

Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового
Красного Знамени государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

Факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»
Кафедра «Компьютерные системы автоматизации производства»

Домашнее задание №2
По дисциплине «Современные методы инженерных
расчетов»
Вариант № 22111

Студент: Масный Д.И.
Группа: РК9-64Б
Преподаватель: Гаврюшин С.С.

Москва, 2020

Условия задачи

В среде программного комплекса ANSYS провести расчет диска на жесткость и прочность. Вычислить максимальное радиальное перемещение диска и коэффициент запаса по прочности диска. Геометрические и физические параметры, а также величины нагрузок заданы в таблице 1.

Таблица 1

№	Температура (град)				Толщина (мм)			Радиус (мм)				Давл.(МПа)		(об/мин)
	t1	t2	t3	t4	h1	h2	h3	r1	r2	r3	r0	p1	p2	n
1	150	250	350	450	60	48	24	8	18	120	3	40	-20	10 000

Механические характеристики материала У10А - Сталь углеродистая высококачественная

Модуль упругости – $E = 2.05 \times 10^5$ МПа;

коэффициент Пуассона – $\mu = 0,3$;

предел прочности – $\sigma_B = 900$ МПа;

коэф. температурного расширения – $\alpha = 1,2 \times 10^{-5}$ 1/град;

плотность – $\rho = 7850$ кг/м³

Чертеж конструкции представлен на рисунке 1.

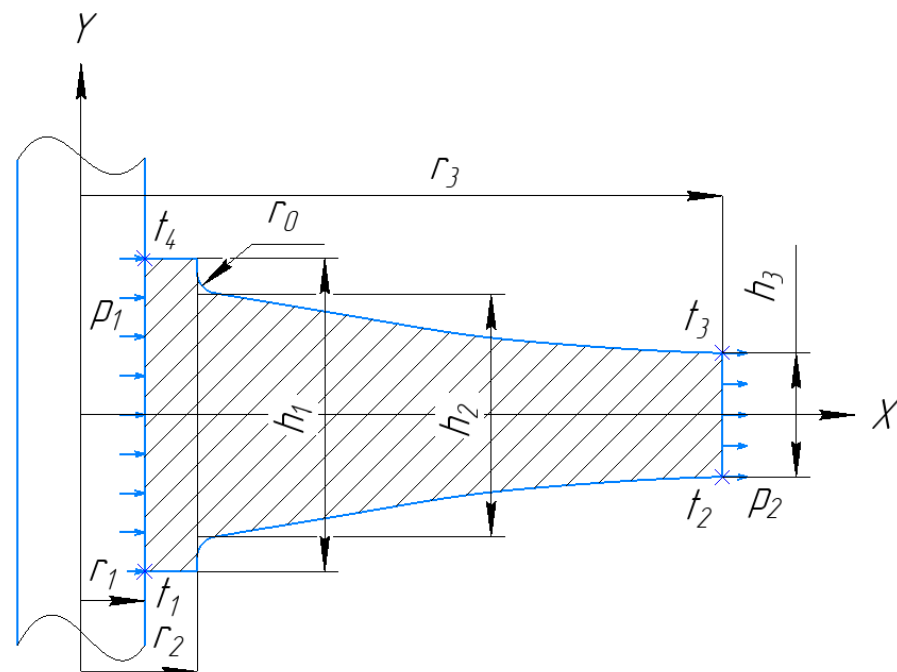


Рисунок 1

Решение

Сначала переводится частота вращения диска в с^{-1} :

$$\omega = \frac{2\pi}{60} * n = \frac{2\pi}{60} * 10000 = 1047 \text{ рад/с.}$$
 Диск построен в программном комплексе

