

ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ

катедра “Приложна механика”

РЪКОВОДСТВО

за упражнения по

ТЕХНИЧЕСКА МЕХАНИКА

София

2006

Настоящото учебно пособие включва задания за курсови задачи и лабораторни упражнения по дисциплината “Техническа механика”, предназначени за студентите от специалност “Материалознание” при ХТМУ-София. Материалът, включен в пособието, е съобразен с утвърдената учебна програма на дисциплината. Дадени са методични указания за решаване на задачите и са решени типични примери.

Катедра “Приложна механика” при ХТМУ-София
Ръководство за упражнения по Техническа механика
(второ издание)

Съставили: доц. В. Илиев

гл. ас. Ю. Яворова

Рецензент: доц. А. Александров

София, 2006

ISBN 954-8954-46-X

Съдържание

ПРЕДГОВОР	3
ПЪРВИ РАЗДЕЛ	5
Семинарни упражнения върху механика на твърдо тяло	
Курсова задача №1	6
Механика на деформируемо тяло (специално огъване)	
Курсова задача №2	23
Механика на недеформируемо тяло (динамика на материална точка)	
ВТОРИ РАЗДЕЛ	32
Лабораторни упражнения върху експериментално изследване на механичните свойства на материалите	
Тема №1	33
Експериментално изследване на механичните свойства на материалите чрез разрушаване при кратковременно натоварване	
Тема №2	47
Експериментално изследване на механичните свойства на материалите при дълговременно натоварване	
Литература	60

ПРЕДГОВОР

Настоящото ръководство има за цел да подпомогне провеждането на упражненията по дисциплината “Техническа механика” с подходящи задания за курсови задачи и лабораторни упражнения, съобразени по тематика и обем с учебните програми на специалността “Материалознание”.

Всяка курсова задача е зададена в 12 варианта. Студентът решава вариант (схема), зададен му от преподавателя. Числените стойности на параметрите се избират съобразно коефициентите K_1 и K_2 , съответстващи респективно на последната (K_1) и предпоследната (K_2) цифри на факултетния номер на студента (т.напр. при фак.№123-4 $\rightarrow K_1=4, K_2=3$).

Указанията за лабораторните упражнения включват описание на техническите средства за провеждане на експериментите и методика за обработка на резултатите.

Задачите и протоколите се оформят на бели листове (формат А4) с рамка. Пише се само от едната страна на листа – ръкописен текст. Всички схеми се изчертават с молив прецизно в подходящ мащаб, подробно котиран с числа.

Изложението на методичните указания допълва теоретичния лекционен курс и би бил полезен при подготовка за изпита по дисциплината.

ПЪРВИ РАЗДЕЛ

СЕМИНАРНИ УПРАЖНЕНИЯ

ВЪРХУ МЕХАНИКА НА ТВЪРДОТО ТЯЛО

Курсът включва две теми, за провеждането на които е необходимо студентите да бъдат запознати с лекционния курс, който се изнася по същото време (трети семестър), както и със съдържанието на съответната част от този свитък.

Работата по упражненията се извършва колективно в две административни групи, но всеки студент получава две индивидуални курсови задачи, които трябва да реши и оформи по изложените тук изисквания самостоятелно. Чертежите, схемите и пресмятанията се представят в ръкопис, на формат А4 с рамка, в следния ред:

1. В горната част на първия лист се оформя глава по следния образец:

ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ

Катедра “Приложна механика”

Семинарни упражнения по “Техническа механика”

Курсова задача №

Изготвил

Проверил

2. В долната половина на първия лист се написват **темата и заданието** на упражнението.
3. В началото на втория лист започва изложението по задачата с кратко описание на изчислителната методика (теоретична част).
4. Подробно и аргументирано изложение на решението на задачата.

Под подробно изложение на решението на задачата се разбира изложение, при което са представени всички пресмятания, без липсващи звена и без части, представени само на чернова. Под аргументирано изложение на решението на задачата се разбира изложение, при което е разкрито съдържанието на всички буквено означени величини. Предаването на задачите се извършва в извън аудиторните приемни часове на съответния преподавател, като студентите трябва да бъдат готови да отговарят на въпроси, свързани с конкретни резултати от решението. Студент, който не е заверил всички задачи, не получава подпис за семестриално завършване и оценка по дисциплината.

