

Графоаналитический метод расчета звукоизоляции стен с гибкой плитой на отnose

Щелоков Ю.А.

Генеральный директор, ООО «Акустические расчеты»,
РФ, г. Санкт-Петербург, пр. Пискаревский д.25

Аннотация

В качестве дополнительной звукоизоляции однослойных толстостенных преград чаще всего применяют тонкие гибкие плиты на отnose – зашивки. В данной работе рассматривается графоаналитический метод расчета звукоизоляции конструкций с гибкой плитой на отnose, полученный обобщением данных протоколов испытаний в звукомерных камерах.

Ключевые слова: звукоизоляция, зашивка, гибкая плита на отnose, графоаналитический метод.

Graphic-analytical method of calculation of sound insulation of wall-cavity-panel systems

Schelokov Y.

General Director, LLC "Acoustic calculations", Saint-Petersburg, Russia

Abstract

As additional sound insulation of single-layer thick-walled barriers most often apply thin flexible plates. In this paper we consider graphic-analytical method of calculation of sound insulation structures with flexible plate and cavity. The method of calculation is obtained by analyzing the data of measurement protocols in reverberation chambers.

Keywords: *sound insulation, wall-cavity-panel systems, graphic-analytical method.*

Введение

Прогнозирование звукоизоляционной способности конструкций является неотъемлемой частью проектирования жилых, промышленных и коммерческих объектов.

Точный расчет звукоизоляции даже простых конструкций связан со множеством трудностей. Поэтому наибольшее применение при расчетах звукоизоляции получили полуэмпирические методы, основанные на построении частотных характеристик звукоизоляции в виде ломанной кривой. В зависимости от вида конструкции, вид ломанной кривой сильно меняется.

С точки зрения защиты от шума в акустике все строительные конструкции можно подразделить на типы:

1. Однослойные конструкции

1.1 Однослойные тонкостенные конструкции (стекло, стальные листы, гипсокартонные листы и др.).

1.2 Однослойные толстостенные конструкции (ж/б плита, кирпичная стена и др.).

2. Многослойные конструкции

2.1 Многослойные тонкостенные конструкции (двухкамерный стеклопакет, ГКЛ перегородка и др.).

2.2 Многослойные толстостенные конструкции.

2.3 Многослойные конструкции смешанного типа.

При этом наряду с однослойными конструкциями и многослойными тонкостенными конструкциями в строительстве все чаще применяют многослойные конструкции смешанного типа (см. рис. 1).

Как правило, применение подобных конструкций осуществляется уже после сдачи объекта в эксплуатацию. Причиной этому является недостаточная эффективность звукоизоляции однослойной толстостенной конструкции (например, пазогребневой межкомнатной стенки).

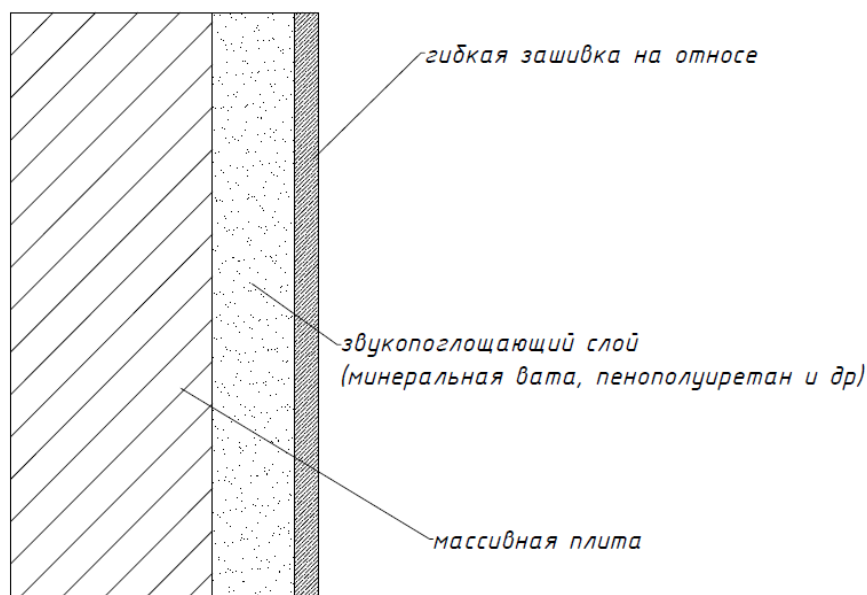


Рис. 1. Многослойная конструкция смешанного типа

Действительно, установка гибкой плиты на некотором расстоянии, от основной стены (потолка), позволяет увеличивать звукоизоляцию более эффективно, чем при монтаже гибкой плиты без отnose.

