АКУСТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Том IX 1963 Вып. 1

ЖУРНАЛ ВЫХОДИТ ЧЕТЫРЕ РАЗА В ГОД

ЗВУКОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ ФОТОМАТЕРИАЛОВ

М. Е. Архангельский

Аналогично световым введены звуковые характеристики фотоматериала при проявлении в ультразвуковом поле; получены зависимости последних от сорта фотоматериала, времени старения, концентрации водородных ионов и бромистого калия. Найдена прямая связь между величиной звукографических характеристик фотоматериала и скоростью химической реакции процесса проявления.

Настоящая работа имеет своей главной целью введение некоторых основных величин, характеризующих процесс ультразвукового проявления в стандартных выбранных нами условиях с тем, чтобы иметь возможность оценить и сравнить звукографические свойства применяемых фотоматериалов.

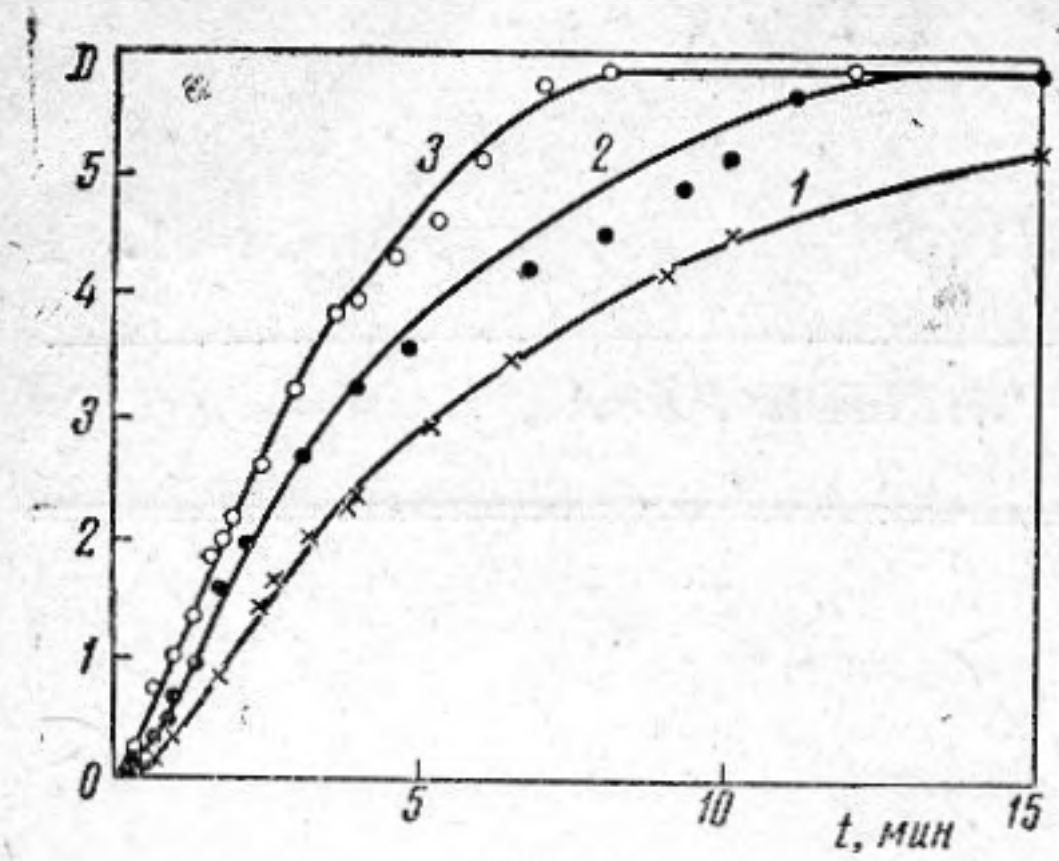
При использовании фотоматериала для получения изображения ультразвукового поля фотослой подвергается предварительному экспонированию [1]. Как показали наши эксперименты, эффект воздействия ультразвука на ускорение проявления фотоматериала имеет наибольшую величину при световых экспозициях H_0, соответствующих плоской части характеристической кривой фотослоя в отсутствие соляризации. Поэтому применяемые здесь фотоматериалы подвергались экспозиции H_0, определенной для каждого фотослоя.

На фиг. 1 представлены кривые проявления фотопластинки (диапазитивная сверхконтрастная) в отсутствие звука *1*, и при действии звука интенсивности $I = 1{,}15$ *вт/см*^{2} *2* и 2,6 *вт/см*^{2} *3*. При этом использовался проявитель типа Д-26, состава, указанного в работе [1] с концентрацией $K = 1$. Так как нами было показано, что при действии звуковой энергии на процесс проявления закон взаимозаместимости выполняется для произведения $I \cdot t^2$, где t — время проявления [2], то мы считаем целесообразным характеризовать условия экспонирования величиной $H_з = I \cdot t^2$.

