

# Настройка и калибровка электронных УЗ генераторов.

Хмелев В.Н., Барсуков Р.В, Цыганок С.Н., Штыр В.Н., Шалунов А.В.  
Бийский Технологический Институт, Бийск, Алтай, Россия.

**Аннотация.** - В работе рассматривается проблемы настройки и калибровки электронных ультразвуковых генераторов, предлагается методика и кратко описаны особенности настройки электронных УЗ генераторов и представлены результаты испытаний, подтверждающие возможность контроля основных параметров (потребляемая мощность, ток, напряжение питания) с помощью созданного стенда.

## 1. ВВЕДЕНИЕ.

Применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности для интенсификации различных физико-химических процессов является перспективным направлением на пути развития и совершенствования новых технологий и новых материалов.

Основными параметрами, определяющими эффективность УЗ воздействия на различные технологические среды являются акустическая мощность, интенсивность звука и частота, которые в свою очередь определяются параметрами и характеристиками источников УЗ колебаний и параметрами обрабатываемых сред.

Многообразие технологических задач, где целесообразно применение ультразвука, физико-химические особенности интенсифицирующих процессов, однозначно определяют параметры УЗ колебаний для различных технологий.

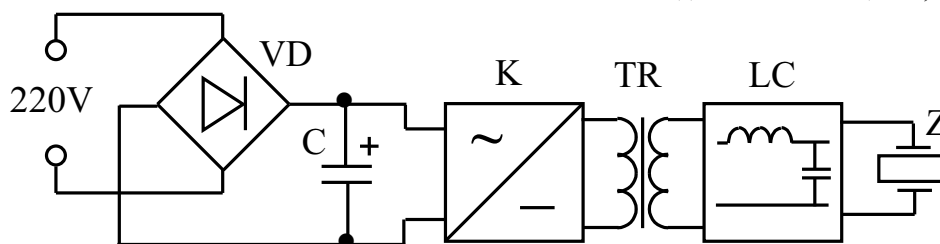


Рис.1 Схема преобразования электрической энергии в энергию упругих механических колебаний ультразвуковой частоты.

В связи с необходимостью обеспечения максимально эффективного воздействия возникает необходимость в индивидуальной настройке (калибровке) источников ультразвуковой энергии для осуществления определенных технологических процессов.

измерении потребляемой ультразвуковым генератором от сети электрической мощности, при условии, что известен КПД всего тракта преобразования энергии [2]. Потребляемая ультразвуковым генератором от сети электрическая энергия, которая после преобразования излучается в какую либо технологическую среду, определяется напряжением на фильтрующей емкости С, параметрами LC контура, коэффициентом передачи

## 2. УЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АППАРАТ.

Современный УЗ технологический аппарат [1] состоит из ультразвуковой колебательной системы, колебания которой возбуждаются при помощи пьезокерамических элементов, входящих в ее состав, и электронного генератора, который вырабатывает электрическое напряжение ультразвуковой частоты требуемой амплитуды для питания УЗ колебательной системы.

На рисунке 1 представлена структурная схема электроакустического тракта обеспечивающего преобразование электрической энергии бытовой или промышленной сети в энергию упругих колебаний ультразвуковой частоты..

Электроакустический тракт включает в себя выпрямительный мост VD с фильтрующей емкостью С, транзисторный мостовой или полумостовой инвертор К, к которому через согласующий LC контур подключена ультразвуковая колебательная система Z с пьезоэлектрическим преобразователем.

Для определения акустических параметров, характеризующих излучаемые УЗ колебания (излучаемая акустическая мощность, интенсивность УЗ колебаний, амплитуда колебаний излучающей поверхности) наиболее эффективным и перспективным является метод косвенной оценки, заключающийся в

трансформатора TR и коэффициентом электромеханического преобразования ультразвуковой колебательной системы.

Основная особенность настройки подобных электронных генераторов заключается в том, что предварительно рассчитанные параметры согласующего LC контура, трансформатора TR и параметры колебательной системы (механическая резонансная частота, механическая добротность, электрический входной импеданс) могут предопределить чрезмерную мощность излучения при подаче на вход выпрямительного моста VD номинального сетевого напряжения (220В). При возникновении такой ситуации возможно механическое разрушение колебательной системы от чрезмерных механических напряжений в материале, электрическому пробоев пьезокерамических элементов, выходу из строя силовых элементов выходного каскада электронного генератора.

По этой причине, для настройки электронного генератора на режим работы с заданной мощностью, используется методика постепенного повышения напряжения на фильтрующей емкости C до номинального значения, с одновременной корректировкой параметров согласующих элементов L, C, TR и непрерывного контроля потребляемой от сети электрической мощности.

### 3. ОПИСАНИЕ СТЕНДА.

Для практической реализации методики настройки и калибровки электронных УЗ генераторов был предложен и разработан лабораторный стенд, блок-схема которого представлена на рисунке 2.

