



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Сопроотивление материалов»

Практикум

о порядке выполнения
расчетно-графической работы на тему
«Расчет балок на упругом основании»
по дисциплинам

«Сопроотивление материалов», «Техническая механика»»

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

Ростов-на-Дону, 2019

Аннотация

Практикум содержит индивидуальные данные, расчетные схемы и контрольные вопросы к расчетно-графической работе на тему «Расчёт балок на упругом основании» по дисциплинам сопротивление материалов, техническая механика, архитектурно-строительная механика, теоретическая и прикладная механика, строительная механика.

Практикум предназначен для студентов всех форм обучения (очной, очно-заочной, заочной) технических направлений подготовки (специальностей), в частности, для студентов, обучающихся по направлениям 08.03.01 – Строительство; 07.03.02 – РР; 07.03.01 – Архитектура; 07.03.04 – ГР; 23.03.03 – АС; 29.03.04 – ТХОМ и специальностям 08.05.01 – СУЗ; 27.05.01 – ПГ; 23.05.01 – ПТО.

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Сопротивление материалов» Кадомцева Е.Э.,
к.ф.-м.н., доцент кафедры «Сопротивление материалов» Стрельников Г.П.



Оглавление

1. Общие методические указания по выполнению расчетно-графической работы	4
2. Указания о порядке выполнения расчетно-графической работы	4
Индивидуальные данные	6
Схема загрузки балок	7
Схема закрепления балок	7
3. Контрольные вопросы	8
Рекомендуемая литература	8
Приложение 1	10
Приложение 2	12
Приложение 3	14

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

- Вариант работы включает номер индивидуальных данных (табл. 1) и схему закрепления балки (табл. 2).
- Выдача варианта работы осуществляется преподавателем или по буквам фамилии.
- 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 угловыми штампами, 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, швиваемых 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

Для выполнения расчетно-графической работы требуется:

1. Пользуясь таблицей индивидуальных данных (Таблица 1), выбрать нагрузку (Схема загрузки балок) и схему балки (Таблица 2) в соответствии с заданным вариантом.
2. Записать выражения для прогиба $v(x)$, $\varphi(x)$, $M(x)$, $Q(x)$ для выбранной балки.
3. Используя граничные условия, найти значения начальных параметров v_0 , φ_0 , Q_0 , M_0 .
4. Построить эпюры $Q(x)$, $M(x)$, $\varphi(x)$, $v(x)$.
5. Проверить прочность балки по методу допускаемых напряжений, принимая:
 $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ – для стальных балок;
 $[\sigma] = 10 \text{ МПа}$ – для деревянных балок.
6. Проверить жёсткость балки, считая допускаемым прогиб $[v] = l/800$.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1

