

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2021-7-1-6-22>

УДК 628.517.2:534.8.081.7

АКУСТИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ И ШУМОПОНИЖАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ. ЧАСТЬ I. ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И НАНОПОЛНИТЕЛИ (ОБЗОР)

С. Н. БУХАРОВ¹⁺, В. П. СЕРГИЕНКО¹, В. В. КОЖУШКО¹, Е. Ф. КУДИНА¹, А. С. ТУЛЕЙКО¹, Р. ЯНКОВ², М. ДАТЧЕВА², А. АЛЕКСИЕВ²

¹Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси, ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь

²Институт механики Болгарской академии наук, ул. Академика Г. Бончева, бл. 4, 1113, г. София, Болгария

При создании акустических композитов особое внимание уделяют получению легких, высокопрочных, экологически безопасных, биоразлагаемых композитов; технологиям пористых волокнистых композитов и повышению их звукопоглощающей способности. Цель работы — анализ исследований и коммерческих достижений в области создания акустических композитов и шумопоглощающих конструкций на основе экологически безопасных компонентов и нанонаполнителей.

На основе проведенного обзора патентной и научно-технической информации показано, что традиционные пути и методы создания акустических материалов в значительной мере исчерпаны. Прикладные разработки в области акустического материаловедения сосредоточены на решении смежных технических задач: использовании в качестве компонентов композиционных материалов доступного сырья, благоприятного для внешней среды; повышении прочности и жесткости композитов; снижении уровня эмиссии вредных веществ в окружающее пространство при воздействии ультрафиолета, температуры и многих других эксплуатационных параметров. С другой стороны — предпринимаются серьезные научные усилия в разработке новых акустических композитов на основе нанотехнологий и принципов конструирования метаматериалов.

Применение нанотехнологий открывает дополнительные возможности для создания широкого спектра новых акустических композитов и структур с уникальными свойствами.

Ключевые слова: шум, акустические композиционные материалы и конструкции, звукопоглощение, звукоизоляция, природные волокна, нанонаполнители.

ACOUSTIC COMPOSITES AND NOISE-REDUCING STRUCTURES. PART I. ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COMPONENTS AND NANOFILLERS (A REVIEW)

S. N. BUKHAROV¹⁺, V. P. SERGIENKO¹, V. V. KOZHUSHKO¹, E. F. KUDINA¹, A. S. TULEIKA¹, R. IANKOV², M. DATCHEVA², A. ALEXIEV²

¹V. A. Belyi Metal-Polymer Research Institute of National Academy of Sciences of Belarus, Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus

²Institute of Mechanics at the Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev St., block 4, 1113, Sofia, Bulgaria

The problem of developing new acoustic composites and noise-reducing structures is an urgent scientific problem. Particular attention is paid to the production of lightweight, high-strength, environmentally friendly, biodegradable composites; technologies for producing porous fiber composites and increasing their sound-absorbing capacity. The aim of the work was to analyze research in the development of new acoustic composites and noise-reducing structures based on environmentally friendly components and

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: sbuharov@tut.by

nanofillers. The use of environmentally friendly components, including raw materials of natural origin, as well as nanoscale modifiers to improve the acoustic and functional characteristics of composites is analyzed based on a review of patent and scientific and technical information. It can be argued that the traditional ways and methods of creating acoustic materials have been largely exhausted. Therefore, the applied research in the field of acoustic materials science is mainly aimed at solving adjacent technical problems such as the use of available environmentally friendly raw materials as components of composite materials; increasing the strength and stiffness of the composites; enabling the use of the acoustic materials in areas with cold and hot climates; reduction of the level of emission of harmful substances in the environment under the influence of ultraviolet radiation and temperature and many other operational parameters. On the other hand, significant scientific efforts are being made to develop fundamentally new acoustic composites based on nanotechnology and the principles of designing metamaterials. The use of nanotechnology opens up fundamentally new opportunities for creating a wide range of new composites and structures with unique and non-traditional properties, including acoustic ones.

Keywords: noise, acoustic composite materials and structures, sound absorption, sound insulation, natural fibers, nanofillers.

Поступила в редакцию 25.02.2021

© С. Н. Бухаров, В. П. Сергиенко, В. В. Кожушко, Е. Ф. Кудина, А. С. Тулейко, Р. Янков, М. Датчева, А. Алексиев, 2021

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Бухаров С. Н., Сергиенко В. П., Кожушко В. В., Кудина Е. Ф., Тулейко А. С., Янков Р., Датчева М., Алексиев А. Акустические композиты и шумопоглощающие конструкции. Часть I. Экологически безопасные компоненты и нанонаполнители (обзор) // Полимерные материалы и технологии. 2021. Т. 7, № 1. С. 6–22. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2021-7-1-6-22>

Citation sample:

Bukharov S. N., Sergienko V. P., Kozhushko V. V., Kudina E. F., Tuleyko A. S., Yankov R., Datcheva M., Aleksiev A. Akusticheskie kompozity i shumoponizhayu-shchie konstruktsii. Chast' I. Ekologicheski bezopasnye komponenty i nanonapolniteli (obzor) [Acoustic composites and noise-reducing structures. Part I. Environmentally friendly components and nanofillers (a review)]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2021, vol. 7, no. 1, pp. 6–22. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2021-7-1-6-22>

Литература

1. Звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы / под ред. Е. Я. Юдина. М. : Стройиздат, 1966. 248 с.
2. Борисов Л. П., Гужас Д. Р. Звукоизоляция в машиностроении. М. : Машиностроение, 1990. 256 с.
3. ASTM E2611-17. Standard Test Method for Normal Incident Determination of Porous Material Acoustical Properties Based on the Transfer Matrix Method. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2019.
4. Сергиенко В. П., Бухаров С. Н., Колесников И. В., Пронников Ю. В., Сычев А. П., Чукарин А. Н. Снижение шума и вибрации транспортных средств. М. : Машиностроение, 2014. 296 с.
5. Promper E. Natural fibre and wood fibre reinforced compounds for automotive interiors – A success story // International congress «Raw Material Shift & Biomaterials», 3rd–4th December 2008, Cologne, Germany.
6. Патент 2369495 РФ, В60R 13/08, G10K 11/68. Шумоизоляционная обивка кузова автомобиля / Паньков Л. А., Фесина М. И., Краснов А. В.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество Научно-производственное предприятие «Тэкникал консалтинг». N 2007143007/11; заявл. 20.11.2007; опубл. 27.10.2009, Бюл. N 28.
7. Патент 201802 РФ, МПК E04B 1/90. Теплозвукоизоляционный материал / Меняшкин Д. Г., Чаевский И. В.; заявитель и патентообладатель Меняшкин Д. Г., Чаевский И. В. N 2020137128; заявл. 10.11.2020; опубл. 13.01.2021, Бюл. N 2.

