

С С С Р

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

---

АВТОКЛАВЫ

Метод расчета на прочность

РД 26-01-87-86

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Главного Управления  
по производству химического и нефтеперерабатывающего оборуду-  
дования от 04.06.86 № 56

ИСПОЛНИТЕЛИ: Ворозов И.Д., Фрейтаг В.А., Гонтаровский П.П.,  
Михайловский Е.И., Полухин В.П., Мусиенко Л.В.,  
Кузнецова Н.Е., Данилина Н.Ю., Годин Ю.А.,  
Руденко Е.К., Никитенков В.Л., Андрианов Н.Ф.,  
Колотникова С.В., Доценко В.Д.

## РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

АВТОКЛАВЫ

РД 26-ОІ-87-86

Метод расчета на прочность

Взамен РТМ 26-ОІ-87-76

Приказом Главного Управления по производству химическо-го и нефтеперерабатывающего оборудования от 04.06.86 № 56 срок введения установлен

с 01.01.87

Настоящий руководящий нормативный документ устанавливает нормы и методы расчета на усталостную прочность элементов стальных аппаратов с байонетными затворами ( автоклавов по специализации ЛенНИИХиммаша), работающих в условиях воздействия повторно-статических нагрузок с числом циклов нагружения от давления, стесненности температурных деформаций и других воздействий более  $10^3$ , но менее  $5 \cdot 10^5$  за весь период эксплуатации.

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Условия применения руководящего нормативного документа.

I.1.1. Нормы и методы расчета на прочность автоклавов применены при соблюдении требований "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденных Госгортехнадзором СССР, и требования СТ 26-291-79.

1.1.2. Расчетные формулы для оценки малоциклового усталости применимы для автоклавов, отвечающих принятым по нормативно-технической документации условиям прочности при статических нагрузках.

1.1.3. Руководящий нормативный документ не распространяется на автоклавы:

работавшие при температурах, при которых ползучесть материала является существенной (380 °C и выше для углеродистой стали, 525 °C и выше для аустенитной стали, 420 °C и выше для низколегированной стали);

изготовленные из хрупких в условиях эксплуатации материалов или из пластичных материалов, имеющих хрупкие покрытия.

1.1.4. Руководящий нормативный документ не учитывает коррозионного воздействия рабочей среды в условиях малоциклового нагружения на свойства материала, из которого изготовлены автоклавы.

1.1.5. При расчете на малоцикловую усталость согласно ГОСТ 25859-83 можно не учитывать нагрузки, у которых размах колебания не превышает 15 % (для углеродистой и низколегированной стали) и 25 % (для аустенитной стали) от допускаемого значения, установленного при расчете на статическую прочность.

## 1.2. Порядок расчета

1.2.1. Перед проведением расчетов на малоцикловую усталость для определения основных размеров элементов автоклавов следует производить расчет по ГОСТ 14249-80 и другим норма-



тивно-техническим документам.

1.2.2. На основании анализа конструкции, действующих нагрузок и температурных полей должны быть установлены наиболее напряженные зоны в узлах и элементах автоклавов.

1.2.3. Допускаемое число циклов нагружения при известных значениях главных условных упругих напряжений следует определять по ГОСТ 25859-83.

## 2. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛАВНЫХ УСЛОВНЫХ УПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЙ В УЗЛАХ И ЭЛЕМЕНТАХ АВТОКЛАВОВ

#### 2.1. Цилиндрические обечайки корпусов

2.1.1. Цилиндрические обечайки корпусов вне краевых зон.

2.1.1.1. Толщину стенок цилиндрических обечаек корпусов следует рассчитывать по ГОСТ 14249-80.

2.1.1.2. Напряжения в цилиндрических обечайках корпусов (вне краевых зон), нагруженных внутренним избыточным давлением, следует рассчитывать по формулам

$$\sigma_z = \frac{pD}{4s_p} ; \quad \sigma_\theta = \frac{pD}{2s_p} ,$$

где  $p$  - внутреннее избыточное давление, МПа;

$D$  - диаметр срединной поверхности обечайки, м;

$s_p$  - расчетная толщина стенки обечайки, м.

2.1.2. Зоны крепления несущих ушек, опорных лап и опорных стоек рассчитывают на прочность по ГОСТ 26202-84.

2.1.3. Соединения с седловыми опорами.

2.1.3.1. Статический расчет на прочность и устойчивость корпусов цилиндрических горизонтальных автоклавов, установленных на седловых опорах и работающих под избыточным давлением, вакуумом или под налив, следует производить по ГОСТ 26202-84.

Расчет реакций опор, напряжений в корпусах автоклавов (в зоне опор) и опорах с учетом весовых нагрузок, внутреннего давления и общих температурных деформаций следует производить по пп. 2.1.3.2 ... 2.1.3.26.

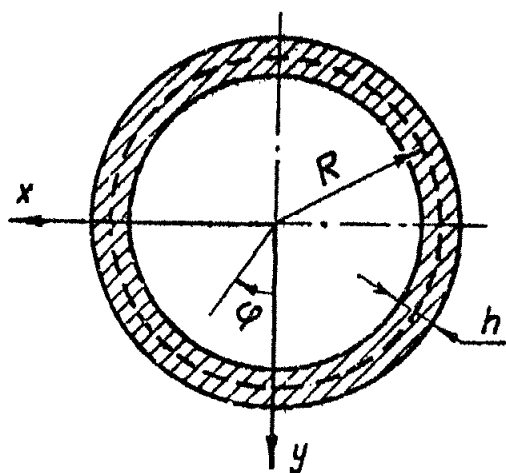
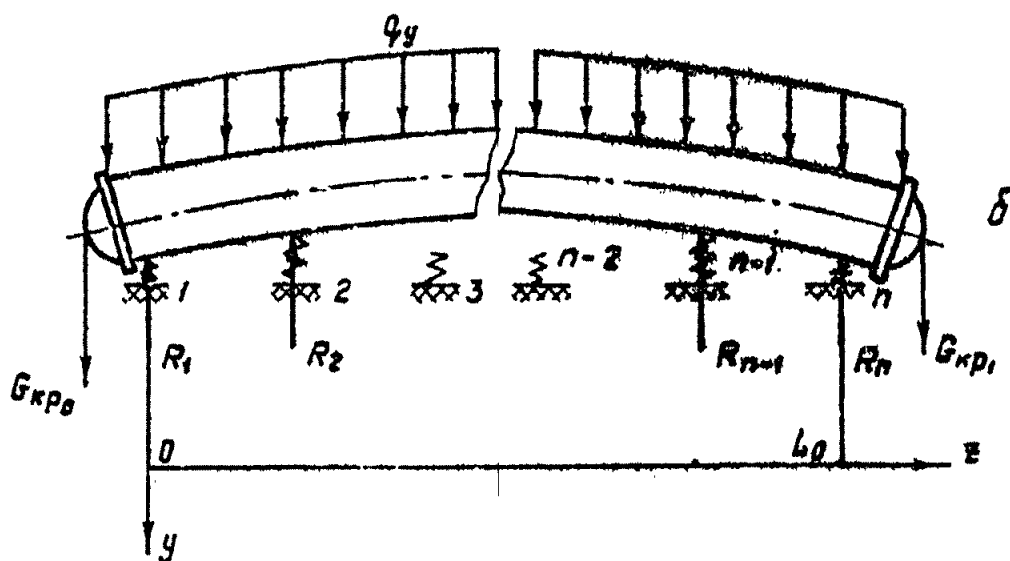
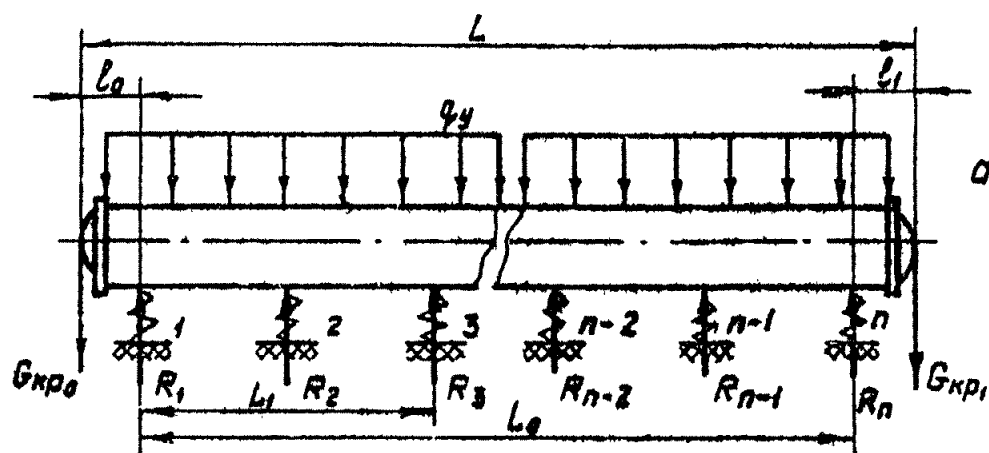
2.1.3.2. Определение реакций опор с учетом и без учета общих температурных деформаций автоклавов следует производить по пп. 2.1.3.3...2.1.3.8.

2.1.3.3. Постановка задачи состоит в следующем.

Рассчитывают реакции опор автоклава при наличии или отсутствии перепада температур по высоте автоклава.

Автоклав имеет  $n$  упруго-податливых опор, из числа которых одна является неподвижной и располагается либо с краю (1-я или  $n$ -я опоры) либо посередине (в случае нечетного  $n$ ).

При отсутствии температурного влияния автоклав лежит на  $n$  опорах (черт. 1а). Температурные деформации вызывают искривление продольной оси автоклава, в результате чего число активных опор, на которых лежит автоклав, уменьшается (черт. 1б).



Черт. I

2.1.3.4. Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл. I.

