

ПРИБОР ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕРЖНЯ

Назначение и устройство прибора

Прибор служит для демонстрации образования поперечных стоячих волн в стержне и продольных — в воздушных столбах труб.

В комплект прибора (рис. 1) входят следующие детали: стержень 1 из полосовой стали, настроенный на тон «ля» (a_1 —440 герц), две деревянные подставки с резиновыми амортизаторами 2 и три резонатора (трубы): малый 3, средний 4 и большой 5.

Для возбуждения стержня пользуются резиновым молоточком (см. рис. на обложке).

Резонаторы представляют собой трубы из жести, состоящие из двух частей, вставленных друг в друга; раздвигая или сдвигая трубы резонатора, можно менять высоту резонирующего столба воздуха. Малый и большой резонаторы имеют с одного конца съемные крышки, средний резонатор открыт с обоих концов.

Подготовка прибора к работе и проведение опытов

Стальной стержень укладывают на деревянные подставки, как показано на рисунке 2; при этом ре-

Прибор изготавливается заводом им. Дзержинского, г. Щелково, Московской обл., пос. Свердлово.

Молоточек в комплект прибора не входит; он продается отдельно.

зиновые амортизаторы должны быть помещены под метками, нанесенными на стержне.

В процессе демонстрации резонаторы приходится располагать над резонирующим стержнем на

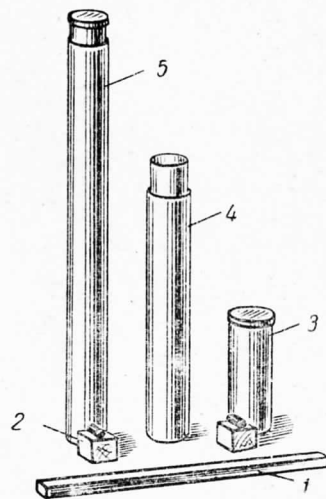


Рис. 1.

высоте 1—2 см. В целях предупреждения соприкосновения трубы со стержнем во время настройки резонаторов рекомендуется опирать нижний срез трубы на резиновые или деревянные подставки, расположенные по обе стороны стержня. Подставки должны возвышаться над стержнем на 1—1,5 см (рис. 5).

Опыт 1. Исследование характера колебаний звучащего стержня.

Возбуждают стержень резким ударом резинового молоточка и слегка касаются пальцем различных

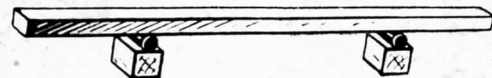


Рис. 2.

мест верхней поверхности звучащего стержня. При этом можно почувствовать, что колебания наиболее интенсивны в середине стержня и у его концов; почти совсем неощутимы колебания в области меток, т. е. над резиновыми амортизаторами подставок.

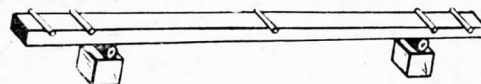


Рис. 3.

Чтобы это явление показать аудитории, кладут на стержень в местах пучностей и узлов колебаний пять соломинок, узких полосок бумаги или спичек (рис. 3), хорошо видны издали. Затем слегка возбуждают стержень. Спички, лежащие по краям и в середине (в пучностях), тотчас соскакивают, а находящиеся над метками (в узлах) продолжают спокойно лежать.

Опыт показывает, что в возбужденном стержне возникают стоящие волны, причем действительно на

краях стержня и в его середине расположены пучности, а над резиновыми амортизаторами — узлы (рис. 4).

Можно показать непрерывность изменения амплитуды колебаний вдоль стержня от пучности к узлу. Для этого пользуются малым резонатором, который предварительно настраивают на колебания стержня следующим приемом: берут левой рукой резонатор и, расположив его на высоте 1—2 см над серединой стержня на подкладках (рис. 5), правой



Рис. 4.

рукой вдвигают или выдвигают внутреннюю часть трубы, пока не достигнут максимального звучания. После такой настройки вновь возбуждают стержень и медленно передвигают вдоль него малый резонатор. Звук будет постепенно усиливаться или ослабляться по мере того, как резонатор будет приближаться к области пучности или узла возбужденного стержня.

