Отчёт отдела «Теория упругости и пластичности» ИММ НАНА за первую половину 2014 года.

В отделе ведуться 12 работ по теме «Колебательные движения прочности и устойчивости вязких, эластичных, пластичных элементов конструкций».

Работа A: **Свободные колебания с учётом сопротивлений неоднородной среды, неоднородно ортотропной прямоугольной пластины.**

(Гаджиев В.Д.)

В работе предполагается, что основное сопротивление

$$q = k_1(x, y)w + k_2(x, y)\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \tag{1}$$

характеризуется равенством, модуля упругости и плотности непрерывных функций:

$$E = E_0 f(x, y); \quad \rho = \rho_0 \psi(x, y). \tag{2}$$

Здесь E_0, ρ_0 -соответствуют однородному состоянию. Коэффициент Пуассона принимается постоянным.

Учитывая (1) и (2), можно показать, что зависящее от искривления W уравнение движения записывается нижеследующим образом:

$$D_0\left[f(x,y)\left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4}\right) + \frac{\partial f(x,y)}{\partial x}\left(\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \nu\frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2}\right) + \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)\right] +$$

$$+ D_0\left[\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right) + 2\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x \partial y}\left(\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + \nu\frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y}\right)\right] +$$

$$+ 2D_0^k\left[\left(\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x \partial y} + \nu\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}\right)\right] + k_1(x)w + k_2(x)\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \rho_0\psi(x,y)\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0.$$

Здесь $D_0 = \dfrac{E_0 h^3}{12(1-\nu^2)}$; $D_0^k = \dfrac{G_0 h^3}{9}$

На первом этапе, применяется метод разделения переменных, искривление находится нижеследующим образом:

$$w(x,y,t)=V(x,y)e^{i\omega t}$$

Метод Бубнова-Галёркина будет применятся на втором этапе.

Работа C: **Исследование краевых задач оболочек и гладких ребристых пластин. (Мусаев Х.И.)**

В работе исследуются вынужденные поперечные колебания тонкостенных оболочек.

Работа D**: Свободные колебания композитного стержня расположенного на основе линейно упругого. (Гасымов Г.М.)**

В работе исследуются движения свободных колебаний композитного стержня на неоднородной упругой основе. Сила реакции основы берётся следующим образом

$$q=k(x)w \tag{3}$$

здесь $k(x)$ характеризует свойства основы и определяется в ходе эксперимента; $w-$ искривление, x- координата длины. Принимая во внимание (3), уравнение движения записывается, как показано ниже:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left[E_c(x)J\,\frac{\partial^2 w(x,t)}{\partial x^2}\right]+\rho_c(x)F\,\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+k(x)w=0, \tag{4}$$

Здесь F – площадь поперечного сечения множества. $E_c(x)$- локально упругий модуль композита, $\rho_c(x)$-локальная плотность; J- поперечное сечение момента инерции.

$$E_c(x)=E_f v_f(x)+E_m v_m(x)=v_f(x)(E_f-E_m)+E_m$$

$$\rho_c(x)=v_f(x)(\rho_f-\rho_m)+\rho_m$$

Для изотропной среды

$$v_f(x)+v_m(x)=1$$

решение(4)-го

$$w(x,t)=v(x)e^{iwt} \tag{5}$$

находим следующим образом, здесь $v(x)$ должно удовлетворять соответствующим граничным условиям. Написав вместо (4) ,(5) получим:

$$\frac{d^2}{dx^2}\left[E_c(x)J\,\frac{d^2V(x)}{dx^2}\right]+k(x)V(x)-\omega^2\rho_c(x)FV(x)=0\,. \tag{6}$$

Для решения уравнения (6) будет применяться один из приближённых метдов.

