

При проведении численных расчетов был разработан алгоритм моделирования в ANSYS FLUENT и ANSYS Thermal связанных задач теплопередачи идеальным газом применительно к классу тонкостенных конструкций.

Список литературы

1. Модорский В.Я., Соколкин Ю.В. Газоупругие процессы в энергетических установках. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 176 с.
2. Вольмир А.С. Оболочки в потоке жидкости и газа: Задачи гидроупругости. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 320 с.
3. ANSYS 12.1 Help.

О.В. Пищулина, В.Я. Модорский

Пермский государственный технический университет

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ОПРАВКИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ НАМОТКИ ТРУБ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Создание высокотехнологичных производств связано с разработкой перспективных технологических установок. Предлагается создание современного производства труб из композиционных материалов с использованием подвижных оправок для непрерывной намотки. Их применение позволит добиться снижения стоимости изделий до уровня стоимости традиционных стальных труб за счет повышения производительности и снижения стоимости оборудования. При этом сохраняются все достоинства композиционных труб: долговечность, легкость, коррозионная стойкость.

Разработка новой конструкции оправки проводится в ходе вычислительного эксперимента. Базовый вариант оправки показан на рис. 1.

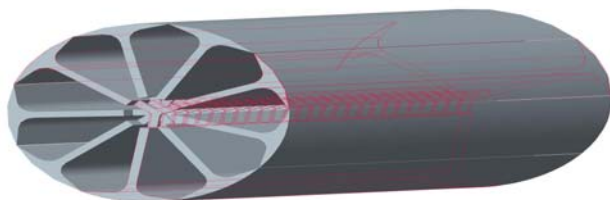


Рис. 1. Базовый вариант оправки

На первом этапе подготовки вычислительного эксперимента производится разработка физической модели:

конструкция трехмерная;

учитывается действующее давление на оправку при намотке $P = 0,6$ МПа;

конструкция закреплена консольно;

материал конструкции упругий, изотропный;

характеристики материала соответствуют Стали 40.

На втором этапе разработана математическая модель, которая включает в себя следующие уравнения:

уравнения равновесия в напряжениях;

геометрические соотношения Коши;

обобщенный закон Гука.

Исходная система дифференциальных уравнений в частных производных замыкается начальными и граничными условиями.

Разработан план проведения вычислительного эксперимента (табл. 1).

Таблица 1

План проведения вычислительного эксперимента

Характеристика	Номер варианта							
	базовый	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
D , мм	150	200	320	150	150	150	150	150
$S_{\text{окон}}$, мм ²	—	—	—	13 %	23 %	33 %	—	—
$h_{\text{ребра}}$, мм ²	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	3	1

Рассмотрим подробнее табл. 1. Варианты 2 и 3 отличаются от базового диаметром. Им соответствует определенный номер двутавра. Варианты 4, 5 и 6 отличаются от базового тем, что в полке элемента двутавра, служащей ребром жесткости, вырезаются «окна». Суммарная площадь всех окон составляет 13 % (вариант 4), 23 % (вариант 5) и 33 % (вариант 6) от площади полки двутавра без окон. Варианты 7 и 8 отличаются от базового тем, что толщина полки меньше, чем толщина полки базового варианта по ГОСТ.

Результаты проведения вычислительного эксперимента по оценке НДС оправки при действии наружного давления представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты вычислительного эксперимента

Номер варианта	Масса, (кг)	Макс. перемещения, $U_{\max}(10^{-5} \text{ м})$	Макс. деформации, $\epsilon_{\max}$	Макс. напряжения, $\sigma_{\max}$ (МПа)
1-й базовый	143,3	3,02	0,033 %	66,61
2	258,9	3,8	0,035 %	71,1
3	677,2	3,46	0,035 %	70,29
4	124,2	3,38	0,033 %	66,52
5	109,9	4,22	0,032 %	64,18
6	95,6	7,73	0,042 %	85,81
7	111,9	4,08	0,047 %	95,73
8	80,5	173,59	0,002 %	497,4

Наиболее рациональным представляется вариант 8, с окнами.

Результаты расчетов варианта 8 показаны на рис. 2–5. Построены поля перемещений (см. рис. 2), поля деформаций (см. рис. 3), поля напряжений (см. рис. 4) и поля перемещений вдоль оси ОУ (см. рис. 5) для оправки с толщиной ребра 1 мм без учета собственного веса, но с учетом давления на наружную поверхность оправки при намотке $P = 0,6$ МПа.

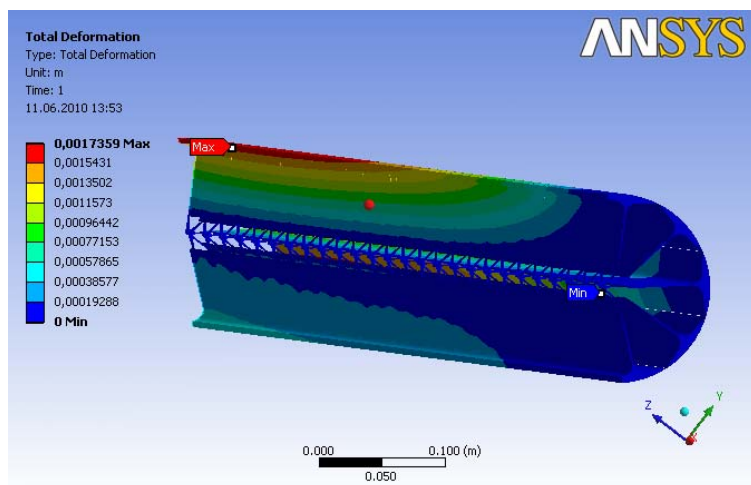


Рис. 2. Распределение суммарных перемещений, м

Анализ рис. 2 показал, что перемещения не превышают значений $4,089 \times 10^{-5}$ м. В заделке перемещения равны нулю.

