

ность и долговечность вулканизированных соединений значительно зависит от качества выполнения работ и качества расходных материалов.

Таким образом, совершенствование существующих конструкций и способов соединения конвейерных лент направлено на повышение их прочности и долговечности за счет уменьшения неравномерности распределения нагрузки, на использование новых более эффективных материалов, на разработку конструкций, удобных для механизированного изготовления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Билан И.Е., Деркач П.М. Расчет параметров вулканизированных стыков резиноканевых лент // НИИинформтяжмаш. Угольное и горнорудное машиностроение. – 1965. – Вып. 6. – С. 58 – 62.
2. Завгородний Е.Х., Кузьменко В.И. Концентрация напряжений при изгибе стыковых соединений многослойных конвейерных лент на роликах // Изв. вузов. Горный журнал. – 1981. – № 2. – С. 59 – 62.
3. Колосов Л.В. Научные основы разработки и применения резиноканевых канатов подъемных установок глубоких

рудников. Дисс. ... докт. техн. наук, Днепропетровск: ДГИ, 1987. – 570 с.

4. Высочин Е.М., Завгородний Е.Х., Заренков В.И. Стыковка и ремонт конвейерных лент на предприятиях черной металлургии. М.: Металлургия, 1989. – 192 с.
5. Скворцов А.М., Кроль Б.А., Шконда В.В. Совершенствование стыковки конвейерных лент // Шахтный и карьерный транспорт. М.: Недра, 1983, вып. 8, с. 26 – 30.
6. Пасечный Ф.В., Подопригора Ю.А. Исследование прочности различных видов соединений резиноканевых конвейерных лент // Шахтный и карьерный транспорт. М., Недра, 1980, вып. 5, с. 29 – 31.
7. Подопригора Ю.А., Рубин М.А., Алхименков А.Н. Сравнительная оценка напряжений в стыковых соединениях резиноканевых лент // Разработка рыхлых пород комплексами непрерывного действия. Губкин: 1979, вып. 8, с. 28 – 32.
8. Патент 2001332 РФ, F 16 G 3/09, Способ разделки концов резиноканевых конвейерных лент и устройство для его осуществления / Дунаев В.П., Заворотнов Н.Г., Подопригора Ю.А. и др., Оpubл. 1993, Бюл. № 37 – 39.

УДК 621.867.2

Миранович О.Л., Прушак А.В., Демченко Н.А.

ОБЗОР МЕТОДОВ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ БАРАБАНОВ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

При оптимальном проектировании барабанов ленточных конвейеров обычной конструкции их, чаще всего, рассматривают как совокупность цилиндрической оболочки, нагруженной на наружной поверхности, - обечайки и двух кольцевых пластин с нагрузками, приложенными по краям, и закрепленных по внутреннему контуру.

В последние годы заметно возрос интерес к оптимальному проектированию оболочечных конструкций. В качестве критерия оптимизации используется условие минимума веса при соблюдении либо условий прочности, либо условия получения заданной величины для низшей частоты собственных колебаний. Рассмотрена оптимизация цилиндрической оболочки дискретно-переменной толщины путем оптимального перераспределения материала и поставлена задача оптимизации цилиндрической оболочки, подкрепленной часто расположенными внутренними и внешними ребрами жесткости. Барабан ленточного конвейера может быть приведен к предложенной модели. Показано, что оптимальное перераспределение материала позволяет примерно в 2 раза снизить материалоемкость оболочки.

Получено выражение для функционала энергии, минимизация которого приводит к решению. Решение этой задачи также может быть использовано при оптимизации конструктивных параметров барабанов ленточных конвейеров.

Проанализированы особенности рационального проектирования оболочечных конструкций с точки зрения инженеров-проектировщиков. Большое внимание уделено вопросам сопряжения оболочек с кольцевыми пластинами, что может помочь при составлении математической модели барабана ленточного конвейера, состоящего из обечайки и двух лобовин.

При проектировании барабана сначала обсуждаются алгоритмы безусловной оптимизации и показывается, как сильно свойства гладкости функции и информация об этих свойствах влияют на структуру алгоритмов и их эффективность. Затем подробно разбираются алгоритмы вычисления минимума функции при линейных ограничениях. Затем останавливаются на алгоритмах вычисления минимума функции при нели-

нейных ограничениях: методы штрафов, методы проектирования и методы модифицированных функций Лагранжа. Они включают в себя предыдущие алгоритмы.

Дана стандартная схема классификации оптимизационных задач по типам их функций. Каждый из перечисленных признаков существен для выбора алгоритма решения:

Показатель, который всегда учитывается при выборе алгоритмов – доступность производных.

Выбор алгоритма может определяться природой задачи и нуждами исследования, в рамках которого она возникла.

При выборе метода решения оптимизационной задачи следует учесть основные характеристики целевой функции и функций ограничений. По ним все задачи разбираются на классы, каждому из которых отвечает своя группа предпочтительных алгоритмов.

Данная монография существенно помогает при выборе метода оптимизации в зависимости от перечисленных выше факторов, однако для более детального ознакомления с выбранным методом необходимо обращаться к другим работам, посвященным рассмотрению этих вопросов и подробно описывающих использование конкретных методов.

Банди Б. освещены основные положения и методы линейного программирования. Рассмотрены симплекс-метод и его реализация на ЭВМ, проблема вырожденности, анализ чувствительности и двойственный симплекс-метод, приведены примеры решения машиностроительных задач. Алгоритмы решения различных задач линейного программирования реализованы на языке Бейсик. Отличительной особенностью этой работы является ее прикладной характер.

