

Ю.В. Сытый¹, В.А. Сагомонова¹, В.Г. Максимов¹, В.Г. Бабашов¹

ЗВУКОТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ГРАДИЕНТНОЙ СТРУКТУРЫ ВТИ-22

Приведены акустические, теплофизические, механические и другие эксплуатационные свойства звуко теплоизолирующего материала ВТИ-22 в сравнении с аналогами – АТМ-1МК и Микролайт. Материал ВТИ-22 имеет высокие акустические свойства и удовлетворяет требованиям FAR 25.856. Материал ВТИ-22 рекомендуется для применения в качестве звуко теплоизоляции бортовой конструкции пассажирских самолетов в местах повышенной акустической нагрузки в диапазоне температур от -60 до +80°C.

Ключевые слова: звуко теплоизоляция, коэффициент затухания звуковой волны, коэффициент звукопоглощения, коэффициент теплопроводности, напряжение при изгибе со стрелой прогиба 10 мм.

Yu.V. Sityi¹, V.A. Sagomonova¹, V.G. Maksimov¹, V.G. Babashov¹

VTI-22 SOUND AND THERMAL INSULATION MATERIAL OF GRADIENT STRUCTURE

This report covers acoustic, thermal, mechanical and other operational properties of VTI-22 thermal and acoustic insulation material given in comparison with those of such similar materials as ATM-1MK and Microlite. VTI-22 material has high acoustic properties, satisfies FAR 25.856 requirements and is recommended for application as sound and thermal insulation for civil aircraft in high acoustic stress areas of fuselage construction in temperature range from -60 to +80°C.

Key words: sound and thermal insulation, sound wave attenuation coefficient, sound absorption coefficient, thermal conductivity coefficient, bending stress with 10 mm deflection.

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 шума в кабине экипажа и пассажирском салоне самолетов применяются звуко теплоизолирующие и вибропоглощающие материалы [1–6]. В качестве звуко теплоизоляции на пассажирских самолетах применяется материал типа АТМ-1МК (зарубежный аналог Микролайт), состоящий из соединенных между собой стекловолоконных полотен, облицованных армированной полимерной пленкой. Толщина и, соответственно, масса звуко теплоизоляции зависят от уровня шума в салоне пассажирского самолета.

Основными недостатками указанных стекловолоконных материалов однородной плотности являются: недостаточная эффективность звукоизоляции, особенно в области низких частот, а также необходимость периодической замены в процессе эксплуатации вследствие ухудшения акустических характеристик, обусловленных смятием и провисанием мягких полотен из стекловолокна под действием собственной массы и вибрации. Кроме того, к теплоизоляции предъявляются новые требования FAR 25.856 по стойкости к прогоранию при одностороннем воздействии пламени.

Основным направлением научных исследований по повышению эффективности звуко теплоизоляции является создание материалов градиентной структуры, состоящих из слоев с разной объемной плотностью. Основными достоинствами звуко теплоизоли-

рующих материалов градиентной структуры по сравнению со стекловолокнистыми материалами однородной плотности являются:

- прочность при изгибе одного из слоев, которая предотвращает смятие и провисание звуко теплоизоляции и облегчает ее установку на стрингерах и шпангоутах;
- более высокие акустические характеристики, в том числе за счет воздушного зазора между панелью фюзеляжа и звуко теплоизоляцией.

В данной статье приведены свойства разработанного в ВИАМ звуко теплоизолирующего материала ВТИ-22, состоящего из звукоизолирующего слоя объемной плотностью 300 кг/м^3 и теплоизолирующего слоя объемной плотностью 70 кг/м^3 . Внешний вид звуко теплоизолирующего материала показан на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид звуко теплоизолирующего материала ВТИ-22

В табл. 1 приведены основные свойства звуко теплоизолирующего материала ВТИ-22 в сравнении с аналогами – АТМ-1МК и Микролайт.

