

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2020)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и
теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/EEIL3978>**С. Н. Сембин, Р. М. Баянов, К. М. Дюсенов**Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ КАВИТАЦИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В данной статье описаны теоретические преимущества и процесс использования акустической кавитации в производстве пищи, являющаяся одной из важнейших сфер деятельности человека. Также присутствует общая информация о таких понятиях, как кавитация, ультразвук и ультразвуковые частоты. Кроме того, в статье говорится о том, как основные компоненты (генератор электрической энергии, преобразователь и передатчик) ультразвуковой системы обработки способны применяться в данной индустрии. В добавок к вышеперечисленному, в статье раскрыты технологии, химические реакции и физические явления, которые играют немаловажную роль как и в процессе акустической кавитации, так и в определении состава, в выдержке и в производстве некоторых пищевых продуктов, и названы страны, которые имеют оборудования, используемые для осуществления таких задач.

Ключевые слова: кавитация, акустическая кавитация, процесс, промышленность.

Введение

В целом физический процесс кавитации близок к процессу кипения жидкости. Основное различие между ними заключено в том, что при повышении относительной скорости потока относительно тела понижается давление потока до давления насыщенных паров (вакуума). При этом жидкость вскипает, и образуются квансионные парогазовые пузырьки микроскопических размеров. Квансионные пузырьки, попадая в область повышенного давления, схлопываются (замыкаются, конденсируются) кумулятивными струями в точки. В этих точках, а их огромное количество, кумулятивные эффекты приводят к точечному повышению давлений до

десятков тысяч атмосфер, с образованием точечных температур в десятки тысяч градусов по Кельвину.

Крупномасштабное применение данной технологии до сих пор не распространено, при этом есть возможности для их реализации в различных отраслях пищевой промышленности и производства напитков. Кавитация не только популярна в молочных исследовательских установках и отраслях промышленности, но и имеет преимущества в снижении затрат, сокращении сроков производства, повышении эффективности производства и безопасности пищевых продуктов при сохранении качества. Кавитаторы могут использоваться для экстракции, эмульгирования, стерилизации и гомогенизации.

Метод: теоретический.

Результаты и обсуждение

Большинство людей знакомы с использованием ультразвука летучими мышами и дельфинами для ориентации и определения местоположения пищи. Они используют ультразвук в диапазоне частот 20-100 кГц. Типичный человеческий слух работает в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц. А пищевая промышленность использует ультразвуковые частоты в диапазоне от 20 кГц до 10 МГц.

Ультразвуковые частоты, используемые в пищевой промышленности, далее классифицируются на три диапазона, каждый из которых обеспечивает определенные преимущества. В низкочастотном, высокомоощном диапазоне (20–100 кГц) используются волны большой амплитуды. Эти волны изменяют физико-химические свойства и/или структуру пищевых продуктов, поэтому их обычно называют энергетическим ультразвуком. В промежуточном диапазоне частот (от 100 кГц до 1 МГц) активируются химические реакции и могут образовываться свободные радикалы, обычно называемые сонохимией. Как на низких, так и на средних частотах звук проникает и распространяется синусоидальными волнами. Среда реагирует упругими колебаниями, вызывая акустическую кавитацию.

Акустическая кавитация является основным механизмом, посредством которого ультразвук воздействует на пищевые продукты.

В активной звуковой волне во время полу периодов разряжения появляются кавитационные пузырьки, которые быстро захлопываются впоследствии перехода в район увеличенного давления, порождая крепкие гидродинамические возмущения в воды. Во время данных захлопываний развиваются большие локальные мгновенные давления, достигающие сотен и тысяч атмосфер из-за чего появляется сильная ударная волна [1]. Это явление также включает в себя быстрое расширение и сжатие нано/микро-пузырьков газа в жидкости, обрабатываемой ультразвуком. Энергия создается путем образования волн давления. Внезапный и мгновенный коллапс пузырьков со скоростью десятков

тысяч раз в секунду порождает чрезвычайно высокие, локализованные температуры и давления. Эти условия приводят к высоким сдвиговым силам и образованию свободных радикалов, которые могут быть использованы для улучшения операций пищевой промышленности. В системах твердое тело-жидкость вызванные кавитацией пузырьки сжимаются асимметрично, в результате чего жидкость быстро движется от пузырька к твердой поверхности [2]. Это называется микроструйкой и приводит к быстрому тепло-массовому обмену на твердой поверхности, изменяя поверхностные структуры [3].

