

## Расчет достаточности звукоизоляции переходной железобетонной плиты строящегося высотного здания «IDEL' Tower» в г. Уфе

Кривцов С.И.<sup>1</sup>, Рамазанов Т.А.<sup>2</sup>, Кочанова Е.Ю.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Ведущий научный сотрудник центра «Стройтехэкспертиза», старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции» УГНТУ, Проспект Октября, д. 180, кв. 340, г. Уфа, РФ

<sup>2</sup>Магистрант кафедры «Строительные конструкции» УГНТУ, ул. Менделеева 193/1, комн. 411, г. Уфа, РФ

<sup>3</sup>Аспирант кафедры высшей и прикладной математики БГУ, ул. Байкальская, д. 101, г. Уфа, РФ

### Аннотация

В статье приведены результаты проведенного акустического расчета переходной железобетонной плиты, разделяющей по вертикали жилую часть (выше 4 этажа) высотного здания от технического этажа (4 этаж), на котором расположен блок вентиляционных камер. Переходная плита предназначена для передачи нагрузки от колонн выше расположенных этажей на колонны нижнего ряда.

Согласно п. 9.14 [1] междуэтажные перекрытия с повышенными требованиями к изоляции воздушного шума ( $R_w = 57...62$  дБ), разделяющие жилые и встроенные шумные помещения, следует проектировать, как правило, с использованием монолитного железобетона достаточной толщины. Достаточность звукоизоляции такой конструкции определяют расчетом.

**Ключевые слова:** строительная акустика, акустический расчет, индекс звукоизоляции воздушного шума, принцип максимальной звукоизоляции.

### *The adequacy calculation of acoustic isolation of the transitional reinforced concrete slab in construction of high-rise building "Idel Tower" situated in Ufa*

*Krivtsov S.I.<sup>1</sup>, Ramazanov T.A.<sup>2</sup>, Kochanova E.Y.<sup>3\*</sup>*

<sup>1</sup>Senior Researcher Center "Construction and technical expertise", Senior Lecturer of the Department "Building Structures" USPTU,

*Russia, Republic Bashkortostan, Ufa, 180 October Prospect, Apt. 340*

<sup>2</sup>Master of the department "Building construction" USPTU

*Russia, Republic Bashkortostan, Ufa, 193 / 1 Mendeleev Street. room 411*

<sup>3</sup>Postgraduate student of the Department of higher and applied mathematics BSU,

*Russia, Republic Bashkortostan, Ufa, 101 Baykalskaya Street*

### Abstract

The article presents the results of acoustic calculation of the transitional reinforced concrete slab which separates the residential section vertically (on the 4th floor above) of high-rise building from the technical level (4th floor), where the block of fan rooms is located. The approach slab is designed to transfer the load from the upstream floors pillar on the columns of the base course.

In accordance with clause 9.14 [1] the inserted floors with high requirements for airborne sound insulation ( $R_w = 57...62$  dB), separating residential and built-in noisy areas, as a rule should be designed by means of monolithic reinforced concrete of sufficient thickness. The adequacy of acoustic insulation of such construction is determined by calculation.

**Key words:** building acoustics, acoustic calculation, the index of airborne sound insulation, the concept of maximum sound insulation.

---

\* E-mail: [mokimoto1@yandex.ru](mailto:mokimoto1@yandex.ru) (Кривцов С.И.), [macro16@yandex.ru](mailto:macro16@yandex.ru) (Рамазанов Т.А.), [moto8728@mail.ru](mailto:moto8728@mail.ru) (Кочанова Е.Ю.)

Переходная плита (плита перекрытия) – массивная армированная железобетонная плоская опорная конструкция, служащая для передачи усилий от железобетонного каркаса жилой части здания (этажи 5-42) на железобетонный каркас части здания, занимаемого общественными и техническими помещениями (этажи минус 3-4). При этом шаг колонн нижней и верхней частей здания не совпадают. Поскольку переходная плита является также разделительным элементом между вентиляционными камерами и жилыми квартирами, необходимо произвести акустический расчет достаточности звукоизоляции переходной плиты для обеспечения уровней шумов в жилых квартирах здания от работающего вентиляционного оборудования, не превышающих нормативных значений.

Исходные данные:

- толщина переходной плиты  $h_1 = 1500$  мм;
- объемный вес материала переходной плиты  $\rho_1 = 2500$  кг/м<sup>3</sup>;
- скорость звука в бетоне  $c_1 = 3200$  м/с;
- акустическое сопротивление бетона  $Z_1 = \rho_1 \times c_1 = 2500 \times 3200 = 8 \times 10^6$  кг/м<sup>2</sup>·с;
- объемный вес воздуха  $\rho_0 = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>;
- скорость звука в воздухе  $c_0 = 340$  м/с;
- акустическое сопротивление воздуха  $Z_0 = \rho_0 \times c_0 = 1,29 \times 340 = 438,6$  кг/м<sup>2</sup>·с;
- нормативный уровень звука в жилой комнате квартиры [1]:
  - в дневное время (7<sup>00</sup> – 23<sup>00</sup>) 40 дБА;
  - в ночное время (23<sup>00</sup> – 7<sup>00</sup>) 30 дБА;
- уровни звуковой мощности вентиляционного оборудования на 4 этаже, приведенные в таблице.