В существующей технической литературе большое внимание уделено расчету звукоизоляции однослойных конструкций и многослойных тонкостенных конструкций. Для них разработаны графические методики расчета, как например, в Своде Правил СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий».

Для многослойных конструкций смешанного типа методов расчета звукоизоляции не много [1-3], которые касаются, как правило, расчета звукоизоляции перекрытия с устройством пола.

Графоаналитический метод расчета звукоизоляции массивной стены с гибкой плитой на отnose

Анализ результатов расчета звукоизоляции стен с гибкой плитой на отnose показал, что современные методики расчета звукоизоляции таких конструкций не обеспечивают требуемой точности.

В данной работе проведены исследования 19 протоколов измерений от различных лабораторий для 30 конструкций массивных стен с листовыми материалами на отnose.

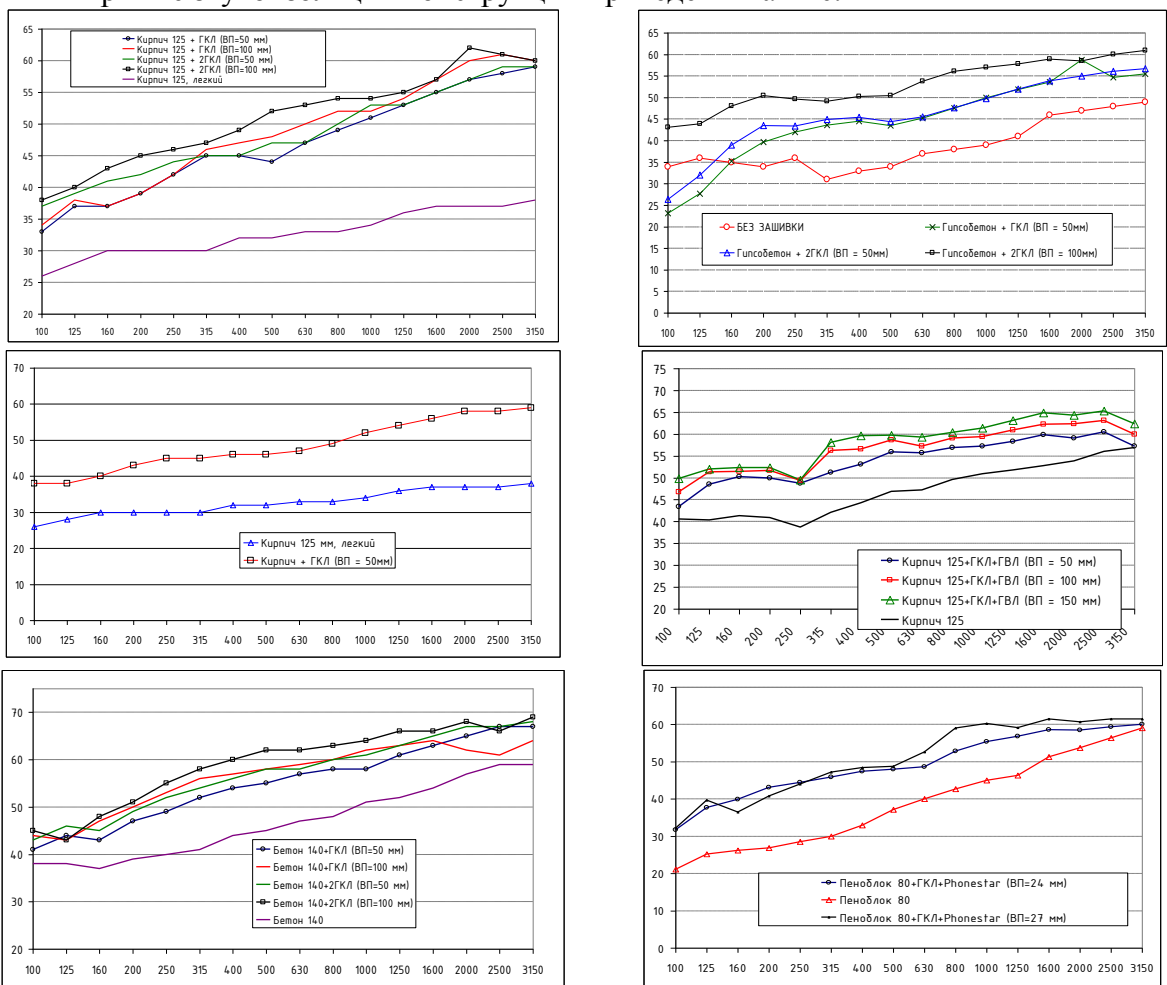
Состав исследуемых конструкций представлен в Табл. 1.

