

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ВОЛНОВОДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛОЧИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

**В. Г. Дородейко<sup>1</sup>, В. В. Рубаник<sup>2</sup>, А. В. Мосин<sup>2</sup>, В. Ю. Новиков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ЗАО «Медицинское предприятие «Симург», Витебск

<sup>2</sup> Институт технической акустики НАН Беларуси, Витебск

Применение мощных ультразвуковых колебаний позволяет интенсифицировать различные технологические процессы, в частности волочение пластичных, труднодеформируемых и композиционных материалов [1]. При этом важным является выбор ультразвуковой колебательной системы (УЗКС), позволяющей добиться требуемого результата при обработке металлов давлением. На сегодняшний день компьютерные пакеты программ позволяют выполнить расчеты и произвести анализ УЗКС при помощи приближенных численных методов, одной из таких является САЕ-система ANSYS (Computer Aided Engineering) [2].

Целью работы является разработка УЗКС применяемой при волочении биметаллической медносеребряной проволоки.

В качестве объектов исследований рассмотрены три распространенных вида исполнения УЗКС, применяемых при волочении проволоки [3]: ступенчатый концентратор с резьбовой фиксацией волокна (рис. 1, а, б); ступенчатый концентратор с запрессованной волокой (рис. 1, в); конический концентратор с отверстиями в виде волочильных каналов (рис. 1, г, д).

Расчет УЗКС проводили численно-аналитическим методом для установившегося процесса, для чего использовали общие выражения, описывающие распределение сил и скоростей в различных точках системы [4]:

$$\begin{cases} F_m = F_{ml} ch \gamma x + \dot{\xi}_{ml} w_0 sh \gamma x \\ \dot{\xi}_m = \dot{\xi}_{ml} ch \gamma x + \frac{F_{ml}}{w_0} sh \gamma x, \end{cases}$$

где  $F$  и  $\dot{\xi}$  – сила и скорость (с индексом  $m$  – на расстоянии  $x$  от конца системы, с индексом  $ml$  – на конце системы);  $\gamma$  – постоянная распространения;  $w_0$  – волновое сопротивление системы.

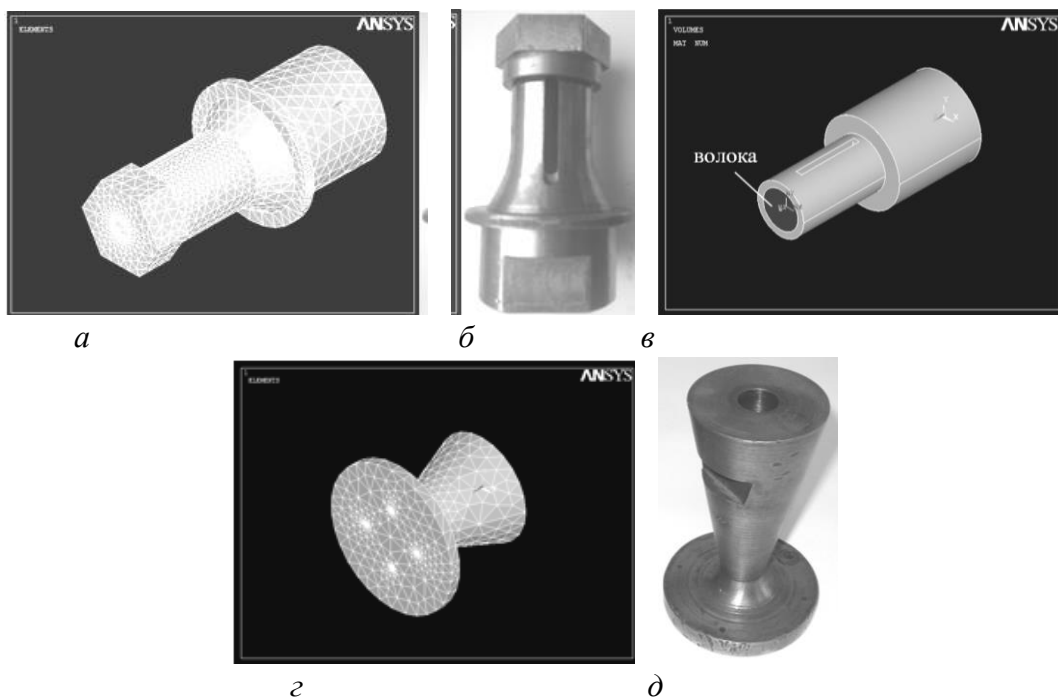


Рис. 1. Общий вид УЗКС

Результаты расчетов сопоставили с результатами анализа в САЕ-системе ANSYS методом Блока-Ланкроста (табл. 1).

