Радоуцкий В.Ю., канд. техн. наук, доц.,
Шульженко В.Н., канд. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ*

zchs@intbel.ru

Приведены результаты теоретических исследований акустических строительных материалов и дана характеристика звукоизоляционных материалов, применяемых в строительстве на основе: массивных конструкций с гладкой наружной поверхностью; многослойных конструкций; динамического модуля упругости звукоизоляционных материалов.

***Ключевые слова**: акустические материалы, звукоизоляция, звукопоглощение, отражение, шум, коэффициент отражения.*

Введение. Акустические материалы по своему функциональному назначению подразделяются на следующие виды [1]:

- звукопоглощающие материалы, предназначенные для гашения воздушных шумов и регулирования акустических характеристик помещений;
- звукоизоляционные материалы, применяемые в качестве прокладок под плавающими полами и в многослойных ограждающих конструкциях для изоляции ограждений от ударных и воздушных звуков;
- вибропоглащающие материалы, предназначенные для изгибных колебаний, распространяющимся по жёстким (преимущественно тонким) конструкциям, для снижения излучаемого ими шума.

Начало широкого заводского производства акустических (особенно звукопоглощающих) материалов в нашей стране связано с развитием производства теплоизоляционных материалов и относится к 50-м годам XX столетия [2].

Особенно бурное развитие производств и применение акустических материалов получили в последнее время. При этом особое внимание уделялось и уделяется созданию наиболее эффективных материалов, сочетающих в себе акустические и декоративные свойства [3].

Создание новых видов акустических материалов, отличающихся более высокими функциональными и эксплуатационными свойствами, является и по сей день весьма важной задачей.

Советские учёные внесли большой вклад в теорию и практику развития производства акустических материалов и изделий. Используя основополагающие материалы, изложенные в трудах Б. Г. Скрамтаева, П. П. Будникова, Ю. И. Бута, А.В. Волженского, П. И. Боженова, Н. А. Попова, А. И. Августиника, В. В. Тимашева, И. И. Китайгородского, наиболее существенный вклад в развитие производства акустических материалов внесли К. Э. Горянов, Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, В. А. Китайдев, А. И. Жилин, В. И. Соломатов, М. И. Хигерович, А. В. Жуков, А. Т. Баранов, Ю. Л. Бобров, В. Н. Соков, Б. М. Румянцев и многие другие [4].

Ими сформулированы научные концепции, вскрыты закономерности получения высокопористых материалов с высоко организованной пористой структурой, обеспечивающей высокие функциональные свойства материалов, получаемых из различного вида сырья; разработаны эффективные способы порообразования, которые реализованы в производстве и продолжают совершенствоваться.

Основная часть. Процесс поиска новых принципов производства высокопористых материалов продолжается и в настоящее время.

Звукопоглощающие материалы характеризуются высокопористой структурой.

При этом эффективность звукопоглощения при прочих равных условиях зависит от параметров этой структуры, которые должны направленно регулироваться в зависимости от превалирующей частоты звуковых волн в данном помещении [5].

Сущность физического явления, происходящего при гашении звука пористым телом, заключается в следующем. Звуковые волны, падая на поверхность такого материала и проникая далее в его поры, возбуждают колебания воздуха, находящегося в узких порах. При этом значительная часть звуковой энергии расходуется. Высокая степень сжатия воздуха и его трение о стенки пор вызывают разогрев. За счет этого кинетическая энергия звуковых колебаний преобразуется в тепловую, которая рассеивается в среде [6].

Гашению звука способствует деформирование гибкого скелета звукопоглощающего материала, на что также тратится звуковая энергия; особенно этот вклад заметен в пористо-волокнистых материалах с открытой сообщающейся пористостью при ее общем объеме не менее 75 %.

Звукоизолирующие качества ограждений основаны на применении специальных конструкции, как правило, многослойных, оказы-

вающих повышенное сопротивление прохождению звуковых волн как ударного характера, так и распространяющихся в воздушной среде [7].

Придание звукоизолирующих свойств ограждению основывается на трех основных физических явлениях: отражении воздушных звуковых волн от поверхности ограждения, поглощении звуковых волн материалом ограждения, гашении ударного или воздушного шума за счет деформации элементов конструкции и материалов, из которых она изготовлена [8].

Способность отражать звуковые волны важна для наружных ограждений здании. В этом случае для повышения отражения воздушных звуковых волн стремятся применять массивные конструкции с гладкой наружной поверхностью [9].

Для внутренних помещений, как правило, высокая отражающая способность ограждения (перегородок) недостаточна, так как отраженные звуковые волны будут усиливать шум в наиболее шумном помещении. В данном случае применяют многослойные конструкции, в состав которых входят элементы из звукоизоляционных материалов, эффективность которых оценивается динамически модулем упругости. В качестве звукоизоляционных прокладок применяют пористо-волокнистые материалы из минеральной и стеклянной ваты, древесных волокон (древесно-волокнистые плиты засыпки из пористых зерен (керамзита, шлака и т. п.) [10].

Снижению уровня ударных и звуковых шумов способствуют малый динамический модуль упругости звукоизоляционных материалов и наличие воздуха в порах. В данном случае снижение интенсивности звука происходит за счет деформации элементов структур звукоизоляционных материалов и частично за счет звукопоглощения [11].

Качество звукоизоляционных ограждений оценивают их звукопроводностью τ :

$$\tau = \frac{E_{ПРОШ}}{E_{ПАД}} < 1 \qquad (1)$$

где $E_{ПРОШ}$ – прошедшая за преграду звуковая энергия.

К звукоизоляционным материалам относят прокладочные материалы, которые применяются в виде рулонов или плит в конструкциях междуэтажных перекрытий, во внутренних стенах и перегородках, а также как виброизоляционные прокладки под машины и оборудование. Данные материалы характеризуются малым значением динамического модуля упругости, как правило, не превышающим 1,2 Мн/м^2 (12 кгс/см^2), при нагрузке 20 Мн/м^2 (200 кгс/м^2). Упругие свойства скелета материала и наличие воздуха, заключённого в его порах, обусловливают гашение энергии удара и вибрации, что способствует снижению структурного и ударного шума [12]. Различают звукоизоляционные прокладочные материалы, изготовляемые из волокон органического или минерального происхождения (древесноволокнистые плиты, минераловатные и стекловолокнистые рулоны и плиты толщиной от 10 до 40 мм, объёмная масса 30–120 кг/м^3), а также из эластичных газонаполненных пластмасс (пенополиуретан, пенополивинилхлорид, латексы синтетических каучуков), выпускаемых в виде плит толщиной от 5 до 30 мм; объёмная масса эластичного пенополиуретана 40–70 кг/м^3, пенополивинилхлорида 70–270 кг/м^3 [13]. В ряде случаев для целей звукоизоляции применяются штучные прокладки из литой или губчатой резины.

Звукоизоляционные материалы подразделяют на штучные (ленточные, полосовые и штучные прокладки, маты, плиты) и сыпучие (керамзит, доменный шлак, песок) [14].

По структуре звукоизоляционные изделия (материалы) подразделяют на пористо-волокнистые, изготовляемые из минеральной и стеклянной ваты в виде мягких, полужестких и жестких прокладочных изделий со средней плотностью от 75 до 175 кг/м^3 и динамическим модулем упругости $E_Д$ не более 0,5 МПа при нагрузке 0,002 МПа; пористо-губчатые, изготовляемые из пенопластов и пористой резины и характеризующиеся $E_Д$ от 1,0 до 5,0 МПа [15]. Динамический модуль упругости зернистых засыпок не должен превышать 15 МПа.

Выводы: Существующие способы борьбы с шумом не всегда обеспечивают его снижение до нормативных значений.

Поэтому проблему обеспечения безопасных условий проживания населения в жилых зданиях, а также работы в условиях шумных производств нельзя считать решенной и необходимо дополнительные разработки и исследования при изготовлении звукоизоляционных строительных материалов.

**Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012–2016 годы.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий Учебник для вузов по спец. «Производство строительных изделий и конструкций». М.: Высшая школа, 1989. 259 с.

2. Заборов В.И., Лалаев Э.М., Никольский В.Н. Звукоизоляция в жилых и общественных зданиях. М.: Стройиздат, 1979. 254 с..

3. Акустика. Справочник. Под ред. М.А. Сапожкова. М.: Радио и связь, 1989. 157 с.

4. Радоуцкий В.Ю. Улучшение условий труда работников шумных производств агропромышленного комплекса на примере ОАО «Белагромаш-Сервис»: дис. канд. техн. наук. Орел, 2004. 154с.

5. Матвеева И.В., В.И. Леденев Комбинированный метод расчета шумовых полей производственных помещений при направленно – рассеянном отражении звука // Труды ТГТУ. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2003. Вып. 14. С. 3–7.

6. Горяйнов К.Э., Коровникова В.В. Технология производства полимерных и теплоизоляционных изделий. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1975. 217с.

7. Заборов В.И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций М.: Стройиздат, 1969. 180 с.

8. Борисов Л.П. Звукоизоляция тонких ограждений при диффузном падении звука // Исследования по строительной акустике: Сб. тр. ин-та. М.: НИИСФ, ГОССТРОЙ СССР, 1981. С. 58–62.

9. Радоуцкий В.Ю. Сравнительный анализ оптимальных параметров акустических материалов различного состава // «Образование, наука, производство и управление в XXI веке» Материалы международной научной конференции. Старый Оскол. 2004.

10. Юдин Е.Я. Борьба с шумом М.: Стройиздат, 1964. 704 с.

11. Заборов В.И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций М.: Стройиздат, 1969. 180 с.

12. Крейтан В.Г. Обеспечение звукоизоляции при конструировании жилых зданий М.: Стройиздат, 1980. 171 с.

13. Ковригин С.Д. Архитектурно-строительная акустика М.: Высшая школа, 1980. 184 с.

14. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. Учебник для вузов по спец. «Производство строительных изделий и конструкций». М.: Высшая школа, 1989. С. 3–5, 168–176.

15. Горяйнов К.Э. Коровникова В.В. Технология производства полимерных и теплоизоляционных изделий. Учебник для вузов; М.: Высшая школа, 1975. С. 163–168.

Radoutsky V.Y., Shulzhenko V.N.

CHARACTERISTICS OF SOUNDPROOFING BUILDING MATERIALS

There are presented the findings of theoretical research of acoustic building materials and the characteristics of soundproofing materials, used in building industry and based on: solid structures with smooth outer surface; multilayer structures; dynamic elasticity modulus of soundproof materials.

***Key words**: acoustic materials, sound-proofing, sound absorption, reflection, noise, reflection coefficient.*

Радоуцкий Владимир Юрьевич, кандидат технических наук, профессор кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: zchs@intbel.ru

Шульженко Владимир Николаевич, кандидат технических наук, профессор кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.
E-mail: zchs@intbel.ru