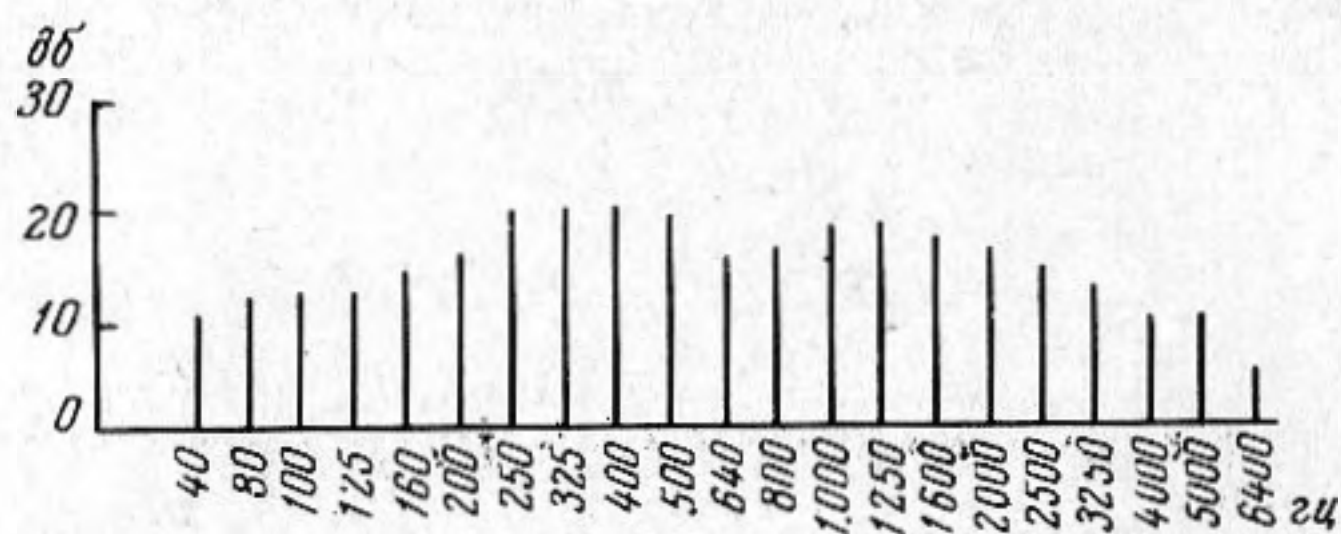
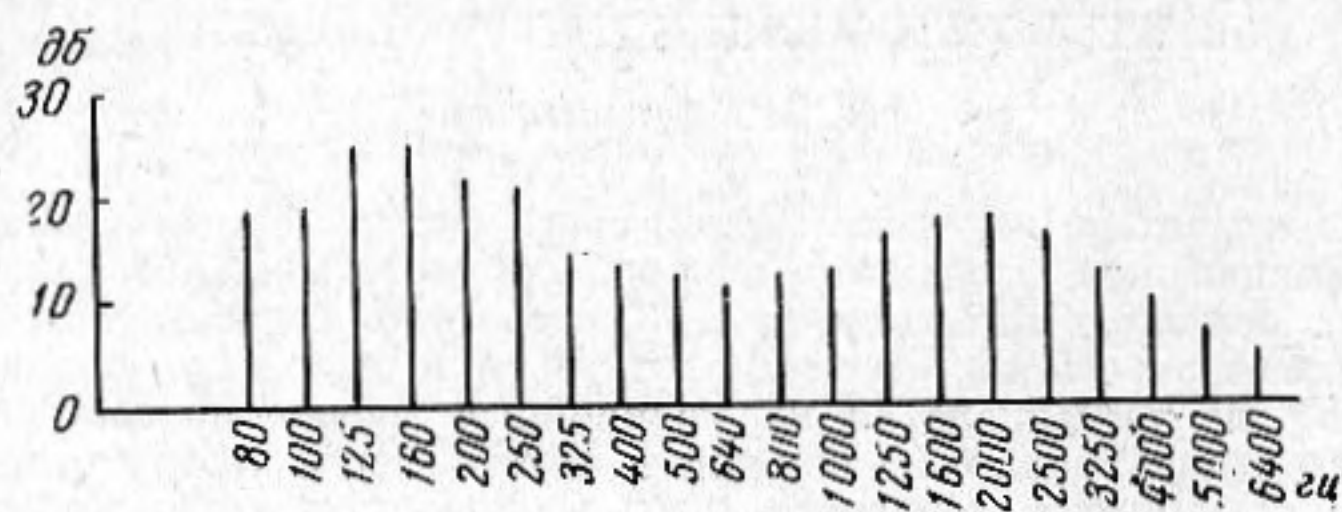