Таблица 1

Уровни звуковой мощности вентиляционного оборудования на 4 этаже

Наименование помещения	Вентиляционное оборудование		Уровень звуковой мощности отдельного оборудования, дБА	Уровень суммарной звуковой мощности в помещении, дБА
	Шифр по проекту	Марка по каталогу		
Приточно-вытяжная вентиляция жилых помещений	ПВ1-2А	DV Compact 60	63	66
	ПВ2-2А	DV Compact 60	63	
Противодымная приточная вентиляция	ПД1-2А	ВРАН9-112-ПД	98	101
	ПД2-2А	ВРАН9-112-ПД	98	
	ПД3-2А	ОСА-501-071	83	
	ПД4-2А	TLP-200/5	53	
	ПД5-2А	ОСА-501-071	83	
Противодымная вытяжная вентиляция	ДУ5-28	ВРАН9-90-ДУ	90	90
Приточно-вытяжная вентиляция общественных помещений	П23-2В	DV Compact 15	53	69
	П21-2В	ТА 2000 HW	63	
	П22В31-2В	Topvex FR03	65	
	П20В30-2В	Topvex FR06	64	

Взаимное влияние друг на друга звуковой мощности вентиляционного оборудования соседних помещений определяется звукоизолирующей способностью кирпичных перегородок, разделяющих венткамеры. Звукоизоляция кирпичных перегородок между венткамерами, равная 49дБ, исключает влияние (усиление) шума смежных помещений.

Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойной плоской ограждающей конструкцией сплошного сечения с поверхностной плотностью от 100 до 800 кг/м<sup>2</sup> из бетона, железобетона, кирпича и тому подобных материалов определяется согласно п. 3.2 [2]. Переходная плита имеет поверхностную плотность

$$m = \rho_1 \cdot h_1 = 2500 \cdot 1,5 = 3750 \text{ кг/м}^2 \quad (1)$$

гораздо большую, чем поверхностная плотность ограждающих конструкций, обычно применяемых в строительстве. Поэтому, для расчета плиты авторы применили принцип максимальности звукоизоляции [3]:

$$R_{\max} = 20 \lg(Z_1 / Z_2) - 6 = 20 \lg(8 \cdot 10^6 / 438,6) - 6 = 79 \text{ дБ} \quad (2)$$

По табл. 5.1 [3] определяется максимальная толщина бетонной плиты, обеспечивающая максимально возможную звукоизоляцию  $h_{\max} = 783$  мм. При увеличении толщины бетонной плиты, звукоизоляция не увеличивается, оставаясь величиной постоянной. Таким образом, звукоизоляция воздушного шума переходной плитой толщиной равной 1500 мм остается неизменной и составляет 79 дБ.

Требуемую изоляцию воздушного шума  $R_{\text{тр}}$ , дБ, ограждающей конструкции, через которую проникает шум, следует определять при распространении шума в жилое помещение, защищаемое от шума, из смежного помещения с источниками шума (венткамера) по п.1.4 [2]:

$$R_{\text{тр}} = L_{A\text{ш}} - 10 \lg B_{\text{и}} + 10 \lg S - 10 \lg k - L_{A\text{доп}}, \quad (3)$$

где  $L_{A\text{ш}}$  – уровень звука в помещении с источником шума, дБА,  $L_{A\text{ш}} = 101$  дБА;  $B_{\text{и}}$  – акустическая постоянная изолируемого помещения, м<sup>2</sup>;  $S$  – площадь разделяющего ограждения (переходной плиты) между жилой комнатой на 5 этаже и наиболее шумной венткамерой (101дБА), м<sup>2</sup>,  $S = 15,1$  м<sup>2</sup>;  $L_{A\text{доп}}$  – допустимый уровень звука в жилой комнате в ночное время, дБА,  $L_{A\text{доп}} = 30$  дБА;  $k$  – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля, принимается по табл. 3 [2] в зависимости от среднего коэффициента звукопоглощения  $\alpha_{\text{ср}}$  в изолируемом помещении,  $k = 1,25$ .

Акустическая постоянная изолируемого помещения:

$$B_{\text{и}} = A / 1 - \alpha_{\text{ср}} \quad (4)$$

где  $A$  – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения, м<sup>2</sup>;  $\alpha_{\text{ср}}$  – средний коэффициент звукопоглощения помещения (для оштукатуренных и бетонных поверхностей  $\alpha_{\text{ср}} \leq 0,02$ ).

