

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА ПРИ ОТРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩЕГО ПЕНОКОМПОЗИТА

**Ю. Г. БЕЗЫМЯННЫЙ, А. В. БЯКОВА, А. Н. ВЫСОЦКИЙ,
К. А. КОМАРОВ, А.И.СИРКО**

Институт проблем материаловедения им. И.Н.Францевича НАН Украины, Киев

В работе на примере пеноалюминия показаны возможности использования акустического интерферометра для отработки технологии создания материала с высоким звукопоглощением. Для этого измеряли нормальный коэффициент звукопоглощения в образцах этого композита, полученного при разных технологических режимах. По результатам измерений построены зависимости нормального коэффициента звукопоглощения от частоты для всех исследованных материалов. Эти результаты позволили сопоставить между собой по критерию звукопоглощения материалы, полученные при различных технологических режимах.

ВВЕДЕНИЕ

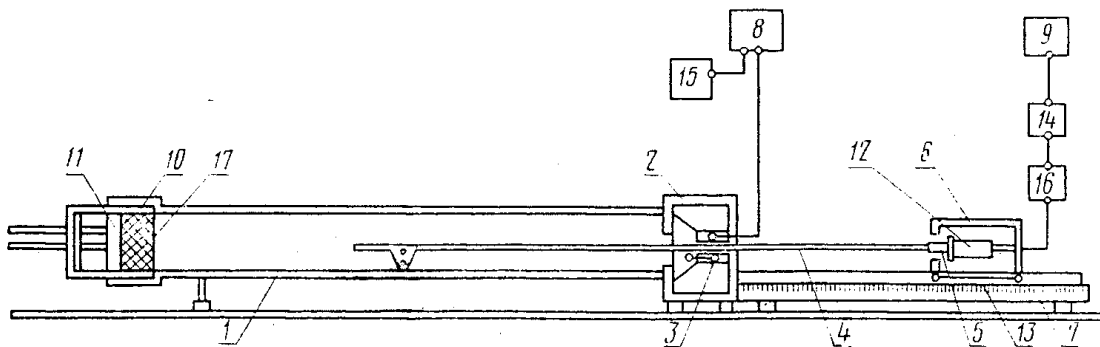
В современном мире остро стоит проблема снижения вредного влияния техногенного шума и вибраций на здоровье человека и окружающую его среду, вследствие чего бурно развивается индустрия производства ограждающих и конструкционных материалов и элементов конструкций с высокими звукопоглощающими свойствами для применения в области строительства и транспорта. В этом направлении активно работают многие передовые страны мира [1-5]. Важным этапом создания звукопоглощающих материалов является контроль звукопоглощающих свойств в процессе их проектирования и производства.

Пеноалюминий в силу своей ячеистой структуры обладает высокими удельными характеристиками прочности. Введение в его структуру элементов, обеспечивающих дополнительные механизмы рассеяния упругих волн, значительно повышает его способность поглощать механические колебания и ударные нагрузки. Это позволяет расширить область применения такого материала, в первую очередь, на строительстве и транспорте. Отработка технологии создания пеноалюминия с указанным комплексом характеристик предполагает их измерение в образцах материала, где сформирована различная структура. Акустической мерой способности материала поглощать звук является нормальный коэффициент звукопоглощения. В работе по результатам акустических измерений проведена оптимизация состава отечественного пеноалюминия, полученного в ИПМ НАН Украины по разным технологиям и имеющего различные добавки и пористость.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ

Для проведения работы в ИПМ НАН Украины создана лабораторная установка для контроля звукопоглощения в материалах. Принцип работы установки отвечает действующему ГОСТу [6]. В соответствии его рекомендациям для оценки степени звукопоглощения материала используют коэффициент нормального звукопоглощения α , измеряемый при помощи акустического интерферометра методом стоячей волны [7].

Структурная схема акустического интерферометра с аналоговым вариантом электронной аппаратуры приведена на рис.1. Прямая упругая волна проходит вдоль оси трубы 1 и падает на образец 17, частично поглощаясь материалом образца и частично отражаясь от его поверхности в сторону излучателя 3, образуя отражённую плоскую бегущую звуковую волну той же частоты. Энергия отражённой волны тем меньше, чем больше поглощение в материале образца 17. Взаимодействие прямой и отражённой волн приводит к образованию стоячей звуковой волны, в которой образуются зоны наибольших (пучности) и наименьших (узлы) амплитуд давления стоячей звуковой волны. По измеренным максимальным и минимальным значениям амплитуды давлений звуковой волны определяют ту часть энергии, которая поглощается в образце и ту, которая отражается от его поверхности для данной частоты звука. Аналоговая электронная аппаратура была использована для проверки, отладки и настройки виртуального варианта электронной части интерферометра.



