

Сойкин Борис Михайлович

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ, НАГРУЖЕННОЙ РАДИАЛЬНОЙ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ СИЛОЙ

В статье рассмотрены актуальные вопросы аналитического определения напряжений в ортотропной цилиндрической оболочке, нагруженной радиальной сосредоточенной силой. Представлены примеры расчета напряжений в зоне сосредоточенного воздействия, а результаты вычислений сравниваются с экспериментальными данными.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/8/46.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2012. № 8 (63). С. 145-148. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/8/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net
Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Результаты превзошли все ожидания! Оказалось, что, имея перед собой спираль Фибоначчи, построенную под любой конкретный сортамент трубы, можно считать радиусы клеток от первой до последней! А практика показала, что при применении этого метода расчета сокращается время работы над проектом, существенно улучшаются качественные характеристики готовой трубы, а в очаге деформации заготовки напряжения минимизированы.

Полагаем, что, рассматривая «вторую природу» с позиций законов Вселенной, можно преобразить наш современный мир: от разрушения, перейти к гармонии с природой, вникнуть в технологические процессы, социальные проблемы общества и перестроить мировоззрение человечества на созидание и миролюбие.

Нам представляется, что все сказанное выше позволяет предположить, что социально-гуманитарное, естественнонаучное, техническое познание имеют одно единое основание - мир в целом. Он многообразен и противоречив, но это один мир, ставший таковым в результате Большого взрыва. В силу этого, в нем на макро, и на микро, на социальном уровнях, действуют и проявляют себя одинаковые законы, пропорции, постоянные. И потому есть смысл говорить о возможности построения единой познавательной парадигмы различных наук.

Список литературы

1. Авторское свидетельство (11) 695735. Способ непрерывной формовки трубной заготовки (54). Бюллетень № 41 от 05.11.79.
2. Бочвар А. А., Свицерская З. А. Сверхпластичность сплава Zn-22%Al // Изв. АН СССР ОНТ. 1945. № 9. С. 821-824.
3. Вигнер Е. Этюды о симметрии. М., 1971. 36 с.
4. Гуревич П. С. Социальный прогресс и философия техники // Общественные науки. 1988. № 3. С. 137-182.
5. Засов А. В. Физика галактик. М.: Наука, 1992. 218 с.
6. Кайбышев О. А. Сверхпластичность промышленных сплавов. М.: Металлургия, 1984. 146 с.
7. Кравец А. С. Постнеклассическое единство физики // Философия науки. 1995. № 1. С. 3-12.
8. Ладухина М. В. Культура как «вторая природа»: опыт культурологического анализа: дисс. ... кандидата культурологии: 24.00.01. Саратов, 2005. 161 с.
9. Лосев А. Ф. История античной эстетики. Ранняя классика. М., 1963. 371 с.
10. Павленко А. Н. Современная космология: проблемы обоснования // Астрономия и современная картина мира. М.: ИФ РАН, 1996. С. 56-83.
11. Поппер К. Логика и рост научного знания. М., 1983. 368 с.
12. Сороко Э. М. Структурная гармония систем. Минск: Наука и техника, 1984. 157 с.
13. Хайдеггер М. Вопрос о технике // Хайдеггер М. Время и бытие: статьи и выступления / пер. с нем. М.: Республика, 1993. 485 с.
14. Ясперс К. Истоки истории и ее цель / пер. с нем. М. И. Левиной. 2-е изд. М.: Республика, 1994. 341 с.
15. Popomarev A. V., Denisov S., Hänggi P. AC-Driven Atomic Quantum Motor // Phys. Rev. Lett. 2009. 102. 230601.

УДК 001

Технические науки

В статье рассмотрены актуальные вопросы аналитического определения напряжений в ортотропной цилиндрической оболочке, нагруженной радиальной сосредоточенной силой. Представлены примеры расчета напряжений в зоне сосредоточенного воздействия, а результаты вычислений сравниваются с экспериментальными данными.

Ключевые слова и фразы: расчет и проектирование; цилиндрическая оболочка; ортотропный материал; изгибаемые и мембранные напряжения; тензометрические измерения.