Работа Е: **Устойчивость пластины локально искривлённой структуры. (Зейналова Т.Ю.)**

В работе основываясь на континуальной теории рассматривается задача устойчивости прямоугольной пластины изготовленной из изогнутого структурно слоистого композитного материала. Зависимость между напряжением и деформацией заключается в следующем:

$$\begin{aligned}
\sigma_{11} &= A_{11}\varepsilon_{11} + A_{12}\varepsilon_{22}\\
\sigma_{22} &= A_{12}\varepsilon_{11} + A_{22}\varepsilon_{22}\\
\sigma_{12} &= A_{66}\varepsilon_{12}
\end{aligned} \tag{7}$$

здесь

$$A_{sp} = A_{sp0} + \sum_{n=1}^{\infty}\varepsilon^n A_{spn}\left[A_{sp0}, F(x_1, x_2)\right] \tag{8}$$

A_{sp0} - коэффициент эластичности однородного прямолинейного анизотропного материала; A_{spn} - определяется параметрами изогнутости и A_{sp0}; ε - малый параметр.

Пластина сжимается силой p воздействующей на середину поверхности. Для получения приближённой формулы депрессивной силы используется энергетический метод. Для определения этой силы надо взять равный работе образующийся от внешней силы искривлённый потенциал энергии соответствующий малому изгибу средней поверхности:

$$V_{eey} = A(P)$$

Исследования продолжаются.

Работа Ə: **Нелинейные параметрические колебания армированных цилиндрических оболочек в контакте со средой и структурными искривлениями (Мехтиев М.А.)**

В работе исследовались нелинейные параметрические колебания анизотропного цилиндрического покрытия армированного стержнем, в контакте с вязкоупругой средой, под действием внутреннего давления с помощью принципа вариации. Были рассмотрены два армированных случая:

1) Система стержней с регулярным распределением в поперечном направлении.
2) Система стержней с регулярным распределением в продольном направлении.

Воздействие анизотропности было исследовано численным методом.

Работа G: **Свободные колебания трубопроводов с учётом сопротивления неоднородной среды. (Шукюрова Н.А.)**

В работе исследуется задача устойчивости прямого участка трубопровода с учётом неоднородной основы сопротивления. Основа характеризуется следующей математической зависимотью:

$$q = k\left(1 + \varepsilon\varphi(x)\right),$$

Здесь k- коэффициент Винклера.

Уравнение движения трубы неоднородной по всей длине и с меняющейся плотностью записывается нижеследующим образом:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left[f(x)\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right] + k\left(1 + \varepsilon f(x)\right) + \rho_0\psi(x)\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0 \ .$$

Уравнение решается приближённым аналитическим методом.

Работа H: **Асимптотический анализ напряжённо деформированного состояния сферического покрытия. (Гусейнов Ф.)**

В работе исследуются геометрические уравнения теории оболочек.

Работа X: **Решение задачи термопластичности для перфорированного тепла разделяющей среды. (Шахбандаев Э.Г.)**

В отчётный период проводились исследования по теме. Кроме того участвовал в различных научных мероприятиях, программах и церемониях открытия в составе Совета Молодых Учёных ИММ НАНА.

Работа İ: **Вопрос оптимизации для нахождения задачи напряжения соединений тела. (Мамедова К.С.)**

Армированные волокна имеют круглое поперечное сечение. Тело распологается в состоянии плоской деформации или плоского напряжения. Был дан метод решения, как задачи линейного программирования из-за малой величины формы разделения данной функции с соответствующими граничными условиями и в составе дополнительных условий путём симплексного алгоритма. Были отобраны основные элементы методом Гаусса, поскольку полученная система линейных алгебраических уравнений замкнута, задача оптимизации была решена численным методом.

Работа J: **Исследование процесса распространения волн балок, под воздействием сил касающихся конечного сечения. (Мирзоева Г.Р.)**

Диссертационная работа под названием «Исследование распространения нестационарных волн в цилиндрах и прямоугольных балках» завершена и обсуждалась на семинаре Механиков.

В отчётный период было опубликованно8 статей, 4 статьи в печати. Работники отдела принимали активное участие в конференции посвящённой 55-летию ИММ.

Заведующий отелом: **д.ф.-м.н., проф. Гаджиев В.Д.**