

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 681.89:534.8

К ВОПРОСУ О КОНТРОЛЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
УСТАНОВОК УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ

Б. А. Агранат, Л. Б. Гутнова, Л. М. Лямшев

Образцы определенной формы и размеров с нанесенной на их поверхность пленкой эталонного загрязнения можно использовать для оценки эффективности работы установок ультразвуковой очистки [1—2]. Однако, выбор эталонного загрязнения представляет определенные трудности, так как в установках ультразвуковой очистки в зависимости от их назначения используются преобразователи, сильно отличающиеся по удельной акустической мощности.

Авторами проведены исследования по изучению кинетики ультразвуковой очистки стальных колец, с наружным диаметром 41 мм и внутренним диаметром 30 мм, толщиной 3 мм при использовании в качестве эталонного загрязнения черной шеллачной, нерастворимой в воде туши, состав которой приведен в таблице.

Тушь наносилась на тщательно обезжиренный образец. Полимеризация пленки туши производилась в печи при температуре 110—120°С в течение 2,5 часов. Вес пленки туши составлял 0,0100—0,0170 г. Точность измерений — ±0,1 мг.

Исследования проводились на установке УЗВД-6 [3], питаемой по схеме с независимым возбуждением. Частота колебаний 18 кГц. Амплитуда смещений поверхности преобразователя изменялась ступенчато и составляла 1,5; 3,5; 6 мк. Удельная акустическая мощность установки при работе на указанных режимах составляла соответственно 0,7 вт/см², 2,5 вт/см² и 5 вт/см². Опыты проводились при температуре рабочей жидкости 18—25°С.

Составляющие	Содержание в % весовых
Сажа газовая	7,20
Шеллак (лимонный или оранжевый)	13,20
Бура техническая	4,00
Вода аммиачная 25%	0,73
Сахарный песок	2,80
Фенол синтетический	0,87
Этиленгликоль	1,00
Желчь сгущенная	1,50
Вода	68,70

Выбор удельных мощностей был сделан на основании анализа технических характеристик установок ультразвуковой очистки, выпускаемых в СССР, Англии, США, ФРГ, Японии, Франции, Италии. Установки с пьезокерамическими и ферритовыми преобразователями характеризуются удельными мощностями порядка 0,5—1 вт/см². Удельные мощности 1,5—3,5 вт/см² имеют установки с магнитострикционными преобразователями из никеля и пермендюра. Установки, работающие в условиях повышенного статического давления в рабочей камере, которые стали широко применяться в последние годы [4—5], характеризуются удельными мощностями 5—8 вт/см².

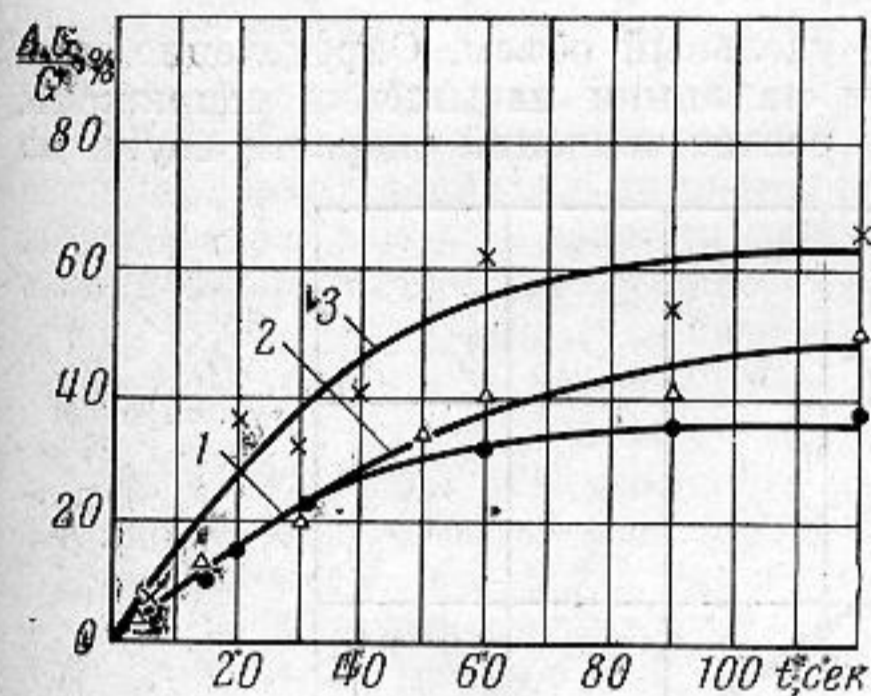
Рабочей жидкостью служила дегазированная вода. Дегазация воды осуществлялась ультразвуком. Высота столба жидкости в ванне составляла 15 см. Образец устанавливался перпендикулярно поверхности излучателя на расстоянии 1,0—1,5 см от излучателя в центре ванны.

Некоторые результаты исследований представлены ниже. На фиг. 1 приведены кинетические кривые, показывающие изменение степени очистки, от продолжительности процесса, ΔG — вес удаленного загрязнения, G — полный вес загрязнения и τ — время очистки. Кривая 1 соответствует амплитуде смещения 1,5 мк, кривая 2 — 6 мк, кривая 3 — 3,5 мк.

