(cc) BY


***Иргалеев Арслан Айратович***
студент
***Орлов Алексей Вениаминович***
канд. техн. наук, доцент
Стерлитамакский филиал
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
г. Стерлитамак, Республика Башкортостан

# УЛЬТРАЗВУКОВАЯ КАВИТАЦИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТАХ

***Аннотация**: в статье рассматривается ультразвуковая кавитация как новый подход к решению различных производственных задач. Использование ультразвуковых колебаний высокой интенсивности позволяет ускорить традиционные и реализовать новые процессы химических технологий в жидких, твердых и газообразных средах.*

***Ключевые слова**: современные ультразвуковые технологии, ультразвуковая кавитация.*

Современные ультразвуковые технологии – это новый подход к решению многих технологических задач в современном производстве. Использование ультразвуковых колебаний высокой интенсивности позволяет ускорить традиционные и реализовать новые процессы химических технологий в жидких, твердых и газообразных средах.

В настоящее время в производствах АПК интенсивно развивается направление, изучающее воздействие ультразвука на различные технологические среды. Исследования проводят с целью повышения энергоэффективности процессов и оборудования. При воздействии на среду ультразвука возникают эффекты, среди которых необходимо выделить явление ультразвуковой (УЗ) кавитации в жидкости. Явление УЗ кавитации применяют для уничтожения вредоносных микроорганизмов, получения мелкодисперсных эмульсий несмешивающихся жидкостей, возбуждения и ускорения химических реакций, экстрагиро-


Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

вания из животных и растительных клеток ферментов, очистки деталей машин и механизмов, диспергирования твёрдых тел и жидкостей.

Ультразвуковая кавитация – образование и активность газовых или паровых пузырьков (полостей) в среде, облучаемой ультразвуком, а также эффекты, возникающие при их взаимодействии со средой и с акустическим полем. В некоторых случаях ультразвуковая кавитация имеет вредные последствия. Так, возникая на поверхности акустических излучателей, кавитация разрушает эту поверхность.

Акустические течения – один из основных механизмов воздействия ультразвука на вещество. Он обусловлен поглощением ультразвуковой энергии в веществе и в пограничном слое. Акустические потоки отличаются от гидродинамических малой толщиной пограничного слоя и возможностью его утонения с увеличением частоты колебаний. Это приводит к уменьшению толщины температурного или концентрационного погранслоя и увеличению градиентов температуры или концентрации, определяющих скорость переноса тепла или массы. Это способствует ускорению процессов горения, сушки, перемешивания, перегонки, диффузии, экстракции, пропитки, сорбции, кристаллизации, растворения, дегазации жидкостей и расплавов.

Активное развитие в медицинских приложениях мощного фокусированного ультразвука получили методы, основанные на использовании инерционной акустической кавитации. Считалось, что кавитационный режим воздействия на ткани следует избегать в силу вероятностного характера возникновения кавитации и слабой воспроизводимости формы и местонахождения полученных разрушений. Несмотря на это было показано, что кавитационный режим воздействия в ряде случаев является не только альтернативным общепринятому и наиболее часто используемому тепловому режиму воздействия на ткани, но и по существу становится единственно возможным (и при этом безопасным) способом реализации таких применений.

Кавитационная активность существенно усиливается при предварительном введении в ткани стабильных микропузырьков в виде промышленно изготавли-


Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

ваемых эхоконтрастных агентов. Порог возникновения кавитации в тканях почки животного снижался при этом в 4 раза. Кроме того, существенно уменьшился и порог разрушающего действия ультразвука (в 100 раз по длительности и в 2 раза по интенсивности). Снижение порога при введении микропузырьков, действующих как кавитационные зародыши, может сделать акустическую кавитацию более предсказуемым, а значит и более приемлемым для практики механизмом ультразвуковой хирургии.

Режим ультразвуковой кавитации с успехом используется в таких областях медицины как онкология, хирургия предстательной железы (простаты) и фибромиомы матки, разрушение тканей за грудной клеткой, лечение мерцательной аритмии, глаукомы, остановка кровотечений, ударно-волновая терапия, пластическая хирургия, косметология, снятие невропатической боли, лечение эссенциального тремора, разрушение внутримозговой опухоли – глиобластомы, лечение невралгии тройничного нерва, а также внутримозговых кровоизлияний, болезни Альцгеймера и др.