Буква алфавита	Буквы фамилии слева направо															
	1-я			2-я		3-я		4-я		5-я		6-я		7-я		
	№ варианта	Схема закрепления балки	№ двутавра	M_1 кНм	h см	M_2 кНм	b см	M_3 кНм	k н/см ³	F_1 кН	l м	F_2 кН	a м	q_1 кН/м	F_3 кН	q_2 кН/м
А	1	1	20	20	-	-	-	-	10	-	2,5	40	1	-	-	-
Б	2	2	-	-	18	-	9	-	50	-	3,5	-	1,5	-	-	5
В	3	3	-	-	20	-	6	15	40	-	4	20	1,5	-	-	-
Г	4	4	16	10	-	15	-	-	30	-	4,5	-	2	-	-	-
Д	5	5	18	10	-	15	-	-	20	-	5	-	1	-	-	-
Е	6	1	-	-	22	5	8	-	10	10	4,5	-	1	-	-	-
Ё	7	2	22	-	-	15	-	-	25	-	4	20	1,5	-	-	-
Ж	8	3	-	-	20	15	10	-	35	-	3,5	-	1,5	-	20	-
З	9	4	-	-	26	10	12	-	45	15	3	-	1	-	-	-
И	10	5	-	-	24	-	8	-	55	10	2,5	-	1,5	5	-	-
Й	11	1	-	-	20	-	6	-	60	-	2,5	-	1,5	5	15	-
К	12	2	27	-	-	-	-	15	65	-	3,5	20	2	-	-	-
Л	13	3	-	-	24	-	12	-	70	-	4	-	1	5	10	-
М	14	4	-	-	26	-	8	-	75	-	4,5	-	1	5	-	-
Н	15	5	-	-	20	10	10	-	80	15	5	-	1,5	-	-	-
О	16	1	30	-	-	-	-	-	85	30	4,5	-	1,5	-	-	10
П	17	2	-	12	22	-	12	-	90	-	4	-	1	-	10	5
Р	18	3	16	10	-	-	-	16	15	-	3,5	-	1,5	-	-	5
С	19	4	-	15	20	-	20	-	95	-	3	-	1,5	-	-	5
Т	20	5	-	15	18	-	8	-	10	-	2,5	10	2	-	-	-
У	21	6	-	10	24	-	16	-	20	-	4,5	-	1	-	-	5
Ф	22	7	14	-	-	12	-	-	30	-	3,5	-	1	5	10	-
Х	23	8	-	-	22	15	8	10	40	-	4	-	1,5	-	-	-
Ц	24	9	33	12	-	-	-	-	50	10	2,5	-	1,5	5	-	--
Ч	25	1	-	-	18	15	6	20	60	-	5	-	1	-	-	10
Ш	26	2	-	15	24	20	10	-	70	-	4,5	10	1,5	10	-	-
Щ	27	3	16	-	-	-	-	14	80	10	4	-	1,5	-	-	-
Ъ	28	4	18	-	-	15	-	10	90	-	3,5	-	2	10	-	-
Ы	29	5	20	20	-	-	-	-	95	-	3	-	1	-	-	8
Ь	30	6	22	-	-	14	-	-	85	-	2,5	-	1	-	10	-
Э	31	7	24	-	-	15	-	-	75	18	3	-	1,5	-	-	-
Ю	32	8	27	20	-	-	-	-	65	-	4	20	1,5	-	-	10
Я	33	9	30	-	-	20	-	-	55	-	5	-	1	-	10	10

СХЕМА ЗАГРУЖЕНИЯ БАЛОК

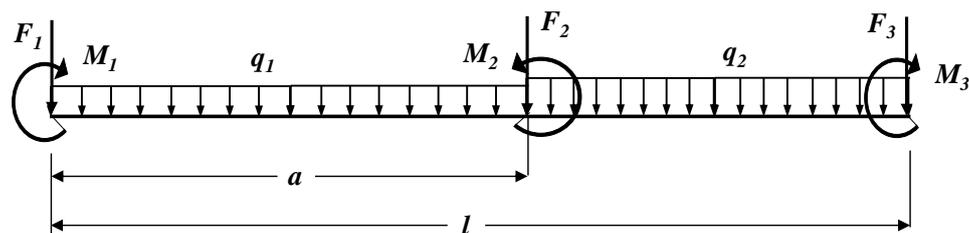


СХЕМА ЗАКРЕПЛЕНИЯ БАЛОК

Таблица 2.

