**ФИЗИКА И МУЗЫКА**

**План**

1. Звук.У.с.166
2. Устройство струнных инструментов(корпус,шейка,струны)-К.с.18 -2.5 Об истории лютни
3. Появление рояля.К.с.32
4. Заключение.К.с.181

Человек живет в мире звуков. Звук-это то, что слышит ухо. Мы слышим голоса людей, пение птиц, звуки музыкальных инструментов, шум леса, гром во время грозы. Услышав какой-то звук, мы обычно можем установить, что он дошел до нас от какого-то источника. Рассматривая этот источник, мы всегда найдем в нем что-то колеблющееся. Если, например, звук исходит от репродуктора, то в нем колеблется мембрана - легкий диск, закрепленный по его окружности. Если звук издает музыкальный инструмент, то источник звука - это колеблющаяся струна, колеблющийся столб воздуха и др.

Но как звук доходит до нас? Очевидно, через воздух, который разделяет ухо и источник звука. Но распространяющиеся колебания - это волна. Следовательно, звук распространяется в виде волн. Если звуковая волна распространяется в воздухе, значит - это волна продольная, потому что в газе только такие волны и возможны.

В продольных волнах колебания частиц приводят к тому, в газе возникают сменяющие друг друга области сгущения и разрежения. То, что воздух - "проводник" звука, было доказано опытом, поставленным в 1660 г. Р.Бойлем. Если откачать воздух из-под колокола воздушного насоса, то мы не услышим звучания находящегося там электрического звонка.

Звук может также распространяться и в жидкой, и в твердой среде.

Ощущение звука создается только при определенных частотах колебаний в волне. Опыт показывает, что для органа слуха человека звуковыми являются только такие волны, в которых колебания происходят с частотами от 20 до 20000 Гц. Наинизший из слышимых человеком музыкальных звуков имеет частоту 16 колебаний в секунду. Он из влекается органом. Но применяется не часто - очень басовит. Разобрать и понять его трудно. Зато 27 колебаний в секунду-тон вполне ясный для уха, хоть тоже редкий. Услышать его можно, нажав крайнnю левую клавишу рояля. Абсолютный "нижний" рекорд мужского баса, поставленный в XVIII веке певцом Каспаром Феспером - 44 колебания в секунду. 80 колебаний в секунду - обычная нижняя нота хорошего баса и многих инструментов. Удвоив число колебаний (повысив звук на октаву), приходим к тону, доступному виолончелям, альтам. Здесь отлично чувствуют себя и басы, и баритоны, и тенора, и женские контральто. А еще октава вверх - и мы попадаем в тот участок диапазона, где работают почти все голоса и музыкальные инструменты. Недаром именно в этом районе акустика закрепила всеобщий эталон высоты тона: 440 колебаний в секунду ("ля" первой октавы). Вплоть до 1000-1200 колебаний в секунду звуковой диапазон полон музыкой. Эти звуки - самые слышные. Выше следуют менее населенные "этажи". Легко взбираются на них лишь скрипки, флейты, орган, рояль, арфа. И полновластными хозяйками выступают звонкие сопрано. Вершины женского голоса забрались еще дальше. В XVIII веке Моцарт восхищался певицей Лукрецией Аджуяри, которая брала "до" четвертой октавы - 2018 колебаний в секунду. Француженка Мадо Робен (умершая в 1960 году) пела полным голосом "ре" четвертой октавы - 2300 колебаний в секунду.

Еще несколько редких, нехоженых ступенек (доступных разве мастерам художественного свиста) - и музыкальный диапазон кончается. Звуки выше 2500-3000 колебаний в секунду в качестве самостоятельных музыкальных тонов не используются. Они слишком резки, пронзительны.

Существуют особые источники звука, испускающие единственную частоту, так называемый чистый тон. Это камертоны различных размеров - простые устройства, представляющие собой изогнутые металлические стержни на ножках. Чем больше размеры камертонов, тем ниже звук, который он испускает при ударе по нему.

