

**СЕМИНАР ПО МЕХАНИКЕ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ ИМ. Л.А. ГАЛИНА
ПОД РУКОВОДСТВОМ В.М. АЛЕКСАНДРОВА**

13.02.2004 (626-е заседание) **М.Я. Пановко** (Москва). *Влияние динамического нагружения на параметры точечного упругогидродинамического контакта.*

Формулируется и численно решается задача об изотермической смазке упругогидродинамического (УГД) точечного контакта с изменяющейся во времени по синусоидальному закону внешней нагрузкой. Подобные контакты типичны для подшипников качения и зубчатых передач, в которых контактирующие тела разделены тонким слоем смазки и под воздействием внешней нагрузки упруго деформируются в зоне контакта.

Математическая модель точечного УГД описывается нелинейной интегродифференциальной системой уравнений, включающей уравнение Рейнольдса, уравнение для определения толщины смазочной пленки между упругими телами, условие равенства внешней нагрузки интегралу от давления по области контакта, начально-краевые условия. Нелинейность задачи вызвана нелинейностью уравнения Рейнольдса и граничными условиями для давления; определяющими свободную границу (выходная граница зоны контакта). Для определения расположения свободной границы, отделяющей область положительного давления от области кавитации, где давление полагается равным нулю, задача формулируется как задача дополненности. Численный метод решения системы уравнений и неравенств, описывающих УГД контакт, основан на алгоритме Ньютона. Для решения нестационарных уравнений использовалась неявная схема.

Получены численные решения для тяжело нагруженного УГД контакта при различных значениях частоты и амплитуды гармонической составляющей внешней нагрузки. Показаны особенности влияния динамического нагружения на распределения давления и толщины смазочной пленки в зоне контакта. Из полученных результатов следует, что по завершении переходного процесса параметры контакта находятся в режиме установившихся колебаний с частотой, равной частоте внешней нагрузки. При высоких частотах наблюдаются пространственные модуляции в распределении толщины смазочной пленки.

27.02.2004 (627-е заседание) **И.К. Лифанов** (Москва). *Сингулярные и гиперсингулярные интегральные уравнения в механике.*

В докладе было показано, что многие двумерные задачи приложений из аэродинамики, теории упругости, электродинамики, экологии и т.д. сводятся к решению одномерных сингулярных интегральных уравнений первого рода на кусочно-гладкой кривой. Для численного решения таких интегральных уравнений предложен метод, осно-

ванный на специальных квадратурных формулах типа прямоугольников, получивший в аэродинамике название "метод дискретных вихрей". Сходимость этого метода доказана для гладких замкнутых или разомкнутых кривых в том случае, когда регулярная часть интегрального ядра и правая часть этого уравнения являются достаточно гладкими. С помощью численного эксперимента этот метод распространен и на случай кусочно-гладких кривых, не имеющих точек возврата.

Многие пространственные задачи приложений удобно сводить к двумерным гиперсингулярным интегральным уравнениям первого рода на кусочно-гладких поверхностях. В этих уравнениях интеграл надо понимать в смысле конечного значения по Адамару, так как ядро в них имеет особенность на единицу более высокого порядка, чем у двумерного сингулярного интеграла. Для таких уравнений так же построен метод численного решения, основанный на специальных квадратурных формулах типа прямоугольников. Этот метод в задачах аэродинамики получил название "метод дискретных замкнутых вихревых рамок".

Было показано применение этих методов численного решения к решению стационарных и нестационарных, плоских и пространственных задач аэродинамики.

12.03.2004 (628-е заседание) **А.Н. Любичева** (Москва). *Расчет остаточных напряжений вблизи выходящих на поверхность включений в неоднородном материале.*

При внешнем импульсном и циклическом механическом воздействиях происходят локальные структурные и фазовые превращения в стали в виде не травящейся области, названной "белой зоной". Например, на поверхности катания железнодорожных колес при "юз" появляются термомеханические повреждения, а затем на их месте выщербины. Эти повреждения представляют собой мартенситные включения различной формы. В результате образования таких включений в материале возникают остаточные напряжения.

Предложен метод определения остаточных напряжений вблизи выходящих на поверхность включений, моделирующих образующиеся в материале вторичные структуры. Исследование ведется в рамках теории упругости в предположении, что плотности включения и основного материала различны, а их упругие характеристики одинаковы. Рассмотрены два предельных случая, а именно модели включений в форме полуцилиндра и полусферы, для которых сформулированы задачи в плоской и пространственной постановках. Получены аналитические выражения для компонент тензора остаточных напряжений.