Таблица 1

**Сравнительные свойства звуко теплоизолирующих материалов
ВТИ-22, АТМ-1МК и Микролайт**

Свойства	Значения свойств материалов		
	ВТИ-22	АТМ-1МК	Микролайт
Коэффициент затухания звуковой волны при частоте 500 Гц, м^{-1}	68	11	11,2
Коэффициент звукопоглощения при частоте 500 Гц	0,69	0,8	0,82
Поверхностная плотность (масса 1 м^2), кг/м^2	1,5	1,4*	1,2*
Прочность при изгибе звукоизолирующего слоя со стрелой прогиба 10 мм, МПа	3,8	Не обладает данным свойством	
Коэффициент теплопроводности при температуре 20°C , $\text{Вт/(м}\cdot\text{K)}$	0,042	0,047	0,042
Стойкость к прогоранию: тепловой поток с тыльной стороны образца после 15 мин воздействия пламени горелки, кВт/м^2	3,8	68	7

* Зоны бортовой конструкции пассажирских самолетов с повышенной акустической нагрузкой.

Материал ВТИ-22 по сравнению с аналогами АТМ-1МК и Микролайт обладает следующими преимуществами:

- в 6 раз более высоким коэффициентом затухания звуковой волны;
- в 18 раз более высокой стойкостью к прогоранию по сравнению с АТМ-1МК и в 2 раза по сравнению с Микролайт;
- обладает прочностью при изгибе, что позволяет размещать материал ВТИ-22 на силовых элементах фюзеляжа и сохранять его акустические свойства в процессе эксплуатации.

На рис. 2 приведены акустические свойства материала ВТИ-22 в диапазоне частот от 100 до 6300 Гц. Коэффициент затухания звуковой волны материала ВТИ-22 с повышением частоты от 100 до 6300 Гц увеличивается с 33 до 156 м^{-1} . Коэффициент

звукопоглощения материала ВТИ-22 с ростом частоты от 100 до 400 Гц увеличивается с 0,08 до 0,48, т. е. в 6 раз, при повышении частоты от 500 до 6300 Гц коэффициент звукопоглощения увеличивается от 0,69 до 0,89.

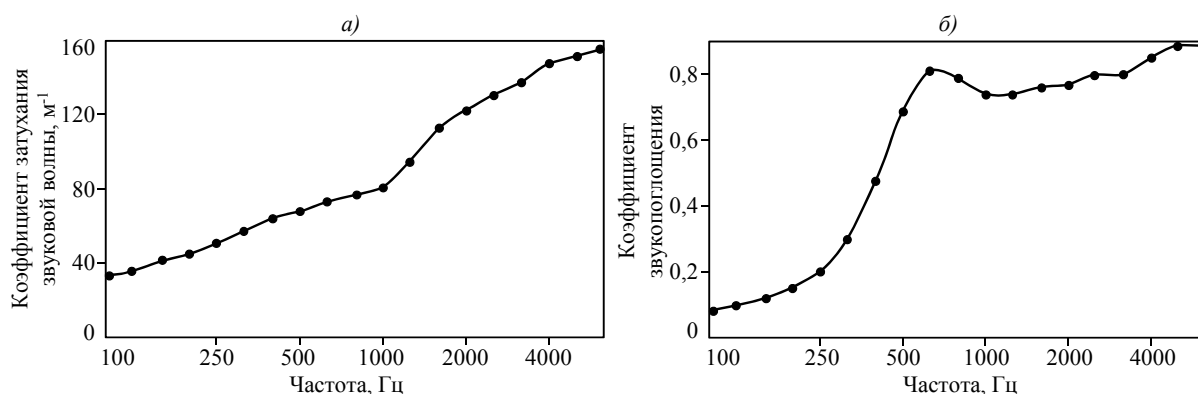


Рис. 2. Частотные зависимости коэффициента затухания звуковой волны (а) и коэффициента звукопоглощения (б) материала ВТИ-22

В табл. 2 приведены результаты исследования свойств материала ВТИ-22 после теплового старения при температуре 80°С в течение 500 ч, выдержки в камере тропического климата и воздействия микологической среды в течение 3 мес.