КУРСОВА ЗАДАЧА №1

Механика на деформируемо тяло

СПЕЦИАЛНО ОГЪВАНЕ

• ЗАДАНИЕ

За показаната на схемата гредата, разглеждана с правоъгълно или кръгло напречно сечение, се иска:

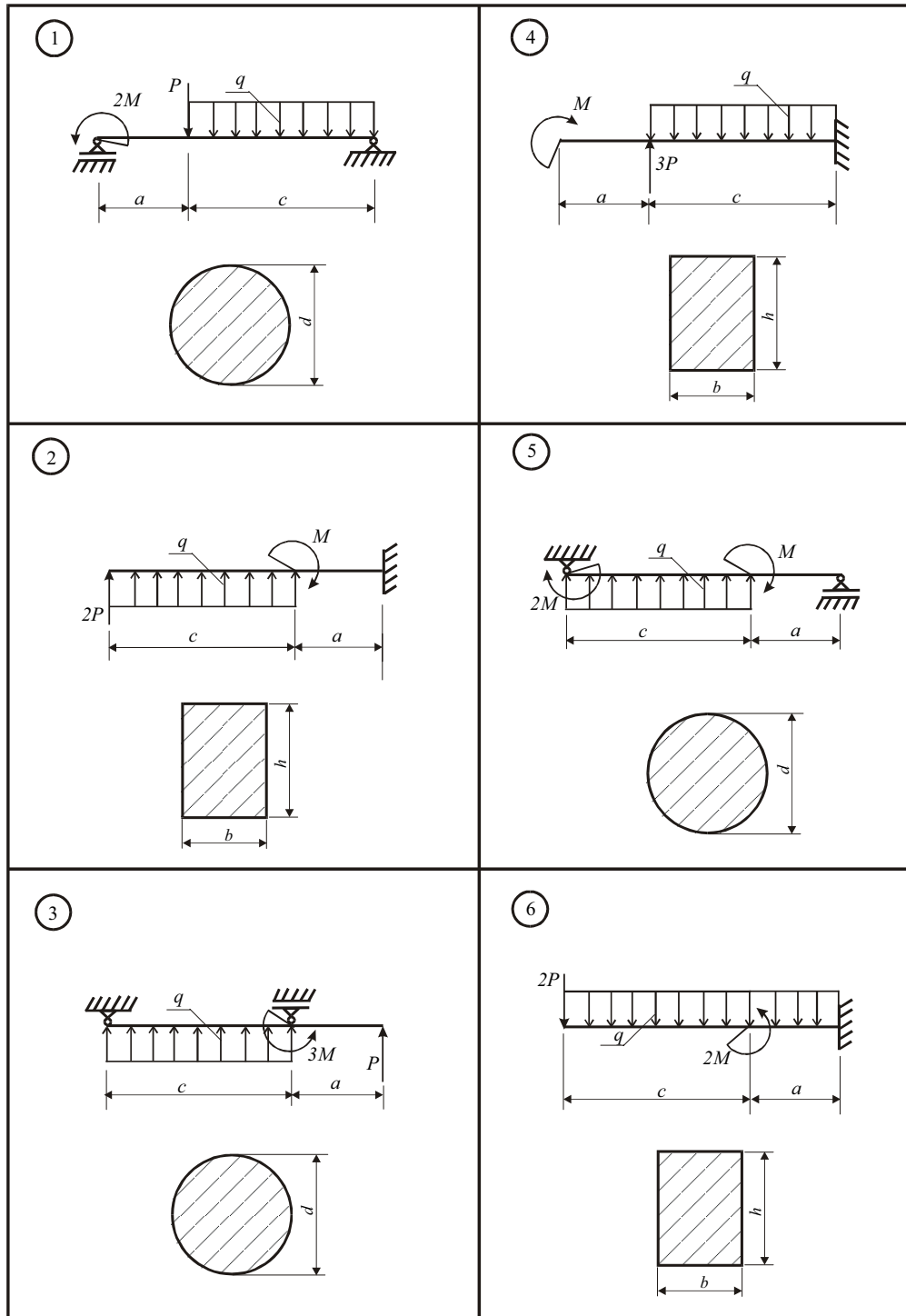
1. Да се определят аналитично функциите на вътрешните усилия и се начертаят техните диаграми.
2. Да се проведе оразмеряване по допустими нормални напрежения.
3. Да се начертаят диаграмите на напреженията в застрашеното сечение.
4. Да се направи пълна проверка на напреженията по трета якостна теория.

**** Забележка:**

- Ако напречното сечение на гредата е правоъгълник, се търсят размерите b и h на сечението – при зададено $h / b = K1 / K2$;

- Ако гредата е с кръгло напречно сечение се търси размерът d .

Величини		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K1	P [kN]	12	13	11	12	10	10	12	11	14	12
	[σ] [MPa]	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
	[τ] [MPa]	70	80	80	90	100	110	110	120	130	130
	a [m]	0,6	0,8	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,6
K2	M [kN.m]	16	10	12	11	12	13	10	11	12	11
	q [kN/m]	6	3	4	5	7	8	6	4	3	5
	c [m]	1,0	1,4	1,2	1,2	1,0	0,8	1,0	1,2	1,4	1,2



• МЕТОДИЧНИ УКАЗАНИЯ

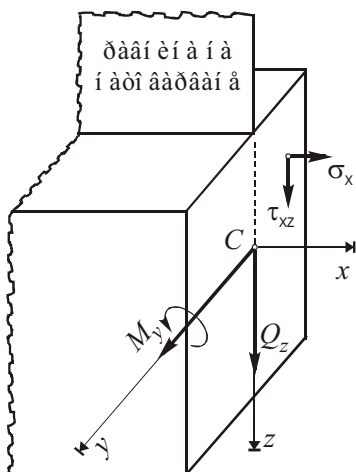
Един конструктивен елемент е подложен на огъване, когато в него възникват огъващи моменти (видно от диаграмите на вътрешните усилия). Ако огъващият момент е единственото вътрешно усилие, различно от нула, а нормалното, тангенциалното усилие и усукващият момент са равни на нула, огъването се нарича *чисто*. Много често в сеченията на гредата тангенциалното усилие е също различно от нула. В такъв случай огъването е *напречно*.

Ако гредата има поне една равнина на симетрия и тя е равнината,

равнината xz), се получава т.нар.

специално огъване ($N = 0$, $Q_z \neq 0$,

$M_y \neq 0$, $M_x = 0$).



фиг. 1.1

Наличието на огъващ момент $M_y \neq 0$ води до

възникване на нормални напрежения σ_x . Тези напрежения

имат най-големи стойности $\sigma_{x,1}$ и

$\sigma_{x,2}$ в ръбовите точки на гредата,

които са най-отдалечени от нулевата линия (при нея

нормалните напрежения са равни на

нула). Ако последната е ос на симетрия (случай, заложен в курсовите задачи) $\rightarrow \sigma_{x,1} = \sigma_{x,2}$.

При специално огъване в равнината xz в точките на напречното сечение възникват и тангенциални напрежения, резултиращи от тангенциалното вътрешно усилие $Q_z \neq 0$. Тези напрежения са разпределени по напречното сечение неравномерно и са най-големи в точките на нулевата

линия. В контурните точки на сечението те са насочени по тангентата към контура.

Оразмеряването по допустими напрежения се провежда по якостното условие за ръбовите точки за застрашеното сечение по дължината на гредата, в което огъващият момент има максимална абсолютна стойност.

След оразмеряване на напречният профил на гредата се правят якостни проверки на нормалните и тангенциални напрежения за застрашените точки, след което и пълна проверка на напреженията по съответната якостна теория.

• Основни зависимости

$$(1.1) \quad \left. \begin{matrix} \sigma_{x1} \\ \sigma_{x2} \end{matrix} \right\} = \pm \frac{\max M_y}{W_y} \leq [\sigma] \quad \rightarrow \quad \text{якостно условие за ръбовите}$$

точки на гредата;

$$(1.2) \quad W_y^H \geq \frac{\max |M_y|}{[\sigma]} \quad \rightarrow \quad \text{необходим съпротивителен момент на}$$

напречното сечение;

$$(1.3) \quad W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad \rightarrow \quad \text{осов съпротивителен момент на правоъгълно}$$

напречно сечение с основа b и височина h ;

$$(1.4) \quad W_y = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad \rightarrow \quad \text{осов съпротивителен момент на кръгло}$$

напречно сечение с диаметър d ;

$$(1.5) \quad \left. \begin{matrix} \sigma_{x,1} \\ \sigma_{x,2} \end{matrix} \right\} = \sigma_{x,1,2} = \pm \frac{\max |M_y|}{W_y^D} \quad \rightarrow \quad \text{максимални нормални}$$

напрежения;

$$(1.6) \quad \sigma_{x,1,2} \leq [\sigma] \quad \rightarrow \quad \text{якостна проверка на нормалните напрежения;}$$