

Управление Электронными Генераторами В Составе Многоаппаратных Ультразвуковых Комплексов

Владимир Н. Хмелев, *Senior Member* IEEE, Роман В. Барсуков, Евгений В. Ильченко, Дмитрий В. Генне, Сергей В. Левин, Иван В. Черемисин (студент)
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 рассматривается проблема эксплуатации и управления электронных генераторов в составе многоаппаратных комплексов ультразвукового высокомошного воздействия. Показывается необходимость модернизации стандартной конструктивной схемы электронного генератора, анализируются возможности созданного для ультразвукового аппарата серии «Булава-П» электронного генератора, рассматривается методология и реализация управления генераторами при помощи единой шины.

Ключевые слова – ультразвук, многоаппаратные комплексы УЗ воздействия, управление УЗ аппаратами, RS-485, ModBus.

I. ВВЕДЕНИЕ

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ультразвуковых (УЗ) технологий для интенсификации [1] физико-химических процессов в жидких средах при серийном крупномасштабном производстве требует применения УЗ аппаратов, способных обеспечить определенную объемную плотность УЗ энергии. Нарастивание мощности единичного УЗ аппарата, состоящего из ультразвукового излучателя и электронного генератора, оправдано до определенного предела, ограниченного следующим:

- отсутствием пьезокерамических элементов, способных трансформировать большие электрические мощности в механические, при работе в составе электромеханических преобразователей. Применение пакетных преобразователей, частично решает эту проблему;

- предельной прочностью металлов и сплавов из которых изготавливаются УЗ излучатели при создании мощных излучателей;

- сложностью технических решений и отсутствием компонентов УЗ электронных генераторов, способных эффективно работать на частотах 20 кГц и выше;

- невозможностью формирования развитой кавитационной области [2] увеличенного размера вблизи излучающей поверхности из-за экранирующего действия самой кавитационной области, поглощающей создаваемые колебания;

- невозможностью создания мощного УЗ излучателя с неограниченной площадью излучения, даже при использовании многополуволновых излучателей с поверхностями излучения в областях переходов из-за снижения эффектив-

ности излучения на каждом последующем полуволновом модуле [3].

Поэтому реализация УЗ технологий на средних и больших предприятиях осуществляется применением необходимого и достаточного количества УЗ аппаратов, каждый из которых обеспечивает интенсивность УЗ излучения до 15-20 Вт/см².

Одним из возможных вариантов реализации проблемы обеспечения высокопроизводительных производств является применение аппаратов серии «Булава-П» модель УЗАП-8/22-ОПг [1], каждый из которых состоит из электронного генератора, конструктивно выполняемого в виде шкафа управления с сенсорной панелью оператора и многопакетной пьезоэлектрической колебательной системы с многополуволновым излучателем в виде титанового стержня, представляющего собой последовательно выполненные полуволновые модули.

Полностью герметичный УЗ преобразователь с водяной системой охлаждения, а так же трехфазный электронный УЗ генератор, делают эту модель аппарата одной из самых мощных в своем классе и наиболее пригодной для массового применения в промышленных масштабах.

Однако, применение большого количества единиц УЗ аппаратов с индивидуальными панелями управления затруднительно, поскольку требует соответствующего количества обслуживающего персонала, а применение их на предприятиях с системами автоматизированного управления технологическими процессами становится невозможным.

В связи с этим возникла необходимость в модернизации электронного генератора аппарата серии «Булава-П» для обеспечения его работы в составе многоаппаратных УЗ комплексов, для обеспечения возможности его интеграции в системы автоматического управления современных автоматизированных производств.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассматриваемый далее УЗ аппарат является модификацией аппарата серии «Булава-П» модели УЗАП-8/22-ОПг, предназначенного для обработки жидких сред, как в протоке, так и для обработки в непроточном режиме. Этот аппарат (см. рисунок 1) был выбран в качестве базового, поскольку

является самым мощным в линейке аппаратов, разрабатываемых ООО «Центр ультразвуковых технологий» [4].



Рис. 1. Аппарат ультразвуковой технологический «Булава-П» модель УЗАП-8/22-ОПг.

