

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АКУСТИЧЕСКОГО КОНТАКТА МЕЖДУ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ И СМЕННЫМ РАБОЧИМ ИНСТРУМЕНТОМ

В. Н. Хмелев, Д. С. Абраменко, Р. В. Барсуков, Д. В. Генне

Бийский технологический институт
г. Бийск

Практика использования ультразвуковых (УЗ) аппаратов, оснащаемых набором сменных рабочих инструментов показала, что усилие, прилагаемое при закручивании сменного рабочего инструмента, оказывает значительное влияние на эффективность работы УЗ аппарата. Наиболее остро эта проблема проявляется в медицине при использовании ультразвуковых терапевтических аппаратов, требующих смены рабочего инструмента непосредственно в процессе операции.

Для оценки влияния качества акустического контакта и выработки критерия, позволяющего контролировать качество соединения, т.е. возможность эффективной и надежной работы УЗ аппарата с различными рабочими инструментами были проведены экспериментальные исследования.

Нормирование величины акустического контакта производилось изменением угла поворота рабочего инструмента относительно преобразователя (рисунок 1). Для каждого рабочего инструмента были получены АЧХ и ФЧХ для каждого угла поворота при различных значениях величины напряжения питания колебательной системы. В экспериментах был использован набор сменных рабочих инструментов полуволновой, двухполуволновой и трехполуволновой длины, отличающихся формой рабочего окончания.



Рисунок 1 – Отсчет угла поворота рабочего инструмента относительно преобразователя

Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунках 2 и 3.

Анализ экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

Качество акустического контакта между сменным рабочим инструментом и электроакустическим преобразователем влияет на электрические и механические параметры ультразвуковой колебательной системы, тем больше чем больше длины инструментов.

Установлено, что для рабочих инструментов полуволновой длины достаточно усилия затягивания двух рук без использования дополнительных инструментов.

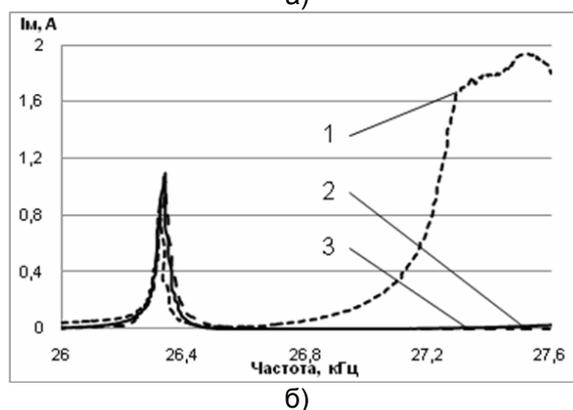
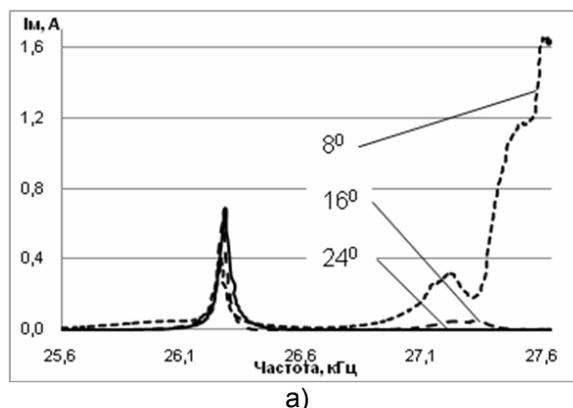


Рисунок 2 – АЧХ колебательной системы с рабочим инструментом двухполуволновой длины

Для всех рабочих инструментов двухполуволновой длины влияние угла поворота является значительным. Амплитуда тока на частоте собственного резонанса колебатель-

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №1 2011

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АКУСТИЧЕСКОГО КОНТАКТА МЕЖДУ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ И СМЕННЫМ РАБОЧИМ ИНСТРУМЕНТОМ

ной системы постепенно снижается, и появляется паразитный резонанс на частоте, выше частоты основного резонанса на 1,5-2 кГц (рисунок 2, а). Возникают сильные изгибные колебания, а соответственно и громкий звон в слышимом диапазоне частот. Амплитуда тока паразитного резонанса более чем в 2 раза превышает амплитуду тока на частоте основного резонанса. Появление акустической нагрузки (рабочее окончание погружается в воду на 4 см) несколько уменьшает искажения, но недостаточно для качественной работы УЗ аппарата (рисунок 2, б).

