

С.Н. ОВСЯННИКОВ^{1,2}, О.В. ЛЕЛЮГА^{1,2}, А.С. САМОХВАЛОВ^{1,2},
Е.А. ЛЫМАРЕВА^{1,2}, Т.С. БОЛЬШАНИНА^{1,2}

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

²Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, г. Москва, Россия

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГО-ДИССИПАТИВНЫХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ И ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. Аналитическое решение задачи прохождения звука и вибрации по конструкциям и через стыки требует определения упруго-диссипативных свойств конструкционных и герметизирующих материалов светопрозрачных конструкций: динамического модуля упругости и коэффициента потерь. В данной работе исследованы и экспериментально установлены параметры динамического модуля упругости и коэффициента потерь некоторых строительных материалов в сравнении с ранее полученными данными других авторов. Для автоматизации и повышения точности измерения модуля упругости и коэффициента потерь конструкционных материалов была использована методика измерения с применением программного обеспечения и измерительной аппаратуры Zetlab. При проведении измерений динамического модуля упругости герметизирующих материалов применялось измерительное оборудование компании LDS. Получены уточненные значения динамического модуля упругости и коэффициента потерь материалов.

Ключевые слова: звукоизоляция, динамический модуль упругости, коэффициент внутренних потерь, резонансная частота, светопрозрачные конструкции.

S.N. OVSYANNIKOV^{1,2}, O.V. LELYUGA^{1,2}, A.S. SAMOKHVALOV^{1,2},
E.A. LYMAREVA^{1,2}, T.S. BOLSHANINA^{1,2}

¹Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

²Research Institute of building physics of the Russian academy of architecture and building sciences, Moscow, Russia

EXPERIMENTAL STUDIES OF ELASTIC-DISSIPATIVE PROPERTIES OF STRUCTURAL AND SEALING MATERIALS OF TRANSLUCENT STRUCTURES

Abstract. The analytical solution of the problem of sound and vibration passage through structures and joints requires determining the elastic-dissipative properties of structural and sealing materials of translucent structures: the dynamic modulus of elasticity and loss factor. In this paper, the parameters of the dynamic modulus of elasticity and loss coefficient of some well-known building materials are investigated and experimentally established in comparison with previously obtained data from other authors. To automate and accurately measure the coefficient of dynamic characteristics of materials, a measurement technique was used, using Zetlab software and measuring equipment. When measuring the dynamic modulus of elasticity of sealing materials, LDS measuring equipment was used. The refined values obtained for the dynamic modulus of elasticity and the loss factor of materials allow them to be used in vibroacoustic calculations of translucent structures.