Таблица I

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
В х о д н ы е   п а р а м е т р ы			
$\alpha_0$	A0	Коэффициент линейного температурного расширения материала корпуса автоклава	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
R	R	Радиус срединной поверхности обечайки корпуса автоклава	м
E	E	Модуль упругости материала обечайки корпуса автоклава	МПа
h	AN	Толщина обечайки корпуса автоклава	м
$L_0$	L0	Расстояние между крайними опорами	м
L	L	Длина автоклава	м
$l_0, l_1$	LMN, LM0	Длины консольных участков автоклава	м
$L_1$	L1	Длина двух соседних межоморных пролетов	м
a	A	Ширина опоры (черт.2)	м
$\varphi_1$	FI0	Угол полуохвата опоры (черт.2)	... <sup>c</sup>

Продолжение табл. I

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
$G_a$	-	Вес загруженного автоклава	Н
$G_{кpo}$	GE	Краевая нагрузка от веса консольного участка автоклава (крышки, байонетного кольца, подъемного механизма и фланца корпуса)	Н
$G_{кp1}$	GE1	Краевая нагрузка от веса консольного участка автоклава (участок обечайки корпуса и днища)	Н
$q_y$	Q	Распределенная нагрузка от веса загруженного автоклава без учета краевых нагрузок $G_{кpo}$ и $G_{кp1}$	Н/м
$t_s$	T1	Температурный перепад по высоте корпуса автоклава	°C
$\bar{m}$	MM	Число гармоник в ряде Фурье	
$n$	N	Число опор	
$z_i$	Z (1-N)	Продольные координаты центров опор	м

Продолжение табл.1

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
FF	FF	Параметр условий закрепления автоглава (FF = 0 - подвижная крайняя опора; FF = 1 - неподвижная средняя опора)	
$\frac{1}{C}$	C1	Податливость опор	м/Н
-	C3	Податливость корпуса	м/Н
-	C4	Податливость фундамента	м/Н

## Выходные параметры

	RN(1: N)	Массив искомого сочетания активных опор ( RN (1) = 1, если i -я опора активная, и RN (1) = 0, если i -я опора неактивная)	
R <sub>i</sub>	RE(1: N)	Массив реакций опор	Н
w <sub>i</sub>	w(1: N)	Массив прогибов под опорами	м
M <sub>i</sub>	MOM(1: N)	Массив моментов под опорами	Нм
Σ	S	Сумма реакций опор автоглава	Н

2.1.3.5. В качестве расчетной схемы принята балка кольцевого поперечного сечения (черт.1а, в) под действием равномерной распределенной нагрузки  $q_y$ , краевых нагрузок  $G_{кpo}$ ,  $G_{кpi}$  и перепада температур. Учитывая возможность отхода автоглава от некоторых опор (черт.1б), для определе-

ния активных опор использован метод вариации условий опирания.

Для проведения расчета выбирают одно из возможных сочетаний активных опор. При этом значения реакций неактивных опор принимают равным 0, а неподвижная опора автоклава и симметричная ей опора относительно середины автоклава обязательно входят в любое выбранное сочетание активных опор, для которого решают систему линейных уравнений относительно неизвестных  $R_i$  (с использованием алгоритма Гаусса, представляющего собой упорядоченный способ последовательного исключения неизвестных) и определяют реакции активных опор. Затем проверяют условия допустимости для выбранного сочетания опор

$R_i > 0$  — для активных опор;

$w_i \leq 0$  — для неактивных опор.

Если условия допустимости не выполняются, то выбирают новое сочетание активных опор. Процесс продолжают до тех пор, пока не будет найдено единственное сочетание активных опор, которое удовлетворяет условиям допустимости.

Результатами расчета являются значения реакций опор  $R_i$ , прогибов  $w_i$  и моментов  $M_i$  под опорами.

2.1.3.6. Расчет вспомогательных величин сводится к определению распределенной нагрузки от веса автоклава (без учета краевых нагрузок  $G_{кpo}$ ,  $G_{кpi}$ ), Н/м

$$q_y = \frac{G_A - G_{кpo} - G_{кpi}}{L_0}$$

Приведенную жесткость системы корпус автоклава - опора - фундамент, как правило, принимают равной жесткости корпуса автоклава. Программа работает в 4 режимах:

$CI = 0$  , для абсолютно жестких опор;

$CI$  равна податливости опор, если эта величина известна;

$CI = -1$  - податливость опор вычисляется автоматически по программе;

$CI = -2$  - в этом случае вводятся податливости корпуса ( $\frac{1}{C_{корп}}$ ) и фундамента ( $\frac{1}{C_{фунд}}$ ), податливость опоры ( $\frac{1}{C_{опоры}}$ ) рассчитывается программой, а податливость всей системы также определяется программой по формуле

$$CI = \left( \frac{1}{C_{корп}} + \frac{1}{C_{опоры}} + \frac{1}{C_{фунд}} \right).$$

2.1.3.7. Описание и исходный текст программы расчета (СТЕРО2) приведены в этом пункте ниже.

В программе расчета использованы следующие подпрограммы:

PRT - подпрограмма печати исходных данных;

DECOMP , SOLVE - подпрограммы для решения системы линейных уравнений с оценкой числа обусловленности матрицы коэффициентов системы;

COMBI , CNK - подпрограммы, обеспечивающие выбор очередного сочетания активных опор.

Номера, указанные в описании, являются номерами строк в исходном тексте программы.

I -- 15 - Описания и ввод исходных данных

(при отсутствии температурного перепада



$TI = \emptyset$ . Условия закрепления автоклава: если  
 $FF = \emptyset$ , то неподвижная крайняя опора, если  
 $FF = I$  - то средняя);

- I6 - I8 - Печать исходных данных (подпрограмма PRT );
- I9 - 33 - Замена единиц измерения;
- 34 - 65 - Вычисление вспомогательных коэффициентов;
- 66 - 77 - Вычисление жесткости опор и печать условия за-  
крепления автоклава;
- 78 - 99 - Вычисление коэффициентов при неизвестных и пра-  
вой части разрешающей системы в массиве RJ ;
- I00 - I57 - Выбор очередного сочетания активных опор (в  
массиве RN на месте активных опор записаны  
I, на месте неактивных -  $\emptyset$ ). Получение из RJ  
системы линейных уравнений (в массиве RJI ),  
соответствующей очередному сочетанию активных  
опор. Решение полученной системы (подпрограммы  
DECOMP и SOLVE ). Вычисление реакций ак-  
тивных опор (массив REI );
- I58 - I64 - Проверка первого условия допустимости для всех  
активных опор;
- I65 - I77 - Вычисление прогиба автоклава под неактивными  
опорами;
- I78 - I80 - Проверка второго условия допустимости для всех  
неактивных опор;
- I8I - Вывод единственного допустимого сочетания ак-  
тивных опор (массив RN );

- 182 - 218 - Заполнение выходных массивов реакций опор ( RE ),  
прогибов под опорами ( W ), моментов под опорами  
( MOM ), суммарной реакции опор ( S );
- 219 - 233 - Используемые форматы печати;
- 234 - 246 - Обратная замена системы единиц и печать результатов счета;
- 247 - 248 - Конец программы;
- 249 - 273 - Подпрограмма COMBI ;
- 274 - 287 - Подпрограмма CNK ;
- 288 - 388 - Подпрограмма DECOMP ;
- 389 - 424 - Подпрограмма SOLVE ;
- 425 - 453 - Подпрограммы PRT .

2.1.3.8. Инструкция по эксплуатации программы изложена в этом пункте ниже.

Программа составлена на языке ФОРТРАН ОС ЕС (версия 6.1).

Объем требуемой памяти 60 Кб, время счета 60 с.

Перед работой пакет перфокарт установить на устройство ввода с перфокарт.

Состав пакета:

# JOB

# EXEC FORTGCLG

# SYSIN DD \*

Исходный текст программы
-----------------------------

```

1      IMPLICIT REAL*8 (A-H, L, P-Z)
2      REAL*8 M1, MN, MZ, NU
3      INTEGER IPVT(20), FF
4      REAL*8 WORK(20), RJ2(20,20)
5      REAL*8 GI(20,20), GGT(20), GM(20,20), GQM(20),
6      *QM(20), Z(20), RE(20), RJ(20,21), W(20), RJ1(20,21),
7      *RE1(20)
8      INTEGER O, O1
9      INTEGER RN(20), AC(20)
10     PI=3.14159265358979323846
11     NAMELIST/CONST/A0, H, E, NU, AH, LO, L, LMN, LMO, L1, A, FIO,
12     *Q, GE, GE1, T1, MN, N, Z, C1, FF
13     READ (5, CONST)
14     IF (C1, NE, =2) GOTO 991
15     NAMELIST/CONSTC/C3, C4
16     READ (5, CONSTC)
17     991 M1=GE*LMO-Q*LMO**2./2,
18     MN=GE1*LMN-Q*LMN**2./2,
19     PRINT 104
20     CALL PRT(A0, R, E, NU, AH, LO, L, LMN, LMO, L1, A, FIO, Q, GE, GE1, Z,
21     *T1, MN, N)
22     P=R*100
23     E=E*10
24     AH=AH*100
25     LO=LO*100
26     L=L*100
27     LMN=LMN*100
28     LMO=LMO*100
29     L1=L1*200
30     Q=Q/1000
31     GE=GE/10
32     GE1=GE1/10
33     AFA*100
34     FIO=FIO*PI/180
35     DO 91 I=1, N
36     Z(I)=Z(I)*100
37     91 CONTINUE
38     M1=M1*10
39     MN=MN*10
40     EI=PI*R**3*A4*E
41     DO 9 I=1, N
42     RN(I)=0
43     9 CONTINUE
44     NN=N-1
45     DO 4 J=2, NN
46     S2=0, DO
47     S22=0, DO
48     DO 1 M=1, MN, 2
49     MZ=M*PI/LO
50     QM=6.*Q/PI/M
51     Z2=MZ+MZ
52     DS=QM*DSIN(MZ+Z(J))/Z2
53     S2=S2+DS/Z2
54     S22=S22+DS

