

УДК 621.9.048.7

ББК 72

Рецензент: Лауреат государственной премии в области науки и техники, доктор технических наук, профессор МИФИ (ТУ), начальник лаборатории РНЦ «Курчатовский институт» И.А. Тутнов.

Барзов А.А., Галиновский А.Л., Пузаков В.С. Ультраструктурная технология обработки жидкостей – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 258 с.

ISBN 978-5-7038-3348-3

Приведены результаты исследований по разработке и реализации научно-технологических принципов ультраструктурной активации функциональных параметров различных жидкостей, в первую очередь воды. Показана эффективность применения ультраструктурной гидротехнологии для получения мелкодисперсных суспензий, стерилизации жидкофазных продуктов, положительного изменения биологических и других потребительских свойств воды, утилизации и реновации промышленных гидротехнологических сред.

Рассмотрены перспективы развития данной гидротехнологии.

Для специалистов в области водоподготовки и биотехнологий; может быть полезна инженерам и технологам промышленных предприятий и НИИ различного профиля, студентам старших курсов, аспирантам и преподавателям ВУЗов, интересующихся инновационными гидротехнологиями.

Монография подготовлена в рамках проекта выполненного по программе «Развитие научного потенциала высшей школы», публикуется в авторской редакции.

УДК 621.9.048.7

ББК 72

ISBN 978-5-7038-3348-3

© Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009
© А.А. Барзов, А.Л. Галиновский, В.С. Пузаков, 2009
© Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009

Содержание

Предисловие.....	6
Принятые сокращения.....	9
Введение.....	10
1. Функциональные возможности гидродинамических технологий обработки и активации жидкофазных структур.....	14
1.1. Методы активации гидротехнологических сред.....	14
1.1.1. Применение гидротехнологических сред в промышленности.....	14
1.1.2. Классификация способов активации.....	21
1.1.3. Результативность механо-физической активации.....	22
1.2. Ультразвуковая гидротехнология активации жидкостей.....	25
1.2.1. Гидродинамические технологии – понятие и структура.....	25
1.2.2. Физические принципы ультразвуковой гидротехнологии.....	28
1.2.3. Возможности ультразвуковой гидротехнологии.....	31
1.3. Ультраструйная обработка гидротехнологических сред.....	36
1.3.1. Технологический дуализм ультраструйной обработки.....	36
1.3.2. Особенности технологии ультраструйной активации.....	39
2. Физико-технологические принципы нестационарной механики ультраструйной обработки жидкостей.....	45
2.1. Экспертно-критериальная оценка подобия ультраструйной обработки.....	45
2.1.1. Анализ подобия методом экспертных оценок.....	45
2.1.2. Информационно-диагностическое подобие.....	50
2.1.3. Масс-энергетические критерии подобия.....	57
2.1.4. Эмиссионно-технологические критерии подобия.....	61
2.2. Факторы влияния и энергетические превращения.....	66
2.2.1. Доминирующие физические факторы влияния.....	66
2.2.2. Уравнения энергетического баланса.....	70
2.2.3. Соотносительность слагаемых энергетического баланса.....	75
2.3. Вероятностная модель акустического излучения.....	82

2.3.1. Источники волн акустической эмиссии.....	82
2.3.2. Вероятностный анализ динамики ультраструктур.....	89
2.3.3. Модель генерации волн акустической эмиссии.....	93
2.4. Имитационное моделирование волновых процессов.....	97
2.4.1. Процедура реализации метода Монте-Карло.....	97
2.4.2. Результаты имитационного моделирования и их анализ.....	101
2.5. Акусто-эмиссионный анализ волновой динамики.....	105
2.5.1. Оценка информативности волновых параметров обработки....	105
2.5.2. Влияние давления истечения струи.....	108
2.5.3. Анализ кавитационно-волнового фактора обработки.....	110
2.5.4. Физико-технологические критерии и режимы обработки.....	114
2.5.5. Возможности эмиссионно-технологической диагностики.....	117
3. Основы ультраструктурной гидротехнологии получения и активации мелкодисперсных функциональных супензий.....	122
3.1. Технология получения ультраструктурных супензий.....	122
3.1.1. Основные методы производства супензий.....	122
3.1.2. Особенности ультраструктурного супензирования жидкостей....	125
3.1.3. Факторы ультраструктурной активации супензий.....	133
3.2. Анализ формирования ультраструктурных супензий.....	138
3.2.1. Физический механизм ультраструктурной гидроэрозии.....	138
3.2.2. Вероятностно-волновое воздействие на мишень.....	145
3.2.3. Модель ультраструктурного диспергирования мицелии.....	149
3.3. Реализация ультраструктурного супензирования жидкостей.....	156
3.3.1. Варианты получения функциональных супензий.....	156
3.3.2. Технологическое управление процессом супензирования.....	163
3.4. Способы получения многокомпонентных супензий.....	175
3.4.1. Применение полизлементных мицелий.....	175
3.4.2. Электроимпульсное формирование композитных мицелий....	179
3.4.3. Изготовление алмазно-твердосплавных мицелий.....	184

