

нию вязкости в 2500 раз), α_n уменьшается от 0,997 до 0,902, т. е. отклонения для прежней теории составляют около 10%. Физически это может быть объяснено влиянием присоединенной массы. Если необходимо иметь точные результаты решения уравнения (1) для $Q_1 < 20$ и $Q_0 < 200$, то следует продолжить решение характеристического уравнения (3) численным методом.

Автор выражает благодарность В. А. Соловьеву за ряд ценных советов и обсуждение полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. *Механика сплошных сред*, изд. 2. М., ГТТИ, 1953.
2. А. И. Приданцев, А. В. Ромашевский, А. Н. Соловьев. Об одном методе непрерывного измерения вязкости. *Ж. прикл. мех. и техн. физ.*, 1961, 1, 128—132.
3. М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. *Методы теории функций комплексного переменного*, изд. 2. М., Физматгиз, 1958.
4. А. Г. Курош. *Курс высшей алгебры*, изд. 7. М., Физматгиз, 1962.

Ленинградский электротехнический институт им. В. И. Ульянова (Ленина)

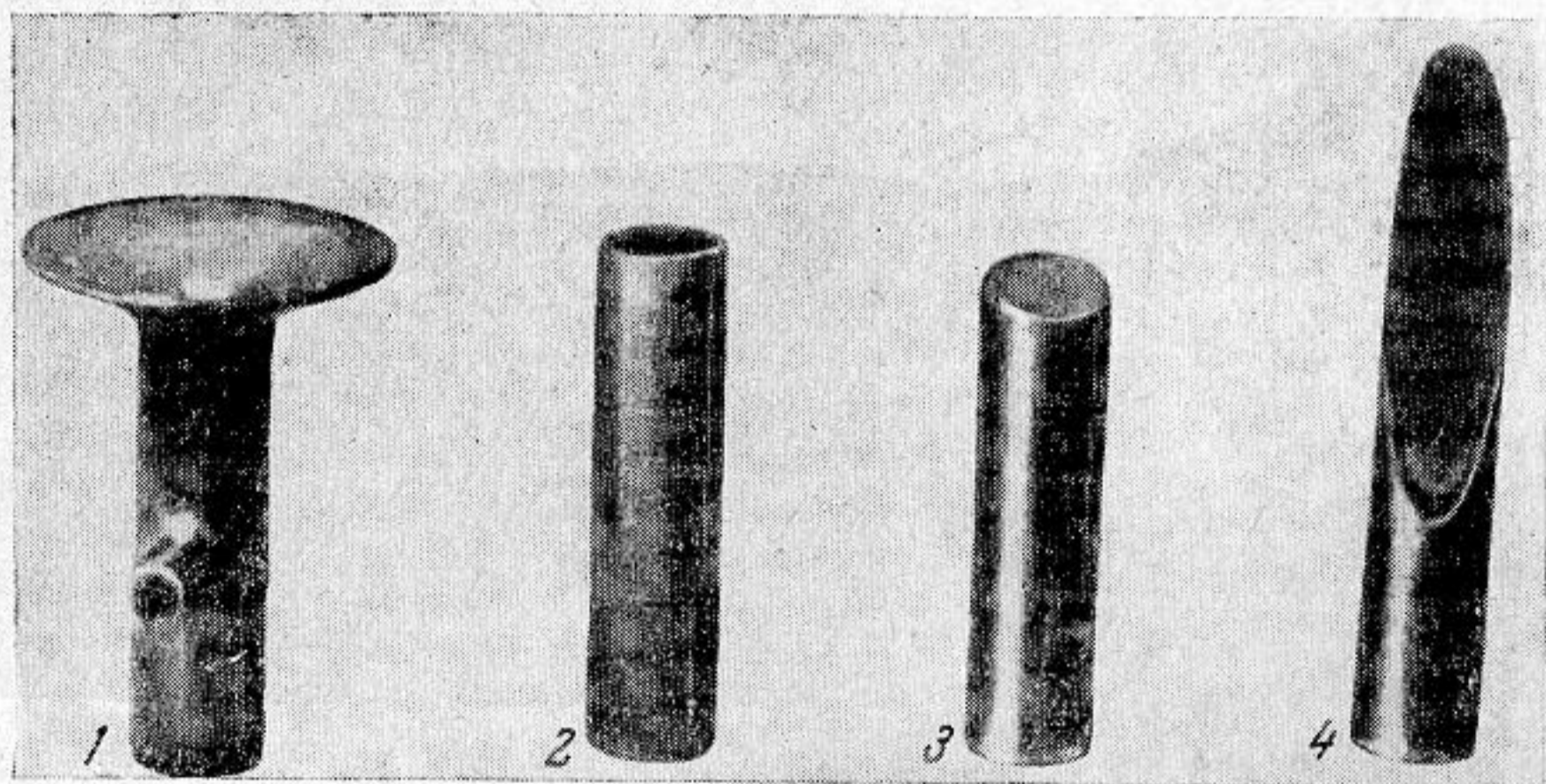
Поступило в редакцию
7 декабря 1964 г.