```

```

52      1 CONTINUE
53      GQY(J)=S2
54      GQM(J)=S22
55      DO 3 N=2,NM
56      S2=0.00
57      S22=0.
58      DO 2 M=1,NM
59      MZ=M*PI/L0
60      Z2=MZ*MZ
61      DS=DSIN(MZ+Z(I))*DSIN(MZ+Z(J))/Z2
62      S2=S2+DS/Z2
63      S22=S22+DS
64      2 CONTINUE
65      QI(I,J)=S2
66      GM(I,J)=S22
67      3 CONTINUE
68      4 CONTINUE
69      IF(C1,EQ,0) PRINT 174
70      IF(C1,BO,0) GOTO 52
      IF(C1,GT,0) GOTO 57
      IF(C1,EQ,-1) GOTO 557
      C1=C3+C4
      GO TO 358
557 C1=0.
358 X1=R/AM
73 X2=R/L1
74 X3=A/L1
75 RAB=2.4*(1-NU*NU)*X1**3/(PI**2*E*L1*X3+FI0)
76 B4=12*(1-NU*NU)*X1**2
77 F=0
78 DO 251 M=1,100,2
79 MZ=M*PI*X2
80 S1=DSIN(M*PI*X3/2)
81 S=FI0*S1/M/(MZ**4+B4)
82 SUM=0
83 DO 252 K=2,80
84 S2=(MZ*MZ+K*K)**2
85 SL=2+S2*S1*DSIN(K*FI0)/((S2*S2+B4*(MZ*MZ)**2)*M*K)
86 252 SUM=SUM+SL
87 251 F=F+S*SUM
      C1=C1+F*RAB/1000
89      57 C2=1/C1
90      PRINT 122,C2
91      C1=C1*1000
92      52 IF(F)60,60,61.
93      60 PRINT 100
94      GOTO 40
95      61 PRINT 101
96      40 CONTINUE
97      PRINT 104
98      PRINT 102
99      RJ(1,1)=L0+LMY
100     RJ(1,N)=LMN
101     RJ(1,N+1)=Q*L/L/2,+GE*L
102     RJ(N,N+1)=Q*L/L/2,+GE1*L
103     RJ(N,1)=LMO
104     RJ(N,N)=L0+LMO
105     DO 6 I=2,NM
106     RJ(1,I)=L0+LMY-Z(I)
107     RJ(N,I)=LMO-Z(I)

```

```

108      6 CONTINUE
109      DO 7 J=2,N
110      RJ(J,1)=-(L0-Z(J))/L0*C1
111      RJ(J,N)=Z(J)/L0*C1
112      S=(3,*L0*Z(J)+Z(J)-Z(J)*3-2.*L0*L0*Z(J))/(6*L0)
113      S1=(Z(J)*3-L0*L0*Z(J))/(6*L0)
114      S2=Z(J)*(Z(J)-L0)/(2,*R)*A0*T1
115      RJ(J,N+1)=(-M1*S-HN*S1+GQT(J))/EI*S2
116      DO 8 I=2,NN
117      RJ(J,I)=G1(I,J)*2,/(EI*L0)
118      8 CONTINUE
119      RJ(J,J)=RJ(J,J)*C1
120      7 CONTINUE
121      KC=(N-1)/2
122      IF(FF)30,37,30
123      30 N2=(N+1)/2
124      RN(N2)=1
125      GOTO 38
126      37 RN(1)=1
127      RN(N)=1
128      38 NO=N
129      I8=KC+1
130      DO 10 I9=1,I8
131      I6=I9-1
132      CALL CNK(KC,I6,NC)
133      NC1=NC
134      DO 11 J2=1,NC1
135      IF(I6)39,47,39
136      39 KC=(N-1)/2
137      CALL COMBI(J2,KC,I6,AC)
138      IF(FF)70,33,70
139      DO 32 I=1,I6
140      RN(AC(I))=1
141      RN(N-AC(I)+1)=1
142      32 CONTINUE
143      GOTO 47
144      33 DO 12 I=1,I6
145      RN(AC(I)+1)=1
146      RN(N-AC(I))=1
147      12 CONTINUE
148      135 FORMAT(5X,20I2)
149      47 CONTINUE
150      N1=0
151      DO 14 I=1,N
152      N1=N1+RN(I)
153      14 CONTINUE
154      O1=0
155      DO 15 I1=1,N
156      O=0
157      IF(RN(I1),EQ,0) GOTO 16
158      DO 17 I=1,N
159      IF(RN(I),EQ,1) GOTO 18
160      O=O+1
161      GOTO 179

```

```

162      18 RJ1(I1=01,I=0)=RJ(I1,I)
163      179 CONTINUE
164      17 CONTINUE
165          RJ1(I1=01,N1+1)=RJ(I1,N+1)
166          GOTO 15
167      16 O1=O1+1
168      15 CONTINUE
169          DO 182 I=1,N1
170              RE1(I)=RJ1(I,N1+1)
171              DO 182 J=1,N1
172                  RJ2(I,J)=RJ1(I,J)
173      182 CONTINUE
174          CALL DECOMP(N,N1,RJ2,COND,IPVT,WORK)
175          CALL SOLVE(N,N1,RJ2,RE1,IPVT)
176          IF(FE)49,48,49
177      48 N5=(N1+1)/2,
178          GO TO 30
179      49 N5=N1/2
180      50 DO 200 I=1,N5
181          IF(NE1(I),LE,0,) GOTO 25
182      200 CONTINUE
183          DO 165 I1=1,N
184              W(I1)=0,
185              IF(RN(I1),NE,0) GOTO 175
186          S=0,
187          O=0
188          DO 180 I=1,N
189              IF(RN(I),EQ,1) GOTO 19
190              O=O+1
191          GOTO 181
192      19 S=S+RE1(I=O)+RJ(I1,I)
193      181 CONTINUE
194      180 CONTINUE
195          S=S+RJ(I1,N+1)
196          W(I1)=S
197      175 CONTINUE
198      165 CONTINUE
199          DO 201 I=1,N
200              IF(W(I),GT,0,) GOTO 25
201      201 CONTINUE
202          PRINT 135,(RN(I),I=1,N)
203          O=0
204          DO 21 I=1,N
205              RE(I)=0,
206              IF(RN(I),EQ,1) GOTO 22
207              O=O+1
208          GOTO 21
209      22 RE(I)=RE1(I=O)
210          W(I)=RE(I)+C1
211      21 CONTINUE
212          S=0,
213          DO 20 I=1,N1
214              S=S+RE1(I)

```

```

215 20 CONTINUE
216   S=S+10
217   PRINT 150,S
218   MOM(1)=M1
219   MOM(N)=MN
220   DO 24 J=2,N
221     S2=0.
222     DO 250 I=2,N
223       S2=S2+RE(I)*GM(I,J)
224 250 CONTINUE
225     MOM(J)=M1*(L0-Z(J))/L0+MN*Z(J)/L0+GM(J)*S2/60+S2
226 24 CONTINUE
227   GOTO 51
228 25 CONTINUE
229   IF(FF)36,55,36
230 55 N10=N-1
231   DO 31 I=2,N10
232     RN(I)=0
233 31 CONTINUE
234   GOTO 11
235 36 DO 41 I=1,N
236     RN(I)=0
237 41 CONTINUE
238     RN((N+1)/2)=1
239 11 CONTINUE
240 10 CONTINUE
241 100 FORMAT(1X,'ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗА КРАЙНЮЮ ОПОРУ',/)
242 101 FORMAT(1X,'ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗА СРЕДНЮЮ ОПОРУ',/)
243 102 FORMAT(17X,'РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА',/
244   *17X,'*****',/)
245   *1X,'АКТИВНЫЕ ОПОРЫ',/)
246 122 FORMAT(1X,'ЖЕСТКОСТЬ C=',D12.5,2X,'(Н/М)',/)
247 110 FORMAT(1X,'НОМЕР КООРДИНАТЫ РЕАКЦИЯ ПРОГИБ МОМЕНТ',/)
248 111 FORMAT(1X,'ОПОРЫ ОПОРЫ ОПОРЫ',/
249   *1X,11X,'(М)',9X,'(Н)',9X,'(М)',4X,'(НОМ)',/)

250 120 FORMAT(1X,I2,4X,F7.3,4X,F10.1,2X,F8.5,1X,F12.1,/)
251 150 FORMAT(//,1X,'СУММА РЕАКЦИЯ ОПОР=',D12.5,'(Н)',/)
252 104 FORMAT(/////////)
253 103 FORMAT(1X,/,53(1H=),/)
254 174 FORMAT(1X,'АБСОЛЮТНАЯ ЖЕСТКОСТЬ',/)
255 51 CONTINUE
256   PRINT 103
257   PRINT 110
258   PRINT 111
259   PRINT 103
260   DO 170 I=1,N
261     Z(I)=Z(I)+LM0
262     Z(I)=Z(I)/100
263     RE(I)=RE(I)+10
264     W(I)=W(I)/100
265     MOM(I)=MOM(I)/10
266   PRINT 120,I,Z(I),RE(I),W(I),MOM(I)