Keywords: sound insulation, dynamic modulus of elasticity, internal loss coefficient, resonance frequency, translucent structures.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванова А.В., Кочкин Н.А., Шубин И.Л., Кочкин А.А. Проектирование звукоизоляции двойных ограждающих конструкций из слоистых элементов с вибропоглощением // Жилищное строительство. 2022. № 6. С. 3-7.
2. Мониц Д.В. Методология расчета звукоизоляции и разработки рациональных конструктивных решений легких ограждающих конструкций // Приволжский научный журнал. 2022. № 1 (61). С. 52-61.
3. Кочкин А.А., Шашкова Л.Э., Кочкин Н.А., Иванова А.В. Способы повышения звукоизоляции ограждающих конструкций зданий // Приволжский научный журнал. 2022. № 1 (61). С. 41-51.
4. Monich D.V., Matveeva I.V., Grebnev P.A., Kuzmin D.S. Research of the influence of geometric parameters of rooms for sound insulation of lightweight partitions // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2022. No. 3 (55). Pp.7-18.
5. Лелюга О.В. Теоретические и экспериментальные исследования виброакустических систем с малым количеством элементов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 144-157.
6. Овсянников С.Н., Большанина Т.С. Статистическая энергетическая модель прохождения внешнего шума в помещения здания // Жилищное строительство. 2021. № 11. С. 34-39.
7. Овсянников С.Н., Самохвалов А.С. Виброакустический подход к расчету звукоизоляции многослойных остеклений. Материалы XI Международной научно-практической конференции «Инвестиции, градостроительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения». Томск, 2021. С. 410-416.
8. Cremer L., Heckl M., Ungar E. Structure-borne sound. Springer Verlag, 1973. 528 p.
9. Овсянников С.Н. Распространение звуковой вибрации в гражданских зданиях. Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2000. 378 с.
10. Боголепов И.И. Промышленная звукоизоляция. Л.: Судостроение, 1986. 368 с.
11. Юдин Е.Я., Осипов Г.Л., Федосеева Е.Н. и др. Звукопоглощающие звукоизоляционные материалы. М.: Стройиздат, 1966. 248 с.
12. Крейтан В.Г., Смирнов А.Е., Симбирский В.И. Методика и результаты исследований коэффициентов потерь на крупных бетонных образцах. Жилищно-гражданское строительство (отечественный и зарубежный опыт): Экспресс-информация. ЦНТИ Госгражданстроя. 1983. Вып. 6. С. 15-20.
13. Heckl M.A. Investigation on the vibration of grillages and other simple beam structures. J. of the Acoustical Society of America. 1964. V. 36. No. 7. Pp. 1335-1343.
14. Старцева О.В. Теоретические и экспериментальные исследования звукоизоляции перегородок // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 2 (39). С. 176-184.
15. Старцева О.В. Исследование звукоизоляции однослойных и двухслойных перегородок // Жилищное строительство. 2012. № 6. С. 43-46.
16. Овсянников С.Н., Лелюга О.В., Махмудов У.А.У. Исследование модуля упругости конструкционных материалов звукоизолирующих конструкций // Материалы X Международной научно-практической конференции «Инвестиции, строительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения». Томск, 2020. С. 381-387.
17. Kirsten Th., Muller H.W. Berichte des Beirats fur Bauforschung beim Bundesminister fun Wohnungsbau, 13, Korperschall in Gebauden Berlin Ernst & Sohn, 1960.
18. Овсянников С.Н. Лелюга О.В., Махмудов У.А., Щурова Н.Е. Исследование упруго-диссипативных свойств конструкционных материалов ограждающих конструкций // Бюллетень строительной техники. 2020. № 6(1030). С. 28-31.
19. Ovsiannikov S.N., Leliuga O.V., Makhmudov U.A. Experimental studies of the elastic-dissipative properties of structural materials and the calculation of sound insulation of building envelopes based on refined characteristics by the SEA method. International Scientific and Technology Conference "Far East Con". Vladivostok, 2020. Vol. 1079, 042063. 8 p. doi:10.1088/1757-899X/1079/4/042063
20. . Росин Г.С. Установка для измерений динамических характеристик упругих материалов резонансным методом // Заводская лаборатория. 1960. Т. 26. № 10. С. 1180-1181.
21. . Заборов В.И., Росин Г.С. Измерение динамических параметров звукоизолирующих материалов // Акустический журнал. 1961. Т. 7. № 1. С. 92-94.
22. Скрипченко Д.С. Исследование динамических характеристик звукоизоляционных материалов при различных видах нагрузок // Материалы II Международной научной конференция «Молодежь, наука, технологии: новые идеи и перспективы». Томск, 2015. С. 139-142.
23. Овсянников С.Н., Скрипченко Д.С. Исследование звукоизоляционных свойств материалов при различных статических нагрузках // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 4 (364). С. 40-44.

24. Шубин И.Л., Скрипченко Д.С., Кочкин Н.А. Исследование динамических характеристик вибродемпфирующих материалов // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 6 (994). С. 18-19.

