

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF SEMI-ANECHOIC CHAMBER FOR NOISE ANALYZES<sup>9</sup>

---

### **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](mailto: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](mailto:pmanev@uni-ruse.bg)

**Abstract:** *In the paper, a study of the criteria and requirements for the design of chambers for noise measurement of devices and systems for environmental protection and management has been performed. Based on the obtained results, a similar chamber was designed for the needs of the Department of Heat, hydraulics and environmental engineering within the framework of an internal university project under the NSF. The guidelines for its construction in the next stage of the project are outlined. The semi-anechoic chamber designed in this way will be built on the basis of the Knauf Cubo system by using panels of the Vidiwall XL type, which are characterized by good indicators in terms of external noise insulation and high noise absorption coefficient. There is also a direct connection with an external shaft and an electric motor/s, allowing the transmission of torque and drive of the elements of the tested samples, which at the same time isolates them from background noise.*

**Keywords:** *Anechoic and Semi-anechoic room, Noise level, Sound power level, Sound pressure, Model.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Намаляването на нивото на звуковото налягане е един от основните приоритети при оптимизиране на условията на работната среда, тъй като неблагоприятното въздействие на шума е предпоставка за възникване на рискови ситуации, застрашаващи здравето и живота на работещите. Към момента шумовата безопасност е изключително важен проблем, необосновано игнориран и подценяван, въпреки че редица изследвания (Hassall, J.R., K. Zaveri. 1988) разкриват релацията между шума и множество хронични и професионални заболявания. Един от източниците, които генерират производствен шум са хидравличните системи и компонентите, от които са съставени. Паралелно с това, същите са основен енергиен консуматор, като оценките за електропотреблението от тях възлизат на 1/3 от общото световно количество електроенергия на годишна база (Kovachev, N. 2007).

Целта на работата е да представи и проследи отделните етапи от проектиране и оразмеряване на полу-безехова камера за провеждане на шумови изпитвания на съставни компоненти от хидравлични системи и системи и устройства за опазване на околната среда.

За изпълнението ѝ е необходимо да бъдат изпълнение следните задачи:

- запознаване със стандартизираните изисквания по отношение на изграждането;
- избор на местоположение и интегриране в лаборатория по хидравлични измервания;
- разработване на поне две алтернативни решения и избор на по-целесъобразното от тях за последващо изпълнение.

---

<sup>9</sup> 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: ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗГРАЖДАНЕ НА ПОЛУ-БЕЗЕХОВА КАМЕРА ЗА ШУМОВИ ИЗПИТВАНИЯ

## ИЗЛОЖЕНИЕ

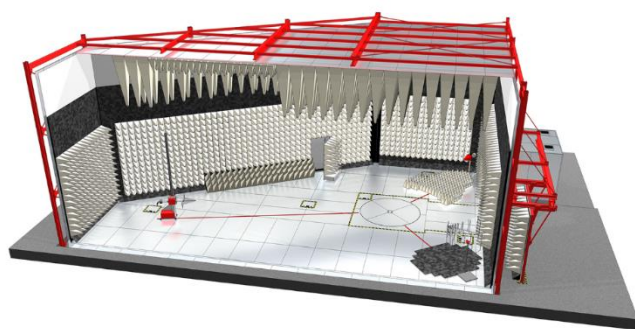
Безеховите камери са специално изградени съоръжения, намиращи приложение при редица акустични изследвания. Характерно за тях е, че в затворена контролирана среда се търсят условия, близки до тези на преминаване на звукова вълна в свободно поле, т.е. поле, в което звукът няма отражения. Основните им приложения са за провеждане на изпитвания в областта на акустиката, електромагнитната съвместимост, медицинско-диагностичните изследвания, свързани със слуха и в промишлеността, при производството на различни машини, с изисквания по отношение на нивото и насочеността на генерирания шум.

