

МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ

СЕМИНАРЫ

Семинар по механике деформируемого твердого тела

под руководством Ю. Н. Работнова, Л. А. Галина, Г. С. Шапиро, В. Д. Ключникова

20 XI 1978. М. А. Ильгамов (Казань) *Взаимодействие деформируемого твердого тела с вязкой жидкостью.*

Рассматриваются в общем виде условия, которые должны выполняться на поверхности контакта деформируемого твердого тела и вязкой жидкости при конечных перемещениях и деформациях сред. Для решения частных задач использован единый лагранжев способ описания взаимодействия. Этим способом решены задачи о сильно нелинейных колебаниях цилиндрической и конической оболочек, возбуждаемых волнами в газе; поведении мягкой сферической оболочки из несжимаемого материала, наполненной сжимаемой жидкостью, после удара о твердую поверхность и другие. Другая часть доклада посвящена определению напряженно-деформированного состояния, устойчивости и колебаний оболочек и содержащегося в них упругого заполнителя. Последний жестко скреплен по контактной поверхности с оболочкой. Для описания деформации заполнителя используются уравнения трехмерной теории упругости. Исходя из характера деформации заполнителя и оболочки, разработан асимптотический метод интегрирования уравнений.

27 XI 1978. В. В. Купавцев (Москва) *Двусторонние оценки критических нагрузок упругих стержней и пластин.*

Предложен модифицированный метод промежуточных задач для нахождения оценки снизу критических нагрузок упругих однопролетных стержней переменного сечения и стержней на упругом основании. Вычисление оценки снизу сводится к алгебраической задаче о нахождении наименьшего собственного числа матрицы. Доказана сходимость последовательности оценок снизу к точному значению. Аналогично построены оценки снизу критических нагрузок упругих пластин и простейших форм в плане при неоднородно напряженном состоянии. Для пластин в общем случае предложена процедура нахождения грубой оценки критических нагрузок. Оценки сверху определялись по методу С. П. Тимошенко.

4 XII 1978. И. Н. Гаврильев, А. А. Дерibas, Т. М. Соболенко (Новосибирск) *Механические характеристики конструкционных сталей и сплавов при рабочих температурах после ударно-волновой обработки.*

Рассматривается влияние изменений в структуре и свойствах металлов, вызванных ударно-волновой обработкой (УВО), на характеристики прочности и пластичности, ударную вязкость и ползучесть. Исследования проводились на ряде сталей ферритного класса в интервале температур от $+20^{\circ}\text{C}$ до -100°C и на сталях и сплавах аустенитного класса в интервале $600^{\circ}\pm 1000^{\circ}\text{C}$. Стали ферритного класса испытывались как непосредственно после УВО, так и после последующих высокотемпературных (ниже температуры фазового перехода) обработок, проведенных с целью формирования ичистой дислокационной структуры. Показано, что сочетание УВО с последующей высокотемпературной обработкой для сталей ферритного класса приводит к повышению предела текучести на $20\div 30\%$, временного сопротивления разрушению на $10\div 20\%$ при незначительном снижении относительного удлинения и вызывает снижение температуры перехода в хрупкое состояние на $10\div 25^{\circ}\text{C}$.

В результате перезакалки стали Г13Л после УВО получено измельчение зерна примерно в десять раз за счет рекристаллизации и существенное возрастание пластичности и ударной вязкости в указанном интервале низких температур. При этом на испытанных образцах наблюдалось более равномерное распределение деформации по объему материала по сравнению с исходным.

На сталях и сплавах аустенитного класса показано значительное увеличение (в 2-8 раз) долговечности после УВО за счет уменьшения мгновенной скорости ползучести на первой и второй стадиях ползучести. При температуре 800°C на стали, не имеющей в исходном состоянии участка установившейся ползучести, после

УВО наблюдалось появление такого участка, охватывающего около половины длительности испытания. Перечисленные факты свидетельствуют о том, что в пределах рабочих температур $600\div 800^\circ\text{C}$ дефекты, создаваемые в материале ударными волнами, обладают достаточной устойчивостью, что в свою очередь и приводит к устойчивости остаточных свойств материалов после ударно-волновой обработки.

11 XII 1978. Ю. Н. Работнов (Москва) *О симпозиуме по разрушению в Вашингтоне.*

Международный симпозиум по механике разрушения происходил в Вашингтоне в течение трех дней, с 11 по 13 сентября 1978 г. Главным организатором симпозиума было Управление Военно-морских исследований США, представленное руководителем программы строительной механики Николасом Перроне. Симпозиум происходил в помещении университета Дж. Вашингтона при руководящем участии декана школы инженерных и прикладных наук университета Гарольда Либовица, который был, наряду с Перроне, сопредседателем симпозиума. В организационный комитет вошли А. Кобаяши, Д. Малвил, Дж. С. Си, Дж. Суэдлоу, М. Уильямс. Общее число участников симпозиума — 306 человек в основном списке и еще человек пятнадцать прибыли дополнительно. Основной состав участников — работники университетов и промышленных предприятий США, среди которых много сотрудников лабораторий и институтов военной промышленности; Иностранцев было очень немного: несколько человек из Канады, Великобритании, Швеции, Швейцарии, Японии — в основном приглашенные докладчики.