Изложена теория и описаны алгоритмы оптимизации непрерывных дифференцируемых функций при наличии ограничений и без них. Приведены тексты программ, реализующих приведенные алгоритмы на языке Бейсик. Предложено большое число примеров использования методов оптимизации при решении различных задач, в том числе – машиностроительных.

№	Типы целевой функции $F(x)$	Типы ограничений $\{c_i(x)\}$
1	Функция одной переменной	Ограничения отсутствуют
2	Линейная функция; Сумма квадратов линейных функций	Простые ограничения на переменные
3	Квадратичная форма	Линейные функции
4	Сумма квадратов нелинейных функций	Линейные функции с разреженной матрицей коэффициентов
5	Гладкая нелинейная функция	Гладкие нелинейные функции
6	Нелинейная функция с разреженной матрицей Гессе	Гладкие нелинейные функции с разреженной матрицей Якоби
7	Негладкая нелинейная функция	Негладкие нелинейные функции

В работах Сухарева А.Г., Поляка Б.Т. можно найти более детальное и математически полное описание теории оптимизации, основное внимание уделено вопросам оптимизации при наличии ограничений. Изложены алгоритмы и приведены тексты программ на Фортране, реализующие различные методы условной и безусловной оптимизации. Кроме того приведены сравнительные характеристики методов и результаты решения большого числа прикладных задач.

Рассматриваются известные, зарекомендовавшие себя на практике, а также новые постановки задач, методы и алгоритмы выбора структуры и оптимизации сложных механических систем по критерию надежности. Многочисленные числовые примеры и фрагменты описания программного обеспечения носят иллюстративный и учебный характер.

Во всех работах наиболее часто используемыми признаются методы:

1. Градиентные. Решение задач математического программирования градиентным методом заключается в том, что значение экстремума некоторой (функции отыскивается путем последовательных шагов из начальной допустимой точки по направлению ее градиента (антиградиента), не выходя из области допустимых решений. Разные варианты градиентного метода различаются способом выбора шагового множителя на каждой итерации, теми или иными способами вычисления градиентов (аппроксимация, приближенные выражения для градиентов) и т. п.

2. Методы динамического программирования. Алгоритмы, основанные на методе динамического программирования, в настоящее время широко применяются для решения разнообразных классов прикладных задач. Основная идея метода динамического программирования заключается в замене одновременного выбора большого числа параметров их поочередным выбором. Многомерная задача оптимизации сводится к многошаговой задаче меньшей размерности.

3. Метод штрафных функций основан на преобразовании исходной задачи с ограничениями в одну или последовательность задач безусловной оптимизации. С помощью (функций, задающих ограничения, строится т.н. штраф, который добавляется к целевой функции исходной задачи так, что наруше-

ние какого-либо из ограничений становится невыгодным с точки зрения полученной задачи безусловной оптимизации.

4. В методе барьеров применяются барьерные функции, которые, подобно штрафным, используются для преобразования задачи с ограничениями в задачу безусловной оптимизации или в последовательность таких задач. Барьерные функции как бы препятствуют выходу из допустимой области.

5. Симплексный метод - некоторая схематическая процедура решения задачи линейного программирования, состоящая в движении от одной экстремальной точки допустимой области к другой с лучшим (или по крайней мере не худшим) значением целевой функции.

6. Метод линеаризации базируется на идее линейной аппроксимации целевой функции и ограничений задачи в окрестности очередной точки. Причем к линейной аппроксимации добавляется квадратичный член и в качестве вспомогательных возникают задачи квадратичного программирования.

Таким образом, для выбора метода решения задачи оптимизации конструктивных параметров барабанов ленточных конвейеров необходимо прежде всего определить вид целевой функции и ограничений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Власов В.З. Тонкостенные пространственные системы. – М.: Стройгиз, 1958.-502с.
2. Валишвили Н.В., Гаврюшин С.С. Решение нелинейных задач деформации тонких оболочек. // Расчеты на прочность. – М.: Машиностроение, вып.21. С.237-242.
3. Мясников В.И., Мальцев В.П. Методы и алгоритмы расчета пространственных конструкций на ЭВМ ЕС. – М.: Машиностроение, 1984. – 280с.
4. Образцов И.Ф. и др. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов. – М.: Высшая школа, 1985, - 392с.
5. Баландин Н.Г., Николаев А.П. К расчету сочлененных оболочек с помощью четырехугольного конечного элемента с матрицей жесткости 36×36 . // Расчеты на прочность. – М.: Машиностроение, 1980, вып.21.- С.225-236.

УДК 533.6

Ассад М.С.

КИНЕТИКА ГОРЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Использование в двигателях внутреннего сгорания газообразных топлив (пропана, метана, водорода и других, а также жидких углеводородных топлив с газовыми добавками) требует правильной организации процесса сгорания и определения характеристик горения смесей этих топлив с воздухом.

Сгорание – основа рабочего процесса теплового двигателя. Кинетика сгорания в двигателях внутреннего сгорания на

всех его стадиях представляет собой комплекс сложных взаимодействующих физико-химических процессов, в основе которых лежит химическая реакция между горючим веществом и окислителем.

Работы разных исследователей [1, 2, 3, 5, 7] свидетельствует, что сгорание углеводородов обычно носит комбинированный цепно-тепловой характер. При этом, следует отме-

Ассад М.С., кандидат технических наук, Барановичский государственный университет.

Беларусь, БарГУ, 225404, Брестская обл.-ть, г. Барановичи, ул. Войкова, 21.