Към момента, изискванията на които трябва да отговарят безеховите и полу-безеховите помещения (камери) са регламентирани чрез БДС EN ISO 3745:2012/A1:2017: Акустика. Определяне на нивата на звукова мощност и звукова енергия на източници на шум чрез звуково налягане. Методи от клас на точност 1 за безехови и полубезехови помещения. Изменение 1 (ISO 3745:2012/Amd 1:2017), който отменя и заменя серия стандарти. Аналогични са изискванията и в основния европейския стандарт EN ISO 3745 2012(E), и в руския ГОСТ 31273-2003.

Според гореизброените стандарти за проектиране и изработване на безехови помещения и за да се гарантира точността на измерване, нивото на фоновото звуково налягане в полу-безеховата камера трябва да бъде много ниско – в случая не трябва да надхвърля 10 dB SPL за честоти от 250 Hz до 8 kHz. Това се постига чрез подходящ дизайн и подходяща абсорбираща облицовка на помещението, като и с възможност за контрол на температурата, налягането, влажността на въздуха и нивото на околното звуково налягане.

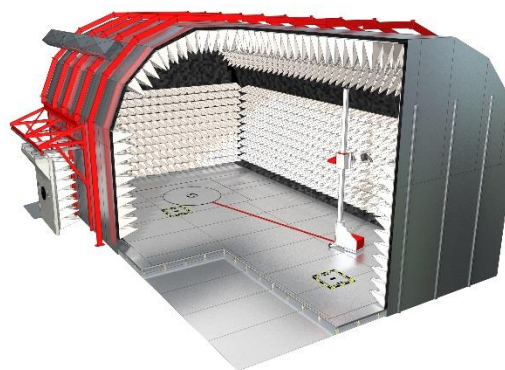
По отношение на размер и формата на камерата няма никакви специални ограничения или изисквания. Препоръчително е да се избягват правилните (кубични) форми, а някои от водещите производители напоследък целенасочено ги избягват (фиг. 1). Единственото определено от стандарта EN ISO 3745 изискване е, че максималния обем на обекта, който може да бъде изследван в камерата, трябва да е в диапазона до 5 % от обема на самата камера.

$$V_{object} \leq 0,05 \cdot V_{chamber} \quad (1)$$



a)

Frankonia SAC-10 Plus Triton  
Semi Anechoic 10 m EMC Chamber with  
multi-axes



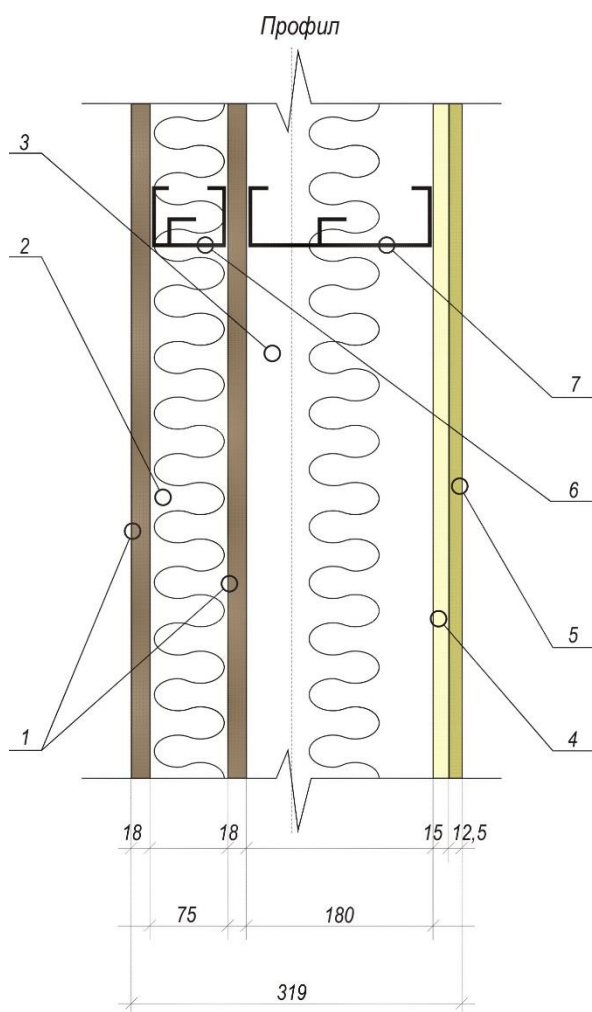
b)

Frankonia SAC-5 Plus  
Semi Anechoic 5 m EMC Chamber with  
dome-shape design

Фиг. 1. Вариантни инженерни решения на FRANKONIA GmbH, Германия

Изискването към абсорбиращата облицовка във вътрешността на камерата е способност за осигуряване на 99 % абсорбиране на акустичната енергия в съответния честотен диапазон, като по този начин се осигурят условия, максимално близки до тези в свободно поле.

