

## **ИМПУЛЬСНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АППАРАТА**

**ХМЕЛЕВ В.Н., БАРСУКОВ Р.В., ЛЕОНОВ Г.В., ИЛЬЧЕНКО Е.В.**

### **Введение**

В настоящее время ультразвуковые технологии находят широкое применение в химической, пищевой и других областях промышленности. Большая доля процессов с применением ультразвуковых колебаний реализуется в жидких технологических средах и дисперсных системах с жидкой фазой. При этом, основным интенсифицирующим фактором ультразвукового воздействия является кавитация [1], обеспечивающая изменения структур и свойств обрабатываемых сред.

Вместе с тем, в ряде случаев возникает необходимость ускорения процессов, не допускающих кавитационного разрушения.

Очевидным преимуществом докавитационного воздействия является УЗ обработка больших технологических объемов, поскольку вблизи излучателя не формируется насыщенная парогазовыми пузырьками кавитационная зона и излучение не поглощается [1]. Кроме того, работа ультразвукового оборудования в таком режиме излучения исключает кавитационное разрушение излучающей поверхности.

Существенным недостатком УЗ обработки в докавитационном режиме является недостаточное энергетическое воздействие, обуславливающее невозможность существенного ускорения реализуемых процессов.

В связи с этим возникает необходимость повышения энергетической эффективности УЗ воздействия без реализации кавитации в жидких средах.

Решением проблемы ввода большой УЗ энергии без возникновения кавитационных явлений может быть применение импульсного режима формирования колебаний в жидких средах.

Используемое в практике ускорения технологических процессов ультразвуковое технологическое оборудование, построенное на основе генераторов непрерывных колебаний и высокодобротных пьезоэлектрических колебательных систем не предназначено и не используется для работы в импульсном режиме.

В связи с этим возникает необходимость исследования функциональных возможностей эксплуатации существующего оборудования в импульсном режиме для создания мощного ультразвукового технологического оборудования, способного обеспечивать докавитационный режим интенсификации технологических процессов.

## Экспериментальная часть

Для проведения исследований был использован ультразвуковой генератор (УЗГ) технологического аппарата «Булава» [2] с ультразвуковой колебательной системой (УЗКС), предназначенной для воздействия на жидкие среды.

Исследования проводились при формировании импульсных колебаний в водной среде. Период следования ( $T$ ) серий ультразвуковых импульсов ультразвуковой частоты был выбран равным 3,26 миллисекунд, что на порядок превышает времена формирования серий ультразвуковых колебаний и заведомо достаточно для затухания колебательных процессов в УЗКС.

Время формирования серии импульсов составляет  $T_1$  (рис.1).

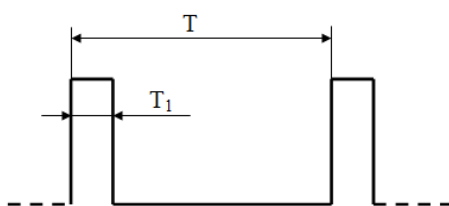


Рис.1 – Временная диаграмма включения (выключения) силовых каскадов УЗГ ( $T_1$  – время работы силовых каскадов УЗГ;  $T$  – период следования импульсов)

Серия УЗ колебаний излучателя формировалась в течение времени  $T_1$  путем подачи на транзисторные ключи силового выходного каскада ультразвукового генератора управляющих импульсов, частота следования которых была установлена равной резонансной частоте УЗКС (22000 Гц). При этом силовой мост был заведомо «запитан» постоянным напряжением. Время  $T_1$  на протяжении эксперимента изменялось с тем чтобы установить минимально возможные параметры импульсного воздействия.

УЗКС к силовому транзисторному мосту подключена посредством согласующей трансформаторно-дрессельной схемы (рис.2). Контроль колебательного процесса УЗКС осуществлялся путем контроля тока, протекающего в цепи питания УЗКС (сигнал на элементе R1, рис.2).

