

## ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КОВША ЭКСКАВАТОРА В СРЕДЕ ANSYS WORKBENCH

Павловец Д.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Современное проектирование предполагает создание оптимальных по материалоемкости конструкций. Для этого ставится оптимизационная задача по уменьшению объёма, в которой изменяемыми параметрами могут быть геометрические размеры. А ограничением может быть предельное напряжение, которое должно обеспечивать прочность конструкции.

Разберем это положение на примере ковша экскаватора объёмом 0,3 м<sup>3</sup>, толщиной стенки 2 см и массой 937,12 кг.

После приложения ранее рассчитанных нагрузок и нахождения напряжений методом конечно-элементного расчёта получаем картину, представленную на рисунке 1.

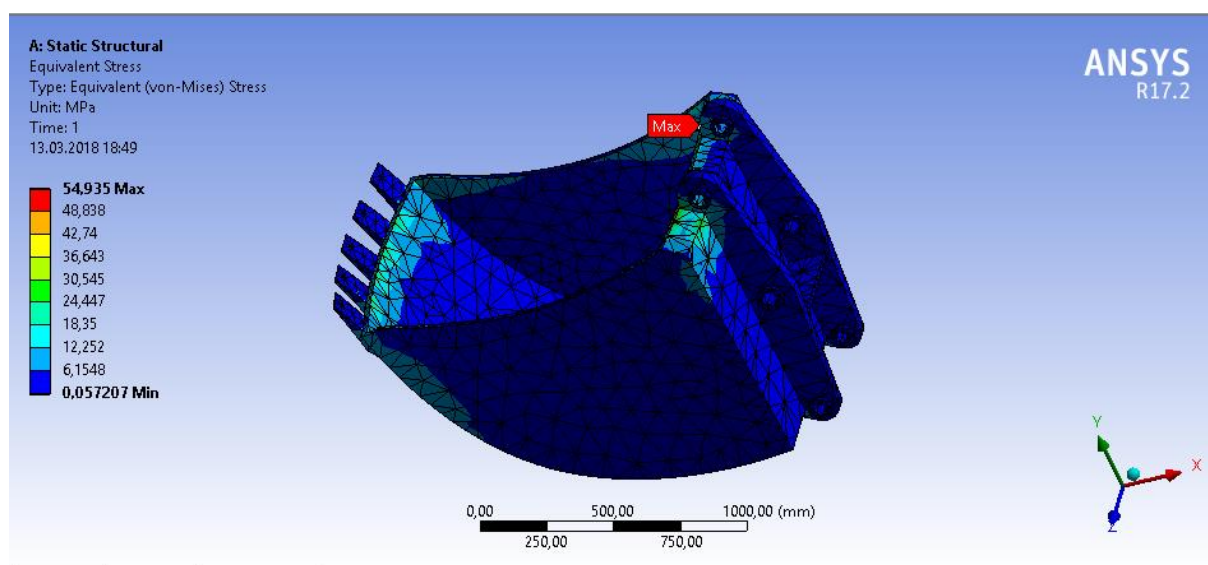


Рисунок 1 – Напряжения

На следующем этапе ставим оптимизационную задачу. Для этого в проекте выбираем пункт Design of experiments объекта Response Surface Optimization и ставим изменяемый параметр – толщина стенки ковша в пределах от 2 до 20 мм. После нажатия кнопки Update производятся расчеты 11 вариантов ковша с разной толщиной стенки. Результаты приведены на рисунке 2.

