ТеСИС

Инжиниринговая компания «ТЕСИС»
Труды международного форума

Инженерные системы – 2014

7–8 апреля 2014

Москва 2014

Экономический эффект

По предварительной оценке экономический эффект от внедрения данного подхода на одном блоке, где действие падающего самолёта является определяющим, лежит в пределах 500 млн. рублей.

Список литературы

1. А.Н. Бирбраер. Расчет конструкций на сейсмостойкость. Санкт-Петербург, «Наука», 1998.
2. Simulia: Abaqus Analysis User's Manual. Version 6.13
3. ASCE 4-98. ASCE STANDARD. Seismic ANALYSIS of safety Related Nuclear Structures and Commentary. Approval 1992

РАСЧЕТ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРОДОЛЬНЫХ И ПРОДОЛЬНО-КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА ABAQUS

Лавриненков А.Д., *ассистент*

НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина

Введение

В абсолютном большинстве работ по применению ультразвука в технологических процессах используются волновые, 1/2 - волновые и 3/2 - волновые преобразователи ультразвуковых колебаний с поперечным сечением в виде круга и с концентраторами ультразвуковых колебаний ступенчатой, экспоненциальной, конической и других форм.

Для расчета ультразвуковых преобразователей, как простой, так и сложной геометрии для получения крутильных колебаний используется метод конечных элементов.

Постановка задачи

Для исследования использовался 1\2 - волновой пьезоэлектрический преобразователь продольных колебаний (рис. 1) рассчитанный аналитическим способом.

При повышенных скоростях обработки (свыше 20 м/мин) на поверхности детали из титановых сплавов появляются надрывы, что может привести к формированию микротрещин на поверхности и в приповерхностном слое детали при дальнейшей эксплуатации.

В связи с этим возникает вопрос о наложении на инструмент комплексных ультразвуковых колебаний, как например, продольно-крутильных, для уменьше-

ния адгезионных сил трения, которые ограничивают применение процесса для упрочнения титановых сплавов.

Целью работы являлся расчет волнового преобразователя с концентратора продольно-крутильных колебаний на базе 1/2-волнового преобразователя продольных колебаний методом конечных элементов (КЭ) в среде пакета Abaqus.

Было проведено моделирование 1/2-волнового преобразователя продольных колебаний (рис.1) по схеме, представленной на рис. 2.

Преобразователь колебаний состоит из ступенчатого концентратора 1, материалом которого является сталь 30ХГСА, двух пьезоэлектрических колец 2 из пьезокерамики РСМ-41, накладки 3 из стали 40Х13, все детали стягиваются в один пакте с помощью шпильки 4 и гайки 5 из стали 40Х.

Рис. 1 - 1/2-волновой преобразователь продольных колебаний

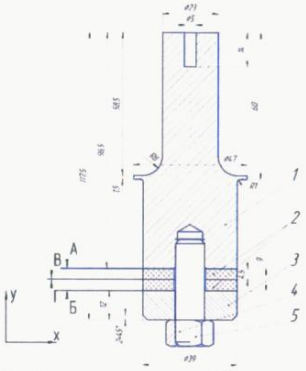


Рис. 2 - Расчетная схема 1/2-волнового преобразователя продольных колебаний:
1 - концентратор продольных колебаний,
2 - пъезоэлектрческие кольца, 3 - накладка,
4 - шпилька, 5 - гайка; А, Б, В, Г - поверхности приложения электрического потенциала

Преобразователь моделировался в осесимметричной и объемной постановке, с дальнейшим сравнением полученных амплитудно-частотных характеристик с характеристиками реального преобразователя. При моделировании между всеми деталями волновода задавалась связь, моделирующая акустический контакт. К поверхностям А, Б, В и Г прикладывался электрический потенциал.

Свойства металлических деталей преобразователя задавались коэффициентом Пуассона, модулем Юнга, также задавалась плотность материала.

Пьезокерамика РСМ-1 характеризуется диэлектрическими, механическими и пьезоэлектрическими свойствами.

Направление поляризации пьезокерамических колец соответствовало оси Y.

