

6. Оценка воздействия на окружающую среду по теме «Разработка проекта нормативов допустимого воздействия по бассейну реки Кубань». – М.: ЗАО Производственное объединение «СОВИНТЕРВОД», 2011. – 91 с.
7. Мельникова Т.Н., Комлев А.М. Водоносность рек Северо-Западного Кавказа. – Майкоп: Изд-во Качество, 2003. – 132 с.
8. Борисов В. И. Реки Кубани. – Краснодар, 1978. – 80 с.
9. Вишневецкий В.Ю., Вишневецкий Ю.М. Анализ воздействия загрязняющих веществ на поверхностные водные объекты // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск. "Экология 2009 – море и человек". – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – № 7. – С. 135-139.
10. Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор / СО РАН. ГПНТБ. Ин-т водных и экол. проблем. – Барнаул: День, 2000. – 130 с.
11. Абаев Ю.И. Методы рыбохозяйственного использования продукционного потенциала внутренних водоемов Северного Кавказа // Актуальные вопросы экологии и охраны природы водных экосистем и сопредельных территорий: Материалы Межреспубл. научн.-практ. конф. – Краснодар, 1995. – С. 136-138.
12. Вишневецкий В.Ю., Вишневецкий Ю.М. К вопросу влияния гидробионтов на качество воды в водных объектах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 9 (122). – С. 145-152.

Статью рекомендовал к опубликованию д.г.н., профессор В.В. Анищенко.

Вишневецкий Вячеслав Юрьевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: vvu@fer.tti.sfedu.ru; 347928, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. «Е»; тел.: 88634371795; кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; к.т.н.; доцент.

Вишневецкий Юрий Михайлович – e-mail: vum09@mail.ru; к.г.н.

Vishnevetsky Vyacheslav Yur'evich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: vvu@fer.tti.sfedu.ru; 2, Shevchenko street, b. E, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371795; the department of hydroacoustic and medical engineering; cand. of eng. sc.; associate professor.

Vishnevetsky Yury Mikhailovich – e-mail: vum09@mail.ru; cand. of geol. sc.

УДК 534.29: 551.594.25

Н.Н. Чернов, А. Стира, П.С. Голосов

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОТЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ОТ ПРИМЕСЕЙ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

В настоящее время ультразвук широко применяется в различных отраслях: металлургии, химической и пищевой промышленности, медицине, производстве различного оборудования. Существенную роль ультразвуковые колебания играют и в системах по очистке воды от вредных примесей. Подземные воды, используемые для обеспечения населения питьевой водой, содержат большое количество нерастворимых взвесей, в частности, железа. Использование ультразвуковых колебаний способствует быстрому окислению, укрупнению и осаждению частиц железа и других вредных примесей. На основе решения уравнения для изменения диффузионного потока частиц через акустический и гидродинамический пограничные слои показано, что акустическое поле интенсифицирует процесс осаждения частиц в жидких средах.

Акустическая коагуляция; осаждение примесей; взвешенные частицы; пограничные слои; диффузия.

N.N. Chernov, A. Styra, P.S. Golosov

INVESTIGATION OF THE METHOD OF ULTRASONIC CLEANING UP DRINKING WATER FROM IMPURITIES SOLIDS

Now ultrasound is widely applied in various fields: metallurgy, chemical and the food-processing industry, medicine and equipment manufacture. Also the ultrasound plays an essential role in water purification constructions used for cleaning harmful water impurities. The underground waters used for maintenance of the population by potable water, contain a considerable quantity of nonsoluble suspensions, in particular, iron. Using ultrasonic oscillations promotes a prompt oxidizing, integration and deposition of particles of iron and other harmful impurities. Basing on the solution for changing the deposition of the diffusion particles flux through the acoustic and hydrodynamic boundary layers intensification of deposition of particles sedimentation for an acoustic field is received.

Acoustic coagulation; sedimentation of impurities; the weighed particles; boundary layers; diffusion.

Качество воды напрямую зависит от уровня содержащихся в ней примесей, таких как окислы железа [1]. Для их выявления проводятся различные типы анализов воды, определяются физические, химические и микробиологические показатели. Показатели качества определяются в лабораторных испытаниях в соответствии с государственными стандартами.

Существуют различные методы очистки подземных вод. Один из методов удаления железа из воды основан на окислении двухвалентных и трехвалентных нерастворимых соединений, которые затем очищаются путем механической фильтрации. В качестве окислителей обычно используются кислород и реагенты, например KMnO_4 . Реагенты имеют некоторое преимущество перед кислородом, поскольку процесс окисления с ними проходит быстрее, однако, такие системы очистки имеют существенные недостатки: очищенная таким способом вода может влиять на здоровье человека вредными канцерогенными химическими соединениями, а также эти системы дорогостоящие и требуют много места.

