

В.В. Сатокин

МЕТОД КОЭФФИЦИЕНТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ФИЛЬТРОВ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ

Рассмотрена задача численного моделирования эксплуатационного состояния корпусов фильтров тонкой очистки системы термостатирования. Открыт и апробирован метод коэффициента, позволяющий достичь оптимального функционирования конструкции. Исследование проводилось в комплексе конечно-элементного анализа ANSYS.

Розглянуто завдання числового моделювання експлуатаційного стану корпусів фільтрів тонкого очищення системи термостатування. Відкрито й апробовано метод коефіцієнта, що дозволяє досягти оптимального функціонування конструкції. Дослідження проводили в комплексі кінцево-елементного аналізу ANSYS.

The problem of numerical simulation of operating condition of Thermostating System fine filter casings is considered. A method of coefficient, allowing for optimal functioning, is discovered and proven. Investigation was conducted in the finite element analysis package ANSYS.

Введение

Основное назначение прочностного анализа – это оценка, доработка и оптимизация конструкции. Основное направление оптимизации – сделать конструкцию более работоспособной. На современном этапе развития техники и вычислительных комплексов перед инженерами стоит задача по разработке новых методов оценки прочностного совершенства исследуемых конструкций.

В статье изложен открытый автором метод оптимизации работоспособных конструкций, основанный на использовании внутренних функций комплекса конечно-элементного анализа ANSYS, получивший название "метод коэффициента".

Постановка задачи

ГП "КБ "Южное" была поставлена задача численного моделирования эксплуатационного состояния корпуса фильтра и оценки его прочностного состояния.

При решении поставленной задачи возник вопрос об оценке работоспособности конструкции, особенностях ее деформирования в процессе эксплуатации.

Виртуальный эксперимент

В виртуальном эксперименте рассматривается конструкция корпусов фильтров,

представляющая собой пространственную коробчатую структуру.

Построение регулярной сетки конечных элементов позволило добиться значительного снижения их количества в модели по сравнению со свободной сеткой и сокращения времени расчета.

Конечно-элементная модель корпуса фильтра была построена с использованием метода Микеланджело*.

На рис. 1 и 2 представлена конечно-элементная модель корпуса фильтра и модель с нагрузками и граничными условиями, на рис. 3 – картина суммарных перемещений корпуса фильтра, на рис. 4 – эквивалентные напряжения в корпусе фильтра.

Представленная конструкция корпуса фильтра удовлетворяет требованиям прочности и является работоспособной. Но возникает вопрос о ее прочностном совершенстве и влиянии ее деформированного состояния на длительную прочность.

В комплексе ANSYS есть возможность отображения перемещений, умноженных на масштабный коэффициент (displacement scaling). Данный параметр позволяет отображать перемещения в конструкции в масштабе 1:1 и 0:1 в автоматическом и пользовательском режимах. На рис. 5 и 6 показана картина деформирования конфузора и

* Сатокин В.В. Разработка и апробация метода Микеланджело // САПР и Графика. – №7. – М.: ООО "КомпьютерПресс", 2013.

диффузора корпуса фильтра в автоматическом режиме (коэффициент 180).

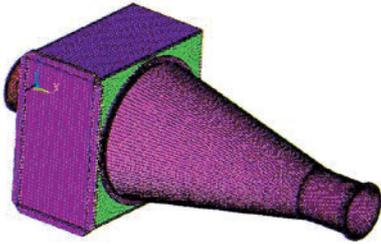


Рис. 1. Конечно-элементная модель

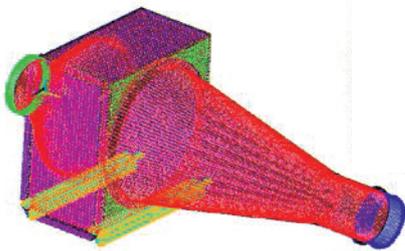


Рис. 2. Конечно-элементная модель с нагрузками

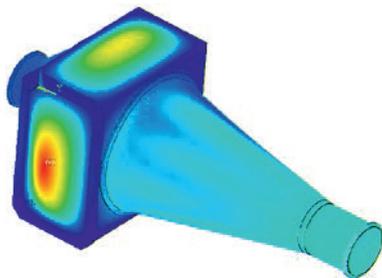


Рис. 3. Суммарные перемещения

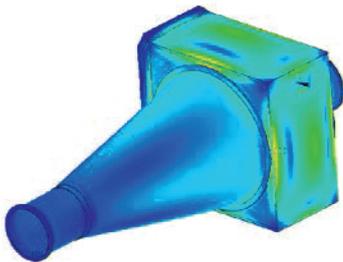


Рис. 4. Эквивалентные напряжения

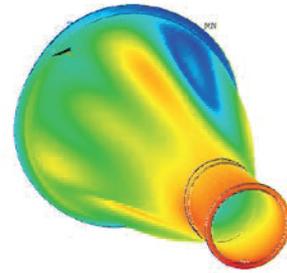


Рис. 5. Суммарные перемещения диффузора

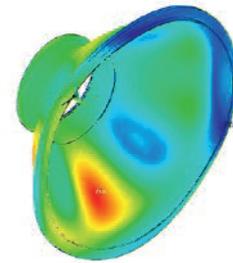


Рис. 6. Суммарные перемещения конфузора

Проведение виртуального эксперимента позволяет сократить натурную отработку корпуса фильтра и минимизировать расходы на изготовление материальной части.