Если кривые фиг. 1 отложить в системе координат плотности почернения D как функции $\lg H_з$, то мы получим характеристическую кривую звукового проявления (кривые *2* и *3* сольются, а кривая *1* вырождится в ось ординат), приведенную на фиг. 2, *1*. Здесь же нанесены характеристические кривые проявления для фотобумаги Forte при

концентрациях проявителя $K = 0{,}25$ (кривая *2*) и $K = 1$ (кривая *3*). Последняя кривая построена на основании результатов работы [2]. По оси ординат отложена величина $D_T = \lg d_T$.

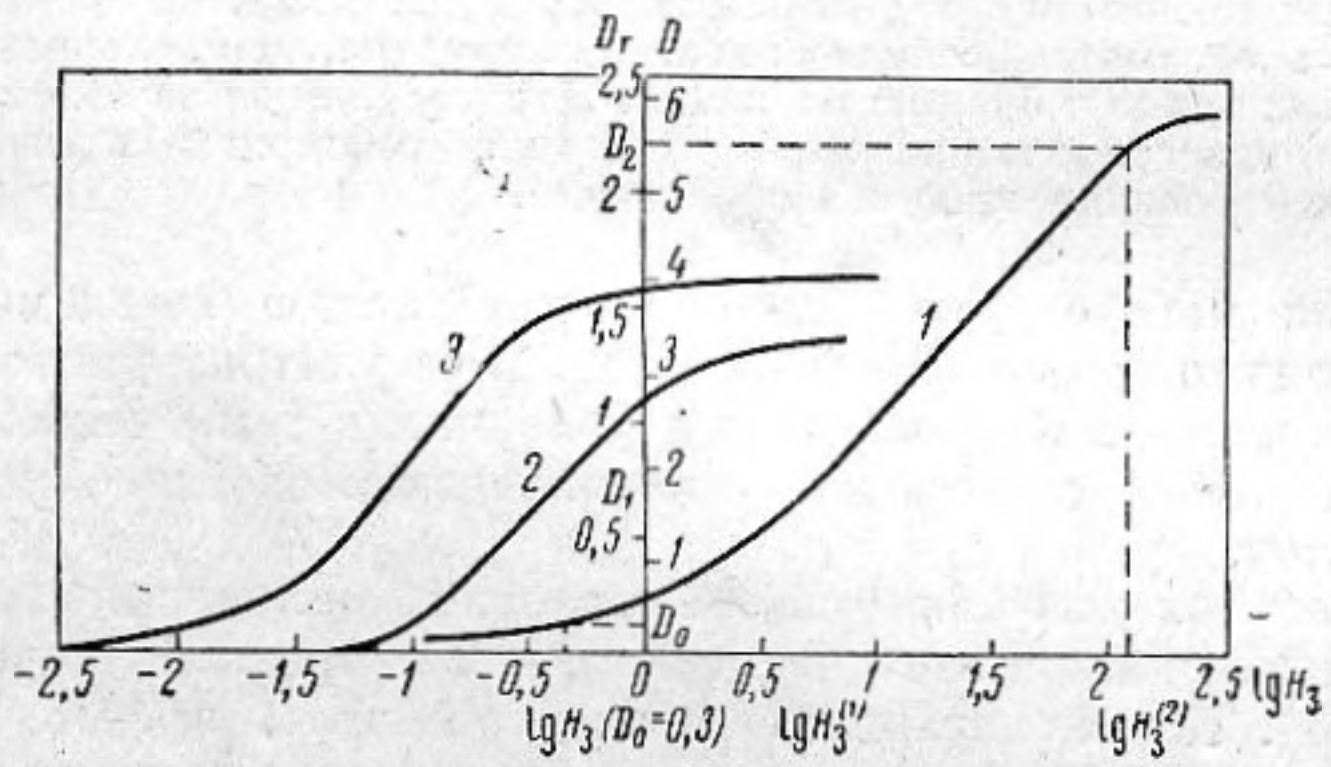
Тангенс угла наклона прямолинейной части любой из этих кривых представляет собой звуковой коэффициент контрастности проявления $\gamma_з$ для данного фотоматериала:



Фиг. 1

$$\gamma_з = \frac{D_2 - D_1}{\lg H_з^{(2)} - \lg H_з^{(1)}}.$$

Аналогично понятию фотографической широты можно ввести понятие звукографической широты, величина которой будет $L_з = \lg H_з^{(2)}/H_з^{(1)}$. В этих формулах $H_з^{(1)}$ — звуковая экспозиция, соответствующая началу прямолинейного участка характеристической кривой звукового проявления, $H_з^{(2)}$ — то же самое до конца прямолинейного участка, D_1 и D_2 — соответственные величины плотности почернения. Наконец, можно ввести понятие звукочувствительности, которая будет определяться как $S_з = 1/H_з^{(D_0=0{,}3)}$, где $H_з^{D_0=0{,}3}$ — величина звуковой экспозиции, необходимой для получения плотности почернения $D_0 = 0{,}3$.