- 1 – металлическая труба, 2 – коробка, 3 – громкоговоритель, 4 – микрофонный щуп,
 5 – резиновая диафрагма, 6 – микрофонная тележка, 7 – направляющая рейка,
 8 – низкочастотный генератор, 9 – электронный вольтметр, 10 – обойма, 11 – поршень,
 12 – микрофон, 13 – указатель отсчета, 14 – акустический фильтр, 15 – частотомер,
 16 – микрофонный усилитель, 17 – образец.

Рис.1.

Измерение максимальных и минимальных значений амплитуды проводилось с применением комплекса виртуальных измерительных приборов, который позволял определять степень поглощения энергии звука в материалах в диапазоне частот от 200 Гц до 5000 Гц с последующей обработкой результатов этих измерений.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ АКУСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

В ИПМ НАНУ создан ряд новых материалов с пористостью 50...80% и плотностью 0.64...1,00 на основе алюминия (далее пенокомпозит). Пенокомпозит, в силу своей ячеистой структуры и низкой плотности, обладает многофункциональными свойствами, но наиболее ярко выделяется способность пенокомпозита поглощать в своем объеме механические колебания и ударные нагрузки.

На рис.2а представлена зависимость нормального коэффициента звукопоглощения α от частоты при различном значении пористости материала. Как видно из представленных выше зависимостей, нормальный коэффициент звукопоглощения не

превышает 0,5 для образцов пенокомпозита с пористостью 0,78, а для образцов с меньшей пористостью величина звукопоглощения еще ниже. Это происходит в силу того, что поглощающая поверхность пенокомпозита имеет малую шероховатость, поэтому энергия акустической волны в значительной степени отражается от поверхности образца. Поры в теле образца являются закрытыми и слабо участвуют в процессе звукопоглощения.

Для увеличения нормального коэффициента звукопоглощения была проведена дополнительная технологическая операция поджата образцов по высоте на 10...12%. Результаты испытаний после поджата приведены на рис.2 (б-в). Здесь для сравнения приведены зависимости нормального коэффициента звукопоглощения α от частоты при различном значении пористости материала после поджата образцов и до.

Поджатие пенокомпозита приводит к изменению внутренней структуры материала, частичному разрушению перегородок между порами и частичному открытию ряда пор. В результате данной технологической операции значительно возросла способность пенокомпозита поглощать и рассеивать в объеме материала энергию акустической волны.

