**2. Защита речевой информации**

Защита речевой информации от утечки по акустическим каналам может быть реализована за счет создания защищенных методом звукоизоляции помещений.

Выделение акустического сигнала на фоне естественных шумов происходит при определенных соотношениях сигнал/шум. Производя звукоизоляцию, добиваются его снижения до предела, затрудняющего (исключающего) возможность выделения речевых сигналов, проникающих за пределы контролируемой зоны по акустическому или виброакустическому (ограждающие конструкции, трубопроводы) каналам.

Для сплошных, однородных, строительных конструкций ослабление акустического сигнала, характеризующее качество звукоизоляции на средних частотах, рассчитывается по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.1) |

где *q*ог, – масса 1 м2 ограждения, кг;

*f* – частота звука, Гц.

При выборе ограждающих конструкций выделенных помещений в процессе проектирования необходимо руководствоваться следующими правилами:

– в качестве перекрытий рекомендуется использовать акустически неоднородные конструкции;

– в качестве полов целесообразно использовать конструкции на упругом основании или конструкции, установленные на виброизоляторы;

– потолки целесообразно выполнять подвесными, звукопоглощающими со звукоизолирующим слоем;

– в качестве стен и перегородок предпочтительно использование многослойных акустически неоднородных конструкций с упругими прокладками (резина, пробка, ДВП, МВП и т. п.).

Прохождение волн через препятствия осуществляется различными путями:

– через поры, окна, щели, двери и т. д. (путем воздушного переноса);

– через материал стен, по трубам тепло-, водо- и газоснабжения и т. д. за счет их продольных колебаний (путем материального переноса);

– через материал стен и перегородок помещения за счет их поперечных колебаний (путем мембранного переноса).

Звукоизоляция помещений обеспечивается за счет использования звукопоглощающих материалов – имеющих сквозную пористость и относительно высокий коэффициент звукопоглощения (более 0,2) и обладающих динамическим модулем упругости не более 150 кгс/см2.

По форме звукопоглощающие материалы разделяют на штучные (блоки, плиты), рулонные (маты, полосовые прокладки, холсты), рыхлые и сыпучие (вата минеральная, стеклянная, керамзит, шлак).

По величине относительного сжатия (жесткости) звукопоглощающие и звукоизоляционные строительные материалы подразделяются на мягкие, полужесткие и твердые.

**Мягкие звукопоглощающие материалы** изготавливают на основе минеральной ваты или стекловолокна с минимальным объемом (до 3 % по массе) связующего или без него (рисунок 3.14). К ним относятся маты или рулонные полотна с объёмной массой до 70 кг/м3, которые обычно применяются в сочетании с защитными перфорированными листовыми экранами (алюминий, гипсокартон, жесткий ПВХ) или с покрытием пористой плёнкой. Коэффициент звукопоглощения этих материалов на средних частотах (250…1000 Гц) достигает значений 0,7…0,95.

|  |
| --- |
| Рис 4  Рисунок 3.14. Внешний вид минераловатного мата М1-100 |

**Полужесткие материалы** включают в себя минераловатные или стекловолокнистые плиты с объёмной массой 80…130 кг/м3 при содержании синтетического связующего 10…15 % по массе (рисунок 3.15), а также древесноволокнистые плиты с объёмной массой 180…300 кг/м3. Поверхность плит покрывается пористой краской или плёнкой. Коэффициент звукопоглощения полужёстких материалов на средних частотах составляет 0,5…0,75. Сюда входят звукопоглощающие материалы с ячеистым строением – пенополиуретан, полистирол, а также базальтовые звукопоглощающие маты, получаемые из очень тонкого базальтового волокна с покрытием из стеклоткани.

|  |
| --- |
| Рис 4  Рисунок 3.15. Внешний вид минераловатных плит П-75 |

У **твердых материалов** объемная масса составляет 300…400 кг/м3 и коэффициент звукопоглощения порядка 0,5. Их производят на основе гранулированной или суспензированной минеральной ваты и коллоидного связующего. К ним относятся материалы, в состав которых входят пористые заполнители (вспученный перлит, вермикулит, пемза).