Существует метод на основе ионного обмена. Катионный материал используется для удаления из воды двухвалентных соединений, однако метод не подходит для очистки от трехвалентных примесей, поскольку фильтр быстро портится. Такие системы для очистки от железа имеют недостатки: вместе с железом из воды удаляются и полезные элементы, для работы системы требуются дополнительные материалы, что повышает стоимость эксплуатации.

Актуальным является акустический метод очистки воды, как безопасный и эффективный, для удаления примесей высокой концентрации. Однако исследование акустической очистки воды представляется чрезвычайно сложной задачей, потому что одновременно происходят различные процессы: усиливаются реакции разложения органических и неорганических соединений, кавитация, акустические течения, диспергирование, которые могут иметь взаимное влияние. Использование акустического поля ускоряет процесс окисления в воде и укрупнение твердых частиц [2,3,4]. Однако, акустические волны с интенсивностью более 5 Вт/м^2 вызывают разрывы жидкости из-за явления кавитации и образование пустот в жидкости с последующим их захлопыванием. Поэтому использование высокоинтенсивного ультразвука с целью ускорения процесса очистки не дает желаемого результата.

Возбуждение колебаний в рассматриваемых системах принципиально возможно тремя способами: колебаниями фильтрующих элементов, жидкости и непосредственно твердых частиц суспензии. Очистка и регенерация фильтрующих материалов и элементов весьма трудоемка и является проблематичной в технологии. Из физических методов наиболее эффективны динамические. Введение ультразвуку-

ковых колебаний в дисперсную систему приводит к образованию сложных нестационарных локальных напряжений и потоков жидкости, способствующих дезагрегации, отрыву частиц и выносу их в объем жидкости [5].

В зависимости от физико-химических свойств системы и ее конструктивных факторов должны существовать оптимальные амплитудно-частотные характеристики воздействия. При прочих равных условиях предпочтение следует отдать режимам, создающим кавитацию, турбулентность, и особенно импульсным методам [6].

Из-за математических трудностей параметры макропроцесса акустической коагуляции не могут быть найдены из решения системы уравнений движения всех частиц в дисперсной системе. Необходимо идти по пути рассмотрения кинетики процесса, т.е. по пути изучения изменения характеристик аэродисперсной среды в целом при воздействии мощного звука. Теоретическое решение вопросов кинетики акустической коагуляции тем более необходимо, что проведение лабораторных и, особенно, натурных исследований связано со значительными затратами средств и времени. Изучение макропроцесса акустической коагуляции проведено в значительно меньшей степени, чем механизма слияния частиц в акустическом поле или вопросы промышленного использования акустического метода осаждения.

Влияние вязкости среды на процесс слияния частиц практически не исследовалось, хотя процесс коагуляции приходится вести в различных средах и при различных температурах. Только в работе [6] имеются указания, что процесс сближения двух частиц ухудшается при увеличении вязкости среды. На рис. 1 сплошными кривыми представлены результаты расчета зависимости изменения концентрации частиц от вязкости среды. Для кривых 1, 2, 4 расчётный интервал времени $t_i = 0,1$ с, для кривой – 3 $t_i = 0,5$ с. Результаты расчета показывают, что изменение вязкости среды для малых значений вязкости, присущих аэрозолям, практически не влияет на изменение счетной концентрации частиц при озвучивании, при дальнейшем увеличении вязкости процесс коагуляции замедляется.

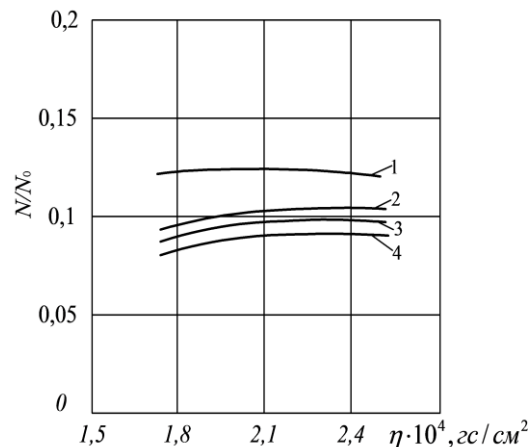


Рис. 1. Зависимость изменения концентрации частиц от вязкости среды для различных пар частиц. Кривые: 1 – $R_1 = 0,2$ мкм; $R_2 = 0,1$ мкм; 2 – $R_1 = 0,4$ мкм; $R_2 = 0,1$ мкм; 3 – $R_1 = 0,2$ мкм; $R_2 = 0,1$ мкм; 4 – $R_1 = 0,6$ мкм; $R_2 = 0,1$ мкм

