



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Теоретическая и прикладная механика»

Сборник заданий по производственной практике

по дисциплине

«Производственная практика»

Автор

Мордвинкин В.А.



Ростов-на-Дону, 2022

Аннотация

«Сборник заданий по производственной практике» предназначен для студентов очной формы обучения направления 15.03.03 Прикладная механика.

Авторы

к.т.н., доцент каф. «ТиПМ»
Мордвинкин В.А..



Оглавление

Цели производственной практике	Ошибка!	Закладка	не
определена.			
Задания по производственной практике.....			4
Пример отчёта по по производственной практике.....			9
Список литературы.....			17

ЦЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Задания по производственной практике позволяют на основе уравнений статики исследовать изменение величины реакций связи нагруженной балки в зависимости от параметров нагрузки. Для одного из вариантов нагрузки, строятся эпюры поперечной силы и изгибающего момента балки, для профиля стального двутавра из таблиц определяется № сечения. Все расчёты производятся в вычислительном пакете MAPL.

Задания по производственной практике

При прохождении производственной практики студент производит решение ряда задач из курса «Теоретическая механика» (раздел «Статика») и курса «Сопроотивление материалов», для чего выполняет следующие задания с использованием вычислительного комплекса MAPLe.

Задание № 1

1. Определить неизвестные реакции связей, исходя из уравнения равновесия балки.
2. Исследовать изменение величины неизвестных реакций при варьировании угла α ($0^0 \leq \alpha \leq 180^0$).
3. Результаты найденных неизвестных реакции представить в виде графиков.
4. По результатам вычислений определить максимальные и минимальные значения неизвестных реакций.

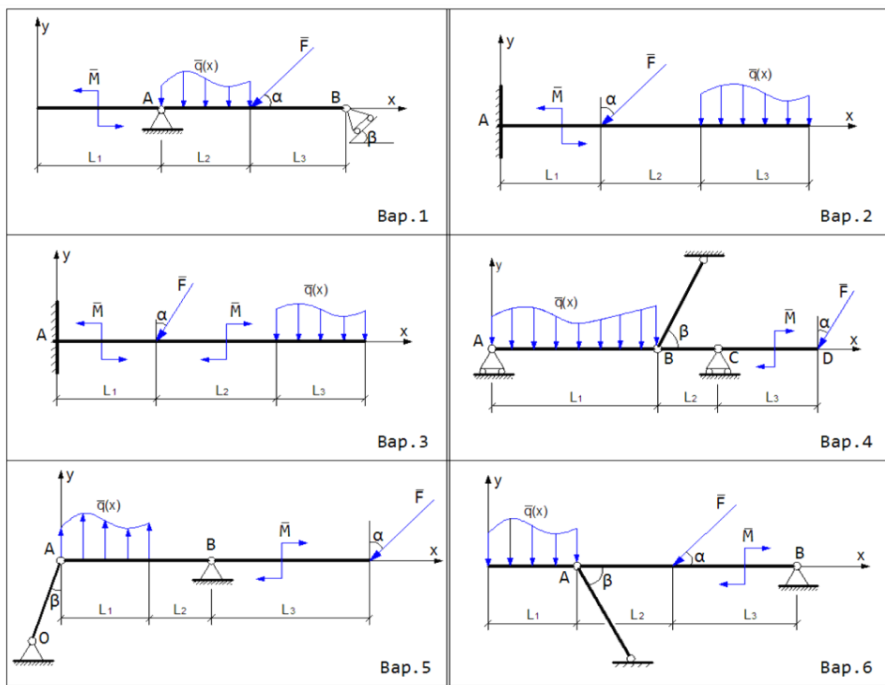
Задание № 2

1. Для значения угла α , соответствующего вертикальному положению силы F , и соответствующих значений неизвестных реакций, произвести построения эпюр поперечной силы Q_Y и изгибающего момента M_X . Все расчеты проводятся без учета продольной нагрузки балки.

2. По заданной величине допустимых напряжений и найденного из эпюры значения $M_{X(\max)}$, по таблицам определить номер сечения двутавра.

