

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SOUND ABSORPTION COEFFICIENTS OF DIFFERENT WALL COVERINGS¹⁰

Assist. Prof. Nikolay Kovachev, PhD

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering
“Angel Kanchev” University of Ruse, Bulgaria
Phone: +359 82 888 498
E-mail: nkovachev@uni-ruse.bg

Assos. Prof. Plamen Manev, PhD

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering,
“Angel Kanchev” University of Ruse, Bulgaria
Tel.: +359 82 888 485
E-mail: pmanev@uni-ruse.bg

Abstract: *In the paper, the efficiency of sound absorption for different types of wall coverings and facings is studied. The research was done under the design process of a semi-anechoic chamber for evaluation and analysis of the noise emitted by different hydraulic and thermodynamic systems. The approach is based on standardized methodologies for studying the sound absorption coefficients as a function of frequency divided into octave frequency bands. Based on the results of this study, a reasoned choice of material for interior cladding of the walls of a noise test room can be made and a predictive assessment of its effectiveness can be made.*

Keywords: *Sound absorption coefficients; Anechoic and Semi-anechoic room, Nois level, Sound power level, Sound presure Methods, Model.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Шумът в околната среда е важен хигиенен и диагностичен фактор. Това прави важно неговото изследване и нормиране в синхрон с най-новите изследвания. Разработването на системи и устройства за опазване на околната среда и оценката на тяхната работа са тясно свързани с емитирания шум. За нуждите на разработваната в Русенски Университет полубезехова шумова камера, е извършено изследване на звукопоглъщането на няколко типа стенни покрития (Hassall, J.R.& K. Zaveri. 1988; Ruiz, R 2015; Vaseghi, S. V. 2006)

Целта на работата е да се извърши оценка на ефективността на звукопоглъщане на 3 типа стенни покрития – твърда метална стена, дървесно-влакнеста плоча – ДВП, гофриран фибран. Задачите, които следва да бъдат решени са следните:

- Разработване на методика за провеждане на изпитванията;
- Извършване на шумови измервания и определяне на степента на звукопоглъщане на 3 типа стенни покрития;
- Оценка на получените резултати и аргументиране избора съответните покрития, използвани при изграждането на шумова камера;

ИЗЛОЖЕНИЕ

Методика за провеждане на експериментални изпитвания на шум

Методиката за измерване включва оценка на шум, който се отразява от опитен образец от съответния материал, използван за стенно покритие. За извършване на изпитването е използвано помещение, разделено на 2 посредством твърда стена. Като в нея има проход, позволяващ преминаване на звуковото вълни от едната в другата част на помещението.

