



С Е М И Н А Р

по механике сплошной среды им. Л.А. Галина

под руководством профессоров

В.М. Александрова, В.Н. Кукуджанова, А.В. Манжирова

119526, г. Москва, просп. Вернадского, д. 101, корп. 1, ауд. 235, 14⁰⁰

Ученый секретарь: к.ф.-м.н. Паршин Дмитрий Александрович,
e-mail: parshin@ipmnet.ru, тел.: (495) 434 34 56, факс: (499) 739 95 31

ПРОГРАММА

ЗАСЕДАНИЙ ВО II-М ПОЛУГОДИИ 2009 г.

23 октября (Заседание № 695):

Жигалин А.Г. (Самара)

Замкнутые решения трехмерных задач связанной термоупругости

30 октября (Заседание № 696):

Pieczyska E.A. (Warsaw, Poland)

Thermomechanical properties of Shape Memory Alloys

6 ноября (Заседание № 697):

Пантелеев С.А. (Самара)

Необходимые и достаточные условия устойчивости толстых упругих блоков при больших сжатиях

20 ноября (Заседание № 698):

Посвящается памяти академика АН Армении Н.Х. Арутюняна

Манжиров А.В. (Москва)

Всемирный конгресс по трибологии (World Tribology Congress 2009),
6–11 сентября 2009 г., Киото, Япония

Казаков К.Е., Лычев С.А., Паршин Д.А. (Москва)

7-я Международная конференция «Современные методы анализа напряжений и колебаний» (7th International Conference on Modern Practice in Stress and Vibration Analysis / MPSVA2009),
7–10 сентября 2009 г., Кембридж, Великобритания

Ковалев В.А. (Москва)

XIII Международная школа-конференция молодых ученых «Механика»,
28 сентября – 1 октября 2009 г., Агавнадзор, Армения

4 декабря (Заседание № 699):

Сильвестров В.В., Смирнов А.В. (Москва)

Задача усиления пластины кусочно-однородным стрингером

18 декабря (Заседание № 700):

Паршин Д.А. (Москва)

Об одной новой геомеханической модели

АННОТАЦИИ ДОКЛАДОВ

Жигалин А.Г. Предлагается метод решения трехмерных задач линейной термоупругости, в котором неизвестные вектор перемещения и температура представляются в форме рядов, сходящихся в среднем квадратичном. Разложение в ряды производится по собственным и присоединенным вектор-функциям пары взаимно сопряженных дифференциальных операторных пучков, порождаемых начально-краевой задачей. При этом коэффициенты разложения определяются точно из решения счетной последовательности независимых задач Коши.

Получение замкнутых решений задач термоупругости позволяет оценить степень взаимного влияния полей перемещений и температуры и указать те случаи, в которых следует учитывать скорость дилатации при проведении расчетов.

В ходе построения собственных и присоединенных функций дифференциального оператора возникает задача нахождения его собственных значений. Эта задача сводится к решению трансцендентного уравнения, которое для широкого класса граничных условий принимает громоздкий вид. В общем случае решение такого уравнения может быть выполнено только численно, причем отделение его корней представляет собой трудоемкую процедуру. Удалось выделить специальный подкласс граничных условий, при которых процедура нахождения собственных значений существенно упрощается. В этом случае собственные значения вычисляются по конечным формулам через нули известных спецфункций. Решения соответствующих задач могут быть использованы в качестве модельных при отладке вычислительных алгоритмов метода.

Были решены задачи о термоупругом деформировании конечного цилиндра и шара при начальных условиях, соответствующих ступенчатому начальному распределению температуры в объеме. По результатам расчетов установлено, что дилатационное слагаемое в уравнениях линейной термоупругости необходимо учитывать при определении силовых и температурных полей для тел с характерным размером порядка нескольких микрон. Использование упрощенной теории температурных напряжений применительно к телам таких масштабов приводит к ошибкам, превышающим погрешность, допускаемую в инженерных расчетах.

Pieczyska E.A. New functions and wide capabilities are expected by multifunctional intelligent materials, possessing various functions in differing environmental conditions. Among the various kinds of intelligent materials, shape memory alloys (SMAs) characterized by a complex combination of functions, like sensing, processing and actuating functions, based on shape memory effect and superelasticity, are expected to be widely applied in the near future. Most widely used in practical applications are TiNi SMAs which are characterized by their excellent shape memory properties, sufficient strengths and ductility, high corrosion resistance and good biocompatibility. These characteristics enable SMAs to find applications in car, aircraft and fine machine industries, daily equipment and medicine.

