

такая система образует метаматериал, в котором области с брассерными возбуждениями обладают отрицательным показателем преломления и оказываются прозрачными для электромагнитного излучения, что делает возможным их экспериментальное наблюдение.

Работа выполнена в рамках проекта НАН Украины «Квантовые явления в наносистемах и наноматериалах при низких температурах» (№4/13–Н).

ЛИТЕРАТУРА

1. Lazarides N., Eleftheriou M., Tsironis G.P. Discrete breathers in nonlinear magnetic metamaterials // Phys. Rev. Lett. – 2006. – V.97. – P.157406–1–157406–4.
2. Bogdan M.M., Charkina O.V. Dynamics of bound soliton states in regularized dispersive equations // Физиканизких температур. – 2008. – т.34, № 7. – С.713–720.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЙ КОНВЕКЦИИ В МАГНИТНОЙ НАНОЖИДКОСТИ

*Божко А.А., *Краузина М.Т., Кудашкина В.С., Путин Г.Ф.*

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия

При изучении конвекции магнитных наножидкостей необходимо учитывать многообразие действующих в них физических механизмов: термодиффузию, барометрические эффекты, вращательную вязкость. Например, диффузионные явления в магнитном коллоиде связаны как с движением частиц и агрегатов, так и с неоднородным составом жидкой фазы, включающей жидкость-носитель и свободные молекулы поверхностно-активного вещества. В этом случае особо ценными становятся экспериментальные данные. Проведенные в работе многосуточные непрерывные опыты моделируют работу датчиков с магнитными и другими нанонесителями при длительной эксплуатации, что является одной из актуальных задач теплообмена.

Эксперименты проводились в шаровой полости диаметром 16 мм, вырезанной в блоке из плексигласа. Блок зажимался между двумя алюминиевыми теплообменниками, через которые прокачивалась вода постоянной температуры. Для суждения о структуре и амплитуде течения использовалась система из четырех взаимно перпендикулярных термопар, расположенных в плоскости экватора.

В опытах использовался коллоид на основе трансформаторного масла, стабилизированный олеиновой кислотой, со средним размером частиц магнетита 10 нм, с плотностью $0.89 \cdot 10^3$ кг/м³, намагниченностью насыщения 44.9 кА/м и динамической вязкостью 0.069 Па·с.

В шаровой подогреваемой снизу полости, заполненной магнитной наножидкостью, вблизи порога конвекции возникают перемежающиеся

колебательные режимы, наблюдающиеся в течение нескольких недель. Колебания температурных сигналов, регистрируемых при помощи экваториальных термопар, связаны с движением оси конвективного вихря или вала в плоскости экватора.

Вблизи порога механического равновесия, после превышения критического перепада температур $\Delta T_c = 2.3$ К, был обнаружен режим конвекции, в котором наблюдались колебания, связанные с возникновением и затуханием конвекции. Период колебаний составил примерно 1 сутки.

При увеличении относительного перепада температур были найдены колебания температуры в фиксированной точке в экваториальной плоскости, связанные с поворотом оси вращения конвективного вала в экваториальной плоскости полости, чередующиеся с интервалами слабо модулированного температурного сигнала.

Автоколебания в магнитном коллоиде могут быть связаны с конкуренцией между градиентами плотности теплового, термодиффузионного и барометрического происхождения.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УПРУГОГО ТЕЛА С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ТКАНЯМИ

^{1}Бойчук И.П., ²Коломийцев А.В., ³Сапелкин В.В.*

¹Национальный аэрокосмический университет им.

Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина

²Харьковский НИИ судебных экспертиз им.

М.С. Бокариуса, Украина,

³Харьковское областное бюро судебно-медицинской экспертизы, Украина

Решению диагностических задач, связанных с оценкой поражающих свойств пуль травматического действия и прогнозируемым ущербом, нанесенным тканям биологического объекта, уделяется большое внимание в судебной экспертизе и медицине. Исследования в данной области позволяют углубить знания в раневой баллистике и решать задачи диагностики поражающих свойств пуль травматического действия.

В решении данной проблемы существенным является подход, связанный с моделированием механики повреждений, которые возникают в теле человека при локальных ударах. Моделирование позволяет с определенной точностью рассчитать степень деформации и определить параметры биологической ткани при её повреждении.

Целью работы является разработка механико-математической модели и проведение численного расчета импульсного взаимодействия биологических тканей с упругим телом.

В качестве аналога мышц выбиралась модель вязкоупругого тела с механическими характеристиками, соответствующими биологическим тканям. Пуля моделировалась упругим телом с известными механическими характе-

ристиками. Система определяющих условий для подобной механической системы включает дифференциальные уравнения сохранения импульса, энергии и массы, а также граничные, начальные, контактные условия, реологические соотношения и уравнения состояния.