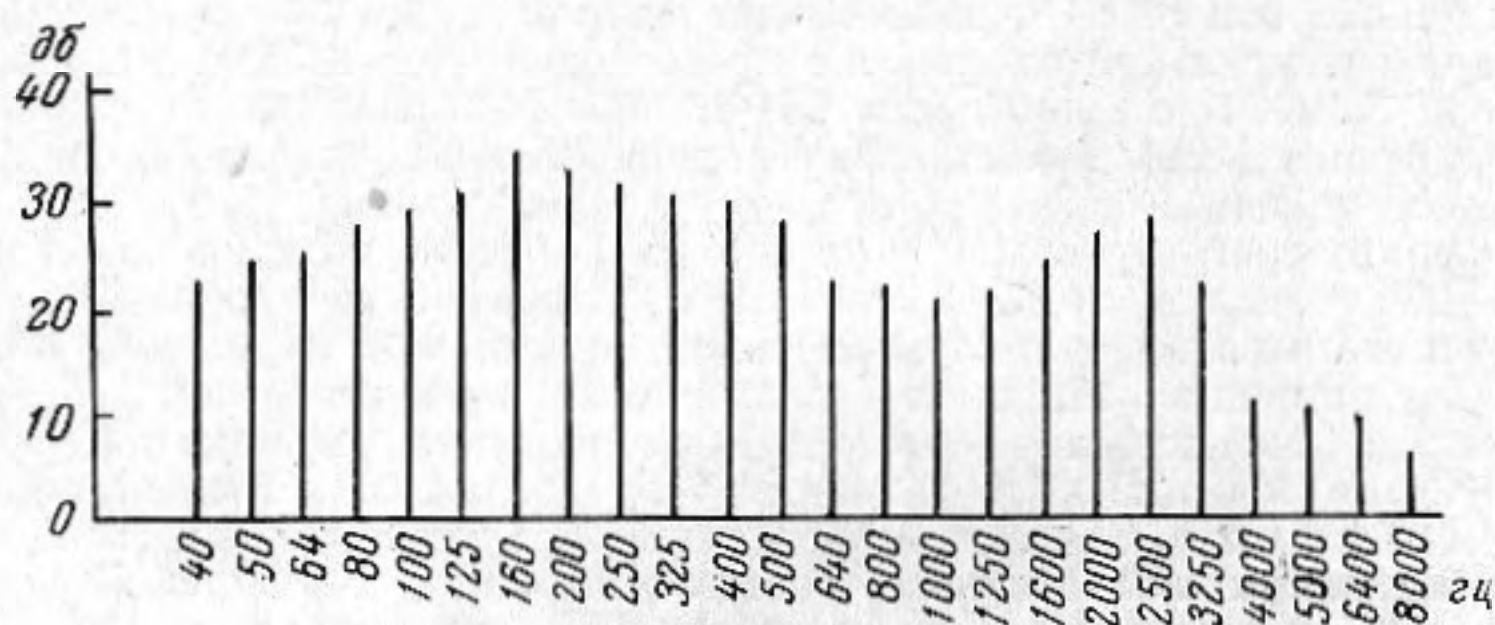
в этом случае высокочастотный максимум был выражен несколько резче. Запись шума ломающегося льда осуществлялась и с поверхности ледяного покрова, с расстояния около 20 м по горизонтали от носа работающего ледокола. В этом случае низкочастотный максимум приходился на область 160—400 гц, высокочастотный же



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

полностью отсутствовал. Сила звука при ломке льда ледоколом составляла в месте регистрации 88—90 дБ, пиковые значения доходили до 102 дБ.

Несмотря на различия в условиях ломки льда, расположении основных спектральных максимумов (низкочастотного и высокочастотного отдельно) оказались довольно близкими, что указывает на общность механизма возбуждения звука при разрушении различных видов ледяных образований.

УДК 534.29

ПРОЯВЛЕНИЕ ФОТОСЛОЯ В НИЗКОЧАСТОТНОМ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

М. Е. Архангельский

Как было установлено ранее [1], проявление экспонированного светочувствительного слоя в поле стоячей звуковой волны с частотой выше 500 кгц приводит к ускорению процесса в пучностях звукового давления и образованию периодических картин, отображающих структуру ультразвукового поля. Подобные изображения на проявленном фотослое можно обнаружить и на более низких частотах. Ниже приведены результаты исследования этого явления в диапазоне ультразвуковых частот от 18 до 70 кгц и рассмотрены особенности получаемых картин при наличии кавитации в облучаемой среде.

