

С. Я. ЛИФШИЦ

ПРИТУПЛЕНИЕ ВИБРАЦИОННОГО ОСЯЗАНИЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ ЗВУКА НА УХО

(Представлено академиком Л. А. Орбели 7 III 1948)

Наличие взаимной связи между различными органами чувств достаточно отмечалось в литературе. Так, Урбанчич ⁽¹⁾ показал, что запах и звук могут влиять на зрительные ощущения. Это влияние звука более подробно было исследовано С. В. Кравковым ⁽²⁾.

Г. Х. Кекчеев ⁽³⁾ показал влияние охлаждения кожи на сенсбилизацию зрительного впечатления. Введенский из лаборатории Сеченова еще в 1882 г. показал, что чувствительность кожи меняется при

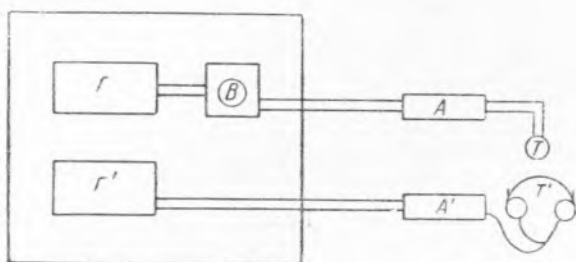


Рис. 1

выключении света. И хотя до сих пор никто не обнаружил связи между слухом и вибрационным осязанием, однако возможность такой связи вполне допустима. Обнаружение такой связи могло бы иметь и практическое значение. В самом деле, на производстве, на транспорте и в быту сотрясения обычно сопровождаются шумом.

Шум и сотрясения действуют на разные, независимые органы чувств. Поэтому при учете влияния шума и сотрясений на человеческий организм до сих пор предполагалось, что оба фактора действуют независимо друг от друга, и их влияние принято учитывать также независимо друг от друга.

Если бы обнаружилась связь между слухом и осязанием, то пришлось бы учитывать влияние шума и сотрясений на человека по их совокупности. Нами были поставлены специальные опыты для установления наличия связи между слухом и вибрационным осязанием. Эти опыты дали положительные результаты. На рис. 1 представлена схема установки для проведения указанных опытов.

В одной комнате установлены 2 генератора звуковой частоты Γ и Γ' и вертушка B . В другой комнате — телефон T и аттенюатор A , а также телефонные наушники T' и аттенюатор A' . Генератор Γ через вертушку B посылает в телефон T звуковые импульсы длительностью в 0,8 сек. через равные промежутки в 0,8 сек. На мембрану телефона T свободно кладется палец или другая мягкая часть ладони и осязанием воспринимаются звуковые импульсы, посылаемые генератором

ром через вертушку. Атенюатор A служит для определения порога осязания. Атенюатор градуирован в децибелах из расчета

$$N_{дб} = 10 \log \frac{F}{f} = 20 \log \frac{L}{l},$$

где F — сила данного сотрясения, f — сила сотрясения на пороге ощущения, L — ускорения сотрясения, l — ускорение сотрясения на пороге ощущения.

Под силой сотрясения мы понимаем величину

$$F = L^2 / n \text{ см}^2 \cdot \text{сек.}^{-3}, \quad f = 0,5 \text{ см}^2 \cdot \text{сек.}^{-3},$$

где n — частота тона.

Вертушка B с помощью вращающегося контакта посылает в телефон T импульсы одинаковой длительности. Это необходимо для точного определения порога. На пороге ощущения, как показали наши предыдущие исследования, приходится считаться с наличием интегрального закона громкости звука (4) и флуктуацией порога ощущения (5).

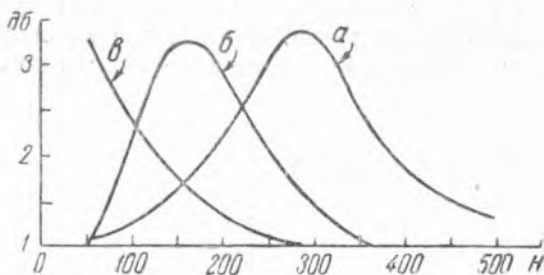


Рис. 2

Закон громкости звука, который распространяется и на осязание, говорит, что громкость импульса определяется не только силой звука, но и продолжительностью импульса. Поэтому порог ощущения следует определять с помощью импульсов одной и той же продолжительности.

