

С. ЧИМАРИНА

ЭЛЕКТРОАКУСТИКА
ЭЛЕКТРОАКУСТИКА
ЭЛЕКТРОАКУСТИКА

ЭЛЕКТРОАКУСТИКА

**НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ
ТРАНСПОРТЕ**



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ЦЕНТР СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО,
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

С.В. ЧИМАРИНА

**ЭЛЕКТРОАКУСТИКА
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ
ТРАНСПОРТЕ**

*Учебное пособие для учащихся
профессиональных колледжей*

«NOSHIR»
ТАШКЕНТ
2012

УДК: 534.86(075)
ББК: 39.278я722
Ч-62

Рецензенты:

Э.А. Балиев — начальник отдела связи Центра сигнализации и связи ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари»

В.А. Кривошипин — кандидат технических наук, доцент кафедры «Электрическая связь и радио» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта

39.278 Чимарина, С.В.
Ч-62

Электроакустика на железнодорожном транспорте: учебное пособие для учащихся профессиональных колледжей / С.В.Чимарина; М-во высш. и сред. спец. образования РУз; Центр среднего спец. профессионального образования. - Т.: Ношир, 2012. — 112 с.

ISBN 978-9943-4087-6-0

Рассмотрены вопросы электроакустики, работа электроакустических преобразователей, конструкции телефонных аппаратов, применяемых на железнодорожном транспорте, и их схемы, распространение, запись и воспроизведение звука.

Учебное пособие предназначено для учащихся профессиональных колледжей железнодорожного транспорта и связи.

УДК: 534.86(075)
ББК: 39.278я722

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом растет объем грузовых и пассажирских перевозок. Интенсификация работы железнодорожного транспорта требует совершенствования систем управления перевозочным процессом. Технической основой системы управления являются средства связи, обеспечивающие оперативную передачу всех команд управления и получения обратной информации об их выполнении. Средства связи стали неотъемлемой частью любого технологического процесса, а также важным фактором, влияющим на повышение производительности труда и безопасности движения поездов.

Резкое увеличение потоков информации, вызванное внедрением автоматизированных систем оперативного управления работой железных дорог, требует автоматизации и дальнейшего развития всех видов внутридорожной информационной связи, модернизации устройств и расширения сети связи.

Основными средствами связи на железных дорогах Республики Узбекистан являются проводная телеграфная и телефонная связь, а также радиосвязь. Проводная телефонная связь появилась на железных дорогах с первых дней их существования и играет исключительно важную роль в процессе управления перевозочным процессом. Она предназначена для служебных переговоров между работниками различных служб и должна обеспечивать выполнение всех предъявляемых к ней требований. К оборудованию проводной связи относятся телефонные аппараты соответствующей данному виду связи конструкции и коммутационные устройства, в том числе телефонные коммутаторы.

Изобретение телефона по праву считается одним из самых выдающихся достижений человечества. Этому событию предшествовал целый ряд промежуточных этапов. В 1820 г. датский ученый Х. Эрстед наблюдал отклонение магнитной стрелки при

прохождении тока по проводнику, расположенному над компасом. Возникла мысль использовать это явление для целей связи. В 1832 г. русскому ученому П. Л. Шиллингу удалось разработать конструкцию аппарата, а вскоре и осуществить телеграфную передачу.

Таким образом, впервые появилась практическая возможность быстрой передачи информации на большие расстояния электрическими сигналами.

Возникла заманчивая идея передачи речи человека преобразованием звуковых колебаний в электрические на передающем конце и обратным преобразованием на приемном. Над этой проблемой работали многие представители науки и техники. В 1861 г. 24-летний немецкий учитель физики И.Ф. Рейс на заседании Франкфуртского физического общества продемонстрировал ученым прибор, названный им «телефоном». Прибор передавал отдельные звуки, иногда даже слоги слова, но для практического использования не был пригоден. И.Ф. Рейсу не удалось улучшить конструкцию прибора, но все-таки это был несомненный успех на пути создания телефона.

Впервые была доказана принципиальная возможность преобразования сложных звуковых колебаний в электрические и электрических в звуковые.