<p>1</p>	<p>2</p>
<p>3</p>	<p>4</p>
<p>5</p>	<p>6</p>
<p>7</p>	<p>8</p>
<p>9</p>	

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется изгибом?
2. Что называется плоским изгибом?
3. Как должны быть приложены внешние нагрузки, чтобы в балке возникал плоский изгиб?
4. Что называется упругим Винклеровским основанием?
5. Балка на упругом основании является статически неопределимой?
6. Какая гипотеза лежит в основании расчёта балок на Винклеровском основании?
7. Запишите дифференциальное уравнение изгиба балки на упругом Винклеровском основании?
8. Напишите выражение функций Крылова.
9. Запишите зависимости, связывающие функции Крылова.
10. Запишите выражение для прогиба балки на упругом основании.
11. Запишите дифференциальные зависимости, связывающие $Q(x)$, $M(x)$, $\varphi(x)$, $v(x)$.
12. Как определяются начальные параметры v_0 , φ_0 , Q_0 , M_0 ?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сопrotивление материалов (с основами строительной механики) [Текст]: учебник /Варданян, Гумедин Суменович; Г. С. Варданян, Н. М. Атаров, А. А. Горшков; Под ред. Г. С. Варданяна. – Изд. испр. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 505 с.: ил. – (Высшее образование). – Доп. Мин – вом образования РФ. – Учеб. изд. – Прил. – Сп. лит.: с.500.
2. Сборник задач по сопроотивлению материалов [Текст]: Учебное пособие для студентов втузов /Под ред. В. К. Качурина; Авт.: Н. М. Беляев и др. – Изд.2, испр.; Репринтное изд. - М.: Альянс, 2014. - 429 с.: ил. – Доп. Мин. высш. и сред. спец. образования СССР; Прил. – ISBN 978-5-903034-39-1 : В пер.:7.
3. Сопrotивление материалов : Учебник для студ. строит. спец. вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; Под ред. А. В. Александрова. - 6-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2008. – 56 2.
4. Справочник для студентов технических вузов: Высшая математика. Физика. Теоретическая механика. Сопrotивление материалов [Текст] / А. Д. Полянин и др. – 3-е изд. - М.: АСТ:

Астрель, 2008. – 735 с. - ISBN 978-5-17-030740-1; 978-5-271-11602-5: В пер.: 240-00. 0 с.: ил. - ISBN 978-5-06-003732-6: В пер.:1005-00.

5. Справочник по сопротивлению материалов / Г. С. Писаренко, А. П.Яковлев, В. В. Матвеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Дельта, 2008. – 813 с.: ил. – Исп. лит.: с.799-800. – ISBN 978-966-8797-29-3 :В пер.: 2400-00.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1*****Коэффициент постели оснований***

Материал основания	$\kappa_0, \frac{\text{кГ}}{\text{см}^3}$	$\kappa_0, \frac{\text{МПа}}{\text{м}}$
Песок свеженасыпной, глина мокрая, размягчённая	0,1-0.5	1-5
Песок слежавшийся, гравий насыпной, глина влажная	0,5-5	5-50
Песок и гравий сложившийся, щебень, глина малой влажности	5-10	50-100
Грунт песчано-глини-	10-20	100-200

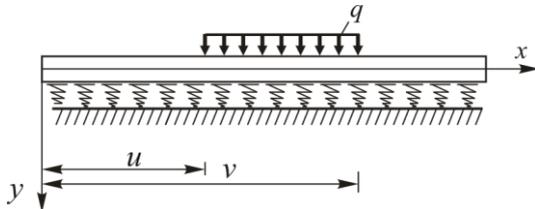


стый уплотнённый, глина твёрдая		
Известняк, песчаник, мерзлота	20-100	200-1000
Твёрдая скала	100-1500	$10^3 - 15 * 10^3$
Кирпич	400-500	$4 * 10^3 - 5 * 10^3$
Бутовая кладка	500-600	$5 * 10^3 - 6 * 10^3$
Бетон и железобетон	800-15000	$8 * 10^3 - 15 * 10^4$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Выражения для прогибов

	При $x > u$ $v(x) = \frac{F}{EJ} L^3 Y_4 \left(\frac{x-u}{L} \right)$
	При $x > u$ $v(x) = -\frac{m}{EJ} L^2 Y_3 \left(\frac{x-u}{L} \right)$



При $u \leq x \leq v$

$$v(x) = \frac{q}{4EJ} L^4 \left[1 - Y_1 \left(\frac{x-u}{L} \right) \right]$$

При $x > v$

$$v(x) = \frac{q}{4EJ} L^4 \left\{ \left[1 - Y_1 \left(\frac{x-u}{L} \right) \right] - \left[1 - Y_1 \left(\frac{x-v}{L} \right) \right] \right\}$$



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Образец оформления титального 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
по сопротивлению материалов на тему
«РАСЧЕТ БАЛОК НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ»**

Вариант № _____

Выполнил студент группы _____

(Ф.И.О.)

Принял _____

(Ф.И.О.)

**Ростов-на-Дону
2019 год**