

*Российская академия наук
Министерство образования и науки РФ
Межгосударственный координационный совет
по физике прочности и пластичности
Департамент промышленности и природопользования Пермской области
Пермский государственный технический университет
Институт механики сплошных сред УрО РАН
Институт фундаментальных исследований ПГТУ*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУКАХ

*Тезисы докладов
15-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых*

Пермь 2006



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект РФФИ № 06-01-10120-з)

Представлены тезисы докладов 15-й Всероссийской школы-конференции молодых ученых и студентов “Математическое моделирование в естественных науках” (4 – 7 октября 2006 г.), посвященной 80-летию чл.-корр. АН СССР А.А. Поздеева. Конференция посвящена актуальным проблемам математического моделирования в механике, физике, экологии, биомеханике, технике и технологии.

Конференцию подготовили и провели преподаватели и сотрудники факультета прикладной математики и механики и аэрокосмического факультета Пермского государственного технического университета (ПГТУ).

Оргкомитет конференции

Председатель оргкомитета: проф. П.В. Трусов (ПГТУ).

Ответственный секретарь: доц. И.Ю. Зубко (ПГТУ).

Члены оргкомитета: проф. А.Н. Аношкин, проф. Р.В. Бульбович, проф. В.Э. Вильдеман, проф. М.Б. Гитман, проф. В.Ю. Столбов, доц. Зайцев А.В., доц. И.Э. Келлер (ПГТУ), акад. РАН В.П. Матвеевко, проф. О.Б. Наймарк, проф. О.И. Скульский, проф. П.Г. Фрик, проф. И.Н. Шардаков (ИМСС УрО РАН), проф. Р.А. Васин (ИМех МГУ), проф. Б.Е. Победря (МГУ), проф. В.В. Стружанов (Имаш УрО РАН), проф. Е.А. Митюшов (УГТУ), проф. Е.К. Хеннер (ПГУ), проф. И.Г. Русяк (Ижевский ГТУ), проф. А.Г.Князева (ИФПМ СО РАН), проф. В.И.Астафьев (СГУ), проф. С.А.Лурье (ВЦ РАН), проф. А.И.Потапов (ННГУ).

Оргкомитет конференции считает своим долгом поблагодарить руководителей и коллективы следующих организаций, оказавших финансовую поддержку конференции:

Министерство образования и науки РФ,
Российский фонд фундаментальных исследований,
Департамент промышленности и природопользования Пермской области,
Пермский государственный технический университет,
Институт механики сплошных сред УрО РАН.

Рецензенты: д-р физ.-мат. наук, проф. А.А. Роговой (ИМСС УрО РАН);
кафедра механики композиционных материалов и конструкций
Пермского государственного технического университета.

© Пермский государственный
технический университет, 2006

колбы, и взаимодействие между ними отсутствует. Поэтому иммобилизация бактериальных клеток происходит только при движении платформы. Влияние скорости перемешивания жидкости на движение частиц носителя и клеток моделируется феноменологически. Условно считается, что частицы носителя и бактериальные клетки образуют идеальный газ с абсолютной температурой, отвечающей средней скорости движения жидкости. Тогда для концентраций частиц носителя и клеток справедливо распределение Больцмана. Эти концентрации меняются со временем за счет процессов адсорбции (иммобилизации) и десорбции (смыва) клеток. Соответствующие временные зависимости описываются кинетическими уравнениями, которые были решены аналитически. Кинетические уравнения содержат два неизвестных параметра, характеризующие вероятности процессов адсорбции и десорбции клеток. Данные параметры определены экспериментально на основании измеренных временных зависимостей величины оптической плотности (ОП 600_{нм}) жидкости в колбе, характеризующей количество свободных (неиммобилизованных) клеток. Основным численным результатом построенной модели является временная зависимость концентрации свободных клеток, которая согласуется с экспериментальными данными.

Исследования поддержаны грантами Программы Президиума РАН “Молекулярная и клеточная биология” и Программы поддержки ведущих научных школ Российской Федерации.

