

Модальный анализ показал, что резонансной является частота колебаний вдоль оси  $Y$ , равная 26,3 кГц. В ходе гармонического анализа был рассчитан коэффициент усиления  $K_y$ , равный отношению осредненной амплитуды перемещений узкой грани к отношению осредненной амплитуды перемещений широкой грани. График зависимости коэффициента усиления от частоты приведен на рис. 5.

Расчеты показали, что наибольший коэффициент усиления  $K_y$  равен 2,62 при частоте 26,5 кГц.

По результатам проведенных расчетов определены параметры нагружения экспериментальной установки, позволяющие получить максимальный коэффициент усиления  $K_y$  для заданных физико-механических и геометрических характеристик акустического трансформатора.

**Л.Н. Бутымова, В.Я. Модорский**

Пермский государственный технический университет

## **АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

Акустические трансформаторы (АТ), или волноводы применяются для получения высокочастотных колебаний большой амплитуды (рис. 1).

Размеры акустического трансформатора, физико-механические, температурные и электромагнитные характеристики материала конструкции приводятся в статье<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Анализ колебательных режимов акустического трансформатора / Л.Н. Бутымова [и др.] // Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах (НПС–2010): материалы X Междунар. конф. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010.

Проведем анализ напряженно-деформированного состояния конструкции при максимальном значении коэффициента усиления  $K_y^{\max}$ .

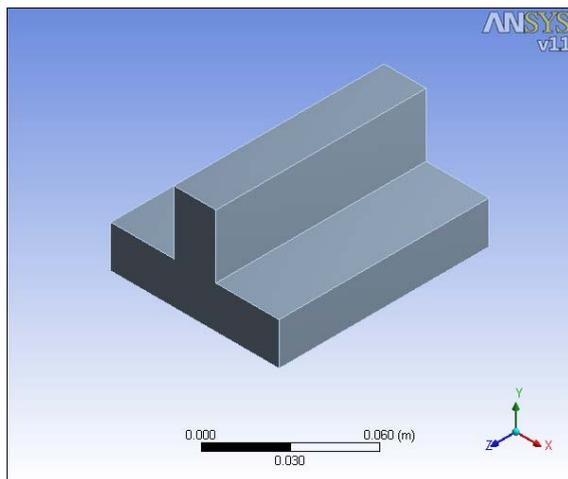


Рис. 1. Общий вид твердотельной модели АТ

Рассмотрим поле перемещений акустического трансформатора (рис. 2, *а, б*). Очевидно, что максимальное значение перемещения величиной 6,6 мкм локализуется на периферии конструкции, в верхней ее части. В центре узкой грани значение перемещения минимально и равно 3,9 мкм.

Наблюдение за кинограммой перемещений (рис. 3, *а, б, в*) показало, что узкая грань при работе акустического трансформатора не сохраняет плоскости. Это снижает эффективность технологического процесса при использовании волноводов. При нагружении широкой грани синусоидальной нагрузкой с частотой 26,5 кГц наблюдается распространение волны сжатия в направлении узкой грани (оси  $Y$ ). При этом волна сжатия достигает поверхности  $C$  раньше, чем поверхности  $A$  (рис. 4). Кроме того, наблюдается отражение волны сжатия от грани  $A$ . Запаздывание волны, отраженной от грани  $A$ , по сравнению с волной, отраженной от грани  $C$ , приводит к возникновению изгиба в волноводе в плоскости торцов.

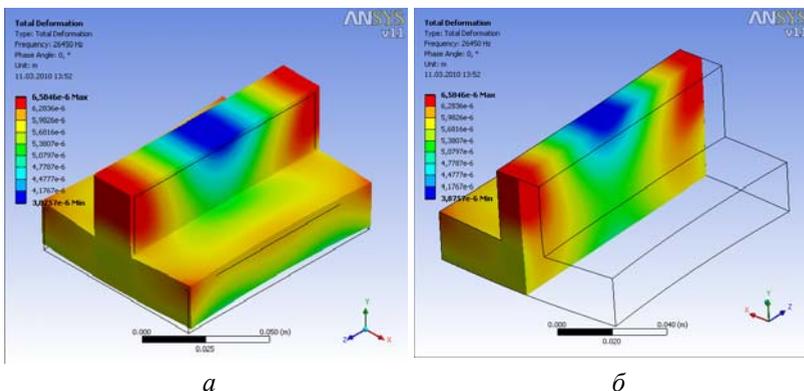


Рис. 2. Поле перемещений: *a* – на поверхности акустического трансформатора; *б* – в продольном сечении акустического трансформатора

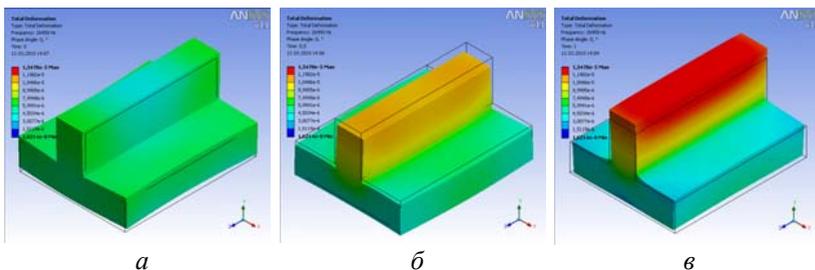


Рис. 3. Кинограмма поля перемещений акустического трансформатора:  
 $a - t_1 = 1с$ ;  $б - t_2 = 2с$ ;  $в - t_3 = 3с$