Фиг. 2

Так как для звукографирования важен контраст между плотностью почернения в ультразвуковом поле (изображение) $D_и$ и плотностью почернения в отсутствие звука (фон) $D_ф$, который не учитывается кривыми фиг. 2, то вместо величин $\gamma_з$ и $L_з$ лучше пользоваться звукографическим контрастом $\Delta D_з$ и широтой звукографического контраста $\Delta L_з$. Звукографический контраст определяется как $\Delta D_з = D_и - D_ф$. На фиг. 3 представлена величина $\Delta D_з$ как функция экспозиции $H_з$ для тех же фотоматериалов, что и на фиг. 2 (соответственно кривые *1*, *2* и *3*). Для некоторого значения экспозиции $H_з^{max}$ все эти кривые показывают наличие максимума звукографического контраста $\Delta D_з^{max}$; поэтому величину широты звукографического контраста мы определим как

$$\Delta L_з = \lg (H_з^{(4)}/H_з^{(3)}),$$

где $H_з^{(3)}$ и $H_з^{(4)}$ — ультразвуковые экспозиции при звукографическом контрасте $\Delta D_з^0 = 0{,}7\Delta D_з^{max}$. Эта величина позволяет найти диапазон ультра-

Таблица 1

Фотоматериал	Условия проявления	Звуковой коэффициент контрастности проявления $\gamma_з$	Звукографическая широта $L_з$	Звукочувствительность $S_з$	Максимум звукографического контраста $\Delta D_з$	Широта звукографического контраста $\Delta L_з$
Фотобумага	$K=1$	1,27	0,55	13,5	0,75	0,58
	$K=0{,}25$	1,01	1,03	5,9	0,5	0,85
	$K=1$ с добавкой 5 *г* KBr на 1 *л*	1,57	0,67	1,35	1,2	0,66
Фотопластинка	$K=1$	2,66	1,5	2,24	1,05	1,3

звуковых экспозиций, в котором звукографический контраст меняется не более, чем на 30%.

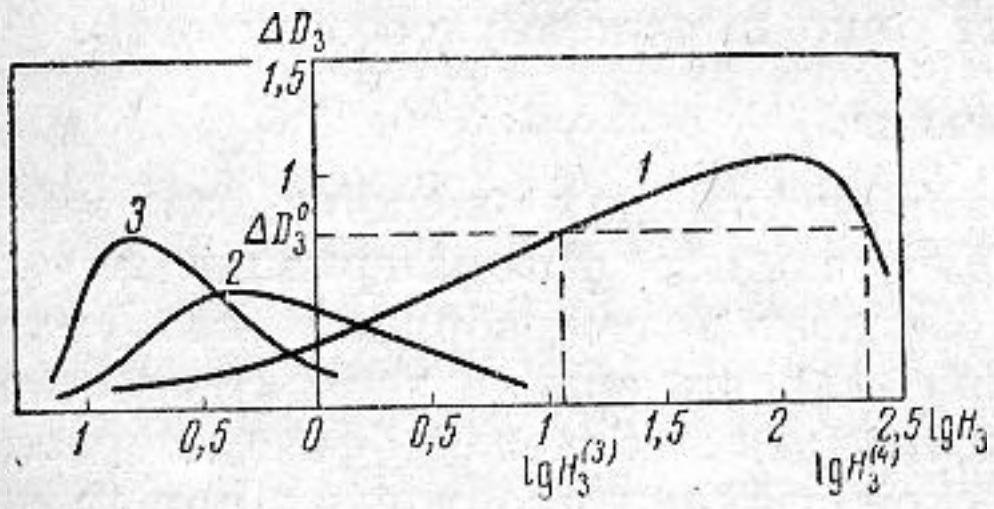
В табл. 1 приведены значения введенных характеристических величин при разных условиях проявления, полученные на основании фиг. 2 и 3. Из таблицы видно, что с разбавлением проявителя величины $\gamma_з$, $S_з$ и $\Delta D_з^{max}$ падают, а $L_з$ и $\Delta L_з$ растут. При добавлении бромистого калия $\gamma_з$, $L_з$, $\Delta D_з^{max}$ и $\Delta L_з$ растут и лишь звукографическая чувствительность падает в десять раз.