Таблица 1
Состав исследуемых конструкций

Материал стены	Толщина стены, мм	Материал зашивки	Толщина зашивки, мм	Воздушный промежуток, мм*
Гипсобетон	80	ГКЛ	12,5; 25	50, 100
Кирпич (легкий, тяжелый)	125	ГКЛ, ГВЛ	12,5; 25	50, 100, 150
Керамические блоки	140	ГКЛ, ГСП	12,5; 25	20, 50
Ж/б	140, 180	ГКЛ, PhoneStar	12,5; 25	24, 50, 100
Пенобетон	180	ГКЛ, PhoneStar	24,5	24, 27

* - воздушный промежуток заполнен минеральной ватой на основе базальта или стекловаты.

Кривые звукоизоляции конструкций приведены на Рис. 2



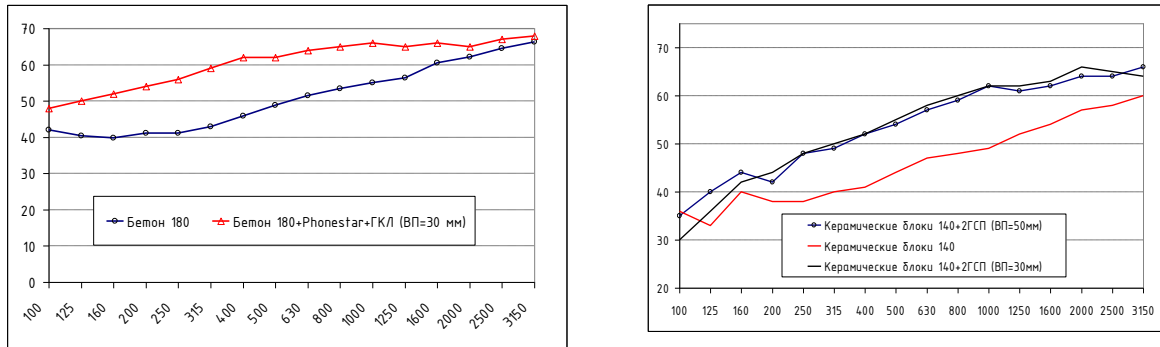


Рис. 2. Кривые звукоизоляции конструкций на основе данных протоколов измерений

Протоколы измерений были получены в лабораториях различных организаций:

- 1) НИИСФ РАСН;
- 2) ОАО «ЦТСС»;
- 3) ООО «ПКТИ».

Анализ полученных кривых показал ряд особенностей:

- независимо от состава конструкции наличие максимума звукоизоляции на частоте $f_M = 315$ Гц;
- на частоте f_B стены [2], прирост звукоизоляции Δ за счет применения плиты на отnose составляет $\Delta = 20 \cdot \log(\Delta m) - 12$, где Δm – прирост массы, $[\text{кг}/\text{м}^2]$, за счет применения зашивки.
- наклон кривой звукоизоляции от точки М, составляет 2 дБ/тр. Октаву;
- после достижения значения 55 дБ, наклон кривой составляет 1 дБ/тр. октаву;
- в точке С, значение звукоизоляции практически перестает меняться и составляет в среднем 65 дБ;
- на частоте $f_N = 2,5 f_p$, прирост звукоизоляции составляет 5 дБ;
- между точками $f_N = 2,5 f_p$ и f_B , проводится прямая линия.

