АСУ ТП на базе «интеллектуальных» датчиков и исполнительных механизмов отличаются:

- повышение надежности системы управления;
- существенная экономия кабельной продукции;
- легкость тестирования и отладки;
- гибкость и модифицируемость.

Нижний уровень такой системы управления образуют «интеллектуальные» датчики и исполнительные механизмы, программируемые логические контроллеры (ПЛК). ПЛК в системе управления выполняют: сбор сигналов от датчиков; предварительную обработку сигналов; реализацию алгоритмов управления и формирование управляющих сигналов на исполнительные механизмы объекта управления; прием и передачу информации из промышленной сети. При разработке прикладного программного обеспечения для контроллеров следует руководствоваться международным стандартом на языки программирования контроллеров IEC – 61131-3.

Верхний уровень системы управления реализован в виде станции оператора с реализованным на ней автоматизированным рабочим местом (АРМ). Станция оператора, как правило, представляет собой PC совместимый промышленный компьютер с операционной системой семейства Windows, при этом стандартным механизмом взаимодействия программного обеспечения АСУ ТП признан стандарт OPC (OLE for Process Control), который основан на объектной модели COM/DCOM фирмы Microsoft.

Основу программного обеспечения АРМ составляют SCADA системы, реализующие все основные функции визуализации измеряемой и контролируемой информации, выделение аварийных и предаварийных ситуаций, передачи данных и команд на нижний уровень системы управления [2].

Следует отметить, что при создании современных АСУ ТП наблюдается тенденция к мировой интеграции и унификация технических решений на основе открытых стандартов в области автоматизации. Основное требование к современным АСУ ТП – это открытость системы. Система считается открытой, если для нее определены и описаны используемые интерфейсы и форматы данных, что позволяет подключать к ней «внешние» независимо разработанные компоненты.

Предложенный подход к построению распределенной системы управления технологическим процессом производства пигмента красного «Ж» с использованием современных открытых стандартов автоматизации позволит повысить экономическую и технологическую эффективность, а также безопасность данного производства.

1. Елизаров, И.А. Промышленные вычислительные сети: учебное пособие/ И.А. Елизаров, П.М. Оневский, В.А. Погонин, А.А. Третьяков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 152с.
2. Интегрированные системы проектирования и управления. SCADA-системы: учебное пособие / И.А. Елизаров [и др.]. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. - 160 с.

Марчук Н.И., Максимов А.В., Прасоленко Е.В., Ширiev Т.Т.
Оптимизации топологии конструкций с использованием ПК ANSYS

*Сибирский Федеральный университет
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-130

idsp: ljjournal-02-2019-130

Аннотация

В статье дается общее представление топологической оптимизации для линейно-упругих конструкций и рассматривается решение задач оптимизации топологии конструкций на базе программного комплекса (ПК) ANSYS. В качестве примеров решены задачи топологической оптимизации сплошной однопролетной балки при действии

сосредоточенных сил и пластины (балки-стенки) под действием распределенной нагрузки.

Ключевые слова Топологическая оптимизация, топологическая форма, целевая функция, метод оптимального критерия

Abstract

The article provides a general presentation of topological optimization for linear-elastic structures and considers the solution of problems of optimization of the structure topology based on the ANSYS software complex (PC). As examples problems of topological optimization of a continuous single-span beam under the action of concentrated forces and a plate (beam-wall) under the action of a distributed load are solved.

Keywords: Topological optimization, topological form, criterion function, method of optimum criterion.

Оптимизация топологии конструкций и сооружений является важной категорией структурной оптимизации, используемой в стадии проектирования. Как правило, задачей оптимизации топологии является нахождение возможно оптимального распределения материала в проектируемой конструкции, в пределах области, занимаемой оптимизируемой структурой. Суть оптимизация заключается в определении оптимальной топологии рассматриваемой конструкции. Топологическая оптимизация является видом оптимизации формы конструкции, иногда именуемой оптимизацией компоновки. Цель топологической оптимизации состоит в определении лучшего использования материала для исследуемого объекта или конструкции, так, чтобы целевая функция (например, общая жесткость или собственная частота) имели максимальное или минимальное значение при наличии существующих ограничений (таких, например, как уменьшение объема). В отличие от традиционной оптимизации, топологическая оптимизация не требует указания параметров оптимизации (то есть независимых переменных, подвергаемых оптимизации) в явном виде. В топологической оптимизации параметром оптимизации является функция распределения материала по объему конструкции.