О работах И.Ф. Рейса знали многие ученые и изобретатели, в том числе и будущий изобретатель телефона А.Г. Белл. Второе июня 1875 г. можно считать днем рождения телефона. В этот день англичанин А.Г. Белл, проживавший в США, и его помощник Т. Ватсон работали с двумя телеграфными устройствами, соединенными двухпроводной линией. Неожиданно А.Г. Белл услышал очень слабые звуки речи своего помощника. Оказалось, что стальная пластинка, помещенная перед электромагнитом, колебалась под воздействием звуковых волн, и в цепи возникал пульсирующий ток. На другом конце этот ток, проходя по виткам катушки, вызвал колебания аналогичной пластинки. Так телеграфное устройство чудесным образом превратилось в принципиально новое средство связи – телефон. Седьмого марта 1876 г. А.Г. Белл получил свой знаменитый патент на телеграфное устройство, при помощи которого можно передавать речь человека. Его успех вызвал настоящий бум. За сравнительно короткий период в разных странах было выдано

более 3 тыс. патентов на различные усовершенствования телефона. Некоторые из них позволили значительно увеличить дальность передачи и повысить чувствительность приемного устройства.

В 1878 г. американский профессор Д.Э. Юз запатентовал стержневой угольный микрофон, который имел гораздо большую мощность, чем трубка А.Г. Белла. В 1879 г. М.К. Махальский, тогда еще студент Петербургского института путей сообщения, подал заявку на изобретение микрофона с угольным порошком. Эта конструкция оказалась настолько удачной, что она с незначительными изменениями используется до сих пор. Русский инженер П.М. Голубицкий предложил собственную конструкцию микрофона, централизованный способ электропитания микрофонов телефонных аппаратов и переключатель вызывных и разговорных приборов. На выставке в Париже в 1883 г. конструкция его аппарата была признана лучшей. В 1878 г. Т.А. Эдисон применил в телефонном аппарате трансформатор, что позволило увеличить дальность передачи. Г.Г. Игнатьев использовал конденсатор для разделения цепей постоянного и переменного тока.

Телефонные аппараты начали устанавливать во многих странах мира. С увеличением числа телефонов появилась потребность в устройствах коммутации.

Почти сразу же после изобретения телефона возникла идея автоматизации соединений. Первый удачный опыт провел в 1887 г. русский инженер К.А. Мосцицкий. Плодотворно работали в этой области изобретатели М.Ф. Фрайденберг и С.М. Апостолов (Бердичевский), многие зарубежные ученые и инженеры. В 1896 г. по проекту С.М. Апостолова в Англии была построена автоматическая телефонная станция (АТС).

Важно отметить, что менялись не только способы коммутации, но и конструкция и схемы телефонных аппаратов. Большое влияние на качество телефонной передачи оказали работы в области совершенствования линейных устройств. Наиболее важные из них — замена однопроводных линий на двухпроводные, разработка схем скрещивания воздушных проводов, симметрирование кабелей, применение усилителей.

Огромные возможности открывает применение систем передачи с импульсно-кодовой модуляцией, световодных кабелей, облада-

ющих колоссальной пропускной способностью и исключительной помехоустойчивостью. Будут совершенствоваться и конструкции телефонных аппаратов. Уже сегодня стал обычным телефонный аппарат с тастатурным (кнопочным) номеронабирателем, блок памяти которого способен запомнить десятки многозначных номеров, аппараты с автоматической регулировкой усиления и т.д. Все шире применяются дополнительные устройства, работающие совместно с телефонными аппаратами. К таким устройствам можно отнести автоответчик с записью переговоров, устройство для передачи текста и фотографий по проводам телефонной линии и т. п. Новейшие АТС обеспечивают реализацию десятков других услуг.