REFERENCES

1. Ivanova A.V., Kochkin N.A., Shubin I.L., Kochkin A.A. Proektirovanie zvukoizolyatsii dvoynykh ograzhdayushchikh konstruksii iz sloistykh elementov s vibropogloshcheniem [Sound insulation design for double enclosing structures made of layered elements with vibration absorption]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2022. No. 6. Pp. 3-7. (in rus).
2. Monich D.V. Metodologiya rascheta zvukoizolyatsii i razrabotki ratsional'nykh konstruktivnykh reshenii legkikh ograzhdayushchikh konstruksii [Methodology for calculating sound insulation and developing rational design solutions for lightweight building envelopes]. *Privolzhsky scientific journal*. 2022. No. 1 (61). Pp. 52-61. (in rus).
3. Kochkin A.A., Shashkova L.E., Kochkin N.A., Ivanova A.V. Sposoby povysheniya zvukoizolyatsii ograzhdayushchikh konstruksii zdaniy [Methods for improving the sound insulation of building envelopes]. *Privolzhsky scientific journal*. 2022. No. 1 (61). Pp. 41-51. (in rus).
4. Monich D.V., Matveeva I.V., Grebnev P.A., Kuzmin D.S. Research of the influence of geometric parameters of rooms for sound insulation of lightweight partitions. *Russian Journal of Building Construction and Architecture*. 2022. No. 3 (55). Pp. 7-18.
5. Lelyuga O.V. Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya vibroakusticheskikh sistem s malym kolichestvom elementov [Theoretical and experimental studies of vibroacoustic systems with a small number of elements]. *Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2019. Vol. 21. No. 3. Pp. 144-157. (in rus).
6. Ovsyannikov S.N., Bolshanina T.S. Statisticheskaya energeticheskaya model' prokhozheniya vneshnego shuma v pomeshcheniya zdaniya [Statistical energy model of the passage of external noise into the premises of the building]. *Housing construction*. 2021. No. 11. Pp. 34-39. (in rus).
7. Ovsyannikov S.N., Samokhvalov A.S. Vibroakusticheskii podkhod k raschetu zvukoizolyatsii mnogosloinykh osteklenii [Vibroacoustic approach to the calculation of sound insulation of multi-layer glazing]. *Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference "Investments, urban planning, real estate as drivers of the socio-economic development of the territory and improving the quality of life of the population."* Tomsk, 2021. Pp. 410-416.
8. Cremer L., Heckl M., Ungar E. *Structure-borne sound*. Springer Verlag, 1973. 528 p.
9. Ovsyannikov S.N. *Rasprostraneniye zvukovoi vibratsii v grazhdanskikh zdaniyakh* [Propagation of sound vibration in civil buildings]. Tomsk: Publishing House of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, 2000. 378 p. (in rus).
10. Bogolepov I.I. *Promyshlennaya zvukoizolyatsiya* [Industrial soundproofing]. L.: Shipbuilding, 1986. 368 p. (in rus).
11. Yudin E.Ya., Osipov G.L., Fedoseeva E.N. etc. *Zvukopogloshchayushchie zvukoizolyatsionnye materialy* [Sound-absorbing sound-proof materials]. Moscow: Stroyizdat, 1966. 248 p. (in rus).
12. Kreitan V.G., Smirnov A.E., Simbirsky V.I. Metodika i rezul'taty issledovaniy koeffitsientov poter' na krupnykh betonnykh obraztsakh [Methodology and results of studies of loss factors on large concrete samples]. *Housing and civil construction (domestic and foreign experience): Express information*. TsNTI Gosgrazhdanstroy. 1983. Issue. 6. Pp. 15-20. (in rus).
13. Heckl M.A. Investigation on the vibration of grillages and other simple beam structures. *J. of the Acoustical Society of America*. 1964. V.36. No. 7. Pp.1335-1343.
14. Startseva O.V., Ovsyannikov S.N. Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya zvukoizolyatsii peregorodok [Theoretical and experimental studies of sound insulation of partitions]. *Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2013. No. 2 (39). Pp. 176-184. (in rus).
15. Startseva O.V., Ovsyannikov S.N. Issledovanie zvukoizolyatsii odnosloinykh i dvukhsloinykh peregorodok [Study of sound insulation of single-layer and two-layer partitions]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2012. No. 6. Pp. 43-46. (in rus).
16. Ovsyannikov S.N., Lelyuga O.V., Makhmudov U.A.U. Issledovanie modulya uprugosti konstruksionnykh materialov zvukoizoliruyushchikh konstruksii [Study of the modulus of elasticity of structural materials of soundproof structures]. *Materialy X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Investitsii, stroitel'stvo, nedvizhimost' kak draivery sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya territorii i povysheniya kachestva zhizni naseleniya»* [Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference "Investments, construction, real estate as drivers of the socio-economic development of the territory and improving the quality of life of the population"]. Tomsk, 2020. Pp. 381-387.
17. Kirsten Th., Muller H. W. *Berichte des Beirats fur Bauforschung beim Bundesminister fun Wohnungsbau*, 13, Korperschall in Gebauden Berlin Ernst & Sohn, 1960.
18. Ovsyannikov S.N., Lelyuga O.V., Makhmudov U.A., Shchurova N.E. Issledovanie uprugo-dissipativnykh svoystv konstruksionnykh materialov ograzhdayushchikh konstruksii [Investigation of elastic-dissipative properties of structural materials of building envelopes]. *Bulletin of building technology*. 2020. No. 6(1030). Pp. 28-31. (in rus).

