

МИНОБРНАУКИ РФ
Российский фонд фундаментальных исследований
Национальный исследовательский Томский государственный университет
НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета
Физико-технический факультет
Механико-математический факультет
Совет молодых учёных ТГУ

Международная молодежная научная конференция
«Актуальные проблемы современной механики
сплошных сред и небесной механики»
17–19 ноября 2014 г., Томск

International Youth Scientific Conference
«Current issues of
continuum mechanics and celestial mechanics – 2014»,
17–19 November, 2014



Томск-2014

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

PLENARY SESSION

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

THE USE OF MATHEMATICAL MODELING FOR THE SAFE OPERATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

**А.А. Кулешов, В.А. Солоненко, А.А. Ящук, А.Б. Бовсуновский,
С.Б. Турсынханов**

A.A. Kuleshov, V.A. Solonenko, A.A. Yashchuk, A.B. Bovsunovsky, S.B. Tursynhanov

Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики
Томского государственного университета
Research Institute of Applied Mathematics and Mechanics of Tomsk State University
rainbow@niipmm.tsu.ru

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 [1].

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 [2]. 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 строящееся промышленное здание фиксированной этажности с габаритными размерами 96x42x38 м. 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.

В предложенный состав измерительного комплекса входят: датчики позиционирования в пространстве (GPS, лазерного или иного типа) для установки на крыше сооружения; датчики деформации (типа MuST на основе оптоволокна) для установки на вертикальные несущие колонны; акселерометры для установки на горизонтальные несущие балки этажных перекрытий; температурные датчики для установки внутри помещения.

В процессе решения обратной задачи деформирования несущих конструкций сооружения в блоке решателя измеренные значения деформации очищаются от динамического «шума» (усреднением по времени) и вклада температурных деформаций (на основе измеренной температуры). Затем вычисляются вклады ветровой и снеговой нагрузки. На основе показаний акселерометров определяются фазы гармонического воздействия промышленного оборудования. Итоговая картина напряженно-деформированного состояния объекта вычисляется как линейная комбинация заранее вычисленных деформационных картин по каждому из видов нагружения. Вклад динамических нагрузок вычисляется на основе заранее вычисленных собственных форм конструкции.

Разработанная системный позволяет проводить мониторинг объекта в режиме близком к реальному времени [3].

Работа выполнена в рамках договора № УРГАЛ 13/3180А от 30.01.2014 с ОАО «Ургалуголь».

Литература

1. Болдырев Г.Г., Идрисов И.Х., Валеев Д.Н., Живаев А.А. Опыт практического применения систем мониторинга конструкций зданий // В мире неразрушающего контроля. СПб., 2010. С. 54-60

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

. 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.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ОБТЕКАНИИ ТЕЛА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ ПОТОКОМ EXPERIMENTAL STUDY OF GAS DYNAMICS AND HEAT TRANSFER IN A BODY OF COMPLEX SHAPE HIGH FLOW

^{1,2} С.Б. Маслов, ² В.А. Архипов, ² В.В. Фарапонов, ² И.К. Жарова

^{1,2} E.A. Maslov, ² V.A. Archipov, ² V.V. Farapov, ² I.K. Zharova

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики
Томского государственного университета

¹National Research Tomsk Polytechnic University

²Research Institute of Applied Mathematics and Mechanics of Tomsk State University
maslov_eugene@mail.ru

Ключевым направлением в повышении дальности и скорости полета летательных аппаратов (ЛА) с внутриатмосферной зоной эксплуатации является применение прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ПВРД). Любой воздушно-реактивный двигатель имеет воздухозаборное устройство и выходное сопло для выпуска рабочих газов, сила реакции которых создает рабочую тягу.

Прямоточные воздушно-реактивные двигатели имеют входной диффузор, камеру сгорания с горючим, воспламенительные устройства, стабилизаторы пламени и выходное сопло. Сжатие воздуха в диффузоре ПВРД происходит за счет его кинетической энергии, вследствие чего ПВРД могут работать только в потоке воздуха. Набегающий поток воздуха поступает в расширяющийся диффузор и частично теряет скорость. Давление, плотность и температура на входе в диффузор повышаются и тем больше, чем больше начальная скорость потока. Поджатый в диффузоре воздух поступает в камеру сгорания и смешивается с продуктами газификации горючего, имеющими недостаток окислителя. При сгорании образовавшейся газовой смеси энтальпия возрастает, а давление незначительно уменьшается. Продукты сгорания истекают из выходного сопла со скоростью, большей скорости набегающего потока.

При полете ЛА со скоростью, в три раза превышающей скорость звука, давление в камере ПВРД может повыситься примерно в 25 раз. При скоростях, меньших примерно половины скорости звука, повышение