Звуки даже одного тона могут быть разной громкости. Эта характеристика звука связана с энергией колебаний в источнике и в волне. Энергия колебаний определяется амплитудой колебаний. Громкость, следовательно, зависит от амплитуды колебаний. Но связь между громкостью и амплитудой не простая.

Самый слабый еще слышимый звук, дошедший до барабанной перепонки, приносит в 1с. энергию, равную примерно 10 -16 Дж, а самый громкий звук (реактивного ракетного двигателя в нескольких метрах от н его)-около 10 -4 Дж. Следовательно, по мощности самый громкий звук примерно в тысячу миллиардов раз превосходит самый слабый. Но этого нельзя сказать о громкости звука. О звуках вообще нельзя сказать, что один из них в два, в три, а тем более в миллионы или в миллиарды раз громче другого. О звуках различной громкости говорят, что один громче другого не во столько-то раз, а на столько-то единиц. Единица громкости называется децибелом (дБ). Например, громкость звука шороха листьев оценивается 10 дБ, шепота - 20 дБ, уличного шума - 70 дБ. Шум громкостью 130 дБ ощущается кожей и вызывает ощущение боли. О громкости уличного шума, например, можно сказать, что она на 60 дБ больше громкости шороха листьев.

Звуковые колебания, переносимые звуковой волной, могут служить вынуждающей, периодически изменяющейся силой для колебательных систем и вызывать в этих системах явление резонанса, т.е. заставить их звучать. Такой резонанс называют акустическим резонансом. Например, устройство для получения чистого тона, т.е. звука одной частоты, камертон сам по себе дает очень слабый звук, потому что площадь поверхности колеблющихся ветвей камертона, соприкасающейся с воздухом, мала и в колебательное движение приходит слишком мало частиц воздуха. Поэтому камертон обычно укрепляют на деревянном ящике, подобранном так, чтобы частота его собственных колебаний была равна частоте звука, создаваемого камертоном. Благодаря резонансу стенки ящика тоже начинают колебаться с частотой камертона. Это колебания большой амплитуды (резонанс!), да и площадь поверхности ящика велика, поэтому звук камертона оказывается значительно более громким. Ящик так и называют - резонатор. В музыкальных инструментах без резонаторов тоже нельзя обойтись. Ими служат деки. Без них, от одних струн, звуки были бы почти не слышны. Полость рта человека - тоже резонатор для голосовых связок.

Все сказанное относится ко звукам вообще, но нас интересует только музыкальный. В чем его отличие? Специалисты говорят: волчий вой и комариный писк - звуки музыкальные, а барабанный бой и стук кастаньет - просто шум.

Люди с давних времен создают и усовершенствуют различные музыкальные инструменты.

В Африке, Южной Америке, Азии несколько столетий назад корпусом для струнных инструментов была обыкновенная тыква, а в арабском двухструнном ребабе для этой цели служит панцирь черепахи. Нурийские людоеды сделали некогда живописный киссар с человеческим черепом. Древние рыбаки всех стран осваивали раковины, гончары - глиняные горшки. Надутые свиные пузыри, берестяные короба - все это человек заставлял подпевать струнам.

Но после тысячи проверок и проб лучшим материалом оказалось дерево. Из него выходили самые звонкие, самые легкие и самые чуткие корпуса струнных инструментов. Еще в Древнем Китае, в старой Индии под струнами ставили деревянные долбленые чаши и коробки - открытые либо закрытые, обтянутые змеиной кожей. Фигурные же корпуса, склеенные из изогнутых дощечек, тонкие, тщательно выделанные донья и деки, привились и в античном мире, и в средневековой Европе.

Для струн тоже испытывали очень много материалов. И крученая древесная кора, и нити бамбука, и бычьи жилы, и сушеные обезьяньи кишки, и, конечно, металл - разные сорта и сплавы, разная толщина, прочность.

Кроме корпуса и струн в большинстве инструментов есть еще шейка. Ее с самого начала делали деревянной, зато над формой шейки музыкальные мастера потрудились немало.