Звукопоглощающая способность материалов обусловлена их пористой структурой и наличием большого числа открытых сообщающихся между собой пор, максимальный диаметр которых обычно не превышает 2 мм (общая пористость должна составлять не менее 75% по объёму). Большая удельная поверхность материалов, создаваемая стенками открытых пор, способствует активному преобразованию энергии звуковых колебаний в тепловую энергию вследствие потерь на трение.

Обычно пористые материалы используют в сочетании со сплошными. Один из распространенных видов пористых материалов – облицовочные звукопоглощающие материалы. Их изготавливают в виде плоских плит или рельефных конструкций (пирамид, клиньев и т. д.), располагаемых или вплотную или на небольшом расстоянии от сплошной строительной конструкции (стены, перегородки, ограждения и т. п.).

Отдельную группу звукопоглощающих материалов составляют резонансные поглотители. Они подразделяются на мембранные и резонаторные. **Мембранные поглотители** представляют собой натянутый холст (ткань), тонкий фанерный (картонный) лист, под которым располагают хорошо демпфирующий материал (материал с большой вязкостью — например поролон, губчатую резину, строительный войлок и т. д.). В такого рода поглотителях максимум поглощения достигается на резонансных частотах.

Перфорированные **резонаторные поглотители** представляют собой систему воздушных резонаторов, в устье которых расположен демпфирующий материал. Наиболее распространенными являются перфорированные плиты (рисунок 3.16), которые монтируются на некотором расстоянии от твердой стены.

|  |
| --- |
| Рис 4  Рисунок 3.16. Внешний вид фрагмента перфорированной плиты СМЛ-ППГЗ |

Повышение звукоизоляции стен и перегородок помещений достигается применением слоистых или раздельных их конструкций. В многослойных перегородках и стенах целесообразно подбирать материалы слоев с резко отличающимися акустическими сопротивлениями (например бетон–поролон).

Основными конструктивными параметрами, определяющими звукоизолирующую способность многослойных конструкций, являются материал и толщина обшивок, вид каркаса и способ крепления к нему обшивок, толщина промежутка между слоями, вид звукопоглощающего материала и степень заполнения им промежутка.

Звукоизолирующая способность сложных стен, имеющих дверные и оконные проемы, зависит от звукоизоляции дверей и окон. Увеличение звукоизолирующей способности дверей достигается плотной пригонкой полотна дверей к коробке, устранением щелей между дверью и полом, применением уплотняющих прокладок, обивкой или облицовкой полотен дверей специальными материалами и т. д. При недостаточной звукоизоляции однослойных дверей используются двойные двери с тамбуром, облицованные звукопоглощающим материалом.

Звукопоглощающая способность окон, так же, как и дверей, зависит главным образом от поверхностной плотности стекла и прижатия притворов. Обычные окна с двойными переплетами обладают более высокой (на 4…5 дБ) звукоизолирующей способностью по сравнению с окнами со спаренными переплетами. Применение упругих прокладок значительно улучшает звукоизоляционные качества окон. В случаях когда необходимо обеспечить повышенную звукоизоляцию, применяют окна специальной конструкции (например, двойное окно с заполнением оконного проема органическим стеклом толщиной 20…40 мм и с воздушным зазором между стеклами не менее 100 мм). Повышенное звукопоглощение обеспечивается применением конструкции окон на основе стеклопакетов с герметизацией и заполнением зазора между стеклами различными газовыми смесями.