Высокочастотный, маломощный диапазон (1–10 МГц) ультразвука используется для диагностических применений в пищевой промышленности. Эти ультразвуковые волны не изменяют пищу, через которую они распространяются, и поэтому хорошо подходят для аналитических применений, таких как определение структуры, состава и физического состояния. Примеры включают измерение содержания белка, воды и жира в продуктах питания, изменение консистенции теста, оценку состава и чистоты масла, физических свойств теста, фальсификацию меда и многое другое, как написано в работе [4].

Типичная ультразвуковая система обработки состоит из трех основных компонентов: генератора электрической энергии, преобразователя и передатчика (излучателя). Генератор электрической энергии обеспечивает систему энергией, которая в большинстве случаев представляет собой электрический ток. Исключение составляет «жидкий свисток», который использует чистую механическую энергию для генерации ультразвука.

Второй компонент, преобразователь, является центральным элементом в любой ультразвуковой системе. Преобразователь конвертирует электрическую энергию (или механическую энергию) в звуковую энергию посредством механических колебаний на ультразвуковых частотах. Большинство коммерческих преобразователей пьезоэлектрические, но некоторые магнитострикционные. Пьезоэлектрические преобразователи генерируют физические колебания из циклического электрического тока в физические колебания, а магнитострикционные устройства преобразовывают изменяющиеся магнитные поля в физические колебания.

Третий компонент, передатчик, используется для излучения (и в некоторых случаях усиления) ультразвуковых волн от преобразователя в среду. Излучатели могут быть выполнены в разных видах, которые тесно связаны между собой.

Несколько компаний США, Австрии, Германии, Франции и Швейцарии производят и поставляют ультразвуковое технологическое оборудование для пищевой промышленности.

Выводы

Ультразвуковая обработка – это относительно дешевая технология с широким спектром потенциальных применений для пищевой промышленности. Новые области применения включают выдержку вин и виски для получения более округлых вкусов и ароматов, усиление процессов ферментации и сокращение периодов отдыха, необходимых для приготовления теста для хлеба [3, 4].

Ожидается, что в будущем полностью автоматизированные ультразвуковые системы будут более регулярно интегрироваться в линии производства пищевых продуктов для повышения качества и безопасности пищевых продуктов при одновременной экономии энергии [5, 6].

Список использованных источников

1 **Хафизов, Ф. Ш., Хафизов, Н. Ф., Ванчухин, Н. П.** Процессы нефтепереработки в кавитационно-вихревых аппаратах. – Уфа : Изд-во Фонда содействия развитию научных исследований, 1999. – 112 с.

2 **Cui P., Zhang A., Wang S., Liu Y.** Experimental study on interaction, shock wave emission and ice breaking of two collapsing bubbles // *Journal of Fluid Mechanics*. – 2020. – № 897.

3 **Chemat, F., Zill-e-Huma, Khan, M. K.** Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2011. – № 18. – С. 813–835.

4 **Feng, H., Barbosa-Canovas, G., Weiss, J.** *Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing*. – New York: Springer, 2011. – 666 с.

5 **Bora, H., Kamle, M., Mahato, D. K., Tiwari, P., Kumar, P.** *Citrus Essential Oils (CEOs) and Their Applications in Food: An Overview* // *Plants*. – 2020. – № 357.

