

ТОЛЕГЕНОВА АРАЙ САРСЕНКАЛИЕВНА

**Защита от воздушного и структурного шума,
создаваемого системами вентиляции и кондиционирования**

05.26.01 – охрана труда

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Республика Казахстан
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете
К.И.Сатпаева.

Научные руководители: доктор технических наук
Омаров С.С.
доктор технических наук
Акматаев К.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Долгов П.В.
кандидат технических наук
Жараспаева Г.Ж.

Ведущая организация: Институт горного дела имени Д.А. Кунаева

Защита состоится «30» ноября 2010 года в 16.30 на заседании
диссертационного Совета Д 14.61.25 при Казахском Национальном
техническом университете имени К.И. Сатпаева по адресу: 050013, г.
Алматы, ул. Сатпаева,22, корпус НК, 1 этаж, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского
Национального технического университета им. К.И. Сатпаева по адресу:
050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22.

Автореферат разослан «30» октября 2010г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук,
профессор

М.Т. Жараспаев

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Без систем вентиляции (К) и кондиционирования воздуха (КВ) невозможно представить современное административное, общественное и жилое здание. В последнее время все большинство вновь построенных и реконструированных зданий имеют автономные системы вентиляции, кондиционирования воздуха, тепло - водоснабжения. Данное инженерное оборудование размещают на технических этажах расположенных, как правило, либо в цокольном этаже здания, либо на последнем этаже. Силовые агрегаты данных систем, способные удовлетворить потребности высотного здания, имеют большую мощность и при работе создают достаточно высокие уровни шума и вибрации.

Виброизоляция инженерного оборудования зависит от низкой рабочей частоты силовых агрегатов (от 20 до 100 Гц) и больших механических нагрузок на фундамент или плиту перекрытия. Поэтому, как правило, в многослойных вибро-звукоизолирующих конструкциях агрегатов в качестве упругого слоя применяется материал, имеющий высокую стабильность и прочность при больших статических нагрузках. При этом такой материал должен обеспечивать частоту резонанса самой конструкции виброизоляции минимум в два раза меньше рабочей частоты оборудования.

Как правило, инженерное оборудование возбуждает одновременно вибрацию и шум. Вибрация оказывает двоякое неблагоприятное влияние на человека вследствие непосредственного контактного воздействия вибрирующих элементов и шума, излучаемого в помещения колеблющимися ограждающими конструкциями в звуковом диапазоне частот (структурного шума).

С приходом на отечественный рынок солидных европейских строительных компаний, подход к разработке проектной документации и строительство объекта сильно изменился. Звукоизолирующие свойства ограждающих конструкций, как правило, четко оговариваются в тендерных заданиях.

В связи с вышеизложенным актуальное значение приобрел вопрос учета шумовых параметров источников шума и определение шумозащитных характеристик ограждающих конструкций, а также их соответствие требованиям нормативных документов Республики Казахстан еще на стадии проектирования здания или при его глубокой реконструкции. Разработка методов борьбы с различными видами шумов и в первую очередь со структурным шумом, создаваемым современными источниками шума в многоэтажных зданиях в настоящее время приобретает все большее значение. Однако до сих пор остаются малоизученными вопросы оценки структурного шума, создаваемого различными энергетическими установками в зданиях, и, как следствие, вопросы изоляции от такого шума. В настоящее время эти вопросы являются весьма актуальными и определяют успех при проектировании зданий и сооружений.

Целью диссертационной работы является исследование механизмов возникновения структурного шума, обусловленного вибрацией систем вентиляции и кондиционирования в зданиях и разработка методов борьбы с таким шумом.

Объект исследований. Строительные ограждающие конструкции жилых, общественных и производственных зданий и сооружений.

Предмет исследований. Создание нормальных условий труда людей путем обеспечения требуемых шумозащитных качеств однослойных и многослойных ограждающих конструкций.

Задачи исследований заключаются в анализе и расчете структурного и воздушного шума, создаваемого системами В и КВ, а также в разработке методов вибро- и звукоизоляции от воздушного и структурного шума (в том числе с помощью дополнительных однослойных и многослойных ограждающих конструкций).

Для реализации этой цели в работе решались следующие основные задачи:

- оценка систем вентиляции и кондиционирования, как источников воздушного и структурного шума в многоэтажных зданиях и разработка методов защиты от воздушного и структурного шума, генерируемого системами вентиляции и кондиционирования на технических этажах зданий;

- установление зависимости влияния конструктивных параметров ограждающих конструкций на их звукоизолирующую способность и передачи структурного шума по узлам и соединениям здания на комплексную звукоизолирующую способность конструкции;

- экспериментальное и теоретическое исследования звукоизолирующей способности однослойных и многослойных ограждающих конструкций с учетом влияния структурного шума, передающегося через узлы, соединения и акустические мостики;

Основные научные положения, выносимые на защиту:

- установленные зависимости структурного шума, генерируемого вибрирующими ограждающими конструкциями от типа энергетических агрегатов инженерного оборудования, разработанная комплексная система защиты от воздушного и структурного шума, создаваемого системами вентиляции и кондиционирования, с целью повышения звукоизолирующей эффективности ограждающих конструкций зданий;

- установленная зависимость изменения комплексной звукоизолирующей способности ограждающих конструкций вызываемого передачей структурного шума по узлам и смежным (фланговым) конструкциям здания;

- результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния конструктивных параметров однослойных и многослойных ограждающих конструкций на их звукоизолирующую способность, влияния косвенной передачи структурного шума по узлам, соединениям здания и акустическим мостикам на комплексную звукоизоляцию от воздушного шума указанными конструкциями.

Научная новизна работы определяется следующим:

- разработана комплексная система защиты от структурного шума, создаваемого системами вентиляции и кондиционирования, изучены предпосылки генерации структурного шума ограждающими конструкциями вибрирующими элементами инженерного оборудования в многоэтажных зданиях, разработана методика подавления шума в системах вентиляции и кондиционирования;

- получены аналитические зависимости определения звукоизоляции от структурного шума однослойными и многослойными конструкциями в нормируемом частотном диапазоне, установлена зависимость влияния на передачу структурного шума конструктивных параметров смежных конструкций;

- разработаны методики борьбы с воздушным и структурным шумом, генерируемыми системами вентиляции на технических этажах многоэтажных зданий.