```

```

267 170 CONTINUE
268 PRINT 104
269 STOP
270 END
271 SUBROUTINE COMBI(I,N,K,NA)
272 DIMENSION NA(20)
273 INTEGER R,C
274 R=1
275 J=0
276 M=1
277 L=1
278 1 CALL CNK(N+L-J,K,M,C)
279 IF(R-C)2,3,3
280 2 J=J+L
281 NA(M)=J
282 IF(R)4,4,4
283 4 M=M+1
284 DO 3 L=1,K
285 NA(L)=J+L-M
286 5 CONTINUE
287 GOTO 10
288 6 M=M+1
289 L=1
290 GOTO 1
291 3 R=R-C
292 L=L+1
293 GOTO 1
294 10 RETURN
295 END
296 SUBROUTINE CNK(N,K,NC)
297 INTEGER D
298 NC=1
299 IF(X)5,5,6
300 6 IF(K-N/2)2,2,3
301 2 D=K
302 GOTO 4
303 3 D=N-K
304 4 DO 1 I=1,D
305 NC=NC*(N-I+1)/I
306 1 CONTINUE
307 5 CONTINUE
308 RETURN
309 END
310 С ПОДПРОГРАММА ДОСКОМ(NDIM,N,A,COND,IPUT,WORK) ВЫЧИСЛЯЕТ РАЗЛОЖЕНИЕ
311 С Вещественной матрицы посредством Гауссова исключения и оценивает
312 С обусловленность матрицы. Она используется для вычисления решения
313 С линейных систем,

```



```

314 С ВХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ; NDIM - ЗАЯВЛЕННАЯ СТРОЧНАЯ РАЗМЕРНОСТЬ МАССИВА,
315 С СОДЕРЖАЩЕГО А; N - ПОРЯДОК МАТРИЦЫ;
316 С А - МАТРИЦА, КОТОРУЮ НУЖНО РАЗЛОЖИТЬ;
317 С ВЫХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ: А СОДЕРЖИТ ВЕРХНИЮ ТРЕУГОЛЬНУЮ МАТРИЦУ И И
318 С УЧИТЫВАЮЩУЮ ПЕРЕСТАНОВКИ ВЕРСИЮ НИЖНЕЙ ТРЕУГОЛЬНОЙ МАТРИЦЫ I=L; ТАКЖЕ,
319 С ЧТО (МАТРИЦА ПЕРЕСТАНОВОК)*A=L*U;
320 С COND=ОЦЕНКА ОБУСЛОВЛЕННОСТИ А, ДЛЯ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ А*Х=В ИЗМЕНЕНИЯ
321 С В А И В МОГУТ ВЫЗВАТЬ ИЗМЕНЕНИЯ В Х, БОЛЬШИЕ В COND РАЗ, ЕСЛИ COND<1
322 С .EQ, COND, ТО А В ПРЕДЕЛАХ МАШИННОЙ ТОЧНОСТИ ЯВЛЯЕТСЯ ВЫРОЖДЕННОЙ МАТР.
323 С ЦЕЙ, ЕСЛИ ОБНАРУЖЕНА ТОЧНАЯ ВЫРОЖДЕННОСТЬ COND ПОЛАГАЕТСЯ РАВНЫМ 1D+3.
324 С IPVT - ВЕКТОР БЕДУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ, IPVT(K)-ИНДЕКС К-ТОЙ БЕДУЩЕЙ СТРОКИ,
325 С IPVT(N)=(-1)**(ЧИСЛО ПЕРЕСТАНОВОК)
326 С РАБОЧЕЕ ПОЛЕ: ВЕКТОР WORK;
327 С ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МАТРИЦЫ А МОЖЕТ БЫТЬ ПОЛУЧЕН НА ВЫХОДЕ ПО ФОРМУЛЕ
328 С DET(A)=IPVT(N)*A(1,1)*A(2,2)*...*A(N,N)
329 SUBROUTINE DESOMP(NDIM,N,A,COND,IPVT,WORK)
330 IMPLICIT REAL*8 (A-N,O-Z)
331 DIMENSION A(20,20),WORK(N),IPVT(N)
332 IPVT(N)=1
333 IF (N.EQ.1) GO TO 80
334 NM1=N-1
335 ANORM=0.0D0
336 DO 10 J=1,N
337 T=0.0D0
338 DO 5 I=1,N
339 T=T+DABS(A(I,J))
340 5 CONTINUE
341 IF (T,GT,ANORM) ANORM=T
342 10 CONTINUE
343 DO 35 K=1,NM1
344 KP1=K+1
345 M=K
346 DO 15 I=KP1,N
347 IF (DABS(A(I,K)),GT,DABS(A(M,K))) M=I
348 15 CONTINUE
349 IPVT(K)=M
350 IF (M.NE.K) IPVT(N)=-IPVT(N)
351 T=A(M,K)
352 A(M,K)=A(K,K)
353 A(K,K)=T
354 IF (T.EQ.0.0D0) GO TO 35
355 DO 20 I=KP1,N
356 A(I,K)=-A(I,K)/T
357 20 CONTINUE
358 DO 30 J=KP1,N
359 T=A(M,J)
360 A(M,J)=A(K,J)
361 A(K,J)=T
362 IF (T.EQ.0.0D0) GO TO 30
363 DO 25 I=KP1,N
364 A(I,J)=A(I,J)+A(I,K)*T

```

```

365      25      CONTINUE
366      30      CONTINUE
367      35      CONTINUE
368          DO 30 K=1,N
369              T=0.000
370              IF (K,EQ,1) GO TO 45
371              KM1=K-1
372              DO 40 I=1,KM1
373                  T=T+A(I,K)+WORK(I)
374      40      CONTINUE
375      45      EK=1.000
376              IF (T,LT,0.000) EK=-1.000
377              IF (A(K,K),EQ,0.000) GO TO 90

```

```

378          WORK(K)=(EK+T)/A(K,K)
379      50      CONTINUE
380          DO 60 KB=1,NM1
381              KAN=KB
382              T=0.000
383              KP1=K+1
384              DO 55 I=KP1,N
385                  T=T+A(I,K)+WORK(K)
386      55      CONTINUE
387              WORK(K)=T
388              M=IPVT(K)
389              IF (M,EQ,K) GO TO 60
390              T=WORK(M)
391              WORK(M)=WORK(K)
392              WORK(K)=T
393      60      CONTINUE
394              YNORM=0.000
395              DO 65 I=1,N
396                  YNORM=YNORM+ABS(WORK(I))
397      65      CONTINUE
398              CALL SOLVE(NDIM,N,A,WORK,IPVT)
399              ZNORM=0.000
400              DO 70 I=1,N
401                  ZNORM=ZNORM+ABS(WORK(I))
402      70      CONTINUE
403              COND=YNORM+ZNORM/YNORM
404              IF (COND,LT,1.000) COND=1.000
405              RETURN
406      80      COND=1.000
407              IF (A(1,1),NE,0.000) RETURN
408      90      COND=1.00+32
409              RETURN
410      END

```

411 С ПОДПРОГРАММА SOLVE(NDIM,N,A,B,IPVT) РЕШАЕТ ЛИНЕЙНУЮ СИСТЕМУ  $A \cdot X = B$ ,  
412 С SOLVE НЕ СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ, ЕСЛИ DECOMP ОБНАРУЖИЛА ВЫРОЖДЕННОСТЬ,  
413 С ВХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ: NDIM - ЗАЯВЛЕННАЯ СТРОЧНАЯ РАЗМЕРНОСТЬ МАССИВА,  
414 С СОДЕРЖАЩЕГО A/ N - ПОРЯДОК МАТРИЦЫ ; A - ФАКТОРИЗОВАННАЯ МАТРИЦА,  
415 С ПОЛУЧЕННАЯ ИЗ DECOMP ; B - ВЕКТОР ПРАВЫХ ЧАСТЕЙ; IPVT - ВЕКТОР  
416 С ВЕДУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ DECOMP.  
417 С ВЫХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ: B - ВЕКТОР РЕШЕНИЯ X,  
418 С ПОДПРОГРАММА ВЗЯТА ИЗ КНИГИ АН, ФОРСАЙТ, М, МАЛКОЛЬМ, К. МОДУЛИ МАШИННЫЕ  
419 С МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ МИР, МОСКВА 1980 СТР 69-70

```

420 SUBROUTINE SOLVE(NDIM,N,A,B,IPVT)
421 IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
422 DIMENSION A(20,20),B(N),IPVT(N)
423 IF (N,EQ,1) GO TO 50
424 NM1=N-1
425 DO 20 K=1,NM1
426   KP1=K+1
427   M=IPVT(K)
428   T=B(M)
429   B(M)=B(K)
430   B(K)=T
431   DO 10 I=KP1,N
432     B(I)=B(I)+A(I,K)*T
433 10 CONTINUE
434 20 CONTINUE
435 DO 40 KB=1,NM1
436   KM1=N-KB
437   K=KM1+1
438   B(K)=B(K)/A(K,K)
439   T=-B(K)
440   DO 30 I=1,KM1
441     B(I)=B(I)+A(I,K)*T
442 30 CONTINUE
443 40 CONTINUE
444 50 B(1)=B(1)/A(1,1)
445 RETURN
446 END
447 SUBROUTINE PRT(A,R,E,NU,AN,LO,L,LMN,LMO,L1,AS,F10,Q,
*GE,GE1,Z,T1,MM,N)
448 IMPLICIT REAL*8 (A-H,L,P-Z)
449 REAL*8 M1,MM,NU
450 DIMENSION Z(20)
451 PRINT 1,N,A,R,E,NU
452 PRINT 2,AN,LO,L
453 PRINT 3,LMO,LMN,L1,AS,F10,Q
454 PRINT 4,GE,GE1,T1,MM,(Z(I),I=1,N)
455 1 FORMAT(20X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ',/,
*20X,'*****',/,
*1X,'ЧИСЛО ОПОР N=',I2,/,
*1X,'КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕР. РАСШИРЕНИЯ (1/ГРАД) A0=',
*012,3,/,1X,'РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R=',F6,2,/,
*1X,'МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА (МПА) E=',F10,2,/,
*1X,'КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) NU=',F6,3)
456 2 FORMAT(1X,'ТОЛЩИНА ОБЕЧАВКИ (М) AN=',F6,3,/,
*1X,'РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРАЙНИМИ ОПОРАМИ (М) LO=',F7,3,/,
*1X,'ДЛИНА АВТОКЛАВА (М) L=',F7,3)
457 3 FORMAT(1X,'ДЛИНА КОНСОЛ, УЧАСТКА ДО 1-ОЙ ОПОРЫ (М) LMO=',
*F6,3,/,1X,'ДЛИНА КОНСОЛ, УЧАСТКА ОТ ПОСЛЕД. ОПОРЫ (М) LMC=',
*F6,3,/,1X,'ДЛИНА МЕЖОПОРНОГО ПРОЛЕТА (М) L1=',
*F6,3,/,1X,'ШИРИНА ОПОРЫ (М) A=',
*F6,3,/,1X,'ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ (ГРАД) F10=',
*F7,3,/,1X,'РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА (Н/М) Q=',F10,1)
458 4 FORMAT(1X,'КРАЕВЫЕ УСИЛИЯ (Н)',/,
*1X,'ЛЕВЫЙ КРАЙ GE1=',F10,1,/,
*1X,'ПРАВЫЙ КРАЙ GE1=',F10,1,/,
*1X,'ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРЕПАД ПО ВЫСОТЕ АВТОКЛАВА (ГРАД) T1=',
*F5,1,/,1X,'ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ ФУРЬЕ (5/Р) M=',I3,/,
*1X,'КОординаты ЦЕНТРОВ ОПОР Z(I) (М)',/,4(SF10,2))
459 RETURN
460 END