Флуктуация порога ощущений заключается в том, что импульсы на пороге пропадают не сразу, а постепенно, по мере уменьшения силы стимула. Для точности определения порога следует условиться, при каком проценте пропадания или появления импульса мы порог определяем. В описываемых выше опытах мы принимали за порог момент, когда пропадание импульса было равно 20%, а ощущение импульса 80%, т. е. когда из 5 импульсов пропадает один. Точность определения порога в наших опытах равнялась 0,5 дб.

Другой генератор Γ' питает наушники T' через аттенюатор A' , градуированный в фонах из расчета

$$N_{фон} = 10 \log \frac{I}{i},$$

где I — сила звука, i — порог 10^{-16} W/cm^2 . Уровень громкости доходил в T' до 115 фон и проверялся с помощью объективного шумомера.

Опыты производились следующим образом. Наблюдатель надевал наушники T' , садился за стол и свободно клал палец на мембрану телефона T . Генератор Γ' выключался, а Γ подавал импульсы в T . Определялся порог осязания. Затем включался генератор Γ' . Наблюдатель с этого момента переставал ощущать пальцем импульсы. Тогда

усиливались импульсы в телефоне T , пока наблюдатель вновь не определял порога осязания при наличии звука в T .

Число децибел для двух порогов осязания — при отсутствии и наличии звука в T' — определяет величину притупления осязания. Эта величина притупления определялась для различного уровня громкости в T' и различного числа колебаний в T .

На рис. 2 представлены результаты одной серии опытов. На оси абсцисс представлены частоты колебаний в наушниках T . Уровень громкости для всех частот один и тот же и равен 100 фон. Частота в T , при которой определялся порог вибрационного осязания, была равна 280 Hz. На оси ординат представлено притупление осязания в децибелах. Из кривой a рис. 2 видно, что наибольшее притупление осязания, равное 3,5 дБ, наступало тогда, когда частоты в T и в T' были равны друг другу. По мере расхождения частот по обе стороны от 280 Hz притупление осязания уменьшается. Таким образом, наблюдается острый резонансный эффект.

Притупление осязания после того, как вновь выключается генератор G , пропадает не сразу, и порог осязания только постепенно доходит до своего первоначального значения, т. е. наблюдается явление адаптации осязания.

На рис. 2, б представлена кривая притупления осязания для сотрясений в 160 Hz. Уровень громкости звука в T' равен 100 фон.

На рис. 2, в представлена кривая притупления осязания для сотрясений в 50 Hz. Уровень звука в T' равен 100 фон.

Ниже 50 Hz опыты не ставились, так как имевшиеся в нашем распоряжении генераторы не давали устойчивого тона ниже 50 Hz.

Зависимость притупления осязания от громкости звука в наушниках T' представлена на рис. 3.

Кривая относится к сотрясениям с частотой 160 Hz и к звуку в T' с частотой 160 Hz. Как видно из рис. 3, при уровне громкости оглушающего звука в 112 фон притупление осязания доходит до 7 дБ.

Кривые на рис. 2 и 3 представляют средние значения для 7 наблюдателей.

Кривая рис. 3 представляет экспоненциальную кривую. Ее уравнение:

$$Y = 0,0312 \cdot 1,047^x.$$

Кривая показывает, что увеличение уровня громкости оглушающего звука на 15 фон увеличивает притупление вибрационного осязания вдвое (в децибелах).

Поступило
17 II 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ V. Urbanstisch, Pflüg. Archiv, 42 (1888). ² С. В. Кравков, ДАН, 22, № 2 (1939). ³ Г. Х. Кекчев, Гигиена и санитария, № 11 (1946). ⁴ С. Я. Лифшиц, ЖТФ, 3, № 7 (1933); J. Acous. Soc. Am., 5, July (1933). ⁵ С. Я. Лифшиц, ДАН, 48, № 7 (1945).