Симпозиум выгодно отличался от многих мероприятий такого рода тем, что программа его не была перегружена. Все заседания были пленарными, докладчиками были только приглашенные лица — наиболее известные ученые в области механики разрушения из США и других стран. Доклады были разбиты на четыре группы, а именно: обзоры по избранным вопросам механики разрушения; международная деятельность в области механики разрушения; механика разрушения материалов и конструкций; технология механики разрушения.

В целом доклады симпозиума осветили достаточно полно состояние разработки проблемы.

18 XII 1978. В. Д. Ключников (Москва) *Об особых точках процесса деформирования.*

На основе рассмотрения близких движений проводится классификация особых точек процесса деформирования различных сред (пластичность, ползучесть, наследственность). Наряду с бифуркацией (неоднозначность высшей производной при однозначности низших) вводится понятие о псевдобифуркации (неоднозначность высшей производной при однозначности других). На примере идеализированного стержня показано, что известные особые точки, полагаемые в основу различных определений устойчивости, являются либо бифуркационными, либо псевдобифуркационными точками разных порядков. В связи с этим обсуждается современное состояние общей проблемы устойчивости на конечном интервале времени в плане применимости ее условных критериев к рассматриваемым нестационарным системам. Указывается пример неаналитической системы (пластичности), где, в противоположность традиционному для теоретической механики аналитическим системам, возможно безусловное определение устойчивости на конечном интервале. Отмечено, что точки бифуркации являются предвестником безусловной, а точки псевдобифуркации — условной неустойчивости. Для выявления этих точек предлагается общий метод, основанный на использовании упругого эквивалента и сводящийся к решению той или иной упругой бифуркационной проблемы.

25 XII 1978. Л. П. Хорошун (Киев) *Вопросы теории структурно-неоднородных сред.*

Обсуждаются принципы и методы построения континуальной теории многокомпонентных упругих тел. Рассматриваются два подхода. Первый основан на предположении, что перемещения одинаковы в компонентах элементарного макрообъема. В этом случае построение уравнений связано с задачей об эффективных или макроскопических постоянных многокомпонентной среды.

Второй подход учитывает различие средних по компонентам перемещений. В этом случае приходим к уравнениям теории многофазных сред, где возникает задача о замыкании уравнений и определении коэффициентов через механические свойства компонентов и геометрию структуры.

Определение макроскопических постоянных проводится на основе теории случайных функций, удовлетворяющих свойству эргодичности. Разработан метод, основанный на построении бесконечной системы взаимозацепляющихся моментных функций, позволяющий в односточном приближении определить макроскопические модули упругости и коэффициенты процессов переноса для сильно неоднородных материалов зернистой, однонаправленной волокнистой и слоистой структуры.

Для исследования сложных структур разработан метод условных моментов, на основе которого изучены материалы, армированные дискретными волокнами, материалы многонаправленного армирования, многокомпонентные материалы, материалы, ослабленные системами трещин и пор. Исследованы задачи о физически нелинейных свойствах армированных материалов.

На основе метода условных моментов построены уравнения механики упругих пористых сред, насыщенных сжимаемой жидкостью, и определены коэффициенты уравнений в виде конкретных функций механических свойств и объемного содержания твердой и жидкой фазы. Построена замкнутая система уравнений, описывающих механическое поведение двухфазных упругих тел с учетом взаимных перемещений фаз, и определены коэффициенты уравнений как функции упругих свойств фаз и геометрии структуры. В случае равных перемещений фаз уравнения описывают композитный материал с эффективными постоянными. Проводятся решения некоторых задач, иллюстрирующие эффекты, обусловленные двухфазностью среды.

4 I 1979. А. Келли (Англия) *Разрушение слоистых композитов.*

Рассмотрен процесс разрушения ортогонально-армированного непрерывным волокном пластика при растяжении вдоль одного из главных направлений армирования (0°). Ортогональные слои (90°) разрушаются при меньших напряжениях и существенно меньшей деформации. В этих слоях возникают множественные разрывы с характерным расстоянием между ними, которое оценивается по двум схемам: с помощью упругого сдвигового анализа и в предположении постоянства сдвигового усилия. При этом несущая способность ортогональных слоев частично сохраняется. Делаются выводы о рациональных соотношениях толщин. С другой стороны, слои, идущие под углом 0° , при растяжении стремятся сократиться в поперечном направлении, слои под углом 90° препятствуют этому сокращению. В результате в основных несущих слоях возникают растягивающие напряжения в поперечном направлении, которые рвут малопрочную смолу. Предложен расчет этого эффекта и дано сопоставление с опытными данными.

8 I 1979. В. П. Мясников (Москва) *Механика эволюции внутреннего строения Земли.*

Предложен новый метод асимптотического интегрирования полных нестационарных уравнений Навье—Стокса, позволяющий дать замкнутое описание временной эволюции основных гидродинамических полей и их локальных характеристик. Нулевое и первое приближение, при использовании этого метода для анализа гидродинамической модели эволюции внутреннего строения Земли и других планет земной группы, приводит к уравнениям Адамса—Вильямсона и необходимости существования тяжелого ядра, к уравнениям конвекции при числах, больших Релея и Прандтля, и малых числах Рейнольдса. Устранение вековых членов в уравнениях конвекции позволяет дополнить уравнения Адамса—Вильямсона соотношениями, определяющими эволюцию температуры и состава в недрах планеты, учесть химические превращения. Полученные результаты позволяют с единой точки зрения объяснить многие геофизические факты.