Методы исследования. В работе использован теоретический и экспериментальный методы исследования воздушного и структурного шума, создаваемого системами вентиляции и кондиционирования воздуха. Экспериментальные исследования, послужившие основой для теоретических исследований характеристик ограждающих конструкций проводились непосредственно на объектах, а по методике ранее проводимой в акустических лабораториях Казахской головной архитектурно – строительной академии (КазГАСА, г. Алматы) и Научно – исследовательского института строительной физики (НИИ СФ, г. Москва).

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертационной работе. Научные положения, выводы и рекомендации, подтверждаются применением теоретических законов физики, теорией вибрации, акустики, теорией упругости; корректностью постановки теоретических и практических задач, принятыми допущениями; в статьях и докладах на конференциях и научно – практических семинарах, практических результатах внедренных в производство методик по виброизоляции и звукоизоляции.

Личный вклад автора заключается в выборе направления исследований, теоретическом обосновании задач, подборе методов исследований, непосредственном участии в выполнении экспериментальной части работы, обработке, анализе, интерпретации и обобщении полученных результатов и выводов.

Практическая значимость работы заключается в том, что результаты работы были использованы при расчетах виброизоляции различных энергетических установок в зданиях, при расчетах звукоизоляции ограждающих конструкций, а также при разработке узлов крепления звукоизолирующих оболочек к ограждающим конструкциям при реализации мероприятий по корректировке звукоизолирующей способности конструкций жилых и общественных зданий, выполненных ТОО «Тепло–Звуко–Технологии».

Выполнен акустический расчет по определению вибро-звукоизоляции ограждающих конструкций и коррекции акустического поля в помещениях технического этажа бизнес-центра «Алатау-гранд» г. Алматы, автосалона «Меркур Авто» г. Атырау и др.

Апробация результатов работы. Научные положения и основные результаты диссертационной работы доложены на X – й Международной научно – технической (МНТК) конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (Защита человека в чс, охрана труда, экология, логистика, экономика, материаловедение демпфирующих сплавов). Алматы. 2009 г.; XI МНТК «Новое в безопасности жизнедеятельности» (Защита человека в чс, охрана труда, экология, логистика, экономика, материаловедение демпфирующих сплавов); XI МНТК «Новое в безопасности жизнедеятельности» (Защита человека в чс, охрана труда, экология, логистика, экономика, материаловедение демпфирующих сплавов) 2009 г.

Публикации по теме диссертации. По материалам диссертации опубликовано 8 работ, из которых 4 в Вестниках, входящих в перечень научных журналов, рекомендованных Комитетом по надзору и аттестации в сфере образования и науки МОиН РК, и 4 в сборниках международных научно-практических и научно-методических конференций.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения, приложений, которые изложены на 111 страницах компьютерного набора, включает 39 рисунков, 11 таблиц, и список использованных источников, 114 наименований.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во введении обоснован выбор направления исследований, показана актуальность темы исследований, определены цели и задачи диссертации. Отражены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе диссертации рассмотрен шумовой режим в помещениях, обусловленный работой систем вентиляции и кондиционирования в допустимые уровни шума в помещениях;

При тональном и (или) импульсном характере проникающего шума допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные уровни звука на 5 дБ (дБА) ниже указанных в таблице 1 значений, т.е. с поправкой - 5 дБ (дБА). Допустимые уровни шума от оборудования систем вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления, а также от насосов систем отопления и водоснабжения следует принимать на 5 дБ (5 дБА) ниже указанных в таблице 1 значений, т.е. с поправкой - 5 дБ (дБА). При этом поправка на тональность не учитывается.

Таблица 1 – Допустимые уровни звука в жилых комнатах квартир

Категория дома (А, Б, В)	Время суток, ч	Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука, дБА	
											Экв.	Макс
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$L_{Aэкв}$	L_{Amax}
Условия комфортные (А)	07:00-23:00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
	23:00-07:00	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
Условия комфортные (Б) и предельно допустимые (В)	07:00-23:00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23:00-07:00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45

В данном разделе исследовано также влияние параметров системы вентиляции и кондиционирования воздуха на ее шумность; средства снижения шума систем вентиляции и анализ современных типов шумоглушителей; проведен анализ существующих на данный момент типов звукоизолирующих кожухов и акустических экранов; рассмотрена методика расчета шума инженерного, санитарно-технического оборудования и виброизолирующих оснований; проанализированы особенности акустического расчета воздуховодов системы вентиляции. В данной главе приведена также методика расчета структурного шума в помещениях, смежных с вентиляционными камерами и требуемого снижения шума вентиляционных систем.

Для снижения воздушного шума, распространяющегося по воздуховодам от вентилятора, от фасонных элементов и от путевой арматуры, применяются шумоглушители. Различные типы глушителей, обладающие акустическими свойствами, представлены на (рисунок 1).

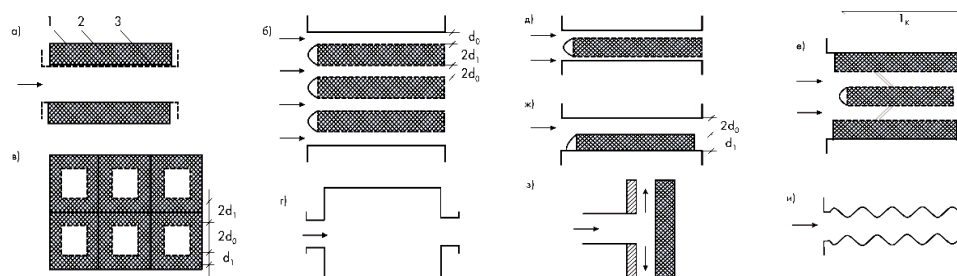


Рисунок 1 – Схемы различных типов глушителей. а – трубчатый; б – пластинчатый; в – сотовый; г – камерный соосный; д – цилиндрический; е – комбинированный (цилиндрический с трубчатым); ж – каналный; з – экранный; и – гибкий воздуховод. 1 – корпус; 2 – звукопоглощающий материал; 3 – перфорированное покрытие.

Выбор конструкции глушителя зависит от спектра требуемого снижения шума, от геометрических размеров воздуховода и допустимой скорости воздушного потока в нем, от давления воздуха в сети, а также от располагаемого места для его установки.