8. Патент 202149 РФ, МПК E01F 8/00. Шумозащитный экран / Дервянко М. А.; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Завод акустических конструкций». N 2020136349; заявл. 03.11.2020; опубл. 04.02.2020, Бюл. N 4.
9. Патент 2736258 РФ, МПК E04C 2/02. Многослойная строительная панель / Аносов П. А., Швайка В. А.; заявитель и патентообладатель Аносов П. А. N 2020117429; заявл. 27.05.2020; опубл. 12.11.2020, Бюл. N 32.
10. Патент 2358246 РФ, МПК G01K 11/16. Звукопоглощающий материал / Такаясу А., Ямамото Ц., Косуге К., Мацумура М.; заявитель и патентообладатель «ТАКАЯСУ КО., ЛТД.» (JP), «ДЮПОН-ТОРЭЙ КОМПАНИ, ЛТД.» (JP), «ИТИМУРА САНГИО КО., ЛТД.» (JP). N 2006109476/28; заявл. 24.08.2004; опубл. 10.06.2009, Бюл. N 16.
11. Патент 22760 РБ, МПК D 04N 5/00, B60R 13/08, E04F 13/075. Звукопоглощающий композиционный материал / Сергиенко В. П., Циркунов С. В., Бухаров С. Н., Богачук А. В., Якимович Н. В.; заявитель и патентообладатель Институт механики металлополимерных систем НАН Беларуси. ОАО «БЕЛФА» (BY). N a20140459; заявл. 25.08.2014; опубл. 30.12.2019.
12. Патент 1472 РБ, B32B 5/06, E04B 1/82. Многослойный звукоизоляционный материал (его варианты) / Прушак В. Я., Щерба В. Я., Заяц И. М., Протасеня А. В.; заявитель и патентообладатель Институт проблем ресурсосбережения (BY). N 2090; заявл. 04.08.94; опубл. 16.12.96.
13. Патент 2418115 РФ, МПК D04N 3/14. Способ производства дублированного волокнистого нетканого материала "МОНФОРМ" / Верестюк Е. В., Каргина А. В., Ковалёва О. Н.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "МОНТЕМ". N 2009145130/12; заявл. 07.12.2009; опубл. 10.05.2011, Бюл. N 13.
14. Патент 93404 РФ, МПК D04N 1/00. Волокнистый нетканый материал (варианты) / Верестюк Е. В., Каргина А. В.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "МОНТЕМ". N 2009146239/22; заявл. 15.12.2009; опубл. 27.04.2010.
15. Патент 22454 РФ, МПК B60R 13/08, B32B 5/18. Слоистый формуемый звукопоглощающий материал (варианты) / Воскун М. Д., Егоров П. Г., Швейкина А. Ю., Виноградов В. В., Любимова Н. А.; заявитель и патентообладатель ООО «Автопластик». N 2001123844/20; заявл. 27.08.2001; опубл. 10.04.2002.
16. Патент 2338019 РФ, МПК D04N 1/48, D21N 13/22. Нетканый мат, способ его изготовления и фиброкомпозит / Эрб В., Юбельмесер П.; заявитель и патентообладатель «Френцалит-Верке ГмбХ унд Ко. КГ» (DE). N 2005131731/12; заявл. 01.04.2004; опубл. 10.11.2008, Бюл. N 31.
17. Патент 96110705 РФ, МПК D04N 1/00, D04N 1/481998. Способ получения нетканого материала / Грачева А. А.; заявитель и патентообладатель Грачева А. А. N 96110705/12; заявл. 29.05.96; опубл. 10.08.98.
18. Патент 2217533 РФ, МПК D04N 1/42, B32B 5/26, D04N 1/44, D04N 1/54. Нетканый материал и способ его изготовления / Беликов Г. М.; заявитель и патентообладатель ООО «НИИ нетканых материалов». N 2002132756/12; заявл. 06.12.02; опубл. 27.11.03.
19. Патент 2147054 РФ, МПК D 04 N 1/54, 13/00. Нетканый комбинированный материал, содержащий двухкомпонентные волокна, способ его получения / Дирк Франк, Франц Теннесен, Андреас Циммерман; заявитель и патентообладатель «Кэбот Корпорейшн» (US). N 97112468/12; заявл. 21.12.95; опубл. 27.03.2000.
20. Патент 2074914 РФ, МПК D04N 1/54, B29B 15/10, B32B 1/00, B32B 5/06, B32B 5/26, D04N 1/00, D04N 1/42, D04N 1/58, D04N 1/60. Волокнистый материал, способ изготовления волокнистого мата, способ изготовления формованного изделия (варианты) и формованное изделие / Вернер-Хельмут Кинкель, Норберт Финзель; заявитель и патентообладатель «Киха Текстилен ГмбХ» (DE), «Карузо ГмбХ» (DE); Норберт Финзель (DE). N 5001071/12; заявл. 05.07.91; опубл. 10.03.97.
21. Патент 2009109122 РФ, МПК D04N 1/00. Волокнистый термопластичный препрег / Рыжкин А. И., Рыжкин В. А.; заявитель и патентообладатель ООО «Инновационный научно-технический центр «Поиск»» (RU). N 2009109122/12; заявл. 13.03.2009; опубл. 20.09.2010.
22. Патент 2166573 РФ, МПК D04N 1/00, B60R 13/08. Композиция материалов для виброшумоизолирующих изделий / Андрияков Е. И.; заявитель и патентообладатель Андрияков Е. И. N 99117460/12; заявл. 12.08.99; опубл. 10.05.2001.
23. Патент 2160185 РФ, МПК B32B 5/02, B32B 5/28, B60R 13/00, D03D 15/00, D04N 1/00. Материал для обивки сидений и вставок дверей транспортных средств / Серянкин С. И. Чухров М. А., Бойко Н. В., Гавриков Г. В.; заявитель и патентообладатель ЗАО «ГАММАТЕКС-2». N 2000108928/12; заявл. 12.04.2000; опубл. 10.12.2000.
24. Патент 13804 РФ, МПК D04N 1/00. Нетканый объемный теплоизоляционный материал / Борисов Ю. И.; заявитель и патентообладатель Борисов Ю. И. N 2000103766/20; заявл. 18.02.2000; опубл. 27.05.2000.
25. Патент 2005104160 РФ, МПК D04N 3/14. Нетканый волокнистый материал / Катрук В. М., Бабушкин С. В., Малыгина Л. И.; заявитель и патентообладатель Катрук В. М. N 2005104160/12; заявл. 16.02.2005; опубл. 27.07.2006.
26. Патент 97112418 РФ, МПК D04N 1/46, D04N 1/42. Нетканый волокнистый материал / Ключников В. П., Гараев И. Х., Чесноков В. В., Куртыгин А. С.; заявитель и патентообладатель Ключников В. П. N 97112418/12; заявл. 22.07.97; опубл. 10.01.1999.
27. Патент 97104475 РФ, МПК D01F 6/46, D 04N 1/42, D04N 1/54, B32B 5/26. Скрепляемое термопластичное полимерное волокно и нетканый материал, выполненный из него / Кобыльверк П. М., Офосу С. К., Шаувер С. Э., Лэнс Р. Л.; заявитель и патентообладатель «Кимберли-Кларк Уорлдвайд, Инк.» (US). N 97104475/04; заявл. 25.03.97; опубл. 20.05.99.
28. Патент 2345042 РФ, МПК C04B 35/82, B28B 1/26. Термостойкий высокопористый волокнистый теплоизоляционный и звукопоглощающий материал и способ его изготовления / Арутюнян Г. Р., Волков В. С., Шульг Г. С., Софейчук Ю. М., Томчани О. В., Соболев А. Ф., Филиппова Р. Д.; заявитель и патентообладатель Обнинское НПП «Технология». N 2007103520/03; заявл. 29.01.2007; опубл. 27.01.2009.
29. Патент 2309965 РФ, МПК C08L 95/00, B60R 13/08, C08L 1/00, C08L 1/02, C08L 97/02, C08L 101/00. Звукопоглощающий материал, звукопоглощающие маты, способ изготовления звукопоглощающего материала, применение соломы в качестве звукопоглощающего материала / Шмидт Аксель Г.; заявитель и патентообладатель Шмидт Аксель Г. (DE). N 2005122959/04; заявл. 19.12.2003; опубл. 10.11.2007.
30. Патент 2195403 РФ, МПК B60R 13/08. Устройство шумоизоляционного материала (варианты) / Алексеев Е. Е., Сергеев К. В., Коровкин В. В., Кравец Т. Л.; заявитель и патентообладатель Центральный НИИ хлопчатобумажной промышленности. N 2000127852/28; заявл. 08.11.2000; опубл. 27.12.2002.
31. Патент 71672 РФ, МПК E04B 1/62. Рулонный изолирующий материал / Володьков А. П.; заявитель и патентообладатель Володькова О. В. N 2007137375/22; заявл. 10.10.2007; опубл. 20.03.2008.
32. Патент 2237764 РФ, МПК D04N 13/00, F16L 59/02. Нетканый слоистый материал (варианты) / Остроушко А. Н.; заявитель и патентообладатель ЗАО «Межотраслевое юридическое агентство «Юрпромконсалтинг»». N 2002120371/12; заявл. 01.08.2002; опубл. 10.10.2004.
33. Патент 2379434 РФ, МПК E04B 1/82, E04B 1/84, B32B 27/02, B32B 5/18, B32B 5/22, B32B 5/28, E04B 1/74, E04B 1/64. Декоративная интерьерная звукопоглощающая панель / Вудман Д. С., Джерри Х. А., Рагхавендран В., Хипвелл Дж. Г.; заявитель и патентообладатель «Эдзель, Инк.» (US). N 2006139024/04; заявл. 06.04.2005; опубл. 27.04.10.
34. Патент 64602 РФ, МПК B65D 65/38. Декоративный материал (варианты) / Булда В. В., Рыкова Т. Е.; заявитель и патентообладатель Булда В. В., Рыкова Т. Е. N 2007112486/22; заявл. 04.04.07; опубл. 10.07.2007.
35. Патент 2355901 РФ, МПК F02C 7/24. Способ изготовления многослойной панели (его варианты) / Киряков Л. Д., Кузнецов Ю. В., Полежаев В. П., Присекин В. И., Рубцов С. М., Бабин А. Д.; заявитель и патентообладатель Уральский научно-исследовательский