Между помещениями зданий и сооружений проходит много технологических коммуникаций (трубы тепло-, газо-, водоснабжения и канализации, кабельная сеть энергоснабжения, вентиляционные короба и т. д.). Для них в стенах и перекрытиях сооружений делают соответствующие отверстия и проемы. Их надежная звукоизоляция обеспечивается применением специальных гильз, прокладок, глушителей, вязкоупругих заполнителей и т. д. Обеспечение требуемой звукоизоляции в вентиляционных каналах достигается использованием акустических фильтров и глушителей.

Во временно используемых помещениях используют складные экраны. Применение звукопоглощающих материалов, преобразующих кинетическую энергию звуковой волны в тепловую, имеет некоторые особенности, связанные с необходимостью создания оптимального соотношения прямого и отраженного от преграды акустических сигналов. Чрезмерное звукопоглощение снижает уровень сигнала, большое время реверберации приводит к ухудшению разборчивости речи.

Мероприятия акустической маскировки позволяют обеспечить (рисунок 3.17):

– неузнаваемость голоса диктора;

– существенное снижение неразборчивости речи диктора;

– скрыть факт передачи речевой информации.

|  |
| --- |
| Рис 5  Рисунок 3.17. Классификация методов акустической маскировки |

Реализация первого направления позволяет обеспечить неузнаваемость голоса диктора, что затрудняет его идентификацию. Это достигается путем изменения или генерации тех или иных параметров речевого сигнала (характеристики четырех формантных областей (средняя частота, частотный диапазон, энергия), огибающая спектра и т. д.). Изменение голоса диктора в данном случае может обеспечиваться при сохранении естественности ее звучания за счет использования некоторых характеристик голоса диктора или заданного голосового образца. При отсутствии естественности звучания голос имеет механический оттенок.

Под техническим закрытием речи будем понимать технологии маскирования речи, относящиеся к методам и средствам смысловой защиты речевой информации и имеющие цель обеспечения неразборчивости защищаемого речевого сообщения. Их реализация на практике может быть выражена в микшировании речи шумами и помехами и/или в модификации речевого сигнала по вычисляемым из его описаний параметрам по заранее известному закону преобразования (закрытия–восстановления). При микшировании речевого сигнала с помехой необходимо обеспечить превышение ее уровнем уровня речи.

Под модификацией речи будем понимать такое преобразование исходного речевого сигнала, прежде всего его фонетической функции, с целью достижения его неразборчивости и/или неузнаваемости по известному заданному закону, когда параметры этого преобразования на передающем конце канала связи либо известны заранее, либо выделяются из самого исходного сигнала и не изменяются в процессе всего сеанса связи. На приемном конце эти параметры преобразования либо также известны заранее, либо выделяются из принятого модифицированного сигнала с целью восстановления неразборчивого речевого сигнала по тому же заранее известному закону. Данный метод реализуется за счет использования маскираторов речи.

Особую популярность в последнее время получила стеганография, используемая в области сокрытия конфиденциальной информации в графических изображениях, передаваемых по телекоммуникационным сетям. В тоже время прогресс, достигнутый в области разработки устройств передачи речевых сообщений, а также в средствах вычислительной техники, открывает новые возможности как для скрытой передачи конфиденциальной информации в аналоговых и цифровых аудио сигналах и речи, так и для скрытой передачи в информационных контейнерах различного рода на основе использования динамично развивающихся технологий мультимедиа, компьютерной и сотовой телефонии.

В настоящее время широко применяются методы компьютерной стеганографии, основанные на использовании естественных шумов, которые содержат цифровые массивы, полученные стандартными способами преобразования из аналоговых акустических и видеосигналов. Эти шумы являются ошибками квантования и не могут быть полностью устранены. Использование шумовых бит для передачи дополнительной конфиденциальной информации позволяет создавать скрытый канал передачи данных. В качестве шумовых бит обычно рассматриваются младшие разряды значений отсчетов, которые являются шумом с точки зрения точности измерений и несут наименьшее количество информации, содержащейся в отсчете.