Частота резонанса конструкции f_p при заполнении воздушного промежутка минеральной ватой определяется по формуле $f_p = \frac{43}{\sqrt{m'd}}$ [Гц],

где m' – масса зашивки, $[\text{кг}/\text{м}^2]$; d – толщина воздушного промежутка, [мм].

Частота резонанса конструкции f_p при незаполненном воздушном промежутке определяется по формуле $f_p = \frac{60}{\sqrt{m'd}}$, [Гц].

На основании изложенных данных в качестве графоаналитического построения звукоизоляции стен с плитой на отnose, может выступать кривая $NB'MTC$:

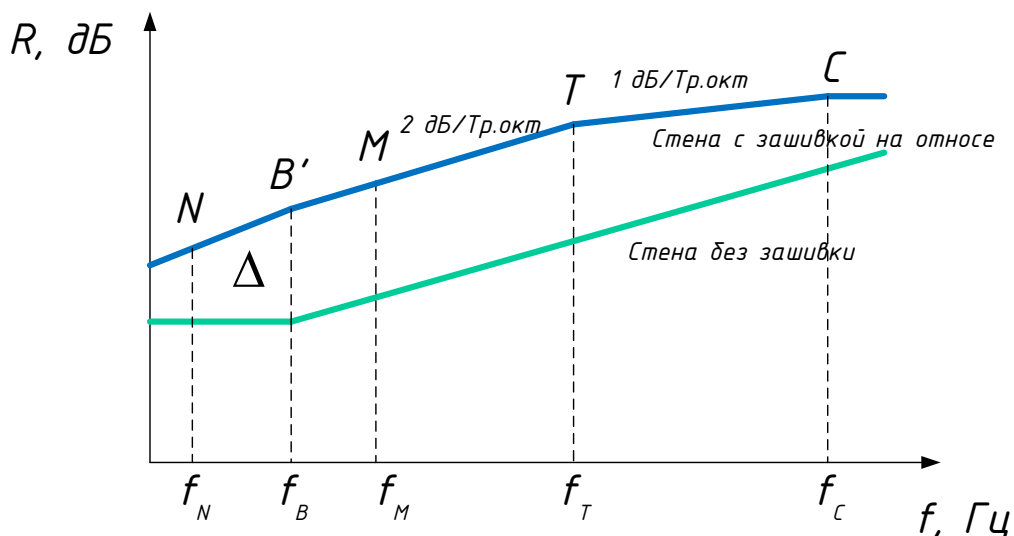


Рис. 3. Частотная характеристика звукоизоляции стены с плитой на отnose при $f_B < f_M$

Значения звукоизоляции на характерных частотах определяются из выражений:

- 1) $R_{B'} = R_B + \Delta$;
- 2) $R_N = R_B + 5$;
- 3) $R_T = 55$; $R_C = 65$.

Предлагаемая кривая Рис. 3 справедлива для случая $f_B < f_M$.

В случае, когда $f_B \geq f_M$, поведение кривой звукоизоляции меняется от точки f_B слева:

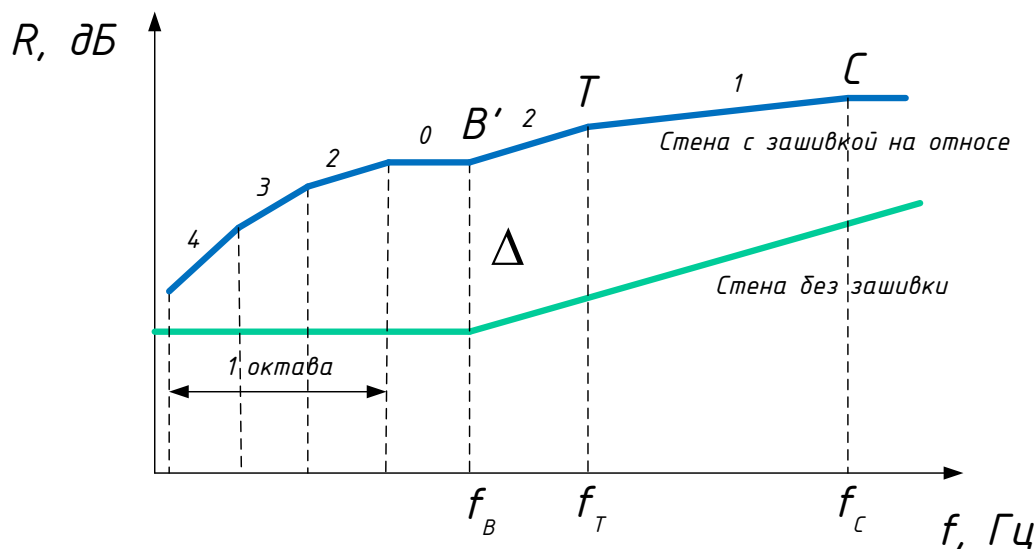


Рис. 4. Частотная характеристика звукоизоляции стены с плитой на отnose при $f_B \geq f_M$

При добавлении к зашивке 2-го слоя, звукоизоляция в точке B' , дополнительно увеличится на величину Δ' , таким образом, что звукоизоляция в точке B' будет равна

$$R_{B'} = R_B + \Delta + \Delta' = R_B + \Delta + 10 \cdot \log\left(\frac{2n}{n+1}\right), \quad (1)$$

где $n = \frac{m_{\text{общ}}}{m_1}$, $m_{\text{общ}}$ – суммарная масса (поверхностная плотность) обшивки, [кг/м²], m_1 – масса (поверхностная плотность) первого слоя обшивки, [кг/м²].

Кривые Рис. 3 и Рис. 4, справедливы при толщине воздушного промежутка $d = 50$ мм.

При увеличении этого расстояния вдвое ($d = 100$ мм), звукоизоляция в точке В' будет равна

$$R_{B'} = R_B + \Delta + \Delta' = R_B + \Delta + 10 \cdot \log\left(\frac{2n}{n+1}\right) + 2, \quad (2)$$

При увеличении толщины откоса до $d = 150$ мм, звукоизоляция в точке В' будет равна

$$R_{B'} = R_B + \Delta + \Delta' = R_B + \Delta + 10 \cdot \log\left(\frac{2n}{n+1}\right) + 4. \quad (3)$$

Из выражений (2) и (3) видно, что увеличение расстояния откоса на каждые 50 мм, приводит к приращению звукоизоляции в точке В' на 2 дБ.

Большой разброс значений в области резонансной частоты, говорит о том, что величина звукоизоляции на этой частоте сильно зависит от способа крепления зашивки. Именно в этой частотной области проявляется основное различие в эффективности звукоизоляции при применении металлических и деревянных каркасов, методов креплений, наличия виброизоляционных подкладок и др.

Ниже представлены примеры расчета звукоизоляции стен с плитой на откосе графоаналитическим методом:

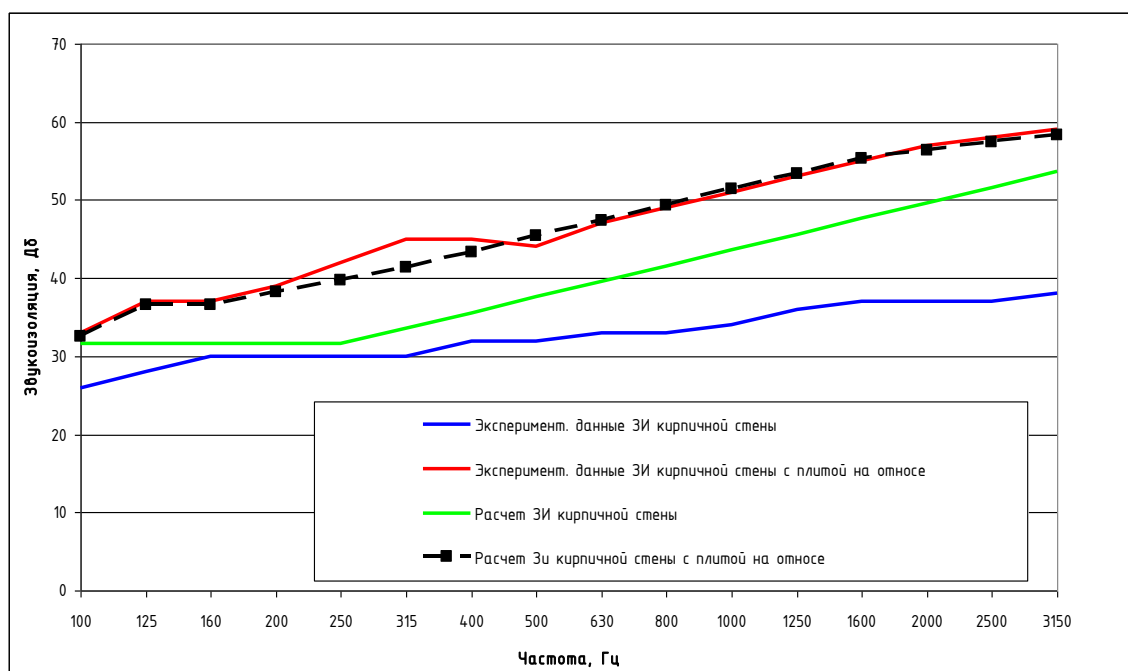


Рис. 5. Пример расчета звукоизоляции стенки из легкого кирпича, толщиной 125 мм, с обшивкой на откосе 50 мм, из листа ГКЛ

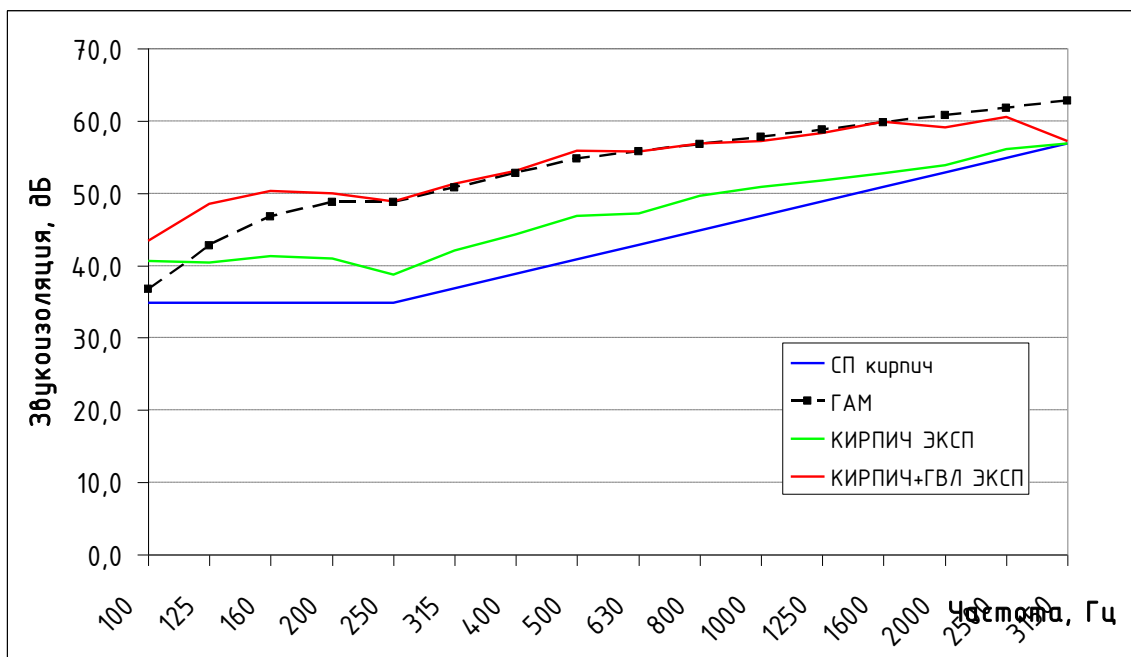


Рис. 6. Пример расчета звукоизоляции стенки из нормального кирпича, толщиной 125 мм, с обшивкой на относе 50 мм, из листов ГВЛ и ГКЛ.

