

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАМЫ КОСИЛКИ В СРЕДЕ ANSYS

Н. Л. Прокопенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель В. Б. Попов

Цель работы

Подобрать толщину ненагруженных элементов рамы косилки для создания равнопрочной конструкции и тем самым уменьшить вес рамы.

Постановка задачи. Рама нагружена усилиями от веса центральной секции $P_{ц} = 8000$ Н, боковых секций $P_{б} = 7500$ Н, центрального редуктора $P_{р} = 1400$ Н, а также от собственного веса конструкции.

Переменные проекта представляют собой те входные параметры проекта, значения которых предполагается менять. В качестве входных параметров выбрана толщина деталей. На рис. 1 изображены элементы рамы косилки и их первоначальная толщина.

Переменные состояния – это характеристики отклика модели, которые используются для оценки проекта на основе установленных критериев. Выходными параметрами являются значение эквивалентных напряжений и деформация рамы косилки.

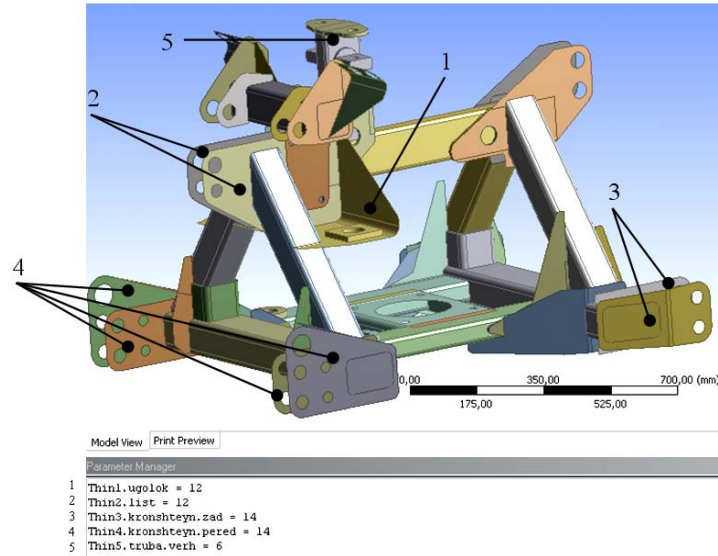


Рис. 1. Входные параметры

Параметрическая модель составляется при помощи дискретного метода оптимизации рис. 2. Дискретный метод состоит в выполнении нескольких последовательных вариантов проекта, начиная с исходного. Характерно, что при этом каждый раз меняется одна переменная проекта в пределах диапазона ее изменения за счет постоянного шага приращения. Этот способ делает возможным общую оценку характера поведения целевой функции и параметров состояния.

Алгоритм расчета производится циклически, сначала перестраивается геометрия проекта в соответствии с входными параметрами, затем на геометрию наносится конечно-элементная сетка, далее происходит расчет модели и вывод выходных параметров.

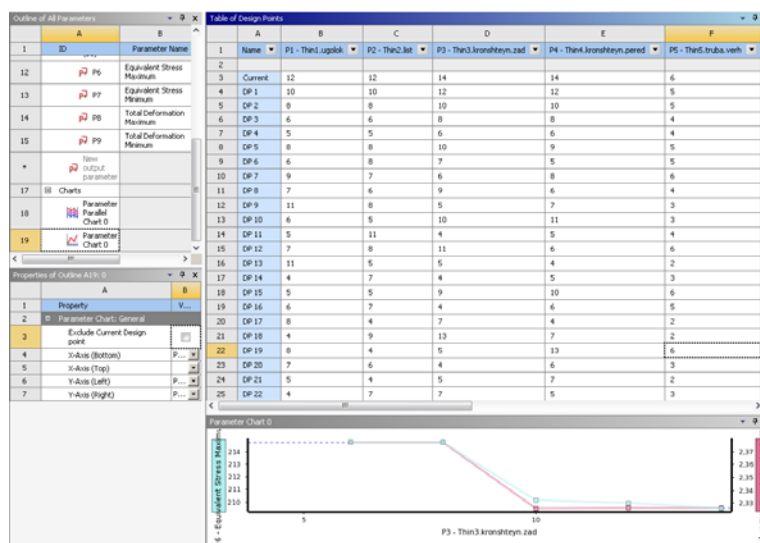


Рис. 2. Параметрическая модель

В процессе оптимизации выбираются новые значения переменных проекта, анализируется новый вариант проекта, оцениваются выходные переменные, а затем результаты используются для повторения всей последовательности действий в попытке минимизировать целевую функцию.

В программе ANSYS используется метод аппроксимирующих функций, с помощью которых осуществляется приближенное описание результатов анализа, полученных для предшествующего варианта разработки. Минимум приближенной целевой функции отыскивается методом минимизирующей последовательности, затем создается следующий вариант проекта. Функция рассматривается в программе как функция без ограничений – за счет введения штрафных членов, ответственных за ограничения переменных проекта.

В программе ANSYS оптимизация проекта представляет собой компьютерную технологию, состоящую в выборе оптимального проекта из нескольких с помощью конечно-элементного анализа. Поскольку необходимо сделать конструкцию рамы равнопрочной, то в качестве критерия выбираем максимальные эквивалентные напряжения, затем вводим значение критерия 212 МПа. Программа предложила три кандидата, соответствующих требованиям (рис. 3).