О распространении волны Стоунли в среде Коссера

М.В. Улитин, М.А. Кулеш, И.Н. Шардаков
(Институт механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь)

Процессы распространения волн в механике сплошных сред и в механике горных пород обычно моделируются сегодня в терминах классической теории упругости. Однако возможны ситуации, когда динамическое поведение среды остается упругим, однако не поддается описанию с использованием классических моделей. В частности, теории, базирующиеся на классических моделях, корректно не описывают сильно диспергирующий характер поведения волн, иногда наблюдаемый в экспериментах.

Одним из подходов к решению этой проблемы является введение дополнительных независимых степеней свободы частиц материала, например, поворотных. Такая теория получила название моментной, или несимметричной теории упругости. В механике сплошных сред широко используются различные модели этой теории: модель среды Коссера, микрополярная модель Эрингена, модели псевдосреды Коссера и редуцированной среды Коссера и т.д. Ключевым в данных моделях является то, что реально неоднородная среда рассматривается как расширенный однородный континуум, где специфическая ротационная динамика включений моделируется «вращением частиц» непрерывной среды. Поэтому в рассмотрение вводится независимый вектор, который характеризует малые повороты частиц, за счет чего тензоры напряжений и моментных напряжений являются несимметричными. Однако вопрос о значениях новых материальных параметров такой среды для реальных конструктивных

материалов на сегодняшний день остается открытым, что является одним из основных факторов, сдерживающих изучение моделей микрополярных сред.

Однако в рамках микрополярных моделей получены интересные теоретические результаты. Одним из них является факт дисперсии упругих поверхностных волн Рэлея (Лялин А.Е., Пирожков В.А., Степанов Р.Д. *Акустический журнал*. 1982. Т. 28. № 6). Также было показано, что, помимо поверхностной эллиптической волны Рэлея, в среде Коссера может существовать также поверхностная волна, имеющая одну поперечную компоненту, параллельную граничной поверхности и перпендикулярную направлению распространения волны (Кулеш М.А., Матвеев В.П., Шардаков И.Н. *Акустический журнал*. 2006. Т. 52. № 2). Далее, волна Рэлея в редуцированной среде Коссера имеет запрещенную зону частот, где вся энергия уходит на поворотные движения и не распространяется в среде, а локализуется вблизи источника (М.А.Кулеш, Е.Ф.Грекова, G.C.Herman, I.N.Shardakov. *Proceedings of the APM 2006, S.Petersburg*). Все эти эффекты отсутствуют в рамках классической теории упругости.

В данной работе продолжается изучение процессов распространения волн в среде Коссера и рассматривается задача о распространении волны Стоунли на границе раздела двух полупространств. Получено общее аналитическое решение этой задачи в перемещениях и приведен сравнительный анализ полученного решения с соответствующим решением для классической упругой среды. Так же, как и для волны Рэлея, показано существование поперечной волновой моды, затухающей с глубиной. В решении для волны Стоунли в рамках классической теории упругости такая мода отсутствует. Это обстоятельство позволяет надеяться на эффективное применение такого типа волн в возможных экспериментальных исследованиях, направленных на обнаружение «моментного» поведения материала и далее на определение материальных параметров.

Определение механических свойств кожи человека

А.Е. Федоров¹, В.А. Самарцев², Т.А. Кириллова³

¹*Пермский государственный технический университет, e-mail: spider@perm.raid.ru*

²*Кафедра общей хирургии лечебного факультета ПГМА,*

³*МУЗ ГКБ №6, патологоанатомическое отделение, г. Пермь)*

Значение особенностей механических свойств кожи важно как для теоретической, так и для практической медицины. Проблема прочности и эластичности биологических тканей интересует хирургов, судебных медиков и специалистов по спортивной и косметической медицине. Проведенные ранее исследования показали, что кожа на разных участках тела человека различается по своим свойствам и структурной характеристике в молодом и пожилом возрасте.