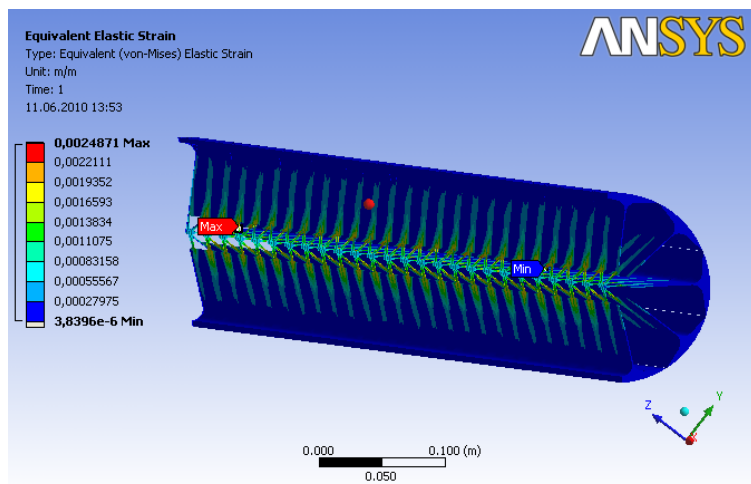


Рис. 3. Распределение деформаций

Анализ рис. 3 показал, что область максимальных деформаций располагается вблизи оси симметрии оправки, примерно на расстоянии 0,4 м от свободного торца оправки. Максимальные деформации достигают значения 0,002 %.

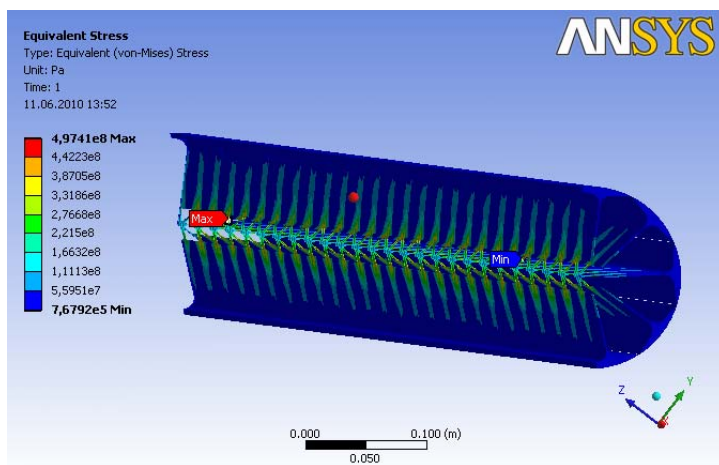


Рис. 4. Распределение напряжений, Па

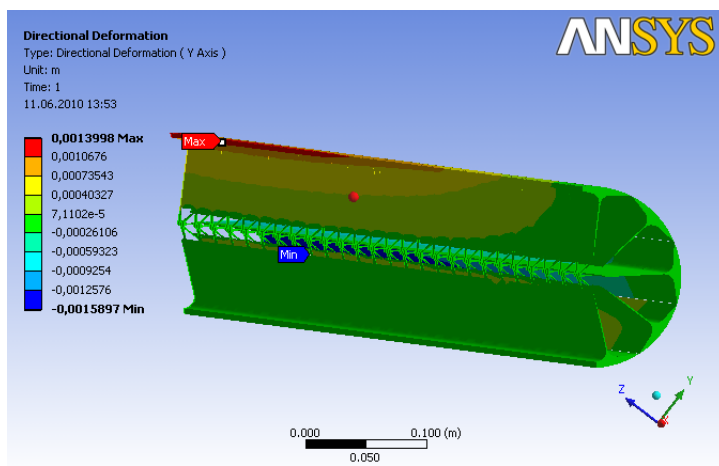


Рис. 5. Распределение перемещений OY, м

Анализ рис. 4 показал, что область максимальных напряжений располагается вблизи оси симметрии оправки, примерно на расстоянии 0,4 м от свободного торца оправки. Максимальные напряжения достигают значения 497,41 МПа.

Анализ рис. 5 показал, что перемещения вдоль оси ОУ не превышают значений $1,399 \times 10^{-3}$ м. В заделке перемещения равны нулю.

Полученные перемещения и напряжения меньше допустимых, а масса является минимальной.

П.Н. Полежаев

Оренбургский государственный университет

**АЛГОРИТМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАДАЧ
ДЛЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА С УЧЕТОМ СЕТИ
И МНОГОПРОЦЕССОРНОСТИ УЗЛОВ**

Существующие алгоритмы планирования задач для кластерных вычислительных систем, используемые в современных управляющих системах, демонстрируют неплохую эффективность работы. Однако имеется возможность дальнейшего роста их производительности за счет учета топологии вычислительной системы и многопроцессорности узлов.

Действительно, если алгоритм планирования будет назначать процессы параллельной задачи на топологически близкие вычислительные ядра, то это приведет к снижению времени ее исполнения в силу сокращения коммуникационных задержек при передаче данных между ее процессами. Это, в свою очередь, увеличивает производительность всей вычислительной системы.

Учет многопроцессорности вычислительных узлов при планировании также положительно сказывается на показателях работы кластерной системы, так как время выполнения коммуникационных операций между процессами параллельной программы, исполняющимися на соседних процессорах (или ядрах) одного узла, гораздо меньше, чем между процессами, исполняющимися на разных узлах.