26.03.2004 (629-е заседание) **А.В. Манжиров, Д.А. Паршин** (Москва). *Наращивание усеченного конуса.*

В рамках линейной теории вязкоупругости стареющих изотропных тел исследован процесс непрерывного наращивания усеченного кругового конуса по его боковой поверхности при воздействии на торцевую поверхность вертикальной сосредоточенной силы. Дана постановка квазистатической начально-краевой задачи определения напряженно-деформированного состояния конуса до начала, во время и по окончании наращивания. Построено ее решение. Проведены расчеты для случая стационарной нагрузки и линейного изменения во времени радиуса торца и угла раствора боковой поверхности растущего конуса. Выявлены характерные качественные особенности изучаемого процесса: наличие разрыва напряжений при переходе через исходную поверхность роста, постепенное разгружение исходного тела за счет притока к нему нового материала, существенное влияние скорости наращивания и способа наращивания на распределение напряжений в основной и сформированной посредством наращивания частях конуса.

9.04.2004 (630-е заседание) **И.А. Солдатенков** (Москва). *Контактное взаимодействие гладкого штампа с упругой полуплоскостью при действии вне штампа сосредоточенной силы.*

Рассматривается внедрение гладкого штампа в упругую полуплоскость при дополнительном воздействии на полуплоскость сосредоточенной силы вне штампа. Исследуются случаи кулонового трения и полного сцепления взаимодействующих тел. Сосредоточенная сила представляется воздействием вспомогательного штампа с плоским основанием, длина области контакта которого стремится к нулю. Подобная интерпретация сосредоточенной силы соответствует подходу Н.И. Мухелишвили к изучению действия таких сил; отличается своей физичностью и позволяет избежать обращения к понятию обобщенной функции.

С использованием классического метода решения сингулярных интегральных уравнений получены выражения для контактных напряжений, а также уравнения для неизвестных размеров области контакта и граничных касательных перемещений для задачи со сцеплением. Рассмотрен частный случай симметричного взаимодействия гладкого штампа с полуплоскостью.

23.04. 2004 (631-е заседание) **А.В. Павленко, И.В. Щербина, Т.С. Кагадий** (Днепропетровск). *Некоторые контактные задачи для ортотропного прямоугольника.*

Получил дальнейшее развитие предложенный ранее Л.И. Маневичем и А.В. Павленко асимптотический метод. Решены задачи нелинейной теории упругости для анизотропных материалов (учитывается геометрическая или физическая нелинейность), пространственные задачи для вязкоупругого материала. Разработанный подход позволил свести решение сложных смешанных задач теории упругости (вязкоупругости) к последовательно решаемым краевым задачам теории потенциала. Исследован ряд новых задач в линейной постановке, в частности, о передаче нагрузки от подкрепляющих элементов к многослойным и однослойным телам, о напряженно-деформированном состоянии волокнистого композита с дискообразной трещиной в матрице (в плоской задаче учитывается влияние соседних волокон).

Рассмотрены следующие контактные задачи для упругого ортотропного прямоугольника, две противоположные кромки которого закреплены: действие жесткого штампа с плоским основанием на свободную грань прямоугольника с учетом сил трения, а также задача Л.А. Галина, когда в области контакта предполагается наличие участков скольжения, где учитывается трение, и сцепления. В каждом из этих случаев получены предельные переходы к соответствующим задачам для полуполосы и полуплоскости. Показана возможность получения точных особенностей в угловых точках. Отмечены возможные обобщения.

14.05.2004 (632-е заседание) **М.Н. Кирсанов** (Москва). *Стабильность движения и деформаций (определение явления и анализ).*

Рассматриваются движения механической системы. Для линеаризованного уравнения движения ставится обобщенная задача Коши, отличающаяся от обычной тем, что на порядок производных, входящих в начальные условия, сняты ограничения. Для сведения обобщенной задачи Коши к обычной необходимо выразить низшие производные через заданные высшие. Те значения параметров системы, при которых эта связь вырождается, называются особыми точками. Ранее особые точки обобщенной задачи Коши находились в задаче выпучивания центрально сжатого стержня из реологического материала и для движения кулисного механизма с одной степенью свободы. Наличие особых точек в системе означает некоторую критическую ситуацию, вызванную неопределенностью приращений функций процесса при как угодно малых возму-

щениях скоростей, ускорений или высших производных. Порядок возмущенных производных соответствует порядку особых точек. Условие отсутствия особых точек называется условием стабильности (constancy) процесса. В качестве примера решается задача о стабильности движения твердого тела, имеющего неподвижную точку под действием моментов, зависящих от угловых скоростей.

Явление неустойчивости, определенное для динамического (или квазистатического) процесса, обобщается на нелинейные задачи изгиба стержня, кручения идеально пластического стержня и изгиба оболочек. В качестве возмущенных величин здесь выступают прогибы и их производные по координате. Установлено, что приращения кривизны деформации в задаче кручения (уравнения Д. Ивлева) и кривизны пластины (уравнения Феппля-Кармана) неопределенны при возмущениях прогиба и их производных в любых точках объекта. Для консольно изгибаемого стержня обнаружено две таких точки.