

# Система Управления и Контроля Ультразвукового Технологического Аппарата

Владимир Н. Хмелёв, д.т.н., Senior Member, Роман В. Барсуков, к.т.н.,  
Дмитрий В. Генне Student Member

*Бийский технологический институт (филиал) ГОУ ВПО АлтГТУ им И.И. Ползунова*

**Аннотация** - Статья посвящена разработке системы управления ультразвуковым технологическим оборудованием с учетом современных требований

**Ключевые слова** –система управления, режим работы, ультразвуковое воздействие

## I. ВВЕДЕНИЕ

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ находят все более широкое применение в различных отраслях промышленности и быта.

Применение ультразвуковых колебаний позволяет интенсифицировать большинство процессов, которые в обычных условиях протекают относительно медленно. Это пропитка, эмульгирование, диспергирование, экстракция, большая часть химических реакций. Существует ряд чисто ультразвуковых технологий - это фасонная обработка хрупких материалов, таких как стекло, камень, сварка термопластичных материалов, кавитационная очистка изделий и материалов.

Применение современных средств отображения информации для управления ультразвуковым технологическим оборудованием позволит расширить круг пользователей оборудования и область их применения, а также упростить процесс эксплуатации с точки зрения пользователя.

## II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

К современной системе контроля и управления ультразвуковым технологическим аппаратом предъявляется ряд специфических требований:

1. Задание режимов работы ультразвукового аппарата, таких как, продолжительность воздействия и мощность воздействия на обрабатываемую среду
2. Сбор и обработка статистических данных для сервисного обслуживания.
3. Программирование режимов работы, такие как изменение мощности воздействия в период работы по определенному закону.

4. Обеспечение выбора настроек генератора под обрабатываемую среду для оптимального воздействия.

5. Удаленный контроль технологической аппаратуры и возможность разграничения доступа к функциям аппарата .

## III. СРЕДСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ

Применение сенсорных графических панелей дает возможность в более полной мере реализовать функции системы контроля УЗТА, а также создать интуитивно понятный пользовательский интерфейс, что позволяет упростить работу с аппаратурой и сократить время обучения оператора.

Применение графических средств отображения информации позволяет выводить(предоставлять) пользователю гораздо больше информации, чем знаковосинтезирующие средства, в удобной для восприятия пользователем форме. Это дополнительная информация об аппарате и его эксплуатации, подробный статистический отчет, а также возможность контролировать большое число дополнительных параметров для повышения эффективности использования ультразвукового оборудования.

Большинство систем автоматизированного управления технологическим процессом (АСУТП), к которым можно отнести и разрабатываемую систему используют для обмена между отдельными компонентами стандартные протоколы связи. К ним относится и протокол «modbus» [1] используемый для связи с сенсорной панелью в разрабатываемой системе контроля. Преимуществом применения стандартных протоколов обмена является возможность связи с другими АСУТП, и встраивания УЗТА в технологические линии под их управлением.

#### IV. СБОР СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В процессе эксплуатации ультразвукового технологического аппарата в нем происходят изменения, связанные с естественным старением компонентов, входящих в его состав, а также режимом и условиями эксплуатации. Поэтому накопление информации о режиме эксплуатации аппарата и его текущем состоянии позволяет, в дальнейшем, учесть режим эксплуатации при разработке последующих ультразвуковых технологических аппаратов. Для этого в системе реализован сбор следующей информации.

1. Распределение мощности по времени – гистограмма указывающая сколько времени аппарат работал в том или ином мощностном диапазоне. Этот параметр показывает режим эксплуатации ультразвукового технологического аппарата (УЗТА).

2. Общее время работы аппарата.

3. Ошибки возникающие в процессе эксплуатации, их можно разделить на две группы:

- это перегрузки (резкое увеличение амплитуды тока через ультразвуковую колебательную систему (УЗКС)) связанное с изменением состояния обрабатываемой среды (например ее смена) приводящее к нерегулярным режимам эксплуатации аппарата;

- срывы – потеря резонансной частоты в следствии невозможности работы системы автоматической подстройки частоты (АПЧ). Этот параметр в основном указывает на несоответствие обрабатываемой среды настройке УЗТА, или выходу из строя УЗКС.

4. Амплитуда при запуске – усредненная (за десять последних запусков) максимальная амплитуда при поиске резонанса. Этот параметр характеризует состояние УЗКС и обрабатываемую среду.

5. Запас напряжения при запуске – усредненное (за десять последних запусков) напряжение поиска резонанса в процентах от максимального.

6. Запас напряжения при работе – усредненное (за десять последних циклов) максимальное рабочее напряжение выраженное в процентах от максимально возможного при данной настройке аппарата. Этот параметр дает информацию о том насколько полно используется возможности аппарата. По этому параметру также можно судить о состоянии УЗКС.