Топологическая оптимизация предполагает, что материал оптимизируемой конструкции является пористым и при этом решается задача оптимизации относительно степени пористости. Область конструкции при этом определяется как пространство, внутри которого должна поместиться оптимизируемая конструкция.

Общая формулировка проблемы оптимизации заключается в сведении к минимуму или максимуму функции цели в зависимости от заданных ограничений.

Таким образом, после задания исходных данных рассматриваемой конструкции, в ПК ANSYS, выполняется поиск рациональной формы и эффективного распределения материала конструкции, то есть, определяется основная структура конструкции в соответствии с направлением силовых потоков, возникающих от заданной нагрузки и граничных условий.

Метод топологической оптимизации рационально использовать на начальных этапах проектирования конструкций, с целью выбора рациональной структуры проектируемой конструкции.

Для решения задач топологической оптимизации при действии на конструкцию одного нагружения используется метод оптимального критерия (ОК), при нескольких нагружениях - метод последовательного выпуклого программирования (SCP).

В качестве простейших примеров рассмотрены задачи топологической оптимизации следующих конструкций.

Однопролетная балка при действии сосредоточенной силы $P = 12$ кН, приложенной посередине балки сверху и снизу и семи сосредоточенных сил $P = 80$ кН в пролете по верху балки (рис. 1а, 3а). Исходные данные: размеры балки - $L = 18$ м, $B = 2,5$ м, толщина балки $t = 0,25$ м, материал бетон В30.

Для аппроксимации конструкций использовался плоский, 8-узловой элемент PLANE 82 и оболочечный конечный элемент SHELL 93. В качестве критерия топологической оптимизации принималось достижение максимальной жесткости конструкции при заданном уменьшении объема материала.

Полученные результаты топологической оптимизации представлены на рис. 1,3,4 в виде топологических форм при уменьшении объема материала на 70% (1-соответствует наибольшей плотности материала, 0–отсутствию материала).

Решение задач выполнялось методом оптимального критерия.

Рис. 1. а - конечно-элементная модель балки; б - окончательная топологическая форма конструкции при уменьшении объема материала конструкции на 70%.

Рис.2. График изменения объема балки по итерациям (при силе сверху) при уменьшении объема на 70%

Как видно из полученных результатов, топологические формы однопролетной балки (рис.1, б) образуют сквозную конструкцию, приближающуюся по своей структуре к ферме, соответствующей схеме приложения внешней нагрузки.

Согласно графика (рис.2) для решения данных задач топологической оптимизации понадобилось от 37 итераций метода оптимального критерия.

Рис. 3. а - заданная конечно-элементная модель однопролетной балки; б - топологическая форма конструкций при уменьшении объема балок на 70% с шарнирно подвижными и шарнирно неподвижными опорами

Сравнивая топологические формы однопролетной балки при балочных и арочных опорах рис. 3 б - видим их существенное отличие, при этом последняя имеет вид арки.

Стеновая панель (балка-стенка) размером 3х3м, толщиной $t = 0,3$ м, жестко заземленная по боковым сторонам и основанию, загружена равномерно распределенной нагрузкой $q = 200$ кН/м (рис. 12а). Материал - бетон В 30.

Рис. 4 а – расчетная схема балки-стенки; б - окончательная топологическая форма конструкции при различном уменьшении объема (от 30-80%).

Как видно из картин топологических форм (рис. 1, 3, 4) полученных окончательных проектов рассмотренных конструкций, хорошо просматриваются места с наибольшим и наименьшим распределением материала, т.е. остои (скелет) полученной конструкции, соответствующий действующей на него нагрузке и граничным условиям.

1. Bendsoe, Martin P. Topology Optimization: Theory, methods and applications / Martin P. Bendsoe, Ole Sigmund. - Germany: Springer, 1995. - 370 с.
2. ANSYS 11. Theory Reference. ANSYS Inc., 2006.
3. Васильков, Г.В. Становление структуры несущих систем в процессе проектирования / Г.В. Васильков, М.Ю. Иванов // Строительная механика и расчет сооружений, №2, 2008. с. 27-35.
4. Mallika. A1, Ramana Rao N. Topology optimization of cylindrical shells for various support Conditions N.V2 international journal of civil and structural engineering Volume 2, No 1, 2011.
5. Яров, В.А. Проектирование круглых монолитных плит перекрытий рациональной структуры с использованием топологической и параметрической оптимизации / В.А. Яров, Е.В. Прасолов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета, №3, 2011. с. 89-102.