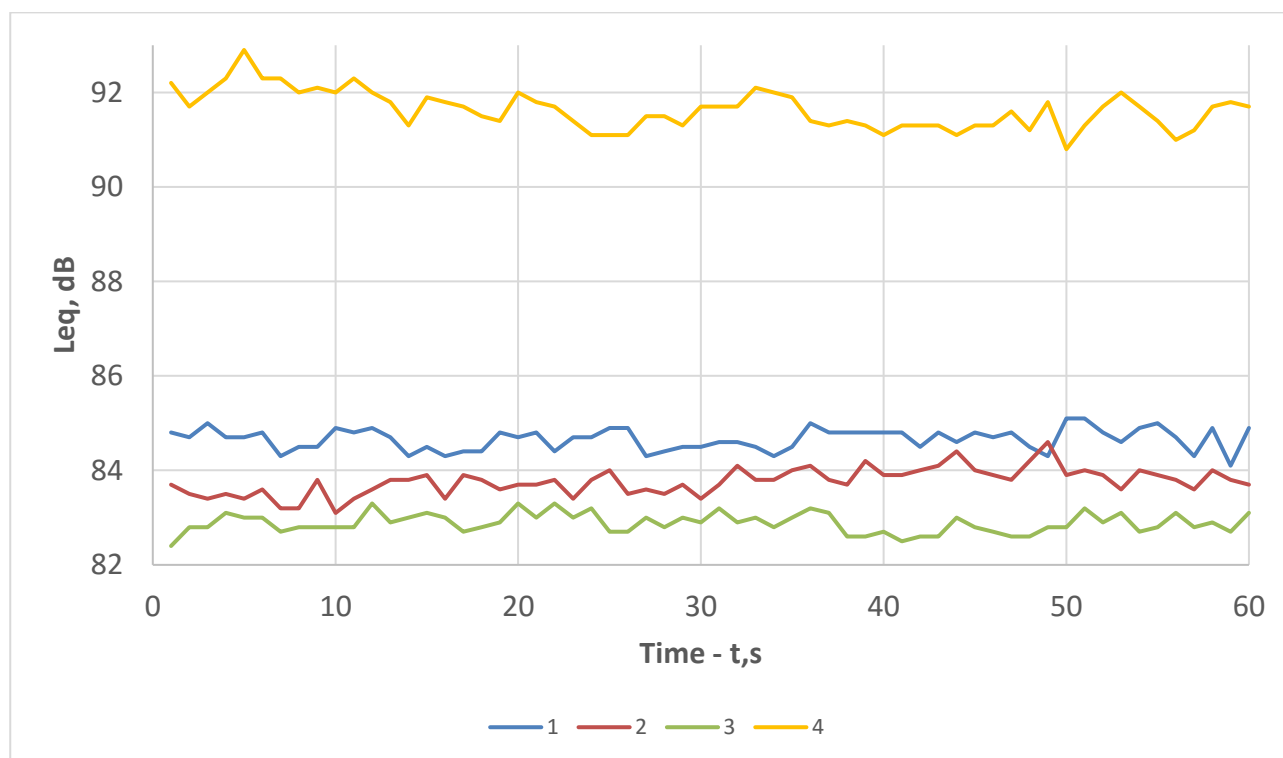
¹⁰ Докладът е представен на онлайн сесията на секция „Екология и опазване на околната среда“ на 13 ноември 2020 г. с оригинално заглавие на български език: СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА КОЕФИЦИЕНТИТЕ НА ЗВУКОПОГЛЪЩАНЕ НА РАЗЛИЧНИ СТЕННИ ПОКРИТИЯ

В тази зона на свободно преминаване и отразяване на звуковите вълни се разполага изпитвания материал. Отразеният звук се измерва с шумомер. Използван е шумомер SVANTEK 971, разположен в свободно звуково поле над звукоотразяваща повърхност на височина 1,2 m от пода. Той е от I клас на точност и позволява оценка на шума по скала A, както и октавните честотни ленти. Извършени са измервания с продължителност 1 min. Времето за осредняване на стойностите е 1 s, така че за всяко измерване са получени 60 стойности. За определяне на разпределението на стойностите по нормален закон, са направени допълнителни измервания, така че общият брой стойности, които са получени е 180. Освен отразеният звук от покривната повърхност, в извършен анализ на емисиите, като шумомерът е разположен на 1 m от контура на машината. За източник на звук е използван електрически компресор с работно налягане 1,2 МРа. На мястото на отразяване на звука от компресорния агрегат, към съседното помещение, се поставят образци на материалите, за които се прави сравнителен анализ (EN ISO 3745 2012(E); ISO 26101: 2017(en); ISO 3745: 2012).