Варианты заданий №1 и №2 определяются по таблицам 1 и 2

Таблица 1 – Схема нагруженной балки



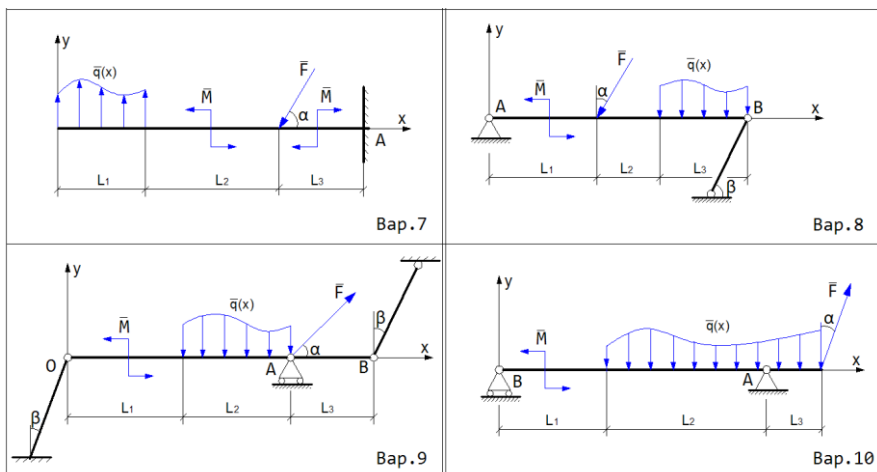


Таблица 2– Размеры балки. Величины сил, моментов и рас-
пределённой нагрузки

№	L_1 , м	L_2 , м	L_3 , м	β	F, кН	M, кН·м	$q(x)$, кН/м
1	1	3	4	30	15	30	$x^2 \cdot \cos 2(x+5)$
2	2	1	5	45	7	60	$2 \cos(x+1) \cdot \sin(2-x)$
3	3	2	5	60	13	90	$\sqrt{x} \cdot e^{\cos 2x}$
4	4	1	3	30	10	40	$e^x \cdot \ln 6x^2 $
5	5	3	4	45	5	100	$\sin(10-x)$
6	5	2	1	60	12	50	$x \cdot \operatorname{tg} \sqrt{10-x}$
7	3	3	2	60	8	8	$2 \sin x \cos 14x$
8	4	5	4	30	11	110	$3e^{-x} \cdot \sin x$

9	5	3	3	45	9	70	$e^{-2x} \sin \sqrt{\frac{2x+1}{2}}$
10	2	2	1	60	6	120	$\cos(\sin 2x)$

Пример выполнения задания



МИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ДГТУ)

Факультет «Агропромышленный»

Кафедра «Теоретическая и прикладная механика»

ОТЧЕТ

об учебной практике студента Петрова В.П.
(Ф.И.О. студента)

группы АПМ11 _____

по направления 15.03.03 – «Прикладная механика» _____

Период прохождения практики с «2» августа 2018__ г. по «15__» августа 2018 г.

Приказ № _____ от «30» апреля__ 2018г.

Место практики _ДГТУ, Кафедра «Теоретическая и прикладная механика»
(название организации)

Студент _____
(подпись)

(расшифровка подписи)

Руководитель практики доцент кафедры
 «Теоретическая и прикладная механика» _____
(подпись)

В.А.Мордвикин

Ростов-на-Дону
 2018_г.

ДГТУ
Индивидуальное задание
на прохождение производственной практики
на кафедре «Теоретическая и прикладная механи-
ка» ДГТУ.

Студенту Петрову В.П.. группы
АПМ-21

На базе языка программирования «Maple» провести решение ряда задач из курса «Теоретическая механика» - раздела «Статика» и курса «Сопротивление материалов» выполнить следующие задания:

Задание №1

1. Определить неизвестные реакции связей, исходя из уравнения равновесия балки.

2. Исследовать изменение величины неизвестных реакций при варьировании угла α ($0^0 \leq \alpha \leq 180^0$).

3. Результаты найденных неизвестных реакции представить в виде графиков.

4. По результатам вычислений определить максимальные и минимальные значения неизвестных реакций.

Решение системы производится для следующих значений:

$F=5\text{kH}$; $M=4\text{ kH}\cdot\text{м}$; $q=3\sin(2(x-1))\text{ кН/м}$; $L_1=2\text{м}$; $L_2=4\text{м}$;
 $L_3=1\text{м}$.