Для всех рабочих инструментов трехполуволновой длины искажения характеристик появляются даже при углах поворота вплоть до 24° (рисунок 3), которые для двухполуволновых рабочих инструментов гарантированно обеспечивают достаточное качество акустического контакта и надежность работы системы управления. Следует отметить также появление дополнительных резонансов. Появление акустической нагрузки (погружение в воду) не оказывает влияние на изгибные колебания. Таким образом, возникает необходимость применять максимальное усилие закручивания. В противном случае, из-за возникновения паразитных колебаний высокой амплитуды, возможно разрушение инструмента.

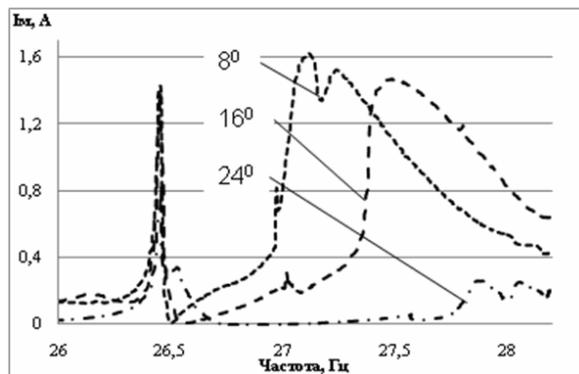


Рисунок 3 – АЧХ колебательной системы с присоединенным рабочим инструментом трехполуволновой длины

Основным критерием недостаточности акустического контакта является резкое увеличение величины тока механической ветви в конце частотного диапазона поиска резонансной частоты, при наличии ярко выраженного резонанса в середине диапазона.

Таким образом, полученные результаты позволяют предложить следующий критерий оценки качества акустического контакта. При настройке ультразвукового аппарата необходимо выбирать частотный диапазон перестройки таким образом, чтобы собственная частота колебательной системы со всеми сменными рабочими инструментами располагалась как можно ближе к середине этого диапазона. Если на частоте выше ярко выраженного максимума амплитудно-частотной характеристики (основного резонанса) появляется паразитный резонанс, то можно с уверенностью судить о недостаточном качестве акустического контакта для обеспечения номинального режима работы колебательной системы. Количественную оценку качества акустического контакта можно дать по численному значению отношения амплитуды тока паразитного резонанса к амплитуде тока на частоте собственного резонанса. Так, если это отношение превышает значение 0,5–0,7, то гарантировать работу колебательной системы в номинальном режиме нельзя.

Учет найденного критерия позволит предотвратить поломку ультразвукового оборудования и обеспечить работу УЗ аппаратов с максимальной эффективностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abramenko, D.S. Investigation of influence of acoustical contact on parameters of ultrasonic oscillatory system [Text] / V.N. Khmelev, D.S. Abramenko, V.V. Pedder, S.N. Tsyganok, R.V. Barsukov, M.V. Khmelev // International conference and seminar on micro/nanotechnologies and electron devices EDM'2009. – Novosibirsk: NSTU, 2009. – P. 225–232.
2. Абраменко, Д. С. Контроль параметров ультразвуковых технологических аппаратов [Электронный ресурс] / В.Н. Хмелев, Д.С. Абраменко, Р.В. Барсуков, Д.В. Генне // Электронный журнал «Техническая акустика». – 2010. – 13. – 13 с. – Режим доступа: <http://ejta.org/ru/khmelev7>.