Параметр  $A$  вычисляется:

$$A = 0,163V / T \quad (5)$$

где  $T$  – время реверберации малых помещения, и определяется по графику рисунка [4].

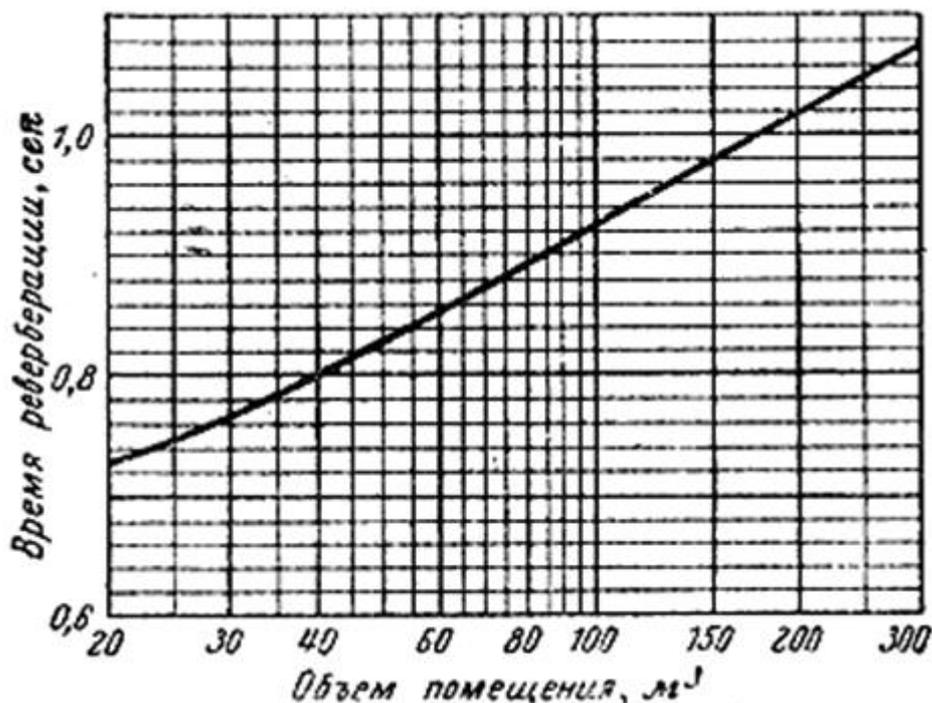


Рис 1. График зависимости времени реверберации от объема помещения

Тогда:

$$V = S \cdot H = 15,1 \cdot 3,0 = 45,3 \text{ м}^3;$$

$$T = 0,81 \text{ с};$$

$$A = 0,163 \cdot 45,3 / 0,81 = 9,12 \text{ м}^2;$$

$$B_{\text{и}} = A / 1 - \alpha_{\text{ср}} = 9,12 / 1 - 0,02 = 9,3 \text{ м}^2.$$

И требуемая изоляция воздушного шума по формуле (3) составит:

$$R_{\text{тp}} = 101 - 10\lg 9,3 + 10\lg 15,1 - 10\lg 1,25 - 30 = 72,1 < R_{\text{max}} = 79 \text{ дБ}.$$

### Заключение

Проведенные авторами расчеты свидетельствуют о том, что требование по звукоизоляции переходной плитой выполняется. Шумовые характеристики в жилой комнате, расположенной над наиболее шумным помещением (противодымная приточная вентиляция), не превышают нормативных значений как в дневное, так и в ночное время суток.

### Список литературы

1. СП 51.13330.2011. Свод правил. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция. СНиП 23-03-2003. – Введ. 2011-05-20. – М.: Минрегион России, 2011. – 42 с.
2. СП 23-103-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. – Введ. 2003.12.25. – М.: Госстрой России, 2003. – 30 с.

3. И.И.Боголепов. Строительная акустика – СПб.: Издательство политехнического университета, 2006. – 323 с.
4. М.М.Эфрусси. Громкоговорители и их применение, М., Энергия, 1971.

#### **References**

1. SP 51.13330.2011. Set of rules. SP 51.13330.2011. Noise protection. The updated edition. SNIP23-03-2003. - Enter. 2011-05-20. - М.: Ministry of Regional Development of Russia, 2011 – 42 p.
2. SP 23-103-2003. Code of practice for design and construction. Designing acoustic walling residential and public buildings. - Enter. 2003.12.25. - М.: State Construction Committee of Russia, 2003 – 30 p.
3. I.I.Bogolepov. Building acoustics - St. Petersburg.: Publisher Polytechnic University, 2006. – 323 p.
4. M.M.Efrussi. Loudspeakers and their applications, М., Energy, 1971.