

УДК 534.838.4

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СТИРАЛЬНАЯ МАШИНА ДЛЯ БЫТОВЫХ НУЖД

Д.А. Костюк¹, Ю.А. Кузавко²

¹ Брестский государственный технический университет
Брест, Беларусь

² Институт радиотехники и электроники РАН
Москва, Россия

Проработан вариант реализации ультразвуковой стиральной машины в конструкторском плане и в выборе оптимальной рабочей частоты и излучаемой мощности ультразвукового генератора. Разработаны ультразвуковой генератор, мощные пьезокерамические излучатели ультразвука. Показана эффективность предложенного конструкторского и технологического решения ультразвуковой стиральной машины, связанная с безопасностью, экологичностью и снижением энергозатратности при ее эксплуатации. Для достижения высокой интенсивности ультразвука в моющей жидкости выбрана определенная форма и размеры моечной ванны, пьезокерамических излучателей, электрического согласования генератора с излучателем.

Ультразвуковые стиральные машины московского производства мощностью до 15 Вт появились в продаже. Мы уверенно и основа-

тельно утверждаем, что вышеуказанные мощности не могут обеспечить ультразвуковую стирку и даже интенсификацию замочки тканей. Для достижения реальных результатов ультразвуковой стирки необходимо достижение мощностей на два порядка больших, при этом не на выходе генератора, а излучаемых в среду. А еще более эффективно совмещение механической стирки с ультразвуковой. К примеру, «Индезит» потребляет около 5 кВт.

Мы уделили существенное внимание экспериментальным исследованиям на имевшемся в нашем распоряжении оборудовании, доработанном для реализации процессов механического и физико-химического воздействия ультразвука частот 19–44 кГц и мощности до 2 кВт на искусственные и натуральные ткани. Эксперименты проводились зачастую на малых образцах тканей и в малых объемах воды с добавлением широкого спектра стиральных порошков. Искусственно создавались загрязнения почвенного, нефтяного, растительного и животного происхождения. Контроль осуществлялся визуальным, а при необходимости с помощью лупы или микроскопа.

Для разрабатываемой ультразвуковой стиральной машины, предположительно создаваемой на основе стандартной машины, добавляются следующие блоки: на дно металлической емкости привариваются или жестко крепятся болтами три ультразвуковых пьезокерамических излучателя, которые электрически изолируются соответственно ГОСТу по эксплуатации электрических бытовых приборов, имеющих высокое напряжение, опасное для жизни; размеры и толщина дна моеющей емкости должны соответствовать оптимальной передаче ультразвуковой мощности в моечную жидкость; для исключения излучения звукового фона на корпус машины и в окружающий воздух применяется демпфирование ее звучащих частей звукоизоляционными материалами; ультразвуковой генератор располагается в силовой части стиральной машины. Рабочая частота ультразвукового воздействия после экспериментов в диапазоне частот 19–44 кГц и на дискретных частотах 22; 33; 44 кГц выбиралась равной 33 кГц в соответствии ультразвуковым рядом частот по ГОСТ.

Излучатели занимали пространство под дном моечной емкости не более 100×100 мм². Генератор массой не более 5 кг и размерами 150×300×120 мм закреплялся у основания стиральной машины. Корпус предполагаемой ультразвуковой стиральной машины удлиняется по высоте не более чем на 250 мм при сохранении ее поперечных

размеров неизменными. Испытания на образцах стали толщиной 2 мм с пенопластовым покрытием толщиной 10 мм показали ослабление в 10 дБ для слышимого диапазона частот 1–19 кГц, что не превышало шумовой фон, создаваемый обычной механической стиральной машиной.

Применение ультразвуковых колебаний при стирке помимо более эффективной очистки по сравнению с обычной механической приводит к независимости качества стирки от типа используемого порошка, а также к сокращению времени стирки или равному уменьшению количества используемого стирального порошка.

Выбрана структурная схема ультразвуковой стиральной машины как дополнительного блока к обычной машине. Должна быть использована дополнительная звукоизоляция по внешней поверхности корпуса машины. Излучаемая в жидкость ультразвуковая мощность составила 300–400 Вт. Оценки показывают, что для достижения такого режима потребляемая электрическая мощность генератора не превосходит 1 кВт, что составляет примерно 20% от мощности, потребляемой стиральной машиной «Индезит» при существенном выигрыше в эффективности стирки. Великолепные результаты получаются после совместной ультразвуковой и механической стирки тканей, но при этом сокращаются время стирки, количество используемого порошка, энергозатраты и следовательно повышается экологичность. В результате проведенных исследований были созданы средства активного ультразвукового воздействия на вещество. Конкретно:

- ультразвуковой генератор выходной мощности до 1 кВт на рабочей частоте 33 кГц с возможностью регулировки мощности и частоты в диапазоне 20–40 кГц (электронное управление мощностью и частотой использовалось для проведения исследований по воздействию ультразвука на ткани и вещество с целью выбора оптимальных режимов ультразвуковых технологических процессов);

- ультразвуковые пьезокерамические излучатели рабочих частот 22; 33; 44 кГц с корундовым покрытием рабочего инструмента для предотвращения его разрушения и коррозии;

- ультразвуковая кавитационная ванна с крепящимися на ее дно пьезокерамическими преобразователями 33 кГц ланжевенковского типа.

Все перечисленные устройства обеспечивали достижение в воде ультразвуковой мощности до 400 Вт/см², а при использовании концентраторов — более 1 кВт/см². При исследовании ультразвуковой стирки тканей было показано, что эффективность, т.е. время стирки,

в зависимости от вида тканей, сокращалось в 2–3 раза по сравнению с традиционной при одних и тех же неизменных условиях (температуры моющей жидкости, вида загрязнения, количества стирального порошка), а энергозатратность снижается не менее чем в 3 раза. При этом некоторые сильные загрязнения (жирового и нефтяного происхождения) выводились только ультразвуковым методом.

Еще одним важным, но детально не исследованным фактором ультразвуковой стирки является неповреждаемость ткани при многократной стирке, отсутствие катышков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ультразвук / Под ред. И.П.Голяминой и др. — М.: Сов. Энциклопедия, 1979. — 400с.
2. В.Б. Гладышук, Ю.А. Кузавко. Б.Н. Склипус. Особенности акустики биологических сред // Новые технологии в машиностроении и вычислительной технике. Труды X научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава аспирантов и студентов. — Брест, 1998.
3. Авторское свидетельство No1690858. Ультразвуковой преобразователь.
4. Авторское свидетельство No1775192. Установка для мойки изделий.