
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
НИИ МЕХАНИКИ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

**МАТЕРИАЛЫ XXX МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА
«ДИНАМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
МЕХАНИКИ КОНСТРУКЦИЙ И СПЛОШНЫХ СРЕД»**

имени А.Г. Горшкова

Кремёнки, 20 – 24 мая 2024 г.

Том 1

**XXX INTERNATIONAL SYMPOSIUM «DYNAMIC
AND TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF A MECHANICS
OF CONSTRUCTIONS AND CONTINUOUS MEDIUMS»**

Dedicated to A.G. Gorshkov

Kremyonki, 20 – 24 May 2024

Vol. 1

Москва 2024

© Материалы XXX Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. Т.1. – М.: ООО "ТРИП", 2024. –230 с.

Организационный комитет:

Бугаев Н.М., председатель оргкомитета,
зав. лабораторией, МАИ

Вахтерова Я.А., доцент, МАИ

Зверев Н.А., ассистент, МАИ

Оконечников А.С., доцент, МАИ

Федотенков Г.В., профессор, МАИ

Программный комитет:

Тарлаковский Д.В. (председатель), д.ф.-м.н., проф., действительный член РАЕН (Россия)

Земсков А.В. (зам. председателя), д.ф.-м.н., доц., действительный член РАЕН (Россия)

Федотенков Г.В. (уч. секретарь), д.ф.-м.н., доц., действительный член РАЕН (Россия)

Бабешко В.А., академик РАН (Россия)

Баженов В.Г., д.ф.-м.н., проф. (Россия)

Вестяк В.А., д.ф.-м.н., доц. (Россия)

Гаврюшин С.С., д.т.н., проф. (Россия)

Георгиевский Д.В., д.ф.-м.н., проф. (Россия)

Горячева И.Г., академик РАН (Россия)

Ерофеев В.И., д.ф.-м.н., проф. (Россия)

Зинин А.В., к.т.н., доц. (Россия)

Игумнов Л.А., д.ф.-м.н., проф., действительный член РАЕН (Россия)

Келлер И.Э., д.ф.-м.н., проф. (Россия)

Коноплев Ю.Г., академик АН Республики Татарстан (Россия)

Ломакин Е.В., член-корр. РАН (Россия)

Медведский А.Л., д.ф.-м.н., проф. РАН (Россия)

Морозов Н.Ф., академик РАН (Россия)

Окунев Ю.М., действительный член РАЕН (Россия)

Паймушин В.Н., академик АН Республики Татарстан (Россия)

Плескачевский Ю.М., член-корр. НАН Белоруссии (республика Беларусь)

Пшеничников С.Г., д.ф.-м.н., с.н.с. (Россия)

Рабинский Л.Н., д.ф.-м.н., проф., член-корр. РАЕН (Россия)

Равикович Ю.А. д.т.н., проф., проректор МАИ (Россия)

Саркисян С.О., д.ф.-м.н., проф., член-корр. НАН Армении (Армения)

Старовойтов Э.И., д.ф.-м.н., проф., иностранный член РАЕН (республика Беларусь)

Сыпало К.И., член-корр. РАН (Россия)

Yu Gu, PhD, Professor, Beijing Jiaotong University, иностранный член РАЕН (Китай)

ISBN 978-5-6050801-3-8

© Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2024

ские скачки сжатия –ударные волны. При изучении этих процессов оказалось весьма полезным ввести ударные волны не как разрывы, а как очень быстрые, но непрерывные (сглаженные вязкостью и теплопроводностью) изменения параметров течения – также как при моделировании структуры ударной волны.

Математическим аппаратом для моделирования процессов такого рода (в предположении малой вязкости, что соответствует реальным свойствам газовых сред) служат системы обыкновенных дифференциальных уравнений с малыми параметрами при старших производных [3]. В простейшем случае это одно обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка с малым параметром при второй производной.

Нелинейные окolorезонансные колебания в газе являются одной из важных проблем газовой динамики, поскольку развитие резонансных явлений может представлять серьезную угрозу работе механических систем [4].

Следует особо отметить возможность изучения на предложенной модели режимов автоколебаний –такие колебания не исчезают и после прекращения действия вынуждающей силы. Примером могут служить окolorезонансные колебания в экзотермической среде [5].

Литература.

1. Курмант Г. Фридрихс К. Сверхзвуковое течение и ударные волны. М.: ИЛ, 1950. 426 с.
2. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977. 622 с.
3. Коул Дж. Методы возмущений в прикладной математике. М.: Мир, 1972. 274 с.
4. Ганиев Р.Ф. Нелинейные резонансы и катастрофы. Надежность, безопасность и бесшумность. М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2013. 592 с.
5. Богданов А.Н. Релаксационные колебания неравновесного газа, заполняющего канал переменного сечения// ПМТФ. 1994, № 3. С. 22–33.

О СЕТЧАТЫХ ЭНДОПРОТЕЗАХ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ: ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Большаков П.В.^{1,2}, Балтин М.Э.¹,

Хамзин Д.Э.¹, Балтина Т.В.¹, Саченков О.А.^{1,2}

(¹Казанский федеральный университет, ²Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН)

Развитие технологии аддитивного производства диктует новые подходы к проектированию изделий, и в частности проектирования имплантатов и протезов [1]. Так называемые, сетчатые конструкции находят все большее применение в медицинской отрасли при пациент-ориентированном подходе. Такая кон-

цепция предполагает новое понимание материала и включает в себя сложную структурную геометрию, решетчатые конструкции и метаматериалы. Это приводит к появлению новых концепций проектирования. В работе представлены результаты разработки метода проектирования таких изделий. Общий подход основан на разделении микро- и макромеханических параметров [2,3]. Для этого рассматривалась исследуемая область как совокупность базовых ячеек, описываемых вектором параметров. В качестве базовой ячейки рассматривалась среда со сферическими порами [4].

На основе разработанной методики было спроектировано два вида эндопротезов, которые в последующем были изготовлены методом аддитивного производства из титана. Изготовленные изделия были имплантированы в бедренную кость нелинейной крысы весом 180-200 г. После операции животные подвергались контролю общего состояния, и каждые две недели производилась рентгеновская компьютерная томография оперированного участка. В томограммах производился контроль зон роста костной ткани.

Исследование выполнено при финансовой поддержке, выделяемой Казанскому федеральному университету по государственному заданию в сфере научной деятельности, проект № FZSM-2023-0009.

Литература

1. *Большаков П.В., Кашипова Р.М., Саченков О.А.* О проектировании ферменного эндопротеза // *Современные проблемы теории машин.* – 2017. – № 5. – С. 42 – 44.

2. *Саченков О.А., Герасимов О.В., Королева Е.В., Мухин Д.А., Яикова В.В., Ахтямов И.Ф., Шакирова Ф.В., Коробейникова Д.А., Хань Х.Ч.* Построение негетерогенной конечно-элементной модели по данным компьютерной томографии // *Российский журнал биомеханики.* – 2018. – Т. 22. № 3. – С. 332-344.

3. *Харин Н.В., Герасимов О.В., Большаков П.В., Хабибуллин А.А., Федянин А.О., Балтин М.Э., Балтина Т.В., Саченков О.А.* Методика определения ортотропных свойств костного органа по данным компьютерной томографии // *Российский журнал биомеханики.* – 2019. – Т. 23. № 3. – С. 460-468.

4. *Большаков П.В., Саченков О.А.* Моделирование разрушения неоднородного тела методом конечных элементов с использованием данных компьютерной томографии // *Российский журнал биомеханики.* – 2020. – Т. 24. № 2. – С. 248-258.