Анализ полученных результатов лучше проводить, построив функцию отклика. По осям x , y указаны входные параметры толщины (см. рис. 1, поз. 1, поз. 2), в качестве выходного параметра, ось z выбрали максимальные эквивалентные напряжения.

На рис. 3 четко виден экстремум функции максимальных эквивалентных напряжений в пространстве переменных. Значение максимальных эквивалентных напряжений составляют 220 МПа запас прочности с учетом снижения механических характеристик от сварных швов $n = 1,5$.

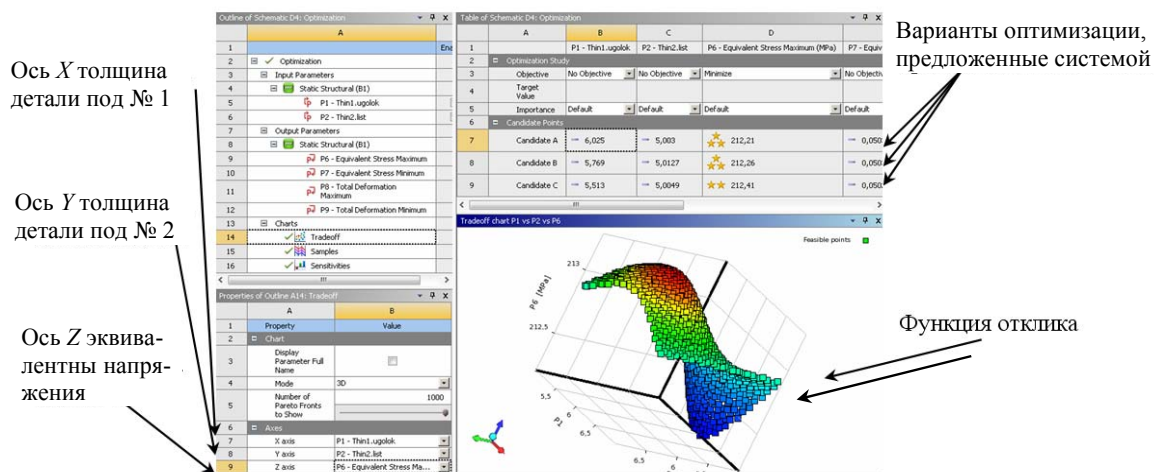


Рис. 3. Оптимизация проекта

В результате оптимизации проекта было получено наилучшее значения толщины деталей рамы:

1. Thin1.ugolok = 5 мм;
2. Thin2.list = 5 мм;
3. Thin3.kronshteyn.zad = 8 мм;
4. Thin4.kronshteyn.pered = 8 мм;
5. Thin5.truba.verh = 4 мм.

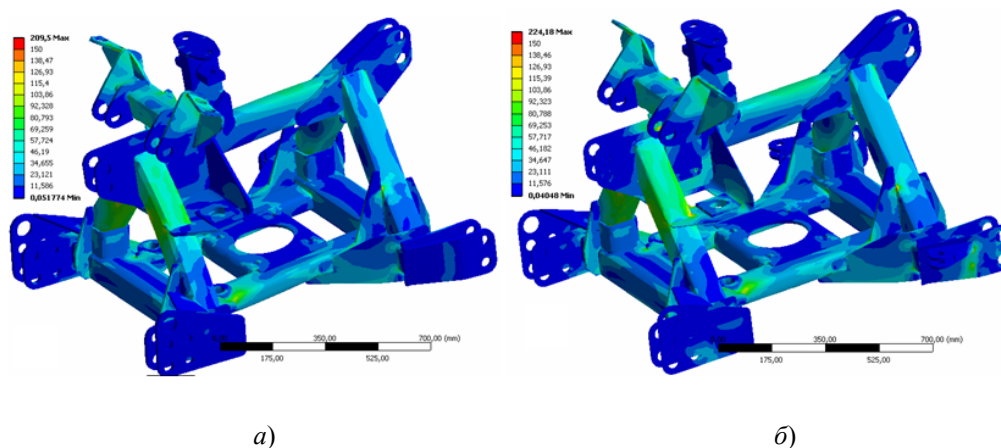


Рис. 4. Поля напряжений конструкции рамы косилки:
а – исходный вариант; б – оптимизированный вариант

Вывод

Анализируя исходный и оптимизированный вариант рамы, видно, что в оптимизированном варианте поля напряжений более равномерно распределены по конструкции (рис. 4), причем их максимальное значение не превышает допустимого. Вес исходной и оптимизированной конструкции, соответственно, составляет $P_{исх} = 2600$ Н, $P_{опт} = 1980$ Н. Оптимизированная конструкция стала легче на $\Delta P = 620$ Н.

Литература

1. ANSYS Online Manuals. Release 5.5. User Programmable Features, 1999.
2. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. – М. : Мир, 1975. – 538 с.
3. Сегерлинд, Л. Применение метода конечных элементов / Л. Сегерлинд. – М. : Мир, 1979. – 392 с.