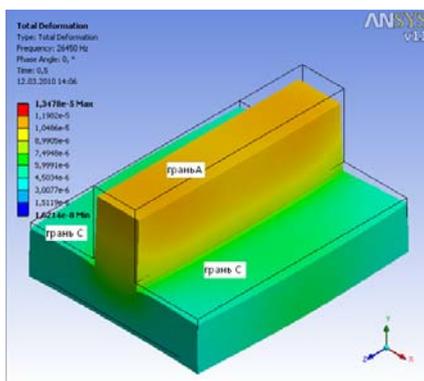


Рис. 4. Механизм перемещения граней акустического трансформатора

Результаты расчетов показали, что необходимая прочность обеспечивается. Сравнение максимальных напряжений, рассчитанных в вычислительном эксперименте ( $\sigma_{\max}^{B3}$ ) при заданной частоте 26,5 кГц, равных 3 МПа показало, что они меньше допустимых напряжений ( $[\sigma] \approx 500$  МПа) (рис. 5). Максимальные напряжения реализуются в геометрическом центре конструкции (рис.5, а, б), а также на поверхности узкой грани. По мере удаления от центра напряжения падают до минимального значения равного 0,6М Па. Распределения напряжений напоминают концентрические окружности (рис. 5, а, б).

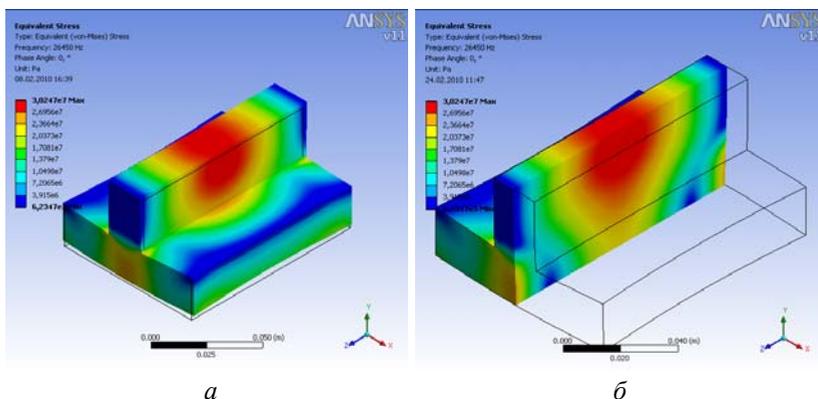


Рис. 5. Поле напряжений: а – на поверхности акустического трансформатора; б – в продольном сечении акустического трансформатора

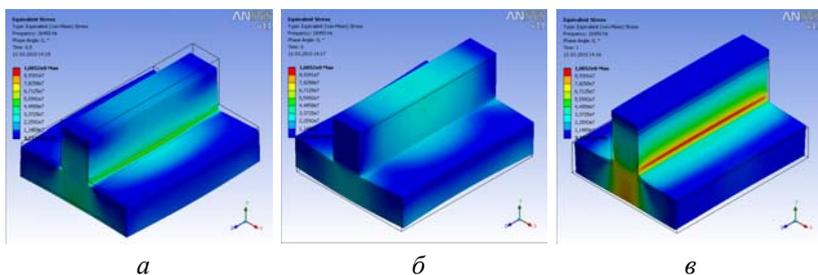


Рис. 6. Кинограмма поля напряжений акустического трансформатора: а –  $t_1 = 1c$ ; б –  $t_2 = 2c$ ; в –  $t_3 = 3c$

Кинограмма напряжений показывает, как формируется поле напряжений. Начиная из центра широкой грани, волна концентрируется в середине волновода, поднимаясь к узкой грани (рис. 6, а, б, в).

При медленном приложении нагрузки, можно увидеть поле максимальных напряжений, возникающих в конструкции (см. рис. 5, а, б).

По результатам проведенных расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Определены параметры экспериментальной установки, позволяющие получить максимальные  $K_y$  для заданных физико-механических характеристик и геометрии акустического трансформатора.

2. В ходе вычислительного эксперимента подтверждена прочность акустического трансформатора при  $K_y^{\max}$ .

3. Узкая грань при работе изгибается, что приводит к падению эффективности технологического процесса при использовании волноводов.

**Вад.В. Воеводин**

Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ им. М.В. Ломоносова

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТЫ С ПАМЯТЬЮ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ПРОГРАММ**

На сегодняшний день существует много средств и технологий для повышения эффективности выполнения программ, однако в большинстве своем они ориентированы либо на работу в рамках конкретной аппаратуры, либо на оптимизацию определенного свойства программы. Представленная работа направлена на создание унифицированного подхода к изучению эффективности всего процесса отображения алгоритма на различные аппаратные платформы. Основной идеей является детальное описание трех этапов процесса отображения – алгоритмов, программ и их реализаций – с помощью набора характеристик, оценивая которые можно оценить и эффективность самого процесса