Для сравнения характеристик различных фотобумаг примем за стандартные условия проявления в проявителе типа Д-26 концентрацию проявителя $K=0{,}25$ (20°) при световой экспозиции H_0.

Таблица 2

Сорт фотобумаги	$S_з$	$\Delta D_з^{max}$	$\Delta L_з$
Forte	5,9	0,5	0,85
Иодосеребряная № 3	5	0,84	0,72
Фотоконт № 3	4	0,59	0,8
Унибром № 3	1,5	0,75	0,8

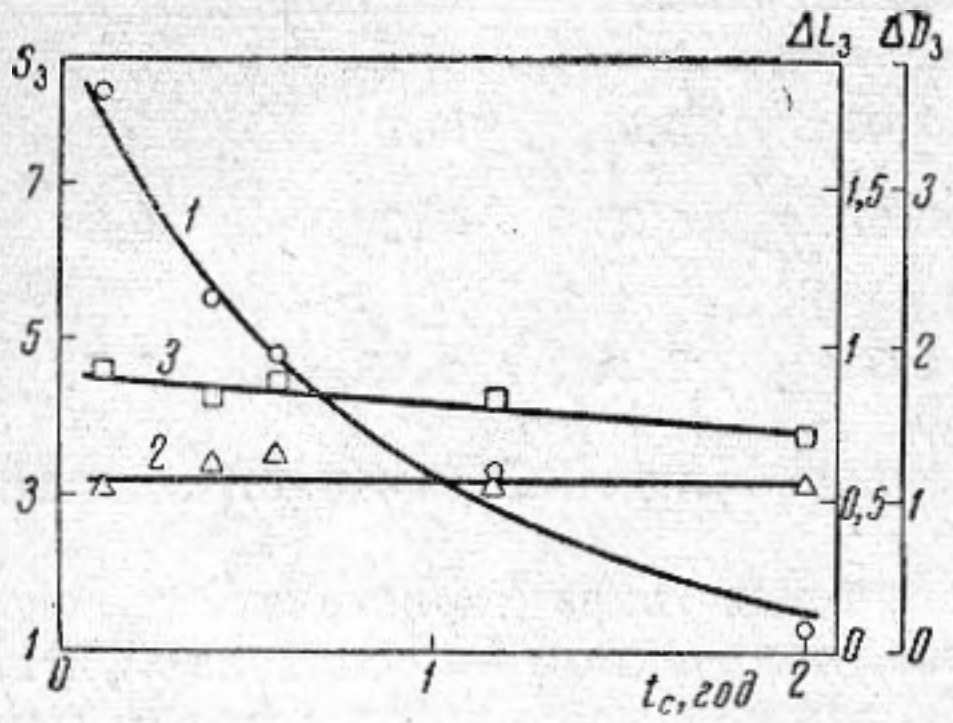
В таблице 2 представлены характеристические величины некоторых отечественных и импортной фотобумаг, расположенных по убыванию величины звукочувствительности. Наибольшей звукочувствительностью обладает бумага Forte и наименьшей Унибром. Зато бумага Forte имеет самый малый звукографический контраст $\Delta D_з^{max}$. Иодосеребряная бумага имеет наибольший звукографический контраст и немного меньшую, чем у Forte звукочувствительность. Так как широта звукографического контраста для всех бумаг почти одна и та же, то можно считать, что наилучшими звукографическими свойствами обладает иодосеребряная фотобумага.