Схема нагружения:

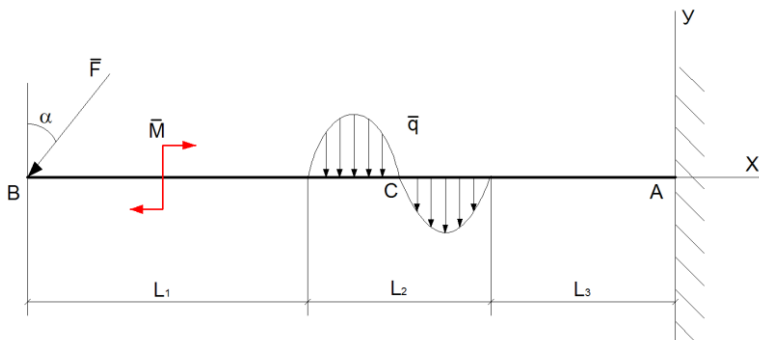


Рис.1

2. Составим уравнения равновесия для определения X_A, Y_A, M_R .

$$\begin{cases} \sum F_i(x) = -F \sin \alpha + X_A = 0 \\ \sum F_i(y) = -F \cos \alpha - Q + Y_A = 0 \\ \sum M_B(\bar{F}_i) = -M + M_R + Y_A(L1 + L2 + L3) - MQ = 0 \end{cases}$$

где

$$MQ = \int_{L1}^{L1+L2} xq dx = \int_{L1}^{L1+L2} x3\sin(2(x-1))dx; Q = \int_{L1}^{L1+L2} 3\sin(2(x-1))dx$$

3. Полученную систему уравнений решим численно с применением пакета программирования “Maple”.

Выделенные в программе строки необходимо заменить на значения вашего варианта

> F:=5:M:=4:L1:=2:L2:=4:L3:=1:

Q:=int(3*sin(2*(x-1)),x=L1..(L1+L2)):

MQ:=int(x*3*sin(2*(x-1)),x=L1..(L1+L2)):

Xc:=MQ/Q:MQ1:=Q*(L1+L2+L3-Xc):

Xa:=array(1..13):Ya:=array(1..13):Mr:=array(1..13):Alf:=ar

```

ray(1..13):  x1:=array(1..60):Alf1:=array(1..13):
for i to 13 do Alf[i]:=Pi/10*(i-1) end do:
for i to 13 do
eq:={Xa[i]-F*sin(Alf[i])=0, Ya[i]-Q-F*cos(Alf[i])=0, Mr[i]-
M-MQ+Ya[i](L1+L2+L3)=0}:
EnvExplicit:=true:
a1:=fsolve(eq,{Xa[i],Ya[i],Mr[i]}):
assign(a1): Alf1[i]:=18*(i-1):
print(Xa[i],Ya[i],Mr[i],Alf1[i]):end do: for i to 13 do
Alf[i]:=Alf1[i] end do:
with(plots); graph1 := plot([[Alf[1], Xa[1]], [Alf[2], Xa[2]],
[Alf[3], Xa[3]], [Alf[4], Xa[4]], [Alf[5], Xa[5]], [Alf[6], Xa[6]],
[Alf[7], Xa[7]], [Alf[8], Xa[8]], [Alf[9], Xa[9]], [Alf[10],
Xa[10]], [Alf[11], Xa[11]], [Alf[12], Xa[12]], [Alf[13],
Xa[13]]], color = black, labels = ["Alf", "Reak(Alf)"], title =
"Zavisimost Xa Ya Mr ot Alf", legend = "Xa"); graph2 :=
plot([[Alf[1], Ya[1]], [Alf[2], Ya[2]], [Alf[3], Ya[3]], [Alf[4],
Ya[4]], [Alf[5], Ya[5]], [Alf[6], Ya[6]], [Alf[7], Ya[7]], [Alf[8],
Ya[8]], [Alf[9], Ya[9]], [Alf[10], Ya[10]], [Alf[11], Ya[11]],
[Alf[12], Ya[12]], [Alf[13], Ya[13]]], color = green, legend =
"Ya"); graph3 := plot([[Alf[1], Rb[1]], [Alf[2], Rb[2]],
[Alf[3], Rb[3]], [Alf[4], Rb[4]], [Alf[5], Rb[5]], [Alf[6],
Rb[6]], [Alf[7], Rb[7]], [Alf[8], Rb[8]], [Alf[9], Rb[9]],
[Alf[10], Rb[10]], [Alf[11], Rb[11]], [Alf[12], Rb[12]],
[Alf[13], Rb[13]]], color = red, legend = "Mr"); dis-
play([graph1, graph2, graph3])
    
```

Численные значения неизвестных реакций X_a , Y_a , Mr в зависимости от угла α выводим на печать в виде таблицы