- институт композиционных материалов. N 2007134554/06; заявл. 17.09.2007; опубл. 20.05.2009.
36. Патент 22584 РБ, G 10K/168, В 60R 13/08. Звукопоглощающая слоистая конструкция / Сергиенко В. П., Бухаров С. Н., Кожушко В. В., Егоренкова В. В., Тулейко А. С.; заявитель и патентообладатель Институт механики металлополимерных систем НАН Беларуси (BY). N а20170072; заявл. 03.03.2017; опубл. 30.06.2019.
 37. Патент 2339770 РФ, МПК E04B 2/74, В32В 5/26, В32В 13/00, В32В 19/04, E04B 1/84, E04B 2/72. Элемент перегородки с волокнистым наполнителем / Рояр Ю.; заявитель и патентообладатель «Сен-Гобен Изовер» (FR). N 2005127455/03; заявл. 11.02.2004; опубл. 27.11.2008.
 38. Патент 2324796 РФ, МПК E04B 1/84. Акустическая панель / Кочетов О. С., Кочетова М. О.; заявитель и патентообладатель Кочетов О. С. N 2005138969/03; заявл. 15.12.2005; опубл. 20.05.2008.
 39. Патент 2324793 РФ, МПК E04B 1/82. Панель шумопоглощающая / Кочетов О. С., Кочетова М. О. Львов Г. В.; заявитель и патентообладатель Кочетов О. С. N 2005139029/03; заявл. 15.12.2005; опубл. 20.05.2008.
 40. Патент 2436907 РФ, МПК E04B 1/82. Система звукопоглощающих навесов / Српингер Б. Л., Феледжи Дж., Уотерс Дж. Р., Мартин Г.; заявитель и патентообладатель «Армстронг уорлд индастриз инк» (US). N 2007140877/03; заявл. 04.04.2006; опубл. 20.12.2011.
 41. Патент 2348769 РФ, МПК E04B 1/82. Резонансная звукопоглощающая система / Корнев С. В., Авилова Г. М.; заявитель и патентообладатель Корнев С. В., Корнев В. С. N 2007112170/03; заявл. 02.04.07; опубл. 10.03.09.
 42. Патент 2307216 РФ, МПК E04B 1/86, G10K 11/16. Звукопоглощающая панель / Кривонос В. В., Железина Г. Ф., Гуляев И. Н., Соловьева Н. А., Сидорова В. В., Фадеева В. М., Егорова Н. А., Халиулин В. И., Двоглазов И. В., Меняшкин Д. Г.; заявитель и патентообладатель «ВИАМ». N 2005140791/03; заявл. 27.12.2005; опубл. 27.09.2007.
 43. Патент 2639213 РФ, МПК E04B 1/84. Многослойная акустическая панель / Стареева А. М.; заявитель и патентообладатель Стареева А. М. N 2015134997; заявл. 19.08.2015; опубл. 20.12.2017.
 44. Патент 73007 РФ МПК E04C 2/36, E04B 1/82. Звукопоглощающая панель / Халиулин В. И., Плеханов А.С., Шабалов А. В.; заявитель и патентообладатель Казанский ГТУ имени А. Н. Туполева; Халиулин В. И. N 2007143762/22; заявл. 26.11.2007; опубл. 10.05.2008.
 45. Патент 73006 РФ МПК E04C 2/36, E04B 1/82. Звукопоглощающая панель / Халиулин В. И., Батраков В. В., Константинов Д. Ю.; заявитель и патентообладатель Казанский ГТУ имени А. Н. Туполева; Халиулин В. И. N 2007143764/22; заявл. 26.11.2007; опубл. 10.05.2008.
 46. Патент 73005 РФ МПК E04C 2/36, E04B 1/82. Звукопоглощающая панель / Халиулин В. И., Плеханов А. С., Батраков В. В., Шакиров Т. Н.; заявитель и патентообладатель Казанский ГТУ имени А. Н. Туполева; Халиулин В. И. N 2007143763/22; заявл. 26.11.2007; опубл. 10.05.2008.
 47. Патент 73004 РФ МПК E04C 2/36, E04B 1/82. Звукопоглощающая панель / Халиулин В. И., Плеханов А. С., Меняшкин Д. Г.; заявитель и патентообладатель Казанский ГТУ имени А. Н. Туполева; Халиулин В. И. N 2007143761/22; заявл. 26.11.2007; опубл. 10.05.2008.
 48. Патент 73003 РФ МПК E04C 2/36, E04B 1/82. Звукопоглощающая панель / Халиулин В. И., Шабалов А. В., Исмагилов М. Р.; заявитель и патентообладатель Казанский ГТУ имени А. Н. Туполева; Халиулин В. И. N 2007143724/22; заявл. 26.11.2007; опубл. 10.05.2008.
 49. Патент 2327887 РФ, МПК F02B 77/13. Кожух двигателя внутреннего сгорания транспортного средства / Фесина М. И., Филин Е. В., Краснов А. В., Рекунов С. А.; заявитель и патентообладатель ОАО «АВТОВАЗ». N 2005132866/06; заявл. 25.10.2005; опубл. 27.06.2008.
 50. Патент 2309079 РФ, МПК B62D 33/06, B60R 13/0. Кабина транспортного средства / Кочетов О. С., Кочетова М. О., Львов Г. В., Куличенко А. В.; заявитель и патентообладатель Кочетов О. С. N 2005138954/11; заявл. 15.12.2005; опубл. 27.10.2007.
 51. Патент 132765 РФ, МПК B60R 13/08, B62D 25/08. Обивка боковины багажника автомобиля / Манеров А. А., Школьный О. Н.; заявитель и патентообладатель ОАО «АВТОВАЗ». N 2013114774/11; заявл. 02.04.2013; опубл. 27.09.2013, Бюл. N 27.
 52. Патент 168686 РФ, МПК B62D 25/10, B62D 29/04, B29C 45/00. Композитный кожух моторного отсека наземного транспортного средства / Раннев А. К., Балахонов С. В., Азизов Р. Т.; заявитель и патентообладатель ООО «Нанотехнологический центр композитов». N 2016130134; заявл. 22.07.2016; опубл. 15.02.2017. Бюл. N 23.
 53. Патент 2639759 РФ, МПК E04B 1/82, G10K 11/168. Комбинированная звукопоглощающая панель / Фесина М. И., Дерябин И. В., Горина Л. Н., Краснов А. В., Малкин И. В.; заявитель и патентообладатель Тольяттинский государственный университет. N 2016120982, заявл. 27.05.2016; опубл. 22.12.2017, Бюл. N 34.
 54. Патент 2604839 РФ, МПК B60R 13/08, B32B 7/10. Способ получения слоистых звукопоглощающих композиционных материалов / Якимович Н. В., Бухаров С. Н., Кожушко В. В., Кушунина Н. А. Сергиенко В. П., Хмара А. С.; заявитель и патентообладатель Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси. N 2015114736/05; заявл. 20.04.2015; опубл. 10.12.2016, Бюл. N 34.
 55. Патент 2542607 РФ, МПК G10K 11/16. Универсальный мембранный шумопоглощающий модуль / Фесина М. И., Краснов А. В., Горина Л. Н., Балуев А. А.; заявитель и патентообладатель Тольяттинский государственный университет. N 2012158130/28; заявл. 28.12.2012; опубл. 20.02.2015, Бюл. N 5.
 56. Патент 2429133 РФ, МПК B32B 27/12, B32B 27/02, B32B 19/02, C08J 5/18, B29C 43/28, B60N 2/00. Легкие композитные термопластичные листы, содержащие армирующую оболочку / Коновер Э. М., Девис С.; заявитель и патентообладатель «Эздель, Инк.» (US). N 2007112538/05; заявл. 04.04.2007; опубл. 20.09.11, Бюл. N 26.
 57. Патент 2428313 РФ, МПК B29C 70/50. Способ изготовления армированного штампованного композиционного полуфабриката / Карамаро Л. Мардюзль Ж.; заявитель и патентообладатель «Фибролайн Франс» (FR). N 2008142543/05; заявл. 12.03.2007; опубл. 10.09.2011, Бюл. N25.
 58. Патент 2386734 РФ, МПК D04N 1/54, B29C 35/00. Композитные листы на основе термопласта, включающие натуральные волокна / Вудман Д. С., Рагавендран В., МакХью Д. Д.; заявитель и патентообладатель «Эздель, инк» (US). N 2007121393/12; заявл. 08.11.2005; опубл. 20.04.2010, Бюл. N 11.
 59. Патент 2008129359 РФ, МПК E04C2/10, B28 B1/52. Несущие нагрузку композитные панели / Кэйгео Р. А., Шомер Д. Р., Панасевич Дж. А. Ольшевски Дж. Р.; заявитель и патентообладатель «Байер Материаль Сайенс ЛЛСИ» (US), «Крайслер ЛЛСи» (US). N 2008129359/03; заявл. 18.12.2006; опубл. 27.01.2008, Бюл. N 3.
 60. Патент 2404048 РФ, МПК B27K 9/00, C08L 97/00, C08L 97/02. Способ получения плитного композитного материала из лигноцеллюлозного сырья / Аникеенко Г. Н., Бених Д. Н.; заявители и патентообладатели Аникеенко Г. Н., Бених Д. Н. N 2008120446/04; заявл. 22.05.2008; опубл. 20.11.2010, Бюл. N 32.
 61. Патент 81925 U16 РФ, МПК B60R 13/08, F02B 77/13, G10K 11/16. Кожух двигателя внутреннего сгорания транспортного средства / Фесина М. И., Филин Е. В., Краснов А. В.; патентообладатель ОАО «АВТОВАЗ». N 2008130183/22; заявл. 21.07.2008; опубл. 10.04.2009.
 62. Патент 72453 U1 РФ, МПК B62D 25/16, B60R 13/08. Шумопоглощающий брызговик моторного отсека транспортного средства /