```

/GO. SYSIN DD \*

└ &amp; CONST

Блок данных 1
---------------

└ &amp; END

└ &amp; constc

Блок данных 2
---------------

└ &amp; END

} вводится только при CI = -2

/\*

/\*

Примеры расчета приведены в справочном приложении I.

2.1.3.9. Выбор геометрических размеров консольных частей седловых опор из условия равномерного распределения их удельных реакций с корпусом следует производить в соответствии с пп.2.1.3.10 ... 2.1.3.14.

2.1.3.10. Постановка задачи состоит в следующем. Геометрические размеры  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$  и  $H(\varphi)$  консольной части под-автоклавной опоры (черт.2б) определяют из условия обеспечения равномерного распределения удельных реакций  $q_0$  по площади контакта опоры с обечайкой корпуса (черт.2в). В качестве расчетных схем приняты: для обечайки - шарнирно-сферическая оболочка длиной в два межопорных пролета  $L_0$  (черт.2а) под действием внутреннего избыточного давления  $P$  и удельных реакций опоры  $q_0$ , равномерно распределенных по площади контакта корпуса и опоры; для консольного элемента - пластина переменной толщины под действием удельной реакции опоры  $q_0$  (черт.2г).

2.1.3.11. Условные обозначения и идентификаторы программ приведены в табл.2.

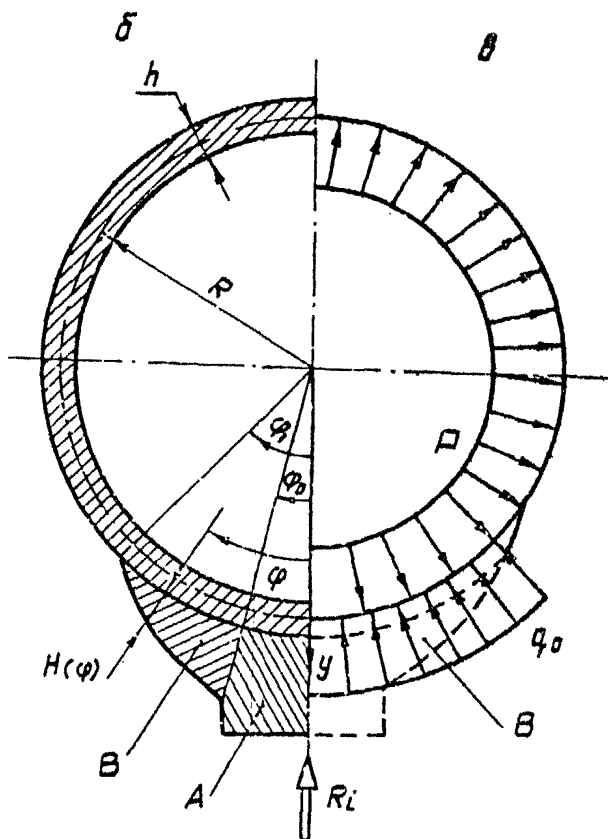
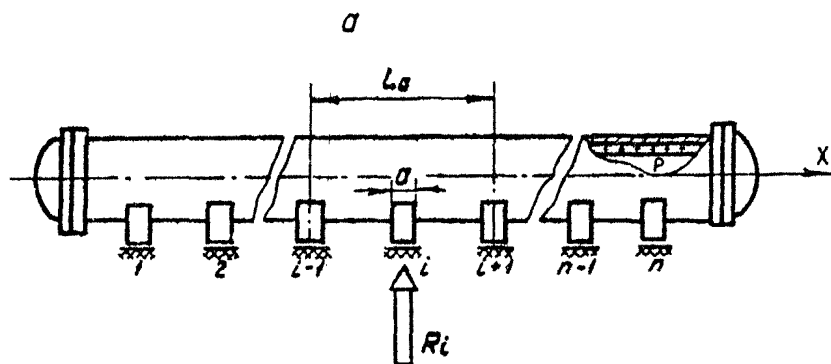


Таблица 2

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
В х о д н ы е   п а р а м е т р ы			
$\alpha$	AA	Ширина подавотклевной опоры	м
$\gamma$	MC	Коэффициент Пуассона материала обечайки, опоры	-
$L_0$	L	Длина двух межопорных пролетов	м
R	R	Радиус срединной поверхности обечайки корпуса автоклава	м
h	AN	Толщина обечайки корпуса автоклава	м
T	T	Число точек сетки на промежутке $[\varphi_0, \varphi_1]$	
$R_i$	G	Реакция опоры	Н
E	E	Модуль упругости материала обечайки, опоры	МПа
M	M3	Число гармоник по координате $\xi$	
N	N4	Число гармоник по координате $\varphi$	
p	P2	Внутреннее избыточное давление	МПа
	FF	Параметр, определяющий режим расчета. При FF = 0 производится расчет при допустимых значениях условных раз-	

Продолжение табл.2

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
Входные параметры			
$\varphi_0$	F0	Мерс опоры $\varphi_0$ и $\varphi_1$ ; при FF = I производится расчет профиля консольной части опоры для выбранных $\varphi_0$ и $\varphi_1$	
		Угол полуохвата центральной жесткой части опоры (задается при FF = I)	...°
$\varphi_1$	F1	Угол полуохвата опоры (задается при FF = I)	...°
	N2	Удвоенный угол допустимых значений $\varphi_0$ и $\varphi_1$ (задается при FF = 0 и принимается равным 180°)	...°
Выходные параметры			
$\varphi_0, \varphi_1$	LP	Массив для печати области допустимых пар $\varphi_0, \varphi_1$	...°
K( $\varphi$ )	KF	Массив жесткостей подкладного листа в точках сетки $\bar{\varphi}_i$ на промежутке от $\varphi_0$ до $\varphi_1$	Нм <sup>2</sup>
H( $\varphi$ )	H	Массив толщин подкладного листа в точках сетки $\bar{\varphi}_i$ на промежутке от $\varphi_0$ до $\varphi_1$	м

2.1.3.12. Алгоритм расчета (в зависимости от входного параметра  $FF$ ) работает в двух режимах: режиме расчета допустимых угловых размеров  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$  (при  $FF = 0$ ) и режиме расчета профиля консольной части опоры (при  $FF = 1$ ).

Расчет допустимых угловых размеров  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$ , т.е. таких, при которых функция профиля консольной части опоры положительна, проводят при  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$ , изменяющихся от 0 до  $90^\circ$  с шагом в  $1^\circ$ . Пары допустимых значений  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$  выводят на печать в виде области точек на плоскости.

При выбранных значениях  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$  (из области допустимых пар) проводят расчет профиля консольной части опоры. На печать выводят переменную толщину профиля консольного элемента и соответствующую этой толщине жесткость консольной части опоры.

2.1.3.13. Описание и исходный текст программы РОДКИ1 приведен в этом пункте ниже.

PRT(AA, MU, L, R, AN, T, G, E, N1, M3, P2, N2)

- подпрограмма печати исходных данных;

GRAFIK(GR)

- подпрограмма графического вывода области допускаемых значений пар углов  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$ . Входным параметром является матрица  $GR$ , элементами которой являются символы  $(\cdot)$  и  $(*)$ .

SIGMA(F0, F1, N1, M3, G1, F1) - подпрограмма для вычисления значений функции  $B(\varphi_1, \bar{\varphi}_j)$  в точках сетки  $\bar{\varphi}_j \in [\varphi_0, \varphi_1]$ .



Номера, приведенные ниже, являются номерами строк в основной программе.

- I - I2 - Описание и ввод исходных данных.
- I3 - Вывод исходных данных (подпрограмма PRT).
- I4 - 23 - Замена системы единиц.
- 24 - 25 - Вычисление вспомогательных величин.
- 26 - Установка режима расчета (при  $FF = I$ -переход к метке 20 (оператор 44) для расчета толщины консольного элемента).
- 27 - 34 - Начало вычисления области допустимых пар  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$ . Заполнение символьного массива GR символами (.) (точка).
- 35 - 42 - Определение текущей пары углов  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$  ( $F0, F1$ ).  
Определение шага сетки на  $[\varphi_0, \varphi_1]$  (ST1).  
Вычисление значений функции  $\sigma(\varphi_0; \varphi_1)$  в точках сетки (подпрограмма SIGMA).
- 43 - 45 - Проверка допустимости пары углов  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$ .
- 46 - Запись (в случае допустимых  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$ ) в массив GR символа (#) на место, соответствующее  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$ .
- 50 - Вывод области допустимых пар  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$ .
- 51 - Переход в конец программы.
- 52 - (метка 20) - Начало вычислений толщины и жесткости консольной части опоры.
- 53 - 57 - Перевод значений  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$  из градусов в радианы и определение шага сетки на  $[\varphi_0, \varphi_1]$  (ST1)
- 58 - 64 - Вычисление жесткости и толщины консольных частей опоры.

- 65 - Перевод значений  $\varphi_0$ ,  $\varphi_i$  из радианов в градусы.
- 66 - 67 - Обратная замена системы единиц.
- 68 - 69 - Вывод углов  $\varphi_0$  и  $\varphi_i$ , жесткости  $k(\varphi)$  и толщины  $H(\varphi)$  консольных частей опор.
- 70 - 83 - Используемые форматы.
- 84 - 85 - Конец программы.

2.1.3.14. Инструкция по эксплуатации программы изложена в этом пункте ниже.

Программа составлена на языке ФОРТРАН ОС ЕС (версия 6.1).

Объем требуемой памяти 60 Кб, время счета режима "а" - 20 мин., режима "в" - 1 мин.

Перед работой пакет перфокарт установить на устройство ввода с перфокарт.

Состав пакета:

```
// JOB  
// EXEC FORTGCLG  
* SYSIN DD*
```

исходный текст программы
-----------------------------

```
// GO SYSIN DD*
```

```
└─ & const
```

блок данных I
---------------

```
└─ & END
```

```
└─ & const F
```

```

1      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
2      INTEGER T,T1
3      LOGICAL*4 GR(100,100)
4      LOGICAL BL*1//,CL*1//,I//
5      REAL*8 LB,L,MU,M1
6      REAL*8 G1(100),KF(100),H(100)
7      COMMON/AQ/G/CON/PI,AA,R,G,L,B4,B,A,P2,H1,T1
8      PI=3.141592653589793238462
9      NAMELIST/CONST/AA,MU,L,R,AN,T,G,E,N1,M3,P2
10     READ(5,CONST)
11     NAMELIST/CONSTF/FF
12     READ(5,CONSTF)
13     CALL PRT(AA,MU,L,R,AN,T,G,E,N1,M3,P2)
14     IF(FF.EQ.0)GOTO 77
15     NAMELIST/CONSTP/FO,F1
16     READ(5,CONSTP)
17     PRINT 2,FO,F1
18     2 FORMAT(3X,'(УГОЛ ОХВАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ)/2 F10.1,P7.2,/,
19     * 3X,'(УГОЛ ОХВАТА СПОРЫ)/2 F10.1,P7.2,/)
20     GO TO 777
21 77 CONTINUE
22     NAMELIST/CONSTR/N2
23     READ(5,CONSTR)
24     PRINT 3,N2
25     3 FORMAT(3X,'УГЛОБЕЖЕННАЯ УГОЛ РАСЧЕТА ДОПУСТИМЫХ ПАР (F10,F1) (FPA
26     *N2=1,13,/)
27 777 PRINT 8
28     8 FORMAT(1H1,/////////)
29     PRINT 9
30     9 FORMAT(10X,'Р Е З У Л Т А Т Ы Р А С Ч Е Т А ',/,
31     *10X,3*(1H+),////////)
32     AL=AA*100
33     L=L*100
34     H=H*100
35     AN=AN*100
36     G=G/10
37     E=E*10
38     P2=P2*10
39     LB=LB*100
40     A=PI*AA/(2,00*L)
41     B=2,00/(PI*PI)
42     B4=12,00*(1,00-MU*MU)*R*R/(AN*AN)
43     D0=E*AN*AN*AN/(12,00*(1-MU*MU))
44     IF(FF.EQ.1,00)GOTO 20
45     PRINT 23
46     ST=PI/N2
47     N6=N2/2
48     DO 7 I=1,100
49     DO 7 J=1,100

```

```

32      7 GR(I,J)=CL
33      N6=N6+2
34      N7=N6+1
35      T1=T+1
36      DO 6 I0=1,N6
37      IA=I0+1
38      F0=I0*ST
39      DO 5 I1=IA,N7
40      F1=I1*ST
41      ST1=(F1-F0)/T
42      CALL SIGMA(F0,F1,N1,M3,G1,F1)
43      DO 1 I=1,T1
44      IF(G1(I),LE,0,D0)GOTO 4
45      1 CONTINUE
46      GR(I0,I1)=9L
47      4 CONTINUE
48      5 CONTINUE
49      6 CONTINUE
50      CALL GRAFIK(GR)
51      GOTO 25
52      20 CONTINUE
53      PRINT 24,F0,F1
54      PRINT 12
55      E1=F1*PI/180.
56      F0=F0*PI/180,D0
57      T1=T+1
58      ST1=(F1-F0)/T
59      CALL SIGMA(F0,F1,N1,M3,G1,F1)
60      DO 21 I=1,T1
61      F3=(I-1)*ST1+F0
62      AG=(1,D0-DCOS(F3-F1))/G1(I)
63      KF(I)=AA*D0*AG
64      H(I)=(AG/(1-MU=MU))***(1,D0/3.D0)*AH
65      F3=F3+180,0D0/PI
66      H(I)=H(I)/100
67      KF(I)=KF(I)/10
68      PRINT 10,F3,H(I),KF(I)
69      21 CONTINUE
70      10 FORMAT(7X,F7.2,3X,F9.6,5X,D14.6)
71      12 FORMAT(7X,'ТОЛЩИНА И ЖЕСТКОСТЬ КОНСОЛЬНОЙ',/
72      *7X,'ЧАСТИ ОПОРЫ В ТОЧКАХ СЕТКИ НА ',/,
73      *7X,'ПРОМЕЖУТКЕ [F10,F11]',/,/,
74      *3X,'ТОЧКА СЕТКИ',5X,'ТОЛЩИНА',10X,'ЖЕСТКОСТЬ',/,
75      *5X,'(ГРАД)',10X,'(М)',12X,'(М*М2)',/,/)
76      23 FORMAT(2X,'РЕЖИМ РАБОТЫ-НАХОЖДЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ПАР [F10,F11]:)
77      24 FORMAT(2X,'РЕЖИМ РАБОТЫ-ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ ПРОФИЛЯ КОНСОЛЬНОЙ',/
78      *15X,'ЧАСТИ ОПОРЫ С ПАРАМЕТРАМИ',/,/,
79      *2X,'(УГОЛ ОХВАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ)/2=F10=',F7.2,/,
80      *2X,'(УГОЛ ОХВАТА ОПОРЫ)/2=F11=',F7.2,/,/,/)
81      25 CONTINUE
82      PRINT 15
83      15 FORMAT(//////////2X)
84      STOP
85      END

```

```

86      SUBROUTINE SIGMA(F0,F1,N1,M3,G1,F1)
87      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
88      REAL*8 G1(1),P(100)
89      REAL*8 M1,L
90      INTEGER T1
91      COMMON/AQ/Q/CON/PI,AA,R,G,L,B4,B,A,P2,ST1,T1
92      Q=G/(2,D0+R*AA+DLOG(PTAN(F1*0.500+PI/4,D0)))
93      DO 2 K=1,N1
94      S1=0.00
95      DO 1 M=1,M3,2
96      M1=M*PI*R/L
97      S3=(M1+M1+K*K)**2
98      S4=(K*K-1)/(S3+S3+B4*M1**4)
99      S1=S1+4,D0*B/(M*K)*DSIN(M*A)*DSIN(K*F1)*S3*S4
100 1 CONTINUE
101  P(K)=S1
102 2 CONTINUE
103  S1=0.00
104  S2=0.00
105  DO 3 M=1,M3,2
106  M1=M*PI*R/L
107  OS=DSIN(M*A)/(M1**4+B4)
108  S1=S1+4,D0/(PI+M*Q)*P2*OS
109  S2=S2-2,D0*F1*B*OS/M
110 3 CONTINUE
111  DO 5 I=1,T1
112  F3=(I-1)*ST1+F0
113  S3=0.00
114  DO 4 K=1,N1
115  S3=S3+P(K)*DCOS(K*F3)
116 4 CONTINUE
117  G1(I)=S3+S2+S1
118 5 CONTINUE
119  RETURN
120  END
121  SUBROUTINE PRT(A,U,AL,R,H,IT,G,E,M1,M3,P2)
122  IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
123  PRINT 1
124  PRINT 2
125  PRINT 3,A,U
126  PRINT 4,AL,R
127  PRINT 5,H,IT
128  PRINT 6,G,E
129  PRINT 7,P2
130  PRINT 8,M1,M3
131 1 FORMAT(1H1,//////////)
132 2 FORMAT(10X,'И С Х О Д Н Ы Е  А А Н Н Ы Е  ',//,10X,30(1H-),
133  * //)
134 3 FORMAT(3X,'ШИРИНА ОПОРЫ (М) AA=',F7,4,/,/,3X,
135  * 'КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) MU=',F7,3,/)
136 4 FORMAT(3X,'ДЛИНА АВУХ МЕЖОПОРНЫХ ПРОЛЕТОВ (М) L=',F8,4,/,/,
137  * 'РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R=',F8,4,/)
138 5 FORMAT(3X,'ТОЛЩИНА ОБЕЧАДКИ (М) AH=',F6,4,/,/,
139  * 'ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ НА (F10,F11) (Б/П) I=',I3,/)
140 6 FORMAT(3X,'РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н) G=',F10,3,/,/,
141  * 'МОДУЛЬ УПРУГОСТИ (МПА) E=',D12,5,/)
142