4. Влияние ультраструктурной обработки на свойства и функциональную активность воды и гидротехнологических сред производственного назначения.....	189
4.1. Свойства воды и водных растворов.....	189
4.1.1. Влияние ультраструктурной обработки на физико-химические параметры.....	189
4.1.2. Бактерицидное действие ультраструктурной обработки.....	195
4.1.3. Стерилизующий и антибактериальный эффект ультраструктурной обработки.....	201
4.1.4. Влияние ультраструктурной обработки на биологическую активность воды.....	203
4.1.5. Медико-фармацевтические аспекты ультраструктурной обработки.....	206
4.2. Эксплуатационно-функциональные свойства гидротехнологических сред.....	212
4.2.1. Ультраструктурное диспергирование эмульсий.....	212
4.2.2. Трибологические свойства гидротехнологических сред.....	218
4.2.3. Возможности ультраструктурной реновации и утилизации гидротехнологических сред.....	220
4.3. Оценка значимости результатов исследований.....	226
4.3.1. Вероятностная верификация подобия операций.....	226
4.3.2. Итоговая оценка подобия технологии ультраструктурной обработки.....	229
5. Актуальные проблемы повышения и реализации инновационного потенциала ультраструктурных гидротехнологий.....	236
5.1. Технология роторно-струйной гидрообработки.....	236
5.2. Перспективы развития ультраструктурных гидротехнологий.....	241
Заключение.....	249
Список литературы.....	252

Предисловие

В технике хорошо известны и широко применяются динамично развивающиеся операционные технологии очистки и резания материалов сверхскоростной струей воды. Однако, как показал анализ результатов исследований авторов, этим не ограничиваются возможности данной группы производственных гидротехнологий. Используя инверсию понятий: инструмент (струя) – заготовка (мишень), авторы показали принципиальную эффективность нового способа обработки различных гидротехнологических сред, в первую очередь воды. Суть этого инновационного метода состоит в том, что в соответствии с технологической инверсией понятий: инструмент-заготовка, любая жидкость, например, вода, представляет собой обрабатываемый материал, который с огромной скоростью ударно-импульсно взаимодействует со специфическим инструментом – твердотельной мишенью. В результате этого энергетически экстремального взаимодействия происходит активизация функциональных параметров обрабатываемых жидкостей – целенаправленное изменение их исходных свойств. Кроме того, жидкости технологически управляемо насыщаются микрочастицами материала мишени, т.е. реализуется процесс получения уникальных мелкодисперсных гидроструктур – «ультраструктурных микросусpenзий».

Например, авторы установили, что при скоростях удара гидроструи в твердосплавную мишень ~800 м/с происходит практически полная, пролонгированная в течение года, стерилизация обычной воды. Аналогичный эффект имеет место при существенно меньшей скорости удара струи о мишень из химически чистого серебра. Это обеспечивает бактерицидность образующейся функциональной сусpenзии на основе исчезающее малой «гомеопатической» концентрации серебряных микрочастиц мишени в обрабатываемой воде или другой жидкости.

Значительный научно-практический интерес представляют полученные данные о весьма реальных перспективах ультраструктурной активации биологических свойств воды, утилизации и реновации гидротехнологических сред промышленного назначения путем их ультраструктурной обработки, анализ функциональных возможностей других вариантов реализации данной гидротехнологии, в частности оценки эффективности роторно-струйной обработки жидкостей.

Авторы последовательно и вполне убедительно показывают, что предлагаемая гидротехнология во многом подобна известным кавитационно-ультразвуковым способам обработки и активации свойств жидкофазных структур, в том числе воды, водных растворов, эмульсий и т.д. Это физико-технологическое подобие обусловлено идентичностью ударно-волнового, динамического воздействия на жидкость при ультраструктурной, кавитационной и ультразвуковой гидроактивации. Однако, рассматриваемая ультраструктурная гидротехнология имеет ряд технико-экономических преимуществ по сравнению с известными и обладает более широкими функциональными возможностями.

В методическом плане заслуживает внимания анализ обрабатываемой ультраструктурным способом жидкости, как специфической гельструктуры. Свойством «жесткой» упругости эта гельструктура обладает при формировании и движении сверхскоростной гидроструи и на конечном этапе ее энергетических превращений – в виде мелкодисперсного микрокапельного облака спрея, образующегося при ударе струи о мишень. Однако, к сожалению отмеченное обстоятельство не нашло в данной работе своего полномасштабного научно-прикладного развития.

Достаточно смелой представляется гипотеза авторов о наноструктурных изменениях ультраструктурных жидкостей и суспензий. Это положение имеет принципиальное значение и требует более детального теоретического анализа и пристального экспериментального изучения.

В целом, книга заслуживает положительной оценки, так как посвящена новому и весьма перспективному направлению в гидротехнологиях: ультраструктурной активации жидкофазных систем. Работа выполнена в соответствии с тематическим планом исследований, проводимых в отделе «Гель-структур в наногидротехнологии» УИЦ НТ НМСТ МГТУ им. Н.Э. Баумана и в рамках соответствующих госбюджетных НИР Минобрнауки РФ, посвященных данной проблеме.

Директор

Учебно-инженерного Центра нанотехнологий,
nano- и микросистемной техники МГТУ им. Н.Э. Баумана
кандидат технических наук



В.М. Башков