Акустическая эффективность гибких воздуховодов длиной 1 м на частоте 63 Гц составляет 10 дБ и повышается на частоте 250 Гц до 23 дБ. С увеличением длины она значительно возрастает (рисунок 2).

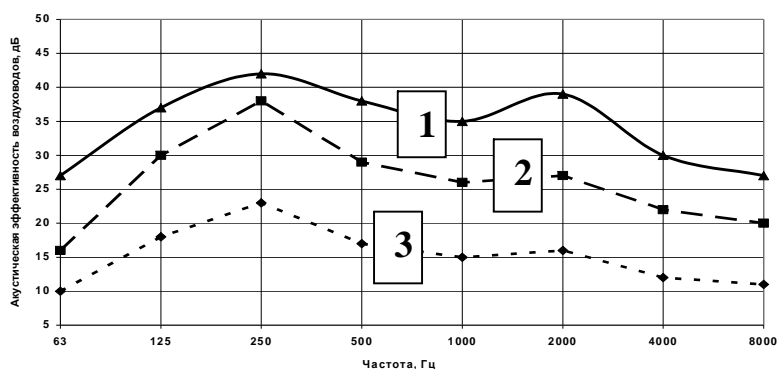


Рисунок 2 – Акустическая эффективность гибких воздуховодов в зависимости от длины активной части. Кривая 1 – длина активной части гибкого воздуховода – 3 м; Кривая 2 – длина активной части гибкого воздуховода – 2 м; Кривая 3 – длина активной части гибкого воздуховода – 1 м.

Эффективность канальных глушителей в зависимости от поперечных размеров канала представлена на рисунке 3.

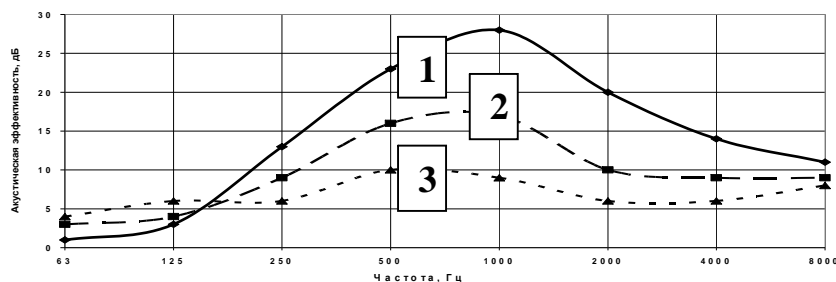


Рисунок 3 – Эффективность канальных глушителей в зависимости от поперечных размеров канала. Кривая 1 – канал с поперечными размерами 300x150 мм; Кривая 2 – канал с поперечными размерами 600x300 мм; Кривая 3 – канал с поперечными размерами 1000x500 мм.

Во втором разделе представлены результаты исследований по защите от воздушного и структурного шума систем вентиляции кондиционирования воздуха. Рассмотрен механизм прохождения звука через однослойные и многослойные конструкции. Дается прогнозирование звукоизоляции от воздушного шума, создаваемого СВ и СКВ, ограждающими конструкциями.

Эффективным способом повышения звукоизоляции от воздушного шума ограждающими конструкциями без значительного увеличения их массы

является установка на некотором расстоянии (относе) от основного элемента многослойной конструкции (массивной плиты) тонкой плиты из листового материала. Это объясняется малым излучением звука такими плитами на частотах, лежащих ниже граничной. Предпосылками достижения высоких звукоизоляционных характеристик такими конструкциями являются:

- применение в качестве демпфирующего (упругого) слоя волокнистых звукопоглощающих материалов с низким значением k ;
- отсутствие между твердыми элементами многослойной конструкции (оболочками) жестких соединений (акустических мостиков).

Для достижения хороших звукоизоляционных характеристик резонансная частота должна находиться в низкочастотном диапазоне (ниже 100 Гц). Этому достигают за счет устройства большого промежутка между основной стеной и тонкой плитой на относе или за счет применения в многослойной конструкции «тяжелых» твердых элементов (с большой поверхностной плотностью) и тонких плит на относе.

Звукоизоляция от воздушного шума многослойными сэндвич-конструкциями типа «стена + тонкая плита на относе», представляется в виде

$$R = 10 \cdot \lg \frac{P_0}{P} = 10 \cdot \lg \frac{P_0}{P_{A.M.} + P_{V.C.}} = -10 \cdot \lg \frac{P_{A.M.} + P_{V.C.}}{P_0} = -10 \cdot \lg \left(\frac{P_{A.M.}}{P_0} + \frac{P_{V.C.}}{P_0} \right) \quad (7)$$

В третьем разделе представлены результаты экспериментальных и теоретических исследований звукоизолирующей способности ограждающих конструкций. Блок-схема экспериментальной установки для измерений звукоизолирующей способности ограждающих конструкций представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Блок-схема экспериментальной установки для измерения шума.

На рисунке 6 представлен сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований частотных характеристик звукоизоляции одной из десяти исследуемых в работе однослойных конструкций, вычисленных различными методами.

В четвертом разделе предлагаются меры по снижению шума, передающегося по воздуховодам; снижение шума в воздушных каналах; определяется зависимость допустимых уровней шума от скорости потока воздуха в глушителях вентиляционных установок и шум в обслуживаемых помещениях, возникающий при работе воздухоприточных устройств; предлагаются условия эффективного подбора вентиляторов, предлагаются

результаты исследования по компоновке и планировке системы вентиляции и кондиционирования воздуха; выдаются рекомендации по выбору места расположения вентиляционных установок, рекомендации по компоновке и планировке системы вентиляции и кондиционирования воздуха, рекомендации по проектированию виброизолирующих конструкций и рекомендации по виброизоляции вентиляционного оборудования.