- Фесина М. И., Краснов А. В., Филин Е. В.; патентообладатель ОАО «АВТОВАЗ». N 2007140618/22; заявл. 01.11.2007; опубл. 20.04.2008.
63. Патент 58621 РФ, МПК F02B 77/13, F02F 7/00, G10K 11/16. Кожух двигателя внутреннего сгорания транспортного средства / Фесина М. И., Филин Е. В.; заявитель и патентообладатель ОАО «АВТОВАЗ». N 2005122574/22; заявл. 15.07.2005; опубл. 27.11.2006, Бюл. N 33.
64. Патент 52110 РФ, МПК F02B 77/13, F02F 7/00. Кожух двигателя внутреннего сгорания транспортного средства / Фесина М. И., Филин Е. В.; заявитель и патентообладатель ОАО «АВТОВАЗ». N 2005120461/22; заявл. 30.06.2005; опубл. 10.03.2006, Бюл. N 7.
65. Патент 52109 РФ, МПК F02B 77/13, F02F 7/00. Кожух двигателя внутреннего сгорания транспортного средства / Фесина М. И., Филин Е. В.; заявитель и патентообладатель ОАО «АВТОВАЗ». N 2005116054/22; заявл. 26.05.05; опубл. 10.03.06, Бюл. N 7.
66. Патент 52809 РФ, МПК B62D 25/16, B60R 13/08. Шумопоглощающий брызговик моторного отсека транспортного средства / Фесина М. И., Филин Е. В., Краснов А. В.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «АВТОВАЗ». N 2005128485/22; заявл. 12.09.2005; опубл. 27.04.2006, Бюл. N 12.
67. Патент 2172749 РФ, МПК C 08 L 3/02, B 32 V 5/16. Композиция для изготовления листа и связанный крахмалом лист (варианты) / Андерсен П. Ю, Ходсон С. К., Онг Ш., Кристенсен Б. Дж.; заявитель и патентообладатель «Е. Хашогги индастриз», «Эл-эл-си». N 98120498/04; заявл. 09.04.1997; опубл. 27.08.2001.
68. Патент 98111597 РФ, МПК B01D 39/00, C 08L 1/00. Способ изготовления деталей и фасонных частей из целлюлозы и/или содержащего целлюлозу волокнистого материала / Дэпфнер Х., Эрнегт М., Брамштайдль Р.; заявитель и патентообладатель Цельфром Гезелльшафт мбх. N 98111597/25, заявл. 16.06.1998; опубл. 27.03.2000.
69. Патент 2123014 РФ, МПК C 08 L 1/12, 97/02, 1/02. Формованные изделия, содержащие связующий материал на основе ацетата целлюлозы и армирующие волокна природной целлюлозы, способ их получения / Карстенс Т., Шэтгле Й., Колер Р., Ведлер М., Тубах М.; Заявитель и патентообладатель «Рон-Пуленк Родиа АГ». N 97102156/04; заявл. 14.05.1996; опубл. 10.12.1998.
70. Patent JP2021006419A Japan, B60R 13/08, B62D 35/00, B32B 5/26. Interior/exterior materials for vehicles / Hiroshi Yamamoto. N JP2019120786A; Appl. filed 28.06.2019; Publ. 21.01.2021.
71. Patent JP2020147060A Japan, B60R 13/08, D04H 1/4374, B32B 5/22, G10K 11/16, G10K 11/162. Sound absorbing material for vehicle exterior / Yuya Yamauchi. N JP2019043588A; Appl. filed 11.03.2019; Publ. 17.09.2020.
72. Patent KR20200144861A South Korea, E046F 13/08. Acoustic board / Yoon Jang-No. N KR1020190073011A; Appl. filed 19.06.2019; Publ. 30.12.2020.
73. Patent JP2020134765 Japan, G10K 11/168, B32B 5/18, B32B 7/022, B32B 27/28. Laminated sound absorbing material / Yoshitaka Ito, Atsushi Miyata, Hideo Ota. N P2019029688A; Appl. filed 21.02.2019; Publ. 31.08.2020.
74. Patent TW201632695A Taiwan, E04B1/84, B32B5/00, B01D5/08 Acoustic Absorbing Material / U Chanmou Chzhou, Min'khuey Li Tszun'i. N TW104107705A; Appl. filed 11.03.2015; Publ. 16.09.2016.
75. Patent JP2015013538A Japan, B62D 29/04, B62D 25/20, B62D 25/18, B60R 13/08, B60R 13/04 Vehicle exterior material / Fumihiko Kimura, Masayuki Sekine. N JP2013140761A; Appl. filed 04.07.2013; Publ. 22.01.2015.
76. Patent CN102585358 China, C08L 23/12, C08L 23/14, C08L 97/02 C08J 5/06. Natural fiber reinforced polypropylene composite material and preparation method thereof / Xiao Lin, Li Jianyi, Li Rongqun, Ren Dongfang, An Feng, Zhou Hai. N CN201110454706.1A; Appl. filed 30.12.2011; Publ. 18.07.2012.
77. Patent KR20110108658 South Korea, B29D 7/01, B29B 17/04, B29B 9/06. The fibrous and nonflammable complex-sheet having both deodorant and sound-absorbing, fabricated within the FCS (Floor Carpet Scrap) from the interior materials of automobile / Park Soon-Yong, Lee Jae Square, Hyo-Seop. N KR20100027987A; Appl. filed 29.03.2010; Publ. 06.10.2011.
78. Patent CN101463580A China, D21J 1/00, B32B 7/12, B32B 5/24, B44C 5/04. Natural fibrilia decorative board / Zhuang Ming. N CNA2009100761514A; Appl. filed 09.01.2009; Publ. 24.06.2009.
79. Patent CN101495307A China, B32B 27/04, B32B 5/00, C08J 5/04, C08G 63/672. Molded article of fiber-reinforced resins and process and equipment for the molding thereof / Atsushi Tsuchiya, Masato Honma. N CNA2007800284336A; Appl. filed 19.07.2007; Publ. 29.07.2009.
80. Patent JP2008285970A Japan, E04B 1/88. Sound-absorbing panel / Hidekazu Yoshida. N JP2007134551A; Appl. filed 21.05.2007; Publ. 27.11.2008.
81. Patent JP2008013008A Japan, B61D 49/00, G01K 11/16, B61D 17/10. Noise absorbing panel for vehicle / Satoru Akiyama, Toshiyuki Hosokawa, Takashi Miki. N JP2006184947A; Appl. filed 04.07.2006; Publ. 24.01.2008.
82. Patent WO2006/107847A2 WIPO (PCT), D04H 13/00, E04B 1/74. Nonwoven material for acoustic insulation, and process for manufacture / Gross James. R., Hurley Jeffrey S., Boehmer Brian E. Appl. filed 31.03.06; Publ. 12.10.06.
83. Patent KR20070065854 South Korea, E04B 1/86. Sound absorbing board embossing materials by using the recycling waste textiles / Yunsung Kim, Bae Seok Ho, Han Jung Kwang. Appl. filed 26.04.2007; Publ. 25.06.2007.
84. Patent EP1851091B1, B60R 13/08. The member for interior products of motor vehicles with multilayer structure / Duck-Hyun Seo. N 06716019.2; Appl. filed 20.02.2006; Publ. 07.04.2010, Bul. 2010/14.
85. Patent WO2006112599A1 WIPO (PCT), B60R 13/08. The member for interior products of motor vehicles with multilayer structure / Duck-Hyun Seo. N PCT/KR2006/000569; Appl. filed 20.02.2006; Publ. 26.10.2006.
86. Patent KR100862308B1 South Korea, B60R13/08. The member for headliner on motor vehicles of multi-layer structure / Kim Seung-Gyu, Park Chan-Hwan. N KR1020070046366A; Appl. filed 14.05.2007; Publ. 13.10.2008.
87. Patent WO2006091031A1 WIPO (PCT), B60R 13/08. The member for headliner on motor vehicles of multilayer structure / Duck-Hyun Seo. N PCT/KR2006/000635; Appl. filed 23.02.2005; Publ. 31.08.2006.
88. Patent US2004234803A1 United States, B32B 3/00 Absorbent composites: manufacture of pseudo-fiber natural fibers and forming of multi-fiber composites for strength, insulation, sound, fluids and odor absorbency / Joyce Catherine. N US10/643,706; Appl. filed 27.05.1999; Publ.25.11.2004.
89. Patent CZ20004160 Czechia, F02B 77/11, B60R 13/08. Heat and noise insulating lining of vehicle motor compartment and process for producing thereof / Enkler M. F., Bopp M. N CZ20004160A; Appl. filed 14.05.1998; Publ. 13.06.2001.
90. Patent JP2001337681A Japan. Sound absorption insulator and its manufacturing method / Hisanobu Hori, Katsutoshi Tomura. N JP2000156869A; Appl. filed 26.05.2000; Publ. 07.12.2001.
91. Patent JPH11272280A Japan. Porous sound absorbing material / Kazuyoshi Sato. N JP10073928A; Appl. filed 23.03.1998; Publ. 08.10.1999.
92. Patent EP1104497B1, F02B 77/11, B60R 13/08. Heat and sound insulating shroud for the engine compartment of motor vehicles / Enkler M. F., Bopp M. N EP9950360A; Appl. filed 14.05.1999; Publ. 03.03.2004.
93. Patent JPH04266942A Japan, B32B27/12; B32B5/18; C08J9/22; E04B1/86; G10K11/16; G10K11/162. Porous material and sound-absorbing panel / Aoki Shigemi. N JP3049018A; Appl. filed 21.02.1991; Publ. 22.09.1992.
94. Patent WO1999058833A1 WIPO (PCT), F02B 77/11, B60R 13/08. Heat and sound insulating shroud for the engine compartment of motor vehicles / Enkler M. F., Bopp M. N PCT/EP1999/003351; Appl. filed 14.05.1999; Publ. 18.11.1999.
95. Patent JP10333684 Japan. Composite sound absorbing sheet, and fluid pipe with sound absorbing function using it / Shunichi Kiriya. N