У африканских предшественников арфы - киссаров, вамби, кунди - шейки загибались крутыми дугами. Много лет прошло, пока люди догадались, что шейки совсем не обязательно выгибать. Прямая шейка - вот к чему пришла в конце концов музыкальная техника.

К ровной доске музыканты стали прижимать струны пальцами, и вместо четырех-пяти (по числу струн) звуков сразу получили большой их запас. Возможности музыкального творчества расширились безгранично. Примерно пять тысяч лет назад ассирийцы и вавилоняне свели воедино три изобретения: деревянный корпус, широкую прямую шейку и колки для раздельного натягивания струн. Так родился четырехструнный инструмент, который арабы позднее прозвали "аль-уд" (в буквальном переводе "дерево"). И именно он стал, по существу, первым образцом знаменитой многострунной лютни. Постепенно о -а покорила Персию, Индию, Китай, а через 22 века - Европу. К этому времени она значительно усовершенствовалась. На шейке появилась твердая пластинка-гриф, на нем вместо навязных веревочных или жильных ладов - костяные.

В средневековье в жизни европейцев лютня заняла столь же прочное положение, как в наши дни рояль. Однако через некоторое время гитары, мандолины и, конечно, скрипки постепенно вытеснили лютни с ее места, которое она занимала на протяжение стольких веков, так как по сравнению с простыми и всем доступными новыми инструментами лютня казалась чересчур громоздкой, сложной и безнадежно старомодной.

Имя создателя современной скрипки увековечено в поговорках, ему посвящены легенды, о нем написаны целые книги. А о творце фортепьяно знают только специалисты инструментоведы, да и им известно очень мало. Слава прошла мимо этого замечательного мастера, хоть заслуги его огромны.

Бартоломео Кристофори служил смотрителем музея музыкальных инструментов во Флоренции. Всю жизнь он провел среди клавесинов и клавикордов и непрерывно думал об их улучшении. Отличный мастер, он скептически относился к гигантомании, которой в его время заражалась клавирная техника. Чувствовал, что необходимо нечто простое и принципиально новое. Но только на склоне лет созрело в его голове изобретение, которому выпала судьба стать великим.

Замысел Кристофори выглядел просто. Не надо дергать за струны, как в клавесине, не надо поджимать их, как в клавикорде. Гораздо лучше будет ударять по струнам молоточками. Ведь силу удара можно менять, а значит, и варьировать громкость звучания струны.

Суть этой идеи не была новинкой. Еще в древних цимбалах струны возбуждались ударами. Задача заключалась в том, чтобы связать движение молоточка, бьющего по струне, с нажимом клавиши. Сильный удар пальца по клавише должен повлечь за собой и сильный удар молоточка по струне, а легкое прикосновение пальца к клавише - легкий, нежный удар по струне. Это главное, чего предстояло добиться.

Никто не знает, сколько бессонных ночей провел Бартоломео , облекая свою мысль в сложный бесшумный механизм. Никто не знает , сколько вариантов пришлось забраковать, прежде чем появились образцы, удовлетворявшие изобретателя. В конце концов на каждую клавишу он решил поставить подвижное сочетание двух хитроумных систем деревянных рычажков, заканчивающихся легким молоточком, обтянутым кожей. Молоточек ударял по струне, а мягкий войлочный демпфер глушил ее, когда палец снимался с клавиши.

В 1709 году некий знатный посетитель музея во Флоренции увидел там четыре клавесина, оснащенных новой механикой. То были инструменты Бартоломео Кристофори. Талантливый мастер дал им и имя "gravce mbalo col piano e forte"-"клавицембалы с тихим и громким звуком". Так появился "тихогром" - "фортепьяно". Главное достоинство его было запечатлено в самом названии.

Кристофори считал свое изобретение далеко не законченным и не спешил трубить о нем на весь мир. Но это сделал один музыкальный журнал. И тогда, если верить слухам, в гости к изобретателю пожал овал сам Иоганн Себстьян Бах. Какое он вынес суждение, неизвестно, но после визита великого музыканта темпераментный итальянец схватил топор и безжалостно изрубил механику на очередном клавесине с "piano e forte. Тем не менее настойчивый итальянец довел свое изобретение до совершенства.