```

```

146       7 FORMAT(3X,'ВНУТРЕННЕЕ ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ (МПА) P2=',F7,3,/,
147       8 FORMAT(3X,'ЧИСЛО ГАРМОНИК В ЯДРЕ ФУРЬЕ',/,
        *      10X,'ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ M1=',I3,/,
        *      10X,'ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ M3=',I3,/)
153       RETURN
154       END
155       SUBROUTINE GRAPHK(GR)
156       LOGICAL*1 LP(90),GR(100,100)
157       PRINT 100
158       100 FORMAT(10X,'ДОПУСТИМЫЕ ПАРЫ F0,F1 НА ПРОМЕЖУТКЕ ОТ 0 ДО 90',/,
159       *      20X,'С ШАГОМ 1 ГРАД.',/)
160       PRINT 101
161       101 FORMAT(10X,'4(',-'),F1',4(',-'),/,
162       PRINT 102
163       102 FORMAT(10X,'I 0',7X,'I 10',6X,'I 20',6X,'I 30',
164       *      6X,'I 40',6X,'I 50',6X,'I 60',6X,'I 70',6X,'I 80',6X,'I 90',)
165       PRINT 103
166       103 FORMAT(10X,'I',10A1)
167       104 FORMAT(10X,'-',100A1)
168       DO 200 I=1,90
169       DO 199 J=1,90
170       LP(J)=GR(I,J)
171       199 CONTINUE
172       IF((I.NE.10).AND.(I.NE.20).AND.(I.NE.30).AND.
173       *      (I.NE.40).AND.(I.NE.50).AND.(I.NE.60).AND.
174       *      (I.NE.70).AND.(I.NE.80))
175       PRINT 104,(LP(J),J=1,90)
176       IF(I.EQ.10) PRINT 111,(LP(J),J=1,90)
177       IF(I.EQ.20) PRINT 112,(LP(J),J=1,90)
178       IF(I.EQ.30) PRINT 113,(LP(J),J=1,90)
179       IF(I.EQ.40) PRINT 114,(LP(J),J=1,90)
180       IF(I.EQ.50) PRINT 115,(LP(J),J=1,90)
181       IF(I.EQ.60) PRINT 116,(LP(J),J=1,90)
182       IF(I.EQ.70) PRINT 117,(LP(J),J=1,90)
183       IF(I.EQ.80) PRINT 118,(LP(J),J=1,90)
184       IF(I.EQ.90) PRINT 119,(LP(J),J=1,90)
185       200 CONTINUE
186       111 FORMAT(2X,'F0',3X,'I 0 *',100A1)
187       112 FORMAT(2X,'F0',3X,'I 20 *',100A1)
188       113 FORMAT(2X,'F0',3X,'I 30 *',100A1)
189       114 FORMAT(2X,'F0',3X,'I 40 *',100A1)
190       115 FORMAT(2X,'F0',3X,'I 50 *',100A1)
191       116 FORMAT(2X,'F0',3X,'I 60 *',100A1)
192       117 FORMAT(2X,'F0',3X,'I 70 *',100A1)
193       118 FORMAT(2X,'F0',3X,'I 80 *',100A1)
194       119 FORMAT(2X,'F0',3X,'I 90 *',100A1)
195       RETURN
196       END

```

блок данных 2

 $\sqcup \& \text{ END}$ 
 $\sqcup \& \text{ CONSTR}$  (при  $FF = Z$ ) или  $\sqcup \& \text{ CONSTR}$  (при  $FF = I$ )

блок данных 3

 $\sqcup \& \text{ END}$ 

//

Пример расчета приведен в справочном приложении 2.

2.1.3.15. Контактные нагрузки в зонах соединения корпуса автоклава с подавтоклавными опорами, имеющими консольные элементы постоянной толщины, следует определять по пп.2.1.3.16...2.1.3.20.

2.1.3.16. Постановка задачи состоит в следующем. Рассматривается горизонтальный автоклав, лежащий на  $n$  ( $n \geq 3$ ) опорах, каждая из которых выполнена в виде жесткой центральной части А и двух консольных участков В постоянной толщины Н (черт. 3).

Предполагается, что известны значения реакций  $R_i$  для каждой опоры (пп.2.1.3.3...2.1.3.8), а контактные нагрузки в осевом направлении распределены равномерно.

В качестве расчетной схемы рассматривают шарнирно опертую оболочку длиной  $L_0$ , равной двум пролетам автоклава (черт.3), под действием внутреннего избыточного давления  $p$  и распределенной по области контакта контактной нагрузки  $q_f/\alpha$ , равнодействующая которой равна  $R_i$ . Контактную нагрузку  $q_f/\alpha$  определяют из условия совместности деформаций корпуса и несущей поверхности опоры.

Расчет производят методом последовательных приближений (МПП) с использованием метода "замораживания" реакций (МЗР).

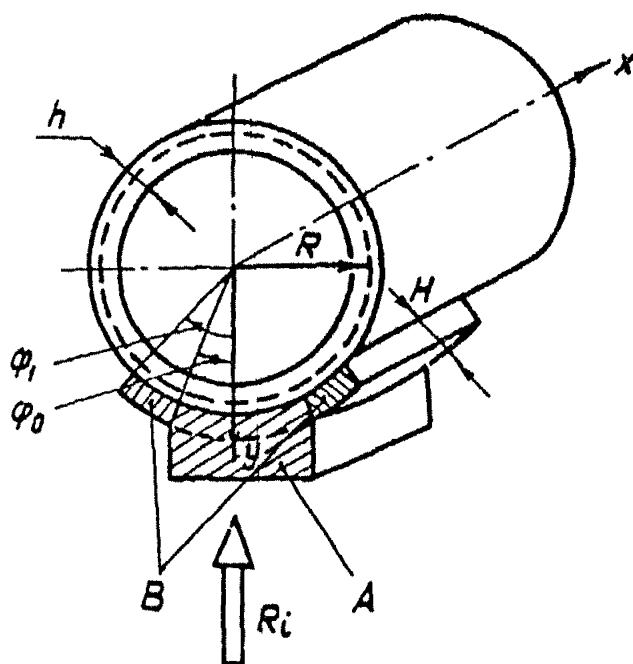
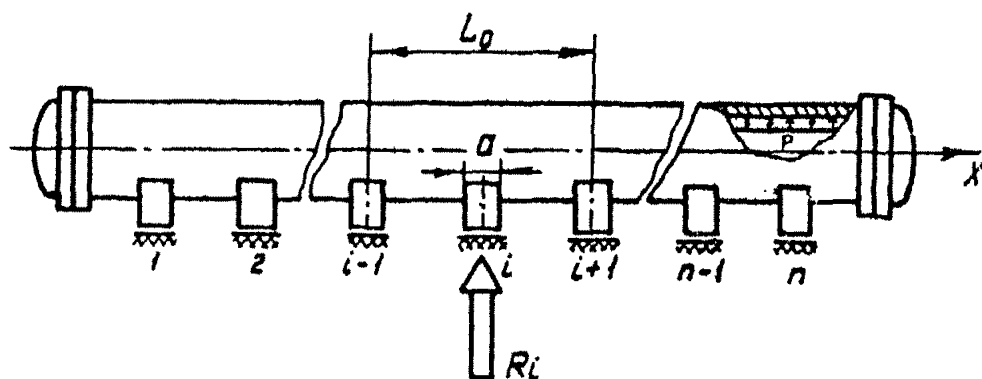
2.1.3.17. Условные обозначения и идентификаторы про-

граммы приведены в табл.3.

Таблица 3

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
В х о д н и е   п а р а м е т р ы			
$K$	$N\phi$	Число гармоник в рядах Фурье по угловой координате	
$M$	$M1$	Число гармоник в рядах Фурье по продольной координате	
$N_1$	$N5$	Число узлов в квадратуре Гаусса	
$N$	$N$	Число слоев в схеме МЭР	
$\epsilon_1$	$E1$	Заданная относительная разность между последовательными приближениями в МПП	
$\epsilon_n$	$E2$	Заданная относительная разность между шагами МЭР	
$H$	$H1$	Толщины консольного участка "В" опоры	м
$\varphi_0, \varphi_i$	$F\phi, F1$	Угловые координаты консольного участка "В" опоры	...°
$R$	$R$	Радиус срединной поверхности обечайки корпуса	м
$a$	$A$	Ширина опоры	м
$E$	$E$	Модуль упругости материала обечайки корпуса	МПа
$\nu$	$U$	Коэффициент Пуассона материала обечайки корпуса	





Черт.3

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
В х о д я щ и е   п а р а м е т р ы			
$R_i$	G	Реакция опоры	Н
$L_i$	L	Длина двух межопорных пролетов	м
p	P	Внутреннее избыточное давление	МПа
$h$	H	Толщина обечайки корпуса	м
В ы х о д я щ и е   п а р а м е т р ы			
$X_i$	I5	Общее число приближений	...°
	K5	Число шагов МЭР	
	X1(N5)	Координаты точек сетки по $\varphi$	
	Q5	Удельная нагрузка в центральной части "А" опоры	МПа
	F2(N5)	Удельная нагрузка на консольном участке "В" опоры в зависимости от угловой координаты	МПа

## 2.1.3.18. Алгоритм расчета следующий.

Каждый из консольных элементов опоры жесткости  $K_0$  мысленно расчленяют на  $N$  слоев жесткостью  $K_0 / N$  каждый. Начальный шаг метода "замораживания" реакций (МЭР) заключается в том, что определяют контактные нагрузки опоры с консолью жесткостью  $K_0 / N$ . Эти реакции определяют извест-

м методом последовательных приближений (МПП) и "заморажива-  
ет", т.е. фиксирует. Число  $N$  подбирают из условия сходи-  
мости МПП. Таким образом, в консольных элементах опоры воз-  
никает фиксированная нагрузка, компенсирующая часть реакции  
 $R_i$ , которая первоначально была равномерно распределена  
по площади контакта корпуса с центральной частью опоры. На  
следующем шаге вновь определяют контактные нагрузки опоры с  
консолью жесткостью  $K_0 / N$ , но уже исходя из нагрузки,  
полученной на начальном шаге. Полученную реакцию вновь "за-  
мораживают". Процедуру продолжают, пока число "замороженных"  
контактных нагрузок не станет равным  $N$ . Далее производят  
уточнение "замороженных" контактных нагрузок.