- JP9139707A; Appl. filed 29.05.1997; Publ. 18.12.1998.
96. Patent DE4206615A1 Germany. Simple construction non-fibrous sound-absorbing panel for interiors - consists of flat sheet of e.g. metal with pattern of perforations, covered loosely with plastic film bonded on at points, and with bend in rim / Petrasch G. N DE4206615A; Appl. filed 03.03.1992; Publ. 22.02.1996.
 97. Patent JP2016122185A Japan, D04H1/559; D04H3/16; G10K11/16; G10K11/162. Sound absorber / Naoyuki Tani, Hisashi Nakajima, Toru Fujisawa, Toshibumi Nagino, Motoi Hatanaka. N JP2015237334A; Appl. filed 04.12.2015. Publ. 07.07.2016.
 98. Patent GB2262947A UK, D04H 1/42. Sound absorbing fibrous materials / Shigenori Kazama, Hiroshi Sugawara, Yugoro Masuda, Akira Dono. N GB9226892A; Appl. filed 23.12.1992; Publ. 07.07.1993.
 99. Patent JP2018092160A Japan, B60N3/04; B60R13/08; E04B1/86; G10K11/16; G10K11/168. Sound-Insulating Structure for Panel / Eiji Murasawa, Tetsunori Hada, Hiroyuki Okazaki, Akashi Sasaki. N JP2017225371A; Appl. filed 28.11.2016; Publ. 14.06.2018.
 100. Klusmeier W. Automobile pads made from FaserTec – a sustainable material with great potential // 8th International CTI (Car Training Institute) Forum «Automotive Seating», Munich, Germany, June 2008.
 101. Prömper E. Natural Fibre-Reinforced Polymers in Automotive Interior Applications // Industrial Applications of Natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications / Edited by Jörg Müssig. UK : John Wiley & Sons, Ltd, 2010, pp. 423–436.
 102. Asdrubali F. Green and sustainable materials for noise control in buildings // 19th International congress on acoustics (Madrid, 2–7 September 2007). Madrid, 2007, pp. 1–6.
 103. Мухаметшин Д. Р., Хайруллин А. К. Основные виды и способы производства нетканых материалов в России // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей IV Международной научно-практической конференции : в 2 ч. Ч. 1. Пенза : Наука и Просвещение, 2018. С. 24–28.
 104. Донецкий К. И., Хрульков А. В. Применение натуральных волокон при изготовлении полимерных композиционных материалов // Труды ВИАМ. 2015. № 2. doi: 10.18577/2307-6046-2015-0-2-9-9.
 105. Нижибицкий О. Современное оборудование для производства нетканых материалов // ЛегПромБизнес : информационный портал 2012. [Электронный ресурс] URL: <http://legprom.net/?id=1357> (дата обращения: 02.02.2021).
 106. Jacobs W. Automotive interior parts, decision matrix for material selection // 9th International AVK (Federation of Reinforced Plastics) Conference on Reinforced Plastics and Thermosets, Essen, Germany, 19–20 September 2006. Frankfurt, Germany, 2006, pp. A1.
 107. Berthet M. A., Mayer-Laigle C., Rouau X., Gontard N., Angellier-Coussy H. Sorting natural fibres: A way to better understand the role of fibre size polydispersity on the mechanical properties of biocomposites // Composites, Part A: Applied Science and Manufacturing, 2017, vol. 95 pp. 12–21. doi: 10.1016/j.compositesa.2017.01.011
 108. Gallos A., Paës G., Legland D., Allais F., Beaugrand J. Exploring the microstructure of natural fibre composites by confocal Raman imaging and image analysis // Composites, Part A: Applied Science and Manufacturing, 2017, vol. 94, pp. 32–40. doi: 10.1016/j.compositesa.2016.12.005
 109. Fortea-Verdejo M., Lee K. Y., Zimmermann T., Bismarck A. Upgrading flax nonwovens: Nanocellulose as binder to produce rigid and robust flax fibre preforms // Composites, Part A: Applied Science and Manufacturing, 2016, vol. 83, pp. 63–71. doi: 10.1016/j.compositesa.2015.11.021
 110. Ersoy S., Küçük H. Investigation of industrial tea-leaf-fibre waste material for its sound absorption properties // Applied Acoustics, 2009, vol. 70, is. 1, pp. 215–220. doi: 10.1016/j.apacoust.2007.12.005
 111. Koizumi T., Tsuchiuchi N., Adachi A. The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers // High Performance Structures and Composites / eds. Brebbia C. A., DeWilde W. P. USA : WIT Press, 2002, pp. 157–166.
 112. Chen Y., Sun L. F., Chiparus O., Negulescu I., Yachmenev V., Warnock M. Kenaf/ramie composite for automotive headliner // Journal of Polymers and the Environment, 2005, vol. 13, no. 2, pp. 107–114. doi: 10.1007/s10924-005-2942-z
 113. Fouladi M. H., Ayub M., Nor M. J. M. Analysis of coir fiber acoustical characteristics // Applied Acoustics, 2011, vol. 72, is. 1, pp. 35–42. doi: 10.1016/j.apacoust.2010.09.007
 114. Lee H., Ng B., Rammohan A., Tran L. An investigation of the sound absorption properties of flax/epoxy composites compared with glass/epoxy composites // Journal of Natural Fibers, 2017, vol. 14, is. 1, pp. 71–77. doi:10.1080/15440478.2016.1146643
 115. Huang K., Tran L., Kureemun U., Teo W., Lee H. Vibroacoustic behavior and noise control of flax fiber-reinforced polypropylene composite // Journal of Natural Fibers, 2019, vol. 16, is. 5, pp. 729–743. doi: 10.1080/15440478.2018.1433096
 116. Zangeneh-Nejad F., Fleury R. Active times for acoustic metamaterials // Reviews in Physics, 2019, vol. 4. doi: 10.1016/j.revip.2019.100031
 117. Wallner E., Sarma D., Myers B., Shah S., Ihms D., Chengalva S., Parker R., Eesley G., Dykstra C. Nanotechnology Applications in Future Automobiles // SAE technical Paper, 2010, no. 2010-01-1149.
 118. Azarniya A., Eslahi N., Mahmoudi N., Simchi A. Effect of graphene oxide nanosheets on the physico-mechanical properties of chitosan/bacterial cellulose nanofibrous composites // Composites, Part A: Applied Science and Manufacturing, 2016, vol. 85, pp. 113–122. doi: 10.1016/j.compositesa.2016.03.011
 119. Gao J. J., Zhu J., Luo J. J., Xiong J. Investigation of microporous composite scaffolds fabricated by embedding sacrificial polyethylene glycol microspheres in nanofibrous membrane // Composites, Part A: Applied Science and Manufacturing, 2016, vol. 91, pp. 20–29. doi: 10.1016/j.compositesa.2016.09.015
 120. Nick A., Becker U., Thoma W. Improved acoustic behavior of interior parts of renewable resources in the automotive industry // Journal of Polymers and the Environment, 2002, vol. 10, no. 3, pp. 115–118. doi: 10.1023/A:1021124214818
 121. Na Y., Lancaster J., Casali J., Cho G. Sound absorption coefficients of micro-fiber fabrics by reverberation room method // Textile Research Journal, 2007, vol. 77, is. 5, pp. 330–335. doi: 10.1177/0040517507078743
 122. Bahrambeygi H., Sabetzadeh N., Rabbi A., Nasouri K., Shoushtari A.M., Babaei M.R. Nanofibers (PU and PAN) and nanoparticles (Nanoclay and MWNTs) simultaneous effects on polyurethane foam sound absorption // Journal of Polymer Research, 2013, vol. 20, no. 2. doi: 10.1007/s10965-012-0072-6
 123. Kalinova K. Nanofibrous resonant membrane for acoustic applications // Journal of Nanomaterials, 2011. doi: 10.1155/2011/265720
 124. Na Y., Agnhage T., Cho G. Sound absorption of multiple layers of nanofiber webs and the comparison of measuring methods for sound absorption coefficients // Fibers and Polymers, 2012, vol. 13, no. 10, pp. 1348–1352. doi: 10.1007/s12221-012-1348-5
 125. Ozturk M. K., Kalinova K., Nergis B., Candan C. Comparison of resonance frequency of a nanofibrous membrane and a homogeneous membrane structure // Textile Research Journal, 2013, vol. 83, is. 20, pp. 2204–2210. doi: 10.1177/0040517513490064
 126. Wu C. M., Chou M. H. Sound absorption of electrospun polyvinylidene fluoride/graphene membranes // European Polymer Journal, 2016, vol. 82, pp. 35–45. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2016.07.001
 127. Wang J.J., Li G.Z., Feng L.J., Chao X.L., Zhao K., Feng Y. N. Nano-graphite controlling properties of novel composites with damping-absorption functions and storage-loss behaviors: Nano-graphite/PZT-PMN-PNN/RTV // Current Applied Physics, 2017, vol. 17, is. 2, pp. 130–136. doi: 10.1016/j.cap.2016.11.019
 128. Moradi G., Monazzam M., Ershad-Langroudi A., Parsimeher H., Keshavarz S. T. Organoclay nanoparticles interaction in PU:PMMA IPN foams: Relationship between the cellular structure and damping-acoustical properties // Applied Acoustics, 2020, vol. 164, article 107295. doi: 10.1016/j.apacoust.2020.107295

129. Bardakhanov S. P., Lee C.-M., Goverdovskiy V. N., Zavjalov A. P., Zobov K. V., Chen M., Xu Z. H., Chakin I. K., Trufanov D. Yu. Hybrid sound-absorbing foam materials with nanostructured grit-impregnated pores // *Applied Acoustics*, 2018, vol. 139, pp. 69–74. doi: 10.1016/j.apacoust.2018.04.024
130. Wu Y., Sun X., Wu W., Liu X., Lin X., Shen X., Wang Z., Li R. K. Y., Yang Z., Lau K. T., Kim J.-K. Graphene foam/carbon nanotube/poly(dimethyl siloxane) composites as excellent sound absorber // *Composite, Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2017, vol. 102, pp. 391–399. doi: 10.1016/j.compositesa.2017.09.001
131. Shi X., Wu J., Wang X., Zhou X., Xie X., Xue Z. Novel sound insulation materials based on epoxy/hollow silica nanotubes composites // *Composites, Part B: Engineering*, 2017, vol. 131, pp. 125–133. doi: 10.1016/j.compositesb.2017.07.055
132. Pilla Srikanth, Lu Y. Ch. *The Use of Nano Composites in Automotive Applications*. USA : SAE International, 2015. 115 p.