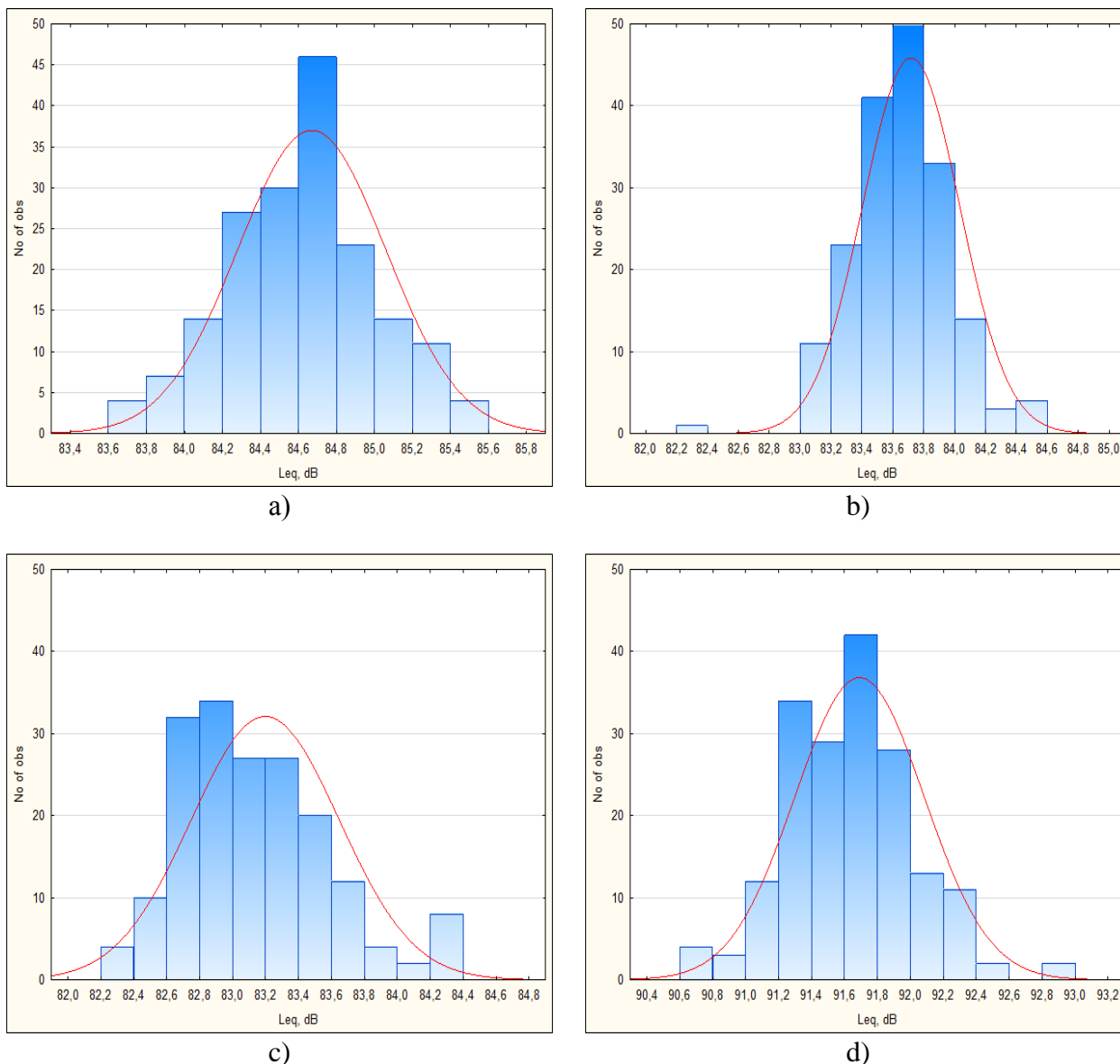
След извършване на измерванията, данните се обработват. Използван е софтуерен продукт SVAN++. В табличен вид данните се прехвърлят в MS EXCELL и STATISTIKA 10. В работна среда на посочените софтуерни продукти са извършени анализите и визуалното представяне на стойностите.

Анализ на резултатите

На Фигура 1. е представена динамиката на нивата на звуково налягане по скала A за време на измерването 60 секунди, при 3 типа стенни покрития: 1-1 за твърда метална стена; 1-2 за дървесно-влакнеста плоча; 1-3 за гофриран фибран с дебелина 3 cm и 1-4 за емисиите. Кривите показват известна дисперсия около средните стойности. Която обаче остава стабилна и позволява провеждането на експеримента. Най-отчетлива е при нивата на емисиите. Те варират от стойности за $Leq=94,3$ dB до $Leq=91,1$ dB. Очаквано най-стабилна е кривата за нивата на звуковото налягане, получени след отразяване в гофриран фибран, където стойностите варират в диапазон с ширина 1 dB (BDS 12403:1974; Kovachev, N., P. Manev, L. Vladimirov.2007)



Фиг. 1. Динамика на нивата на звуково налягане по скала A за време на измерването 60 секунди, при 3 типа стенни покрития: 1) твърда метална стена; 2) дървесно-влакнеста плоча; 3) гофриран фибран с дебелина 3 cm и 4) емисии



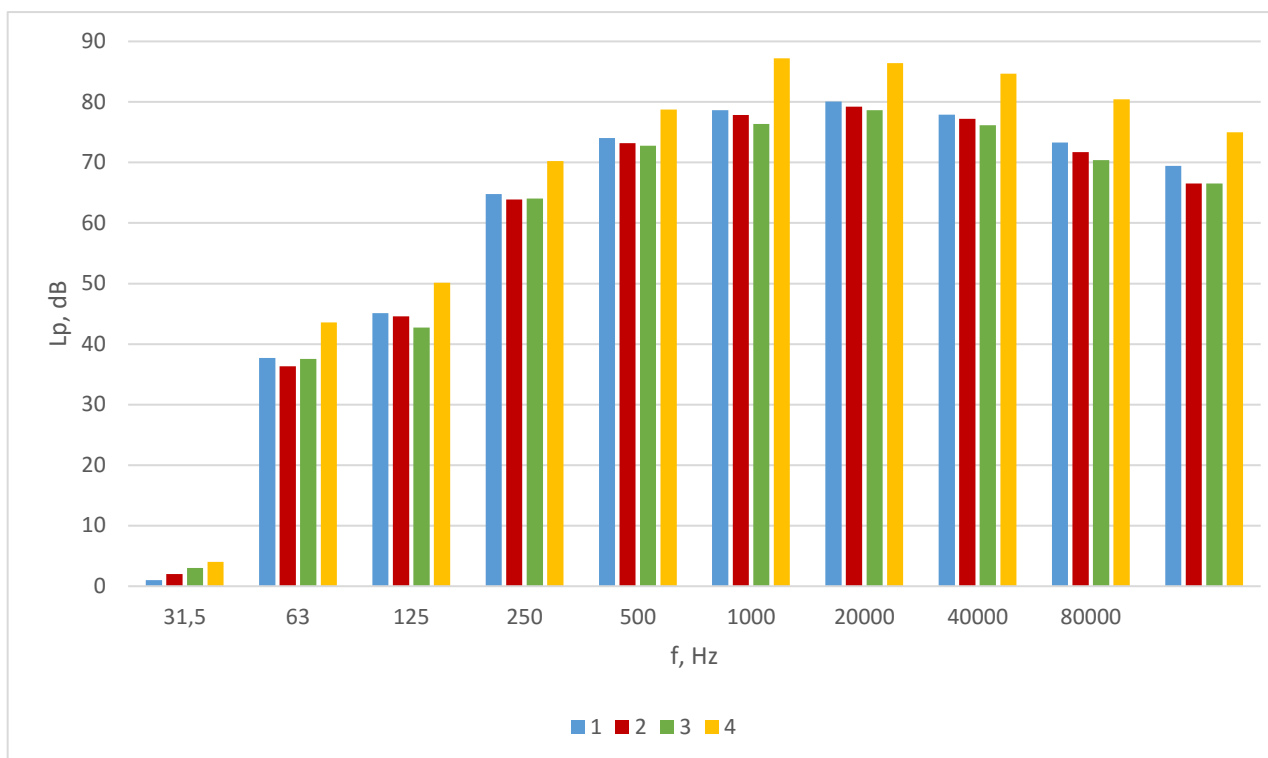
Фиг. 2. Разпределение на стойностите на нивата на звуково налягане по време на измерване с продължителност 60 секунди, при 3 типа стенно покрития: а) твърда метална стена; б) дървесно-влакнеста плоча; в) гофриран фибран с дебелина 3 cm и д) емисии

Детайлен анализ на разпределението на стойностите е представен на хистограмите на фиг. 2.

Разпределението на стойностите на нивата на звуково налягане по време на измерване с продължителност 180 секунди е по нормален закон.

Фигура 2а) показва разпределението на стойностите при отразяване от твърда метална стена; 2б) при дървесно-влакнеста плоча; 2в) гофриран фибран с дебелина 3 cm и 2г) емисии. Веднага се вижда, че най-неравномерно са разпределени стойностите на фигура 2в). Там стойностите обаче са и най-ниски. На първата графика се наблюдава отчетлив пик на броя на стойностите, като 46 от всички са в диапазона $Leq=84,6$ до $84,8$ dB. Подобен резултат се наблюдава и на Фигура 2б, където 50 от всички стойности са в диапазона $Leq=83,6$ до $83,8$ dB.

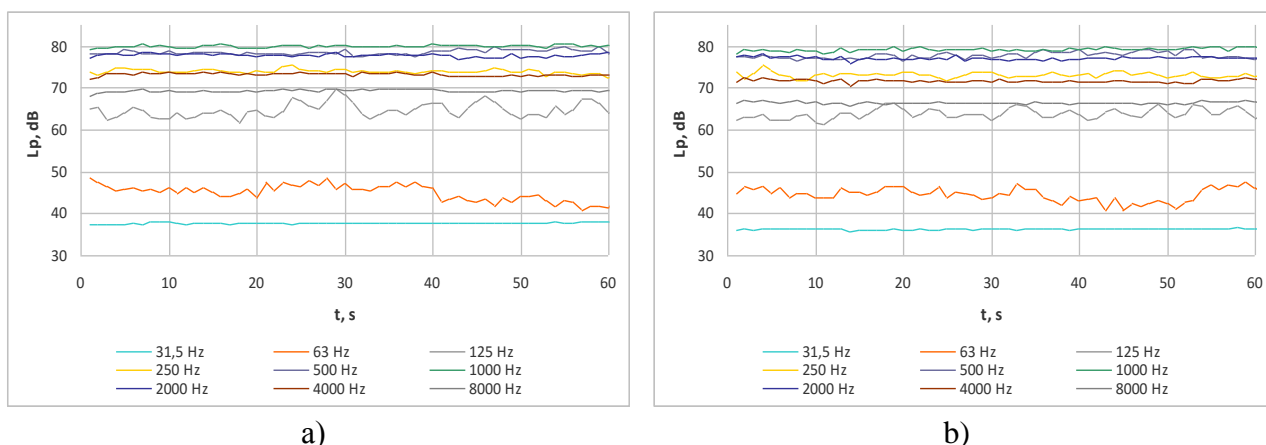
На фигура 3 е представено спектрално разпределението на стойностите на нивата на звуково налягане в октавни честотни ленти с широчина 1 октава, осреднени за време 60 секунди, при 3 типа стенно покрития: 3-1) твърда метална стена; 3-2) дървесно-влакнеста плоча; 3-3) гофриран фибран с дебелина 3 cm и 3-4) емисии.

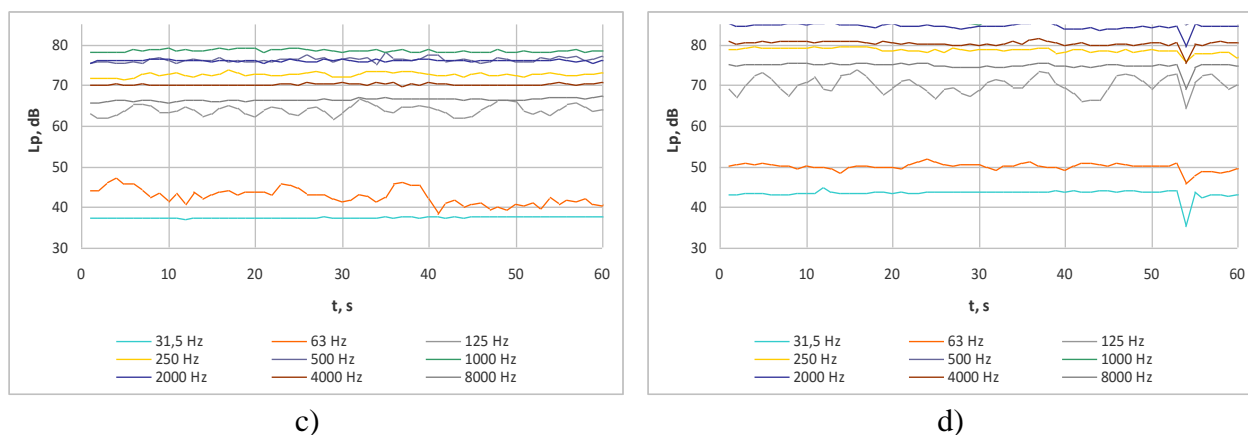


Фиг. 3. Спектрално разпределението на стойностите на нивата на звуково налягане в октавни честотни ленти, осреднени за време 60 секунди, при 3 типа стенно покрития: 1) твърда метална стена; 2) дървесно-влакнеста плоча; 3) гофриран фибран с дебелина 3 cm и 4) емисии

Най-интересни наблюдения на тази графика, освен разпределението на нивата във функция от честотата е спектралният състав в отделните ленти. Докато при честотна лента с широчина една октава и централна средногеометрична честота 250 и 500 Hz, стойностите са почти еднакви – около 65 и 73 dB, съответно, то при намаляване на честотата намалява ефекта от използването на горфирания фибран. Във всички честоти се вижда значителната разлика на нивата от емисиите, с тези, след отразяване от звукопоглъщащ материал (Kovachev, N., P. Manev, L. Vladimirov.2012)

Детайлен анализ на динамиката на нивата на звуковото налягане за всяка октавна честотна лента при измерване с продължителност 60 секунди е представена на фигура 4. За всеки отделен материал е показано изменението и стабилността на кривите.