Стоячее звуковое поле в сосуде с проявителем на частоте 70 кгц создавалось между кварцевым излучателем пакетного типа диаметром 11 см и границей раздела

жидкость — воздух. Подбором высоты столба жидкости можно было изменять величину коэффициента стоячности вплоть до получения диффузного звукового поля. На частотах 18 и 27 кгц использовались магнестрикционные излучатели с площадью излучающей поверхности 8×8 см². Засвеченный фотоматериал (фотобумага Forte) располагался в разбавленном проявителе вдоль направления распространения звуковой волны и после одноминутной ультразвуковой экспозиции фиксировался в закрепителе.

На фиг. 1, а представлено изображение стоячего звукового поля на частоте 70 кгц (длина волны λ указана на рисунке), где можно видеть, что ускорение процесса проявления имеет место в пучностях давления (отражающая граница расположена слева), как и в случае высоких частот [1]; в данном случае кавитация в озвучиваемом объеме отсутствовала. Однако если при тех же условиях создать диффузное звуковое поле (ненастроенный столб жидкости), то появляется характерный кавитационный шум, периодическая картина почернения исчезает и возникает «точечное» ускорение процесса проявления (фиг. 1, б).

При более высоких интенсивностях было обнаружено по разрушению баритового слоя фотоподложки, что локализация кавитационных взрывов точно соответствует расположению точек почернения на фотослое. Возможное окисляющее действие при наличии кавитации [2] не должно в процессе проявления способствовать увеличению плотности почернения фотослоя. Поскольку проявление есть реакция восстановления иона серебра до металла и одновременное окисление проявляющего вещества, то окисление последнего под действием ультразвуковой кавитации может только замедлить, а не ускорить процесс восстановления серебра. Так как, кроме того, проявление засвеченного фотослоя в незатемненных условиях в ультразвуковом поле не связано с созданием скрытого изображения [3], то можно думать, что имеет место локальная турбулизация пограничного гидродинамического слоя. Турбулизация пограничного слоя под действием кавитации возможна в случае образования газовых пузырьков на границе раздела жидкость — твердое тело [4], т. е. только при наличии газовой кавитации или долгоживущих пузырьков резонансного типа.

На частотах 18 и 27 кгц нам не удалось получить в стоячей звуковой волне периодической картины почернения фотослоя, аналогичной фиг. 1, а, однако возникало периодическое изображение кавитационных областей в пучностях переменного звукового давления с типичной ветвистой структурой (фиг. 2, а, частота 18 кгц). Этот факт можно объяснить тем, что энергетический порог кавитации с понижением частоты резко уменьшается и на низких ультразвуковых частотах возникновение потоков вокруг кавитационных микропузырьков [4] возможно при значительно меньших звуковых интенсивностях, чем это имеет место для микропотоков, возникающих вследствие тангенциальных перемещений жидкой среды относительно твердого тела [4, 5].

Помимо изображения кавитационных областей на фиг. 2, а заметна тонкая периодическая структура почернения фотослоя. Особенно отчетливо она видна на фотографии фиг. 2, б, полученной при нормальном падении ультразвуковой волны на фотоматериал. Расстояние между полосами почернения в среднем равно 0,34 см на частоте 18 кгц и 0,24 см на частоте 27 кгц. Такой масштаб, по нашему мнению, может соответствовать только длине изгибной волны, возникающей в фотоматериале вследствие неоднородности звукового поля. Стоячие изгибные волны в тонкой пластине способны создавать периодические микропотоки на границе фотослой — раствор [6] и вызывать почернения фотослоя с периодом повторения, равным половине длины изгибной волны в материале подложки фотоматериала.

Эксперименты по настоящей работе были выполнены в Акустическом институте АН СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Е. Архангельский. Ускоряющее действие звука на процесс проявления фотографической эмульсии. Акуст. ж., 1960, 6, 2, 180—186.
2. И. Е. Эльпинер. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие. М., Физматгиз, 1963.
3. М. Е. Архангельский. Воздействие ультразвука на процессы проявления и фиксирования фотослоя. (Обзор). Акуст. ж., 1966, 12, 3, 273—282.
4. S. A. Elder. Cavitation microstreaming. J. Acoust. Soc. America, 1959, 31, 1, 54—64.
5. W. L. Nyborg, R. K. Gould, F. J. Jackson. Sonically induced microstreaming applied to a surface reaction. J. Acoust. Soc. America, 1959, 31, 6, 706—711.
6. F. J. Jackson, W. L. Nyborg. Small scale acoustic streaming near a locally excited membrane. J. Acoust. Soc. America, 1958, 30, 7, 614—619.

Государственная центральная художественная
научно-реставрационная мастерская
им. И. Э. Грабаря
Москва

Поступило в редакцию
26 февраля 1967 г.