7. Количество запусков – счетчик запусков аппарата. Этот параметр дает представление о эксплуатации аппаратов предназначенных для кратковременной работы (к примеру для ультразвуковой (УЗ) сварки).

Получение перечисленных значений дает информацию о режимах эксплуатации УЗТА и облегчает поиск неисправностей, позволяет выра-

ботать рекомендации по эксплуатации аппарата в конкретных условиях, а также определить возможность последующей модернизации для достижения оптимального и эффективного воздействия на обрабатываемую среду.

#### V. ПРОГРАММИРУЕМЫЕ РЕЖИМЫ

Некоторые технологические процессы требуют специализированных режимов работы УЗТА. К таким процессам можно отнести УЗ сварку, УЗ очистку, а также лабораторные исследования влияния УЗ колебаний на различные среды.

Рассмотрим два возможных режима: это импульсный режим и режим с изменяющейся мощностью.

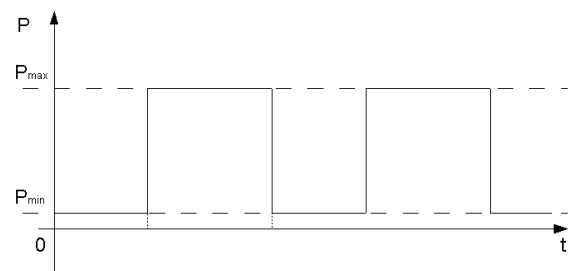


Рис. 1. Импульсный режим

В первом режиме задается интервал времени когда аппарат работает на заданной максимальной мощности и интервал времени когда аппарат работает на заданной минимальной мощности, такая последовательность выполняется в течении общего время работы аппарата Рис.1.

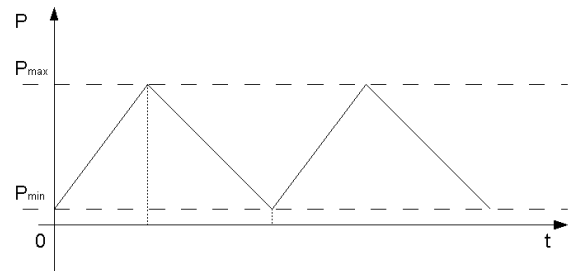


Рис. 2. Режим с плавным изменением мощности

Во втором режиме задается интервал нарастания мощности и интервал спада, а также максимальная и минимальная мощность воздействия Рис.2.

#### VI. НАСТРОЙКА ПОД ОБРАБАТЫВАЕМУЮ СРЕДУ

Универсальность УЗТА заключается в возможности обрабатывать различные технологические среды (например жидкие среды вода, масло, различные эмульсии и т.д.). Эти вещества могут сильно отличаться друг от друга по своим физико-химическим характеристикам. При статических настройках УЗТА это сложно реализуемо, а

при значительных различиях в свойствах обрабатываемых веществ может оказаться и невозможным. При смене обрабатываемой среды возможно снижение эффективности воздействия по сравнению со средой на которой происходила настройка.

Решение этой проблемы возможно при помощи перестройки выходного согласующего контура ультразвукового генератора [2]. При этом настройки (параметры выходного контура, и т.д.) определяются на этапе отладки генератора для каждой из набора предполагаемых обрабатываемых веществ, и заносятся в память системы контроля и управления УЗТА. В дальнейшем при выборе обрабатываемой среды в системе контроля и управления будут применяться соответствующие параметры.

Это позволит сократить до минимума время поиска резонансной частоты и выхода на рабочий режим, повысит эффективность воздействия на обрабатываемый объект в целом.

### VII. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

На Рис.3 представлен внешний вид стандартного главного экрана системы контроля и управления. В зависимости от назначения аппарата его внешний вид и функциональность могут изменяться.



Рис. 3. Внешний вид главного экрана

На главном экране системы контроля и управления УЗТА размещены индикаторы времени работы (минуты, секунды), индикатор заданной мощности от 10% до 100%. Внизу экрана располагаются кнопки запуска и остановки аппарата.

В верхней части экрана располагаются виртуальные кнопки «справка», «информация». В зависимости от назначения аппарата могут быть добавлены дополнительные кнопки такие как «настройка».

На экране «справка» представляется краткая информация об аппарате: мощность рабочая частота, назначение.

На экране «информация» Рис. 4 представляется различная статистическая информация, описанная выше. В зависимости от назначения аппарата

некоторая из накапливаемой информации может не отображаться.

Резонансная частота	максимальная	22200 Гц
	текущая	22100 Гц
	минимальная	21900 Гц
Счетчик ошибок		1
Амплитуда при запуске		70 %
Общее время работы		20 час
Счетчик запусков		50

Рис. 4. внешний вид экрана информации

Внешний вид экрана «настройки» Рис. 5 может различаться в зависимости от требований к аппарату. На рисунке представлен вид экрана при настройке импульсного режима работы аппарата.