Таблица 2

**Свойства материала ВТИ-22 после воздействия
различных эксплуатационных факторов**

Свойства	Значения свойств материала			
	в исходном состоянии	после выдержки при 80°С в течение 500 ч	после выдержки в течение 3 мес	
			в тропической камере	при $\phi_{отн}=98\%$ + микологическая среда
Напряжение при изгибе звукоизолирующего слоя со стрелой прогиба 10 мм, МПа	3,8	3,6	3,6	3,3
Упругое восстановление (упругость), %	90,8	94,2	94,2	96,3
Коэффициент теплопроводности теплоизолирующего слоя при 20°С, Вт/(м·К)	0,042	0,038	0,038	0,041
Коэффициент затухания звуковой волны звукоизолирующего слоя при частоте 500 Гц, м ⁻¹	68	71	67	66

Результаты исследования, представленные в табл. 2, показывают, что основные свойства материала ВТИ-22 после теплового старения при 80°С в течение 500 ч, выдержки в течение 3 мес в камере тропического климата, воздействия микологической среды и относительной влажности 98% существенно не изменились.

Материал ВТИ-22 является грибостойким (балл обрастания грибами 0–1). Он может применяться в контакте с титановыми сплавами, нержавеющей стали. Алюминиевые сплавы с анодно-оксидными покрытиями в контакте с материалом ВТИ-22 должны иметь защитные лакокрасочные покрытия и герметики в соответствии с отраслевой документацией (ОСТ 1.90.368). В контакте с конструкционными сталями (кадмированными и окрашенными) и алюминиевыми сплавами материал ВТИ-22 может применяться в зонах, где отсутствует скопление конденсата: выше уровня пола пассажирского и грузового салонов.

Приклеивание материала ВТИ-22 к силовым элементам фюзеляжа рекомендуется производить клеями холодного отверждения ВК-11с или ВКР-27 со стороны звукоизолирующего слоя.

Таким образом, материал ВТИ-22 рекомендуется для применения в качестве звуко теплоизоляции в местах повышенной акустической нагрузки в бортовой конструкции фюзеляжа пассажирских самолетов. Материал может эксплуатироваться в интервале температур от -60 до +80°C, в том числе при температуре +80°C в течение 500 ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 2087605-Д04Н1/04. Рос. Федерация. №94044009/12; заявл. 23.12.1994; опубл. 20.08.1997.
2. Патент 6294491-SOZS13/00-501/35 США. №09/311511; заявл. 13.05.1999; опубл. 25.09.2001.
3. Патент 6670291-B32B27/04-442/136. США. №09/691575; завл. 18.10.2000; опубл. 30.12.2003.
4. Патент 2004/0192148-B32B5/26-442/417. США. №10/401802; заявл. 28.03.2003. опубл. 30.09.2004.
5. Сытый Ю.В., Сагомонова В.А., Кислякова В.И., Большаков В.А. Новые вибропоглощающие материалы //Авиационные материалы и технологии. 2012. №2. С. 51–54.
6. Сытый Ю.В., Кислякова В.И., Сагомонова В.А., Антюфеева Н.В. Перспективный вибропоглощающий материал ВТП-3В //Авиационные материалы и технологии. 2012. №3. С. 47–49.

REFERENS LIST

1. Patent 2087605-D04N1/04. Ros. Federacija. №94044009/12; zajavl. 23.12.1994; opubl. 20.08.1997.
2. Patent 6294491-SOZS13/00-501/35 SShA. №09/311511; zajavl. 13.05.1999; opubl. 25.09.2001.
3. Patent 6670291-V32V27/04-442/136. SShA. №09/691575; zavl. 18.10.2000; opubl. 30.12.2003.
4. Patent 2004/0192148-V32V5/26-442/417. SShA. №10/401802; zajavl. 28.03.2003. opubl. 30.09.2004.
5. 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.
6. Sytyj Ju.V., Kisljakova V.I., Sagomonova V.A., Antjufeeva N.V. Perspektivnyj vibropogloshhajushhij material VTP-3V [Perspective vibration-absorbing material VTP-3V] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2012. №3. S. 47–49.