

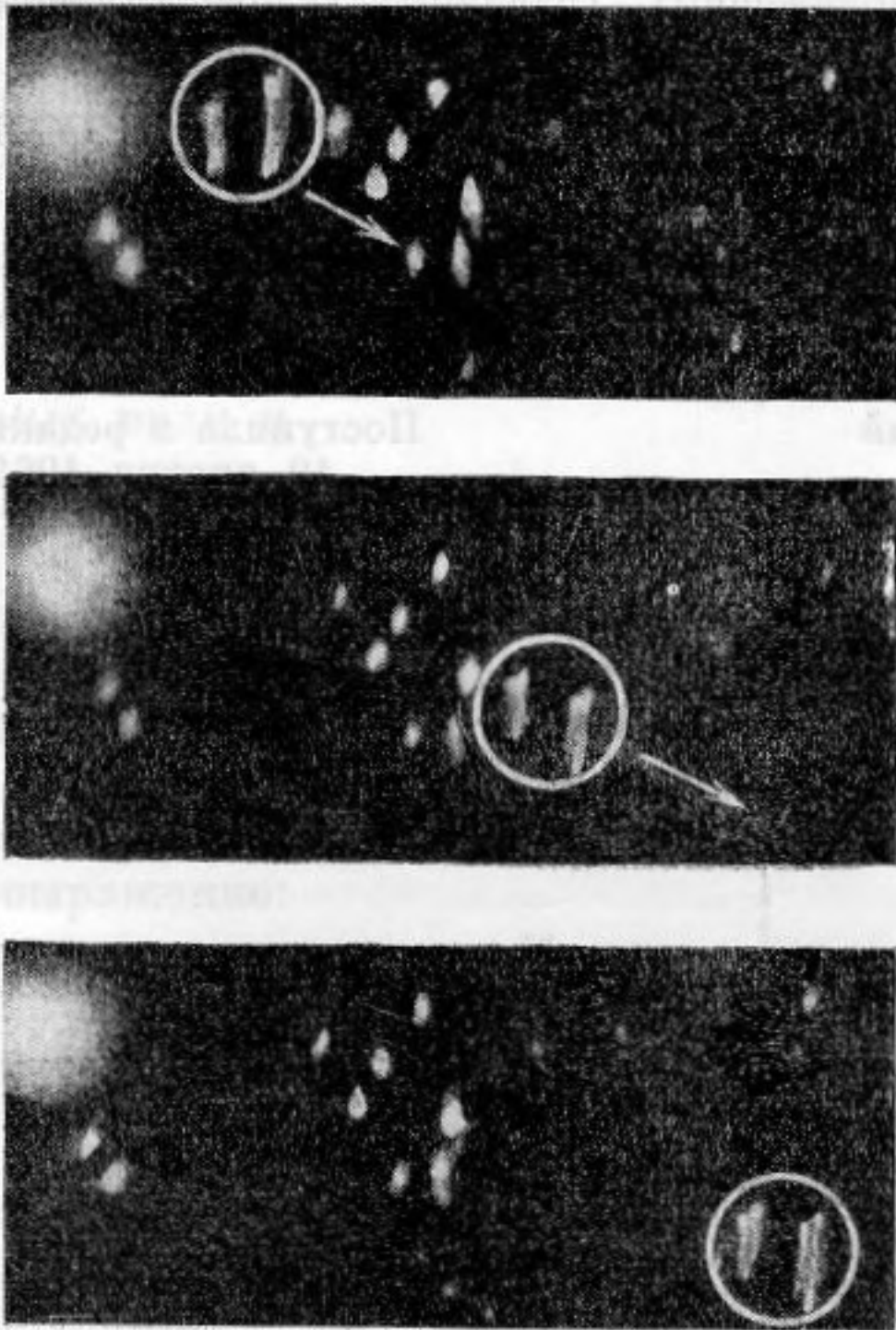
К Р А Т К И Е С О О Б Щ Е Н И Я

О П О В Е Д Е Н И И Ч А С Т И Ц А Э Р О З О Л Я В А К У С Т И Ч Е С К О М П О Л Е

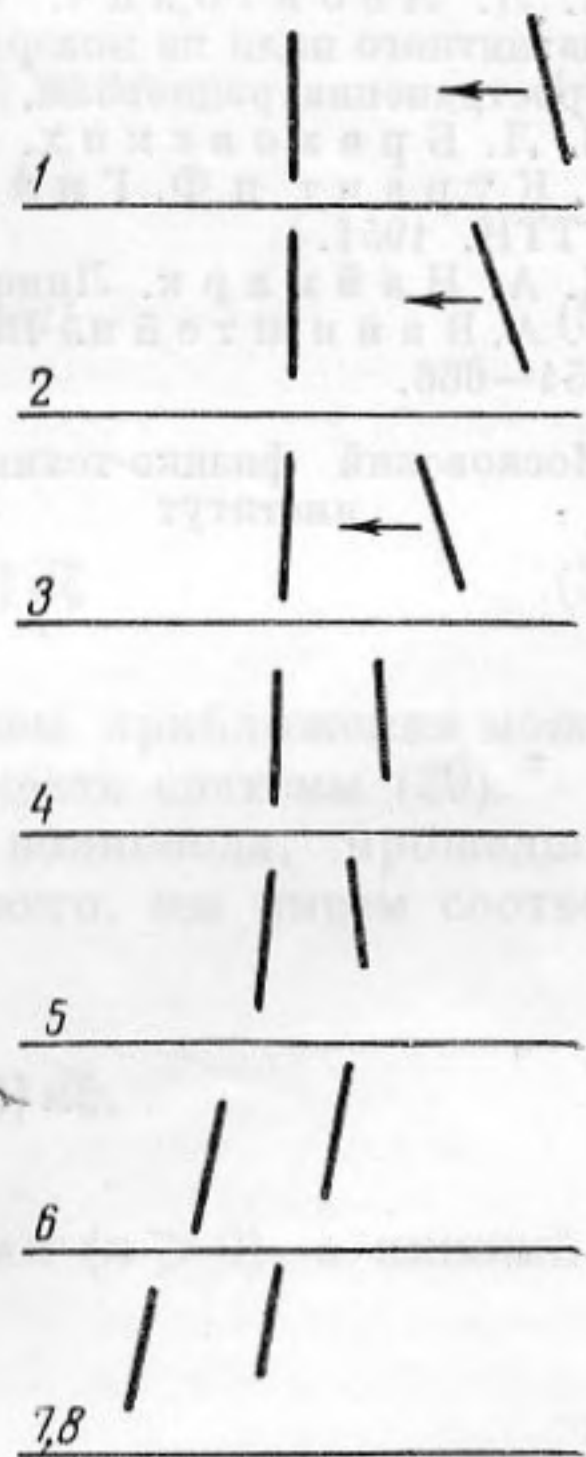
Л. И. Буравов, О. К. Экнадиосянц

Несмотря на то, что акустическая коагуляция аэрозолей уже используется в полупромышленном и даже в промышленном масштабах, физический механизм этого явления остается невыясненным. Существует несколько гипотез, объясняющих этот механизм, но ни одна из них не подтверждена в достаточной мере экспериментально.

С целью изучения физики этого явления нами была осуществлена высокоскоростная киносъемка частиц аэрозоля, взаимодействующих в акустическом поле коагуляционной колонны при частоте звука от 450 до 1150 гц. Основная часть опытов проведена в стоячих звуковых волнах при уровне давления в пучностях порядка $140 \div \pm 146$ дб. Максимальный достигнутый уровень звукового давления был равен 149,2 дб.



Фиг. 1



Фиг. 2

Размеры частиц аэрозоля (взвешенная в воздухе алюминиевая краска) лежали в пределах от 3 до 30 μ . Максимум кривой распределения частиц по размерам лежал, по-видимому, в районе от 5 до 10 μ .

Наиболее важным результатом проведенных опытов было обнаружение агрегации колеблющихся частиц полидисперсного аэрозоля. Как показали высокоскоростные киносъемки, колеблющиеся частицы образуют в звуковом поле устойчивые пространственные агрегаты, состоящие из 2 («пары»), 3 («тройки»), 4 («четверки») и большего числа колеблющихся частиц, отстоящих друг от друга на некотором расстоянии d_0 . Эти агрегаты перемещаются как целое вдоль и поперек поля. Можно проследить за перемещением пространственного агрегата, состоящего, по-видимому, из 4 колеблющихся частиц («четверка»), рассмотрев последовательность отпечатков кадров фиг. 1.

