НДС ШЕСТИГРАННОЙ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ В УСЛОВИЯХ ПОЛЗУЧЕСТИ

¹Куликов И.С., ²Шкиндер И.В.

¹ООО «Плазмакрафт», Смоленск ²ОУ Белорусский национальный технический университет, Минск

В настоящее время в Республике Беларусь по российскому проекту строится АЭС. Одним из важнейших элементов активной зоны ядерного реактора является чехол тепловыделяющей сборки, представляющий собой тонкостенную шестигранную оболочку. Данная оболочка работает в условиях механической нагрузки (внутреннее или внешнее давление, зависящее от конструкции ядерного реактора) и неравномерного нагрева в условиях тепловой или радиационной ползучести. Упругое напряженнодеформированное состояние таких оболочек рассмотрено в работах Власова В.3./1,2/. Приближенное численное решение задачи с учетом ползучести и радиационного распухания дано в монографии /3/. Учитывая наличие сегодня таких мощных вычислительных инструментов как программные пакеты Ansys и SolidWorks, в статье представлено решение, которое получено с применением последнего пакета и его дополнения «SolidWorks Simulation».



Рис. 1. Модель шестигранной оболочки

Длина оболочки L = 1000 мм, сторона шестигранного сечения a = 200 мм, толщина h = 20 мм. Равномерно распределённое внутреннее давление q = 12 МПа. Предполагалось, что материал оболочки, нержавеющая сталь X18H10T , подвержен ползучести..

Начало исследование начинается с выбора типа исследования, в нашем случае - нелинейное:



Свойства материала оболочки задаются во вкладке «Свойства материала»

Иатериал	
 SolidWorks DIN Materials solidworks materials solidworks materials Sustainability Extras Hастроенный пользователем материал Пастмасса Пластмасса Сталь AISI 321 Отожженная нержавеющая 	Свойства Таблицы и кривые Внешний вид Штриховка Настройка Данные программн Свойства материала Материалы в библиотеке по умолчанию не могут редактироваться. Необходимо скопировать материал в настроенную пользователем библиотеку и затем его отредактировать. Тип модели: Пластичность - von Mises V Включить эффект текучести Единицы измерения: СИ - H/мм^2 (МПа) V Категория: Сталь Создать кривую напряжения-деформаци Имя: AISI 321 Отожженная нержа критерий разрушения по умолчанию: Описание: Источник: Sustainability: AISI 321 Отожженная нержавеюь Выбрать
	Свойство Значение Единицы г Коэффициент теплового расширения 1.7е-005 /К Массовая плотность 8000 кг/м^3 Коэффициент отверждения 0.85 Не приме Постоянная текучести 1 1.616е-102 (N/m^2)^- Постоянная текучести 2 11.47 Не приме Постоянная текучести 3 1 Не приме Постоянная зависимости текучести от температуры К
Нажмите здесь для использования SOLIDWORKS Materials Web Portal.	Применить Закрыть Сохранить Конфигурация Справка

Для расчета были использованы свойства стали AISI 321, которая является аналогом стали X18H10T.

После задания всех параметров и проведения расчетов были получены следующие результаты:

Картины напряжений, деформаций и перемещений изображены рис. 2 *а, б, в*. со-ответственно

Как можно видеть из рис. 2 *а* , максимальные напряжения возникают на боковых гранях оболочки, величина интенсивности которых составляет 233,34 МПа



Рис. 2 а. Распределение интенсивности напряжений

Максимальная интенсивность деформаций была равна 6,683е-002 (рис. 2б)



Рис. 2 б. Распределение интенсивности деформаций

Как видно из рис. 2 в, максимальные перемещения составили 1,127 мм.



Рис. 2 в. Распределение перемещений точек оболочки



Рис. 3. Выбор точек для построения графиков зависимости перемещений и напряжений от времени, показанных на рис. 4 а ,б

Нелинейная реакция



16662.9, 17.2632

Рис. 4 а . График зависимости перемещений от времени.



Нелинейная реакция

Рис. 4 б. График изменения интенсивности максимальных напряжений

Таким образом, с использованием программного пакета SolidWorks решена задача определения НДС тонкостенной шестигранной оболочки в условиях ползучести. В качестве примера был проведен расчет НДС оболочки из нержавеющей стали X18H10T длиной L=1000 мм, стороной шестигранного сечения а=200 мм, толщиной h=20 мм, нагруженной равномерным внутренним давлением q= 12 МПа. Полученные результаты нуждаются в экспериментальном подтверждении с целью доказательства правомерности использования 3D модели в программном комплексе SolidWorks для решения такого класса задач. В дальнейшем также следует провести компьютерный эксперимент для изучения влияния заданных констант ползучести (степени физической нелинейности) на устойчивость предлагаемой численной схемы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Избранные труды. Том І. Общая теория оболочек. / В.З. Власов Москва: АН СССР, 1963.— 507 с. ОСR.
- 2. Избранные труды. Том III. Тонкостенные пространственные системы. / В.З. Власов; Москва: издательство академии наук СССР, 1964 г. 472 стр.
- 3. Прочность элементов конструкций при облучении / И. С. Куликов, В. Б. Нестеренко, Б. Е. Тверковкин; АН БССР, Ин-т ядер. энергетики. Минск : Навука і тэхніка, 1990. 143,[1] с. : ил.; 20 см.; ISBN 5-343-00557-8.