References

1. *Zvukopogloshchayushchie i zvukoizolyatsionnye materialy* [Sound absorbing and sound insulating materials]. Ed. E. Ya. Yudina. Moscow : Stroyizdat Publ., 1966. 248 p.
2. Borisov L. P., Guzhas D. R. *Zvukoizolyatsiya v mashinostroenii* [Sound insulation in mechanical engineering]. Moscow : Mashinostroenie Publ., 1990. 256 p.
3. ASTM E2611-17. Standard Test Method for Normal Incident Determination of Porous Material Acoustical Properties Based on the Transfer Matrix Method. West Conshohocken, PA : ASTM International, 2019.
4. Sergienko V. P., Bukharov S. N., Kolesnikov I. V., Pronnikov Yu. V., Sychev A. P., Chukarin A. N. *Snizhenie shuma i vibratsii transportnykh sredstv* [Reduction of Noise and Vibration in Vehicles]. Moscow : Mashinostroenie Publ., 2014. 296 p.
5. Promper E. Natural fibre and wood fibre reinforced compounds for automotive interiors – A success story. *International con-gress «Raw Material Shift & Biomaterials»*, 3rd–4th December 2008, Cologne, Germany.
6. Pan'kov L. A., Fesina M. I., Krasnov A. V. Shumoizolyatsionnaya obivka kuzova avtomobilya [Car body noise insulating upholstery]. Patent 2369495 RF, 2009.
7. Menyashkin D. G., Chaevskiy I. V. Teplozvukoizolyatsionnyy material [Heat and sound insulation material]. Patent RF, no. 201802, 2021
8. Derevyanko M. A. Shumozashchitnyy ekran [Noise shield]. Patent RF, no. 202149.
9. Anosov P. A., Shvayka V. A. Mnogosloynnaya stroitel'naya panel' [Multilayered building panel]. Patent RF, no. 2736258, 2020.
10. Takayasu A., Yamamoto Ts., Kosuge K., Matsumura M. Zvukopogloshchayushchiy material [Sound adsorbing material]. Patent RF, no. 2358246, 2006.
11. Sergienko V. P., Tsirkunov S. V., Bukharov S. N., Bogachuk A. V., Yakimovich N. V. Zvukopogloshchayushchiy kompozitsionnyy material. [Sound absorbing composite material]. Patent RB, no. 22760, 2019.
12. Prushak V. Ya., Shcherba V. Ya., Zayats I. M., Protasena A. V. Mnogosloynnyy zvukoizolyatsionnyy material (ego varianty) [Multilayer soundproofing material]. Patent RB, no. 1472, 1996.
13. Verestyuk E. V., Kargina A. V., Kovaleva O. N. Sposob proizvodstva dublirovannogo voloknistogo netkanogo materiala "MONFORM" [Method to manufacture doubled fibre non-woven material "MONFORM"]. Patent RF, no. 2418115, 2011.
14. Verestyuk E. V., Kargina A. V. Voloknistyy netkanyy material (varianty) [Fibrous nonwoven fabric (versions)]. Patent RF, no. 93404, 2010.
15. Voskun M. D., Egorov P. G., Shveykina A. Yu., Vinogradov V. V., Lyubimova N. A. Sloisty formuyushchiysya zvukopogloshchayushchiy material (varianty) [Laminated forming sound-absorbing material]. Patent RF, no. 22454, 2002.
16. Erb V., Yubel'messer P. Netkanyy mat, sposob ego izgotovleniya i fibrokompozit [Nonwoven mat, method of its production and fibro-composite]. Patent RF, no. 2338019, 2008.
17. Gracheva A. A. Sposob polucheniya netkanogo materiala [Method for producing nonwoven material]. Patent RF, no. 96110705, 1998.
18. Belikov G. M. Netkanyy material i sposob ego izgotovleniya [Nonwoven material and method for manufacture of non-woven material]. Patent RF, no. 2217533, 2003.
19. Dirk Frank, Frants Tennesen, Andreas Tsimmerman. Netkanyy kombinirovannyy material, sodержashchiy dvukhkomponentnye volokna, sposob ego polucheniya Nonwoven combined material containing bicomponent fibers and method of its production. Patent RF, no. 2147054, 2000.
20. Kinkel' Verner-Khel'mut, Finzel' Norbert. Voloknistyy material, sposob izgotovleniya voloknistogo mata, sposob izgotovleniya formovannogo izdeliya (varianty) i formovannoe izdelie [Fibrous material, method for manufacture of fibrous mat, method for manufacture of formed product (versions) and formed products]. Patent RF, no. 2074914, 1997.
21. Ryzhkin A. I., Ryzhkin V. A. Voloknistyy ter-moplastichnyy prepreg [Fibrous thermoplastic prepreg]. Patent RF, no. 2009109122, 2010.
22. Andryakov E. I. Kompozitsiya materialov dlya vibroshumoizoliruyushchikh izdeliy [Composition of materials for vibration and noise insulating products]. Patent RF, no. 2166573, 2001.
23. Seryankin S. I. Chukhrov M. A., Boyko N. V., Gavrikov G. V. Material dlya obivki sideniy i vstavok dverei transportnykh sredstv [Material for upholstery of vehicle seats and door inserts]. Patent RF, no. 2160185, 2000.
24. Borisov Yu. I. Netkanyy ob'emnyy teploizolyatsionnyy material [Non-woven bulk thermal insulation material]. Patent RF, no. 13804, 2000.
25. Katruk V. M., Babushkin S. V., Malygina L. I. Netkanyy volok-nistyy material [Non-woven fibrous material]. Patent RF, no. 2005104160, 2006.
26. Klyuchnikov V. P., Garaev I. Kh., Chesnokov V. V., Kurtygin A. S. Netkanyy voloknistyy material [Non-woven fibrous material]. Patent RF, no. 97112418, 1999.
27. Kobylyvker P. M., Ofosu S. K., Shauver S. E., Lens R. L. Skreplyaemoe termoplastichnoe polimernoe volokno i netkanyy material, vpolnennyy iz nego [Bonded thermoplastic polymer fiber and non-woven fabric made from it]. Patent RF, no. 97104475, 1999.
28. Arutyunyan G. R., Volkov V. C., Shul' G. S., Sofeychuk Yu. M., Tomchani O. V., Sobolev A. F., Filippova R. D. Termo-stoykiy vysokop-oristyy voloknistyy teploizolyatsionnyy i zvukopogloshchayushchiy material i sposob ego izgotovleniya [Heat-resistant highly porous filamentous heat-insulating and sound-absorbing material and method of its manufacturing]. Patent RF, no. 2345042, 2009.
29. Shmidt Akse' G. Zvukopogloshchayushchiy material, zvukopogloshchayushchie maty, sposob izgotovleniya zvukopogloshchayushchego materiala, primenenie solomy v kachestve zvukopogloshchayushchego materiala [Sound-absorbing material, the sound-absorbing mats, the method of manufacture of the sound-absorbing material, application of the straw in the capacity of the sound-absorbing material]. Patent RF, no. 2309965, 2007.
30. Alekseev E. E., Sergeev K. V., Korovkin V. V., Kravets T. L. Ustroystvo shumozolyatsionnogo materiala (varianty) [Design of noise isolator material (versions)]. Patent RF, no. 2195403, 2002.
31. Volod'kov A. P. Rulonnnyy izoliruyushchiy material [Roll insulating material]. Patent RF, no. 71672, 2008.
32. Ostroushko A. N. Netka-nyy sloisty material (varianty) [Nonwoven laminated material (versions)]. Patent RF, no. 2237764, 2004.
33. Vudman D. S., Dzherri Kh. A., Ragkhavendran V., Khipvell Dzh. G. Dekorativnaya inter'ernaya zvukopogloshchayushchaya panel' [Decorative interior sound-absorbing panel]. Patent RF, no. 2379434, 2010.