Для защиты информации от утечки по виброакустическому, акустооптическому каналам используют метод микширования речевого сигнала распространяющегося в виде механических колебаний в ограждающих конструкциях с различными шумовыми сигналами. Технически это реализуется за счет использования автоматических генераторов шума. Именно поэтому акустическую маскировку часто называют **акустическим зашумлением.**

Большую группу генераторов шума составляют устройства, принцип действия которых основан на усилении колебаний первичных источников шумов. В качестве источников шумовых колебаний используются полупроводниковые и другие электронные приборы и элементы. Роль оконечных электроакустических преобразователей, осуществляющих преобразование электрических колебаний в акустические колебания речевого диапазона длин волн, обычно выполняют электромеханические, пьезоэлектрические преобразователи и малогабаритные широкополосные громкоговорители (рисунок 3.18).

|  |
| --- |
| Рис 5  Рисунок 3.18. Внешний вид устройства защиты речевой информации «Прибой‑Р» |

При закреплении электромеханических, пьезоэлектрических преобразователей, например на оконном стекле защищаемого помещения, виброколебания, создаваемые средством маскировки, вызывают интенсивные колебания стекла с амплитудой, существенно превышающей амплитуду его колебаний, вызванных речевым сигналом. Вследствие этого при лазерно-локационном зондировании оконного стекла отраженный от него акустический сигнал оказывается промодулированным не только речевым информационным сигналом, но и в значительной степени помеховым. Это приводит к существенному ухудшению условий приема и восстановления перехваченных речевых сообщений.

Аналогичное ухудшение условий перехвата будет иметь место и при наличии виброакустического канала утечки информации, например при перехвате речевого сигнала скрытно размещенным на оконном стекле или на стене защищаемого помещения электронным стетоскопом. Уровень маскирующего вибрационного шума должен превосходить уровень информационного сигнала на определенную нормами виброакустической защиты величину.

Временной случайный процесс, близкий по своим свойствам к шумовым колебаниям, может быть получен с помощью цифровых генераторов шума, формирующих последовательности двоичных символов, называемых псевдослучайными.

Наряду с шумовыми помехами в целях активной акустической маскировки используют и другие помехи.

Виды акустических помех, создаваемых средствами защиты:

– «белый» шум – имеет равномерный спектр в полосе частот речевого сигнала;

– «окрашенный» шум – формируется из «белого» в соответствии с огибающей амплитудного спектра скрываемого речевого сигнала;

– «речеподобные» помехи – формируются путем микширования в различных сочетаниях отрезков речевых сигналов, музыкальных фрагментов и шумовых помех или формируется из фрагментов скрываемого речевого сигнала при многократном наложении с различными уровнями.

«Речеподобные» помехи:

– «речеподобная» помеха-1 – формируется из фрагментов речи трех дикторов радиовещательных станций при примерно равных уровнях смешиваемых сигналов;

– «речеподобная» помеха-2 – формируется из одного доминирующего речевого сигнала или музыкального фрагмента и смеси фрагментов радиопередач с шумом;

– «речеподобная» помеха-3 – формируется из фрагментов скрываемого речевого сигнала при многократном их наложении с различными уровнями.

Акустические колебания, создаваемые средствами активной акустической маскировки, могут отрицательно воздействовать на людей, находящихся в зашумленном помещении, и приводить к их быстрой и повышенной утомляемости.

Основные требования, которым должны удовлетворять современные средства акустического зашумления:

– временные, спектральные и корреляционные характеристики помех должны быть близки соответствующим характеристикам полезного сигнала;

– средства создания помех должны обеспечивать требуемое превышение помехи над полезным сигналом в каждой выделенной полосе частот, исключающее возможность выделения сигнала на фоне помехи;

– элементы крепления электромеханических преобразователей не должны существенно искажать помеховый сигнал;

– следует учитывать, что создаваемые средствами маскировки виброколебания могут раздражающе воздействовать на нервную систему человека, вызывая различные функциональные отклонения.