ANSYS, вид конструкции в исходном состоянии представлен на рисунке 2

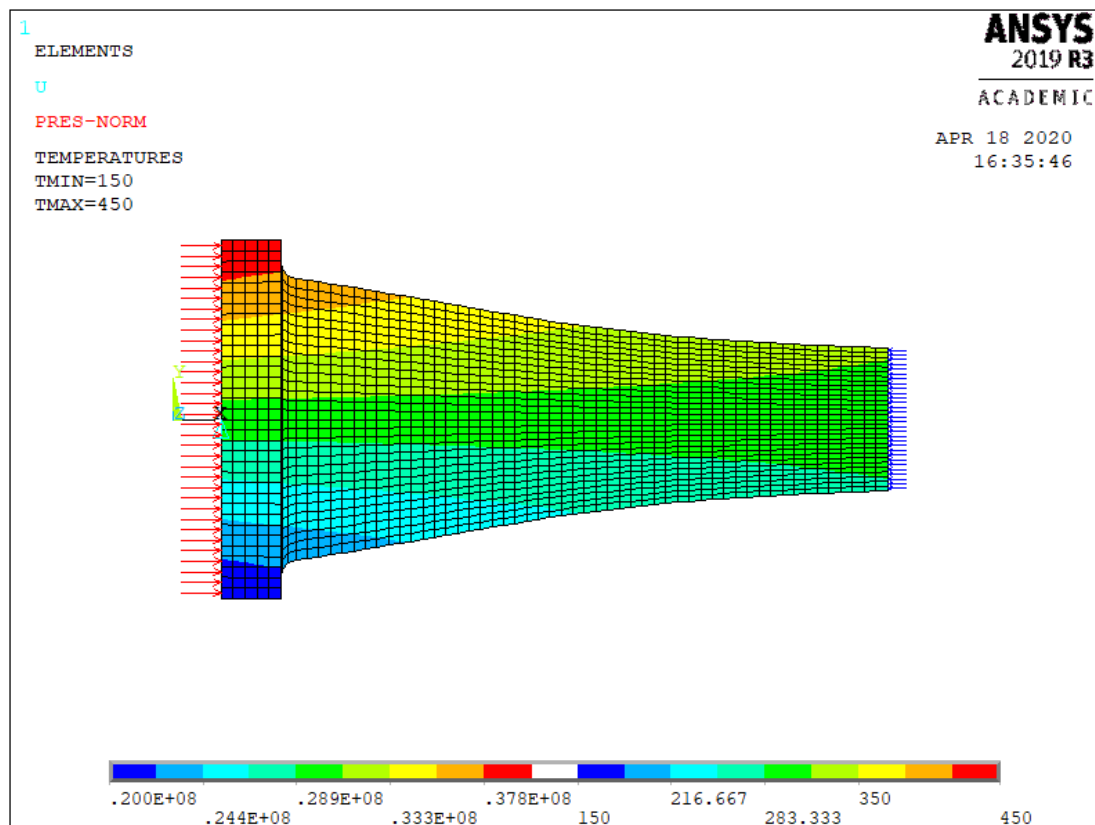


Рисунок 2

Расчет выполнен с помощью операции SOLVE. Результаты расчета и вид диска в деформированном состоянии представлен на рисунке 3.