34. Bulda V. V., Rykova T. E. Dekorativnyy material (varianty) [Decorative material (versions)]. Patent RF, no. 64602, 2007.
35. Kiryakov L. D., Kuznetsov Yu. V., Polezhaev V. P., Prisekin V. I., Rubtsov S. M., Babin A. D. Sposob izgotovleniya mnogosloynnoy paneli (ego varianty) [Method for manufacture of multilayer panel (versions)]. Patent RF, no. 2355901, 2009.
36. Sergienko V. P., Bukharov S. N., Kozhushko V. V., Egorenkova V. V., Tuleyko A. S. Zvukopogloshchayushchaya cloistaya konstruktsiya [Sound absorbing laminated design]. Patent RB, no. 22584, 2019.
37. Royar Yu. Element peregorodki s voloknistym napolnitelem [Partition element with fibre filler]. Patent RF, no. 2339770, 2008.
38. Kochetov O. S., Kochetova M. O. Akusticheskaya panel' [Acoustic panel]. Patent RF, no. 2324796, 2008.
39. Kochetov O. S., Kochetova M. O., L'vov G. V. Panel' shumopogloshchayushchaya [Sound absorbing panel]. Patent RF, no. 2324793, 2008.
40. Srpinge B. L., Feledzhi Dzh., Uoters Dzh. R., Martin G. Sistema zvukopogloshchayushchikh navesov [Sound absorbing canopy system]. Patent RF, no. 2436907, 2011.
41. Kornev S. V., Avilova G. M. Rezonansnaya zvukopogloshchayushchaya sistema [Resonant sound absorbing system]. Patent RF, no. 2348769, 2009.
42. Krivonos V. V., Zhelezina G. F., Gulyaev I. N., Solov'eva N. A., Sidorova V. V., Fadeeva V. M., Egorova N. A., Khaliulin V. I., Dvoeglazov I. V., Menyashkin D. G. Zvukopogloshchayushchaya panel' [Sound absorbing panel]. Patent RF, no. 2307216, 2007.
43. Stareeva A. M. Mnogosloynnaya akusticheskaya panel' [Multi-layer acoustic panel]. Patent RF 2639213, 2017.
44. Khaliulin V. I., Plekhanov A.S., Shabalov A. V. Zvukopogloshchayushchaya panel' [Sound absorbing panel]. Patent RF, no. 73007, 2008.
45. Khaliulin V. I., Batrakov V. V., Konstantinov D. Yu. Zvukopogloshchayushchaya panel' [Sound absorbing panel]. Patent RF, no. 73006, 2008.
46. Khaliulin V. I., Plekhanov A. S., Batrakov V. V., Shakirov T. N. Zvukopogloshchayushchaya panel' [Sound absorbing panel]. Patent RF, no. 73005, 2008.
47. Khaliulin V. I., Plekhanov A. S., Menyashkin D. G. Zvukopogloshchayushchaya panel' [Sound absorbing panel]. Patent RF, no. 73004, 2008.
48. Khaliulin V. I., Shabalov A. V., Ismagilov M. R. Zvukopogloshchayushchaya panel' [Sound absorbing panel]. Patent RF, no. 73003, 2008.
49. Fesina M. I., Filin E. V., Krasnov A. V., Rekunov S. A. Kozhukh dvigatelya vnutrennego sgoraniya transportnogo sredstva [Vehicle internal combustion engine casing]. Patent RF, no. 2327887, 2008.
50. Kochetov O. S., Kochetova M. O., L'vov G. V., Kulichenko A. V. Kabina transportnogo sredstva [Vehicle cabin]. Patent RF, no. 2309079, 2007.
51. Manerov A. A., Shkol'nyy O. N. Obivka bokoviny bagazhnika avtomobilya [Car trunk side upholstery]. Patent RF, no. 132765, 2013.
52. Rannev A. K., Balakhonov S. V., Azizov R. T. Kompozitnyy kozhukh motornogo otseka nazemnogo transportnogo sredstva [Composite cover of the engine compartment of a ground vehicle]. Patent RF, no. 168686, 2017.
53. Fesina M. I., Deryabin I. V., Gorina L. N., Krasnov A. V., Malkin I. V. Kombinirovannaya zvukopogloshchayushchaya panel' [Combined sound absorbing panel]. Patent RF, no. 2639759, 2017.
54. Yakimovich N. V., Bukharov S. N., Kozhushko V. V., Kushunina N. A., Sergienko V. P., Khmara A. S. Sposob polucheniya sloistyykh zvukopogloshchayushchikh kompozitsionnykh materialov [Method for producing layered sound-absorbing composite materials]. Patent RF, no. 2604839, 2016.
55. Fesina M. I., Krasnov A. V., Gorina L. N., Baluev A. A. Universal'nyy membranny shumopogloshchayushchiy modul' [Universal membrane sound-absorbing module]. Patent RF, no. 2542607, 2015.
56. Konover E. M., Devis S. Legkie kompozitnye termoplastichnye listy, sodержashchie armiruyushchuyu obolochku [Lightweight composite thermoplastic sheets containing a reinforcing shell]. Patent RF, no. 2429133, 2011.
57. Karamaro L. Mardiyuel' Zh. Sposob izgotovleniya armirovannogo shtampovannogo kompozitsionnogo polufabrikata [A method of manufacturing a reinforced stamped composite semi-finished product]. Patent RF, no. 2428313, 2011.
58. Vudman D. S., Ragavendran V., MakKh'yu D. D. Kompozitnye listy na osnove termoplasta, vkluchayushchie natural'nye volokna [Thermoplastic composite sheets containing natural fibers]. Patent RF, no. 2386734, 2010.
59. Keygeao R. A., Shomer D. R., Panasievich Dzh. A. Ol'shevski Dzh. R. Nesushchie nagruzku kompozitnye paneli [Load bearing composite panels]. Patent RF, no. 2008129359, 2008.
60. Anikeenko G. N., Benyukh D. N. Sposob polucheniya plitnogo kompozitnogo materiala iz lignotsellyuloznogo syr'ya [A method of obtaining a plate composite material from lignocellulosic raw materials]. Patent RF, no. 2404048, 2010.
61. Fesina M. I., Filin E. V., Krasnov A. V. Kozhukh dvigatelya vnutrennego sgoraniya transportnogo sredstva [Vehicle internal combustion engine casing]. Patent RF, no. 81925, 2009.
62. Fesina M. I., Krasnov A. V., Filin E. V. Shumopogloshchayushchiy bryzgovik motornogo otseka transportnogo sredstva [Sound-absorbing mudguard in the engine compartment of the vehicle]. Patent RF, no. 72453, 2008.
63. Fesina M. I., Filin E. V. Kozhukh dvigatelya vnutrennego sgoraniya transportnogo sredstva [Vehicle internal combustion engine casing]. Patent RF, no. 58621, 2006.
64. Fesina M. I., Filin E. V. Kozhukh dvigatelya vnutrennego sgoraniya transportnogo sredstva [Vehicle internal combustion engine casing]. Patent RF, no. 52110, 2006.
65. Fesina M. I., Filin E. V. Kozhukh dvi-gatelya vnutrennego sgoraniya transportnogo sredstva [Vehicle internal combustion engine casing]. Patent RF, no. 52109, 2006.
66. Fesina M. I., Filin E. V., Krasnov A. V. Shumopogloshchayushchiy bryzgovik motornogo otseka transportnogo sredstva [Sound-absorbing mudguard in the engine compartment of the vehicle]. Patent RF, no. 52809, 2006.
67. Andersen P. Yu., Khodson S. K., Ong Sh., Kristen-sen B. Dzh. Kompozitsiya dlya izgotovleniya lista i svyazanny krakhmalom list (varianty) [Composition for making a sheet and starch-bound sheet (options)]. Patent RF, no. 2172749, 2001.
68. Depfner Kh., Ernege M., Bramshaydl' R. Sposob izgotovleniya detaley i fasonnykh chastey iz tsellyulozy i/ili sodержashchego tsellyulozy voloknistogo materiala [Method of making parts and fittings from cellulose and/or cellulose-containing fibrous material]. Patent RF, no. 98111597, 2000.
69. Karstens T., Shettsle Y., Koler R., Vedler M., Tubakh M. Formovannyye izdeliya, sodержashchie svyazuyushchiy material na osnove atsetata tsellyulozy i armiruyushchie volokna prirodnoy tsellyulozy, sposob ikh polucheniya [Shaped articles containing a binder based on cellulose acetate and natural cellulose reinforcing fibers, a method for their production]. Patent RF, no. 2123014, 1998.
70. Hiroshi Yamamoto. Interior/exterior materials for vehicles. Patent Japan, no. JP2021006419A, 2021.
71. Yuya Yamauchi. Sound absorbing material for vehicle exterior. Patent Japan, no. JP2020147060A, 2020.
72. Yoon Jang-No. Acoustic board. Patent South Korea, no. KR20200144861A, 2020.
73. Yoshitaka Ito, Atsushi Miyata, Hideo Ota. Laminated sound absorbing material. Patent Japan, no. JP2020134765, 2020.
74. U Chanmou Chzhou, Min'khuey Li Tszyun'i. Acoustic Absorbing Material. Patent Taiwan, no. TW201632695A, 2016.
75. Fumihiko Kimura, Masayuki Sekine. Vehicle exterior material. Patent Japan, no. JP2015013538A, 2015.
76. Xiao Lin, Li Jianyi, Li Rongqun, Ren Dongfang, An Feng, Zhou Hai. Natural fiber reinforced polypropylene composite material and preparation method thereof. Patent China, no. CN102585358, 2012.

