

Технологические Объёмы Для Ультразвуковой Обработки Жидких Сред

Владимир Н. Хмелёв, Сергей В. Левин, Сергей С. Хмелёв, Сергей Н. Цыганок, Роман В. Барсуков, Хмелев М.В.
Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, Бийск, Россия
ООО «Центр ультразвуковых технологий», Бийск, Россия

Аннотация – В статье рассматриваются вопросы создания и применения технологических объёмов, используемых в составе ультразвуковых технологических аппаратов при интенсификации технологических процессов в проточном режиме. Предложенные подходы к конструированию и применению технологических объёмов позволяют создавать ультразвуковые аппараты с необходимыми параметрами ультразвукового воздействия – по мощности, интенсивности излучения, частоте, излучающей поверхности, для обеспечения заданных производительностей процессов.

Ключевые слова – ультразвук, ультразвуковая колебательная система, ультразвуковые аппараты, ультразвуковые технологические объёмы.

I. ВВЕДЕНИЕ

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ успешно реализуются в различных отраслях промышленности, обеспечивая создание новых или интенсификацию известных технологических процессов.

При этом, наибольшее практическое распространение получило ультразвуковое оборудование, применяемое для интенсификации технологических процессов в жидких и жидко - дисперсных средах: получение эмульсий; обработка катализатора; разделение нанотрубок, наноплёнок; активация смол, внесение наночастиц в смолы и металлы; использование в пищевой промышленности для обработки шоколада, кремов, рафинирования масел; дегазация, диспергирование, экстракция; очистка и обеззараживание сточных вод, вод бассейнов и т.п.[1].

Все известные сегодня ультразвуковые технологии реализуются при помощи универсальных или специализированных ультразвуковых технологических аппаратов, в составе которых обязательно присутствуют ультразвуковая колебательная система, ультразвуковой генератор для её питания и технологический объём, в котором происходит ультразвуковое воздействие (обработка среды).

При этом, именно ультразвуковая колебательная система является основным узлом технологического аппарата, поскольку обеспечивает преобразование электрических колебаний в механические колебания определённой частоты и интенсивности, усиление их амплитуды до значений, способных обеспечить реализацию технологических процессов, введение колебаний в технологические среды через рабочие инструменты, отличающиеся по площади и форме излучающей поверхности.

Поскольку распространение формируемых колебаний связано с процессами ослабления в обрабатываемой среде, отражения от стенок и конструктивных элементов и интерференции важнейшим условием для обеспечения максимального эффекта от УЗ воздействия является задача формирования колебаний в некотором ограниченном объёме, т.е. в

специально создаваемом технологическом объёме. Размеры и конфигурация технологического объёма определяют эффективность использования энергии создаваемых колебаний для реализации технологического процесса.

Очевидно, что в зависимости от особенностей реализуемого технологического процесса, возникает необходимость применения УЗ аппаратов различной мощности и комплектации, т.е. в применении определенных колебательных систем, электронных генераторов различной мощности для их питания и, соответственно, технологических объёмов, обеспечивающих обработку различных объёмов отличающихся по свойствам сред.

Для обеспечения максимального энергетического воздействия на различные по объёмам среды в различных условиях применяются ультразвуковые аппараты [2], использующее в своём составе различные по мощности ультразвуковые колебательные системы, снабжённые различными по форме излучающей поверхности ультразвуковыми излучателями. Методология выбора ультразвуковых колебательных систем и её комплектующих для решения различных задач с максимальной эффективностью подробно изложена в работе [3].

Однако на сегодняшний день отсутствуют какие либо рекомендации для обоснования выбора и применения ультразвуковых технологических объёмов.

Поскольку, в качестве технологических объёмов традиционно используются имеющиеся или специально изготавливаемые, без учета особенностей распространения колебаний ёмкости (камеры) различных конструкций, форм и размеров, обеспечить ультразвуковое воздействие с максимальной эффективностью удается не всегда. В большинстве случаев применение технологических объёмов существенно снижает ожидаемый от УЗ воздействия эффект, практически всегда приводит к неравномерности воздействия на обрабатываемые среды и снижению качества производимой продукции [4].

В связи с этим возникла необходимость выработки требований к технологическим объёмам, создаваемым и применяемым для решения определенных задач современными производствами.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Поскольку реализация технологических процессов требует определенного энергетического воздействия, определяющим параметром является интенсивность излучения (кавитационное воздействие на жидкие среды) колебательной системы или амплитуда колебаний рабочего инструмента.

Обеспечить необходимое энергетическое воздействие в определенных условиях (объем, вязкость, дисперсный состав обрабатываемого материала, скорость потока, направ-

ление и равномерность излучения и т.п.) можно только правильно выбирая пьезоэлектрический преобразователь, концентратор, рабочий инструмент и рационально подобрав технологический объём под созданную колебательную систему.