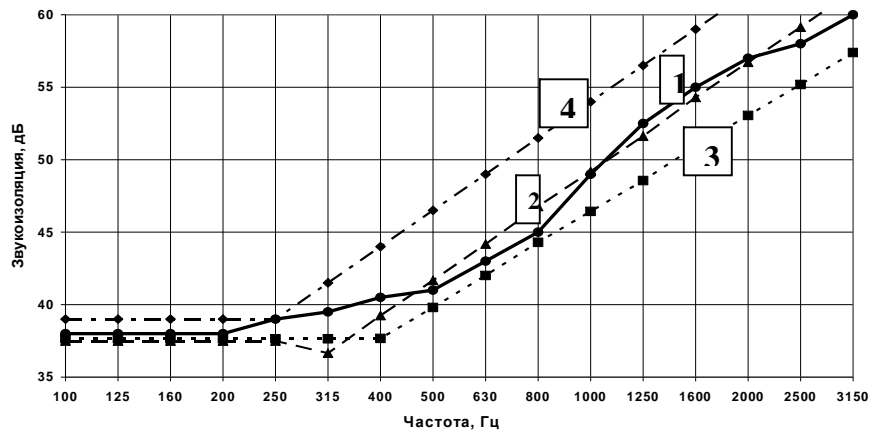


Рисунок 6 – Частотные характеристики звукоизоляции от воздушного шума конструкцией, состоящей из силикатного кирпича, оштукатуренной с обеих сторон, общей толщиной 145 мм. Кривая 1 – измеренная частотная характеристика звукоизоляции; Кривая 2 – расчетная (по разработанной методике расчета) частотная характеристика звукоизоляции; Кривая 3 - расчетная (по методу Заборова В.И.) частотная характеристика звукоизоляции; Кривая 4 - расчетная (по методу Крейтана В.Г.) частотная характеристика.

С учетом параметров воздуховодов и назначения помещения рекомендуется не превышать показатели скорости воздуха, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели скорости воздуха, рекомендуемые с учетом параметров воздуховодов, особенностей установки и назначения помещения

Помещения	Скорость воздуха (м/с)			
	Прямоугольные воздуховоды		Круглые воздуховоды	
	Над подвесным потолком	Непосредственно в помещении	Над подвесным потолком	Непосредственно в помещении
Конференц-залы, банкетные залы, учебные классы, администр. помещения	8,9	7,4	15,2	13,2

продолжение таблицы 2

Кабинеты, номера в гостиницах, палаты в больницах, театральные ложи, библиотеки	6,1	4,8	10,2	8,6
---	-----	-----	------	-----

Крепление трубопроводов и воздухопроводов к строительным конструкциям необходимо производить при помощи виброизолирующих креплений с упругим элементом (рисунки 7 и 8).

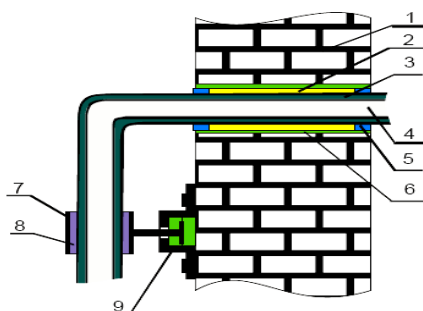


Рисунок 7 – Схема прокладки инженерных коммуникаций. 1 – стена; 2 – упругая прокладка; 3 – вибродемпфирующий материал; 4 – трубопровод; 5 – невысыхающий герметик; 6 – гильза; 7 – монтажный кронштейн; 8 – прокладка из мягкой резины; 9 – виброизолирующее крепление.

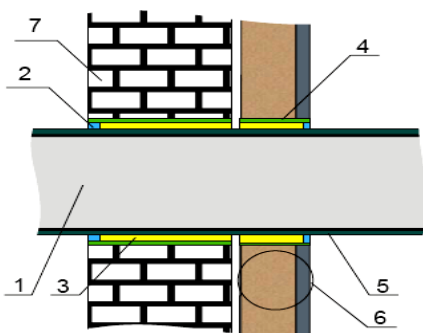


Рисунок 8 – Схема прокладки вентиляционных каналов через стены. 1 – вентиляционный канал; 2 – виброакустический силиконовый герметик; 3 – упругая прокладка; 4 – гильза; 5 – вибродемпфирующий материал; 6 – звукоизоляционная или звукопоглощающая облицовка; 7 – стена или перегородка.

Лучший эффект шумоглушения при установке шумоглушителя достигался при его размещении в месте прохождения воздуховода через стену. Производимый в помещении шум частично гасится стеной и затем через шумоглушитель попадает в воздуховод. В работе исследовалась схема установки шумоглушителя полностью вне помещения. В таком случае шум производился и стенками воздуховода до шумоглушителя в самом помещении (рисунок 9).

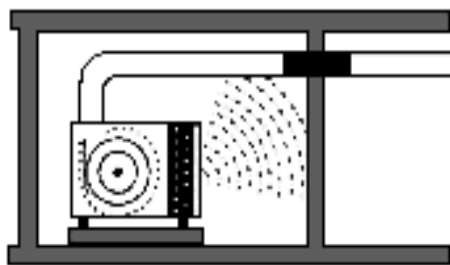


Рисунок 9 – Вариант наилучшего решения по положению шумоглушителя. Этот вариант расположения шумоглушителя обеспечивает максимальное поглощение шума, возникающего в воздуховоде, а также шума, проникающего в воздуховод снаружи

Одной из мер решения этой проблемы является установка шумоглушителей после воздухозаборников и распределителей воздуха на соответствующих каналах подвода воздуха. Так каждое помещение остается изолированным от проникновения в него и из него шума (рисунок 10).

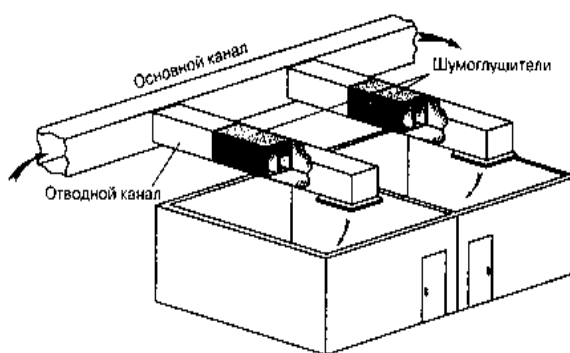


Рисунок 10 – Схема расположения шумоглушителей для предотвращения обратного попадания шума через воздухоприемники

Важным аспектом является правильное размещение заслонок, которые не следует устанавливать в непосредственной близости от воздухоприемников, поскольку в этом случае неизбежно будет возникать шум, зависящий от степени открытия заслонки. Влияние степени открытия заслонок на потери давления и повышение уровня шума приводится в таблица 3. Защитные заслонки никогда не устанавливаются непосредственно на фланец распределителя воздуха.

