

ЭТАПЫ ПОДГОТОВКИ ОДНОЙ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ

¹Напрасников В.В., ²Ван Цзыжуй

¹*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь, n_v_v@tut.by*

²*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь, 610958034@qq.cjm*

Реферат. В докладе рассматриваются вопросы построения оптимизационной модели на основе внешних процедур оптимизации через программу связку.

На примере одной машиностроительной конструкции рассмотрим одну из возможностей подключения внешних по отношению к комплексу ANSYS процедур оптимизации. Основы моделирования в среде ANSYS изложены, например в работах [1-8].

На рисунке 1 представлены результаты конечно-элементного моделирования конструкции при рабочих нагружениях. Рассчитаны напряжения по теории прочности Мизеса и деформированное состояние конструкции.

Если, как это происходит в рассматриваемом случае, напряжения в конструкции не превышают допустимых и конструкция сохраняет требуемую жесткость, то можно предпринять попытку снижения материалоемкости конструкции путем варьирования ее параметров.

В том случае, когда исследователь желает использовать удобный для него метод поиска экстремума, отсутствующий в предлагаемом разработчиками ANSYS наборе, ему следует подключить этот метод к пакету.

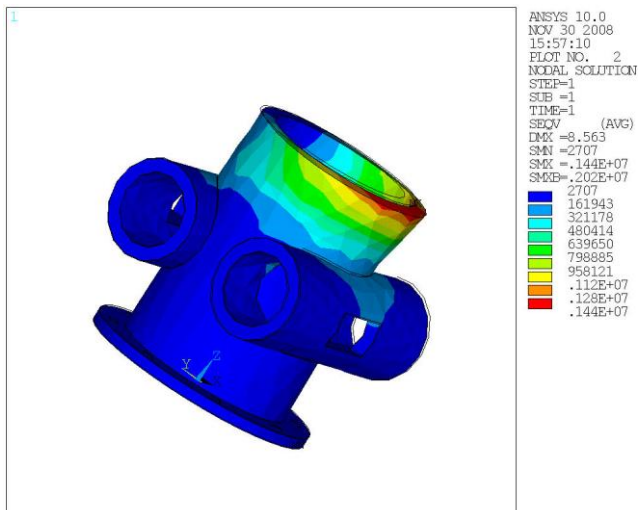


Рисунок 1 - Напряжения по Мизесу и деформированное состояние конструкции при выбранных параметрах

Приведем фрагмент программы, написанной на языке APDL, позволяющей выполнить вариантный расчет в ANSYS.

Файл MODEL_PARAMS.ANS с параметрами оптимизации. Его изменяет программа-связка.

```
rMaxCone=0.115
rMinCone=0.11
rnCylin=0.065
mUprug=22000
Plot=7700
```

Файл MODEL_MAIN.ANS с основной моделью. К нему подключается файл с параметрами оптимизации.

```
/BATCH
/FILENAME,РОБОТА_МЕХАНИЗМ
!начальные координаты
xn = 0
yn = 0
```

zn = 0

x = xn

y = yn

z = zn

delta = 0 !просто переменная

ugla=0

Pi=acos(-1)

!параметры фланца

tFlanec = 0.015 !толщина фланца

rvFlanec = 0.1 !внутренний радиус фланца

rnFlanec = 0.16 !наружный радиус фланца

!параметры отверстий фланца

rOtvFlanec = 0.009 !радиус отверстий фланца

kolOtvFlanec = 8 !количество отверстий

polojOtvver = rvFlanec + 0.666666*(rnFlanec-rvFlanec)

delta = 360/kolOtvFlanec

!параметры горизонтальных цилиндров

rvCylin = 0.05 !внутренний радиус цилиндра

dCylin = 0.32 !длина цилиндра

lflan = 0.175 !высота от основания фланца

lMejCylin = 0.2 !расстояние между цилиндрами

!параметры бобышек

dOtvser = 0.2 !расстояние от центра детали до бобышек

tolsh = 0.02 !толщина бобышек

lVMenStor = 0.05 !длина меньшей внутренней стороны

lVBolStor = 0.09 !длина большей внутренней стороны

lNMenStor = lVMenStor+tolsh !длина меньшей наружной стороны

...