ГЛАВА I

ОСНОВЫ ТЕЛЕФОНИРОВАНИЯ

1.1. Основные сведения о звуке

Звуковые колебания представляют собой колебания молекул упругой среды с частотами, находящимися в диапазоне 20 – 20 000 Гц и воспринимаемыми органом слуха. Эти колебания распространяются во все стороны от источника звука, образуя попеременно чередующиеся сгущения и разрежения частиц среды. Процесс распространения звуковых колебаний называется звуковой волной, а пространство, в котором распространяются звуковые волны, – звуковым полем. Скорость распространения звуковой волны, или скорость звука, зависит от физических свойств среды. Так, для воздуха при температуре 20°C и нормальном атмосферном давлении скорость распространения звука равна 344 м/с.

Возникновение звуковых колебаний сопровождается изменением давления в звуковом поле. В этом случае давление изменяется по закону колебания источника звука.

За единицу звукового давления в международной системе единиц СИ принято давление с силой в один ньютон на площадь в один квадратный метр, т.е. Н/м². Эта единица называется Паскалем (Па). При разговоре средней громкости значение звукового давления на расстоянии 1 м от говорящего равно приблизительно 0,1 Па.

Ощущаемое звуковое давление меняется пропорционально изменению расстояния приемника от источника звука.

Звуковые колебания по своей природе являются механическими. Источником таких колебаний является физическое тело, выведенное из состояния покоя в результате взаимодействия с другим физическим телом.

Звуковые колебания по форме разделяются на простые периодические, сложные периодические и сложные непериодические. Для простого периодического звука характерны изменения давления по синусоидальному закону. Временная характеристика простого звука приведена на рис. 1.1, а, где P – амплитуда звукового давления

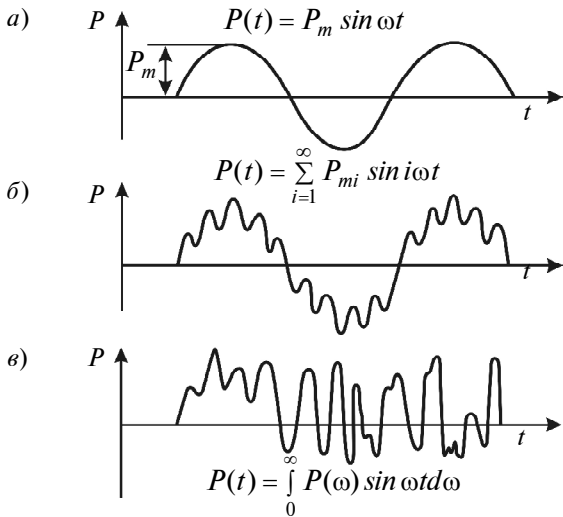


Рис. 1.1.

и T – период звуковых колебаний. Сложный периодический звук, так же как и простой, характеризуется периодическим изменением давления, однако это изменение представляет собой более сложную функцию времени (рис. 1.1, б).

Примерами сложного периодического звука могут служить звуки музыкальных инструментов, гласные звуки человеческой речи и др. Сложный непериодический звук характеризуется изменением давления по определенному для данного звука непериодическому закону (рис. 1.1, в). Большинство звуков, которые мы слышим (обычная разговорная речь, производственные звуки и шумы), представляют собой сложные непериодические звуки. В состав их входит в общем случае большое количество гармонических составляющих с различными амплитудами и фазами. Частота этих составляющих для человеческой речи находится в диапазоне 80 – 12 000 Гц.

Механические колебания могут иметь любую частоту от долей герца до бесконечности. Из этого огромного частотного диапазона выделим лишь ту небольшую часть, которая органом слуха воспринимается как звук. Эта часть находится в узком интервале частот – от 16 Гц до 20 кГц. Указанный интервал является максимально возможным и у конкретного человека может иметь другие границы. Многое зависит от индивидуальных особенностей и возраста человека. Например, уже к 35 годам верхняя граница слуха у большинства людей опускается до 15 кГц.

Колебания с частотой ниже 16 Гц относят к инфразвуковым, колебания с частотой от 20 кГц до 1000 МГц – к ультразвуковым и колебания с частотой выше 1000 МГц – к гиперзвуковым. Резкой границы между этими диапазонами нет, поэтому приведенная классификация является условной, хотя свойства каждого диапазона имеют свои специфические особенности. Отметим, что границы диапазона звукового восприятия у животных отличаются от указанных выше. Например, собака слышит звуки до 40 кГц, а дельфин – до 150 кГц. Следовательно, диапазон звуковых колебаний ограничен частотами от 16 Гц до 20 кГц только для человека.