Taking advantages from a thermovision camera, a temperature distribution on the specimen surface, related to stress-induced exothermic martensite and endothermic reverse transformations in TiNi SMAs were investigated. Nucleation and development of the bands of the phase transformations fronts were recorded. Basing on the temperature changes and the relevant mechanical characteristics it was noticed that just after crossing a certain threshold stress, narrow bands of considerably higher temperature, about 8K, corresponding to the martensite phase, appeared starting from the central part of the specimen and developed towards the specimen grips. At higher stresses, a few such lines parallel to each other occurred and moved towards the specimen borders, as well as their next generation, developing in almost perpendicular direction. The transformation bands have been registered in various techniques. Influence of the strain rate on the SMA thermomechanical behavior was found. Temperature increase up to 40K for the highest strain rate applied was registered. Basing on the thermodynamics theory and identified material parameters, a draft energy balance for the stress-induced martensite and reverse transformations was proposed and discussed.

Пантелеев С.А. Теоретически исследуются вопросы устойчивости равновесных состояний однородно сжатых блокообразных нелинейно-упругих тел произвольных пропорций при некоторых специальных кинематических граничных условиях (ГУ) на двух парах граней из трех. Исследование основано на статическом энергетическом критерии устойчивости/неустойчивости в малом (малые возмущения по отношению к состоянию с большими начальными деформациями и напряжениями). Свойства материала при произвольных деформациях задаются предложенным и исследованным семейством упругих потенциалов, обобщающих потенциал Муни-Ривлина на случай ортотропии и сжимаемости (степень анизотропии и сжимаемость широко варьируются).

В силу отсутствия точных решений трехмерных задач об устойчивости (дающих необходимые и достаточные условия устойчивости), задачи о необходимых и о достаточных условиях решались по отдельности. Необходимые условия устойчивости (оценки сверху для критических значений параметра нагружения — безразмерного сжимающего напряжения) отыскивались традиционным методом кинематических гипотез на основе предложенной новой кинематической гипотезы, связанной с полями-экстремалами вариационной задачи о константе Корна (эта задача для блоков произвольных пропорций при специальных кинематических ГУ решена сравнительно недавно). Достаточные условия устойчивости (оценки снизу для критических значений параметра нагружения) отыскивались методом Холдена на основе конкретных значений константы Корна (решений упомянутой вариационной задачи), без которых метод Холдена не дает результатов.

Полученные в конечном итоге оценки сверху и снизу сравнивались между собой и с оценками сверху на основе традиционного «балочного приближения» при варьируемых геометрических и жесткостных параметрах тел. Выявлена принципиальная пригодность и эффективность использованных модификаций известных методов исследования устойчивости/неустойчивости при любых толщинах, в то время как «балочное приближение» в пределе больших толщин становится совершенно непригодным.

Сильвестров В.В., Смирнов А.В. Рассматривается задача усиления кусочно-однородной пластины с помощью бесконечного стрингера, составленного из двух разных по толщине и жесткости кусков. Стрингер непрерывно присоединен к пластине вдоль линии раздела материалов и к нему приложены заданные внешние усилия. Пластина находится в обобщенном плоском напряженном состоянии.

На основании формул Колосова-Мухелишвили задача сводится к интегро-дифференциальному уравнению Прандтля с кусочно-постоянным коэффициентом на оси. Решение этого уравнения находится явно путем сведения его к краевой задаче Римана на двулистной римановой поверхности.

Находятся выраженные в квадратурах искомые комплексные потенциалы, описывающие напряженное состояние пластины, и компоненты тензора напряжений. Исследуется поведение нормальных и касательных напряжений вблизи точки изменения толщины стрингера.

Паршин Д.А. Исследуются актуальные в науках о Земле проблемы расчета напряженного состояния приповерхностных и глубинных слоев Земли. С точки зрения физической обоснованности и адекватности наблюдаемым в действительности явлениям проанализированы классические модели, связанные с рассмотрением тяжелого полупространства и самогравитирующего шара и широко используемые для определения гравитационных напряжений внутри Земли. Показано, что такие модели по различным причинам не могут быть признаны пригодными для данной цели. В связи с этим предложена принципиально новая геомеханическая модель, опирающаяся на предположение о постепенном формировании Земли в процессе сферической аккреции. Рассмотрен один из простейших вариантов такой модели. Получены замкнутые аналитические формулы для описания напряженного состояния Земли, вызванного ее самогравитацией, а также суточным вращением. Обнаружен ряд замечательных особенностей напряженного состояния Земли, предсказываемого предложенной моделью. Проведено сравнение результатов расчета по полученным формулам с общеизвестными эмпирическими фактами и с результатами, получаемыми на основании указанных классических моделей. Установлено, что предлагаемый подход к исследуемым проблемам, базирующийся на концепции механики нарастающих тел, позволяет получить наиболее адекватное их решение. Наряду с упомянутыми общими формулами построены асимптотические зависимости для оценки нормальных и касательных напряжений в приповерхностных слоях земной коры. Знание этих зависимостей необходимо, например, при анализе процессов бурения скважин, проходки горных выработок, при прогнозировании возможных катастрофических последствий техногенных воздействий на земную кору.