! Подключаем файл с параметрами оптимизации
/INPUT,'MODEL_PARAMS',ans,,

!Силы, действующие на деталь

F1 = 250000

F2 = 240000

FT1 = 118000

FT2 = 118000

Fa = 25000

!размер конечных элементов

mSize = 0.03

/PREP7

CYLIND,rnFlanec,rvFlanec,0,tFlanec,0,360 !построение
фланца

!ВЫВОД НАПРЯЖЕНИЙ по Мизесу на экран

/POST1

! вывод скаляров

SET,FIRST

NSORT,U,X

*GET,max_UX,SORT, ,MAX

NSORT,U,Y

*GET,max_UY,SORT, ,MAX

NSORT,U,Z

*GET,max_UZ,SORT, ,MAX

NSORT,S,EQV

*GET,STRESS_MAX,SORT, ,MAX

! Сохранение значений критериев оптимизации и

! функциональных ограничений в файл

/OUTPUT, F_R,out,,

PARSAV,SCALAR,'MODEL_RESULTS',res

! конец вывода скаляров

В качестве критериев оптимизации будут служить:

- Максимальное напряжение в детали (STRESS_MAX) — минимизируется;
- Максимальное перемещение по оси X (MAX_UX) — минимизируется;
- Максимальное перемещение по оси Z (MAX_UZ) — минимизируется.

В качестве функционального ограничения будет выступать максимальное перемещение по оси Y (MAX_UY) — оно не должно превышать 2 мм.

В ходе работы будут выполнены следующие операции:

- подготовка командного файла ANSYS к проведению многокритериальной оптимизации с помощью программы Opt;
- создание программы-связки для связи программы Opt и ANSYS;
- создание оптимизационной модели в программе Opt;
- проведение экспериментов для различных проектных решений;
- анализ полученных результатов и получение окончательного решения.

Для того, чтобы командный файл можно было использовать для проведения многокритериальной оптимизации с помощью программы Opt, его нужно подготовить особым образом:

- Строки командного файла, в которых задаются значения оптимизируемых параметров, нужно вынести в отдельный файл MODEL_PARAMS.ANS. Этот файл будет изменяться программой-связкой (в него будут подставляться значений параметров оптимизации для очередного проектного решения).

- Так как параметры оптимизации участвуют в расчете, они должны быть доступны из основного командного файла, который мы назовем MODEL_MAIN.ANS. Для этого перед геометрическими построениями вставим в него оператор /INPUT следующего вида:

! Подключаем файл с параметрами оптимизации
/INPUT,'MODEL_PARAMS',ans,,

Перед тем, как приступить к оптимизации, необходимо разработать программу-связку. Назначение программы-связки:

- прочесть файл программы Opt, получить из него значения параметров оптимизации для каждого из экспериментов;
- выбрать очередное проектное решение и изменить файл с параметрами оптимизации (в нашем примере это MODEL_PARAMS.ANS) так, чтобы расчет проводился для этого проектного решения (т.е. подставить нужные значения параметров оптимизации);
- запустить расчет;
- прочесть из созданного ANSYS файла с результатами экспериментов (в нашем примере это MODEL_RESULTS.RES) рассчитанные значения критериев оптимизации;
- повторить пп.2-3 для следующего проектного решения; таким образом провести все эксперименты;
- собрать результаты экспериментов и записать их в файл, формат которого понятен программе Opt.

Схема предложенной технологии проиллюстрирована на рисунке 2



Рисунок 2 - Взаимодействие программы Opt, программы-связки и ANSYS

Список литературы:

1. DesignModeler User's Guide. Southpointe April 2016 ANSYS, Inc. is, certified <http://www.ansys.com> -606s.
2. Напрасников В. В., Напрасникова Ю. В., Соловьев А. Н., Скалиух А. С. Построение конечно-элементной модели на основе языка APDL. Учебно-методическое пособие – Минск: БНТУ, 2009. –51 с.
3. Напрасников В. В., Напрасникова Ю. В., Соловьев А. Н., Скалиух А. С. Создание конечно-элементной модели для расчета контейнера в процессе прессования порошковой заготовки: Лабораторный практикум – Минск: БНТУ, 2008. – 89 с.
4. Напрасников В.В., Бородуля А.В., Кочуров В.А. Конечно-элементное моделирование в ANSYS в режиме удаленного доступа к суперкомпьютеру «СКИФ» Учебно-методическое пособие – Минск: БНТУ, 2008. –65 с.