Кристофори умер в безвестности. Блистательного торжества своего детища он не увидел. Громкий и прозрачный звук фортепьяно аристократам казался грубым, резким. Даже в 19 веке новый инструмент встречал противников, да и не только среди глупцов. Его недолюбливал, к примеру, Генрих Гейне, считавший, что стучать по струнам молотками - занятие кощунственное.

К счастью, дело решали не поэты, а музыканты. Молоточковое фортепьяно благословили Бах, Моцарт, Бетховен. Мощность звука, богатство интонации открыли ему дорогу в большие залы - к широкой публике. И народу пришелся по вкусу прекрасный, неслыханный прежде звонко раскатистый голос, который то гремел громом, то затихал до тончайшего пианиссимо. На фортепьяно впервые зазвучала революционная "Марсельеза". Оно стало рабочим инструментом композиторов, поселилось в домах горожан. Но музыкальные мастера не сидели сложа руки. Они постоянно совершенствовали творение Кристофори.

Сколько коллективных усилий соединила в себе современная фортепьянная механика! Ныне она отточена до мельчайших деталей. Почти неуловимые нюансы ударов по клавишам нынешний рояль в полной сохранности передает струнам. Он не "захлебнется" от самых дробных "тремоло" - повторений одного звука.

Замечательным событием было изобретение фортепьянных педалей, особенно правой, освобождающей струны от заглушающих демпферов. Протяжность созвучий, их сложение, обогащение аккордов, усиление, изменение тембра звука - вот как много дала одна только правая педаль!

Преобразились и струны - стали прочнее и наряднее. Теперь их стали делать не из латуни, а из специальной стали и очень тщательно вырабатывают. Их стало больше, натяжение их увеличилось, ибо, сильно натянутые, они звучат гораздо лучше. Расположение тоже изменилось: не одним рядом, как прежде, а двумя и даже тремя скрещивающимися. Это экономит место, сохраняя необходимую длину струн.

В первых же фортепьяно обновилась дека. По сравнению со старинной клавесинной она стала тоньше, прочнее, звонче. Моцарт в свое время восхищался, как ловко выделывал эту "гармоническую доску" фортепьянный мастер Штайн. "Изготовляя ее, - писал Моцарт, - он выставляет ее на воздух, на солнцепек, под дождь, под снег, всем чертям на расправу, для того чтобы доска растрескалась. Тогда с помощью пластинок и клея он наполняет трещины. Когда гармоническая доска так приготовлена, можно ручаться, что ей ничего не сделается".

В наши дни деке посвящены целые научные исследования. О ее материале, толщине, размерах, конфигурации ученые пишут диссертации. Еще бы, именно она-главная деталь звуковой системы рояля. Некоторые мастера отваживались и на коренную переделку фортепьяно. Ставили его "на дыбы", соединяли пару инструментов в один, изобретали новые клавиатуры. Но столь серьезная ломка традиционного строения инструмента не увенчалась успехом. Исключение составляет лишь изобретенное в 1880 году и всюду понравившееся пианино. Для роялей же, даже весьма оригинальных - автоматических, электрифицированных, - по-прежнему основой служит испытанная временем система Кристофори.

И только через 150 лет после смерти замечательного изобретателя на его родине, в Падуе, был поставлен памятник этому выдающемуся человеку.

Сколько сил нужно потратить чтобы превратить колебания воздуха в чудесный звук! Мастера, изготавливающие музыкальные инструменты, вкладывают душу и весь опыт, накопленный годами, в свои тво рения. И мы можем только восхищаться как они превращают обыкновенные воздушные волны в прекрасную музыку!

С развитием музыкальной механики в синтезаторах и других современных инструментах используется все больше различных физических спецэффектов, и чем дальше будет совершенствоваться физика, тем дальше пойдет музыкальная наука.