



НАУКА
БУДУЩЕГО
НАУКА
МОЛОДЫХ

«НАУКА БУДУЩЕГО – НАУКА МОЛОДЫХ»

СБОРНИК ТЕЗИСОВ УЧАСТНИКОВ ФОРУМА

МОСКВА
2017

Разработанные методы определения предельной нагрузки (как меры несущей способности) также учитывают статистическую составляющую и позволяют определять предельную нагрузку в зависимости от степени ответственности конструкции по безопасности.

Впервые проиллюстрировано применение теории свидетельств Демпстера-Шефера (теории случайных множеств) к расчетам надежности элементов строительных конструкций и определению статистического математического ожидания по статистической информации в виде подмножества интервалов. Также впервые использованы для расчета надежности элементов строительных конструкций расширенные функции доверия и правдоподобия с использованием робастной модели на основе обобщенной модели Дирихле.

Высокий уровень предлагаемого научного исследования подтверждается большим количеством публикаций в журналах из Перечня ВАК (в т.ч. на английском языке) в ведущих научно-технических журналах РФ, патентами на изобретения и участием в международных конференциях. Достоверность результатов обусловлена использованием строгого математического аппарата и проведением отдельных экспериментальных исследований.

Дальнейшее исследование в данной области будет направлено на разработку методов расчета надежности и несущей способности других несущих элементов строительных конструкций по всем критериям их работоспособности, что в итоге позволит получить вероятность безотказной работы всего здания или сооружения по всем критериям работоспособности как условной последовательной механической системы в понятиях теории надежности.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Золина Т.В. Сводный алгоритм расчета промышленного объекта на действующие нагрузки с оценкой остаточного ресурса // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 6. С. 3-5.
2. Казарма обрушилась по вине строителей 1975 года и ремонтников 2013 года. Электронный ресурс. URL: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2644882&tid=108493>. Дата обращения: 10.05.2017.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М.: Наука, 1981. - 720 с.
4. Dubois D., Prade H. Possibility Theory, Probability Theory and Multiple-valued Logics: A Clarification // Annals of Mathematics and Artificial Intelligence. 2002. No. 32. pp. 35–66.
5. Shafer G.A. Mathematical theory of evidence. Princeton: Princeton university press, 1976. 297 p.

ДОКЛАДЧИК

Турсынханов Султан Баянбекович

ТЕМА ПРОЕКТА

Мониторинг напряженно-деформированного состояния несущих конструкций обогатительной фабрики под действием квазистатических и вибрационных нагрузок

ВУЗ Национальный исследовательский Томский государственный университет

РЕЗЮМЕ

Большинство вопросов по обеспечению безопасности зданий и сооружений решаются на этапе проектирования с использованием математических моделей различной сложности и назначения. На этом использование математических моделей, как правило, заканчивается, а контроль безопасности при эксплуатации зданий и сооружений проводится на основе периодического или непрерывного мониторинга.

Классическая схема системы непрерывного мониторинга включает в себя измерительную систему и систему контроля измеренных параметров, где полученные данные сопоставляются с предельными значениями или допустимыми интервалами. Эти предельные значения и границы интервалов, определяются еще на этапе проектирования. Основным достоинством такой схемы является быстрота оценки данных, поступающих на вход системы контроля. Существенным же недостатком является отсутствие сведений о распределении контролируемых параметров в точках, где датчики измерительной системы не установлены.

В данной работе рассматривается использование гибридной схемы системы мониторинга, в которой на основе измеренных параметров решается обратная задача деформирования несущих конструкций сооружения. Результатом решения данной задачи является полная картина напряженно-деформированного состояния объекта мониторинга и возможность анализа контролируемых параметров по всем без исключения элементам конструкции.

Предлагаемая система является развитием системы мониторинга морской причальной конструкции[1]. Существенным дополнением к ранее реализованной схеме является учет воздействия гармонических вибрационных нагрузок, которые возникают в результате работы мощного производственного оборудования. При этом в качестве статических и квазистатических нагрузок продолжают рассматриваться перепад температур воздуха, давления ветра и снега на стены и крышу сооружения.

В качестве объекта мониторинга рассмотрено промышленное здание фиксированной этажности с габаритными размерами 96х42х38 метров. Архитектурно-конструктивной особенностью здания является металлический каркас рамно-связевого типа, изготовленный из стали. В процессе исследования на основе проектной документации построена геометрическая модель несущей конструкции, где большинство балочных профилей представлено в виде комплекса оболочек. Часть балок (например, перекрытия крыши) представлены линейными геометрическими моделями. На основании построенной геометрии создана математическая конечно-элементная модель и проведен ряд расчетов с целью определения мест установки датчиков измерительной системы.

Разработанная система позволяет проводить мониторинг объекта в режиме близком к реальному времени.

1. А.Б. Бовсуновский, В.Г. Бутов, А.А. Кулешов, В.А. Солоненко, А.А. Яшук. Система мониторинга причальной конструкции. // Изв. вузов. Физика. Томск, 2013. №7/3 С.137-139.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Автоматизированные измерительные системы, мониторинг строительных сооружений, математическая модель.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данной работы является построение гибридной системы мониторинга НДС несущих конструкции обогатительной фабрики г. Чегдомын под действием квазистатических и вибрационных нагрузок.

Задачи:

Математика и механика

- 1) Разработка вычислительной методики определения НДС конструкции фабрики для оценки влияния эксплуатационных нагрузок на основе метода конечных элементов.
- 2) Реализация задачи определения НДС, используя данные расчетно-вычислительных моделей совместно с данными измерительных систем, без необходимости решения прямой задачи.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день существуют и функционируют различные системы мониторинга состояния сооружений, где непосредственно задействованы автоматизированные измерительные системы. В подавляющем большинстве данные системы предназначены для оценки статических воздействий и смещений элементов конструкции. При использовании такой автоматической системы мониторинга осуществляется контролировать НДС несущих конструкций сооружения лишь в местах установки датчиков. В действительности аварии, сопровождающиеся реальным частичным либо полным обрушением конструкций, происходят неожиданно, по непредсказуемым заранее причинам и, зачастую, при нагрузках и несущей способности контролируемых конструктивных элементов, имеющих значительные запасы по отношению к тем, которые были заложены при проектировании.

Технические ограничения, касающиеся расположения измерительных датчиков, а также их количества в таких системах зачастую не дают возможность получить НДС в местах концентрации напряжений, которые являются наиболее опасными местами несущего каркаса и, как правило, являются “ответственными” за аварии сооружений.

При действии на конструкцию различных нагрузок и их сочетаний роль контролируемых элементов в обеспечении несущей способности всего каркаса в системах мониторинга могут меняться. Это положение приводит к количественному увеличению контролируемых конструктивных элементов, а значит к существенному увеличению дорогостоящих приборов измерений систем.

В настоящей работе описывается устранение вышеописанного пробела в виде методики перехода от фиксирования параметров пространственного деформирования в строго определенных местах к внутренним усилиям, возникающим по всей конструкции.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В качестве объекта мониторинга рассмотрено промышленное здание фиксированной этажности с габаритными размерами 96x42x38 метров.

Методом исследования является компьютерное моделирование НДС механического поведения исследуемой причальной конструкции с использованием метода конечных элементов.

Для решения задач настоящей работы, где исследуемая конструкция требует трехмерного представления в пространстве, выбран программный комплекс ANSYS. При выборе программного комплекса учитывались не только расчетные возможности, но и возможности внесения изменений в математическую модель.

В процессе исследования на основе проектной документации построена геометрическая модель несущей конструкции, где большинство балочных профилей представлено в виде комплекса оболочек. Часть балок (например, перекрытия крыши) представлены линейными геометрическими моделями. На основании построенной геометрии создана математическая конечно-элементная модель и проведен ряд расчетов с целью определения мест установки датчиков измерительной системы. Математическая модель учитывает физико-механические характеристики используемых материалов конструкции причала, геометрические характеристики основных элементов конструкции соответствуют исполнительной документации.

Обоснованность и достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью математической постановки задач, применением апробированных методов решения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В данной работе проведено исследование построения гибридной системы мониторинга для производственно-обогатительной фабрики, расположенной в г. Чегдомын под действием квазистатических и вибрационных нагрузок:

1. На основе проектной документации была построена конечно-элементная модель в системе ANSYS.
2. Проведены предварительные расчеты для квазистатических нагрузок. Типовыми нагрузками для расчетов служили давление снега, давление ветра по 4-ем направлениям, перепад температур.
3. На основании исследования различных вариантов установки датчиков измерительной системы, был предложен технологичный метод установки датчиков деформаций позволяющий сократить количество дорогостоящих приборов измерения с 10 до 6.
4. Исследованы 2 алгоритма решения обратной задачи, в основе которых лежат прямой метод и итерационный. Итерационным методом BICGSTAB можно добиться существенно более точного решения.
5. Разработана вычислительная методика определения НДС несущих конструкций обогатительной фабрики на динамические нагрузки от оборудования по показаниям датчиков ускорения.
6. В результате проделанной работы так же было исследовано механическое поведение конструкции производственного помещения обогатительной фабрики на динамические нагрузки, имеющие гармонический характер от производственного оборудования.
7. В данной работе проведен модальный анализ конструкции в диапазоне от 0 до 20 Гц, выявлены собственные частоты и формы колебания фабрики, которые могут быть использованы для проведения гармонического анализа.
8. Расчетные значения вибрационных воздействий оборудования были определены из технической документации. Оборудование были распределены по группам. Критерии, по которым осуществляется распределения оборудования по группам являются: частота работы, позиция по проекту, нормативная сила динамического воздействия.
9. Типовыми динамическими нагрузками для рассматриваемой модели являются вибрационное воздействие групп оборудования с номерами: 106, 108, 110, 1523, 1542, 155, 163, 164, 205, 209.
10. Проведены предварительные расчеты гармонического анализа с целью определения вибрационного воздействия групп оборудования с номерами: 106, 108, 110, 1523, 1542, 163, 164, 205, 209.
11. Определены оптимальные места установки датчиков ускорения для оценки состояния конструкции. Рекомендуемое количество акселерометров от 10 до 12.
12. Исследовано точность алгоритма решения обратной задачи, в зависимости от разницы фаз гармонических откликов в месте расположения датчиков ускорений.

Внедрение результатов проведенной работы позволяет получить большую информативность и корректность интерпретации поступающей информации измерительных систем о напряженном состоянии исследуемого объекта при различных комбинациях эксплуатационных воздействий.

Разработанный подход может быть использован для создания систем мониторинга аналогичных конструкций.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Г.Г. Болдырев, И.Х. Идрисов, Д.Н. Валеев, А.А. Живаев Опыт практического применения систем мониторинга конструкций зданий. // В мире неразрушающего контроля. Санкт-Петербург, 2010. С.54-60/
2. А.Б. Бовсуновский, В.Г. Бутов, А.А. Кулешов, В.А. Солоненко, А.А. Яшук. Система мониторинга причальной конструкции. // Изв. вузов. Физика. Томск, 2013. №7/3 С.137-139.
3. ГОСТ Р 22.1.12-2005. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования. – М.: Изд.-во стандартов, 2005. – 23 с.
3. Строительные нормы и правила: СНиП 2.01.07 – 85. Нагрузки и воздействия: нормативно-технический материал. – Москва: [СП 20.13330.2011.], 2011. – 79 с.

ДОКЛАДЧИК Фасахов Роман Равилевич Попов И.А., Лукин А.В., Скубов Д.Ю	ТЕМА ПРОЕКТА Конечно-элементное моделирование и исследование сферического ротора в электростатическом подвесе
---	---

ВУЗ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

РЕЗЮМЕ

Эволюционное развитие гироскопической техники последних десятилетий подошло к рубежу крупных изменений, неожиданно открылись совершенно новые интересные задачи. В работе исследуются аналитические и численные методы решения задачи о движении ротора в электростатическом подвесе. Начиная с простейшей одномерной модели пассивного резонансного электростатического подвеса, проводится сравнение различных постановок решения связанной задачи электромеханики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Электростатический подвес, электромеханическая система, гироскоп, микромеханический гироскоп, микромеханическая система, навигация.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью данного исследования является применение конечно элементного метода к решению задачи о сферическом гироскопе в электростатическом подвесе. Применяя методы матфизики, асимптотические методы нелинейной механики, динамики твердого тела в ходе работы аналитически оценивается поведение решения. Стоит задача получить численное решение проблемы методом конечных элементов, сравнить с аналитическими оценками.

ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние научной проблемы исследования (важность предлагаемого исследования по данной проблеме с позиций формирования новых и развития существующих направлений в данной предметной области).

Интерес к задаче движения твердого тела в электрических полях обусловлен, в том числе, использованием неконтактных подвесов в различных областях современной техники. Неконтактные подвесы позволяют существенно увеличить срок службы, уменьшать трение и шум, повышать точность, увеличивать рабочие скорости вращения. С теоретической точки зрения для решения задачи движения твердого тела в электрических полях необходимо исследование совместной системы уравнений движения твердого тела около неподвижной точки и уравнений электродинамики.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Проводится сравнение различных постановок решения связанной задачи электромеханики, реализованных в комплексе конечно-элементного анализа ANSYS и аналитических оценок, полученных Ю.Г. Мартыненко в монографии «Движение твёрдого тела в электрических и магнитных полях».

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе работы освещены принципы реализации электростатического подвеса на примере одномерного пассивного подвеса, на примере модельной задачи пассивного одномерного подвеса продемонстрированы возможности МКЭ для решения связанных задач электромеханики, подготовлена конечно-элементная модель сферического подвеса, предложена конечно-элементная постановка для моделирования сферического подвеса в случае несферичности ротора.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Мартыненко Ю.Г. «Движение твёрдого тела в электрических и магнитных полях». – М.: «Наука», 1988. – 357 с.
2. Д.П. Лукьянов, В.Я. Распопов, Ю.В. Филатов Прикладная теория гироскопов. – СПб.: ГНЦ РФ «ЦНИИ Электроприбор», 2015. – 316 с.