77. Park Soon-Yong, Lee Jae Square, Hyo-Seop. The fibrous and nonflammable complex-sheet having both deodorant and sound-absorbing, fabricated within the FCS (Floor Carpet Scrap) from the interior materials of automobile. Patent South Korea, no. KR20110108658, 2011.
78. Zhuang Ming. Natural fibrilia decorative board. Patent China, no. CN101463580A, 2009.
79. Atsushi Tsuchiya, Masato Honma. Molded article of fiber-reinforced resins and process and equipment for the molding thereof. Patent China, no. CN101495307A, 2009.
80. Hidekazu Yoshida. Sound-absorbing panel. Patent Japan, no. JP2008285970A, 2008.
81. Satoru Akiyama, Toshiyuki Hosokawa, Takashi Miki. Noise absorbing panel for vehicle. Patent Japan, no. JP2008013008A, 2008.
82. Gross James R., Hurley Jeffrey S., Boehmer Brian E. Nonwoven material for acoustic insulation, and process for manufacture. Patent WIPO (PCT), no. WO2006/107847A2, 2006.
83. Yunsung Kim, Bae Seok Ho, Han Jung Kwang. Sound absorbing board embossing materials by using the recycling waste textiles. Patent South Korea, no. KR20070065854, 2007.
84. Duck-Hyun Seo. The member for interior products of motor vehicles with multilayer structure. Patent EP, no. EP1851091B1, 2010.
85. Duck-Hyun Seo. The member for interior products of motor vehicles with multilayer structure. Patent WIPO (PCT), no. WO2006112599A1, 2006.
86. Kim Seung-Gyu, Park Chan-Hwan. The member for headliner on motor vehicles of multilayer structure. Patent South Korea, no. KR100862308B1, 2008.
87. Duck-Hyun Seo. The member for headliner on motor vehicles of multilayer structure. Patent WIPO (PCT), no. WO2006091031A1, 2006.
88. Joyce Catherine. Absorbent composites: manufacture of pseudo-fiber natural fibers and forming of multi-fiber composites for strength, insulation, sound, fluids and odor absorbency Patent United States, no. US2004234803A1, 2004.
89. Enkler M. F., Bopp M. Heat and noise insulating lining of vehicle motor compartment and process for producing thereof. Patent Czechia, no. CZ20004160, 2001.
90. Hisanobu Hori, Katsutoshi Tomura. Sound absorption insulator and its manufacturing method. Patent Japan, no. JP2001337681A, 2001.
91. Kazuyoshi Sato. Porous sound absorbing material. Patent Japan, no. JPH11272280A, 1999.
92. Enkler M. F., Bopp M. Heat and sound insulating shroud for the engine compartment of motor vehicles. Patent EP, no. EP1104497B1, 2004.
93. Aoki Shigemi. Porous material and sound-absorbing panel. Patent Japan, no. JPH04266942A, 1992.
94. Enkler M. F., Bopp M. Heat and sound insulating shroud for the engine compartment of motor vehicles. Patent WIPO (PCT), no. WO1999058833A1, 1999.
95. Shunichi Kiriya. Composite sound absorbing sheet, and fluid pipe with sound absorbing function using it. Patent Japan, no. JP10333684, 1998.
96. Petrasch G. Simple construction non-fibrous sound-absorbing panel for interiors - consists of flat sheet of e.g. metal with pattern of perforations, covered loosely with plastic film bonded on at points, and with bend in rim. Patent Germany, no. DE4206615A1, 1996.
97. Naoyuki Tani, Hisashi Nakajima, Toru Fujisawa, Toshibaumi Nagino, Motoi Hatanaka. Sound absorber. Patent Japan, no. JP2016122185A, 2016.
98. Shigenori Kazama, Hiroshi Sugawara, Yugoro Masuda, Akira Dono. Sound absorbing fibrous materials. Patent UK, no. GB2262947A, 1993.
99. Eiji Murasawa, Tetsunori Hada, Hiroyuki Okazaki, Akashi Sasaki. Sound-Insulating Structure for Panel. Patent Japan, no. JP2018092160A, 2018.
100. Klusmeier W. Automobile pads made from FaserTec – a sus-tainable material with great potential. *8th International CTI (Car Training Institute) Forum «Automotive Seating»*, Munich, Germany, June 2008.
101. Prömper E. Natural Fibre-Reinforced Polymers in Automotive Interior Applications. *Industrial Applications of Natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications*. Edited by Jörg Müssig. UK : John Wiley & Sons, Ltd, 2010, pp. 423–436.
102. Asdrubali F. Green and sustainable materials for noise control in buildings. *19th International congress on acoustics*. Madrid, 2007, pp. 1–6.
103. Mukhametshin D. R., Khayrullin A. K. Osnovnye vidy i sposoby proizvodstva netkanykh materialov v Rossii [The main types and methods of nonwovens production in Russia]. *Sbornik statey IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Covremennye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii»* [Collection of articles of the IV International Scientific and Practical Conference “Modern Scientific Research: Topical Issues, Achievements and Innovations”]. Penza : Nauka i Prosveshchenie Publ., 2018, part 1, pp. 24–28.
104. Donetskiy K. I., Khrul'kov A. V. Primenenie natural'nykh volokon pri izgotovlenii polimernykh kompozitsionnykh materialov [The use of natural fibers in the manufacture of polymer composite materials]. *Trudy VIAM* [Proceedings of VIAM], 2015, no. 2. doi: 10.18577/2307-6046-2015-0-2-9-9
105. Nizhibitskiy O. Sovremennoe oborudovanie dlya proizvodstva netkanykh materialov [Modern equipment for the production of nonwovens]. Available at: <http://legprom.net/?id=1357> (accessed 02.02.2021).
106. Jacobs W. Automotive interior parts, decision matrix for material selection. *9th International AVK (Federation of Reinforced Plastics) Conference on Reinforced Plastics and Thermosets*. Frankfurt, Germany, 2006, pp. A1.
107. Berthet M. A., Mayer-Laigle C., Rouau X., Gontard N., Angellier-Coussy H. Sorting natural fibres: A way to better understand the role of fibre size polydispersity on the mechanical properties of biocomposites. *Composites, Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2017, vol. 95 pp. 12–21. doi: 10.1016/j.compositesa.2017.01.011
108. Gallos A., Paes G., Legland D., Allais F., Beaugrand J. Exploring the microstructure of natural fibre composites by confocal Raman imaging and image analysis. *Composites, Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2017, vol. 94, pp. 32–40. doi: 10.1016/j.compositesa.2016.12.005
109. Fortea-Verdejo M., Lee K. Y., Zimmermann T., Bismarck A. Up-grading flax nonwovens: Nanocellulose as binder to produce rig-id and robust flax fibre preforms. *Composites, Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2016, vol. 83, pp. 63–71. doi: 10.1016/j.compositesa.2015.11.021
110. Ersoy S., Küçük H. Investigation of industrial tea-leaf-fibre waste material for its sound absorption properties. *Applied Acoustics*, 2009, vol. 70, is. 1, pp. 215–220. doi: 10.1016/j.apacoust.2007.12.005
111. Koizumi T., Tsujiuchi N., Adachi A. The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers. *High Performance Structures and Composites*. Eds. Brebbia C. A., DeWilde W. P. USA : WIT Press, 2002, pp. 157–166.
112. Chen Y., Sun L. F., Chiparus O., Negulescu I., Yachmenev V., Warnock M. Kenaf/ramie composite for automotive headliner. *Journal of Polymers and the Environment*, 2005, vol. 13, no. 2, pp. 107–114. doi: 10.1007/s10924-005-2942-z
113. Fouladi M. H., Ayub M., Nor M. J. M. Analysis of coir fiber acoustical characteristics. *Applied Acoustics*, 2011, vol. 72, is. 1, pp. 35–42. doi: 10.1016/j.apacoust.2010.09.007
114. Lee H., Ng B., Rammohan A., Tran L. An investigation of the sound absorption properties of flax/epoxy composites compared with glass/epoxy composites. *Journal of Natural Fibers*, 2017, vol. 14, is. 1, pp. 71–77. doi:10.1080/15440478.2016.1146643

115. Huang K., Tran L., Kureemun U., Teo W., Lee N. Vibroacoustic behavior and noise control of flax fiber-reinforced polypropyl-ene composite. *Journal of Natural Fibers*, 2019, vol. 16, is. 5, pp. 729–743. doi: 10.1080/15440478.2018.1433096
116. Zangeneh-Nejad F., Fleury R. Active times for acoustic met-amaterials. *Reviews in Physics*, 2019, vol. 4. doi: 10.1016/j.revip.2019.100031
117. Wallner E., Sarma D., Myers B., Shah S., Ihms D., Chengalva S., Parker R., Eesley G., Dykstra C. Nanotechnology Applications in Future Automobiles. *SAE technical Paper*, 2010, no. 2010-01-1149.
118. Azarniya A., Eslahi N., Mahmoudi N., Simchi A. Effect of gra-phene oxide nanosheets on the physico-mechanical properties of chitosan/bacterial cellulose nanofibrous composites. *Compo-sites, Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2016, vol. 85, pp. 113–122. doi: 10.1016/j.compositesa.2016.03.011
119. Gao J. J., Zhu J., Luo J. J., Xiong J. Investigation of microporous composite scaffolds fabricated by embedding sacrificial poly-ethylene glycol microspheres in nanofibrous membrane. *Com-posites, Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2016, vol. 91, pp. 20–29. doi: 10.1016/j.compositesa.2016.09.015
120. Nick A., Becker U., Thoma W. Improved acoustic behavior of interior parts of renewable resources in the automotive industry. *Journal of Polymers and the Environment*, 2002, vol. 10, no. 3, pp. 115–118. doi: 10.1023/A:1021124214818
121. Na Y., Lancaster J., Casali J., Cho G. Sound absorption coeffi-cients of micro-fiber fabrics by reverberation room method. *Textile Research Journal*, 2007, vol. 77, is. 5, pp. 330–335. doi: 10.1177/0040517507078743
122. Bahrambeygi H., Sabetzadeh N., Rabbi A., Nasouri K., Shoush-tari A.M., Babaei M.R. Nanofibers (PU and PAN) and nanopar-ticles (Nanoclay and MWNTs) simultaneous effects on polyure-thane foam sound absorption. *Journal of Polymer Research*, 2013, vol. 20, no. 2. doi: 10.1007/s10965-012-0072-6
123. Kalinova K. Nanofibrous resonant membrane for acoustic ap-plications. *Journal of Nanomaterials*, 2011. doi: 10.1155/2011/265720
124. Na Y., Agnhage T., Cho G. Sound absorption of multiple layers of nanofiber webs and the comparison of measuring methods for sound absorption coefficients. *Fibers and Polymers*, 2012, vol. 13, no. 10, pp. 1348–1352. doi: 10.1007/s12221-012-1348-5
125. Ozturk M. K., Kalinova K., Nergis B., Candan C. Comparison of resonance frequency of a nanofibrous membrane and a homo-geneous membrane structure. *Textile Research Journal*, 2013, vol. 83, is. 20, pp. 2204–2210. doi: 10.1177/0040517513490064
126. Wu C. M., Chou M. H. Sound absorption of electrospun polyvinylidene fluoride/graphene membranes. *European Polymer Journal*, 2016, vol. 82, pp. 35–45. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2016.07.001
127. Wang J.J., Li G.Z., Feng L.J., Chao X.L., Zhao K., Feng Y. N. Nano-graphite controlling properties of novel composites with damping-absorption functions and storage-loss behaviors: Nano-graphite/PZT-PMN-PNN/RTV. *Current Applied Physics*, 2017, vol. 17, is. 2, pp. 130–136. doi: 10.1016/j.cap.2016.11.019
128. Moradi G., Monazzam M., Ershad-Langroudi A., Parsimeher H., Keshavarz S. T. Organoclay nanoparticles interaction in PU:PMMA IPN foams: Relationship between the cellular struc-ture and damping-acoustical properties. *Applied Acoustics*, 2020, vol. 164, article 107295. doi: 10.1016/j.apacoust.2020.107295
129. Bardakhanov S. P., Lee C.-M., Goverdovskiy V. N., Zavjalov A. P., Zobov K. V., Chen M., Xu Z. H., Chakin I. K., Trufanov D. Yu. Hybrid sound-absorbing foam materials with nanostructured grit-impregnated pores. *Applied Acoustics*, 2018, vol. 139, pp. 69–74. doi: 10.1016/j.apacoust.2018.04.024
130. Wu Y., Sun X., Wu W., Liu X., Lin X., Shen X., Wang Z., Li R. K. Y., Yang Z., Lau K. T., Kim J.-K. Graphene foam/carbon nanotube/poly(dimethyl siloxane) composites as excellent sound absorber. *Composite, Part A: Applied Science and Manufacturing*, 2017, vol. 102, pp. 391–399. doi: 10.1016/j.compositesa.2017.09.001
131. Shi X., Wu J., Wang X., Zhou X., Xie X., Xue Z. Novel sound in-sulation materials based on epoxy/hollow silica nanotubes composites. *Composites, Part B: Engineering*, 2017, vol. 131, pp. 125–133. doi: 10.1016/j.compositesb.2017.07.055
132. Pilla Srikanth, Lu Y. Ch. *The Use of Nano Composities in Auto-motive Applications*. USA : SAE International, 2015. 115 p.