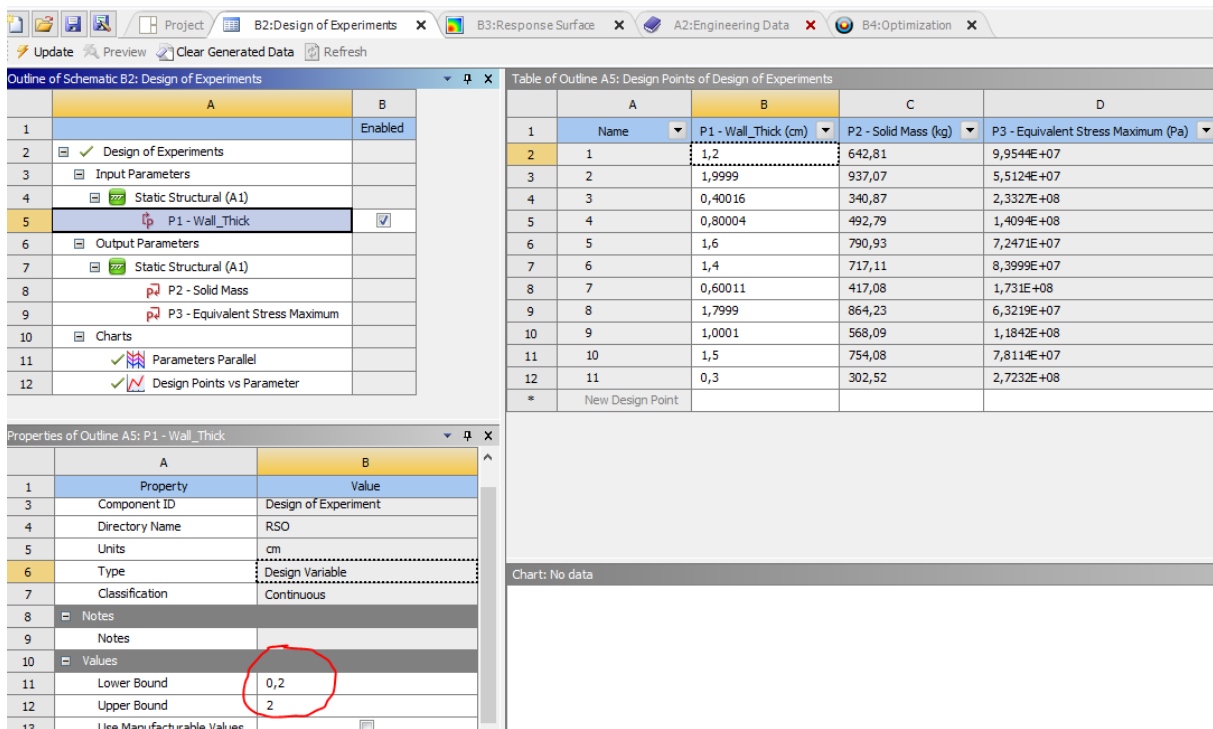


Рисунок 2 – Результаты расчёта

Далее выбираем пункт Response Surface того же объекта и нажимаем кнопку Update и переходим в пункт Optimization.

Здесь задаём следующее:

Ограничение – максимальное напряжение не должно превышать 2,5 Мпа (предел прочности для стали).

Критерием будет масса ковша.

Table of Schematic B4: Optimization							
	A	B	C	D	E	F	G
1	Name	Parameter	Objective		Constraint		
2			Type	Target	Type	Lower Bound	Upper Bound
3	Minimize P2	P2 - Solid Mass	Minimize		No Constraint		
4	P3 <= 2,5E+08 Pa	P3 - Equivalent Stress Maximum	No Objective		Values <= Upper Bound		2,5E+08
*		Select a Parameter					

Рисунок 3 – Критерий и ограничение в оптимизационной задаче

Теперь нажимаем кнопку Update, чтобы решить оптимизационную задачу. По завершении расчётов появляется окно с результатами, изображенное на рисунке 4.

Как видим, у нас есть 3 варианта:

1. При толщине стенки 3,5 мм масса будет составлять 323,86 кг, а максимальное напряжение составляет 2,49 Мпа.
2. При толщине стенки 5,2 мм масса будет составлять 387,1 кг, а максимальное напряжение составляет 1,99 Мпа.

3. При толщине стенки 6,8 мм масса будет составлять 450 кг, а максимальное напряжение составляет 1,62 Мпа.

Table of Schematic B4: Optimization				
	A	B	C	D
1	Optimization Study			
2	Minimize P2	Goal, Minimize P2 (Default importance)		
3	P3 <= 2,5E+08 Pa	Strict Constraint, P3 values less than or equals to 2,5E+08 Pa (Default importance)		
4	Optimization Method			
5	Screening	The Screening optimization method uses a simple approach based on sampling and sorting. It supports multiple objectives and constraints as well as all types of input parameters. Usually it is used for preliminary design, which may lead you to apply other methods for more refined optimization results.		
6	Configuration	Generate 1000 samples and find 3 candidates.		
7	Status	Converged after 1000 evaluations.		
8	Candidate Points			
9		Candidate Point 1	Candidate Point 2	Candidate Point 3
10	P1 - Wall_Thick (cm)	0,3557	0,5213	0,6869
11	P2 - Solid Mass (kg)	★★ 323,86	★★ 387,1	★ 450
12	P3 - Equivalent Stress Maximum (Pa)	★★★ 2,4959E+08	★★★ 1,9937E+08	★★★ 1,619E+08

Рисунок 4 – Результаты оптимизации

Таким образом в процессе оптимизации масса ковша уменьшилась в 2,9 раза.

Работа выполнялась под руководством доцента кафедры «Системы автоматизированного проектирования» Напрасникова В.В.

## Литература

1. Напрасников, В.В. Влияние упрощающих предположений в конечно-элементных моделях компрессорно-конденсаторных агрегатов на спектр собственных частот / В.В. Напрасников, С.В. Красновская // Системный анализ и прикладная математика. – 2014. – № 1–3. – С. 51–55.

2. Красновская, С.В. Обзор возможностей оптимизационных алгоритмов при моделировании конструкций компрессорно-конденсаторных агрегатов методом конечных элементов / С.В. Красновская, В.В. Напрасников // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2016. – № 2. – С. 92–99.

3. Напрасников, В.В. Исследование возможных улучшений рамы компрессорно-конденсаторного агрегата / В.В. Напрасников, С.В. Красновская // Восьмая Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные технологии в промышленности» (ІТІ\*2015) : материалы конф., Минск, 2–3 апреля 2015. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2015. – С. 51–52.