Разные типы вентиляторов дают различное звукоизлучение, и шумность агрегатов в пределах одной категории определяется различными факторами. Чаще всего, если вентилятор подобран для работы в условиях наивысшей аэродинамической эффективности строго в соответствии с расчетными показателями напора и расхода воздуха и с точки зрения акустики, его рабочие параметры будут хорошими. Снижение эффективности даже, на несколько процентов, может вдвое увеличить уровень звукоизлучения системы (+3 дБ).

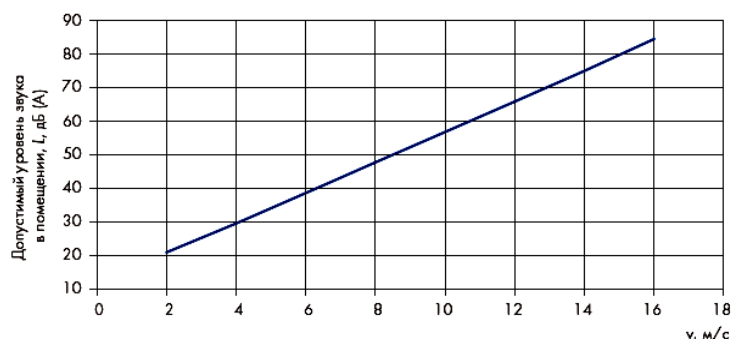


Рисунок 11 – Зависимость допустимых уровней шума от скорости потока воздуха в шумоглушителях

Таблица 3 – Уровни шума, производимые заслонками в воздуховодах

Степень открытия заслонки, %	Потери давления воздуха на участке «горловина-заслонка» относительно 100% открытого положения, %	Повышение уровня шума, дБ
100	100	0
82	150	4,5
70	200	8
50	400	16

В работе сравнивалась возможность применения двух наиболее распространенных типов вентиляторов – центробежных и аксиальных (осевых). Было отмечено, что звуковой спектр последних (аксиальных) достаточно ровный, а первые (центробежные) дают снижение шума порядка 4–6 дБ на октаву. Для центробежных вентиляторов характерным является генерирование и распространение низкочастотного шума. Аксиальные (осевые) вентиляторы, будучи несколько тише на низких частотах по сравнению с центробежными вентиляторами той же мощности, гораздо более шумные на высоких частотах. Анализ эффективного подбора вентилятора показал, что: 1. Вентилятор должен иметь наименьший удельный уровень звуковой мощности (критерий шумности) и спектральный состав шума, соответствующий заданным условиям эксплуатации, при прочих оптимальных параметрах и максимальном КПД (η_{\max}); мощность вентилятора должна соответствовать гидравлическим потерям в сети воздуховодов, т. е. его аэродинамические параметры должны быть подобраны в соответствии с техническими потребностями проекта; следует избегать применения вентиляторов с числом лопаток менее 12, они часто генерируют интенсивные тональные составляющие аэродинамического шума на частоте прохождения лопаток и ее гармониках, их интенсивность зависит от конструкции вентилятора, от колебаний потока на входе в рабочее колесо и от реакции системы воздуховодов; присоединяемые воздуховоды на стороне всасывания и нагнетания должны быть в 2–3 раза больше

максимального размера (диаметра) патрубка вентилятора, они обеспечивают равномерный поток воздуха; отклонения от таких схем могут существенно повлиять как на аэродинамическую, так и на акустическую характеристики вентилятора; в системах вентиляции с регулируемым расходом воздуха особое внимание следует уделять влиянию изменения аэродинамических параметров на звуковую мощность вентилятора, например, уменьшение расхода воздуха посредством изменения угла установки лопаток может значительно увеличить уровень шума; снижение уровня шума вентилятора может быть достигнуто посредством снижения скорости вращения рабочего колеса в допустимых пределах при сохранении его мощности (расхода воздуха и давления); между патрубками вентилятора и воздуховодами рекомендуется устанавливать гибкие вставки, снимающие напряжения и предотвращающие передачу вибрации от вентилятора.

Все рассмотренные виброизолирующие конструкции снижают передаваемую на фундамент вибрацию только на частотах, превышающих основную частоту собственных вертикальных колебаний f_0 (резонансную частоту) системы, состоящей из агрегата, установленного на виброизолирующем основании. При выборе виброизолирующих конструкций исходят из требования

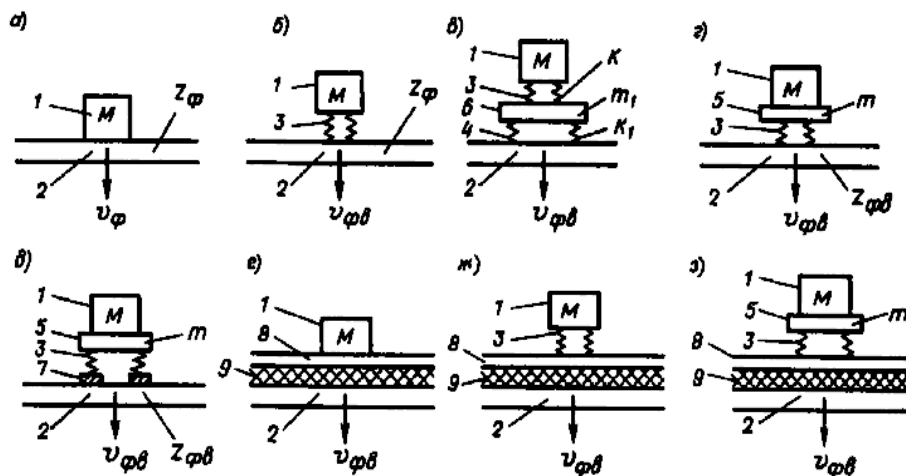


Рисунок 12 – Схемы жесткого и виброизолированного креплений агрегата к фундаменту. 1 - агрегат; 2 - фундамент; 3, 4 - виброизоляторы; 5 - фундаментная плита; 6 - промежуточный блок; 7 - эластичные прокладки; 8 - плавающий пол на упругом основании; 9 - слой упругого материала. а) агрегат жестко прикреплен к фундаменту; б) агрегат установлен на виброизоляторах; в) двухзвенная схема с применением виброизоляторов; г) агрегат установлен на плите массой m на виброизоляторах; д) то же, что и г), дополнительно установлены эластичные прокладки; е) агрегат жестко прикреплен к плавающему полу на упругом основании; ж) агрегат установлен на виброизоляторах и полу на упругом основании; з) то же, что и ж), дополнительно установлена плита m .

$$\frac{f_p}{f_0} > 3 \div 4$$

где f_p - рабочая частота машины (оборудования), Гц. f_0 - частота оборотов в секунду для машин с вращающимися частями (насосы, вентиляторы), число ходов в секунду машин с возвратно-поступательно движущимися частями (поршневые компрессоры).