УДК 534.29

О РАСПЫЛЕНИИ ЖИДКОСТИ НИЗКОЧАСТОТНЫМИ УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ

О. К. Экнадиосяни

В настоящем сообщении приводятся результаты предварительных исследований ультразвукового распыления жидкостей в килогерцевом диапазоне частот. Для этой цели нами были проведены высокоскоростные киносъемки каплеобразования и иссле-

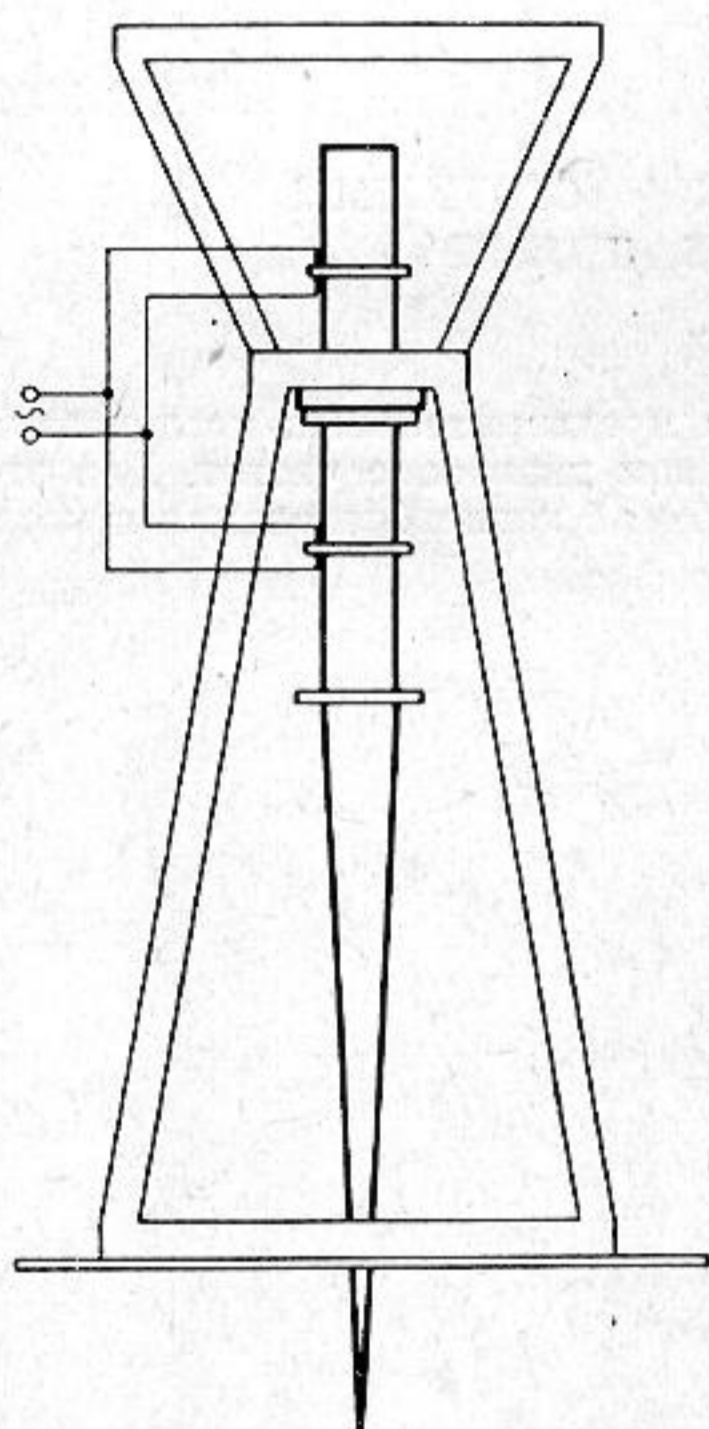


Фиг. 1

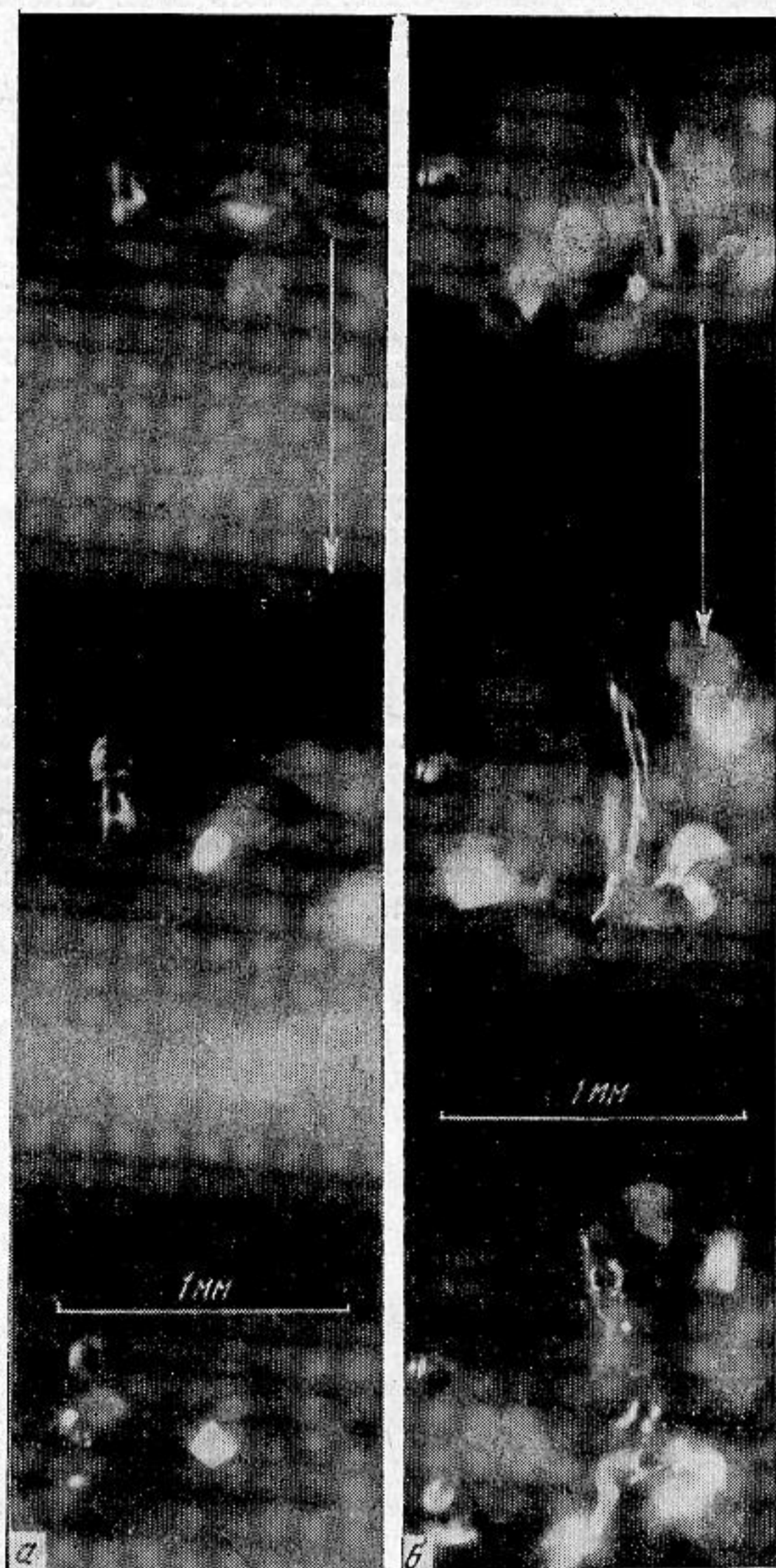
дован дисперсный состав образующихся аэрозолей. Распыление жидкостей осуществлялось с помощью многочастотного ультразвукового излучателя, состоящего из пакетного преобразователя, разработанного Макаровым [1], снабженного экспоненциальным концентратором с навинченной на конце распылительной головкой (фиг. 1). Излучатель, имеющий около двух метров длины, был установлен на ферме (фиг. 2) с площадкой в верхней части для размещения кинокамеры, осветителей и других приборов. При проведении исследования дисперсного состава аэрозоля использовалась головка 1, в процессе кинематографирования жидкость распылялась головками 2, 3 и 4. Подача жидкости в область распыления осуществлялась с помощью тонкой трубки, расположенной у верхнего края головки. Высокоскоростная киносъемка*, проведенная со скоростью 5000 кадр/сек, показала, что образование капель аэрозоля

* В проведении киносъемок участвовала Н. А. Куклева.

при распылении воды звуком частоты 3,2 кгц происходит непрерывно, в результате их отрыва от гребней стоячих капиллярных волн на поверхности жидкости, при больших амплитудах колебаний, т. е. в полном соответствии с волновой гипотезой [2]. На приведенных ниже снимках (следуя сверху вниз) показано развитие процесса во времени. При возбуждении капиллярных волн колебаниями преобразователя небольшой амплитуды из гребней волн выбрасываются одиночные капли (фиг. 3, а) одинакового диаметра. Увеличение амплитуды возбуждения приводит к образованию жгутов, распадающихся затем на несколько капель разного диаметра (фиг. 3, б). Так как в производственных условиях распыление осуществляется колебаниями значительной амплитуды, то это обстоятельство до некоторой степени объясняет существующий разброс капель аэрозоля по их диаметрам.



Фиг. 2



Фиг. 3

В результате киносъемок обнаружено, что на поверхности распыляемой жидкости даже при значительных амплитудах возбуждения образуются одновременно и капиллярные волны с округлыми гребнями (волны малой амплитуды) и волны с заостренными гребнями, переходящими в жгуты (волны конечной амплитуды), распадающиеся на капли аэрозоля. Такое сосуществование капиллярных волн различных амплитуд, по-видимому, связано с неоднородностью статистических условий, вызванных, например, колебаниями толщины слоя жидкости, изменениями кривизны мениска, отражениями волн от границ жидкости и т. п.

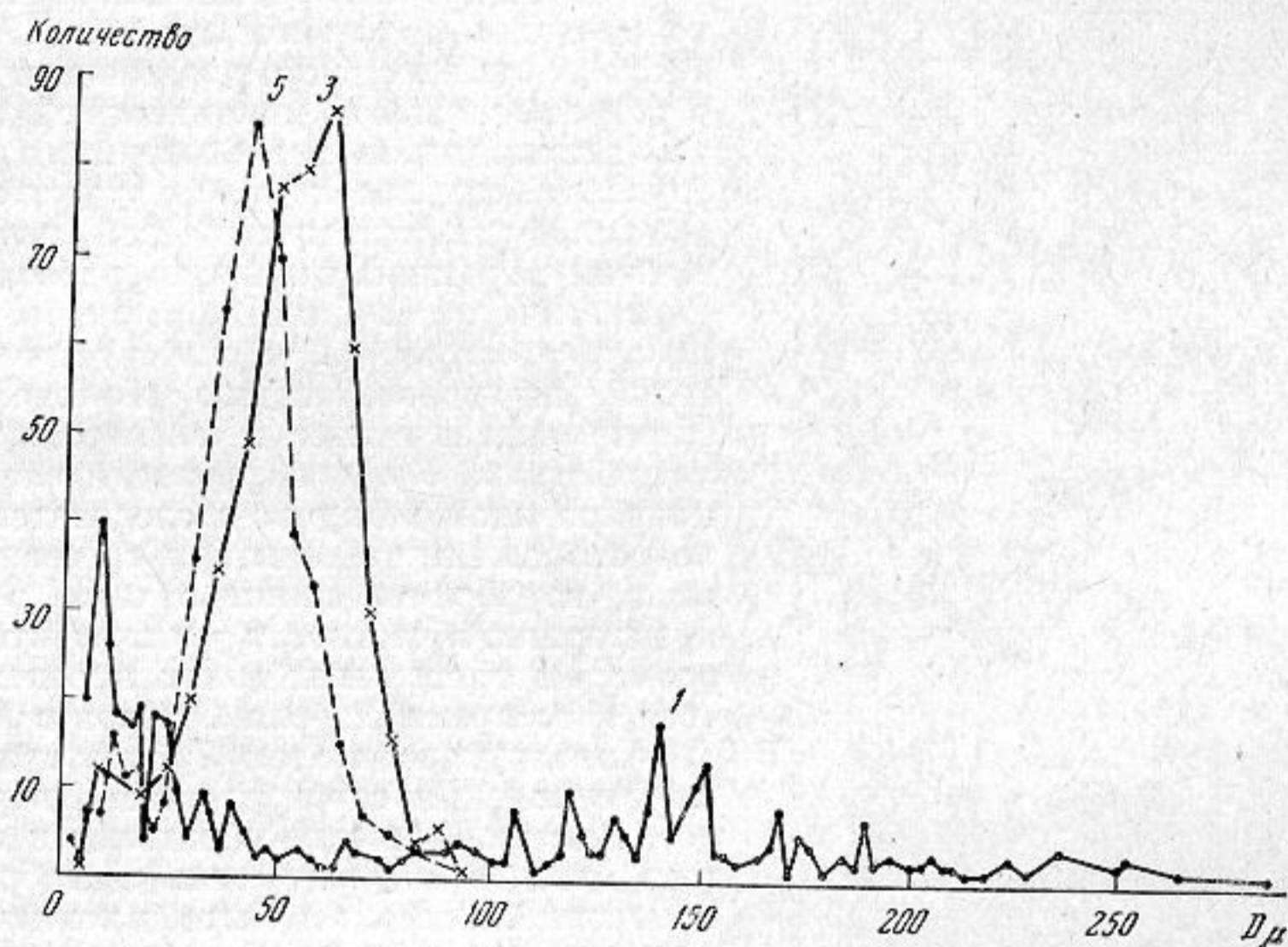
Дисперсный состав аэрозоля определялся микроскопическим измерением диаметров капель, осевших на предметное стекло, покрытое диметилдихлорсиланом [3]. В качестве объекта исследования был выбран аэрозоль, образующийся распылением дибутилфталата, имеющего при нормальной температуре низкое давление насыщающих паров. Кривые, характеризующие распределение капель аэрозоля, образованного распылением дибутилфталата по диаметрам при различных частотах, представлены на фиг. 4. В таблице приведены диаметры наиболее часто встречающихся капель аэрозоля и соответствующие различным частотам ультразвука отношения d / λ_k , где λ_k —