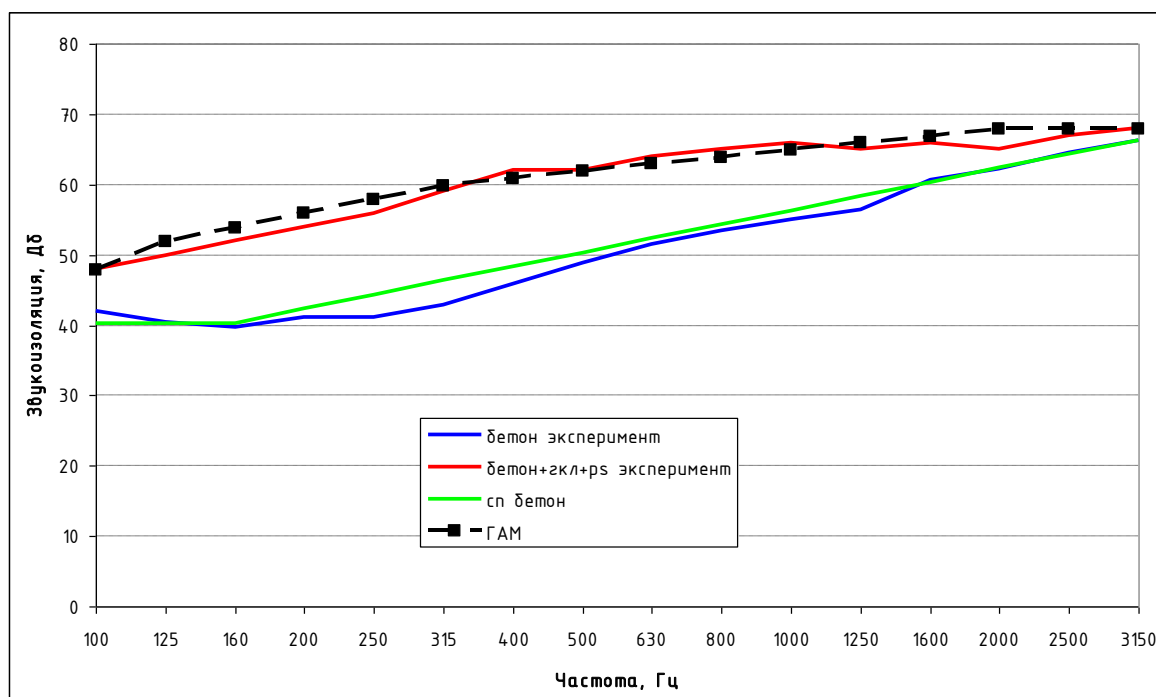


Рис. 7. Пример расчета звукоизоляции стенки из бетона, толщиной 180 мм, с обшивкой на относе 27 мм, из листов ГКЛ и звукоизоляционной панели PhoneStar