Конструкция плавающего пола должна обеспечивать ее несущую способность на действие статической нагрузки от оборудования. Пример конструкции звукоизоляционного «плавающего пола» показан на рисунке 13.

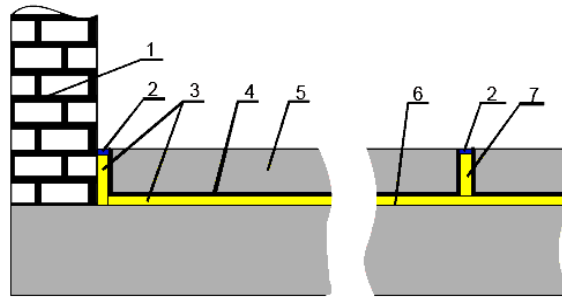


Рисунок 13 – Принципиальная схема устройства звукоизоляционного «плавающего пола». 1 – стена здания; 2 – невысыхающий герметик; 3 – упругая подложка - звукопоглощающие плиты из стекловолокна, базальтового волокна или вспененного полимера толщиной 20-60 мм; 4 – гидроизолирующий слой полиэтилена; 5 – бетонная стяжка толщиной 60-80 мм, армированная металлическими конструкциями; 6 – плита перекрытия; 7 – технологический деформационный шов (выполняется в случае необходимости).

В звуковом диапазоне частот железобетонные плиты лучше работают, если (при заданной массе) они имеют минимальные размеры в плане, но большую толщину. Для повышения акустической виброизоляции не следует делать больших в плане железобетонных плит, на которых устанавливают сразу несколько машин — например, основной и резервный насосы.

Наиболее важная характеристика виброизолируемого вентилятора – частота его собственных колебаний, определяемая суммой динамических жесткостей виброизоляторов и суммой масс вентилятора и железобетонной плиты. Только на частотах, значительно превышающих частоту собственных колебаний, виброизоляторы снижают колебания фундамента. Эффективность виброизоляции, зависит от типа используемых виброизоляторов, от допустимой нагрузки на них и их жесткости, от их рабочей высоты и количества, и др. Требуемая эффективность виброизоляции вентиляционного оборудования в жилых домах, в общественных зданиях категории А, в гостиницах, больницах, домах отдыха, библиотеках составляет 23–32 дБ.

В пятом разделе приводится оценка технико – экономической эффективности внедрения. Защита от воздушного и структурного шума создаваемого системами вентиляции и кондиционирования позволяет

применять оптимальные, с точки зрения материальных затрат, решения по звуко- и виброизоляции «шумных» помещений и оборудования.

Стоимость материалов одинаковых, с точки зрения звукоизоляции, ограждающих конструкций площадью 1 м² приведена в таблице 11.

Таблица 3 – Стоимость материалов 1 м² ограждающих конструкций

Материалы 1 м. кв. конструкций	Количество и стоимость материалов 1 м.кв. одинаковых по звукоизоляционным характеристикам конструкций			
	Конструкция без звукоизоляционной оболочки		Конструкция с звукоизоляционной оболочкой	
	Кол - во	Стоимость, тг	Кол - во	Стоимость, тг
Кирпич	105 шт.	1575	50	750
Ц/п раствор	0,07 м.куб.	1000	0,035 м.куб.	500
ГКЛ в 2 слоя с конструкцией каркаса	-	-	2 м.кв.	700
Звукоизоляционный материал	-	-	2 м.кв.	200
		Итого: 2575		Итого: 2150

Экономия затрат на 1 м.кв. конструкции составляет 425 тенге при этом, достигаются:

1. Снижение эксплуатационных расходов;
2. Экономия материалов вследствие снижения веса несущих конструкций до 40%;
3. Увеличение полезных площадей за счет уменьшения толщины стен до 15%;
4. Применение при монтаже ограждающих конструкций элементов высокой заводской готовности, позволяющих свести к минимуму влияние человеческого фактора на стройплощадке;
5. Высокая скорость сборки: бригада из двух человек полностью собирает каркас ограждающей конструкции площадью до 600 квадратных метров за 2 недели (сборка звукоизолирующих конструкций требует меньших временных затрат, чем установка кирпичной конструкции).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка акустического комфорта в зданиях любого уровня осуществляется на основе учета всего комплекса источников шума. Практически во всех зданиях присутствует шум создаваемый системами вентиляции и кондиционирования. Вибрация этих установок передается ограждающим конструкциям и преобразуется в воздушный и структурный шум. Учет и методика борьбы с этими шумами – сложная задача. При

выполнении диссертационной работы необходимо было выполнить две задачи: а) решить меру защиты от виброизоляции; б) выполнить расчет звукоизоляции конструкцией, учитывающая механизмы прохождения звука через конструкцию, включая технические, монтажные, эксплуатационные и др. особенности этой конструкции.

Основные результаты и выводы представленной работы следующие:

1. Исследованы: шумовой режим в помещениях, обусловленный работой систем вентиляции и кондиционирования; влияние параметров системы вентиляции и кондиционирования на ее шумность.

2. Выполнен расчет виброизолирующих оснований для систем вентиляции и кондиционирования воздуха; предложены в качестве демпфирующего слоя материалы с низким значением k для ряда систем вентиляции.

3. Разработан расчет требуемого снижения шума вентиляционных систем и предложены средства снижения шума систем вентиляции комплексным методом, включая систему специальных амортизаторов подвесного типа и виброизолирующих оснований.

4. Установлено влияние косвенной передачи структурного шума, образуемого вибрацией инженерного оборудования, через узлы и соединения здания на комплексную (общую) звукоизолирующую способность ограждающей конструкции. На передачу структурного шума через узлы и соединения здания основное влияние оказывает звукоизоляция от структурного шума узла здания \bar{R}_c . Установлено, что на величину \bar{R}_c основное влияние оказывает отношение поверхностных плотностей смежных ограждающих конструкций, соединяющихся в данном узле. Установлено влияние акустических мостиков на звукоизолирующую способность конструкций.