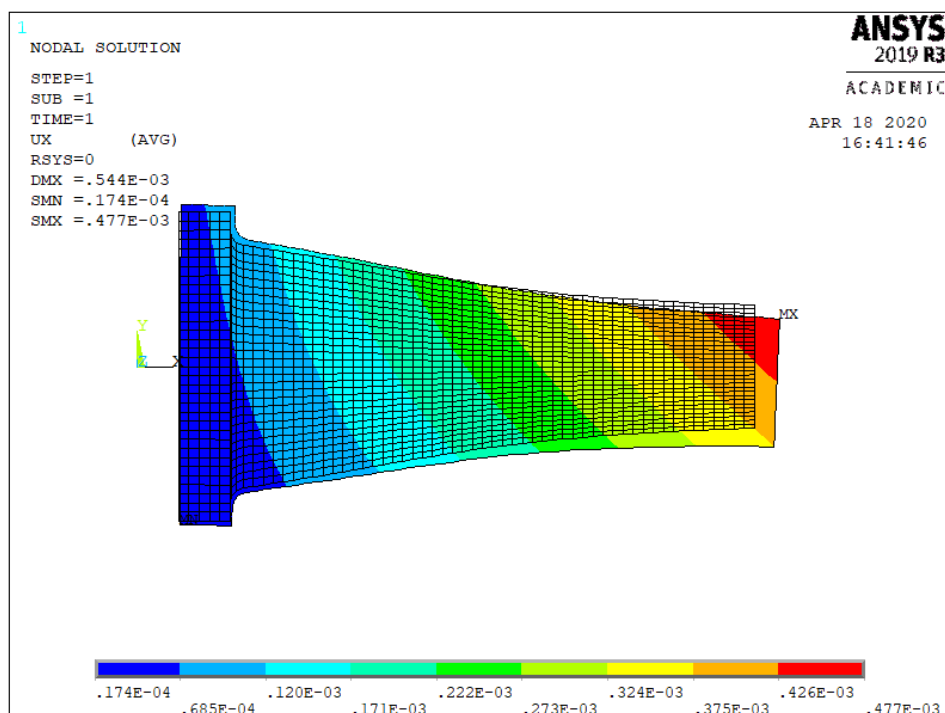


Рисунок 3

Величина максимального радиального перемещения при расчете диска получилась равной $\delta_x=0,477$ мм.

Величина максимального векторного перемещения при расчете диска получилась равной $\delta=0,544$ мм.

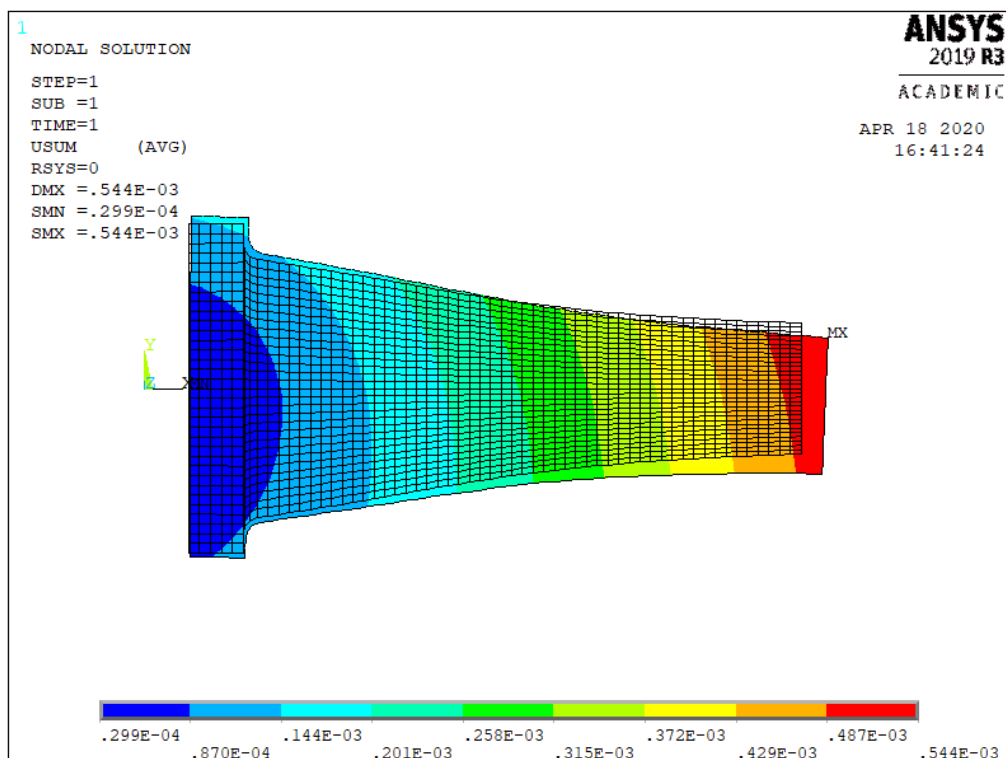


Рисунок 4

Результат расчета эквивалентного напряжения по энергетической теории прочности представлен на рисунке 5. Максимальное эквивалентное напряжение получилось равным $\sigma_{\text{ЭКВ}}=86,8$ Мпа. Коэффициент запаса по