ключом VS, токовым датчиком Ri, датчиком напряжения U и управляющим блоком, в который входят контроллер K, многофункциональный дисплей D и органы управления M. Управляя моментом отпирания тиристорного ключа, который задается настройщиком при помощи органов управления M и должен лежать в пределах 90-180 и 270-360 град, появляется возможность обеспечить напряжение на фильтрующей емкости C лежащее в пределах от 310 до 0 вольт. Управление тиристорным ключом VS осуществляется по линии 2. Линия 1 используется для синхронизации контроллера K с моментами, соответствующими точкам перехода сетевого напряжения через ноль, необходимой для правильного управления тиристорным ключом. Дисплей D непрерывно отображает один из следующих параметров: потребляемая мощность, напряжение на фильтрующей емкости C, ток потребляемый УЗ генератором. Выбор отображаемого параметра осуществляется при помощи органов управления M. Информация о потребляемом токе поступает с токового датчика Ri по каналу 2, а информация о напряжении на емкости C с датчика напряжения U поступает по каналу 4 в контроллер K, где осуществляется операция вычисления действующих значений тока, напряжения и потребляемой мощности по следующим формулам:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}; \quad U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt};$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T iudt$$

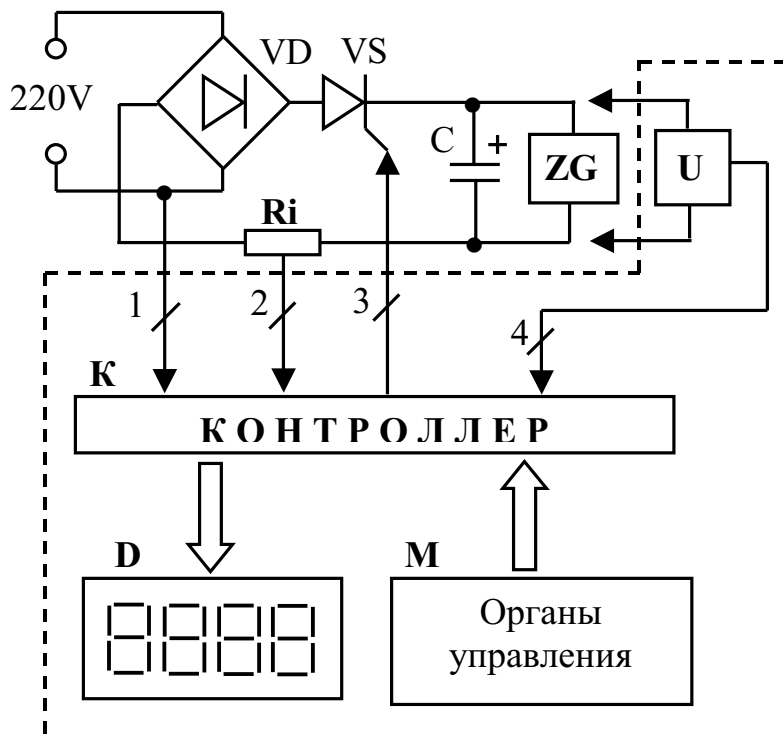


Рис.2 Блок-схема стенда для настройки и калибровки электронных УЗ генераторов.

Принципиальная электрическая схема электронного генератора дополняется тиристорным где T – период сетевого напряжения;

$i$  и  $u$  – мгновенные значения тока и напряжения.

Таким образом, разработанный стенд, представляет собой устройство для плавной оперативной регулировки напряжения питания инвертора К, входящего в состав УЗ генератора, что позволяет осуществлять настройку УЗ аппаратов в соответствии с методикой описанной выше. Кроме того, заложена возможность оперативного контроля параметров УЗ генераторов, таких как, потребляемая электрическая мощность, ток и напряжение.

Использование разработанного стенда позволило существенно сократить время настройки УЗ электронных генераторов, обеспечить оперативный контроль за параметрами электронного генератора в процессе его настройки, исключить использующиеся ранее для настройки лабораторные автотрансформаторы, имеющие ряд существенных недостатков, таких как: громоздкость конструкции, износ и искрение котящегося контакта, искажение

формы потребляемого тока, ограничение потребляемой мощности.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Практически реализованный и отработанный стенд имеет следующий характеристики:

1. Диапазон измеряемых напряжений 0 – 350 В.
2. Диапазон измеряемых токов 0 – 3 А.
3. Диапазон измеряемых мощностей 0 – 1000 Вт.
4. Диапазон регулировки напряжения 0 – 310 В.

Разработанный стенд может быть рекомендован для исследовательских лабораторий занимающихся УЗ техникой, а также для небольших предприятий осуществляющих мелкосерийный выпуск электронных УЗ технологических аппаратов.

#### Литература.

1. Vladimir N. Khmelev, Roman V. Barsukov, Andrey V. Shalunov, Alexey N. Slivin, Sergey N. Tchyganok The System of Checking and Operating Power of Ultrasonic Technological Apparatus.- Siberian Russian Student Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2001:Workshop Processing, 2001.
2. Vladimir N. Khmelev, Roman V. Barsukov, Andrey V. Shalunov, Alexey N. Slivin, Sergey N. Tchyganok, Igor I. Savin The Power Features Meter.- Siberian Russian Student Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2001:Workshop Processing, 2001.