Агрегат перемещается относительно неподвижных пятнышек, которые представляют собой прилипшие к стеклянной стенке частицы аэрозоля. Обнаружены устойчивые системы частиц, напоминающие хлопья, состоящие из 8, 10 и большего числа частиц. Подобная агрегация наблюдалась всегда при указанных выше частотах и давлениях как при синусоидальной, так и при искаженной форме сигнала.

Очевидно, что необходимым условием существования описанных агрегатов является наличие в акустическом поле и сил отталкивания и сил притяжения между частицами, зависящих определенным образом от расстояния между колеблющимися частицами. Предположение об участии в образовании агрегатов сил, обусловленных наличием у частиц электрических зарядов, было нами опровергнуто экспериментально с помощью киносъемки.

Если бы в образовании агрегатов участвовали и электрические силы, то сняв акустическое поле в процессе киносъемки, мы должны были бы обнаружить сближение или удаление частиц в агрегатах. Однако этого не наблюдалось. После снятия акустического поля тяжелые частицы, входившие в состав агрегата, падая, обгоняют по вертикали другие более легкие частицы, тем не менее по горизонтали (поперек поля) расстояние между частицами не изменяется.

Следует полагать, что взаимодействие отдельных частиц и целых агрегатов как друг с другом, так и с частицами, осевшими на стенках, имеет гидродинамический характер. При расстояниях между частицами, больших d_0 , на частицы начинают действовать гидродинамические сближающие силы; при сближении частиц на расстояния, меньшие d_0 , гидродинамические сближающие силы сменяются силами отталкивания также гидродинамическими. В указанных условиях нам не удалось обнаружить ни одного случая сближения частиц до их непосредственного соприкосновения. Отсутствуют также какие-либо явления, соответствующие ортокинетической гипотезе коагуляции.

Возникновение и рекомбинация агрегатов иллюстрируются кинеграммами, полученными в результате покадровой обработки негативного материала. На таких кинеграммах колеблющиеся частицы изображаются отрезками прямой линии, причем длина отрезка равна удвоенной амплитуде смещения частицы. Один из примеров возникновения агрегата — «пары» представлен на кинеграмме фиг. 2. К левой колеблющейся частице справа поперек поля быстро приближается правая колеблющаяся частица. Она проходит зону притяжения (кадры 2, 3) и входит затем в зону отталкивания между частицами (кадры 4, 5). На кадрах 6, 7, 8 видно, что колеблющиеся частицы установились в равновесном положении, образовав пару, движущуюся как одно целое, причем правая частица, не соприкасаясь с левой, как бы толкает ее перед собой.

Установлено, что расстояние d_0 в агрегатах имеет порядок 2δ , где δ — глубина вязкого слоя, причем d_0 с увеличением частоты звука уменьшается быстрее, чем 2δ . Если экстраполировать кривую зависимости d_0 от частоты озвучивания на более высокие частоты, то можно найти некоторое пороговое для данного аэрозоля значение частоты, при котором расстояния d_0 между частицами агрегатов будут либо равны нулю, либо очень малы.

В нашем случае это пороговое значение частоты лежит в районе $1,4\div 1,7$ кгц. Таким образом, в условиях нашего эксперимента сближение частиц до соприкосновения можно ожидать на частотах выше $1,4\div 1,7$ кгц.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
14 июля 1961 г.

О ХАРАКТЕРЕ ДВИЖЕНИЯ СУСПЕНЗИИ АБРАЗИВА ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКЕ

В. Ф. Казанцев, Ю. Л. Тисенбаум

Как известно [1], разрушение материала в процессе ультразвуковой обработки происходит при ударе колеблющегося торца инструмента по зернам абразива, которые и являются режущим агентом. При этом зерна абразива непрерывно дробятся. Поэтому, чтобы процесс шел достаточно быстро, необходима периодическая замена измельченных зерен, находящихся в рабочем зазоре на дне углубления. Указанная замена осуществляется с помощью жидкости, в которой частицы абразива находятся во взвешенном состоянии. Выбор жидкости оказывает большое влияние на скорость обработки.

Непайрас [2] показал, что применение более вязкой жидкости уменьшает скорость обработки. Он высказал также предположение, что перемещение частиц в зазоре между боковой поверхностью инструмента и стенками отверстия осуществляется стационарными потоками жидкости. При этом он считает, что царпины на боковой части реза обязаны своим происхождением кавитационным пузырькам, возникающим в движущейся жидкости.