Таблицы1

X_a	Y_a	Mr	α
-------	-------	------	----------

-0., 5.634387039, -36.21321434, 0

1.545084972, 5.389669621, -34.50019242, 18

Производственная практика

2.938926262, 4.679472011, -29.52880916, 36

4.045084972, 3.573313300, -21.78569818, 54

4.755282582, 2.179472008, -12.02880914, 72

5., 0.6343870392, -1.213214349, 90

4.755282582, -0.9106979298, 9.602380434, 108

4.045084972, -2.304539222, 19.35926948, 126

2.938926262, -3.410697933, 27.10238046, 144

1.545084972, -4.120895543, 32.07376372, 162

-0., -4.365612961, 33.78678566, 180

значения неизвестных реакций **X_a**, **Y_a**, **M_r** в зависимости от угла α представлены в виде графиков

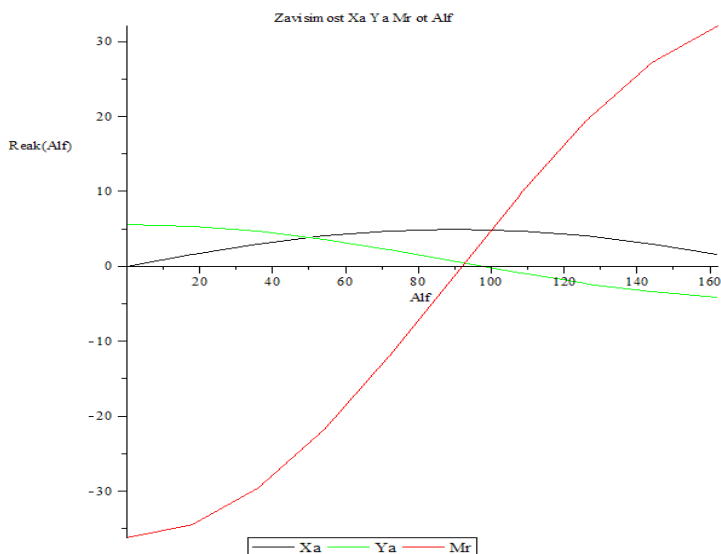


Рис.3

Вывод: из приведённых графиков изменения реакций связей X_A, Y_A, M_R видно изменения их значений при варьировании угла от 0^0 до 180^0 , при этом минимальное значение $X_A = 0$ при $\alpha = 0$, а максимальное $X_A = -5 \text{ кН}$ при $\alpha = 90^0$, минимальное значение $Y_A = 0.17 \text{ кН}$, при $\alpha = 108^0$, а максимальное $Y_A = 6,7 \text{ кН}$, при $\alpha = 0^0$, реактивный момент M_R увеличивается угла непрерывно растёт и достигает максимума $M_{R(\text{MAX})} = 35,7 \text{ кНм}$ при $\alpha = 180^0$

Задание №2

1. Для значения угла α , соответствующего вертикальному положению силы F , и соответствующих значений неизвестных реакций, произвести построения эпюр поперечной силы QY и изгибающего момента MX . Все расчеты проводятся без учета продольной нагрузки балки.
2. По заданной величине допустимых напряжений и найденного из эпюры значения $MX(\text{MAX})$, по таблицам определить номер сечения двутавра.

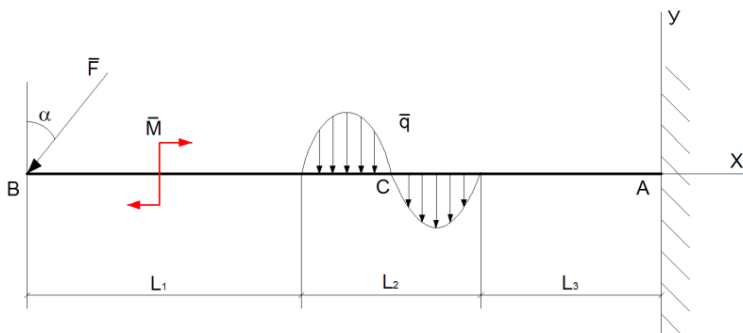


Рис.4

- 1) Вычислим значение поперечной силы Q_y и изгибающего момента M_z по длине балки и построим их эпюры. Для этого рассмотрим балку по пролетам слева. Мысленно разделим балку на 3 участка.

1. При расположении плоскости сечения на участке от 0 до L_1

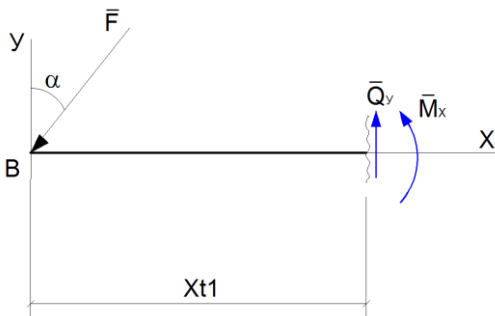


Рис.5

Уравнение **эпюр** Q_y и M_z имеют вид

$$Q_y = -F \cdot \cos(\alpha);$$

$$M_z = -F \cdot \cos(\alpha) \cdot X_{t1},$$

где X_{t1} - текущее расстояние от начала балки слева до точки сечения.

2. При расположении плоскости сечения на участке от L_1 до $L_1 + L_2$

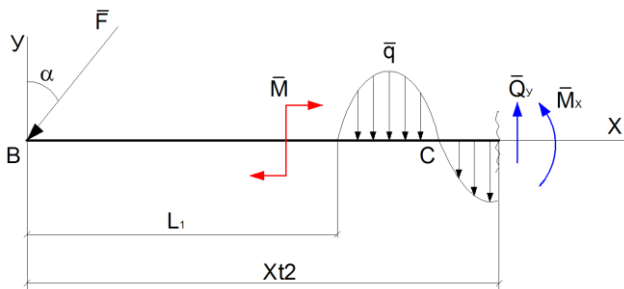


Рис.6

Уравнение **эпюр** Q_y и M_z имеют вид

$$Q_y = -F \cdot \cos(\alpha) - Q_T;$$

$$M_z = -F \cdot \cos(\alpha) \cdot X_{t2} + M - M_T,$$

где
$$M_T = \int_{L_1}^{X_{t2}} q(x)(X_{t2} - x) dx \quad Q_T = \int_{L_1}^{X_{t2}} q(x) dx$$

X_{t2} - текущее расстояние от начала балки слева до плоскости сечения.

3. При расположении плоскости сечения на участке от $L_1 + L_2$ до $L_1 + L_2 + L_3$

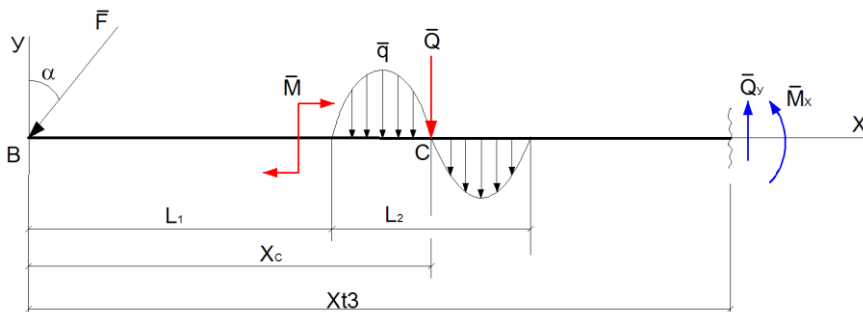


Рис.7

Уравнения **эпюр** Q_y и M_z для 3-го участка

$$Q_y = -F \cdot \cos \alpha - Q,$$

$$M_z = -F \cdot \cos \alpha \cdot X_{t3} + M - Q \cdot (X_{t3} - X_c)$$

где
$$Q = \int_{L_1}^{L_1+L_2} q(x) dx, \quad X_c = M_Q / Q$$

2. Полученные уравнения для построения эпюр Q_y и M_z реализованы в виде продолжения программы, определяющей неизвестные реакции

restart:

