

УДК 554.838.7:631.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МОЙКИ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Корко В.С., к.т.н.,

Кардашов П.В., к.т.н.,

Дубодел И.Б., к.т.н.

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

В современных условиях при переработке сельскохозяйственной продукции возрастает необходимость в мытой продукции для улучшения товарного вида, повышения санитарно-гигиенических условий в целях реализации, заморозки, консервирования и т.п. Одним из перспективных направлений является ультразвуковая технология мойки, получившая достаточно широкое применение для повышения потребительских качеств сырья благодаря технологическим возможностям ультразвука по эффективной очистке поверхности, обеззараживанию, дезинфекции, уничтожению микроорганизмов и бактерий.

Технологические эффекты ультразвуковых колебаний проявляются в оказываемых на среду или объекты действиях: механических (создание переменного давления, переменного потока, кавитации и поверхностного трения); акустических (распространение, поглощение или отражение в соответствии с законами акустики); термических (преобразование части энергии в тепловую и расход на изменение структуры вещества) и биологических (стимулирование или угнетение жизнедеятельности) [1, 2].

При ультразвуковой мойке в жидких средах механические проявления, и больше всего специфический процесс – ультразвуковая кавитация, обеспечивают максимальные энергетические воздействия, как на сами жидкости, так и на твердые тела в жидкостях. В результате происходит кавитационная эрозия и разрушение находящихся в жидкости твёрдых частиц, возникает интенсивное перемешивание жидкости, инициируются или ускоряются различные физические и химические процессы [2, 3].

В ультразвуковой ванне при мойке плодоовощной продукции рассматривается система жидкость – твёрдое тело, на границах которой протекают основные физико-химические процессы.

В экспериментах использовали ультразвуковую установку с выходной мощностью 250 Вт, частотой 18 кГц и ванной с пьезоэлектрическим преобразователем диаметром $d_u = 0,055$ м. Поскольку в использованной для экспериментов установке длина

ультразвуковой волны составляет $\lambda = 0,082$ м, то в экспериментах внутренний диаметром ограждающих стенок ванны принят $D = 0,12$ м и высота 0,15 м. Для измерения активности кавитации в ультразвуковой ванне использовали кавитометр ИСА – 6А.

При указанных параметрах установки в однородной жидкости при одностороннем излучении ультразвуковое поле (рисунок 1 а) можно представить в виде направленного пучка в ближней зоне высотой $h_0 = 0,0092$ м и расходящихся лучей в дальней зоне с углом расхождения от вертикали $\varphi_p \approx 55^\circ$. В соответствии с законами акустики по мере удаления от излучателя лучи рассеиваются, отражаются от стенок ванны, накладываются друг на друга, поглощаются средой.