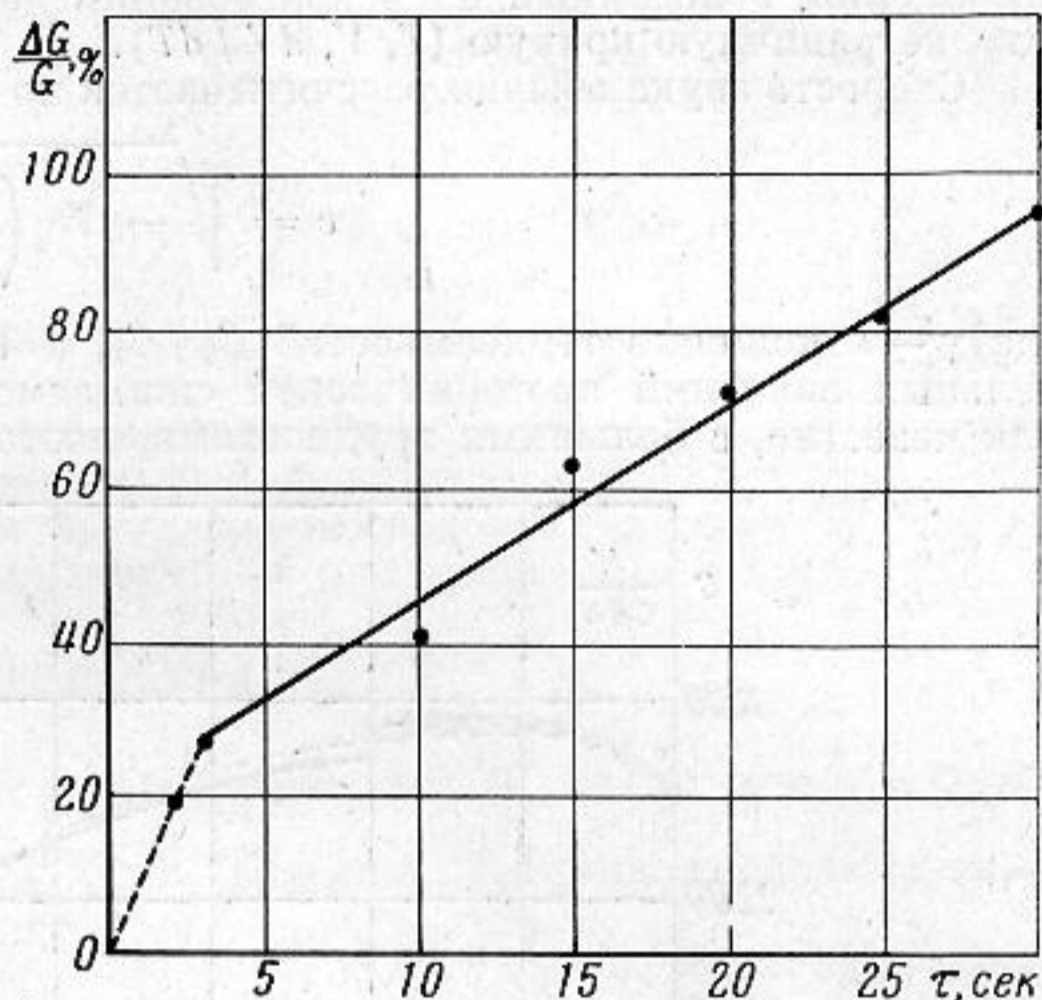
Уменьшение скорости очистки после 30—40 сек выдержки может быть объяснено тем, что область кавитации, формирующаяся в ближнем поле ультразвукового преобразователя, размеры которого соизмерены с длиной волны, оказывается неоднородной по поверхности образца.

Уменьшение степени очистки при амплитуде 6 мк обусловлено появлением сплошного слоя из крупных кавитационных полостей на границе преобразователь — жидкость.

На фиг. 2 приведена зависимость степени очистки от продолжительности процесса очистки при гидростатическом давлении 5×10^2 н/м² и амплитуде смещения поверхности преобразователя равной 4 мк. Хорошо известно, что интенсивность очистки существенно растет с увеличением гидростатического давления в рабочей камере установки. Это отчетливо проявляет-



Фиг. 1



Фиг. 2

ся и в результатах испытаний, приведенных на фиг. 2. В течение 30 сек загрязнение практически полностью удаляется с поверхности образца.

Для определения величины дисперсии результатов измерений были проведены контрольные опыты на двух режимах при амплитудах смещений поверхности преобразователя 1,5 и 3,5 мк, на 200 образцах. При этом продолжительность процесса очистки была 30 сек. Средняя величина отношения $\Delta G / G$ при амплитуде смещений преобразователя 1,5 мк составила 15%, при амплитуде 3,5 мк — соответственно 31%. Средняя квадратичная ошибка измерений (σ) составила 3,9% при амплитуде смещений 1,5 мк и 10,5% при амплитуде 3,5 мк. Результаты измерений, изложенные выше, уложились в пределы $\pm 2\sigma$. Представленные результаты испытаний, как нам кажется, позволяют сделать заключение о том, что шеллачная тушь может быть использована в качестве эталонного загрязнения для контроля эффективности работы установок ультразвуковой очистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. Pohlman, B. Werden. Der Ultrashallreinigungsprozess, VDJ — Zeitschrift, 4, 8—13, 1971.
2. Б. Н. Поддубный, Ф. И. Кукоз. «К вопросу о влиянии некоторых физических и химических факторов на динамику ультразвуковой очистки». Доклады VI Всесоюзной акустической конференции, М., 1968 г.
3. Б. А. Агранат, В. И. Башкиров, Ю. И. Китайгородский. Ультразвуковая очистка. ч. III книги «Физические основы ультразвуковой технологии» под ред. Л. Д. Розенберга, Наука, 1970 г.
4. Б. А. Агранат, В. И. Башкиров, Ю. И. Китайгородский. Кавитационное разрушение поверхностных пленок в акустическом поле при повышенном статическом давлении. Акуст. ж., 13, 3, 283—285, 1968.

Акустический институт АН СССР
Москва

Поступила в редакцию
30 марта 1972 г.