Электронный генератор УЗ аппарата «Булава» представляет собой стандартный корпус ЩМП – 3 с габаритными размерами 230x550x800 мм, предназначенный для крепления на стену. На передней панели генератора располагается сенсорная панель оператора, при помощи которой осуществляется управление УЗ аппаратом (включение, выключение, программирование таймеров, управление частотой, управление мощностью и т.д.).

Использование аппарата «Булава» в составе многоаппаратных УЗ комплексов для оснащения различных производств ограничивается следующими недостатками:

- настенное крепление нескольких УЗ генераторов обуславливает необходимость большой площади для их монтажа;
- боковое размещение вентиляторов, применяемых для охлаждения электрической схемы генератора, ограничивает возможность более близкого (компактного) размещения нескольких УЗ генераторов;
- наличие индивидуальной панели управления УЗ генератором при их большом количестве усложняет процесс контроля и управления работой УЗ оборудования;
- отсутствие стандартного коммуникационного порта, не позволяет интегрировать данный УЗ аппарат в систему автоматизированного управления производством.

К недостаткам используемых аппаратов следует отнести низкую ремонтпригодность.

Таким образом, в связи с наличием выше перечисленных недостатков, а так же требованиям современных производств, необходимостью интеграции многоаппаратных УЗ комплексов в производства, УЗ генератор аппарата «Булава» был модифицирован, как в плане более компактного размещения в спецпомещениях, улучшения ремонтпригодности, так и в плане возможности интеграции в типовые системы автоматизированного управления производством.

На рисунке 2 представлен внешний вид модифицированного электронного генератора УЗ аппарата «Булава».



Рис. 2. Вариант исполнения электронного генератора УЗ аппарата «Булава».

На передней панели электронного генератора размещаются: клеммная колодка для подключения генератора к трехфазной электрической сети, клеммная колодка для подключения к генератору ультразвукового излучателя, светодиодный индикатора «Работа», вентиляционные отверстия, трехфазный сетевой выключатель и коммуникационный порт RS-485, предназначенный для объединения аналогичных генераторов в единую шину и подключения к единой консоли управления или к штатной системе автоматического управления технологическим процессом.

Новый вариант исполнения электронного генератора, выполненного в виде неразборного моноблока, в отличие от базовой модели, имеет ряд преимуществ:

- существует возможность монтажа группы электронных генераторов «друг на друга», что позволяет размещать их более компактно;
- при размещении группы генераторов в т. н. этажерке, не нарушается тепловой режим работы системы охлаждения каждого из генераторов (забор воздуха осуществляется через отверстия на фронтальной панели, выхлоп – через аналогичные отверстия, размещенные на задней панели);
- существует возможность работы нескольких УЗ аппаратов в составе системы автоматизированного управления технологическими процессами;
- блочное, быстроремонное исполнение функциональных узлов генератора позволяет в случае необходимости быстро выполнить ремонтные работы.

Для передачи данных через последовательный канал связи RS-485 используется открытый коммуникационный протокол **Modbus** основанный на архитектуре ведущий-ведомый (master-slave) и широко применяется в промышленности для организации связи между электронными устройствами.

Основные достоинства стандарта — открытость и массовость. Практически все промышленные системы контроля и управления имеют программные драйвера для работы с MODBUS-сетями.

Каждому электронному генератору, на этапе конфигурирования, присваивается уникальный номер, позволяющий оператору индивидуально управлять и контролировать работу каждого УЗ аппарата, подключенного к единой шине управления. На рисунке 3, на примере цепи УЗ экстракто-

ров, представлена упрощенная схема подключения группы УЗ аппаратов к единому пульта управления.