Для численного решения использовался смешанный подход ALE (Arbitrary Lagrangian-Eulerian) [1]. Механико – математическое моделирование позволило с высокой степенью точности получить те характеристики импульсного взаимодействия контактирующих тел, которые или невозможно, или затруднительно получить в эксперименте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Donea J., A. Huerta, J.-P. Ponthot, A. Rodriguez-Ferran Arbitrary Lagrangian-Eulerian methods // Encyclopedia of Computational Mechanics. – John Wiley&Sons, 2004. – P.1–38.

ROPEJUMPING: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ДЛЯ СОВЕРШЕНИЯ ПРЫЖКОВ И СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ С ВЫСОТНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Бокоч А.В.¹, Борисов И.Д.², Жеребцов Ю.А.¹,
Максимов Б.А.¹, *Пославский С.А.²,
Руднев Ю.А.², Хархан И.Л.¹*

¹Общественная организация «Международная федерация роуп-джампинга», Украина

²Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина, Украина

Роуп-джампинг (RopeJumping) – прыжки и полеты на веревке – технический вид спорта, приобретающий все большую популярность (http://www.youtube.com/watch?v=S2eEC16_Ws4).

Некоторые типы веревочных систем для совершения прыжков и полетов с высотных объектов описаны в патенте [1]. Основными конструктивными элементами таких систем являются альпинистские веревки различных видов. Благодаря упругим и демпфирующим свойствам веревок торможение человека, совершающего прыжок, осуществляется достаточно плавно (с перегрузками, не превышающими допустимые нормы). В рекордных прыжках, выполненных к настоящему времени, фазы свободного падения и торможения в сумме достигали 360 м. (<http://www.youtube.com/watch?v=ZNXS9L-GWjM>).

Поскольку к безопасности прыжков предъявляются очень жесткие требования, важное значение приобретают расчеты предельных нагрузок, действующих на человека и на элементы веревочной системы. Кроме того, необходимо проведение предварительных расчетов возможных траекторий человека. Такие расчеты призваны установить безопасные режимы осуществления прыжков, исключающие столкновение человека с рельефом.

В данной работе предложены математические модели веревочных систем для совершения прыжков с высотных объектов. Альпинистские веревки в этих моделях представляются как вязкоупругие нити, подверженные переменным нагрузкам. Для исследования динамики веревочных систем на основе предложенных моделей разработаны численные конечно-разностные методы решения соответствующих начально-краевых задач для систем нелинейных дифференциальных уравнений.

Выполнены расчеты нагрузок и траекторий для конкретных веревочных систем в широком диапазоне значений определяющих параметров. Проведен подробный анализ влияния различных факторов (погодных условий, аэродинамического сопротивления, трения в элементах веревочной системы) на траекторию человека и максимальные эксплуатационные нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шкалікков О.А., Жеребцов Ю.О., Безух О.А., Хархан І.Л. Хіжняк С.В., Здоренко О.В. «Система для здійснення стрибків та вільного падіння з висотних об'єктів». Патент України на корисну модель № 69561 від 25.04.2012, Бюл. № 8.

РАВНОВЕСНЫЕ ФОРМЫ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НАМАГНИЧИВАЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ

*Борисов И.Д., *Поцелуев С.И., Руднев Ю.И.*

Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина

Рассматриваются равновесные формы свободной поверхности намагничивающейся жидкости, подверженной действию постоянного магнитного поля, сил поверхностного натяжения и внешнего (не зависящего от расположения жидкости в сосуде) потенциального поля массовых сил (гравитационных или инерционных). Подробно исследованы осесимметричные формы равновесия неэлектропроводной равномерно вращающейся жидкости в азимутальном магнитном поле. В этом случае напряженность магнитного поля имеет вид: $H_r = H_z = 0$, $H_\vartheta = J / (2\pi r)$ (r, ϑ, z – цилиндрические координаты, J – полный ток, охватываемый контуром $r = \text{const}$). Пусть $r = r(s)$, $z = z(s)$ – уравнения равновесной линии (линии пересечения свободной поверхности с полуплоскостью $\vartheta = \text{const}$), где s – длина дуги этой линии, отсчитываемая от некоторой произвольной точки на ней. Для жидкости, намагничивающейся по закону Ланжевена: $M = M_s (\text{cth}(\gamma H)) - 1 / (\gamma H)$, функции $r(s)$, $z(s)$ являются решениями системы дифференциальных уравнений: