

нейными фазовыми ограничениями, которая решается с помощью метода типа корректировки опорной гиперплоскости. Доказана сходимости конечномерных приближений по состоянию, по функционалу быстрого действия и слабая сходимости последовательности управлений к множеству оптимальных управлений. Приведены результаты вычислительных экспериментов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубь Н.Н. Оптимальное управление симметричным нагревом массивных тел при различных фазовых ограничениях // Автоматика и телемеханика, 1967, №4, с.38-57.

2. Вигак В.М. Управление температурными напряжениями и перемещениями. Киев : Наукова Думка, 1988-313 с.

Работа представлена на III научную конференцию с международным участием «Современные наукоемкие технологии», 19-26 февраля 2005г. Хургада (Египет) Поступила в редакцию 24.01.2005 г.

ВНЕДРЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ СООРУЖЕНИЙ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ В ПРАКТИКУ

Муравьева Л.В.

*Волгоградский государственный
Архитектурно - строительный университет,
Волгоград*

«Расчетные схемы и методы расчета сооружений необходимо выбирать с учетом использования ЭВМ», - этим примечание начинается глава СНиП, по расчету сооружений на прочность и устойчивость. В настоящее время эффективность применения современных средств компьютерного моделирования на стадиях разработки, проектирования и создания сложных сооружений.

После создания конструкции, ввода её в работу, начинается многолетний процесс её эксплуатации. Хотелось бы отметить большое различие в оценке работоспособности для новой или только проектируемого сооружения и при оценке работоспособности (остаточного ресурса) эксплуатируемого. Для создания сооружения, обеспечения его безопасной эксплуатации мы применяем новейшие средства компьютерного моделирования. Но в течении эксплуатации в конструкции могут появляться, накапливаться повреждения. В этом случае ставится вопрос о оценке фактического состояния конструкции на стадии эксплуатации, - эксплуатационной надежности. Для этого используются в основном результаты модельных экспериментов проведенных десятки лет назад, простейшие полуэмпирические формулы, для определения допустимости тех или иных повреждений. Обратимся к более знакомой автору нефтегазовой отрасли. Непрерывно развивающиеся методы диагностики позволяют получать объективную информацию как по фактическому положению трубопровода, так и по геометрии и расположению повреждений на трубопроводе. В настоящее время разрабатываются техно-

логии по комплексной оценке состояния сооружения (трубопровода) на основании применения численных методов к решению трехмерных нелинейных задач механики сплошных сред. Все расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) в настоящее время проводятся методом конечных элементов.

Следует отметить, использование пространственной дискретной модели трубопровода эффективно для детерминированных расчетов. Детерминированная модель, даже очень сложная, позволяет ограничиться однократным решением задачи на ЭВМ. Но во время эксплуатации он испытывает нагрузки и воздействия, которые, в общем случае, представляют собой случайные функции. Как результат, установить параметры возможных изменений состояния трубопровода возможно только с определенной вероятностью, зависящей от требований к расчету. Поэтому правильное решение проблемы надежности и работоспособности конструкции должно быть основано на теории случайных функций, на это положение неоднократно указывал В.В. Болотин.

В настоящее время в строительных науках вероятностные методы применяются лишь узким кругом специалистов, занимающимися теорией надежности строительных конструкций. Создание надежной, безопасной конструкции, выполнение технических и экономических требований – это задачи, которые необходимо выполнить при проектировании любого сооружения. Однако использование этих методов совершенно необходимо в области оценки работоспособности эксплуатируемых сооружений, где важную роль играют случайности реального мира.

Рассмотрим снова в качестве примера, трубопровод, в настоящее время расчет надежности линейной части трубопроводов до сих пор проводят на основе традиционных методов строительной механики с использованием концепции коэффициентов запаса. Но детерминированная модель, даже очень сложная, позволяет ограничиться однократным решением задачи на ЭВМ, что вполне приемлемо для практики.

Оценка же стохастического поведения сложной системы и вероятность выхода ее параметров за область допустимых состояний (выброс) проводится в настоящее время, как правило, методом статистического моделирования. Однако, для получения необходимых статистических данных в области малых вероятностей требуется проведение порядка $10^3 - 10^4$ испытаний. В этом случае решение задачи может быть получено только с использованием упрощенных базовых моделей поведения системы.

Сегодня актуальным становится вопрос внедрения вероятностных методов расчета в практику.

Поэтому в настоящей статье предложен инженерный подход к оценке надежности сложных систем, позволяющий резко сократить число испытаний при статистическом моделировании (до 2^{n-1} , где n - число учитываемых параметров состояния). Он может быть реализован на основе применения стандартных пакетов прикладных программ, широко используемых в проектной и исследовательской практике. При вероятностном расчете можно использовать нормативные рекомендации по определению физико-механических характеристик материалов трубопрово-

дов и нагрузки. Это создает благоприятные условия для внедрения вероятностных методов расчета в практику.

При решении задачи о состоянии конструкции в условиях эксплуатации, участок магистрального газопровода может быть охарактеризован конечным числом независимых параметров. Часть из которых характеризует нагрузки, другие – прочность материалов, третьи – отклонение реальных условий работы конструкции.

Уравнение границы области допустимых состояний конструкции представляется в виде

$$\tilde{\psi}(x_1, x_2, x_3) = 0$$

где $\tilde{\psi}(x_1, x_2 \dots x_n)$ – функция работоспособности. Для оценки эксплуатационной надежности оболочки трубопровода предложено использовать характеристику прочности, которую А.Р.Ржаницын назвал резервом прочности.

Параметры системы: внутреннее давление транспортируемого продукта $X_1 = \tilde{p}$; температурное воздействие транспортируемого продукта $X_2 = \Delta \tilde{t}$; весовое воздействие грунта засыпки $X_3 = \tilde{q}(x)$. При проведении моделирования в i -й точке факторного пространства учитывается изменение фактора X_3 по длине рассматриваемого линейного участка магистрального газопровода.

Предложена модель, определяющая функцию надежности конструкции в зависимости от изменений уровней параметров весового и эксплуатационного воздействия. Получение модели, описывающей реакции изучаемой системы на многофакторное возмущение, является одной из задач математического планирования эксперимента. Наиболее распространенными и полно отвечающими задачам статистического моделирования являются полиномиальные модели. Тогда зависимость между уровнями факторов и реакцией системы, представим в виде полинома первого порядка

$$y = b_0 + b_1 \tilde{X}_1 + b_2 \tilde{X}_2 + b_3 \tilde{X}_3 + b_{12} \tilde{X}_1 \tilde{X}_2 + b_{23} \tilde{X}_2 \tilde{X}_3 + b_{123} \tilde{X}_1 \tilde{X}_2 \tilde{X}_3$$

Полный факторный эксперимент дает возможность определить коэффициенты регрессии, соответ-

ствующие не только линейным эффектам, но и всем эффектам взаимодействий.

Условиями работоспособности конструкции в этой задаче является не превышение прогибов и напряжений в конструкции, значений условия прочности при определенном уровне нагружения.

Основным объектом анализа являлись нагрузки, которым подвергается трубопроводная конструкция во время работы.

Предложенная методика позволяет определить области безотказной работы линейного участка газопровода в зависимости от изменения уровней параметров весового и эксплуатационных воздействий на газопровод, с помощью линейных соотношений. Она позволяет достаточно просто определить области риска для параметров эксплуатируемого участка газопровода.

Работа представлена на III научную конференцию с международным участием «Современные наукоемкие технологии», 19-26 февраля 2005г. Хургада (Египет). Поступила в редакцию 20.01.05 г.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУР ТВЕРДОГО ЖЕЛЕЗА ВЫГЛАЖИВАНИЕМ

Нагорнов Д.С., Швецов А.Н.

Владимирский государственный университет,
Муромский институт,
Муром

Покрyтия твердого железа первоначально получили применение при восстановлении изношенных поверхностей деталей машин, а в последнее время и для упрочнения поверхностей при изготовлении деталей.

Известно, что поверхностные структуры обработки имеют высокую износостойкость и несущую способность. В исследованиях решалась задача получить на поверхностях покрытий твердого железа, методом механической обработки, характеристики близкие к характеристикам поверхностей, сформировавшихся в условиях эксплуатации.

Таблица 1. Комплексная оценка наружного слоя поверхностей от условий формирования

Метод формирования поверхности	Шероховатость, мкм	Радиус скругления вершин, мкм		Углы профиля неровностей		Константы опорной поверхности	
	Ra	r _{поп}	r _{пр}	β _{поп} [°]	β _{пр} [°]	γ	b
Шлифование	0,32	32	120	6	3	2,7	4,0
	0,16	45	145	4	2	2,6	6,0
Тонкое точение	0,63	35	75	8	3	2,7	3,0
	0,32	40	130	4	2	2,6	3,7
Выглаживание	0,32	700	1000	0,8	0,5	2,5	6,0
	0,16	1400	2500	0,4	0,4	2,2	7,0
	0,08	2200	2900	0,3	0,3	2,1	8,0
Эксплуатация	0,16	1900	2600	0,5	0,3	2,1	7,0

Полученные данные (табл. 1) показывают, что по характеристикам поверхности, сформированные ме-

тодом выглаживания и в процессе эксплуатации близки. Характеристики поверхностей, полученные шли-