Расчет состоит из двух анализов:

1) частотного анализа, который позволяет определять собственные частоты, формы и тона колебаний преобразователя. В качестве решателя частотного анализа был выбран решатель Lanczos. На всех 4-х поверхностях пьезокерамических колец действует нулевое напряжение.

2) совместный пьезоэлектрический анализ и отклик системы на гармоническое возбуждение, который позволяет определять амплитуды колебаний и напряжения в теле преобразователя.

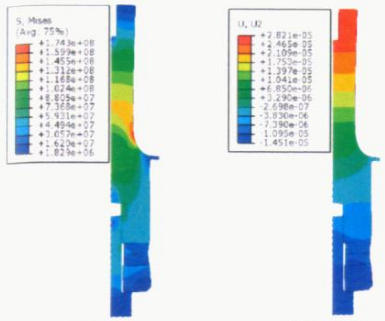
В реальности между всеми деталями преобразователя существует акустический контакт, обеспечивающий прохождение ультразвуковой волны по всей длине преобразователя и гарантирующийся стягиванием всех деталей в пакет болтом. Для моделирования акустического контакта между деталями преобразователя использовался коннектор Tie.

Типом конечного элемента для металлических деталей осесимметричной модели был выбран 4-х узловой билинейный осесимметричный четырёхсторонний элемент CAX4R, пьезоэлектрических дисков - 4-х узловой билинейный осесимметричный пьезоэлектрический четырёхсторонний элемент CAX4E. Типом конечного элемента для металлических деталей объемной модели был выбран 10-ти узловой тетраэдр C3D10, для пьезоэлектрических дисков - 10-ти узловой тетраэдр C3D10E.

Замер амплитуды продольных колебаний производился бесконтактным емкостным виброметром БМ1-1. Замер амплитуды крутильных колебаний свободного торца концентратора продольно-крутильных колебаний производился оптическим методом с помощью лазерного луча, направленного на зеркальце, которое было закреплено на цилиндрической поверхности концентратора у кромки торца. Для замера собственных частот использовался генератор сигналов Г3-33.

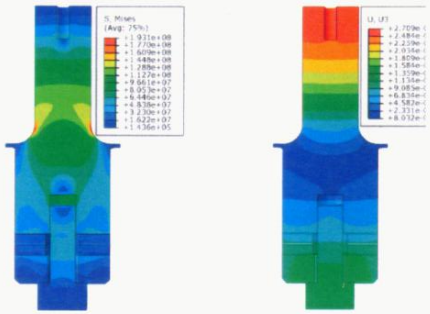
В месте перехода со ступени большего диаметра на ступень меньшего диаметра концентратора преобразователя действуют максимальные интенсивности напряжений величиной 175 - 195 МПа (рис. 3а, рис. 4а). Максимальная амплитуда колебаний соответствует рабочему торцу концентратора и составляет в среднем 27-30 мкм (рис. 3б, рис. 4б).

Задачей конечно-элементного моделирования является подбор длины концентратора продольно-крутильных колебаний, при которой место крепления волнового преобразователя в корпусе по фланцу концентратора продольных колебаний будет характеризироваться минимальными амплитудами продольных и крутильных колебаний, а свободный торец концентратора продольно-крутильных колебаний будет характеризироваться максимальными амплитудами продольных и крутильных колебаний. В таблице 1 занесены результаты измерений.



(а) (б)

Рис. 3 - Распределение интенсивности напряжений по Мизесу (а) и полуамплитуды продольных колебаний (б) осесимметричной модели



(а) (б)

Рис. 4 - Распределение интенсивности напряжений по Мизесу (а) и полуамплитуды продольных колебаний (б) объемной модели

Таблица 1.

	Осесимметричная м-ль	Объемная м-ль	Реальный волновод
Параметр			
Частота, Гц	21463	21444	21000
Амплитуда, мкм	28	27	43

Для симметрии поперечного сечения концентратор продольно-крутильных колебаний имеет две винтовые канавки глубиной - 5 мм, шириной - 4 мм и с углом наклона - 450.