В связи с этим, все большее распространение получают способы реализации процессов, при которых ультразвуковое воздействие обеспечивается на тонкий слой обрабатываемого материала вблизи излучателя. Реализуется это путём комплектации ультразвукового оборудования горизонтально и вертикально размещаемыми проточными объёмами, воздействие на обрабатываемые среды в которых осуществляется при максимальной интенсивности колебаний, непрерывно и равномерно.

Простейшие технологические объёмы представляют собой полые цилиндры, внутри которых размещается излучатель УЗ колебаний [5].

III. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЁМА

При постановке задач по выбору и проектированию ультразвуковых аппаратов для реализации определенных процессов осуществляется определение выходной мощности преобразователя, необходимой и достаточной для обеспечения требуемых параметров ультразвукового воздействия. Поскольку, используемые на практике ультразвуковые аппараты условно делятся на несколько классов по мощностным характеристикам электронных генераторов, пьезоэлектрических преобразователей и колебательных систем, то рациональной является введение аналогичной классификация технологических объёмов (рисунок 1).

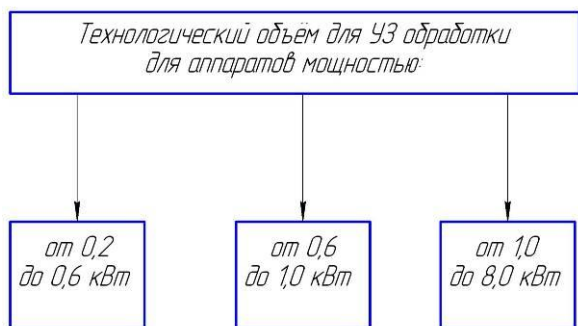


Рисунок 1 – Классификация технологических объёмов

Пример выбора и использования цилиндрического объёма различного диаметра и длины для создания различных по назначению УЗ аппаратов, мощностью до до 1,0 кВт представлен на рисунке 2.

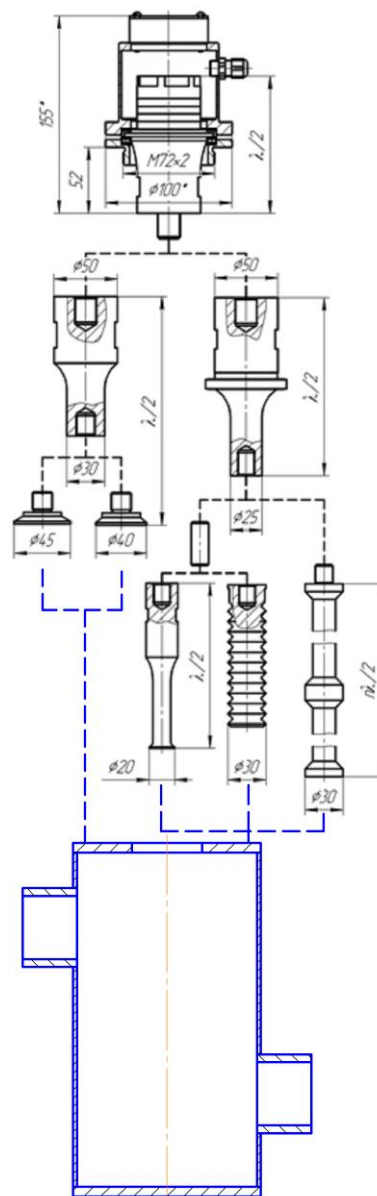


Рисунок 2 – Пример выбора технологического объёма

Далее представлены некоторые конструктивные схемы технологических объёмов для аппаратов различной мощности в соответствии с предлагаемой классификацией.

Эскиз проточного технологического объёма для УЗКС мощностью от 0,2 до 0,6 кВт с излучателем грибового типа диаметром 20...30 мм представлен на рисунке 3. При этом производительность обработки определяется типом обрабатываемой жидкости, скоростью потока и мощностью аппарата.

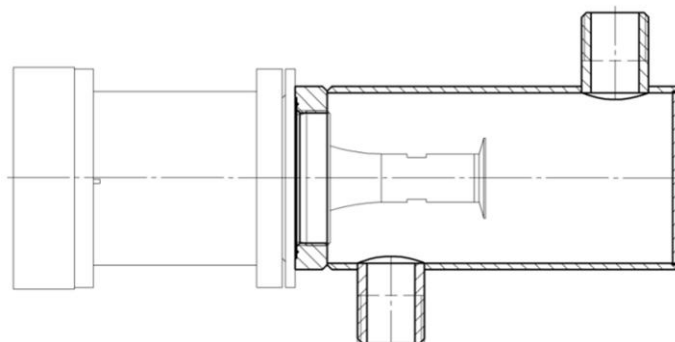


Рисунок 3 – Технологический объём для ультразвуковой обработки жидких сред для аппаратов мощностью 0,2 и 0,6 кВт

Эскиз проточного технологического объема для УЗКС мощностью 0,6 и 1,0 кВт с грибовым инструментом диаметром до 40...50 мм представлен на рисунке 4.

