

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕТОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ХОДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

© 2022 Д. Н. Козлова, А. П. Преображенский, В. В. Шунулина

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье дается анализ характеристик различных методов, которые могут использоваться в ходе моделирования различных объектов, которые создаются на основе методологии аддитивных технологий.

Ключевые слова: материал, аддитивные технологии, методика моделирования, краевая задача.

При рассмотрении особенностей формирования объектов в сфере аддитивных технологий исследователям приходится рассматривать напряжения и деформации различных объектов. Среди них важно отметить, в том числе, и с методологической точки зрения довольно простые – пластинки, стержни и т. д.

Ведь ориентируясь на методы декомпозиции, мы можем представлять даже очень сложные объекты как совокупность простейших. При анализе их механических свойств требуется осуществлять решение краевых задач по одному или нескольким дифференциальным уравнениям. В них могут содержаться одна или несколько независимых переменных.

Анализ показывает, что решение соответствующих задач точным образом возможно только когда рассматриваемые объекты являются весьма простыми. Если объекты усложняются, то это приводит к тому, что требуемый математический аппарат становится тоже более сложным, решение уравнений сталкивается с различными трудностями, и т. д.

Если исследователи хотят в аналитическом виде получить решение, то его, в принципе, во многих случаях невозможно получить. Приходится прибегать, например, к

численным методам. Они, позволяют решение задач получать приближенным образом.

На рисунке дана иллюстрация того, каким образом по дифференциальным уравнениям, которые встречаются в ходе анализа краевых задач, можно осуществить разбиение методов.

Среди вариационных подходов можно отметить, например, метод Ритца. Он развивается уже более 100 лет. Минимизация соответствующего функционала происходит за счет того, что выбирается пробная функция.

Этот функционал при условии того, что удовлетворяются граничные условия, представляется как суперпозиция известных функций. Неизвестные коэффициенты суперпозиции определяются в ходе решения задачи. Пространственный оператор в операторном уравнении, который описывает краевую задачу,

Эту задачу требуется описать на основе вариационной формы. Линейный ряд используется при построении решения.

Рассматриваемый метод, также, как и метод Галеркина, относят к проекционным методам.

В методе Галеркина исследователи, прежде всего, стремятся осуществить выбор по базисным функциям. В основном, на практике применяют ортогональные полиномы, а также тригонометрические функции.

По анализируемому дифференциальному уравнению необходимо осуществить вычисление невязки. Относительно базисных функций она должна быть ортогональной.

Тогда в задаче собственные значения могут быть определены приближенным образом, вследствие того, что возникает по

Козлова Дарья Николаевна – Воронежский институт высоких технологий, студент, e-mail: kozl99daryanik@yandex.ru.

Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, e-mail: app@vivt.ru.

Шунулина Виктория Владимировна – Воронежский институт высоких технологий, студент, e-mail: shunul33vvv@yandex.ru.

коэффициентам разложения однородная система.

В методе ортогональных рядов преимущество состоит в том, что рассматриваемую функцию мы имеем возможности получить в удобном аналитическом виде. За счет выбора весов число членов в разложении может быть относительно небольшое.

Метод Канторовича рассматривают в виде развития метода Ритца. Он основывается на том, что решение получается приближенным образом и представляется в виде

$$U = \sum_{i=1}^N \alpha_i \phi_i .$$

В указанном выражении функциями одной из независимых переменных являются $\alpha_i(x_1)$. Функции $\phi(x_2, \dots, x_R)$ будут зависеть от других переменных. Тогда говорят

об использовании прямых методов аппроксимации.

В вариационных методах при получении систем уравнений исследователи могут получить условия плохой обусловленности. К чему это приводит на практике? Погрешности вычислений будут достаточно большими.

С другой стороны, можно осуществлять контроль по возникающей погрешности, учитывая соответствующее число координатных функций, которые используются. Это возможно за счет аппарата символьных вычислений в вариационных задачах.

Тогда будут применяться аналитические методы для приближенного решения самых разных прикладных задач.

