевых соединений материала ВТП-3В с металлами в исходном состоянии и после теплового старения на воздухе*.

Таблица 4

Прочность клеевых соединений материала ВТП-3В с металлами при температуре 20°C

Свойства	Значения свойств при склеивании образцов клеем			
	ВК-58		ВКР-86	
	сплав Д16-АТ	сталь 30ХГСА	сплав Д16-АТ	сталь 30ХГСА
Прочность при равномерном отрыве, МПа	0,73	0,82	0,62	0,74
Прочность при отслаивании, кН/м	3,50	3,45	2,7	2,9

Таблица 5

**Прочность при отслаивании клеевых соединений материала ВТП-3В
от стали 30ХГСА после теплового старения на воздухе**

Клеи	Прочность при отслаивании, кН/м								
	в исходном состоянии	после выдержки при 180°C в течение, ч							
		200		500		1000			
	при температуре испытаний, °C								
	20	180	20	180	20	180	20	180	
ВК-58	3,45	1,98	2,65	1,97	1,80	0,27	1,43	0,26	
ВКР-86	2,9	1,86	2,97	1,79	2,68	1,69	2,60	1,66	

Из данных табл. 3 и 4 видно, что в исходном состоянии прочность клеевых соединений материала ВТП-3В с металлами с использованием клея ВК-58 выше по сравнению с клеем ВКР-86. Однако после выдержки при максимальной рабочей температуре 180°C в течение 500 и 1000 ч прочность при отслаивании клеевых соединений с использованием клея ВК-58 существенно снижается с 3,45 до 1,80 и 1,43 кН/м при 20°C и с 1,98 до 0,27 и 0,26 кН/м при 180°C соответственно, в то время как прочность при отслаивании с использованием клея ВКР-86 сохраняется на достаточно высоком уровне после выдержки при 180°C в течение 1000 ч и составляет 2,60 кН/м при 20°C и 1,66 кН/м при 180°C.

* Исследования проведены ведущим инженером Е.А. Требуковой.

На основании проведенных исследований для приклеивания вибропоглощающего материала ВТП-3В к металлам рекомендуется использовать клеи холодного отверждения ВК-58 для работы при максимальной температуре 180°С в течение 200 ч и ВКР-86 в течение 1000 ч.

Материал ВТП-3В может применяться в контакте с титановыми сплавами и нержавеющей стали с покрытиями, алюминиевыми сплавами с анодно-оксидными покрытиями. Вибропоглощающий материал ВТП-3В поставляется ВИАМ по ТУ 1-595-9-1074–2009 в виде листов размером 450×750 мм и толщиной 1–1,2 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сытый Ю.В., Сагомонова В.А., Кислякова В.И., Большаков В.А. Новые вибропоглощающие материалы //Авиационные материалы и технологии. 2012. №2. С. 51–54.
2. Панин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаевская И.С. Фторопласты. Л.: Химия. 1978. 100 с.
3. Матренин С.В., Овечкин Б.Б. Композиционные материалы и покрытия на полимерной основе: Учеб. пособие. Томск. 2008. 197 с.
4. Адаменко Н.А., Фетисов А.В., Казуров А.В. Свойства полимерных матриц. Волгоград: ВолгГТУ. 2008. 38 с.

REFERENCES LIST

1. Sytyj Ju.V., Sagomonova V.A., Kisljakova V.I., Bol'shakov V.A. Novye vibropogloshhajushhie materialy [New vibration-absorbing materials] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2012. №2. S. 51–54.
2. Panin Ju.A., Malkevich S.G., Dunaevskaja I.S. Ftoroplasty [Fluoroplastics]. L.: Himija. 1978. 100 S.
3. Matrenin S.V., Ovechkin B.B. Kompozicionnye materialy i pokrytija na polimernoj osnove [The composite materials and the coating polymer based on]: Ucheb. posobie. Tomsk. 2008. 197 S.
4. Adamenko N.A., Fetisov A.V., Kazurov A.V. Svojtva polimernyh matric [Properties of the polymer matrix]. Volgograd: VolgGTU. 2008. 38 s.