прочности диска: $n = \frac{\sigma_B}{\sigma_{\text{ЭКВ}}} = \frac{900}{86,8} = 10,4$

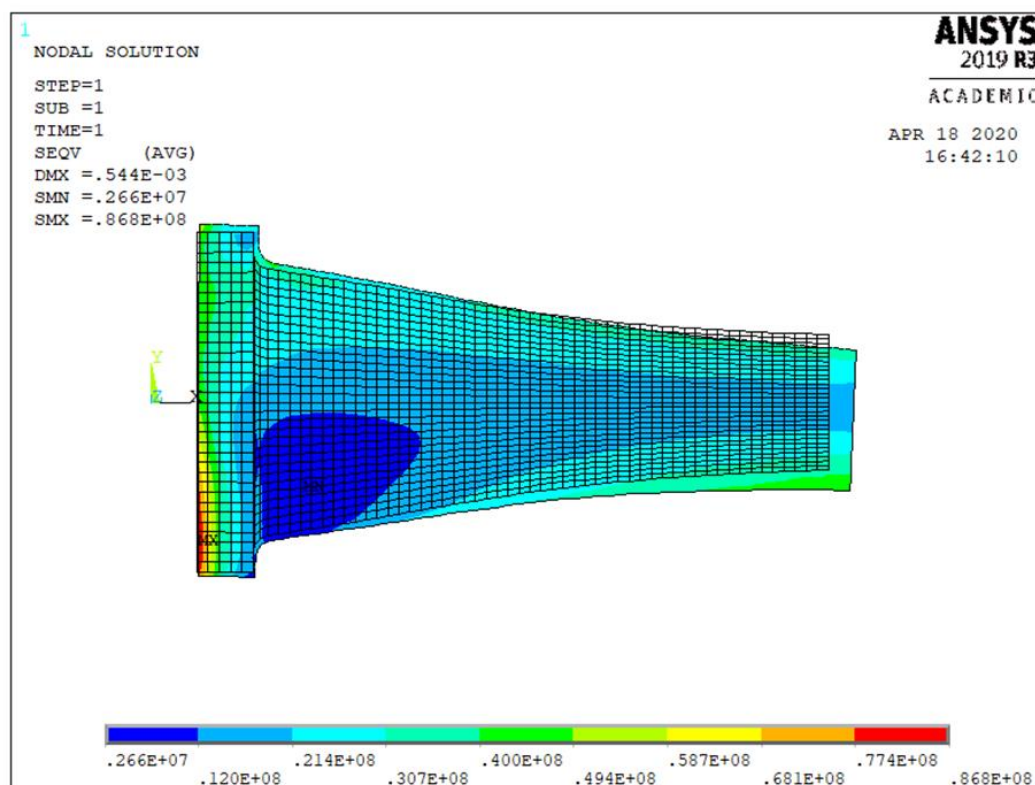


Рисунок 5

Распределение напряжений для диска показано на рисунке 6.