Настоящата разработка представя етапите от проектирането и изграждането на полу-безехова камера за шумови изпитвания на компоненти на хидравлични системи и системи за опазване на околната среда за нуждите на катедра „Топлотехника, хидравлика и инженерна екология“. През първия от тях е направен аргументиран избор на местоположение за изграждане, при който бяха отчетени потенциалното влияние на някои от стационарните лабораторни уредби и възможността за интегрирането на съоръжението в цялостния лабораторен комплекс. Разгледана е възможността за използване на участък от монолитна носеща стена с колона и конструктивното ѝ включване в конструкцията на полу-безеховата камера. В процеса на този избор е проучен и опита в изграждането на аналогични съоръжения за подобен тип изследвания на един от водещите производители на хидравлични компоненти в страната – фирма „Капрони“ АД – гр. Казанлък.



Фиг. 2. Сечение на стената на полу-безеховата камера

**Легенда:**

1. ПДЧ (OSB) плоскост - 18 mm;
2. Въздушна междина от 75 mm, запълнена с лека минерална вата;
3. Въздушна междина - 180 mm, запълнена частично с лека минерална вата;
4. Гипсофазерна плоскост - 15 mm;
5. Гипсокартонова плоскост - 12.5 mm;
6. Свързващ тънкослоен метален профил;
7. Свързващ тънкослоен метален профил с дистанционер

В резултат на проведеното проучване местоположението за изграждане е окончателно уточнено. За изпълнението на стените на камерата първоначално е възприет подхода (Djambova, S., S. Pleshkova-Bekjarska, Ts. Nedkov. 2014; Djambova, S., Ts. Nedkov, I. Hristev. (2016), базиран на трислоен панел, състоящ се от две въздушни междини, заключени между три вида плоскости с различна обемна плътност. Характерно за този тип конструкции е, че различните въздушни междини обуславят различни резонанси на системите маса – гъвкавост – маса (фиг. 2).