Звуковая волна переносит определенную энергию и создает избыточное давление. Достигнув уха человека, она воздействует на барабанную перепонку и через нее на нервные окончания, которые при их раздражении создают в нашем сознании специфическое ощущение звука. Каждый звук характеризуется частотой и высотой основного тона и громкостью, а сложные звуки – еще и тембром. При разговоре частота основного тона для мужских голосов составляет около 150 Гц, а для женских – 250 Гц. Тембр звука или его окраска обуславливается наличием в нем, кроме частоты основного тона, дополнительных, более высоких частот, называемых обертонами. Благодаря этому мы отличаем голоса разных людей, звучание различных музыкальных инструментов, звучание похожих друг на друга согласных или гласных звуков человеческой речи.

Каждому звуку присущи определенные полосы частот, в которых звуковые колебания усиливаются благодаря наличию резонансных полостей в речевом аппарате человека.

Такие усиленные составляющие называют формантами звука. Звуки русской речи имеют от одной до четырех формант. Так, например, звук *а* характеризуется двумя формантами, расположенными около частот 800 и 1200 Гц, звук *и* – четырьмя формантами с частотами около 500, 1300, 2300, 2900 Гц и т.д. Анализ звуков речи показал, что форманты располагаются в области частот 250 – 6000 Гц, но большинство из них сосредоточено между 300 и 3400 Гц, что и определяет выбор этой полосы частот для передачи речи.

Высота звука определяется частотой звуковых колебаний: чем больше частота колебания, тем выше тон звука. Человек способен различать 3 – 4 тыс. звуков разной высоты.

Громкость звука, воспринимаемого человеком, определяется его субъективной оценкой и не может быть измерена какими-либо приборами. Однако исследованиями установлено, что громкость звука связана определенной зависимостью с его интенсивностью. Интенсивностью называется мощность звуковых колебаний, приходящаяся на единицу площади. Интенсивность измеряется в Вт/м². При распространении сферической звуковой волны интенсивность прямо пропорциональна квадрату амплитуды колебаний источника звука и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника звука до данной точки звукового поля. Правда в чистом виде сферическая волна возникает редко. Интенсивность звука убывает также вследствие расхода энергии на сжатие воздуха. Этот процесс носит название поглощение звука. Чем выше частота, тем сильнее поглощение звука средой.

Человеческое ухо воспринимает звуковые колебания с частотами от 20 до 20 000 Гц. Звуковые колебания с частотами ниже 20 Гц воспринимаются ухом как отдельные толчки, а не как звуки. Наиболее чувствительно ухо к звуковым колебаниям средних частот в пределах 1000 – 4000 Гц. Минимальное звуковое давление, при котором ухо воспринимает звук данного тона, называется порогом слышимости. Звуковое давление, при котором в ухе наблюдается ощущение боли, называется порогом болевого ощущения. Значения порогов слышимости и ощущения давления зависят от частоты воспринимаемого звука (рис. 1.2). Область воспринимаемого речевого сигнала должна находиться между порогом слышимости и болевого ощущения.

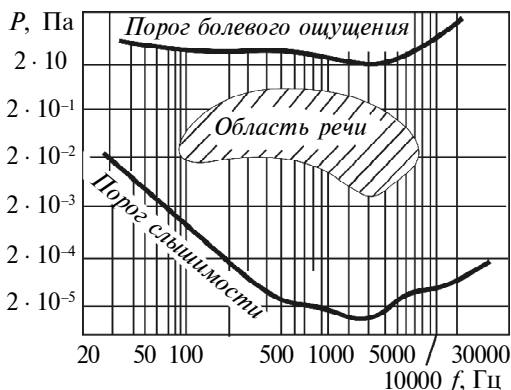


Рис. 1.2.