Опыт 2. Исследование возникновения и распространения волн в воздушных резонаторах. Первой демонстрацией в этой группе опытов является описанная выше настройка малого резонатора. Закончив настройку резонатора, измеряют демонстрационным метром высоту резонирующего воздушного столба. Далее производят таким же образом настройку большого резонатора. Получив максимальное звучание, вновь

измеряют демонстрационным метром высоту резонирующего воздушного столба. Так как стержень настроен на «ля» (a_1 —440 герц), что можно на слух проверить соответствующим камертоном, то длина волны в воздухе может быть легко вычислена по

$$\lambda = \frac{Vt}{440}$$

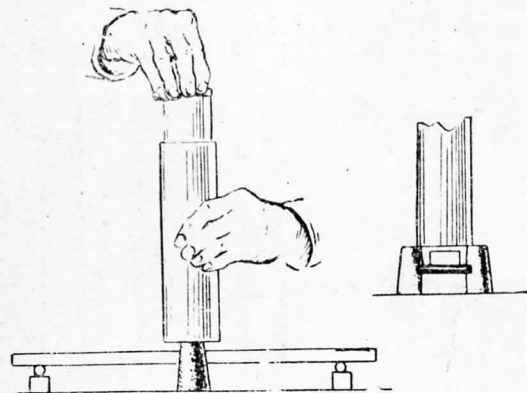


Рис. 5.

формуле где λ —длина волны, Vt —скорость звука в воздухе при температуре t (берется из таблиц). Сравнивая полученную длину волны с измеренными высотами малого и большого резонаторов, устанавливают, что в малом резонаторе располагается четверть волны (половина стоячей волны), а в большом $3/4$ волны (полторы стоячих волны). Располагаются эти волны в резонаторах таким образом, что у выходного отверстия в обоих случаях

находятся пучности; этим и объясняется максимальное звучание резонирующих столбов.

Далее рассматривают, как резонирует средняя труба. Сняв крышку с любого другого резонатора, надевают ее на рассматриваемую трубу. Возбуждают стержень и подносят к нему резонатор.

Перемещая вдоль стержня резонатор, замечают, что он нигде не возбуждается. Изменив, как и в предыдущей демонстрации, длину воздушного столба, убеждаются, что в резонаторе располагается лишь половина волны (одна стоячая волна). Следо-

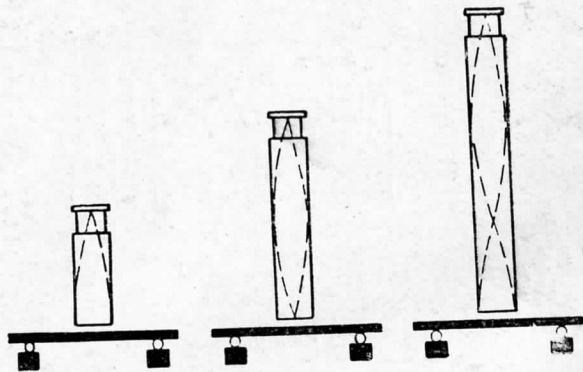


Рис. 6.

вательно, у выхода трубы находится узел, вследствие чего не слышны звучания столба; это полностью согласуется с предварительными теоретическими соображениями.

Однако достаточно снять крышку со среднего резонатора, т. е. оставить его открытым с двух сто-

рон, как он начинает звучать. Это естественно, так как известно что открытый воздушный столб резонирует тогда, когда высота его равна целому числу полуволн, что и имеется в данном случае: высота среднего резонатора равна половине волны.

Полезно схематически показать расположение узлов и пучностей в малом, среднем и большом резонаторах, как представлено на рисунке 6, оговорив, что волны в воздухе образуются не поперечные, а продольные.

Хранение прибора

По окончании работы крышки резонаторов надеваются на малый и большой резонаторы, и все детали укладываются для хранения в шкаф. Оксидированную поверхность стержня полезно смазывать тонким слоем безводного вазелина.

Издание 6-е.
Редактор **Б. П. Крамаров**

Подп. к печати 19/XI-1963 г. Уч.-изд. л. 0,26.
Бумага 70×108¹/₃₂. 0,25 (0,34) п. л. Тираж 2000.
Зак. 56. Бесплатно.

Типография 14-й ф-ки ГУТП, Москва, Земский пер., д. 9.