В настоящее время в пищевой промышленности известны технологии кавитационной обработки рабочих жидкостей. Так технология приготовления хлебопекарного и кондитерского теста на кавитационно-активированной воде, сопровождающаяся гидратационной структуризацией белков клейковины, позволяет увеличить удельный объем хлеба, повысить его эластичность, замедлить очерствение и сократить использование хлебопекарных улучшителей. Кавитационная обработка сахарно-солевых растворов перед смешиванием их с тестом позволяет снизить содержание в хлебе соли и сахара без изменения вкуса и пищевой ценности продукта [1]. Приготовление хлебопекарного и кондитерского теста на кавитационно-активированной воде, сопровождающееся гидратационной структуризацией белков клейковины, позволяет увеличить удельный объем хлеба, повысить его эластичность, замедлить очерствение и сократить использование хлебопекарных улучшителей. Обработка сахарно-солевых растворов в кавитационном реакторе перед смешиванием их с тестом позволяет снизить содержание в хлебе соли и сахара на 15…20% без изменения вкуса и пищевой



Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

ценности продукта. Кавитационная технология позволяет производить жировые эмульсии для теста только из растительных жиров и воды, так как в процессе их приготовления происходит частичный гидролиз жиров с образованием ди- и моноглицеридов, являющихся природными эмульгаторами. При производстве пшеничного хлеба изучена возможность использования гидродинамической кавитации при получении зерновой суспензии. Готовый продукт имеет высокие вкусовые качества, по органолептическим признакам отвечает необходимым требованиям, влажность составляет 48%, кислотность – 2, пористость – 68%. Произведённый расчёт экономической эффективности включения гидродинамической кавитации в технологический процесс производства зернового хлеба на этапе помола показал, что экономический эффект на 1 т готовой продукции (хлеб) составит 2139 руб. Технология кондиционирования зерна перед его помолом аэрозолем кавитационно-активированной воды обеспечивает быструю диффузию воды и интенсивную гидратацию белков и крахмала, в результате чего сокращается время подготовки зерна к помолу в три раза и уменьшаются энергозатраты. Исследования технологии по методу академика В. А. Панфилова показали, что кавитационная дизентиграция снижает чувствительность процесса выработки сортовой муки к качеству сырья в 2,3 раза. Это дает возможность получать товарную муку в соответствии с требованиями ГОСТ 26574-85, используя в виде компонента помольной партии большую часть (до 75%) зерна 4 класса, а при отдельных сочетаниях типов – до 100% такого зерна.

В виноделии гидродинамическая кавитация была применена для интенсификации процесса осветления виноградного сусла и сусловой гущи с помощью механоимульсного реактора – дезинтегратора (рисунок), в рабочей камере которого происходит разрушение взвесей сусла за счет механических ударов, возникающих при вращении рабочих органов. Одновременно происходит диспергирование всасываемого атмосферного воздуха, выброс его в рабочую камеру и перемешивание с суслом. Далее сусло поступает через нижний патрубок реактора с диспергированными частицами взвесей и воздуха поступает во фло-


Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

татор, где происходит осветление сусла путем флотирования взвесей с прикрепленными к ним пузырьками газа.

Таким образом, на основании вышеуказанных исследований представлены перспективы применения кавитационного воздействия в винодельческой и безалкогольной промышленности.

***Список литературы***

1. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации газоснабжения: справочник / В.Д. Дмитриев [и др.]. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1988.

2. Техническая эксплуатация коммунальных система водоснабжения и водоотведения: учеб. пособ. В 2 ч. Ч. 2 / Г.И. Воловик [и др.]. – Хабаровск. Изд-во ДВГУПС, 2008. – 220 с.

3. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учеб. пособ. для вузов. В 3 т. Т. 2: Очистка и кондиционирование природных вод / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова; науч.-метод. рук. и общ. ред. М.Г. Журбы. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: АСВ, 2004. – 494 с. – ISBN 5-93093-210-7: 378-78.

4. Федоткин И.М. Использование кавитации в технологических процессах / И.М. Федоткин, А.Ф. Немчин. – Киев: Вища шк., 1984. – 68 с.

5. Федоткин И.М. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности / И.М. Федоткин, И.С. Гулый. – Ч. II. – Киев: ОКО, 2000. – 898 с.

6. Богданов В.В. Эффективные малообъемные смесители / В.В. Богданов, Б.И. Христофоров, Б.А. Клоцунг. – Л.: Химия, 1989. – 224 с.

7. Витенько Т.Н. Механизм активирующего действия гидродинамической кавитации на воду / Т.Н. Витенько, Я.М. Гумницкий // Химия и технология воды. – 2007. – Т. 29. №5. – С. 422–432.

8. Кнэпп Р. Кавитация / Р. Кнэпп, Дж. Дейли, Ф. Хэммит. – М.: Мир, 1974. – 668 с.

9. Балабышко А.М. Гидромеханическое диспергирование / А.М. Балабышко, А.И. Зимин, В.П. Ружицкий. – М.: Наука, 1998. – 330 с.



Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

10. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. – М.: Машиностроение, 1971.

11. Кавитационные технологии в пищевой промышленности / Д.А. Ярмаркин, Л.С. Прохасько, А.Н. Мазаев [и др.] // Молодой ученый. – 2014. – №8 (67). – С. 312–315 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://moluch.ru/archive/67/11467/ (дата обращения: 19.01.2022).


Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)