$$F := 5 : M := 4 : L_1 := 2 : L_2 := 4 : L_3 := 1 :$$

```

Q:=int(3*sin(2*(x-1)),x=L1..(L1+L2)):
MQ:=int(x*3*sin(2*(x-1)),x=L1..(L1+L2)):
Xc:=MQ/Q:
Xa:=array(1..11):Ya:=array(1..11):Mr:=array(1..11):Alf:=ar
ray(1..11):x1:=array(1..60):Alf1:=array(1..11):
Qy1:=array(1..11):
Qy2:=array(1..11):Qy3:=array(1..11):Mx1:=array(1..11):
Mx2:=array(1..11): Mx3:=array(1..11):
for i to 11 do Alf[i]:=Pi/10*(i-1) end do:
for i to 11 do eq:={Xa[i]-F*sin(Alf[i])=0,
Ya[i]-Q-F*cos(Alf[i])=0, Mr[i]-
M+MQ+(L1+L2+L3)*F*cos(Alf[i])=0}:
EnvExplicit:=true:
a1:=fsolve(eq,{Xa[i],Ya[i],Mr[i]}):
assign(a1): Alf1[i]:=18*(i-1):
print(Xa[i],Ya[i],Mr[i],Alf1[i]):end do: for i to 11 do
Alf[i]:=Alf1[i] end do:
with(plots):
graph1:=plot([[Alf[1],Xa[1]],[Alf[2],Xa[2]],[Alf[3],Xa[3]],[Alf[4],Xa[4]],[Alf[5],Xa[5]],[Alf[6],Xa[6]],[Alf[7],Xa[7]],[Alf[8],Xa[8]],[Alf[9],Xa[9]],[Alf[10],Xa[10]]],color=black,labels=["Alf","Reak(Alf)"],title="Zavisimost Xa Ya Mr ot Alf",legend="Xa"):
graph2:=plot([[Alf[1],Ya[1]],[Alf[2],Ya[2]],[Alf[3],Ya[3]],[Alf[4],Ya[4]],[Alf[5],Ya[5]],[Alf[6],Ya[6]],[Alf[7],Ya[7]],[Alf[8],Ya[8]],[Alf[9],Ya[9]],[Alf[10],Ya[10]]],color=green,legend="Ya"):
graph3:=plot([[Alf[1],Mr[1]],[Alf[2],Mr[2]],[Alf[3],Mr[3]],[Alf[4],Mr[4]],[Alf[5],Mr[5]],[Alf[6],Mr[6]],[Alf[7],Mr[7]],[Alf[8],Mr[8]],[Alf[9],Mr[9]],[Alf[10],Mr[10]]],color=red,legend="Mr"): display([graph1,graph2,graph3]);
H1:=L1/10:H2:=L2/10:H3:=L3/10:
    
```

```

for i to 11 do Xt1:= H1*(i-1): Xt2:=L1+H2*(i-
1):Xt3:=(L1+L2)+H3*(i-1):
Qy1[i]:=-F*cos(0):
Qy2[i]:=-F*cos(0)-int(3*sin(2*(x-1)),x=L1..Xt2):
Qy3[i]:=-F*cos(0)-int(3*sin(2*(x-1)),x=L1..(L1+L2)):
Mx1[i]:=-F*cos(0)*Xt1:
Mx2[i]:=-F*cos(0)*Xt2+M+int(3*sin(2*(x-1))*(Xt2-
x),x=L1..Xt2):
Mx3[i]:=-F*cos(0)*Xt3+M-Q*(Xt3-Xc):end do:
for i to 11 do x1[i]:=H1*(i-1):end do:
for i from 12 to 22 do x1[i]:=L1+H2*(i-12):end do:
for i from 23 to 34 do x1[i]:=(L1+L2)+H3*(i-23):end do:
with(plots):
graph4:=plot([[x1[1],Qy1[1]], [x1[2],Qy1[2]], [x1[3],Qy1[3]], [x
1[4],Qy1[4]], [x1[5],Qy1[5]], [x1[6],Qy1[6]], [x1[7],Qy1[7]], [x1[
8],Qy1[8]], [x1[9],Qy1[9]], [x1[10],Qy1[10]], [x1[11],Qy1[11]]],
axes=normal,color=red,title="EPURA
Qy",labels=["ed(dliny)", "Qy(ed)"):
graph5:=plot([[x1[12],Qy2[1]], [x1[13],Qy2[2]], [x1[14],Qy2[3
]], [x1[15],Qy2[4]], [x1[16],Qy2[5]], [x1[17],Qy2[6]], [x1[18],Qy
2[7]], [x1[19],Qy2[8]], [x1[20],Qy2[9]], [x1[21],Qy2[10]], [x1[22
],Qy2[11]]],axes=normal,color=red):
graph6:=plot([[x1[23],Qy3[1]], [x1[24],Qy3[2]], [x1[25],Qy3[3
]], [x1[26],Qy3[4]], [x1[27],Qy3[5]], [x1[28],Qy3[6]], [x1[29],Qy
3[7]], [x1[30],Qy3[8]], [x1[31],Qy3[9]], [x1[32],Qy3[10]], [x1[33
],Qy3[11]]],axes=normal,color=red):
graph10:=plot([[x1[1],0], [x1[1],Qy1[1]], [x1[2],Qy1[2]], [x1[2],
0], [x1[3],0], [x1[3],Qy1[3]], [x1[4],Qy1[4]], [x1[4],0], [x1[5],0], [x
1[5],Qy1[5]], [x1[6],Qy1[6]], [x1[6],0], [x1[7],0], [x1[7],Qy1[7]],
[x1[8],Qy1[8]], [x1[8],0], [x1[9],0], [x1[9],Qy1[9]], [x1[10],Qy1[
10]], [x1[10],0], [x1[11],0], [x1[11],Qy1[11]]],axes=normal,colo
r=red,title="EPURA Qy",labels=["ed(dliny)", "Qy(ed)"):
    
```



```

graph11:=plot([[x1[13],0],[x1[13],Qy2[2]],[x1[14],Qy2[3]],[x
1[14],0],[x1[15],0],[x1[15],Qy2[4]],[x1[16],Qy2[5]],[x1[16],0],
[x1[17],0],[x1[17],Qy2[6]],[x1[18],Qy2[7]],[x1[18],0],[x1[19],0],
[x1[19],Qy2[8]],[x1[20],Qy2[9]],[x1[20],0],[x1[21],0],[x1[21]
,Qy2[10]],[x1[22],Qy2[11]],[x1[22],0]]):
graph12:=plot([[x1[23],0],[x1[23],Qy3[2]],[x1[24],Qy3[3]],[x
1[24],0],[x1[25],0],[x1[25],Qy3[4]],[x1[26],Qy3[5]],[x1[26],0],
[x1[27],0],[x1[27],Qy3[6]],[x1[28],Qy3[7]],[x1[28],0],[x1[29],0],
[x1[29],Qy3[8]],[x1[30],Qy3[9]],[x1[30],0],[x1[31],0],[x1[31]
,Qy3[10]],[x1[32],Qy3[11]],[x1[32],0],[x1[33],0],[x1[33],Qy3[
11]]]):
display([graph4,graph5,graph6,graph10,graph11,graph12]);
graph7:=plot([[x1[1],Mx1[1]],[x1[2],Mx1[2]],[x1[3],Mx1[3]],[
x1[4],Mx1[4]],[x1[5],Mx1[5]],[x1[6],Mx1[6]],[x1[7],Mx1[7]],[
x1[8],Mx1[8]],[x1[9],Mx1[9]],[x1[10],Mx1[10]],[x1[11],Mx1[
11]]],axes=normal,color=red,title="EPURA
Mx",labels=["ed(dliny)","Mx(ed)"]):
graph8:=plot([[x1[12],Mx2[1]],[x1[13],Mx2[2]],[x1[14],Mx2[
3]],[x1[15],Mx2[4]],[x1[16],Mx2[5]],[x1[17],Mx2[6]],[x1[18],
Mx2[7]],[x1[19],Mx2[8]],[x1[20],Mx2[9]],[x1[21],Mx2[10]],[x
1[22],Mx2[11]]],axes=normal,color=red):
graph9:=plot([[x1[23],Mx3[1]],[x1[24],Mx3[2]],[x1[25],Mx3[
3]],[x1[26],Mx3[4]],[x1[27],Mx3[5]],[x1[28],Mx3[6]],[x1[29],
Mx3[7]],[x1[30],Mx3[8]],[x1[31],Mx3[9]],[x1[32],Mx3[10]],[x
1[33],Mx3[11]]],axes=normal,color=red):
graph13:=plot([[x1[1],0],[x1[1],Mx1[1]],[x1[2],Mx1[2]],[x1[2]
,0],[x1[3],0],[x1[3],Mx1[3]],[x1[4],Mx1[4]],[x1[4],0],[x1[5],0],
[x1[5],Mx1[5]],[x1[6],Mx1[6]],[x1[6],0],[x1[7],0],[x1[7],Mx1[
7]],[x1[8],Mx1[8]],[x1[8],0],[x1[9],0],[x1[9],Mx1[9]],[x1[10],
Mx1[10]],[x1[10],0],[x1[11],0],[x1[11],Mx1[11]]],axes=norma
l,color=red,title="EPURA
Qy",labels=["ed(dliny)","Qy(ed)"]):
    
```

```

graph14:=plot([[x1[13],0],[x1[13],Mx2[2]],[x1[14],Mx2[3]],[x1[14],0],[x1[15],0],[x1[15],Mx2[4]],[x1[16],Mx2[5]],[x1[16],0],[x1[17],0],[x1[17],Mx2[6]],[x1[18],Mx2[7]],[x1[18],0],[x1[19],0],[x1[19],Mx2[8]],[x1[20],Mx2[9]],[x1[20],0],[x1[21],0],[x1[21],Mx2[10]],[x1[22],Mx2[11]],[x1[22],0]]):
graph15:=plot([[x1[23],0],[x1[23],Mx3[1]],[x1[24],Mx3[2]],[x1[24],0],[x1[25],0],[x1[25],Mx3[3]],[x1[26],Mx3[4]],[x1[26],0],[x1[27],0],[x1[27],Mx3[5]],[x1[28],Mx3[6]],[x1[28],0],[x1[29],0],[x1[29],Mx3[7]],[x1[30],Mx3[8]],[x1[30],0],[x1[31],0],[x1[31],Mx3[9]],[x1[32],Mx3[10]],[x1[32],0],[x1[33],0],[x1[33],Mx3[11]]]):
display([graph7,graph8,graph9,graph13,graph14,graph15]);
    
```