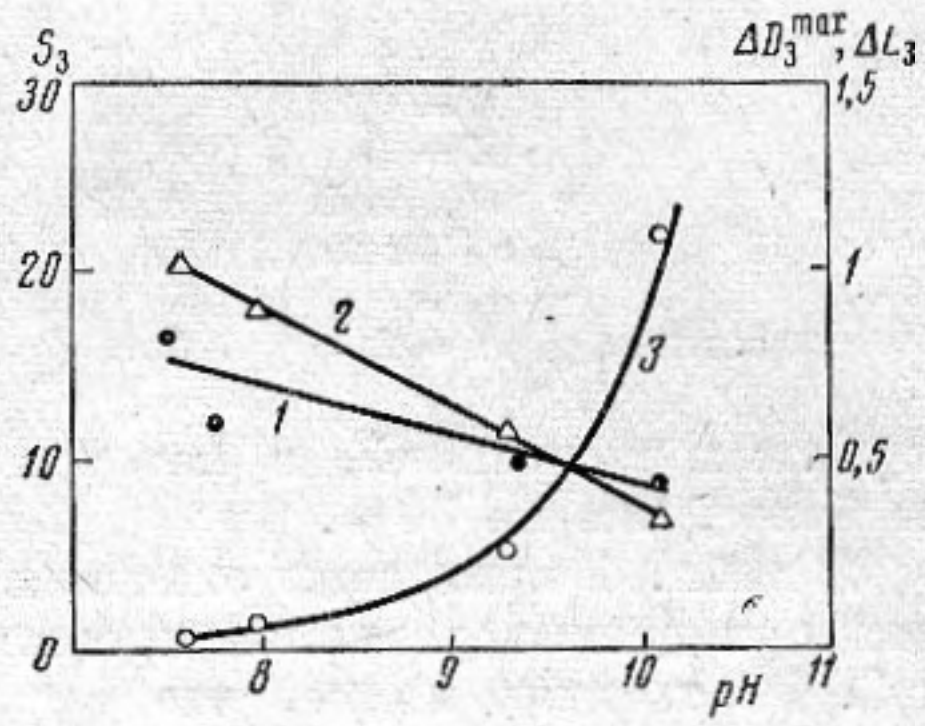
Фиг. 3

С целью проследить связь характеристических величин с номером фотоматериала нами были определены характеристические кривые проявления для номеров 1, 3, 5 и 7 бумаги унибром. Регулярной зависимости характеристических величин от номера фотобумаги получено не было, но обнаружилась явная связь с временем старения фотослоя. На фиг. 4 представлена зависимость $S_з$ (кривая *1*), $\Delta D_з^{max}$ (кривая *2*) и $\Delta L_з$ (кривая *3*) от времени старения t_c. Видно, что по мере роста времени старения звукографический контраст и широта звукографического контраста почти не меняют своей величины, тогда как звукочувствительность сравнительно быстро падает. Такой результат нужно связывать, по-видимому, с процессами, происходящими при аномальном старении фотослоя.

Была определена также зависимость характеристических величин фотобумаги Forte от величины pH проявителя. Для этого использовался стандартный проявитель Д-26 ($K = 1$) без буры с концентрацией водородных ионов pH = 7,95, повышение которой осуществляли добавлением соды, а понижение — добавлением уксусной кислоты.



Фиг. 4



Фиг. 5

По характеристическим кривым проявления для четырех значений pH были получены характеристические величины, представленные на фиг. 5 как функции концентрации водородных ионов. Из фигуры видно, что с ростом pH проявителя звукографический контраст $\Delta D_з^{max}$ (кривая *1*) и широта звукографического контраста $\Delta L_з$ (кривая *2*) падают, тогда как звукочувствительность $S_з$ резко растет. В то же время увеличение концентрации KBr в проявителе и его разбавление приводит к противоположному эффекту, т. е. к росту $\Delta D_з^{max}$ и $\Delta L_з$ и резкому падению $S_з$ (табл. 1). Поэтому можно считать, что величины звукографических характеристик фотоматериала находятся в прямой зависимости от скорости химической реакции процесса проявления.

В заключение необходимо отметить, что всякое изменение скорости химической реакции проявления должно, по-видимому, приводить к поведению характеристических величин звукографии, подобно показанному на фиг. 5, тогда как изменение этих величин в связи со старением фотоэмульсии (фиг. 4) имеет явно выраженную особенность.

Выводы

1. На основе введенных характеристических величин звукового проявления показано, что из использованных фотоматериалов лучшими звукографическими свойствами обладает иодосеребряная фотобумага.

2. Установлено, что звукочувствительность сильно зависит от старения фотоматериала, причем она максимальна для свежего фотоматериала.

3. Уменьшение скорости химической реакции проявления при уменьшении концентрации водородных ионов, росте концентрации бромистого калия или разбавлении проявляющей среды приводит к возрастанию звукографического контраста и широты звукографического контраста и резкому падению звукочувствительности фотоматериала.

В заключение автор выражает глубокую признательность Л. Д. Розенбергу за постоянное внимание к настоящей работе и благодарность А. А. Беляку за проведение измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Е. Архангельский, В. Я. Афанасьев. Исследование фотодиффузионного метода визуализации ультразвуковых полей. Акуст. ж., 1957, 3, 3, 214—219.
2. М. Е. Архангельский. Ускоряющее действие звука на процесс проявления фотографической эмульсии. Акуст. ж., 1960, 6, 2, 180—186.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступила в редакцию
9 августа 1961 г.