

УДК 658.512

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫШКИ СОТОВОЙ СВЯЗИ В СРЕДЕ ANSYS WORKBENCH

Дранчук А.С.

Научный руководитель – Напрасников В.В. , к.т.н., доцент

Современное проектирование предполагает создание оптимальных по материалоёмкости 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 стойки базовой станции объёмом $0,3 \text{ м}^3$ и массой 2330.4 кг.

После приложения рабочих нагрузок и нахождения напряжений методом конечно-элементного расчёта получаем картину, представленную на рисунке 1. Как видим, напряжение не достигает предела текучести, что позволяет провести оптимизацию.

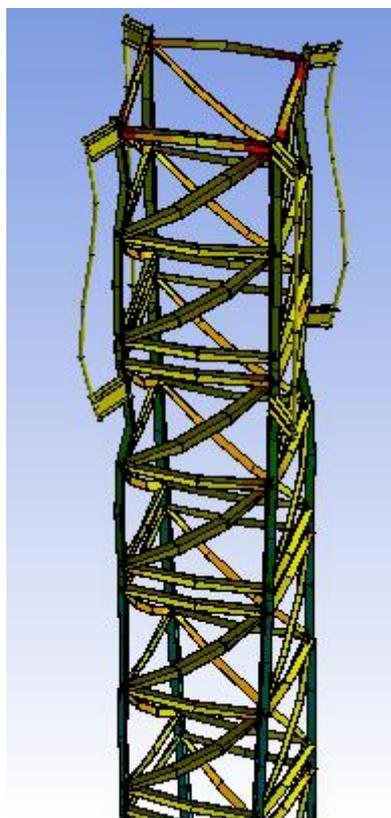


Рисунок 1 – Напряжения

На следующем этапе ставим оптимизационную задачу. Она выглядит следующим образом:

- ограничение – максимальное напряжение не должно превышать 2,5 мпа (предел прочности для стали),
- критерием будет объём конструкции,
- варьируемыми параметрами будут размеры профилей балок.

Для этого в проекте выбираем пункт Designofexperiments объекта ResponseSurfaceOptimization и ставим изменяемый параметр - параметры профилей балок (всего 10). После нажатия кнопки Update производятся расчеты 40 вариантов ковша с разной толщиной стенки. Результаты приведены на рисунке 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Name	P1 - I_W1	P2 - I_W2	P3 - I_W3	P4 - I_t1	P5 - I_t2	P6 - I_t3	P7 - L_W2	P8 - L_W1	P9 - L_t1	P10 - L_t2
2	1	100	100	172.5	8.5	10	12.5	100	100	10	10
3	2	146.19	60.674	248.09	15.048	14.615	14.963	159.36	159.44	9.3463	15.512
4	3	151.57	159.39	232.91	1.0776	4.8371	10.866	41.299	153.62	15.228	11.219
5	4	61.686	125.24	247.79	3.9131	14.034	14.983	47.823	157.29	4.152	15.911
6	5	42.119	158.99	125.25	14.272	4.8434	13.892	157.01	60.998	15.355	4.7279
7	6	59.82	144.81	106.36	15.467	4.9326	10.036	45.829	52.559	10.507	4.0451
8	7	42.567	42.575	224.03	4.6307	15.27	10.281	158.3	48.52	15.254	7.5852
9	8	159.18	159.71	241.18	7.9584	14.55	14.3	153.25	41.156	15.616	7.1103
10	9	45.477	159.56	100.54	7.6744	14.39	10.472	148.57	159.96	6.9522	4.3448
11	10	55.202	43.394	243.25	11.357	15.795	10.307	41.487	44.72	6.3696	13.705
12	11	41.155	47.067	136.2	15.766	15.592	13.364	48.395	159.64	15.941	8.4073
13	12	135.06	155.37	102.94	2.3096	4.4356	13.55	159.21	47.435	5.3828	5.3057
14	13	61.187	158.43	118.55	14.402	15.724	10.384	60.317	157.33	6.6042	15.599
15	14	157.48	147.77	246.71	15.31	4.9535	10.39	130.45	70.992	5.9895	4.1031
16	15	156.49	159.05	109.22	1.8965	7.287	10.657	52.613	41.072	8.6853	15.569
17	16	59.48	133.37	233.51	4.9538	4.3562	14.838	147.34	159.31	15.442	4.8161
18	17	107.19	60.028	105.31	2.131	4.4295	14.762	41.007	120.69	15.613	15.774
19	18	51.35	146.99	216.28	15.961	5.4576	14.21	45.864	150.58	4.1317	6.2269
20	19	135.48	148.98	238.89	15.619	6.1079	11.461	147.19	45.196	15.68	15.594
21	20	148.56	95.147	233.27	1.4744	15.804	10.057	56.965	56.16	6.2576	4.0827

Рисунок 2 – Результаты расчёта

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

1	A	B	C	D	E	F	G
2	Name	Parameter	Objective		Constraint		
3			Type	Target	Type	Lower Bound	Upper Bound
3	P11	P11 - Total Deformation Maximum	No Objective		No Constraint		
4	Minimize P12	P12 - Geometry Volume	Minimize		No Constraint		
5	P13 <= 2.5E+08 MPa	P13 - Maximum Combined Stress Maximum	No Objective		Values <= Upper Bound		2.5E+08
6	P1	P1 - I_W1	No Objective		No Constraint		
7	P2	P2 - I_W2	No Objective		No Constraint		
8	P3	P3 - I_W3	No Objective		No Constraint		
9	P4	P4 - I_t1	No Objective		No Constraint		
10	P5	P5 - I_t2	No Objective		No Constraint		
11	P6	P6 - I_t3	No Objective		No Constraint		
12	P7	P7 - L_W2	No Objective		No Constraint		
13	P8	P8 - L_W1	No Objective		No Constraint		
14	P9	P9 - L_t1	No Objective		No Constraint		
15	P10	P10 - L_t2	No Objective		No Constraint		

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:

	Candidate Point 1	Candidate Point 2	Candidate Point 3
P1 - I_W1	40	160	40.18
P2 - I_W2	40	160	100.06
P3 - I_W3	95	250	146.74
P4 - I_t1	1	12.911	4.0075
P5 - I_t2	4	16	5.7203
P6 - I_t3	10	12.565	10.457
P7 - L_W2	40	40	49.291
P8 - L_W1	40	40	47.119
P9 - L_t1	4	4	4.6376
P10 - L_t2	4	5.0124	4.5277
P11 - Total Deformation Maximum (mm)	0.60652	0.77196	0.62585
P12 - Geometry Volume (mm ³)	★★★ 7.3862E+07	★★★ 1.0388E+08	★★★ 1.1294E+08
P13 - Maximum Combined Stress Maximum (MPa)	★★★ 5.9797	★★★ 6.6151	★★★ 6.3821

Рисунок 4 – Результаты оптимизации

Исходный объём был равен 0,3 м³, а в оптимальной конструкции он составил 0,07 м³(CandidatePoint 1, рис. 4). Таким образом в процессе оптимизации объём конструкции уменьшился более чем в 4 раза.

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 // ВесціНацыянальнайакадэміінавуцБеларусі. 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» (ITI*2015) : материалы конф., Минск, 2–3 апреля 2015. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2015. – С. 51–52.