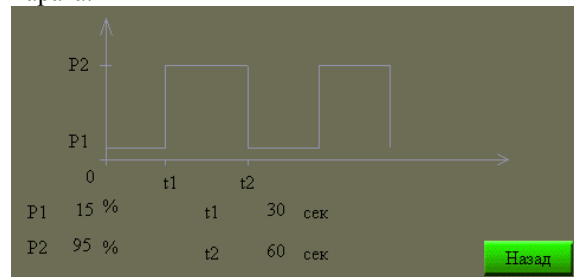


Рис. 5. Внешний вид экрана настройки

Все параметры могут вводиться с помощью кнопок «+», «-» или непосредственно при помощи экранной клавиатуры Рис. 6.

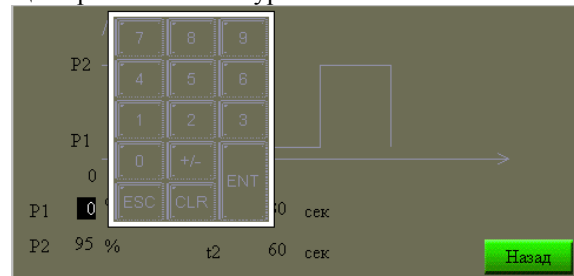


Рис. 6. Ввод редактируемых данных

### VIII. БЛОК СХЕМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

На Рис. 7 представлена блок схема системы управления и контроля УЗТА.

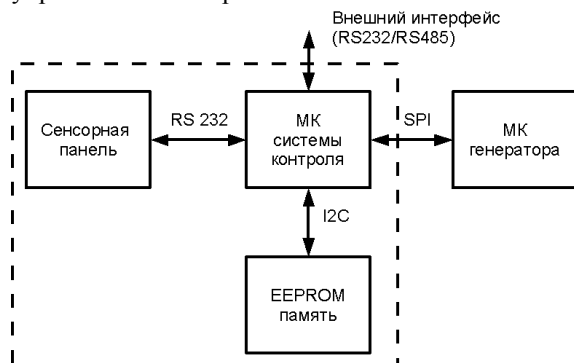


Рис. 7. Блок схема системы контроля и управления.

В состав системы контроля и управления входят следующие блоки: микроконтроллер, который собственно и обеспечивает управление всей системой; сенсорная графическая панель СП270 [3], служащая средством ввода вывода информации; блок памяти EEPROM для хранения накапливаемой в процессе работы аппарата информации. Для связи с внешними управляющими (управляемыми) устройствами возможна реализация дополнительного интерфейса RS232 или RS485.

## IX. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На Рис. 8 представлена фотография ультразвукового технологического аппарата в котором реализована описанная выше система контроля и управления.



Рис. 8. Внешний вид аппарата с системой контроля и управления.

Разработанная система контроля и управления использует для ввода и отображения информации графическую сенсорную панель СП270, и выполняет следующие функции:

Задание времени УЗ воздействия;

Задание и контроль уровня мощности УЗ воздействия;

Предоставление информации о состоянии аппарата посредством сбора информации в процессе эксплуатации;

Возможность реализации программируемых режимов работы (импульсный режим, режим с линейно изменяющейся мощностью);

Возможность реализации выбора настроек для обрабатываемой среды.

Применение разработанной системы контроля и управления ультразвуковым технологическим аппаратом позволяет сделать процесс эксплуатации более наглядным (по сравнению с традиционными системами), расширить область применения за счет реализации программируемых режимов, увеличить надежность за счет реализации сбора информации об условиях работ аппарата.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] [http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b.pdf)
- [2] В.Н. Хмелев, Р.В. Барсуков, Д.В. Генне, М.В.Хмелев, "Особенности согласования электронных ультразвуковых генераторов с пьезоэлектрическими колебательными системами", International Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2007, Новосибирск, НГТУ, 01/07/2007.
- [3] <http://www.owen.ru/device/46354985>



**Владимир Н. Хмелев (М'00, SM'04)** — заместитель директора Бийского технологического института по НИР, профессор, доктор технических наук. Заслуженный изобретатель России. Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых. Область научных интересов – ультразвуковая техника и технологии, применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности для интенсификации технологических процессов и изменения свойств веществ и материалов.



**Роман В. Барсуков, к.т.н.,** доцент, БТИ. Родился в 1975 году в г. Бийске. Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых. Областью научных интересов является: разработка высоко мощных ультразвуковых генераторов.



**Дмитрий В. Генне (S'06)** Родился в 1982 году в г. Бийске, Россия. В 2006 закончил БТИ по специальности «Информационно-измерительная техника и технологии». Область научных интересов: разработка высоко мощных ультразвуковых генераторов.