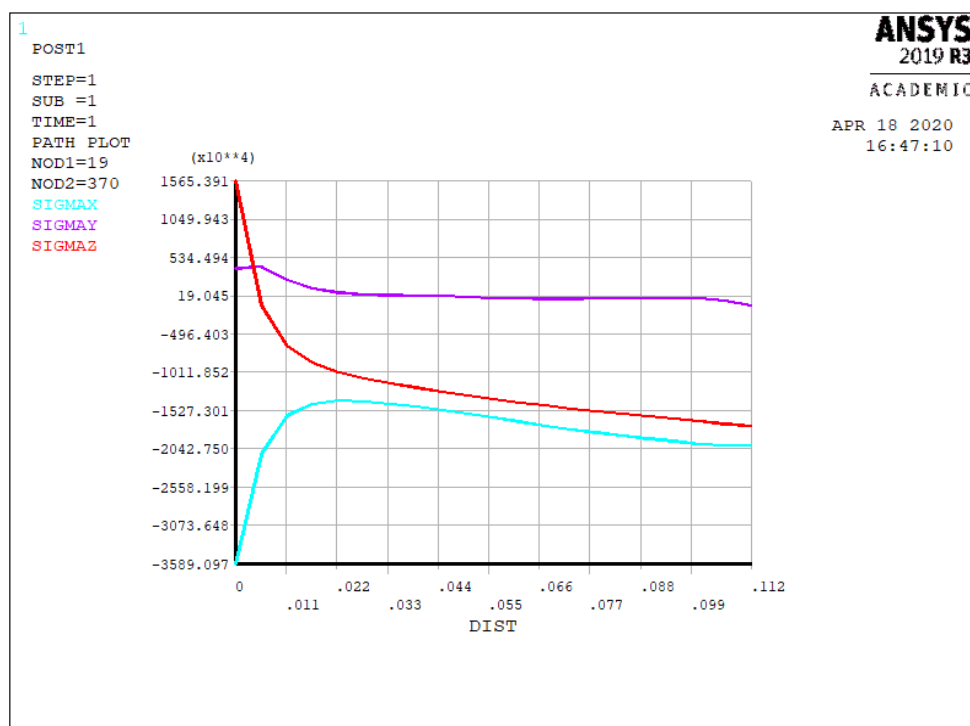


Рисунок 6

Распределение напряжений в заделке представлено на рисунке 7.

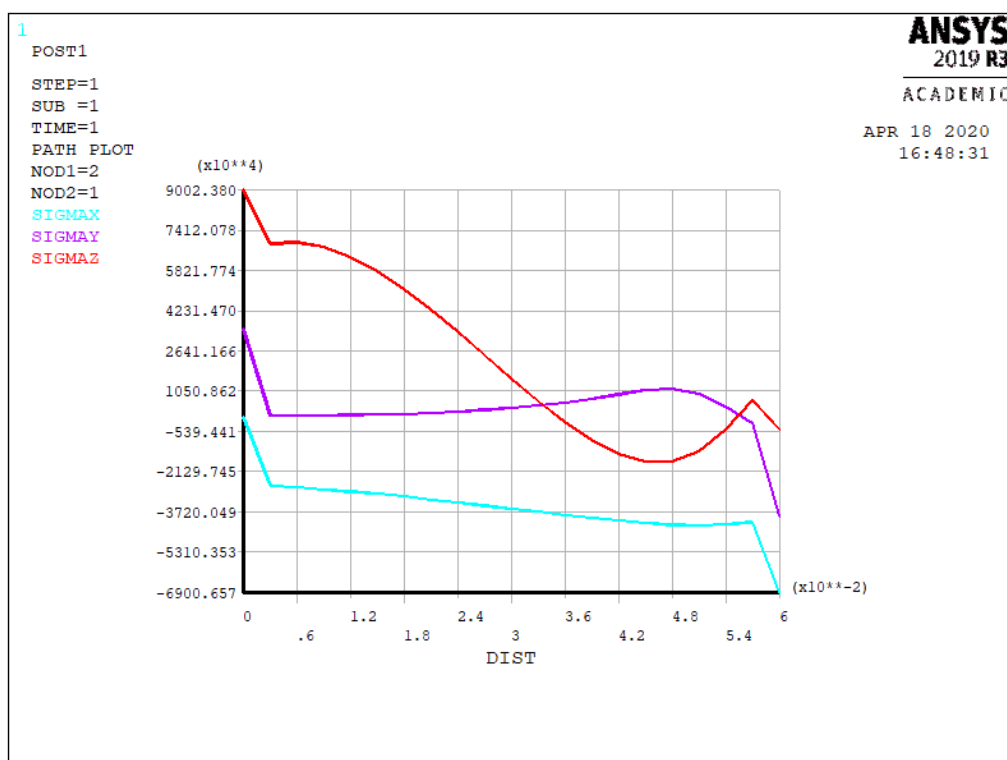


Рисунок 7

Листинг программы решения задачи на языке ADPL представлен в приложении 1.