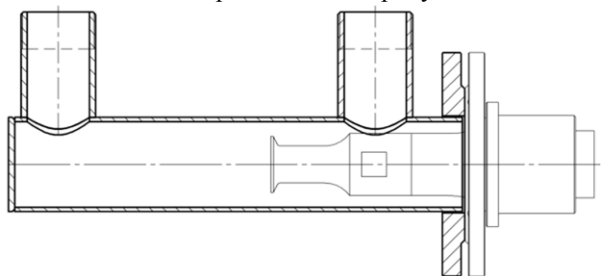


Рисунок 4 – Технологический объем для ультразвуковой обработки жидких сред для аппаратов мощностью 0,6 и 1,0 кВт

Эскиз технологического проточного объема для УЗКС мощностью от 1,0 - 8,0 кВт с многополуволновым рабочим инструментом диаметром до 70 мм представлен на рисунке 5 [6].

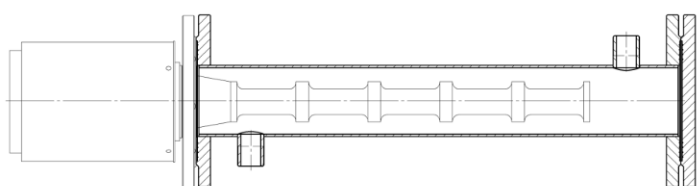


Рисунок 5 – Технологический объем для ультразвуковой обработки жидких сред для аппаратов мощностью от 1,0-8,0 кВт

Внешний вид типичных технологических объемов, используемых для комплектации для УЗ аппаратов мощностью до 0,6 кВт, приведен на рисунке 6 [7].



Рисунок 6 – Внешний вид технологического проточного объема для УЗ аппаратов мощностью до 0,6 кВт

Внешний вид разработанного технологического объема для УЗ аппаратов мощностью до 1,0 кВт, приведен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Внешний вид технологического проточного объема для УЗ аппаратов мощностью до 1,0 кВт

Внешний вид разработанного технологического объема для УЗ аппаратов мощностью более 1,0 кВт, с многополуволновым рабочим инструментом диаметром до 70 мм приведен на рисунке 8.

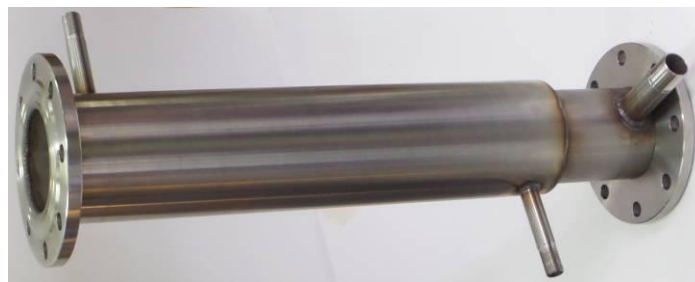


Рисунок 8 – Внешний вид технологического проточного объема для УЗ аппаратов мощностью более 1,0 кВт

Представленные типы объемов позволяют обеспечить различную производительность обработки, которая составляет от 0,5 до 25 л/мин.

III. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный подход обеспечивает рациональный выбор технологических объемов для построения ультразвуковых технологических аппаратов при создании и применении современного ультразвукового технологического оборудования, сократив время на проектирование и материальные затраты на их изготовление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Khmelev V.N., Levin S.V., Tsyganok S.N., Khmelev S.S., Khmelev M.V. Development and Application of Piezoelectric Transducer with the Enlarged Radiation Surface for Wastewater Treatment. International Conference and Seminar on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices. EDM'2009: Conference Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2009. – P.254-257.
- [2] Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.u-sonic.com>
- [3] Khmelev V.N., Levin S.V., Khmelev S.S., Tsyganok S.N. Rules and Features of the Design of Piezoelectric Sources of High-Intensity Ultrasonic Action. 14th International Conference of Young Specialist on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM'2013: Conference Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2013. – P. 153–157.
- [4] Khmelev V.N., Levin S.V., Khmelev S.S., Tsyganok S.N. Determination of The Reasons of Efficiency Decrease In The Operation of Ultrasonic Apparatuses. 15th International Conference of Young Specialist on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2014. – Novosibirsk: NSTU, 2014. – P. 227–229.
- [5] Study of efficiency of ultrasonic treatment in running volumes. 16th International Conference of Young Specialist on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2015. – Novosibirsk: NSTU, 2015. – P. 221–223. Khmelev V.N. S.V. Levin, Khmelev S.S. Tsyganok S.N. Kuzovnikov Y.M.
- [6] Khmelev V.N., Levin S.V., Tsyganok S.N., Lebedev A.N. High Power Ultrasonic Oscillatory Systems. International Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2007: Workshop Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2007. – P.293-298.
- [7] Хмелев В.Н. Хмелев С.С. Цыганок С.Н. Левин С.В. Источники ультразвукового воздействия. Особенности построения и конструкции. Монография. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2013. – 196 с.