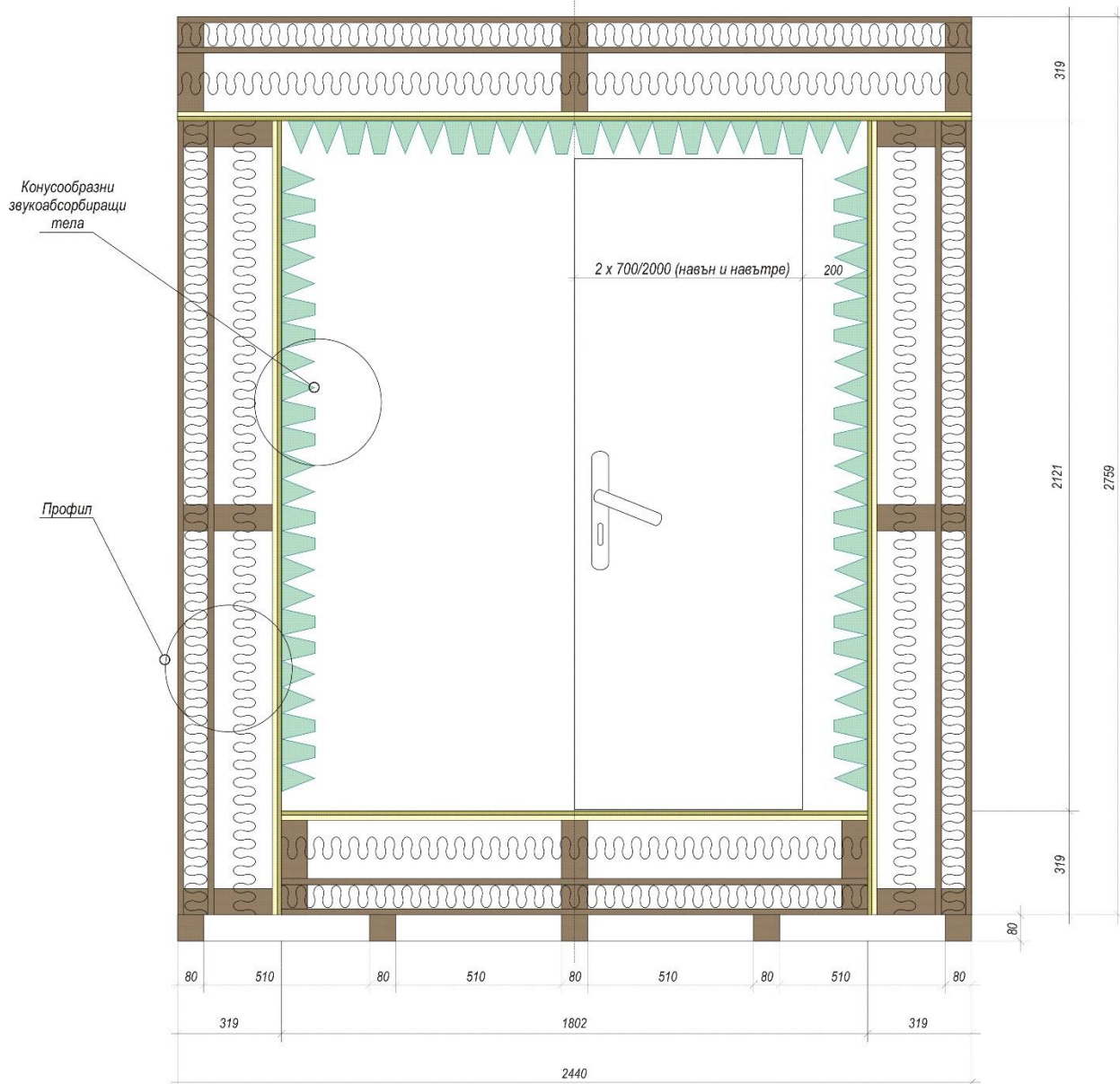
Подобряването на ефективността на звукоизолацията по отношение на ниските честоти се постига чрез увеличаване на втората въздушна междина (180 mm), компенсирайки до известна степен относително ниското тегло на плоскостите.

За подобряване на представянето на звукоизолацията в средния и високите честотни диапазони се препоръчва използване на абсорбиращи материали с пореста структура. В случая се използва пълнител от лека минерална вата, като по-малката междина (75 mm) е запълнена изцяло, а по-голямата (180 mm) – частично.

В резултат от избора на плоскости от материали с различна дебелина, различна обемна плътност, коефициент на Поасон и коефициент на вътрешни загуби се цели да се получат различни собствени честоти на трептене и съответно несъвпадащи резонансни честоти.

За изработването на трислойните сандвич-панели се използват плоскости от ПДЧ (OSB), гипсофазер и гипскартон, а свързката между тях се осъществява с помощта на тънкослойни (0,5 mm) профили и дистанционери от поцинкована ламарина.

Въпреки значителната ефективност (Djambova, S., S. Pleshkova-Bekjarska, Ts. Nedkov. 2014; Djambova, S., Ts. Nedkov, I. Hristev. 2016) при изследване на звукоизолационните свойства на различни строителни материали, при изграждане на камера с аналогична конструкция за изследване на хидравлични компоненти възникват редица трудности, породени преди всичко от значителните габаритни размери и необходимостта от предаването на въртящия момент към изследваните образци (фиг. 3).