6 **Panda, D., Saharan, V. K., Manickam, S.** *Controlled Hydrodynamic Cavitation: A Review of Recent Advances and Perspectives for Greener Processing* // *Processes*. – 2020. – № 220.

References

1 **Hafizov F.Š., Hafizov N.F., Vančuhin N.P.** *Processy nefteperarabotki v kavitacionno-vihrevykh apparatah. [Oil refining processes in cavitation-vortex devices.]* – Ufa : Izdatel'stvo Fonda sodejstviâ razvitiû naučnyh issledovanij, 1999. – 112 p.

2 **Cui P., Zhang A., Wang S., Liu Y.** Experimental study on interaction, shock wave emission and ice breaking of two collapsing bubbles // *Journal of Fluid Mechanics*. – 2020. – № 897.

3 **Chemat, F., Zill-e-Huma, Khan, M. K.** Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction // Ultrasonics Sonochemistry. – 2011. – № 18. – С. 813–835.

4 **Feng, H., Barbosa-Canovas, G., Weiss, J.** Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing. – New York: Springer, 2011. – 666 с.

5 **Bora, H., Kamle, M., Mahato, D. K., Tiwari, P., Kumar, P.** Citrus Essential Oils (CEOs) and Their Applications in Food: An Overview // Plants. – 2020. – № 357.

6 **Panda, D., Saharan, V. K., Manickam, S.** Controlled Hydrodynamic Cavitation: A Review of Recent Advances and Perspectives for Greener Processing // Processes. – 2020. – № 220.

Материал поступил в редакцию 11.12.20.

C. H. Сембин, P. M. Баянов, K. M. Дюсенов

Кавитация технологиясының тағам өнеркәсібінде қолдану турасындағы сұрақтар

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.
Материал баспаға 11.12.20 түсті.

S. N. Sembin, R. M. Bayanov, K. M. Dyussenov

Some questions about using technology of cavitation in food production

L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan.
Material received on 11.12.20.

Бұл мақалада адам өміріндегі ең маңызды салалардың бірі, яғни тағам өндірісіндегі акустикалық кавитацияның теоретикалық басымдылығы мен процесі турасында сөз болады. Сонымен қатар, кавитация, ультрадыбыс пен ультрадыбыстық жиіліктер секілді түсініктер туралы жалпы ақпарат беріледі. Сондай-ақ, мақалада ультрадыбыстық өңдеу жүйесінің басты компоненттерінің (электрикалық энергияның генераторы, түрлендіргіш және таратқыштың) индустрияда пайдалану салалары аталып кетеді. Жоғарыда жазылғанға қоса, мақалада акустикалық кавитация процессінде ғана емес, тағамның құрамын анықтау, мерзімін сақтау және өндірісіндегі ерекше роль атқаратын технологиялар, химиялық

реакциялар мен физикалық құбылыстар жан-жақты ашылады, және бұл тапсырмаларды орындауға негізделген жабдықтармен қамтамасыз етілген бірнеше елдер аталып өтеді.

Кілтті сөздер: кавитация, акустикалық кавитация, процесс, өнеркәсіп.

This article describes the theoretical advantages and process of using acoustic cavitation in food production, which is one of the most important areas of human activity. There is also general information about such concepts as cavitation, ultrasound, and ultrasonic frequencies. In addition, the article describes how the main components (electric power generator, converter and transmitter) of an ultrasonic processing system can be used in this industry. In addition, the article reveals technologies, chemical reactions and physical phenomena that take an important role in the process of acoustic cavitation, as well as in determining the composition, aging and production of certain food products, and names countries that have equipment used for such tasks.

Keywords: cavitation, acoustic cavitation, process, production.

Теруге 11.12.2020 ж. жіберілді. Басуға 17.12.2020 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

3,99 Мб RAM

Шартты баспа табағы 26,6. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3715

Сдано в набор 11.12.2020 г. Подписано в печать 17.12.2020 г.

Электронное издание

3,99 Мб RAM

Усл. печ. л. 26,6. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3715

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz