

О ВОЗМОЖНОСТИ ВЫВОДА СОЛЕЙ ИЗ РАСТВОРОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН

В.Б.Юферов, Ю.В.Холод, А.Н.Рыбалко, Е.В.Муфель, В.Ф.Малец, А.Н.Озеров, В.П.Слюсарь

Национальный научный центр "Харьковский физико-технический институт",

61108, г.Харьков, ул.Академическая,1. Украина

e-mail: v.yuferov@kipt.kharkov.ua, тел. 0572-356326

Описано дослідження з дегазації води за допомогою звукових імпульсів і виведенню солей з розчинів. Через 30 імпульсів, близько 100 сек. у системі поділу концентрація солі збільшилася на 1 % і в осад випало 0,1 % солі з ненасиченого розчину/

Описаны исследования по дегазации воды с помощью звуковых импульсов и выведению солей из растворов. Через 30 импульсов, около 100 сек. в системе разделения концентрация соли увеличилась на 1 % и в осадок выпало 0,1 % соли из ненасыщенного раствора.

Investigation of water degassing and demineralization in acoustic fields are described. After 30 pulses, during time interval of ~100 second salt concentration has been increased for 1 %, and 0.1 % of salt has been precipitated from not-saturated solution.

ВВЕДЕНИЕ

Известен ряд способов выведения растворимых примесей из водных сред. В конечном счете наибольшее применение находят методы с минимальными энергозатратами и простой аппаратурной базой. В этом плане существенное ускорение и уменьшение энергозатрат получено при применении ультразвуковых методик. Значительно более энергоемким процессом оказывается выведение растворенных солей, которые могут находиться в растворах либо в виде отдельных ионов, либо агрегатов субатомного размера. В процессе исследований дегазации жидкостей под действием импульсных акустических полей [1] возникло предположение о возможности использования этого процесса не только для обезгаживания, но и для выведения солей из растворов. Действительно, в процессе образования в жидкости газовых пузырьков, – поверхности раздела двух фаз с нескомпенсированной поверхностной энергией, – при субатомных размерах последнего на эту поверхность могут диффундировать из объема жидкости атомы и ионы, т.е. на этой поверхности может происходить адсорбция примесей – ионов и субатомных агрегатов. В процессе дальнейшего роста газовых пузырьков они начинают всплывать, и таким образом примеси переносятся на макроскопическую поверхность раздела жидкость – газ. На этой поверхности пузырьки распадаются, и принесенные примеси в избыточной, по сравнению с раствором, концентрации находятся вблизи поверхности жидкости. В силу большого градиента концентрации и внутрижидкостных потоков эта область, с повышенной концентрацией, достаточно быстро рассасывается. Поэтому для выведения соли необходимо было

создать соответствующее устройство. На рис.1 представлена конструкция экспериментальной системы. Эксперименты проводились на вакуумной моечной машине, описанной ранее [2, 3], и состоящей из вакуумной камеры, объемом около 60 л, заполненной 20 л воды; импульсного газодинамического излучателя, выходное отверстие которого приблизительно на 10 см находилось ниже уровня жидкости; пьезоакустического датчика, располагавшегося в жидкости, контролирующего амплитуду и спектр звуковых колебаний, и системы контроля прозрачности жидкости.

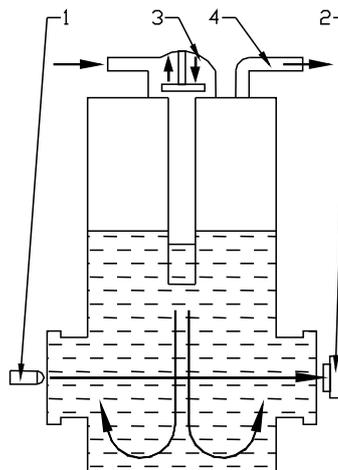


Рис.1. Схема установки по обезгаживанию воды

Эта система состояла из осветительной лампы и лазера с длиной волны 602 нм, с одной стороны, и фотодиода с системой регистрации величины светового сигнала, с другой. Система регистрации и излу-

чатели находились вне вакуумной камеры, за прозрачными фланцами напротив друг друга. Камера вакуумировалась до давления 80...120 Торр.

Вид и длительность акустического сигнала, генерируемого газодинамическим излучателем и регистрируемого пьезо-акустическим датчиком, представлен на рис.2. Заметим, что вся длительность сигнала составляет около 100 мс.

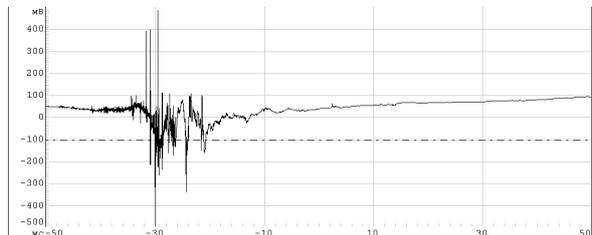


Рис.2. Вид акустического сигнала пневмоизлучателя

Результаты контроля уровня прозрачности жидкости (процесс дегазации) представлены на рис.3. Сразу же отметим, что масштаб времени на нем составляет около 33 сек.

На рис. 3 видно, что после прохождения токового импульса (около 10 мс), необходимого для открытия газодинамического излучателя, и прохождения газа через водную среду (около 1 сек.) прозрачность ее стала нулевой (полное затемнение) и частично восстанавливается по прошествии около 1 сек., то есть всплывания и рассасывания газового пузыря.

