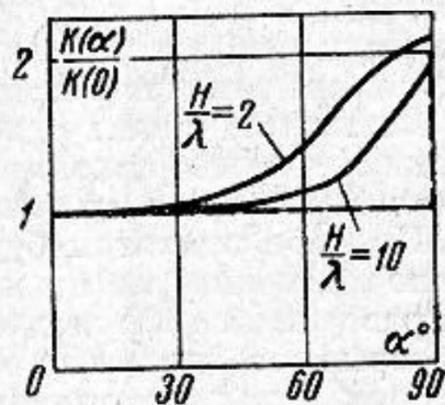
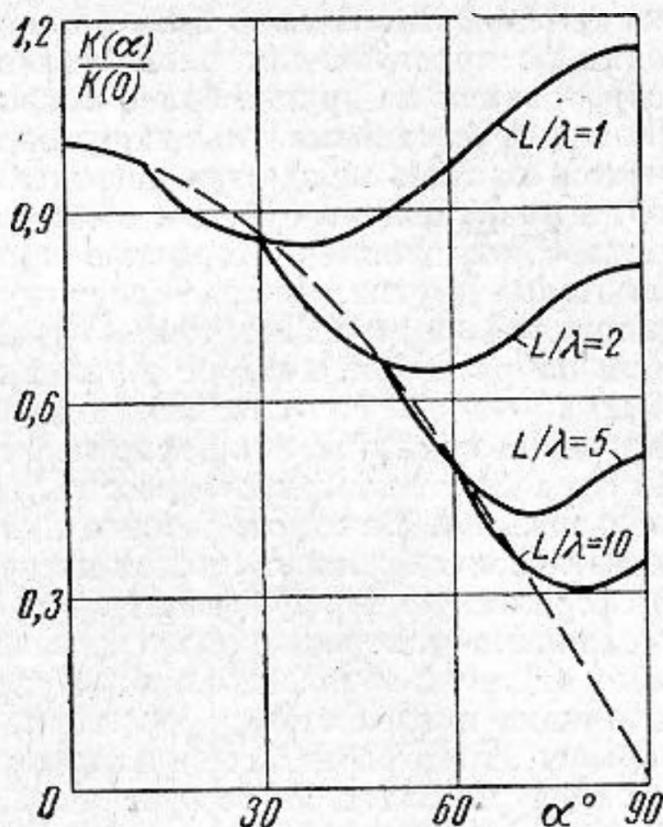


во и совсем не излучает в тыльное полупространство, то можно убедиться, что активное сопротивление излучения непрозрачной системы в два раза меньше, чем активное сопротивление излучения прозрачной системы. Коэффициент концентрации непрозрачной системы определится при этом предположении формулой

$$K = \frac{4\pi}{\lambda^2} \frac{\left| \int_S a(\bar{\rho}) dS \right|^2}{\int_S \frac{a^2(\bar{\rho}) dS}{|\cos \alpha|}}. \quad (7)$$



Фиг. 1



Фиг. 2

Интегралы, входящие в выражения (5), (6) и (7), в случае системы простой конфигурации вычисляются сравнительно легко, поэтому формулы (5) — (7) можно использовать для приближенного определения коэффициента концентрации ряда линейных и поверхностных систем.

Для сравнения результатов расчетов по точным и приближенным формулам рассмотрим зависимость коэффициента концентрации отрезка прямой и плоского квадратного поршня от угла компенсации при равномерном амплитудном распределении. В соответствии с формулой (5) коэффициент концентрации отрезка прямой будет

$$K = 2H/\lambda \quad \text{при } \alpha < 90^\circ, \quad K = 4H/\lambda \quad \text{при } \alpha = 90^\circ,$$

и коэффициент концентрации плоского поршня

$$K = \frac{4\pi S}{\lambda^2} |\cos \alpha|.$$

На фиг. 1 показана зависимость отношения $K(\alpha)/K(0)$ для отрезка прямой от угла компенсации α , полученная по точной формуле (сплошная линия) и по приближенной формуле (пунктирная линия) в случаях $H/\lambda = 2$; $H/\lambda = 10$.

На фиг. 2 показана та же зависимость в случае плоского квадратного поршня со стороной L . Сравнивая результаты расчетов по точным и приближенным формулам (в приведенных выше, а также в ряде других случаев), можно сделать вывод о том, что при больших относительных размерах систем, коэффициент их концентрации практически может определяться по приближенным формулам, если только для поверхностной системы $\alpha < 70 \div 80^\circ$.

В заключение автор выражает благодарность Д. А. Поповой за помощь в проведении некоторых расчетов, связанных с настоящей работой.

Ленинград

Поступило в редакцию
27 августа 1962 г.

О КИНЕТИКЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТУМАНООБРАЗОВАНИЯ

О. Б. Экнадиосяни

Метод высокоскоростной киносъемки оказался весьма плодотворным при исследовании процесса распыления жидкостей ультразвуком. С помощью этого метода при исследовании распыления воды в ультразвуковом фонтане ($f = 2,0$ мггц) была выявлена структура ультразвукового фонтана, определена область туманообразования, обнаружен импульсный характер тумановыделения, а также некоторые другие стороны кинетики этого процесса [1].

