КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И РЕСУРСА СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ИЗГИБА

Макарьина А.В.
Московский государственный университет инженерной экологии, Москва

Антропогенное воздействие в настоящее время стало первопричиной многих негативных процессов в природе и основным источником ее загрязнения. Проблема экологической безопасности в базовых отраслях промышленности связана с настоятельной необходимостью обеспечения работоспособности и надежности оборудования. Атомные энергетические установки и объекты химического машиностроения всегда являлись наиболее опасной областью промышленности для экологии окружающей среды. В этих отраслях достаточно часто используются стержневые и балочные системы в качестве вспомогательных, поддерживающих элементов конструкций, от надежности и долговечности которых зависит безопасность всего производственного процесса.

Характерной особенностью работы современных атомных и химических агрегатов является нестационарность силового нагружения и температурного воздействия, связанная с условиями переходных и форсированных режимов эксплуатации. Поэтому проблема оперативного анализа несущей способности и ресурса элементов конструкции в этих условиях приобретает особую актуальность и имеет огромное практическое значение.

В данной работе рассматриваются стержневые элементы конструкций химического машиностроения, работающие в условиях изгиба при малоцикловом нагружении. В общем случае к стержню приложены моментные нагрузки, поперечные и продольные усилия. Температура стержня может изменяться по длине и высоте его поперечного сечения. Силовое и температурное воздействия изменяется во времени по заданной программе. Исследуется кинетика процесса упругопластического деформирования стержня с учетом истории нагружения и изменения физико-механических свойств конструкционного материала в течение жизненного цикла изделия. Математическая модель упругопластического деформирования материала описывается системой уравнений теории неизотермического пластического течения. Решение задачи строится на основе шагового метода.

При построении алгоритма расчета вводится параметр t , определяющий развитие процесса нагружения (обобщенное время). Программа нагружения разбивается на ряд малых этапов, расчет которых выполняется последовательно. Модель изделия представляется в виде совокупности узловых точек. Каждой узловой точке ставится в соответствие параметр пластичности, который принимает значение 0, если в рассматриваемой точке материал деформируется упруго, или 1, если имеет место пластическое течение.

Численная реализация разработанного метода и алгоритма компьютерного анализа упругопластического деформирования стержневых элементов осуществлена в виде программного обеспечения. Программный комплекс «Bend Beam» разработан на алгоритмическом языке Delphi 7.0, имеет модульную структуру, функционирует в операционных системах Windows 95/98, Windows NT/2000/XP, предоставляет пользователю удобный, интуитивно понятный графический пользовательский интерфейс. Программный продукт предназначен для применения в отраслевых САПР и ERP-системах, допускает автономное использование. Позволяет выполнять численный анализ несущей способности и располагаемого ресурса изделий, прогнозировать их долговечность в условиях нестационарного силового и температурного воздействия, осуществлять мониторинг остаточного ресурса оборудования в режиме on-line.

ИССЛЕДОВАНИЯ РЕСУРСА СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ИЗГИБА

Макарьина А.В.
Московский государственный университет инженерной экологии, Москва

Антропогенное воздействие в настоящее время стало первопричиной многих негативных процессов в природе и основным источником ее загрязнения. Проблема экологической безопасности в базовых отраслях промышленности связана с настоятельной необходимостью обеспечения работоспособности и надежности оборудования. Атомные энергетические установки и объекты химического машиностроения всегда являлись наиболее опасной областью промышленности для экологии окружающей среды. В этих отраслях достаточно часто используются стержневые и балочные системы в качестве вспомогательных, поддерживающих элементов конструкций, от надежности и долговечности которых зависит безопасность всего производственного процесса.

С целью компьютерного мониторинга несущей способности и ресурса стержневых элементов конструкций, работающих в условиях изгиба, был разработан программный продукт «Bend Beam», который позволяет выполнять численный анализ несущей способности и располагаемого ресурса изделий, прогнозировать их долговечность в условиях нестационарного силового и температурного воздействия, осуществлять мониторинг остаточного ресурса оборудования в режиме on-line.

С помощью разработанного программного продукта проведены обширные численные исследования кинетики процесса упругопластического деформирования стержня. Направление экспериментов: выявление зависимости значений накопленной деформации, дефекта конструкции, прогиба и угла поворота сечения стержневого элемента от величины и характера приложенной моментной нагрузки.

Ниже рассматривается эксперимент по выявлению зависимости величины прогиба от значения приложения моментной нагрузки. Стержневой элемент имеет следующие геометрические параметры: ширина поперечного сечения 6 мм, высота – 1 мм, длина

стержня – 100 мм. Конструкционный материал – 15Х2МФА. Стержень одним концом жестко заделан, к свободному торцу приложен изгибающий момент *М*.

Значение момента повышалось от нуля до конкретного значения, которое в ходе эксперимента изменялось от 100 Н*мм до 299 Н*мм. Исследования проводилось на одном полуцикле работы конструкции.