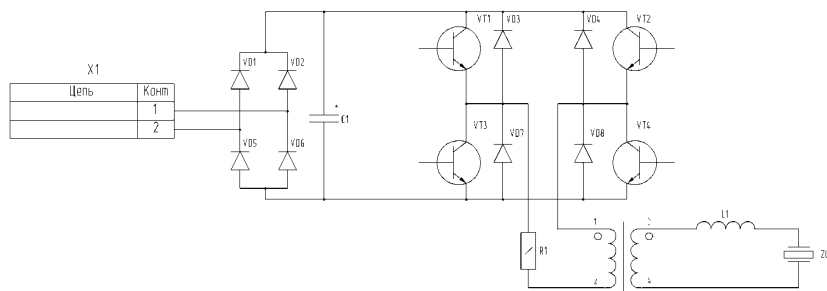


Рис.2 – Схема выходной части УЗГ при работе УЗКС в режиме вынужденных колебаний

В режиме свободных колебаний электрический вход УЗКС оставался подключенным через диоды транзисторных ключей к выпрямительной части ультразвукового генератора, что ускоряло процесс затухания свободных колебаний УЗКС (электрическое демпфирование).

Проведенные исследования ставили целью определение временных параметров формируемого импульса УЗ колебаний в водной среде.

### Результаты измерений

На рис.4 представлена осциллограмма сигнала, пропорционального току, протекающему по пьезокерамическим элементам УЗКС.

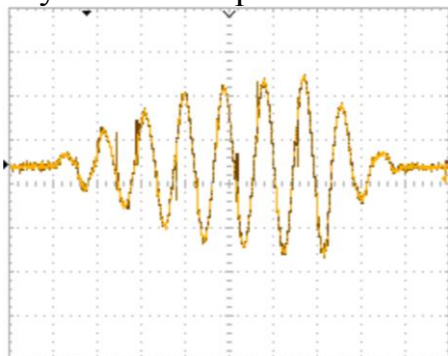


Рис.4 – Сигнал с токового датчика.

Было установлено, что время формирования электрического импульса максимальной амплитуды, характеризующего колебания УЗ излучателя, соответствует 13 полупериодов колебаний на резонансной частоте колебательной системы; время затухания электрических колебаний пьезопреобразователя не превышает 4 полупериодов.

Уменьшение длительности формирования импульса менее 13 полупериодов приводит к снижению амплитуды колебаний (уменьшению амплитуды формируемых колебаний).

Таким образом, формируемый при помощи ультразвукового технологического аппарата с пьезоэлектрической колебательной системой импульс УЗ воздействия на технологические среды не может быть менее 8 полупериодов колебаний на рабочей частоте колебательной системы, т.е. не менее 180 мкс.

### Выводы

В результате проведенных исследований установлена возможность формирования коротких импульсов ультразвукового воздействия на водную среду, установлены временные параметры, характеризующие такое импульсное воздействие.

В проведенных экспериментах время между сериями УЗ импульсов было выбрано равным 3,26 миллисекунд. С учетом того, что минимальная длительность

импульса (от нарастания до максимума до полного затухания) составляет 0,386 миллисекунд, интервал времени между импульсами может быть уменьшен вплоть до 0,386 миллисекунд.

## **Литература**

1. Розенберг, Л.Д. Источники мощного ультразвука. Фокусирующие излучатели ультразвука [Текст] / Л.Д. Розенберг. – М.: Наука, 1967. – 380с.

2. Ультразвуковой технологический аппарат серии «Булава» [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.u-sonic.com/catalog/apparaty\\_dlya\\_uskoreniya\\_protsestovov\\_v\\_zhidkikh\\_sredakh/ultrazvukovoy\\_tekhnologicheskij\\_apparat\\_serii\\_bulava\\_03/](http://www.u-sonic.com/catalog/apparaty_dlya_uskoreniya_protsestovov_v_zhidkikh_sredakh/ultrazvukovoy_tekhnologicheskij_apparat_serii_bulava_03/)

**Реквизиты для справок:** *Россия, 659305, Бийск, ул. Трофимова 27, Центр ультразвуковых технологий АлтГТУ, Барсуков Р.В., тел. (3854) 432570. E-mail: roman@bti.secna.ru*