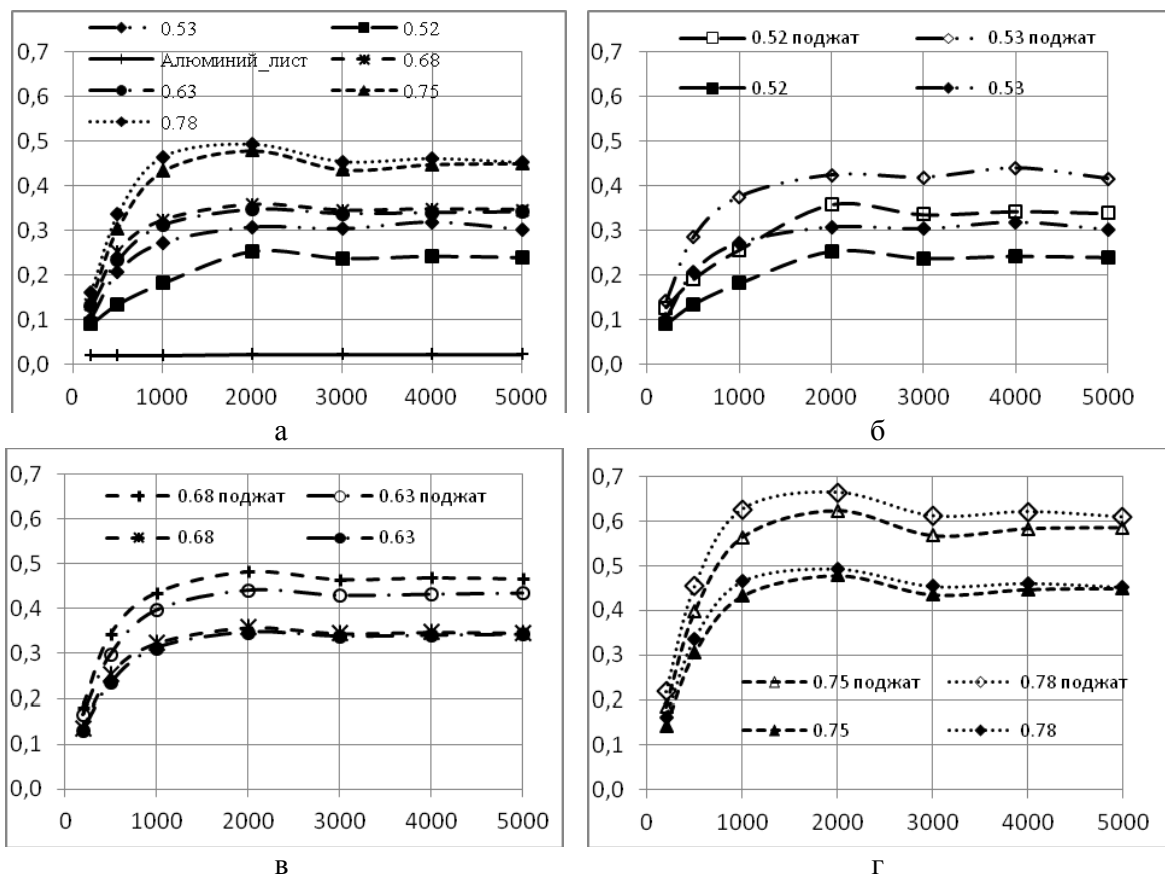


Рис.2.

Нормальный коэффициент звукопоглощения повысился в измеряемом диапазоне частот в среднем на 34%.

3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Таким образом, измерение нормального коэффициента звукопоглощения α на акустическом интерферометре в материалах с различными структурными свойствами позволило оптимизировать состав пенокомпозита, полученного по различным технологиям и имеющим различные добавки и пористость и подобрать технологические параметры производства для получения материалов с максимальными звукопоглощающими свойствами.

Введение в структуру пенокомпозита элементов, обеспечивающих дополнительные механизмы рассеяния упругих волн, значительно повышает его способность поглощать механические колебания и ударные нагрузки, расширяя область применения такого материала, в первую очередь в строительстве и на транспорте.

ВЫВОДЫ

В работе на примере пеноалюминия показаны возможности использования акустического интерферометра для отработки технологии создания материала с высоким звукопоглощением.

Дальнейшее развитие работ в этом направлении может быть связано с совершенствованием методики для расширения типоразмеров образцов и диапазона измеряемых частот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микульский В.Г., Горчаков Г.И., Козлов В.В. и др. Строительные материалы. Материаловедение и Технология. – М.: АСВ, 2002. – 536с.
2. Markaki A.E., Clyne T.W. The effect of cell wall microstructure on the deformation and fracture of aluminium-based foams // *Acta Mater.* – 2001. – V. 49. – P. 1677-1686.
3. Nakamura T., Gnyloskurenko S.V., Sakamoto K., Byakova A.V., Insikava R. Development of New Foaming Agent for Metal Foam // *Materials Transactions.* – 2002. – V. 43. No 5. – P.1101-1196.
4. Porouse Metals and Metallic Foams (MetFoam 2007) / Edited by L. Ph. Lefebvre, J.Banhart, David C, Dunand. – Montreal: DEStech Publications, Inc., 2007. – 530 p.
5. *Alporas Aluminium Foam: production process, properties, and applications* / T.Mioshi, M.Itoh, S.Akiama, A.Kitahara // *Advanced engineering materials.* – 2000 – Vol. 2, 4. – p.179-183.
6. ГОСТ 16297-80 «Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие. Методы испытаний» - М.: 1980.-12с.
7. *Беранэк Л.* Акустические измерения. – М.: Издательство иностранной литературы. 1952. – 326с.