Фиг. 4. Динамика на нивата на звуково налягане в отделните октавни честотни ленти, по време на измерването с продължителност 60 секунди, при 3 типа стенни покрития:
 а) твърда метална стена; б) дървесно-влакнеста плоча;
 с) гофриран фибран с дебелина 3 cm; д) емисии

На тези фигури се наблюдава значителна динамика, която обаче се дължи на работата на машината, използвана за генератор на изследвания шум.

При анализ на графиките могат да се напарвят следните изводи:

- Най-отчетлив ефект на звукопоглъщане се наблюдава при честота 1000 Hz. Разликата между нивата на емисиите и отразените нива при използване на гофриран фибран са над 10 dB.
- При ниските честоти е необходимо използването на друг метод за шумопотискане. Там разликите са от порядъка на 4-5 dB и по-ниски.
- Има значение използвания материал за стенни покрития, като е необходимо да се изследват и други типове материали, тъй като разликата в някои октавни честотни ленти е незадоволителна. И стойностите на разликата са незначителни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Камерите за шумови изпитвания са полезни съоръжения, които позволяват ограничаване на зоната на измерване и създават условия, наподобяващи свободно звуково поле, на минимална площ. Това се постига чрез покриване на вътрешните стени на новоизградените помещения с звукопоглъщащ материал. Така отразенията звук е минимален и той не влияе върху получените резултати.

В направеното изследване е установено влиянието върху отразения звук на 3 типа стенни покрития: а) твърда метална стена; б) дървесно-влакнеста плоча; с) гофриран фибран с дебелина 3 cm. Получените резултати показва, че най-отчетлив ефект на звукопоглъщане се наблюдава при честота 1000 Hz, като там разликата между нивата на емисиите и отразените нива при използване на гофриран фибран са над 10 dB. При ниските честоти е необходимо използването на друг метод за шумопотискане. Там разликите са от порядъка на 4-5 dB и по-ниски. Доказано е значението на използвания материал за стенни покрития, като е необходимо да се изследват и други типове материали, тъй като разликата в някои октавни честотни ленти е незадоволителна - стойностите на разликата са незначителни.

REFERENCES

BDS 12403:1974 Centrifugal, axial and vortex pumps. Methods for determining noise and vibration (*Оригинално заглавие: БДС 12403:1974 Помпи центробежни, осови и вихрови. Методи за изпитване на шум и вибрации*).

EN ISO 3745 2012(E) Third edition. Acoustic-determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for anechoic rooms and hemi-anechoic room. 2012, Switzerland.

ISO 26101: 2017(en) Acoustics — Test methods for the qualification of free-field environments

ISO 3745: 2012 Acoustics -Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure -Precision methods for anechoic rooms and hemi-anechoic rooms, International Organization for Standardization

Hassall, J.R., K. Zaveri. (1988). Acoustic noise measurements, June Bruel & Kaer, Sweden

Kovachev, N., (2007) Investigation of the differential noise risk of water centrifugal pump systems. Fourth Scientific Conference “Fire and Emergency Safety’2007“, March 15-16, Sofia, p. 281-286. ISBN 978-954-348-012-8 (**Оригинално заглавие:** *Ковачев Н. Изследване диференциалния риск от шума на уредби с водни центробежни помпи. Четвърта научна конференция "Пожарната и аварийната безопасност". София 15-16 март, Сборник доклади. 2007. с.281-286. ISBN 978-954-348-012-8).*

Kovachev, N., P. Manev, L. Vladimirov. Protection against noise and vibration. Guide for practical exercises. “Mediatech” Publishing house, Pleven, 2012, p. 96, ISBN 978-954-8467-78-8. (**Оригинално заглавие:** *Ковачев Н., П. Мънев, Л. Владимирова. Опазване от шум и вибрации. Ръководство за практически упражнения. Издателство „Медиатех“ Плевен, Издателска база при Русенски университет „Ангел Кънчев“, 2012, стр. 96. ISBN 978-954-8467-78-8).*

Ruiz, R. Design of a Fully Anechoic Chamber. Master’s Degree Project, TRITA-AVE 2015:36, p. 81, ISSN 1651-7660.

Vaseghi, S. V. (2006). Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction. Third edition. John Wiley & Sons Ltd. The Atrium