Метод коэффициента

При проведении анализа результатов моделирования автор выбирал различные масштабные коэффициенты отображения деформированного состояния корпуса фильтра.

Задание пользовательского масштабного коэффициента (1500), который на порядок превышает автоматический (180), привело к открытию метода коэффициента.

Автор предлагает применять пользовательский режим отображения с масштабным коэффициентом, превышающим автоматический выбор комплекса ANSYS в десятки раз.

Масштабный коэффициент увеличения перемещений при отображении выбирают путем последовательного перебора произвольных чисел в ручном режиме с целью выявления различных особенностей деформирования конструкций.

Применение

На рис. 7 и 8 показаны картины суммарных перемещений, отображенных с коэф-

фициентом 1500. На рисунках стали видны особенности деформирования элементов конструкции.

На рис. 9 – 11 показаны картины деформирования линий основных сечений конфузора и диффузора корпуса фильтра при отображении с коэффициентом увеличения 1500.

Как видим из рис. 9 и 10, деформирование диффузора неравномерно и носит тот же характер, что и при потере устойчивости.

Наружный и внутренний фланцы трубы диффузора деформируются не аналогично, что влечет за собой неэффективную работу конструкции всего диффузора и при возникновении нерасчетной осевой силы приводит к потере устойчивости, поскольку характер деформирования диффузора при эксплуатации уже имеет форму потери устойчивости.

Данную особенность деформирования можно выявить, только используя открытый метод коэффициента.

На рис. 11 представлена картина деформирования конфузора, который также требует доработки, хотя и в меньшей степени, чем диффузор.

Результатом применения метода коэффициента при исследовании конструкции являются рекомендации по доработке удовлетворяющих требованиям прочности работоспособных конструкций в части изменения геометрических параметров цилиндрической части диффузора для получения более эффективной и согласованно работающей конструкции.

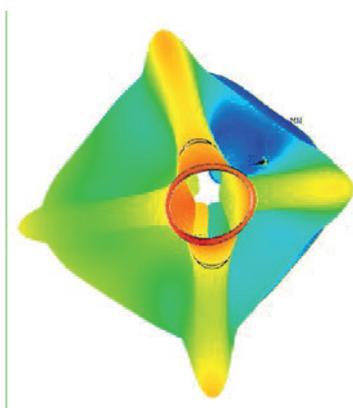


Рис. 7. Суммарные перемещения диффузора с коэффициентом 1500

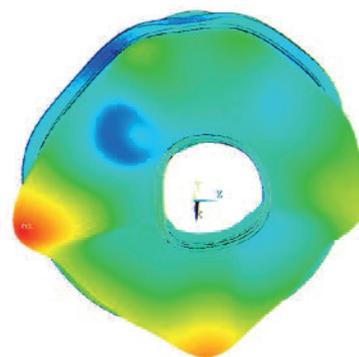


Рис. 8. Суммарные перемещения конфузора с коэффициентом 1500

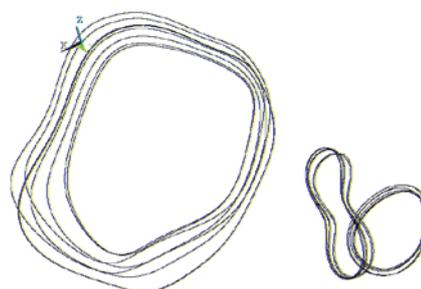


Рис. 9. Контур деформирования диффузора с коэффициентом 1500

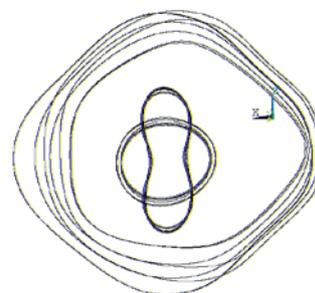


Рис. 10. Контур деформирования диффузора с коэффициентом 1500

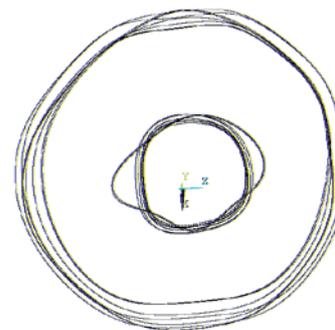


Рис. 11. Контур деформирования конфузора с коэффициентом 1500

Выводы

Открытый автором статьи метод коэффициента предназначен для анализа характера деформирования в первую очередь работоспособных конструкций, поскольку деформирование конструкций, не удовлетворяющих критериям прочности, для анализа заведомо непригодно.

Практическая реализация результатов применения метода позволяет сделать работоспособную конструкцию инженерно совершенной.

Данный метод постоянно применяется не только для анализа итоговых конструкций после проведения прочностных расчетов, но и в презентационных целях для максимальной наглядности характера и особенностей деформирования.

Метод был открыт в мае 2013 г.

Материалы по методу коэффициента докладывали и обсуждали на конкурсе инженерных проектов "Приближая реальность" (Москва, 2013–2014), они были представлены на конкурсе ANSYS (США, 2014).

Статья поступила 23.11.2015