5. Приведены в сравнении результаты теоретических и экспериментальных исследований частотных характеристик звукоизоляции однослойными и многослойными конструкциями с учетом передачи структурного шума по узлам и соединениям зданий. Предложены пути повышения звукоизолирующей эффективности ограждающих конструкций конструктивными методами с применением разработанных узлов крепления – амортизирующих подвесов.

В данной работе исследованы характеристики шума, создаваемого системами вентиляции и кондиционирования в зданиях и взаимосвязь его со структурным шумом в ограждающих конструкциях, исследованы меры защиты от такого шума.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

1. Омаров С.С., Акмалаев А.К., Нурумов Р.Б. Толегенова А.С., Омарова К.С. «Увеличение звукоизоляции многослойной конструкцией перегородки между помещениями». Труды 11-й Межд.нар.научн.техн.конференции «Новое в безопасности» (Защита человека в чс, охрана труда, экология,

логистика, экономика, материаловедение демпфирующих сплавов). Алматы. 2009.с.43-44.

2. Омаров С.С., Толегенова А.С., Акмалаев А.К., Нурумов Р.Б., Омарова К.С. «Расчет звукоизоляции от воздушного шума несущей стеной и перекрытием помещения из тяжелого бетона». Труды 11-й Межд.нар.научн.техн.конференции «Новое в безопасности» (Защита человека в чс, охрана труда, экология, логистика, экономика, материаловедение демпфирующих сплавов). Алматы. 2009.с.36-40.

3. Омаров С.С., Толегенова А.С., Акмалаев А.К., Нурумов Р.Б., Елемесов К.А. «Расчет требуемого снижения шума, создаваемого энергетическими установками в помещении технического этажа многоэтажного здания». Научно-техн.журн. «Вестник НИИСТРОМПРОЕКТА» .№3-4. Алматы. 2010г. с.130-131.

4. Омаров С.С., Акмалаев К.А., Толегенова А.С., Нурумов Р.Б. «Шумообразование в элементах воздухопроводов». Научно-техн.журн. «Вестник НИИСТРОМПРОЕКТА» .№3-4. Алматы. 2010г.120-124

5. Омаров С.С., Толегенова А.С., Нурумов Р.Б., Елемесов К.А., Акмалаев К.А. «Расчет уровней звукового давления в помещениях технического этажа многоэтажного здания». Научно-техн.журн. «Вестник НИИСТРОМПРОЕКТА» .№3-4. Алматы. 2010 с. 125-129г

6. Омаров С.С., Толегенова А.С., Акмалаев А.К., Нурумов Р.Б., Омарова К.С. «Увеличение звукоизоляции перекрытия дополнительной дополнительной конструкцией подвесного потолка». Труды 11-й Межд.нар.научн.техн.конференции «Новое в безопасности» (Защита человека в чс, охрана труда, экология, логистика, экономика, материаловедение демпфирующих сплавов). Алматы. 2009.с. 40-43.

7. Омаров С.С., Акмалаев К.А., Толегенова А.С., Елемесов К.А. «Методика защиты от шума вентиляционных систем и систем кондиционирования воздуха». Научно-техн.журн. «Вестник НИИСТРОМПРОЕКТА» .№3-4. Алматы. 2010г.. 118-120.

8. Омаров С.С., Акмалаев А.К., Нурумов Р.Б. Толегенова А.С., Омарова К.С. «Снижение уровней звуковой мощности по пути распространения шума в воздуховодах». Труды 11-й Межд.нар.научн.техн.конференции «Новое в безопасности» (Защита человека в чс, охрана труда, экология, логистика, экономика, материаловедение демпфирующих сплавов). Алматы. 2009.с.34-35.

ТҮЙІН

ТӨЛЕГЕНОВА АРАЙ САРСЕНҒАЛИҚЫЗЫ

Желдету және салқындату жүйесінде болатын ауалық және құрылымдық шудан қорғану

05.26.01 – еңбек қорғау мамандығы

Жұмыстың өзектілігі. Соңғы кездегі салынып жатқан және жөнделетін ғимараттардың көбісінде желдететін, ауаны салқындататын, жылу және су құбыры жүйелері бар. Бұл инженерлік қондырғылар ғимараттардың техникалық қабаттарында немесе ғимараттың соңғы қабаттарында орналасады. Бұл айтылған жүйелердің қуат беретін қондырғыларының қуаттылығы жоғары, сондықтан жоғарғы деңгейдегі шу мен діріл туғызады. Діріл адамға дірілдететін элементтер мен шумен жақындасуының әсерінен қолайсыз жағдайларға әкеліп соқтырады.

Әр түрлі шулардың түрімен күрес жасау тәсілдерін жасау, әсіресе қазіргі кезде көп көңіл бөлінетін көп қабатты ғимараттарда болатын құрылымдық шу. Бірақта қазіргі кезге дейін ғимараттардағы әр түрлі қондырғылардың әсерінен болатын құрылымдық шуды бағалау және шудан оқшаулау сұрақтары аз зерттеліп келеді. Сондықтан, қазіргі кезде ғимараттарды жобалауда бұл сұрақ өзекті болып табылады.

Зерттеу нысаны. Тұрғын үй, қоғамдық және өндіріс ғимараттарының құрылыстық қоршау құрамалары және көп қабатты ғимараттарда болатын желдету және салқындату жүйелеріндегі шумен күресу.

Жұмыстың мақсаты. Ғимараттағы желдету және салқындату жүйесінің сілкіну әсерінен болатын құрылымдық шудың пайда болу механизімін зерттеу және осындай шумен күресудің тәсілін жасау.

Жұмысты жүргізу тәсілі. Желдету және салқындату жүйесінде болатын ауалық және құрылымдық шуды талдау мен есептеу болып табылады, сонымен қатар ауалық және құрылымдық шудан сілкіну мен дыбыс жұтудан оқшаулау тәсілдерін жасау (оның ішінде қосымша бір қабатты және көп қабатты қоршау құрамаларының көмегімен).