В результате вычислений для случая $\alpha=0$ строится эпюра поперечной силы Q_y

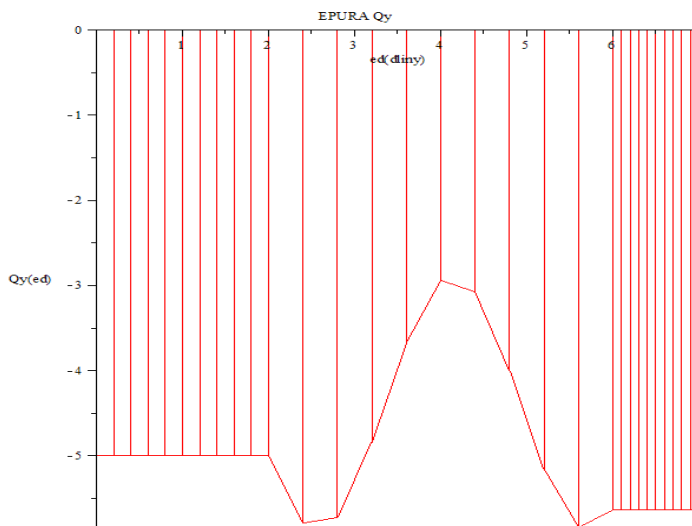


Рис.8

Из сравнения значения величины Q_y взятого из эпюры и

величины Y_a взятого из таблицы 2 видно их совпадение
 $Q_y = Y_a = -5.63 \text{ Н}$ в точке А

Эпюра изгибающего момента M_z

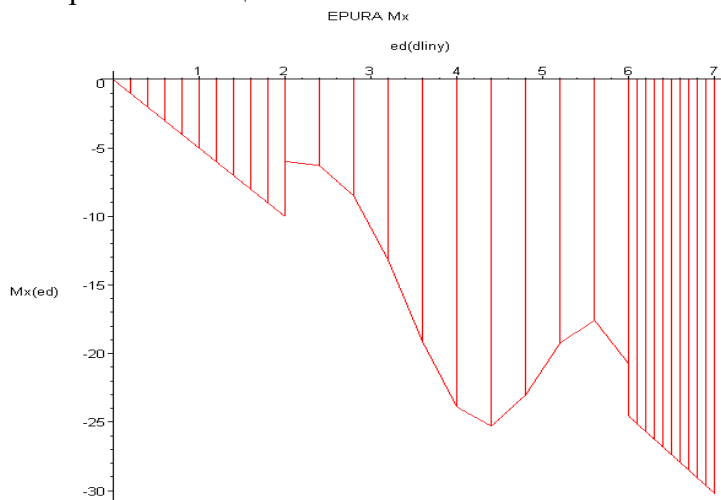


Рис.9

Значения величины M_z взятого из эпюры и величина M_R взятого из таблицы также совпадают $M_z = M_R = -30,23 \text{ НМ}$ в точке А. Для подбора сечения стальной двутавровой балки вначале определим значение момента сопротивления W_x , воспользовавшись формулой

$$W_x = M_z(\max) / [\sigma], \quad \text{где } M_z(\max) = 30,22 \text{ Н м}$$

определим из эпюры M_z и примем $[\sigma] = 160 \cdot 10^5 \text{ кН/М}$, тогда

$$W_x = 30,22 / (160 \cdot 10^3) \cdot 10^6 = 188,8 \text{ см}^3,$$

По полученному значению момента сопротивления W_x подберем по сортаменту прокатной стали сечение двутавра №20, при моменте сопротивления $W_x = 184 \text{ см}^3$

Проверим, какое будет при этом перенапряжение материала:

$$(188.8 - 184) \cdot 100 / 184 = 2.65\% < 5\%$$

Так как перенапряжение не превышает 5% то, взятый двутавр №20 подходит для рассматриваемой задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.М. Тарг «Краткий курс теоретической механики»: Учебник-М.: Высш. шк., 2003.-390 с.
2. А.А. Коптев, А.А. Пасько, А.А. Баранов «Maple в инженерных расчётах»; Учеб. пособие: МПЦ ТГТУ, 2003. -79с.
3. П.А. Степин «Сопротивление материалов»: Учебник –М.: Лань: 2012.