

# 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.

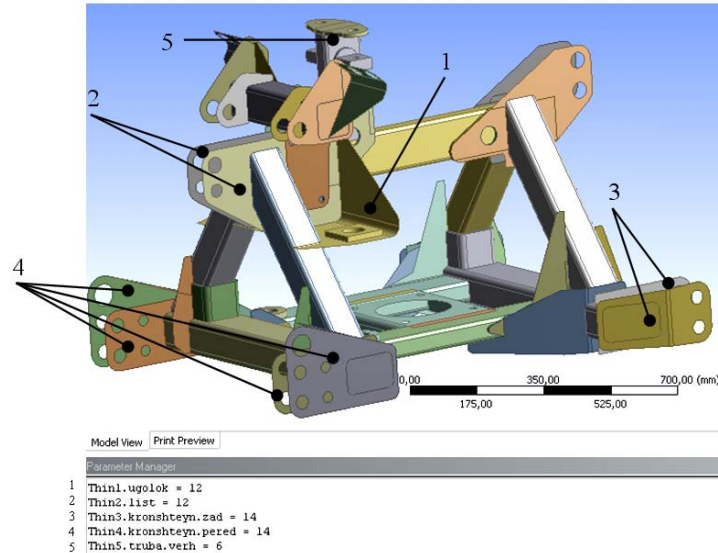


Рис. 1. Входные параметры

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.

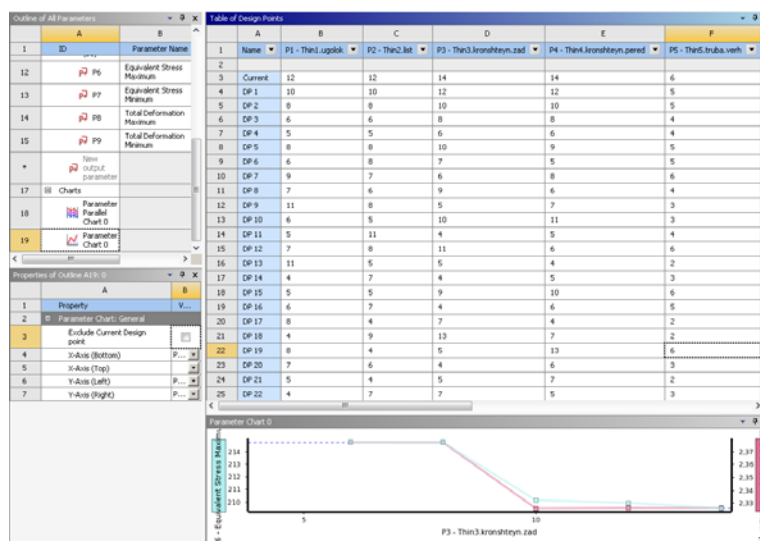


Рис. 2. Параметрическая модель

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  $n = 1,5$ .

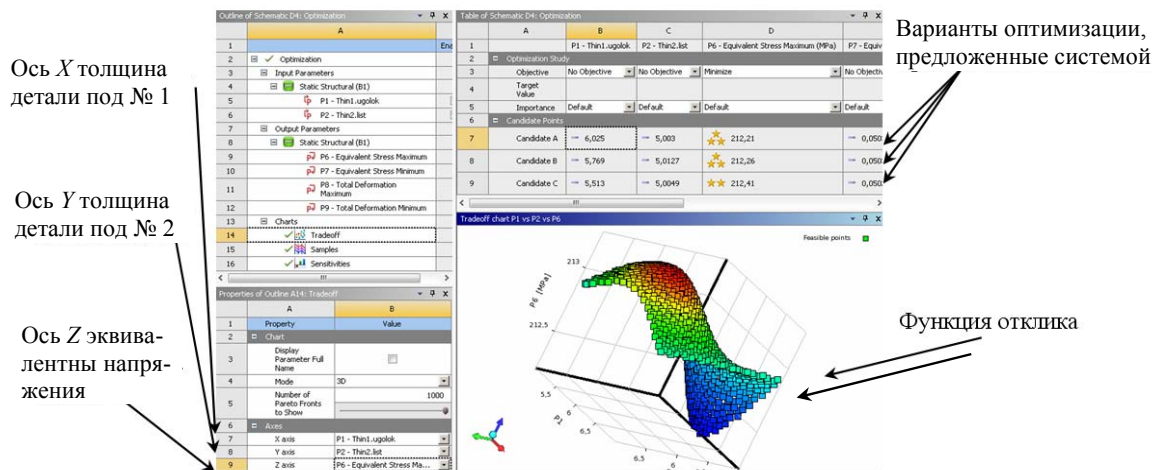


Рис. 3. Оптимизация проекта

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.

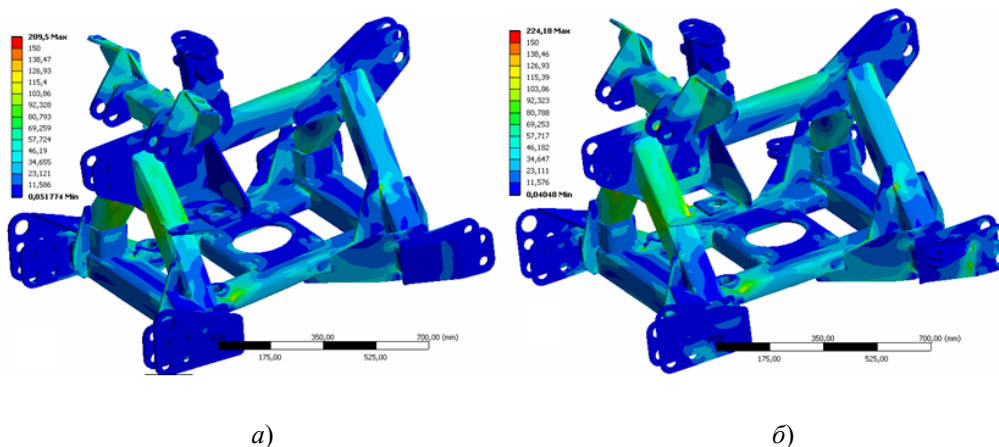


Рис. 4. Поля напряжений конструкции рамы косилки:  
а – исходный вариант; б – оптимизированный вариант

### 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  $P_{\text{исх}} = 2600$  Н,  $P_{\text{опт}} = 1980$  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.