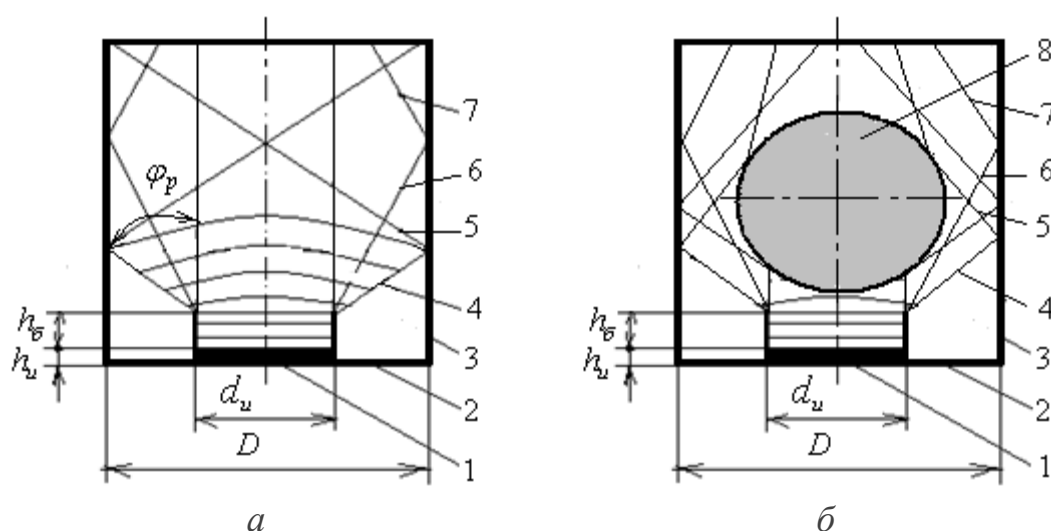


Рис. 1. – Схема формирования ультразвукового поля в воде (а) и при наличии сферического объекта (б) в ванне: 1 – излучатель; 2 – днище; 3 – боковая стенка ванны, 4, 6 и 5, 7 соответственно падающие и отраженные лучи дальней зоны акустического поля; 8 – объект обработки

Внесение обрабатываемого объекта (плодов различной формы и размеров) вносит существенные изменения в конфигурацию и характеристики ультразвукового поля, графическая интерпретация которого при наличии сферического объекта над излучателем в начале дальней зоны показана на рисунке б.

Результаты исследований, приведенные в таблице 1, свидетельствуют, что в однородной среде (в воде без обрабатываемых объектов) максимальный уровень кавитации достигается в ближней зоне непосредственно над излучателем на расстояниях 0,01...0,03 м. Вблизи стенок корпуса ванны из-за рассеивания интенсивность ультразвука почти в 2 раза ниже, хотя характер зависимости $k(h)$ благодаря отражению, дифракции и интерференции волн оказывается во всем диапазоне менее падающий. Если размер плода превышает диаметр излучателя, то за таким препятствием во всех точках происходит

существенное ослабление уровня кавитации, вплоть до ультразвуковой тени. С учетом отражения волн от стенок ванны и сферической поверхности объекта обработке ультразвуком подвергается в основном нижняя полусфера.

Таблица 1 - Зависимость уровня кавитации от расстояния до излучателя в ванне

Расстояние от излучателя h , м	Уровень кавитации k , о.е.					
	В чистой воде		При наличии яблока			
			диаметром 0,04 м		диаметром 0,08 м	
	в точках над излучателем	в точках вблизи стенок ванны	в точках над излучателем	в точках вблизи стенок ванны	в точках над излучателем	в точках вблизи стенок ванны
0,01	46	26	48	28	50	31
0,02	45	27	48	26	50	34
0,03	42	25	44	25	46	30
0,04	37	21	-	22	-	22
0,06	25	17	-	18	-	9
0,08	17	13	-	14	-	7
0,1	16	12	10	12	-	4
0,12	15	11	7	10	-	2

Таким образом, поскольку интенсификация процессов очистки и мойки определяется, главным образом кавитационными процессами в жидкости, то для достижения требуемого уровня активности кавитации на поверхности обрабатываемого объекта требуется создание определенных условий: помещение объекта в зону наиболее интенсивного излучения, фронтальное расположение излучателя и объекта, или периодическое поворачивание плода.

Список использованных источников

1. Корко В.С. Эффекты электротехнологий в процессах мойки и обеззараживания плодоовощной продукции. Материалы V Всеукраинской НПК «Перспективы и тенденции развития конструкций и технического сервиса сельскохозяйственных машин и орудий» / В.С. Корко, П.В. Кардашов, И.Б. Дубодел., 28-29 марта 2019 года. Житомирский агротехнический колледж, 2019 г. – с. 134-135.
2. Корко В.С. Исследование закономерностей формирования акустических полей и кавитационных процессов в ультразвуковой ванне с водой / В.С. Корко. - Агропанорама, 2020, № 3. – с. 26-30.
3. Толочко, Н.К., Ультразвуковая очистка поверхности яблок от микробиальных загрязнений / Н.К. Толочко и [др.]. - Агропанорама. – 2015. № 5. – С. 27 – 29.