Приложение 1

!* выбор типа решаемой задачи	!*
KEYW,PR_SET,1	KEYOPT,1,1,0
KEYW,PR_STRUC,1	KEYOPT,1,3,1
!* задание атрибутов	KEYOPT,1,6,0
SET,e,2.05e11	!
*SET,nu,0.3	SAVE
SET,alfa,1.2e-5	!
*SET,ro,7850	MPTEMP,,,,,,,,
*SET,t1,150	MPTEMP,1,0
*SET,t2,250	MPDATA,EX,1,,e
*SET,t3,350	MPDATA,PRXY,1,,nu
*SET,t4,450	MPTEMP,,,,,,,,
*SET,h1,0.060	MPTEMP,1,0
*SET,h2,0.048	MPDATA,DENS,1,,ro
*SET,h3,0.024	MPTEMP,,,,,,,,
*SET,r1,0.008	MPTEMP,,,,,,,,
*SET,r2,0.018	MPTEMP,1,0
*SET,r3,0.120	UIMP,1,REFT,,
*SET,r0,0.003	MPDATA,ALPX,1,,alfa
*SET,p1,40e6	MPTEMP,,,,,,,,
*SET,p2,20e6	MPTEMP,1,0
*SET,omega,1047	UIMP,1,REFT,,
!*вход в препроцессор	MPDE,ALPX,1
/PREP7	MPDATA,ALPX,1,,1.2E-05
!*	SAVE
ET,1,PLANE182	SAVE
!*	K,1,r1,(h1)/2,0,
SAVE	K,2,r2,(h1)/2,0,

```

K,3,r2,(h2/2),
K,4,r3,(h3)/2,0,
wpstyle,0.001,0.01,0,1.2,0.003,0,0,,5
WPSTYLE,,,,,,,,,1
FLST,3,3,8
FITEM,3,0.0427,0.02,0
FITEM,3,0.0679,0.0158,0
FITEM,3,0.0927,0.0133,0
K, ,P51X
WPSTYLE,,,,,,,,,0
SAVE
LSTR,    1,    2
LSTR,    2,    3
FLST,3,5,3
FITEM,3,3
FITEM,3,5
FITEM,3,6
FITEM,3,7
FITEM,3,4
BSPLIN, ,P51X
!* построение скругления
LFILLT,2,3,r0, ,
!* удаление ненужной точки
KDELE,    3
FLST,3,5,3,ORDE,3
FITEM,3,4
FITEM,3,-7
FITEM,3,9
FLST,3,4,4,ORDE,2

```

```

FITEM,3,1
FITEM,3,-4
!* симметричное отражение линий
LSYMM,Y,P51X, , , ,0,0
FLST,3,3,3,ORDE,2
FITEM,3,5
FITEM,3,-7
!*симметричное отражение точек
сплайна
KSYMM,Y,P51X, , , ,0,0
LSTR,    1,    3
LSTR,    8,   11
LSTR,    4,   13
SAVE
TYPE, 1
MAT,    1
REAL,
ESYS,    0
SECNUM,
!*построение доп прямой и
разбивка
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,9
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*

```


LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,5
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,1
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,10
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,5
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,2
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,3
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,7

FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,6
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,2
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,3
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,7

```

CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,4
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,8
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0.002, , , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,11
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X

```

```

CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,30, , , , ,1
!*
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,12
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,26, , , , ,1
!* создание доп прямой
LSTR,    9,    12
FLST,5,1,4,ORDE,1
FITEM,5,12
CM,_Y,LINE
LSEL, , , ,P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,_,_Y
!*
LESIZE,_Y1, , ,26, , , , ,1
!* создание областей
FLST,2,6,4
FITEM,2,9
FITEM,2,5
FITEM,2,6
FITEM,2,10