Результаты экспериментов показали, что в упругой стадии работы конструкции соблюдается практически прямая зависимость между величиной моментной нагрузки и значением прогиба торца стержня. Для стали марки 15Х2МФА упругая стадия работы заканчивается при значении нагрузки 200 МПа.

Для упругопластического изгиба характер зависимости меняется. При значениях момента 200 – 240 МПа (пластическая работа элемента выражена слабо) исследуемая зависимость немного отклоняется от прямопропорциональной и приобретает характер экспоненциальной. Для значений внешней нагрузки от 270 МПа до 300 МПа характер зависимости - ярко экспоненциальный. Следует отметить, что для применяемого конструкционного материала значение 300 МПа является предельной нагрузкой (происходит полная потеря упругих свойств материала и конструкция становится непригодна для использования).

Таким образом, использование метода анализа ресурса конструкции, предложенного в программном комплексе «Bend Beam», оправданно, поскольку дает результаты, которые невозможно получить при тех же расчетах с помощью стандартных формул из курса сопротивления материалов.

МАТРИЧНАЯ СИСТЕМА МОДИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ЕГО В КВЧ-БИЕНИЯ

Пятакович Ф.А., Якунченко Т.И., Швец М.В.
Медицинский факультет БелГУ,
Белгород

Рассматривая разработку аппаратных средств для КВЧ-терапии в историческом аспекте, следует выделить четыре основных направления. Первое связано с использованием узко направленных частот в аппаратах на лампе обратной волны и диодов Ганна в аппаратах «Явь» московской школы [4] и «Электроника» киевской школы [3]. Второе направление привело к разработке устройств генерации шумоподобных сигналов в КВЧ-диапазоне на базе лавиннопролетных диодов [2,14].

Третье направление работ связано с попыткой дополнительной модуляции шумового сигнала ритмами, связанными с биологическими процессами человека. Так, на базе данных идей [1] разработали миниатюрный информационно-терапевтический автогенератор, излучающий биомодулированный спектр частот в инфракрасном, красном и миллиметровом диапазоне длин волн (МИНИТАГ - Патент № 2156106) для лечения различных заболеваний.

В литературе по экспериментальным исследованиям описаны и попытки модуляции ММ-воздействия пульсовым выбросом конкретного пациента и “чужими биоритмами”, предварительно записанными на магнитную ленту [7,15].

Однако синхронизация воздействия с одним лишь важным параметром гемодинамики не может полностью решить проблему оптимизации физиотерапевтического воздействия. Это стало известно из работ четвертого направления, в которых было показано, что биологические коды являются многочастотными, а эффективность их зависит от определенного соотношения в сложномодулированном суммарном сигнале [6]. Данное направление базируется на фундаментальных хронобиологических подходах, учитывающих иерархию управления и цикличность процессов метаболизма в организме человека.

Еще в 1993 г. исследователи [9] впервые разработали, а в последствие запатентовали биотехническую систему [11], работающую на принципах биологической обратной связи и предназначенную для автоматического выбора резонансной частоты в КВЧ-диапазоне. Необходимо подчеркнуть, что в этой работе также впервые было продемонстрировано успешное применение, как широкополосной частотной, так и амплитудной модуляции несущего КВЧ-сигнала биоритмами пациента. Клиническое подтверждение рассмотренных выше идей было получено при лечении осложненной язвенной болезни при помощи биоуправляемого способа миллиметровой терапии [12].

В 1996 г. [10] рассмотрели и запатентовали принципы биоуправления при использовании лавиннопролетных диодов в биотехнической системе «Синхропульсар - ММ» для КВЧ-терапии. В этой системе биологическая обратная связь включает дыхательную и сердечно-сосудистую систему, датчик дыхания и пульса, сумматор, широко импульсный модулятор (ШИМ), волновод с излучателем антенной.

Биоуправление изменением воздействия ЭМИ заключается в циклических колебаниях постоянного напряжения (U = IR) в диапазоне 0,5 - 15,0 В в блоке ШИМ, создаваемых суммарным сигналом пульса и дыхания. В апреле 1997 года, разработанная авторами [10] биоуправляемая система для КВЧ-терапии экспонировалась на международной выставке в Женеве и была отмечена дипломом и награждена серебряной медалью.

Рассмотрен и матричный способ реализации многочастотного миллиметрового воздействия (из трех ЛПД), который также был основан на хронобиологических принципах модуляции с использованием параметров биологической обратной связи. Помимо биоциклических алгоритмов управления биотаймером, в матричной биотехнической системе, на основе детеминированных моделей использовались несколько программ реализации лечения, записанные в ПЗУ [17].

В настоящей работе рассмотрена программоуправляемая биотехническая система, которая содержит блок питания, хрономодули дыхания и пульса, сумматор, матрицу из шести парных лавиннопролетных диодов с различными терапевтическими длинами волн (1. 60,5 ГГц – 4,9 мм; 2. 53,5 ГГц – 5,6 мм; 3. 42,2