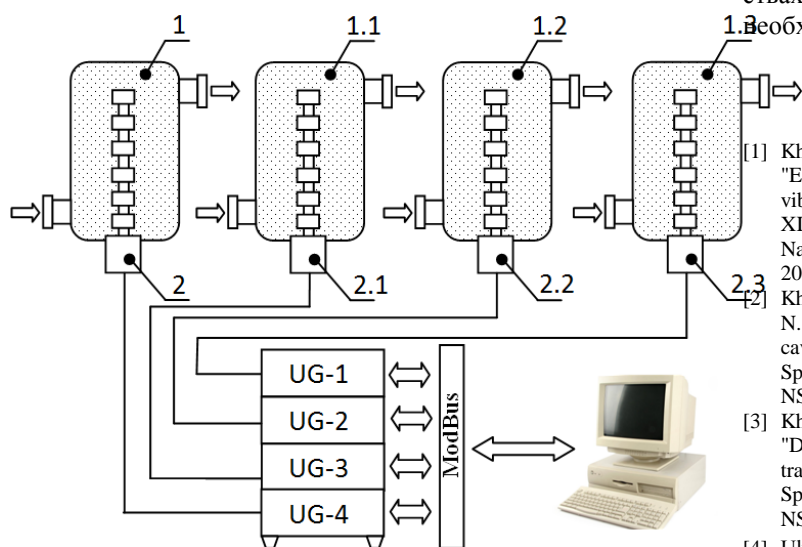


Рис. 3. Схема подключения группы УЗ аппаратов в единую шину управления.

В группу реакторов 1 - 1.3 встроены снизу ультразвуковые излучатели 2 - 2.3. Каждый излучатель подключается к соответствующему ультразвуковому генератору UG1, UG2, UG3, UG4, которые подключены к единой шине управления RS-485. Контроль и управление работой ультразвуковых генераторов осуществляется при помощи единого пульта управления - ПК. Разработанное программное обеспечение (ПО) для электронных генераторов позволяет по протоколу ModBus передавать на пульт управления следующую информацию:

- частоту ультразвукового воздействия;
- амплитуду механических колебаний УЗ излучателя;
- величину напряжения на пьезокерамических элементах преобразователя УЗКС;
- сообщения об электрических и тепловых сбоях в работе, как электронного генератора, так и УЗКС;
- суммарное время УЗ воздействия.

С другой стороны оператор с панели управления имеет возможность управлять следующими параметрами (режимами работы) УЗ генератора:

- частота УЗ воздействия;
- мощность УЗ воздействия (амплитуда УЗ колебаний);
- уровень срабатывания электрической защиты;
- включение/выключение УЗ генерации.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный электронный УЗ генератор обеспечил работу аппарата в составе многоаппаратных УЗ комплексов, с возможностью интеграции в системы автоматического управления современных автоматизированных производств. Разработанный УЗ генератор обладает следующими техническими характеристиками:

- потребляемая электрическая мощность, ВА 8000;
- габаритные размеры, мм 220x450x600
- тип электрической сети, трехфазная;
- диапазон рабочих частот выходного сигнала, кГц 20-23;
- диапазон регулирования мощности, %30-100;
- шина управления, RS-485;

- протокол обмена данными, ModBus;
- скорость работы шины, бит/сек 57600

Применение созданного аппарата на серийных производствах обеспечит реализацию технологических процессов в необходимых объемах и при заданных производительностях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Khmelev, V. N., Levin S. V., Tsyganok S. N., and Khmelev S. S., "Efficiency increase of the processes by the optimization of the ultrasonic vibrating system consisting of half-wave modules of variable cross-section", XII International Conference and Seminar of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2011, Novosibirsk, NSTU, 2011 - pp. 95-100
- [2] Khmelev, V. N., Barsukov R. V., Ilchenko E. V., Genne D. V., and Popova N. S., "Determination of the concentrations of water solutions during their cavitation processing", 16th International Conference and Seminar of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2015: NSTU, 2015. - pp. 100-104
- [3] Khmelev, V. N., Levin S. V., Khmelev S. S., and Tsyganok S. N., "Determination of the reasons of efficiency decrease in the operation of ultrasonic apparatuses", XV International Conference and Seminar of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2014: NSTU, 2014 - pp. 230-235
- [4] Ultrasonic technological apparatus "Bulava-P" series [Digital resource] Access mode: http://www.uson-ic.com/catalog/apparaty_dlya_protocnoy_obrabotki_zhidkikh_sred/apparat_ultrazvukovoy_protocnyy_serii_bulava_p_3_22_op_v2/