Уменьшение длины преобразователя с концентратором продольно-крутильных колебаний по сравнению с волновым преобразователем продольных колебаний составила 14,5 мм.

Упругие деформации преобразователя представлены на рис. 5. Максимальные интенсивности напряжений соответствует углублениям винтовых канавок, в отличие от 1/2 волнового преобразователя, у которого максимальные напряжения соответствует месту перехода со ступени большего диаметра на ступень меньшего диаметра концентратора (рис. 6). По размерам, полученным в результате расчета, был изготовлен концентратор продольно-крутильных колебаний (рис. 7), с помощью шпильки соединен с 1/2-волновым преобразователем продольных колебаний.

Рис. 5 - Упругая деформация

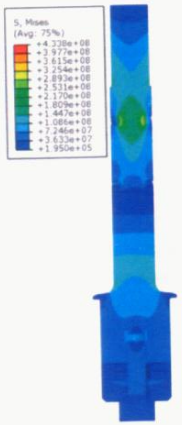


Рис. 6 - Распределение интенсивности напряжений

Рис. 7 -Концентратор продольно-крутильных кол-й

Частотно - амплитудные характеристики рабочего торца преобразователя, полученные в результате расчета, и реального преобразователя занесены в таблицу 2.

Таблица 2.

	КЭ модель	Реальный волновод
Параметр		
Частота, Гц	22191	21900
Амплитуда продольных кол-й, мкм	23	34
Амплитуда крутильных кол-й, мкм	15	10-11

Выводы

Использование осесимметричной модели при моделировании преобразователя значительно сокращает время расчета без потери точности определения амплитудно-частотных характеристик преобразователя в сравнении с объемной моделью.

Добавление концентратора продольно-крутильных колебаний с винтовыми канавками к 1/2 - волновому преобразователю приводит к увеличения резонансной частоты и уменьшению резонансной длины продольных колебаний, при которой узел амплитуд колебаний будет располагаться в месте крепления преобразователя в корпусе

Погрешность расчета собственных частот продольных колебаний преобразователя продольно-крутильных колебаний по сравнению с частотами реального преобразователя составила 1,5 %.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВЕРХНЕЙ ТРЕТИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПРИ ЕЕ МЕЖВЕРТЕЛЬНОМ ПЕРЕЛОМЕ И НАКОСТНОЙ ФИКСАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШЕЕЧНОГО ВИНТА СО СПИРАЛЕВИДНОЙ РЕЗЬБОЙ

Левадный Е.В.[1], Нуштаев Д.В.[2]

[1] *Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина*

[2] *ООО «ТЕСИС», г. Москва, Россия*

Введение

Одним из серии численных анализов применения различных типов фиксации межвертельного перелома бедренной кости был выбран способ внешней накостной фиксации угловой пластиной с одним шеечным винтом со спиралевидной резьбой.

Была построена необходимая геометрическая модель, отвечающая с одной стороны достаточным требованиям для проведения сравнительного анализа, и с другой стороны - необходимым требованиям для качественной оценки конструкции, а также конечно-элементная модель для выполнения численного анализа. Проведены расчеты с целью определения напряжений и установившихся положений бедренной кости с накостной фиксации с применением накостного имплантата.

Цель: Определить особенности распределения нагрузок в бедренной кости при использовании накостного имплантата с шеечным винтом со спиралевидной резьбой при различных прочностных характеристиках костных тканей, соответствующих нормальному и остеопоротическому состояниям.

Геометрическая модель

Бедренная кость

Компьютерная томография бедренной кости выполнена на спиральном рентгеновском томографе Siemens, шаг среза составил 2 мм. Генерация трехмерной твердотельной модели бедренной кости проведена с применением компьютерной системы обработки медицинских изображений. Усредненная виртуальная стереолитографическая модель (STL-модель) обработана с использованием различных масок и фильтров таким образом, чтобы максимально сохранить особенности анатомического строения кости. STL-модель была преобразована в твердотельную модель с применением CAD-пакета SolidWorks.