Кривые построены при значениях амплитуды колебательной скорости $U_0 = 200$ см/с, частоты $f = 1000$ Гц, концентрации $C = 20$ г/нм³, плотности частиц = 5 г/см³, температуры $T = 50$ °С и времени озвучивания $t_k = 2$ с

Наличие максимума у кривых N/N_0 от \bar{C} можно объяснить более быстрым уменьшением константы диффузии с ростом размеров частиц по сравнению с размером пространства эффективного взаимодействия. Таким образом, слева от максимума процесс коагуляции, в основном, определяется диффузионными свойствами частиц, справа – величиной пространства сильного взаимодействия [6].

Таким образом, из сказанного можно сделать вывод, что коагуляция в вязкой жидкости проявляется слабо, основное влияние на слипаемость частиц оказывают возникающие в дисперсной среде акустические течения.

Для того чтобы исследовать этот метод был построен испытательный стенд, схема которого приведена на рис. 2.

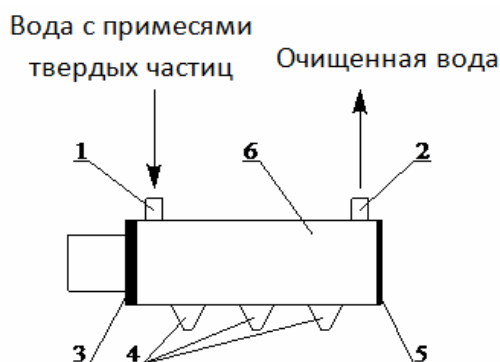


Рис. 2. Схема эксперимента стенда: 1 – трубка для воды с примесей твердых частиц; 2 – трубка для очищенной воды; 3 – источник ультразвука; 4 – полости для сборки железа; 5 – материала отражения для ультразвука; 6 – ультразвуковая коагуляционная камера

Было выполнено экспериментальное исследование воды с двух- и трехвалентными соединениями железа с использованием различных частот акустического поля, результаты представлены на рис. 3.

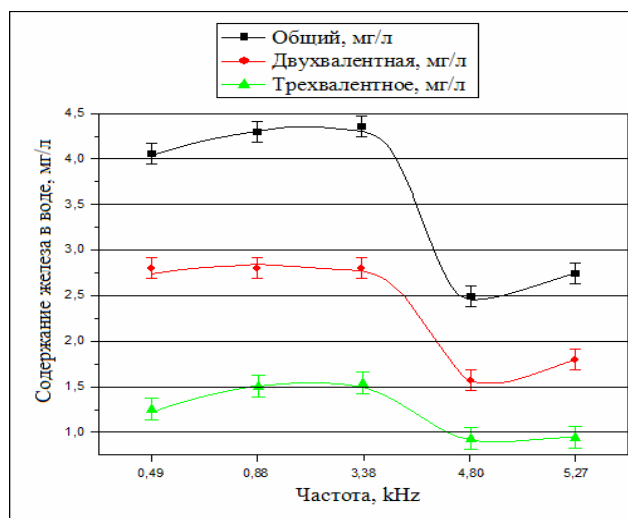


Рис. 3. Диаграмма изменения двух- и трехвалентного соединений железа в воде при различных частотах акустического поля

На рис. 3 показано, чем выше частота, тем эффективнее процесс очистки от примесей железа. Образование агрегатов частиц железа, полученных в ходе эксперимента, представлено на рис. 4 (при увеличении в 100 раз).

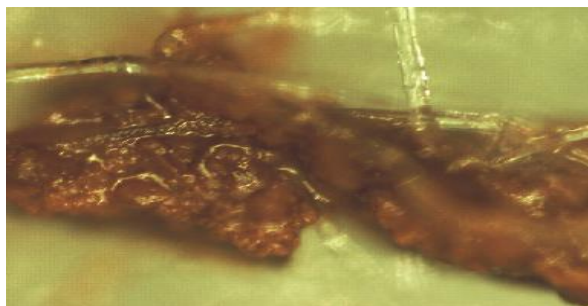


Рис. 4. Агрегаты частиц железа, полученные в ходе эксперимента

Полученные результаты позволяют заключить следующее:

- ◆ акустическое поле в жидкости приводит к слипанию частиц;
- ◆ использование акустических волн усиливает процесс окисления воды и ускоряет преобразование двухвалентных ионов в трехвалентные нерастворимые соединения железа;
- ◆ в зависимости от размера примесей существует оптимальный диапазон частоты акустических полей, обеспечивающий необходимую скорость коагуляции частиц и их осаждение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стира А., Стришка В., Мокшин В.* Исследование эффективности аэрационных систем для питьевой воды // Наука – будущее Литвы. – 2010. – Vol. 1, № 4.
2. *Викулин П.Д.* Интенсификация процессов седиментации взвешенных веществ в сточных водах с использованием ультразвука. – М., 2009. – С. 4-5.
3. *Кардашев Г.А.* Физические методы интенсификации процессов химической технологии. – М.: Химия, 1990. – 208 с.
4. *Хмелев В.Н., Сливин А.Н., Бапсуков Р.В., Цыганок С.Н., Шалынов А.В.* Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности. – 2010. – 83 с.
5. *Розенберг Л.Д.* Физика и техника мощного ультразвука. – М., 1967. – С. 70-166.
6. *Тимошенко В.И., Чернов Н.Н.* Взаимодействие и диффузия частиц в звуковом поле. – Ростов-на-Дону, 2003. – 151 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.м.н., профессор В.Н. Чернов.

Чернов Николай Николаевич – Федеральное государственное автономное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: nik-chernov@yandex.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371795; кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; д.т.н.; профессор.

Голосов Петр Сергеевич – e-mail: golemstone@mail.ru; кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; аспирант.

Стира Андриус – Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса; e-mail: andrius.styra@dok.vgtu.lt; 11 Саулетекио, ал. г. Вильнюс, 10223, Литва; тел.: +37052744734; кафедра машиностроение; докторант.

Chernov Nikolay Nikolaevich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: nik-chernov@yandex.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371795; the department of hydroacoustic and medical engineering; dr. of eng. sc.; professor.

Goloso Peter Sergeevich – e-mail: golemstone@mail.ru; the department of hydroacoustic and medical engineering; postgraduate student.

Styra Andrius – Vilnius Gediminas Technical University; e-mail: andrius.styra@dok.vgtu.lt; Saulėtekio al. 11, Vilnius, 10223, Lithuania; phone: +37052744734; the department of machine engineering; PhD student.

УДК 620.179.16

А.Н. Иванов

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ

Рассмотрен комплекс ультразвукового контроля труб «ДЭКОТ», изготовленный центром научно-технических услуг «Экоцентр» на ОАО «Тагмет», в основу которого положен ультразвуковой эхо-импульсный иммерсионный метод, предназначенный для автоматизированного контроля сплошности, толщины стенки и расслоений в теле трубы. Рассмотрена система ультразвукового контроля труб компании OLYMPUS NDT, R/D Tech, которая использует фазированные решётки для достижения качественной и наивысшей производительности, выявляя продольные, поперечные и наклонные дефекты под разными углами от 0 до 360° на внутренней и наружной поверхностях и в теле трубы, контролируя толщину стенки, боковые сверления, плоскостные отверстия и расслоения металла, обеспечивая достоверный контроль труб в соответствии с мировыми стандартами.

Комплекс ультразвукового контроля труб «ДЭКОТ»; система ультразвукового контроля труб компании OLYMPUS NDT; R/D Tech.

A.N. Ivanov

STATUS AND PROSPECTS OF THE ULTRASONIC CONTROL OF PIPES

The complex of ultrasonic control pipe «DEKOT» it is made a center scientifically technical services «Ecocenter» on PJSC «TAGMET», which based on ultrasonic pulse echo method designed for the automated control of continuity, wall thickness and stratification in the pipe body. Was consider a system of ultrasonic control of pipes OLYMPUS NDT, R/D Tech, which uses phased array to achieve the highest quality and performance, identifying longitudinal, transverse and oblique defects on the inside and outer surfaces of tube. This system controls the thickness of the wall, side vents, flat-bottomed holes and bundles of metal, providing reliable control of pipes in accordance with international standards.

The complex of ultrasonic control pipe «DEKOT»; system of ultrasonic control of pipes OLYMPUS NDT; R/D Tech.

Нарушение действующих стандартов трубного производства может привести к аварии на буровой установке или магистральном трубопроводе и ухудшению экологической обстановке в её зоне.

Современные стандарты трубного производства становятся более жесткими и требуют более высокого качества продукта, ориентированного на всемирное удовлетворение требований и ожиданий потребителей. Вследствие чего трубный прокат требует надёжного контроля с высокой повторяемостью, труднодостижимой в условиях высокоскоростного промышленного производства.

Вибрация, отклонение от прямизны, наличие окалины оказывают сильное влияние на эффективность контроля. Производственникам требуются системы контроля, результаты которого минимально подвержены эффекту влияния производственного процесса. Насыщенная помехами производственная среда – это основная проблема при использовании технологии ультразвука. Именно поэтому такие системы должны быть компактными, универсальными и пригодными для использования в условиях производства.