Жұмыстың нәтижелері. Жұмыстың нәтижелерін жүзеге асыру мақсатында мынандай негізгі міндеттер шешілді:

- көп қабатты ғимараттағы ауалық және құрылымдық шудың көзі болып табылатын желдету және салқындату жүйесіне баға беру және ғимараттың техникалық қабатындағы желдету мен салқындату жүйесіндегі шудан қорғану тәсілін жасау;

- қоршау құрамаларының жобалық шамаларының, дыбысты оқшаулау мүмкіншілігіне байланыстылық әсерін орнату және құрылымдық шуды құраманың дұбыс жұту мүмкіншілігіне жинақталынған ғимараттың тораптары мен қосылыстарына беру;

- ғимараттың тораптары, қосылыстары және дыбыс шығу жолдары арқылы берілетін, құрылымдық шудың әсерін ескере отыра бір қабатты және көп қабатты қоршау құрамаларының дыбысты оқшаулау мүмкіншілігін тәжірибе жүзінде және теориялық зерттеу.

Ғылыми-зерттеу жұмыстарын енгізу дәрежесі. Жұмыстың нәтижесі қоршау құрамаларының дыбысын оқшаулауды есептеуде, сонымен қатар тораптарды жасау кезінде дыбысты оқшаулау қабықтарын жасауда ЖШС «Тепло–Звуко–Технологии» орындалынған тұрғын үй және қоғамдық ғимараттардағы дыбысты оқшаулау мүмкіншілігін реттеу шараларын жүзеге асыруын әр түрлі энергетикалық қондырғылардың оқшауларын есептеуде пайдаланылды.

Құрылыс құрамаларының дыбысын оқшаулауының дыбысын есептеу Алматы қаласындағы «Алатау-гранд» және Атырау қаласындағы «Меркур Авто» және т.б. бизнес орталығының техникалық қабатының бөлмесіндегі дыбыс өрісін түзетуде жүргізілді.

Пайдалану аймағы. Желдету және салқындату жүйесі бар көп қабатты ғимараттар.

Экономикалық тиімділігі. Желдету және салқындату жүйесі бойынша пайда болатын ауалық және құрылымдық шудан қорғану, материалдық шығынға сай, бөлмедегі және қондырғыдағы шудың тиімділігін шешуге мүмкіншілік жасайды. 1 м² құрамаға кететін шығынның экономикасы 425 тенге болады және мынаған жетеді: пайдалану шығын азаяды; құрамалардың салмағының 40% дейін жеңілденуінен материалдар үнемделінеді; қабырғаның қалыңдығының 15% дейінгі азаюы ауданының ұлғаюына әкеліп соқтырады; зауытта дайындалынған құрылыс алаңындағы қоршау құрамаларының элементтерін құрастыру кезіндегі болатын адам ықпалының әсері жеңілденеді; жинау жылдамдығы артады, екі адамнан тұратын бригада екі аптаның ішінде 600 м² дейінгі ауданның қоршау құрамаларын толығымен жинап шығады.

The summary

Tolegenova Arai Sarsengaliyeva

Protection against air and structural noise, created by systems of ventilation and conditioning

05.26.01 - health and safety measures

The majority of the constructed and reconstructed buildings have autonomous systems of ventilation, air conditioning, warm and water supply. Given engineering equipment is placed, as a rule, on technical floors located, or in ground floor of a building, or on last floor. Power units of the given systems capable to satisfy requirements of a high-altitude building, have the large capacity and at work create very high levels of noise and vibration. The feature consists that the given engineering equipment raises vibration and noise simultaneously. The vibration renders double adverse influence on the man owing to direct contact influence vibrating elements and noise, radiating in rooms varying by protecting designs in a sound range of frequencies (structural noise). Development of methods of struggle with various kinds of noise and first of all with structural noise created by modern sources of noise in multi-storey buildings now gets the increasing value. However the questions of the rating of structural noise are still little studied, created by various power installations in buildings, and, as a consequence, questions of isolation from such noise. Now these questions are rather topical and determine success at designing buildings and structures.

By object of research: building protecting designs of the inhabited, public and industrial buildings and structures and struggle with noise created by systems of ventilation and conditioning in the multi-storey buildings.

The purpose of work: research of mechanisms of occurrence of structural noise, caused by vibration of systems of ventilation and conditioning in buildings and development of methods of struggle with such noise.

Methods of realization of work: consist in the analysis and account structural and air noise created by systems B and KB, and also in development of methods of vibrate and sound insulation from air and structural noise (including with the help of additional one-ply and multilayer of protecting designs).

Results of work. For realization of this purpose in work the following basic tasks are solved:

- Rating of systems of ventilation and conditioning, as sources air and structural noise in multi-storey buildings and development of methods of protection from air and structural noise generated by systems of ventilation and conditioning on technical floors of buildings;

- Establishment of dependence of influence of design data protecting designs on their sound isolating ability and transformation of structural noise on sites and connections of a building on complex sound isolating ability of designs;

- Experimental and theoretical researches of sound isolating ability of one-ply and multilayer of protecting designs in view of influence on structural noise transmitted through sites, connections and acoustic bridges.

The degree of introduction of research work. The results of work were used at accounts vibrate insulation of various power installations in buildings, at accounts of sound insulation protecting designs, and also by development sites, fastening of sound isolating shells to protecting designs at realization of measures on correcting sound isolating ability of designs of inhabited and public buildings, is executed by TOO "heat - sound - technology". The acoustic account by definition of vibrate-sound insulation protecting designs is executed and correction of an acoustic field in rooms of a technical floor of the business - centre "Алатау-гранд" in Almaty, motor show "Меркур Авто" in Атырау and etc.

Area of application. Multi-storey buildings with systems of ventilation and conditioning.

Economic efficiency. Protection against air and structural noise created by systems of ventilation and conditioning allows applying optimum, from the point of view of material expenses, decision on sound- and vibrating insulation of "noisy" rooms and the equipment. Economy of expenses on 1 sq. m. Design makes 425 tenge at it, are achieved: reduction of the operational charges; economy of materials owing to reduction of weight of bearing designs to 40 %; increasing useful areas at the expense of reduction of thickness of walls up to 15 %; application at editing protecting designs of elements of high factory readiness allowing to reduce to a minimum influence of the human factor on a building site; high speed of assembly: the brigade from two men completely collects a skeleton protecting designs by the area up to 600 square meters for 2 weeks.