Борис Михайлович Сойкин, д.т.н., профессор

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова

bomsou@yandex.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКЕ, НАГРУЖЕННОЙ РАДИАЛЬНОЙ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ СИЛОЙ[©]

Как известно, основной задачей технологической науки на современном уровне развития, является выпуск конкурентоспособных изделий, отвечающих высшим мировым стандартам. При этом, особо важное значение уделяется развитию и внедрению инновационных методов и средств механической обработки конструкционных материалов с особыми физико-механическими свойствами. В металлообрабатывающей промышленности все большее распространение получают новые методы следящей механической обработки

заготовок с особо твердыми и прочными поверхностными слоями из окалины, графа и другими газонасыщенными поверхностными включениями.

В технологии механической обработки цилиндрических оболочек контакт режущего инструмента с заготовкой характеризуется его формой (точечное распределение воздействия, линейное и пространственное). Характер контакта определяется также его изменением во времени (непрерывный, прерывистый, вибрационный, импульсный и т.п.).

Разработка теории контактного взаимодействия упругих тел, как математического фундамента при анализе и проектировании процессов обработки резанием, остается на сегодня одной из основных задач механики деформируемого твердого тела.

В научном отношении наиболее важной и сложной задачей является построение оптимальной математической модели напряженно-деформированного состояния свободно опертой по краям цилиндрической оболочки, выполненной из анизотропного материала, например, стеклопластика.

В основе современных методов расчета цилиндрических оболочек в статической постановке лежит общая теория, созданная трудами А. Лява, А. П. Гольденвейзера, В. З. Власова и других. Теория анизотропных пластин и оболочек изложена в монографиях С. А. Амбарцумяна и С. Г. Лехницкого.

Частным вопросом прочности цилиндрических оболочек, подверженных воздействию сосредоточенных и локальных нагрузок, посвящены работы Ю. Н. Работнова, В. М. Даревского и др. Из зарубежных исследований следует упомянуть работы польского ученого С. Лукасевича.

Большой научный и практический интерес на современном этапе приобретает проблема нахождения достаточно простого и точного решения задачи по определению напряжений в тонкостенной оболочке при контактном нагружении ее сосредоточенными и локальными нагрузками.

Локальными будем называть внешние силы, направленные по нормали к срединной поверхности цилиндрической оболочки и распределенные по малой, но конечной площадке нагружения.

Понятие сосредоточенная нагрузка есть гипотетический случай, когда внешняя сила концентрируется на бесконечно малой площадке нагружения. В действительности же, нормальная внешняя сила всегда распределяется на площади конечных, хотя и малых размеров.

В настоящей работе будем исследовать напряженно-деформированное состояние ортотропной оболочки исходя из допущений прикладной теории пластин и оболочек.

Основной предпосылкой при построении теории тонких оболочек служит гипотеза недеформированных нормалей. Материал оболочки считаем ортотропным, имеющим четыре независимые упругие постоянные E_1, E_2, ν_1, G при соблюдении условия $E_1\nu_2 = E_2\nu_1$.

Далее будем считать, что материал оболочки является абсолютно упругим, подчиняющимся закону Гука о пропорциональности между напряжениями и деформациями. Многочисленные экспериментальные исследования, проведенные в этой области, показывают, что данное условие вполне соответствует действительности.

Внутренними напряжениями в стенке оболочки и отклонениями ее геометрических форм от идеальных будем пренебрегать.

Для точного решения задачи по определению напряжений и перемещений используется обычно уравнение Бейларда [2]:

$$\nabla^8 W + \frac{12(1-\nu^2)}{R^2 h^2} \frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + \frac{1}{R^2} \left[2 \frac{\partial^6 W}{R^6 \partial \phi^6} + (6 + \nu - \nu^2) \frac{\partial^6 W}{R^2 \partial x^4 \partial \phi^2} + (7 + \nu) \frac{\partial^6 W}{R^4 \partial x^2 \partial \phi^4} \right] - \frac{1}{D} \nabla^4 Z = 0, \quad (1)$$

где W - радиальное смещение исследуемой точки срединной поверхности оболочки;

R, h - радиус и толщина оболочки.

Искомое решение уравнения разыскивается в форме двойного тригонометрического ряда, у которого индексы суммирования принимают значения: $m = 1, 2, 3, \dots, \infty; n = 0, 1, 2, \dots, \infty$.

На основе аналитического решения уравнения (1) найдены теоретические значения изгибающих моментов:

$$\begin{aligned} M_1(\xi, 0) &= 0,01063 \left(\frac{E_1}{E_2} \right)^{5/8} \left(\frac{R}{h} \right)^{3/4} \frac{P}{\left(\frac{x}{h} \right)^{3/2}} \\ M_2(\xi, 0) &= 0,09552 \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^{1/8} \left(\frac{R}{h} \right)^{1/4} \frac{P}{\left(\frac{x}{h} \right)^{1/2}} \end{aligned} \quad (2)$$

где $\xi = \frac{x}{l}$ - безразмерная координата;

l - длина оболочки;

x - координата, отсчитываемая от точки приложения сосредоточенной нагрузки.

Переходя от изгибающих моментов к напряжениям, получим

$$\sigma_{1\max} = 1,72 \left(\frac{E_1}{E_2} \right)^{1/4} \frac{P}{h^2} \quad (3)$$

$$\sigma_{2\max} = 1,72 \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^{1/4} \frac{P}{h^2}$$

где $\sigma_{1\max}$ - максимальное значение изгибного напряжения в осевом направлении (продольной плоскости);

$\sigma_{2\max}$ - максимальное напряжение в окружном направлении (в плоскости шпангоута).

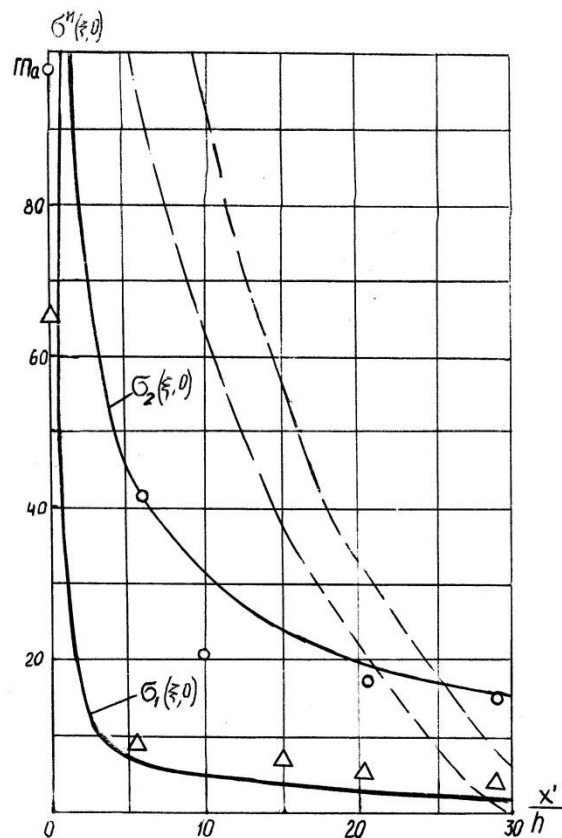


Рис. 1. Распределение напряжений вдоль образующей оболочки, нагруженной радиальной сосредоточенной силой $P=398H$ ($\ell=850\text{ мм}$; $R=56\text{ мм}$; $h=1,75\text{ мм}$; $E_1=1,75 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; $E_2=2,6 \cdot 10^4 \text{ МПа}$)

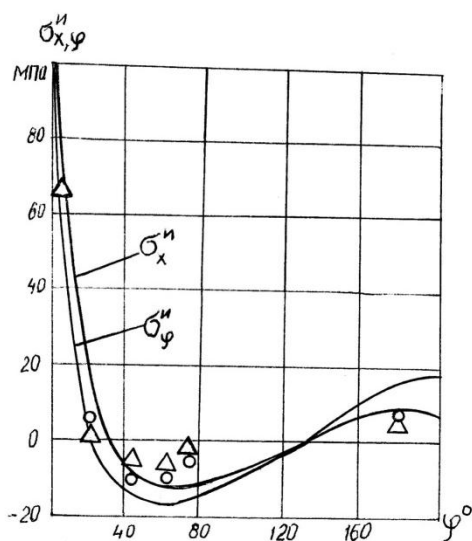


Рис. 2. Распределение напряжений в окружном направлении

На Рис. 1, 2 представлены графики изгибных напряжений, вычисленные по формулам (2). Опытные точки представляют собой суммарные значения изгибных и мембранных напряжений. Для проведения экспериментов использовалась опытно-промышленная установка, подробно описанная в статье [3].

Для определения изгибающих моментов в окружном направлении ортотропной оболочки использованы следующие упрощенные выражения

$$M_1(0, \phi) = \frac{P}{4\pi} \left(\frac{E_1}{E_2} \right)^{1/4} \left(\ln \frac{1}{2 \sin \phi / 2} - \cos \phi \right) \quad (4)$$

$$M_2(0, \phi) = \frac{P}{4\pi} \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^{1/4} \left(\ln \frac{1}{2 \sin \phi / 2} - \cos \phi \right)$$

Внешняя нагрузка прикладывалась изнутри оболочки нормально к ее срединной поверхности. Опорная часть индентора, имитирующего действие сосредоточенной нагрузки выполнялась по сферической поверхности диаметром 3 мм. Для измерения деформации использовался электронный измеритель с автоматической балансировкой АИ-1.

Приведенные графики свидетельствуют, что осевые напряжения в оболочке затухают намного быстрее окружных. Так, например, осевые напряжения становятся пренебрежимо малыми уже на расстоянии $x > 5h$, а окружные на расстоянии $x > 30h$.

Выводы

1. Теоретически и экспериментально установлено, что напряженно-деформированное состояние цилиндрической оболочки из анизотропного материала с достаточной степенью точности может быть описано системой из трех дифференциальных уравнений в частных производных четвертого порядка или одного разрешающего уравнения (1) восьмого порядка с переменными коэффициентами.

2. На основе этих уравнений получены конечные аналитические зависимости (2).

3. Опытным путем установлено, что величина максимального прогиба оболочки под сосредоточенной силой не зависит от радиуса сферы опорного контакта индентора с оболочкой, т.е. при $r = 1,5 \dots 12,5 \text{ мм}$ $W_{\max} = \text{const}$.

Список литературы

1. Градштейн И. С., Рыжик И. М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М.: Наука, 1971. 1108 с.
2. Доннелл Л. Г. Балки, пластины и оболочки / пер. с англ.; под ред. Э. И. Григолюка. М.: Наука (Главная редакция физико-математической литературы), 1982. 568 с.
3. Сойкин Б. М. Актуальные проблемы механической обработки тонкостенных цилиндрических оболочек, выполненных из ортотропных материалов // Металлообработка. 2004. № 3 (21). С. 2-6.
4. Сойкин Б. М. Теорема разложения: развитие и использование при решении актуальных проблем металлообработки // Проблемы машиноведения и машиностроения: межвуз. сб. СПб.: СЗТУ, 2008. Вып. 38. С. 15-23.
5. Тимошенко С. П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки / пер. с англ.; под ред. Г. С. Шапиро. М.: Наука (Главная редакция физико-математической литературы), 1996. 636 с.

УДК 02.31.21

Философские науки

В статье представляется актуальным и объективно необходимым приращение философско-культурологического знания в изучении рисков и опасностей, порождаемых развитием и внедрением нанотехнологий. Такой подход способствует целостной и адекватной идентификации данного феномена в целях будущих положительных перспектив и общего благополучия человеческого рода.

Ключевые слова и фразы: NBIC-конвергенция; нанотехнологии; нанориски; проблема «human enhancement»; оценки рисков; философско-культурологический анализ.

Лейсан Рафаиловна Сунгатуллина

Кафедра истории, культурологии и архивоведения

Казанский государственный энергетический университет

sungatullinalr@mail.ru

НАНОРИСКИ В РАКУРСЕ ФИЛОСОФСКО-КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА[©]

Современное общество постоянно сталкивается с проблемой технологических рисков, отличительный признак которых состоит в том, что последствия причиненного обществу вреда вызывают изменения в социокультурной системе в целом. Отсюда одной из насущных проблем современности становится философско-