```

FITEM,2,1	CM,_Y,AREA
FITEM,2,2	ASEL, , , ,P51X
AL,P51X	CM,_Y1,AREA
FLST,2,4,4	CHKMSH,'AREA'
FITEM,2,8	CMSEL,S,_Y
FITEM,2,10	!*
FITEM,2,12	AMESH,_Y1
FITEM,2,4	!*
AL,P51X	CMDELE,_Y
FLST,2,4,4	CMDELE,_Y1
FITEM,2,7	CMDELE,_Y2
FITEM,2,12	!* вход в решатель
FITEM,2,3	/SOL
FITEM,2,11	FLST,2,1,1,ORDE,1
AL,P51X	FITEM,2,19
SAVE	!* задание закрепления и нагрузки
!* сложение прямой	/GO
FLST,2,3,4,ORDE,3	D,P51X, , , , ,UY, , , , ,
FITEM,2,2	FLST,2,1,4,ORDE,1
FITEM,2,6	FITEM,2,9
FITEM,2,10	/GO
LCCAT,P51X	!*
!* разбиение областей	SFL,P51X,PRES,p1,
MSHAPE,0,2D	FLST,2,1,4,ORDE,1
MSHKEY,1	FITEM,2,11
!*	/GO
FLST,5,3,5,ORDE,2	!*
FITEM,5,1	FLST,2,1,4,ORDE,1
FITEM,5,-3	FITEM,2,11

```

/GO
!*
SFL,P51X,PRES,p2,
SAVE
!* задание таблицы температур
FLST,2,1884,1,ORDE,2
FITEM,2,1
FITEM,2,-1884
!*
!*
*DIM,temperatura,TABLE,2,2,1,Y,X,
Z, 0
!*
BF,P51X,TEMP, %temperatura%
!*
/GO
*SET,TEMPERATURA(0,1,1) ,
0.008
*SET,TEMPERATURA(0,2,1) , 0.12
*SET,TEMPERATURA(1,0,1) , -0.03
*SET,TEMPERATURA(1,1,1) , 150
*SET,TEMPERATURA(1,2,1) , 250
*SET,TEMPERATURA(2,0,1) , 0.03
*SET,TEMPERATURA(2,1,1) , 450
*SET,TEMPERATURA(2,2,1) , 350
SBCTRAN
!*
/PSF,PRES,NORM,2,0,1
/PBF,TEMP, ,1

```

```

/PBC,ALL, ,1
/REP
!*
SAVE
/STATUS,SOLU
!* вход в решатель
SOLVE
FINISH
/POST1
/EFACET,1
!* вывод эпюр на экран
PLNSOL, U,SUM, 1,1.0
!*
/EFACET,1
PLNSOL, S,EQV, 1,1.0
!*
/EFACET,1
PLNSOL, U,X, 1,1.0

FLST,2,2,1
FITEM,2,19
FITEM,2,370
!*вывод распределения напряжений
PATH,path1,2,30,20,
PPATH,P51X,1
PATH,STAT
!*
AVPRIN,0, ,
!*

```

PDEF,sigmaX,S,X,AVG

/PBC,PATH, ,0

!*
AVPRIN,0, ,

!*
PDEF,sigmaY,S,Y,AVG

/PBC,PATH, ,0

!*
AVPRIN,0, ,

!*
PDEF,sigmaZ,S,Z,AVG

/PBC,PATH, ,0

!*
AVPRIN,0, ,

!*
PDEF,sigmaZ,S,Z,AVG

/PBC,PATH, ,0

!*
PLPATH,SIGMAX,SIGMAY,SIGM

AZ
PLPATH,SIGMAX,SIGMAY,SIGM

AZ
NPLOT

FLST,2,2,1

FITEM,2,2

FITEM,2,1

!*
PATH,path2,2,30,20,

PPATH,P51X,1

PATH,STAT

!*
AVPRIN,0, ,

!*
PDEF,sigmaX,S,X,AVG

/PBC,PATH, ,0

!*
AVPRIN,0, ,

!*
PDEF,sigmaY,S,Y,AVG

/PBC,PATH, ,0

!*
AVPRIN,0, ,

!*
PDEF,sigmaZ,S,Z,AVG

/PBC,PATH, ,0

!*
AVPRIN,0, ,

!*
PDEF,sigmaZ,S,Z,AVG

/PBC,PATH, ,0

!*
PLPATH,SIGMAX,SIGMAY,SIGM

AZ
PLPATH,SIGMAX,SIGMAY,SIGM

AZ