

ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Строительная механика и теория сооружений»

Практикум

по дисциплине «Теория расчета пластин
и оболочек»

Методические указания

о порядке выполнения расчетно-графической
работе на тему

«Расчет пластины вариационным методом»

Авторы
Кадомцева Е.Э.,
Стрельников Г.П.

Ростов-на-Дону, 2024

Аннотация

Методические указания содержат индивидуальные данные, расчетные схемы, контрольные вопросы и рекомендуемую литературу к расчетно-графической работе на тему «Расчет пластины вариационным методом» по дисциплине «Теория расчета пластин и оболочек».

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения (очной, очно-заочной, заочной) технических направлений подготовки (специальностей), в частности, для студентов, обучающихся по специальности 08.05.01 – «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Автор

к.т.н., доцент кафедры «Сопроотивление материалов»
Кадомцева Е.Э.

к.ф.-м.н., доцент кафедры «Сопроотивление материалов»
Стрельников Г.П.



Оглавление

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА НА ТЕМУ «РАСЧЕТ ПЛАСТИНЫ ВАРИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ»	4
1. Общие методические указания по выполнению расчетно-графической работы.....	4
2. Указания о порядке выполнения расчетно-графической работы.....	5
3. Контрольные вопросы к расчетно-графической работе «Расчет пластины вариационным методом»	12
Рекомендуемая литература	13
Приложение 1 Образец оформления титульного листа расчетно-графической работы	14

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА НА ТЕМУ «РАСЧЕТ ПЛАСТИНЫ ВАРИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ»

1. Общие методические указания по выполнению расчетно-графической работы

- Исходные данные для решения задач выбираются студентом из таблиц вариантов в соответствии с его личным шифром.

Шифром считаются две последние цифры номера зачетной книжки.

- Нельзя приступать к расчетам, не разобравшись досконально по учебнику или конспекту лекций в теории, связанной с выполнением расчетно-графической работы.

- Все расчеты необходимо вести очень четко и аккуратно, с предельной внимательностью, сначала в общем виде, затем в числах.

- Расчет на всех его этапах надо сопровождать необходимыми схемами и чертежами, выполненными с обязательным соблюдением масштабов.

Графическое оформление помогает не только произвести расчет, но и облегчает его просмотр с целью ознакомления с ним или для контроля правильности выполненного этапа работы.

- Необходимо использовать все средства для самоконтроля правильности выполненной части работы. Такие возможности обычно имеются на каждом этапе расчета.

- Все вычисления, как правило, достаточно производить с точностью до третьей значащей цифры.

- Чистовой вариант расчетно-графической работы сдается преподавателю на проверку в виде аккуратно оформленной и сброшюрованной пояснительной записки на листах писчей бумаги формата А 4 с титульным листом, исходными данными, всеми необходимыми расчетами, выполненными в общем виде и числах, схемами и чертежами.

- Графическая часть работы выполняется с соблюдением масштабов, на листах бумаги, вшиваемых в пояснительную записку.

- После проверки работы преподавателем и ее защиты расчетно-графическая работа сканируется и ее электронный вариант вместе с оригиналом сдается на кафедру.

2. Указания о порядке выполнения расчетно-графической работы

Задача. Провести проверочный и проектировочный расчет на прочность произвольно опертой волнистой прямоугольной пластины под действием собственного веса и сосредоточенных сил (рис. 1).

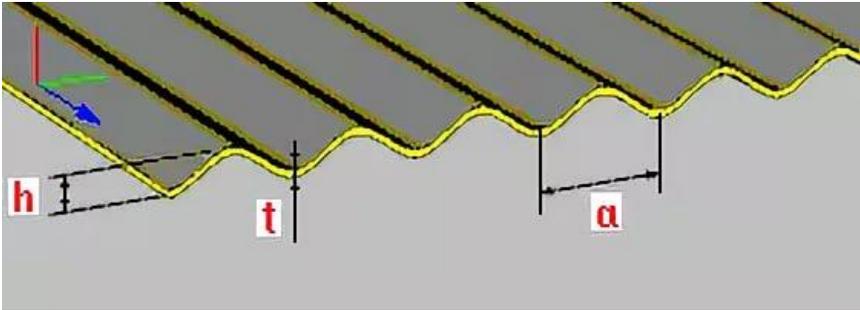


Рис. 1. Вид волнистой тонкой пластины

Для этого требуется:

1. Проверить выполнение граничных условий, показанных на схеме при заданной аппроксимирующей функции.
2. Методом Бубнова–Галеркина определить величин параметра « C » при действии на пластину сосредоточенных нагрузок (по схеме) и равномерно-распределенной нагрузки от собственного веса.
3. Определить величины изгибающих моментов (M_x , M_y), крутящего момента ($H = M_{xy}$) и поперечных сил (Q_x , Q_y). Построить эпюры прогибов и внутренних усилий по характерным сечениям, параллельным сторонам пластины.
4. Для опасных точек определить нормальные и касательные напряжения. Построить эпюры напряжений по толщине пластины.
5. В случае невыполнения условия прочности по третьей и четвертой условиям прочности провести проектировочный расчёт – подобрать высоту пластинки.

Исходные данные для решения задачи выбрать из таблицы № 1 по предпоследней цифре номера зачётной книжки.

Схему пластины выбрать из таблицы № 2 по последней цифре номера зачётной книжки.

Таблица 1

Исходные данные

Предпоследняя цифра номера зачётной книжки	t , мм	a , м	b , м	F , кН	h , мм	a , мм	$E \cdot 10^5$, МПа	ν	γ , Т/м ³
1	0,45	2	2	6	18	100	2	0,3	7,85
2	0,5	1,3	1,3	7	17	90	2	0,3	7,85
3	0,55	1,5	1,5	8	16	80	2	0,3	7,85
4	0,6	1,8	1,8	9	15	70	2	0,3	7,85
5	0,65	2,2	2,2	10	14	60	2	0,3	7,85
6	0,7	2,1	2,1	12	18	100	0,65	0,36	2,7
7	0,75	1,4	1,4	14	17	90	0,65	0,36	2,7
8	0,8	1,6	1,6	16	16	80	0,65	0,36	2,7
9	0,85	1,7	1,7	11	15	70	0,65	0,36	2,7
0	0,9	1,5	1,5	13	14	60	0,65	0,36	2,7

Здесь

t – толщина пластины;

a, b – размеры сторон пластины;

F – величина приложенных сил (точки приложения сил обозначены крестиками на схеме пластины (рис. 2);

H – амплитуда волны пластины;

a – длина волны пластины;

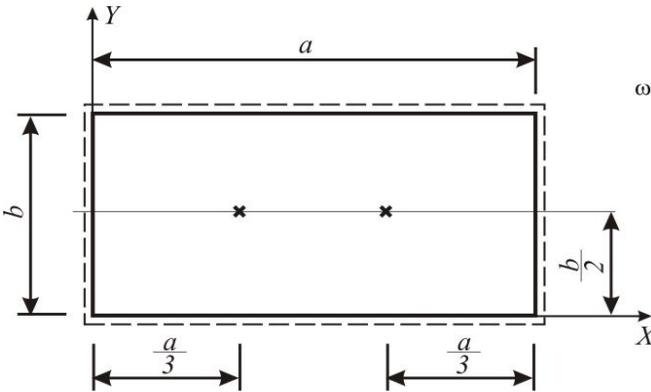
E – модуль упругости первого рода;

ν – коэффициент Пуассона;
 γ – удельный вес материала пластины.

Таблица 2

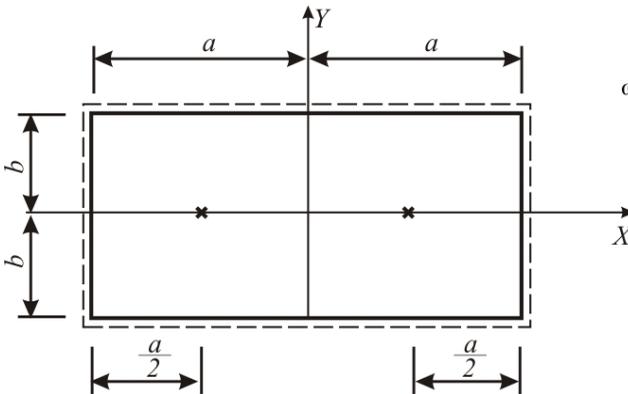
Схемы пластин

①



$$\omega = C \cdot \sin \frac{\pi x}{a} \cdot \sin \frac{\pi y}{b}$$

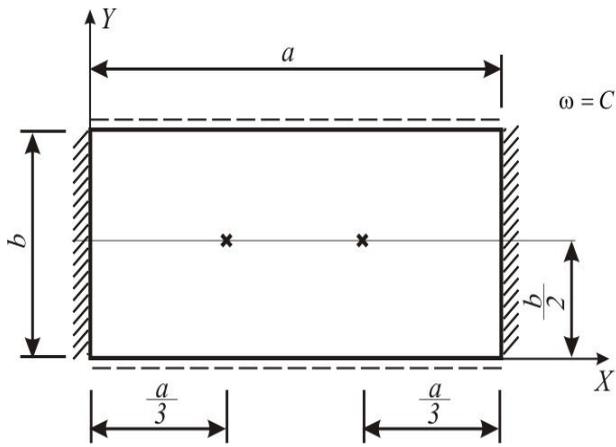
②



$$\omega = C \cdot \cos \frac{\pi x}{2a} \cdot \cos \frac{\pi y}{2b}$$

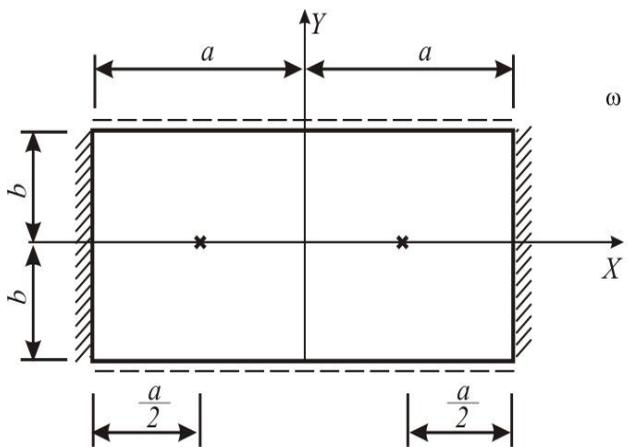
Продолжение табл.2

3



$$\omega = C \cdot \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a}\right) \cdot \sin \frac{\pi y}{b}$$

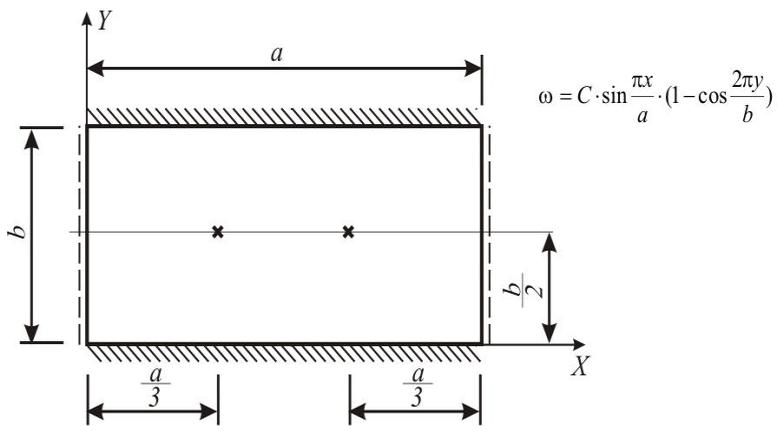
4



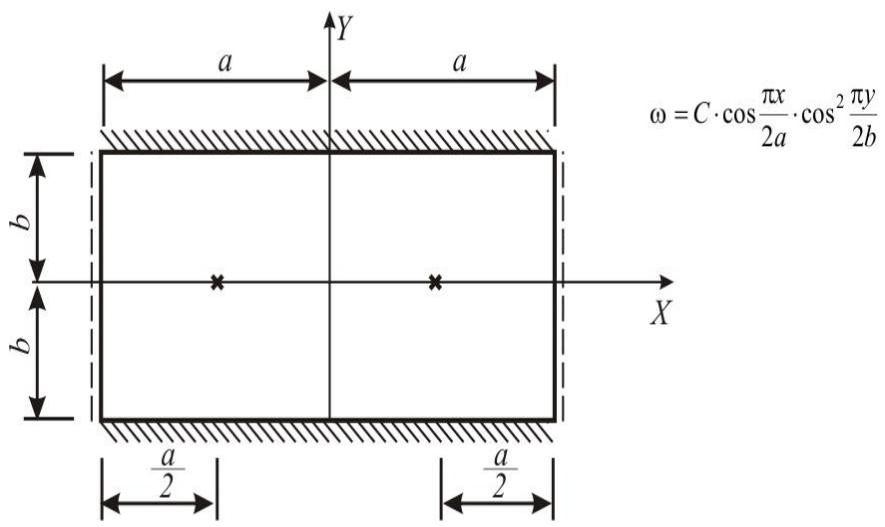
$$\omega = C \cdot \cos^2 \frac{\pi x}{2a} \cdot \cos \frac{\pi y}{2b}$$

Продолжение табл. 2

5

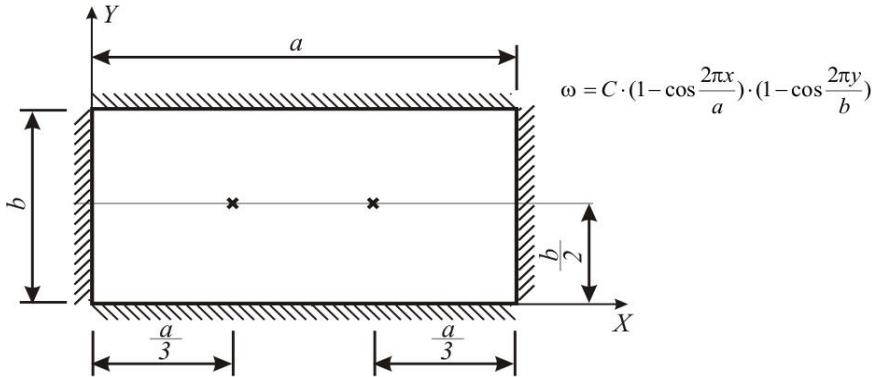


6

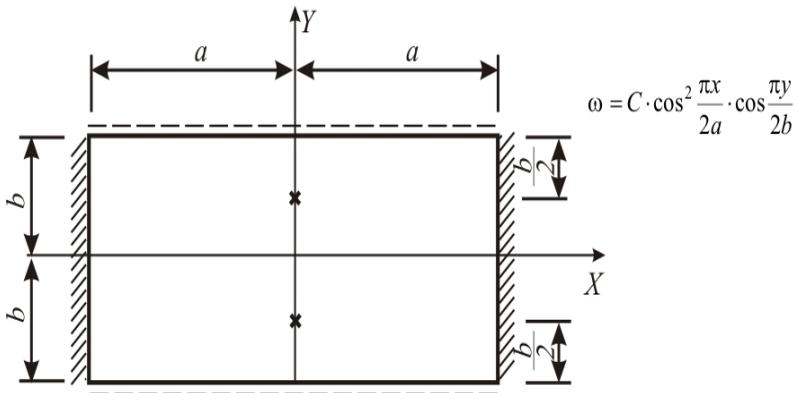


Продолжение табл. 2

7

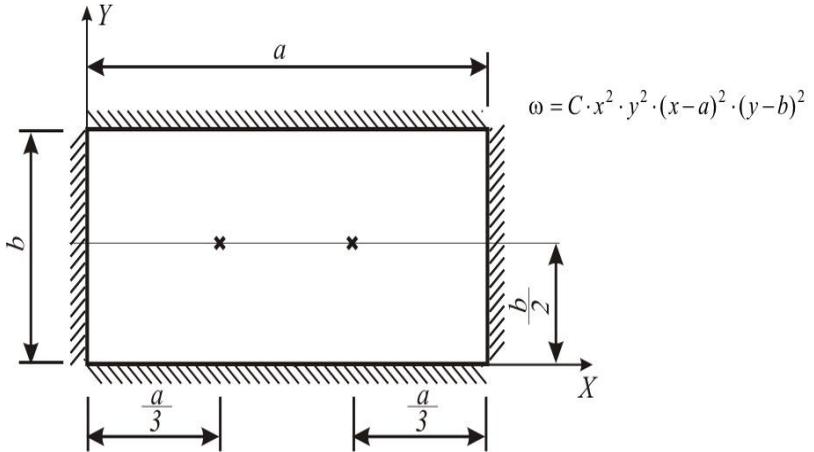


8

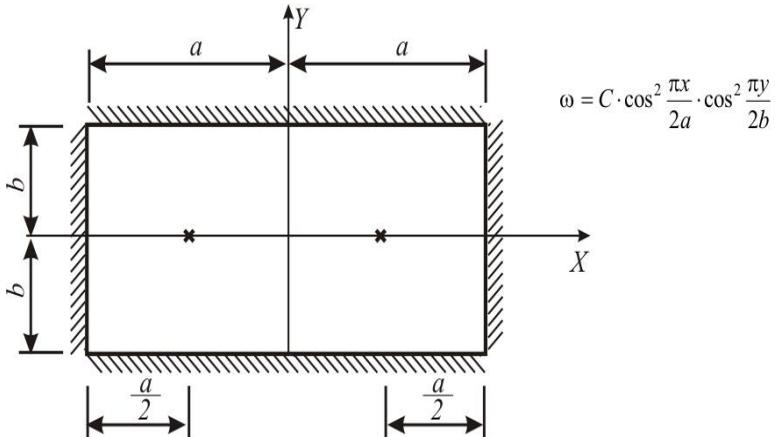


Окончание табл. 2

9



10



3. Контрольные вопросы к расчетно-графической работе «Расчет пластины вариационным методом»

1. Что называется пластинкой?
2. Назовите различные виды пластин.
3. Гипотезы Кирхгофа расчёта тонких пластин при изгибе.
4. Как влияют гипотезы Кирхгофа на величины НДС при изгибе тонких пластин?
5. Запишите выражение дифференциального уравнения изогнутой срединной поверхности для ортотропной пластины.
6. Чему равны жесткостные характеристики $D_1, D_2, D_3, D_{кр}$ для ортотропной пластинки?
7. Чему равны жесткостные характеристики $D_1, D_2, D_3, D_{кр}$ для волнистой пластинки?
8. Запишите энергию деформации тонкой пластины при изгибе.
9. Сформулируйте принцип возможных перемещений.
10. В чём заключается суть вариационных принципов?
11. Напишите разрешающее уравнение метода Бубнова-Галёркина.
12. Каким условиям должны удовлетворять функция разложения в ряд прогиба пластины?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, А.В. Основы теории упругости и пластичности / А.В. Александров, В.Д. Потапов.– М.: Высшая школа, 1990. – 399 с.
2. Сидоров, В.Н. Лекции по сопротивлению материалов и теории упругости / В.Н. Сидоров. – М.: Высшая школа, 2002. – 352 с.
3. Кац, А.М. Теория упругости: учебник для вузов / А.М.Кац.– СПб.: Лань, 2002.– 207 с.
4. Победря, Б.Е. Лекции по теории упругости / Б.Е. Победря, Д.М. Георгиевский.– М.: Эдиториал УРСС, 1999.– 208 с.
5. Икрин, В.А. Сопротивление материалов с элементами теории упругости и пластичности: учебник для вузов / В.А. Икрин.– М. : АСВ, 2005. – 424 с.
6. Саргсян, А.Е. Сопротивление материалов, теория упругости и пластичности: учебник для вузов /А.Е. Саргсян.–М.: Высшая школа, 2002. – 283 с.
7. Расчёт пластинки на изгиб методом Бубнова-Галёркина: методические указания / Сост.И.Ю. Смолина, Л.Е. Путеева, С.М.Шильников.- Томск.: изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2009. – 26 с.



ПРИЛОЖЕНИЕ 1
ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Сопротивление материалов»

РАСЧЕТНО – ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

на тему:

«РАСЧЕТ ПЛАСТИНЫ ВАРИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ»

Выполнил студент группы _____

(Ф.И.О.)

Принял _____

(Ф.И.О.)

Ростов-на-Дону

2018