длина капиллярной волны [4] на поверхности жидкости. Поверхностное натяжение дибутилфталата σ в функции температуры определялось экспериментально методом отрывания капель жидкости. В указанном температурном интервале σ изменялось от 31 до 33 *дин/см*.

Как видно из графика, фиг. 4, огибающая для кривой распределения 1 (3,2 кгц) и кривые распределения 3 и 5 (19,1 и 30,0 кгц) имеют отчетливо выраженные максимумы, причем с возрастанием частоты ультразвука сужается спектр диаметров капель аэрозоля. Все три кривые распределения имеют дополнительный максимум в районе микронных диаметров, положение которого на всех частотах остается практически неизменным. На основании имеющегося киноматериала можно заключить, что значительное количество мелких капель образуется в виде брызг в процессе отделения крупных капель от гребней капиллярных волн, однако это заключение нуждается

f , кгц	t , С°	λ_K , μ	d , μ	d/λ_K	f , кгц	t , С°	λ_K , μ	d , μ	d/λ_K
3,2	57	424	139	0,33	25,5	55	106	51	0,48
14,9	67	152	55	0,36	30,0	46	96	41	0,43
19,1	45	129	52	0,40					

в дальнейшем экспериментальном подтверждении. Из таблицы видно, что с изменением частоты ультразвуковых колебаний в 10 раз отношение d/λ_K остается в первом приближении неизменным. Некоторый разброс значений (0,33 ÷ 0,48) имеет место, но имеющийся в нашем распоряжении материал недостаточен для того, чтобы судить о характере этого разброса. Это может быть как небольшое систематическое изменение, свидетельствующее о наличии слабой частотной зависимости, так и случайные



Фиг. 4

ошибки эксперимента. Наблюдалось также распыление жидкости пульсирующими воздушными пузырьками, образующимися под ее поверхностью в процессе облучения жидкости ультразвуком. С возникновением таких пузырьков распыление начинается при существенно меньших амплитудах колебания преобразователя; при этом капли аэрозоля разлетаются на значительные расстояния.

В заключение автор выражает глубокую благодарность Л. Д. Розенбергу за ряд ценных советов и замечаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. О. Макаров. Составной пьезоэлектрический ультразвуковой преобразователь. Автор. свид. СССР № 140279 от 25 июля 1961 г. с приоритетом от 11 ноября 1960 г.
2. E s c h e. Erzeugung von hochwertigen Aerosollen mittels Ultraschall. Communications du congrès international sur les traitements per les ultrasons. Marseille, 1955, 179—183.
3. З. М. Южный. К микроскопическому определению размера капель масляных туманов. Коллоид. ж., 1958, 20, 4, 507—510.
4. R. J. L a n g. Ultrasonic atomization of liquids. J. Acoust. Soc. America, 1962, 34, 1, 6—8.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
26 октября 1964 г.