По результатам синтеза расчетное значение резонансной частоты концентратора с резьбовой фиксацией волокна составило 17,34 кГц и отличается от заданного на 3,7 %, значение коэффициента усиления отклоняется на 8,2 %. Резонансная частота изготовленной УЗКС – 17,84 кГц, отклонение – 0,9 %. Расчетное значение резонансной частоты концентратора с запрессованной волокой составило 17,70 кГц и отклоняется от заданного на 1,7 %, значение коэффициента усиления отклоняется на 9,7 %. Значение резонансной частоты конического концентратора – 18,24 кГц, на 1,3 % отклоняется от заданного, коэффициент усиления на 1,4 %. Резонансная частота изготовленной УЗКС – 18,14 кГц с отклонением в 0,8 % от заданной.

Таблица 1

Значения резонансных характеристик исследуемых УЗКС

Тип УЗКС	Наименование параметра	Значение параметра
----------	------------------------	--------------------

		расчет численно-аналитическим методом	расчет с помощью ANSYS	измеренные
Ступенчатый концентратор с резьбовой фиксацией волокна	Длина концентратора, мм	125,0	(125,0)*	–
	Коэффициент усиления	1,813	1,975	–
	Резонансная частота, кГц	(18,00)	17,34	17,84
Ступенчатый концентратор с запрессованной волокой	Длина концентратора, мм	141,6	(141,6)	–
	Коэффициент усиления	1,625	1,641	–
	Резонансная частота, кГц	(18,00)	17,70	–
Конический концентратор с отверстиями в виде волоочильных каналов	Длина концентратора, мм	135,5	(135,5)	–
	Коэффициент усиления	2,536	2,571	–
	Резонансная частота, кГц	(18,00)	18,24	18,14

\* (размеры в скобках) – исходные данные.

На основе результатов расчетов в ANSYS и опыта практического применения можно сделать вывод о том, что концентратор с резьбовой фиксацией волокна позволяет осуществлять быструю смену волокна без замены концентратора и имеет очаг деформации, расположенный в пучности максимальных смещений. Концентратор с запрессованной волокой имеет надежный акустический контакт между волокой и концентратором, очаг деформации расположен в пучности максимальных смещений, в случае многократного волочения применение такого концентратора нецелесообразно, поскольку необходимо изготавливать несколько концентраторов и после каждого прохода производить их смену, что снижает производительность. У конического концентратора очаг деформации расположен в узле пучности и позволяет осуществлять несколько проходов без смены концентратора или волочение нескольких проволок сразу, однако применяется только при волочении пластичных материалов.

УЗКС оптимальной для применения при волочении биметаллической медносеребряной проволоки является концентратор с резьбовой фиксацией волокна.

Произведен синтез и анализ УЗКС, применяемых при волочении. Выбрана оптимальная УЗКС для волочения биметаллической медносеребряной проволоки.

## Литература

1. Клубович, В.В. Ультразвук в технологии производства композиционных кабелей / В.В. Клубович, В.В. Рубаник, Ю.В. Царенко. – Минск: Бел. наука, 2012.
2. Абрамова, А.В. Анализ методов расчета и конструирования волноводных систем для ультразвуковых установок технологического назначения / А.В. Абрамова. – Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2012.
3. Теумин, И.И. Ультразвуковые волноводно-излучающие устройства / И.И. Теумин. – М.: ГОСИНТИ, 1963. – 57 с.
4. Теумин, И.И. Ультразвуковые колебательные системы / И.И. Теумин. – М.: Машгиз, 1959. – 331 с.

УДК 658.512

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНСТРУКЦИЯ СБОРКИ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА НА НПП «БЕЛКОТЛОМАШ»

**Н. В. Беляков, Ю. Е. Махаринский, А. Л. Климентьев,  
А. В. Сивуха, Е. Н. Соколов, Д. Н. Сокол, А. В. Назаров**

*Витебский государственный технологический университет, Витебск*

В настоящее время на машиностроительных предприятиях при подготовке механосборочного производства оформляется комплект технологической документации согласно ГОСТ 3.1119 – 83 и ГОСТ 3.1404 – 86 в составе: маршрутная карта МК ГОСТ 3.1118 – 82 или карта технологического процесса ГОСТ 3.1404 – 86; операционная карта ГОСТ 3.1404 – 86; карта эскизов ГОСТ 3.1105 – 84 и ГОСТ 3.1128 – 93 и др.

Однако работать с этими документами на рабочих местах при выполнении операций (особенно сборочных) могут только квалифицированные рабочие, имеющие определенный навык и опыт. Поэтому при приеме на работу неквалифицированного рабочего предприятию приходится затрачивать немалые средства на обучение таких работников.

По заданию предприятия по производству отопительного оборудования НПП «Белкотломаш» разработан пилотный проект виртуальной инструкций пооперационной сборки котла КВ-РМ-1 для неквалифицированных рабочих.

Для ее разработки была проанализирована конструкторская и технологическая документация на указанный котел, включающая 28 сборочных единиц. Современные технологии виртуального представления информации