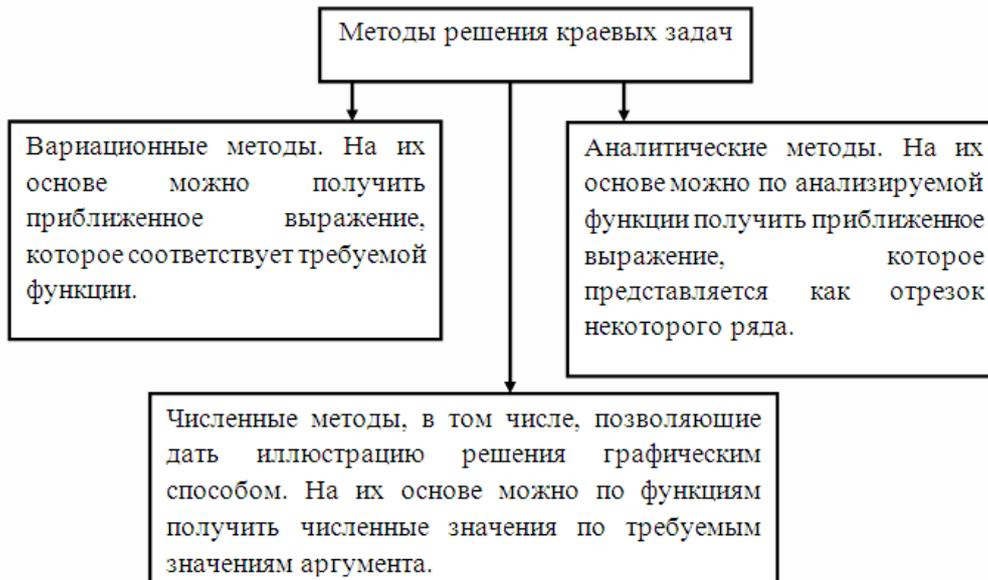


Рисунок. Иллюстрация методов решения краевых задач

В ходе использования численных методов исследователи во многих случаях опираются на метод сеток или разностные методы. Они при реализации не требуют, чтобы по функциям были граничные значения или по контурам областей обеспечение аналитических выражений.

Но получаемая функция не записывается в аналитическом виде, а лишь в виде совокупности частных значений. Это можно рассматривать в виде недостатка разностного метода.

В вариационных методах могут быть определены различные параметры, полезные на практике, за счет того, что исследователи стремятся получить по контуру области аналитическое описание.

Таким образом, в ходе решения задач, связанных с оценкой характеристик объектов, полученных на базе аддитивных технологий, исследователи должны осуществлять выбор методов с ориентацией на требуемую точность, удобство вычислений, а также время реализации соответствующих подходов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абовский Н. П. Вариационные принципы теории упругости и теории оболочек / Н. П. Абовский, Н. П. Андреев, А. П. Деруга; под ред. Н. П. Абовского. – М.: Наука, 1978. – 228 с.
2. Безухов Н. И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести / Н. И. Безухов. – М.: Высшая школа, 1968. – 512 с.
3. Бердичевский В. Л. Вариационные принципы механики сплошной среды / В. Л. Бердичевский. – М.: Наука, 1983. – 448 с.
4. Григолюк Э. И. Проблемы нелинейного деформирования: Метод продолжения решения по параметру в нелинейных задачах механики твердого деформируемого тела / Э. И. Григолюк, В. И. Шалашилин. – М.: Наука, 1988. – 232 с.
5. Карпов В. В. Математическое моделирование, алгоритмы исследования модели, вычислительный эксперимент в теории

оболочек / В. В. Карпов. – СПб.: СПбГАСУ, 2006. – 330 с.

6. Сулоева Е. С. Математическое и программное обеспечение для определения погрешности при моделировании средства измерения / Е. С. Сулоева, Н. В. Романцова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 4 (35).

7. Казанцев А. М. Некоторые подходы к оценке процесса функционирования структурно-динамических систем мониторинга в условиях внешних воздействий / А. М. Казанцев, Р. А. Кочкаров, А. В. Тимошенко, А. А. Сычугов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9. – № 4 (35).

8. Аблаев Р. Р. Анализ остаточных деформаций в элементах кузова легкового автомобиля методом прямого интегрирования / Р. Р. Аблаев, А. Р. Аблаев, Л. С. Абрамова, В. А. Ксенофонтова // International Journal of Advanced Studies. – 2020. – Т. 10. – № 1. – С. 35-49.

ANALYSIS OF THE FEATURES OF THE METHODS USED IN THE COURSE OF MODELING OBJECTS IN ADDITIVE TECHNOLOGIES

© 2022 D. N. Kozlova, A. P. Preobrazhenskiy, V. V. Shunulina

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The paper analyzes the characteristics of various methods that can be used in the modeling of various objects that are created on the basis of the methodology of additive technologies.

Keywords: material, additive technologies, modeling methodology, regional task.