19. Ovsiannikov S.N., Leliuga O.V. and Makhmudov U.A. Experimental studies of the elastic-dissipative properties of structural materials and the calculation of sound insulation of building envelopes based on refined characteristics by the SEA method. International Scientific and Technology Conference "Far East Con". Vladivostok, 2020. Vol. 1079, 042063. 8 p. doi:10.1088/1757-899X/1079/4/042063

20. Rosin G.S. Ustanovka dlya izmerenii dinamicheskikh kharakteristik uprugikh materialov rezonansnym metodom [Installation for measuring the dynamic characteristics of elastic materials by the resonance method]. Zavodskaya laboratoriya. 1960. Vol. 26. No. 10. Pp. 1180–1181. (in rus).

21. Zaborov V.I., Rosin G.S. Izmerenie dinamicheskikh parametrov zvukoizoliruyushchikh materialov [Measurement of dynamic parameters of soundproofing materials] // Akusticheskiy zhurnal. 1961. Vol. 7. No. 1. Pp. 92–94. (in rus).

22. Skripchenko D.S. Issledovanie dinamicheskikh kharakteristik zvukoizolyatsionnykh materialov pri razlichnykh vidakh nagruzok [Study of the dynamic characteristics of soundproof materials under various types of loads] Materialy II Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsiya «Molodezh', nauka, tekhnologii: novye idei i perspektivy» [Proceedings of the II International Scientific Conference "Youth, Science, Technology: New Ideas and Perspectives"]. Tomsk, 2015. Pp. 139–142.

23. Ovsyannikov S.N., Skripchenko D.S. Issledovanie zvukoizolyatsionnykh svoystv materialov pri razlichnykh staticheskikh nagruzkakh [Research of sound-proof properties of materials under various static loads. Izvestiya of higher educational institutions]. Technology of the textile industry. 2016. No. 4 (364). Pp. 40-44. (in rus).

24. Shubin I.L., Skripchenko D.S., Kochkin N.A. Issledovanie dinamicheskikh kharakteristik vibrodempfiruyushchikh materialov [Study of the dynamic characteristics of vibration-damping materials // BST: Bulletin of construction equipment]. 2017. No. 6 (994). Pp. 18-19. (in rus).

Информация об авторах:

Овсянников Сергей Николаевич

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Архитектура гражданских и промышленных зданий». Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН, г. Москва, Россия, главный научный сотрудник.
E-mail: ovssn@tsuab.ru

Лелюга Ольга Владимировна

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Архитектура гражданских и промышленных зданий». Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН, г. Москва, Россия, старший научный сотрудник.
E-mail: olga.startseva27@gmail.com

Самохвалов Александр Сергеевич

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, старший преподаватель кафедры «Архитектура гражданских и промышленных зданий». Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН, г. Москва, Россия, ведущий инженер.
E-mail: tomsk117@mail.ru

Лымарева Евгения Александровна

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, старший преподаватель кафедры «Архитектура гражданских и промышленных зданий». Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН, г. Москва, Россия, инженер.
E-mail: evgeniya.lymareva@gmail.com

Большанина Таисия Сергеевна

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, старший преподаватель кафедры «Архитектура гражданских и промышленных зданий». Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН, г. Москва, Россия, инженер.
E-mail: bolshandinats@gmail.com

Information about authors:

Ovsyannikov Sergey N.

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russia,
doctor of technical sciences, professor, head of the department «Architecture of Civil and Industrial Buildings».
Research Institute of building physics of the Russian academy of architecture and building sciences, Moscow, Russia
chief scientific researcher.
E-mail: e-mail: ovssn@tsuab.ru

Lelyuga Ol'ga V.

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russia,
candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of «Architecture of Civil and Industrial Buildings».
Research Institute of building physics of the Russian academy of architecture and building sciences, Moscow, Russia,
senior researcher researcher.
E-mail: olga.startseva27@gmail.com

Samokhvalov Aleksandr S.

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russia,
senior lecturer of the department of «Architecture of Civil and Industrial Buildings».
Research Institute of building physics of the Russian academy of architecture and building sciences, Moscow, Russia,
leading engineer.
E-mail: tomsk117@mail.ru

Lymareva Evgenia Al.

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russia,
senior lecturer of the department of «Architecture of Civil and Industrial Buildings».
Research Institute of building physics of the Russian academy of architecture and building sciences, Moscow, Russia,
engineer.
E-mail: evgeniya.lymareva@gmail.com

Bolshanina Taisya S.

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russia,
senior lecturer of the department of «Architecture of Civil and Industrial Buildings».
Research Institute of building physics of the Russian academy of architecture and building sciences, Moscow, Russia,
engineer.
E-mail: bolshaninats@gmail.com