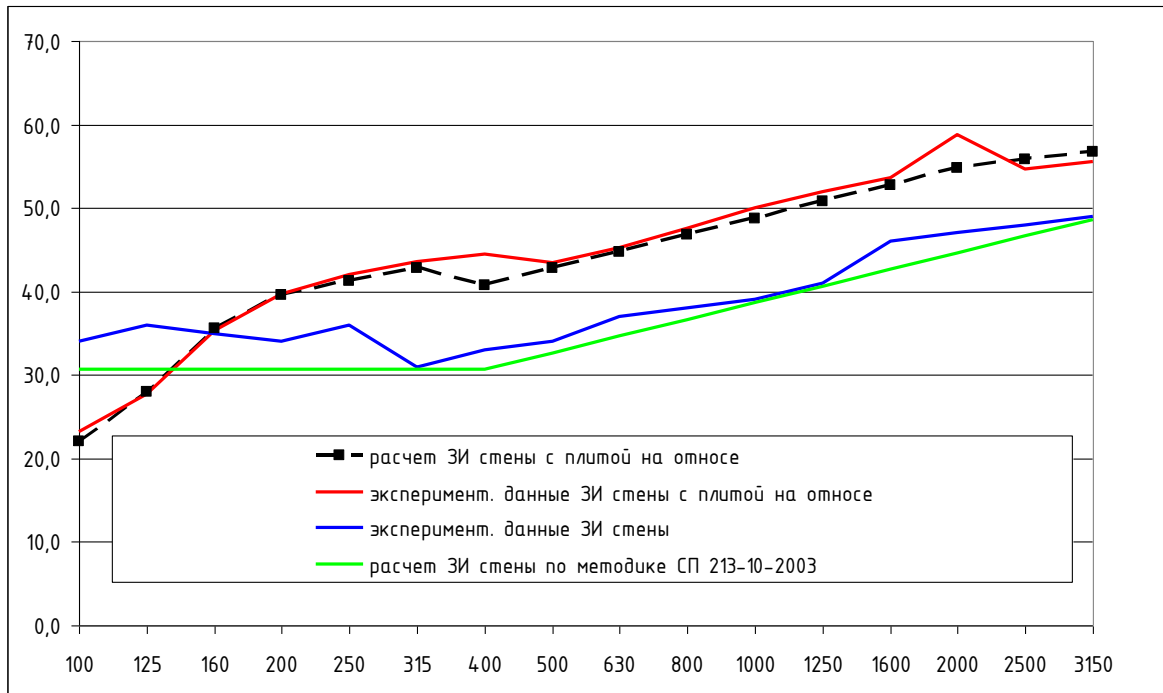


Рис. 8. Пример расчета звукоизоляции стенки из гипсобетона, толщиной 80 мм, с обшивкой на отnose 50 мм, из листа ГКЛ

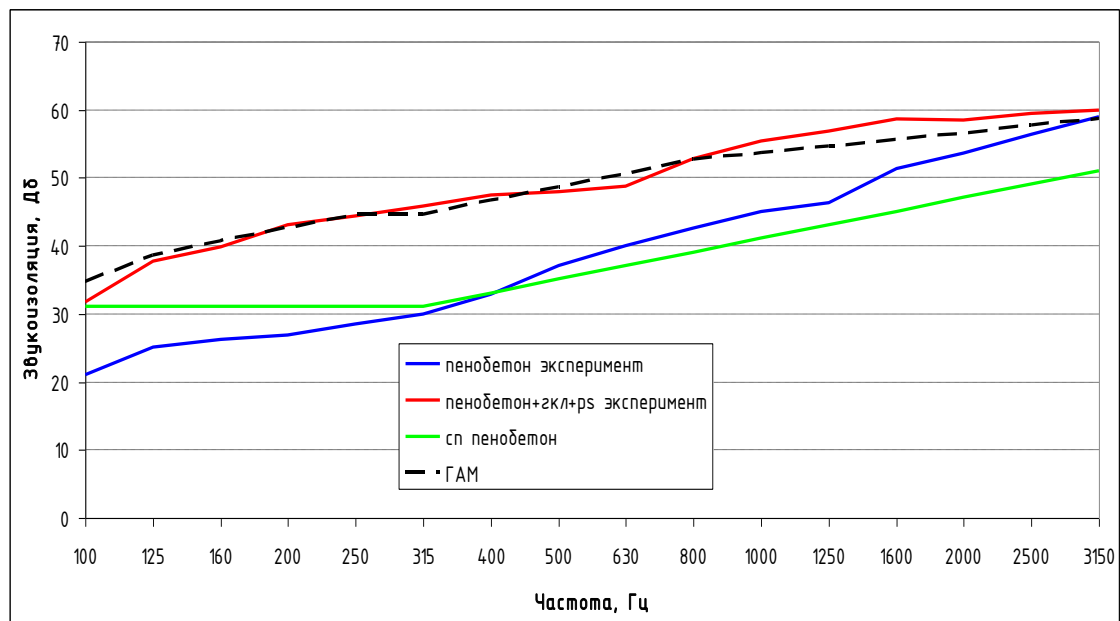


Рис. 9. Пример расчета звукоизоляции стенки из пенобетона, толщиной 100 мм, с обшивкой на отnose 27 мм, из листа ГКЛ и звукоизоляционной панели PhoneStar

Заклучение

Разработанный графоаналитический метод расчета звукоизоляции стен с плитой на отnose показал применимость к реальным конструкциям.

Метод может быть использован для оценки звукоизоляции конструкции специалистами, связанными с разработкой, проектированием средств снижения шума, сотрудниками институтов, работающих в области акустической экологии, архитекторами, дизайнерами, и др.

Список литературы

1. Щевьев Ю.П., Осташевский Е.Н. Средства акустической обработки помещений. – СПб, 2010. – 328 с.
2. Заборов В.И. М. И. Могилевский Справочник по защите от шума и вибрации в жилых и общественных зданий, 1989. – 160 с.
3. Крейтан В.Г. Защита от внутренних шумов в жилых домах. – Москва, 1990 г.
4. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. – Москва, 2004.