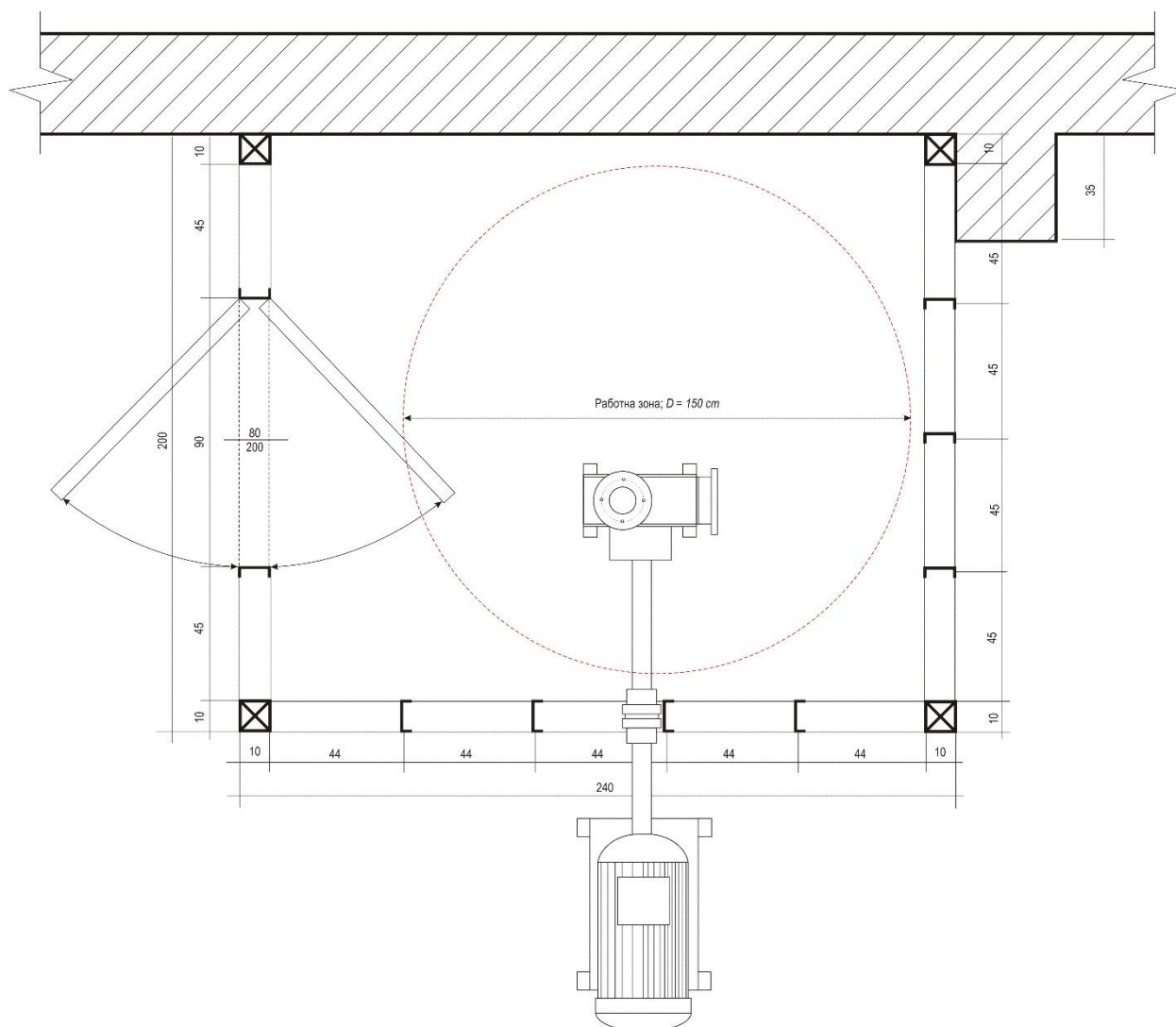


Фиг. 3. Схема на полу-безехова камера, конструирана от трислойни сандвич-панели

Тези потенциални технологични трудности при изграждане на полу-безехова камера от трислойни сандвич-панели доведоха до промяна на подхода и избор на конструкционни компоненти на базата на *Knauf* системата „стая в стая“, подходяща за изграждане на кабинни в съществуващи производствени помещения (фиг. 4).