В результате этого исследования возникло много новых вопросов. Так, например, оказалось, что туманообразование в ультразвуковом фонтане связано с предварительным посветлением бусинок струи, причем выбрасывание тумана, происходящее вслед

за посветлением, сопровождается деформацией и разрушением бусинок с образованием брызг. Было обнаружено также, что хотя с увеличением мощности излучения ультразвука возрастает высота фонтана и увеличивается частота следования взрывных импульсов тумановыделения, размеры и местоположение области туманообразования не изменяются. Неясно было, почему с увеличением мощности ультразвука не происходит распространения посветления, а следовательно, и расширения области туманообразования на другие более высокие участки струи увеличившегося фонтана. Для понимания механизма ультразвукового туманообразования важно было установить, имеется ли связь между тумановыделением из струи фонтана,носящем взрывной характер, и разрушением бусинок с образованием брызг-осколков. Высокоскоростная киносъемка с повышенной скоростью протяжки пленки (до 6000 кадр/сек) осветила эту и некоторые другие неясные стороны кинетики процесса. Схема экспериментальной установки была такая же, как и в работе [1]. Камера СКС-1 включалась при номинальном напряжении, которое затем в процессе ее работы повышалось с помощью ЛАТР-1 до $150 \div 160$ в. Использовался ультразвук частоты 1 и 2 мГц.

Киносъемка показала, что деформация и разрушение струи с образованием брызг-осколков бусинок являются процессами, не связанными непосредственно с процессом туманообразования. Вслед за посветлением начинается выделение тумана с поверхности посветлевших бусинок, причем посветлевшие бусинки сохраняют некоторое время свою сферическую форму (фиг. 1). Это обстоятельство говорит в пользу поверхностного механизма ультразвукового туманообразования. По мере поднятия бусинок, независимо от того, произошло или не произошло тумановыделение, на их поверхности возникают и нарастают деформации, приводящие к разрушению струи с образованием брызг. Эти деформации сплющивают (фиг. 2) и разрывают бусинки с образованием концентрических слоев (фиг. 3, 4, 5), которые затем в силу неустойчивости стягиваются в крупные брызги. С увеличением мощности ультразвука образование брызг интенсифицируется, причем они разлетаются на расстояния, превышающие 1 м. Следует полагать, что брызгообразование, как побочный процесс, отбирает заметное количество энергии, что ведет к снижению эффективности туманообразования. Как показали высокоскоростные киносъемки, увеличение мощности ультразвука, с одной стороны, приводит к возрастанию скорости поднятия жидкости в струе фонтана и, с другой стороны, интенсифицирует описанный выше процесс ее разрушения так, что в итоге область сплошности, а следовательно, и туманообразования остается неизменной. Таким образом, брызгообразование является, по-видимому, одной из причин, препятствующих возрастанию интенсивности туманообразования за счет повышения мощности ультразвука.

Другой ограничивающей причиной является процесс коагуляции выделившегося тумана под действием ультразвукового излучения с поверхности струи фонтана. С помощью высокоскоростной киносъемки удалось подтвердить экспериментально наличие мощного акустического поля рабочей частоты (т. е. в мегагерцевом диапазоне) вблизи струи фонтана и вызванных им коагуляционных явлений. Оказалось, что вслед за выделением происходит расслаивание оставшегося вблизи струи тумана, причем образующиеся полосы параллельны поверхности струи (фиг. 6).

В наших опытах на частоте 2 мГц расслоение становилось заметным спустя 0,5—1 мсек после начала тумановыделения. В некоторых случаях можно было проследить как именно процесс расслоения тумана заканчивался с образованием крупных капель. Полосы расслоения наблюдались на расстояниях не более 2 мм от поверхности струи. Измерив расстояния между полосами и полагая, что они визуализируют стоячие ультразвуковые волны в воздухе, можно подсчитать длину волны. Вычисленные таким образом длины волн соответствовали рабочим частотам диспергирования. Коагуляция, помимо снижения эффективности распыления, должна изменять и дисперсность получаемого аэрозоля.

Протекание коагуляционного процесса в газообразной среде в мегагерцевом диапазоне, насколько это нам известно, до сих пор не только не исследовалось, но даже не наблюдалось. Весьма вероятно, что укрупнение капель происходит еще до расслоения, т. е. в течение долей мсек и, следовательно, значительная часть выделяемого тумана под действием излучения претерпевает изменение своего состава. Таким образом, аэрозоль, поступающий из туманообразователя, отличается от аэрозоля в момент его образования. Это обстоятельство значительно усложняет исследование ультразвукового распыления жидкостей путем анализа образующегося аэрозоля и ставит под сомнение результаты, полученные Эше [2]. Исследование аэрозоля может дать ценный материал для понимания физики ультразвукового диспергирования, но для этого необходимо экспериментировать только с аэрозолем исходного состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Д. Розенберг, О. К. Экнадиосянц. О кинетике ультразвукового туманообразования. Акуст. ж., 1960, 6, 3, 370—373.
2. E s c h e. Erzeugung von hochwertigen Aerosollen mittels Ultraschall. Communications du congres international sur les traitements per les ultrasons. Marseille, 1955, 179—183.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
16 января 1963 г.