Пунктирная линия на графиках соответствует нулевому сигналу на фоторезисторе.

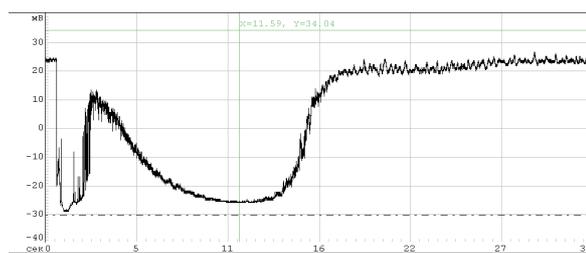


Рис.3. Зависимость прозрачности воды от времени во время импульса (освещение - лампа и лазер)

Динамика образования и рассасывания газового пузыря при работе пневмоизлучателя представлена на рис.4. Первый кадр сделан через 40 мс после начала инъекции, второй – через 80 мс, третий – через 160 мс, четвертый, – 400 мс.

Через 1 сек., как уже отмечалось, система просветляется, однако в дальнейшем во всем объеме жидкости образуются мелкие пузырьки газа, которые постепенно растут, при этом жидкость становится непрозрачной. По мере роста пузырьки начинают всплывать к поверхности раздела жидкость – вакуум (газ), и среда постепенно снова просветляется. Как указывалось в [1], жидкость полностью непрозрачна при данном уровне мощности импульсов, вплоть до шестого импульса. Для 12-го импульса прозрачность среды уже меняется мало.

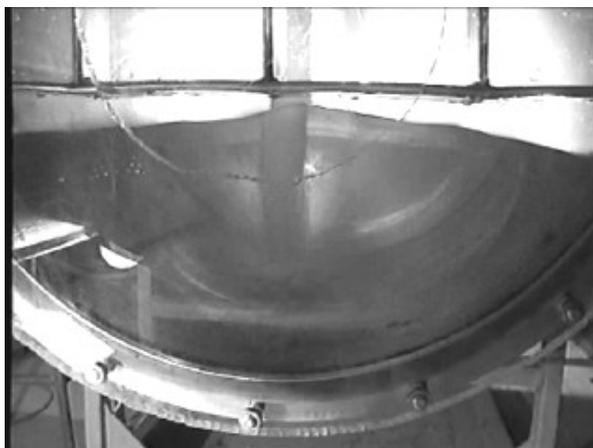


Рис.4. Динамика инжектированного газового пузыря. Кадры сделаны в моменты времени: 40, 80, 160 и 400 мс после инъекции

Газообразование в объеме жидкости и газовыделение с поверхности от импульса к импульсу становится все меньше и меньше. При сохранении озвученной жидкости под вакуумом при дальнейших импульсах прозрачность среды, связанная с газообразованием, не изменяется. Повышение давления до 1 ат приводит к восстановлению газообразования в объеме жидкости, зависящему от длительности процесса взаимодействия газа с дегазированной жидкостью, то есть определяется скоростью процесса растворения газа.

Эксперименты по выведению солей проводились на той же установке. В вакуумный объем с пневмоизлучателем помещен дополнительный, герметичный, относительно водяной ванны, пластмассовый тонкостенный объем, в котором могли развиваться все процессы, не возмущенные газовыми и водяными потоками в момент инъекции. Происходящая в этом объеме дегазация формировала только направленные потоки всплывающих пузырьков, которые при всплытии удалялись из объема в систему разделения. В дополнительный объем был введен 3% раствор поваренной соли. После нескольких импульсов пневмоизлучателя в нижней части системы разделения выпали кристаллы соли, окрашенные в бурый цвет. Следует заметить, что первичная (водопроводная) вода содержит значительную долю солей железа, которые, выпадая в осадок после длительной выдержки, всегда имеют бурую окраску. Таким образом, после звукового воздействия выпала смесь солей, находившихся в растворе. Следует заметить, что в начале раствор в системе разделения был не насыщенным, вернее просто состоял из обычной водопроводной воды; соли могли попасть туда в процессе переноса воздушными пузырьками.

Через 30 импульсов (около 100 сек.) концентрация соли достигла 4%, т.е. возрасла на 1%. Кроме того, в осадок, на дно системы разделения выпало 0.02 г солей. Помимо того солевые отложения наблюдались на внутренней поверхности трубок системы разделения.

Подводя итоги предварительных экспериментов, можно отметить наличие вполне регистрируемых величин потоков массопереноса. Эксперименты будут продолжены.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Б.Юферов, Ю.В.Холод, Е.В.Муфель, В.М.Шулаев. Дегазация закалочно-охлаждающих водоподобных сред звуковыми импульсами //Сборник докладов. ОТОМ-2. Часть 1. 10–14 сентября 2001 г., с.126-129.
2. В.Б.Юферов, Е.И.Скибенко, Ю.В.Холод, Л.Г.Сороковой, Е.В.Муфель, В.Ф.Малец. Установка стирки, мойки, очистки в акустических полях с широким спектром частот //Вестник ХГПУ, серия: «Новые решения в современных технологиях», вып.84, г.Харьков, 2000, с.205–208.
3. В.Б.Юферов, Е.И.Скибенко, Ю.В.Холод, Л.Г.Сороковой, Е.В.Муфель, В.Ф.Малец. В.М.Шулаев. Очистка поверхностей изделий машиностроения от индустриальных масел в акустических полях гидродинамических излучателей с широким спектром частот (вакуумная мойка) //Труды н/п симпозиума "Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов в машиностроении". Харьков, 2000, с. 236–241.