Освен физическо и визуално отделяне на определени обеми, системата се характеризира и със значително ниво на звукоизолация, не изисква специални фундаменти, пространствената конструкция може да се изгради само от две или три стени при условие, че се свързват към съществуващи масивни стени. Предварително изградената пространствена рамка дава възможност за формиране на входни отвори, отвори за електро- и/или хидрозадвижване, видеонаблюдение, предаване на въртящ момент и т.н.

В така обособеното пространство може да се формира работна зона с диаметър до 150 cm, позволяваща разполагане на измервателната апаратура по периферията ѝ в зависимост от методиката на изследване (Kovachev, N., P. Manev, L. Vladimirov. 2012; Ruiz, R. 2015). Размерите на зоната дават възможност за провеждане на изследвания на подходящи по размер хидравлични компоненти (BDS 12403:1974; Vaseghi, S. V. (2006).



Фиг. 4. Схема на полу-безехова камера, конструирана на базата на *Knauf Cubo* система

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата разработка е извършено проучване на нормите и изискванията за проектиране на камери за шумови изпитвания на устройства и системи за опазване и управление на компонентите на околната среда. Въз основа на получените резултати е извършено проектиране на аналогична камера за нуждите на Катедра „Топлотехника, хидравлика и инженерна екология“ в рамките на вътрешен университетски проект по ФНИ.

Набелязани са насоките за изграждането ѝ в следващия етап на проекта. Така проектираната полу-безехова камера ще се изгради на базата на *Knauf Cubo* система чрез използване на плоскости от вида *Vidiwall XL*, характеризиращи се с добри показатели по отношение на изолация от външен шум и висок шумопоглъщащ коефициент.

Предвидена е и директна връзка с външен стенд и електродвигател/ли, позволяваща предаване на въртящия момент и задвижване на елементите на изпитваните образци, която същевременно ги изолира от фонови и паразитни шумове.

## 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*).

BDS EN ISO 3745:2012/A1:2017: Acoustics. Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure. Precision methods for anechoic rooms and hemi-anechoic room. Amendment 1. (*Оригинално заглавие: БДС EN ISO 3745:2012/A1:2017: Акустика. Определяне на нивата на звукова мощност и звукова енергия на източници на шум чрез звуково налягане. Методи от клас на точност 1 за безехови и полу-безехови помещения. Изменение 1 (ISO 3745:2012/Amd 1:2017)*).

GOST 31273-2003 Machinery noise. Determination of sound power levels from sound pressure. Precision methods for anechoic chambers. (*Оригинално заглавие: ГОСТ 31273-2003 Шум машин. Определение уровней звуковой мощности по звуковому давлению. Точные методы для заглушенных камер*).

Djambova, S., S. Pleshkova-Bekjarska, Ts. Nedkov. (2014). Laboratory soundproofed chamber for evaluation of sound insulation of building partition elements. Jubilee International Conference: Science & Technic 65<sup>th</sup> anniversary Faculty of Hydraulic Engineering and 15<sup>th</sup> anniversary Hydraulic Engineering in German. University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, November 06-07, 2014, Sofia, p. 159-166. (*Оригинално заглавие: Джамбова, С., С. Плешкова-Бекярска, Ц. Недков. Лабораторна шумозаглушена камера за оценка на звукоизолацията на преградни елементи. Юбилейна международна научно-техническа конференция 65 години Хидротехнически факултет и 15 години Немскоезиково обучение на Университета по архитектура, строителство и геодезия. София, 06-07 Ноември 2014. стр. 159-166.*

Djambova, S., Ts. Nedkov, I. Hristev. (2016). Ability test of laboratory soundproofed chamber for evaluation of building elements noise insulation. Annual of the University Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Volume 49, Issue 4, 2016, Sofia, p. 141-148. (*Оригинално заглавие: Джамбова, С., Ц. Недков, И. Христев. Изследване на възможностите на лабораторна звукоизолирана камера за оценка на шумоизолацията на строителни елементи. Годишник на Университета по архитектура, строителство и геодезия, София, Том 49, Брой 4, стр. 141-148*).

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.

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. (2012) 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. Владимиров. 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. (2015). 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, Southern Gate. Chichester. England. 480 p.