Расчет реакций консольных элементов по МПП ведут до  
стабилизации нагрузки в центральной части с заданной относи-  
тельной разностью между последовательными приближениями  $\varepsilon_1$   
(рекомендуется  $\varepsilon_1 = 1 \cdot 10^{-3}$ ).

Условием завершения расчета по МЗР является стабилизация  
суммарной "замороженной" реакции с заданной относительной  
разностью между шагами  $\varepsilon_2$  (рекомендуется  $\varepsilon_2 = 1 \cdot 10^{-5}$ ).

2.1.3.19. Описание и исходный текст программы расчета  
ЭРОРА1 приведены в этом пункте ниже.

Номера, указанные в описании, являются номерами строк  
в исходном тексте программы.

1 - 55 - описание используемых переменных и массивов,  
ввод узлов (массив  $X1$ ) и весовых коэффици-  
ентов (массив  $W$ ) квадратур Габса  
вывод исходных данных, замена переменных для

узлов квадратуры Гаусса на промежутке  $[c_0, c_1]$ ,  
замена системы единиц;

- 56 - Проверка суммы весовых коэффициентов (должна равняться двум);
- 57 - 61 - вычисление  $\cos k\varphi$  на сетке по  $k$  и  $\varphi$ ;
- 62 - 83 - вычисление коэффициентов;
- 84 - 85 - уменьшение жесткости консоли в  $N$  раз и вычисление нагрузки в центральной части опоры на начальном шаге МЭР;
- 86 - 93 - очистка массивов;
- 94 - 97 - вывод на начальном шаге МЭР;
- 98 - начало МЭР;
- 99 - 124 - вычисление удельных нагрузок в консольной части опоры (массив  $F_2$  в таблице идентификаторов) и вертикальной равнодействующей от них;
- 125 - 131 - проверка условия окончания МЭР;
- 132 - 136 - вывод на очередном шаге МЭР;
- 137 - 139 - изменение нагрузки в центральной части;
- 140 - проверка условия окончания МЭР;
- 141 - 152 - обновление массива "замороженных" реакций и суммарной "замороженной" реакции;
- 153 - 159 - обратная замена системы единиц, вывод результатов;
- 160 - 194 - список форматов;
- 195 - 196 - конец программы расчета.

2.1.3.20. Инструкция по эксплуатации программы.

Программа составлена на языке ФОРТРАН ОС ЕС (версия 6.1.).

```

1      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
2      REAL*8 K0,L2,L,L0,M2
3      REAL*8 T(50),S1(50),Q5(50),Q6(50),F(40),FZ(40),W(40),X1(40),
4      *Y0(50),Q9(50,50),C1(50,50)
5      DATA X1/0,076526521100,0,227785851100,0,373766088700,
6      *0,510867001900,0,636053680700,0,746331906400,0,839116971800,
7      *0,912234428200,0,963971927200,0,993128399100,
8      *W/0,152753387100,0,149172986400,0,142096109300,0,131688638400,
9      *0,118194531900,0,101930119800,0,083276741500,0,062672048300,
10     *0,040601429800,0,017014007100/
11     DATA Y1/0,00//,15,K5/2*0//,A/50,00//,E/2,050*06//,R/180,00//
12     *U/0,2700//,G/45200,00//,L2,L/2640,00,560,00//,P/12,00/
13     DATAY1/0,00//,15,K5/2*0/
14     NAMELIST/CONST/R,H,A,L,E,U,G,P,N0,M1,NS,M1,N,E1,E2,F0,F1
15     READ(5,CONST)
16     PI=3.1415926535897932384600
17     C  IPRT=- КЛЮЧ ПЕЧАТИ ; ЕСЛИ IPRT=0, ТО ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ПЕЧАТЬ
18     C  НА КАЖДОМ ШАГЕ ИТЕРАЦИИ НЕ ВЫВОДИТСЯ ; В ПРОТИВНОМ СЛУЧАЕ
19     C  ВЫВОДЯТСЯ РЕЗУЛЬТАТЫ КАЖДОГО ШАГА ИТЕРАЦИИ
20     IPRT=0
21     PRINT 99
22     PRINT 109,R,H,A,L,E,U,G,P
23     PRINT 100,N0,M1,NS,M1
24     PRINT 101,N,E1,E2,F0,F1
25     PRINT 102,IPRT
26     H1=H1*100
27     R=R*100
28     A=A*100
29     E=E*10
30     G=G/10
31     L2=L2*100
32     L=L*100
33     P=P*10
34     H=H*100
35     DO 2 I=1,N
36     2  Y0(I)=0,00
37     F1=F1*PI/180,00
38     F0=F0*PI/180,00
39     K0=E*A*M1**3/12,00
40     D0=E*M**3/(12*(1-U**2))
41     B4=12,00*(1-U**2)*I(R/H)**2
42     L0=L/R
43     A0=A/R
44     S=F0*0,500+PI*0,2500
45     S0=DTAN(S)
46     S0=2,00*A*R*DLOG(S0)
47     DO 3 I=1,10
48     X1(10+I)=X1(I)
49     3  W(10+I)=W(I)
50     DO 4 I=1,10
51     X1(I)=-X1(21-I)
52     W(I)=W(21-I)
53     S=0,00
54     DO 5 I=1,N5
55     X1(I)=((F1+F0)*(F1-F0)*X1(I))/2,00

```

```

56      5 S=S*(I)
57      N01=N0+1
58      DO 6 K=1, N01
59      DO 6 I=1, N5
60      S=(K-1)*X1(I)-2, DO=PI*IDINT((K-1)*X1(I)/PI+0,500)
61      6 C1(K,I)=DCOS(S)
62      S=0, DO
63      DO 7 M=1, M1
64      M2=(2*M-1)*PI/L0
65      M5=1
66      IF((IDINT((M+1)+0,500)+2), EQ, M+1) M5=1
67      7 S=S+1, DO/((M2+*4*B4)*(2*M-1))*M5
68      R0=S*4*PI
69      S1(1)=F0/2, DO
70      DO 8 K=1, N0
71      S=X+F0-2, DO=PI*IDINT(K*FC/PI+0,500)
72      8 S1(K+1)=DSIN(S)/K
73      DO 9 K=1, N01
74      S=0, DO
75      DO 10 M=1, M1
76      M2=(2*M-1)*PI/L0
77      S2=M2*A0/2=2*PI*IDINT(M2*A0/PI+0,2500)
78      S2=DSIN(S2)/(2*M+1)
79      S3=(M2+*2*(K-1)+*2)+*2
80      S=S+S3*(1-((K-1)+*2)+*2 +S2/(S3+*2+B4*M2+*4)
81      10 CONTINUE
82      T(K)=S+R/PI+*2
83      9 CONTINUE
84      K0=K0/N
85      Q1=G/S0
86      DO 11 K=1, N01
87      Q5(K)=0, DO
88      Q6(K)=0, DO
89      DO 11 I=1, N
90      11 Q9(I,K)=G, DO
91      DO 12 I=1, N5
92      F(I)=0, DO
93      12 F2(I)=0, DO
94      IF(I.PRT, EQ, 0) GO TO 30
95      PRINT 103, K5
96      PRINT 104, (F(I), I=1, N5)
97      PRINT 105, Q1
98      30 CONTINUE
99      Q2=Q1
100     K3=K5+1
101     DO 13 K=1, N01
102     13 Q6(K)=0, DO
103     31 CONTINUE
104     I5=I5+1
105     DO 14 I=1, N5
106     X=X1(I)
107     S=0, DO
108     S5=0, DO
109     DO 15 K=1, N01
110     S=S+T(K)+S1(K)+C1(K, I)

```

```

111 15 S5=S5+T(K)*(Q5(K)+Q6(K))*C1(K,I)
112 F5=K0/D0*(R0-Q2+S*PI+S5*0,500)
113 IF(F5,LT,0) F5=0,00
114 F(I)=F5/C1(1,I)
115 14 E2(I)=F5/A
116 Y=0,00
117 DO 16 I=1,N5
118 16 Y=Y+F(I)*W(I)
119 Y=2,00*R*Y/S0*(F1-F0)*0,500
120 DO 17 K=1,N01
121 S=0,00
122 DO 17 I=1,N5
123 S=S+W(I)*F2(I)*C1(K,I)
124 17 Q6(K)=S*(F1-F0)/PI
125 Q6(1)=Q6(1)*0,500
126 Q3=Q1-Y
127 IF(DABS((Q2-Q3)/Q3),GT,E1) GO TO 21
128 GO TO 22

129 21 Q2=Q3
130 GO TO 31
131 22 CONTINUE
132 IF(IPNT,EQ,0) GO TO 23
133 PRINT 103,K5
134 PRINT 104, (F2(I),I=1,N5)
135 PRINT 105, Q2
136 23 CONTINUE
137 Y0(I)=Y
138 Y1=Y1+Y-Y0(N)
139 Q3=Q/S0-Y1
140 IF(DABS((Q1-Q3)/Q3),LT,E2) GO TO 35
141 DO 19 K=1,N01
142 Q9(1,K)=Q6(K)
143 19 Q5(K)=0,00
144 DO 24 I1=2,N
145 I=N-2-I1
146 Y0(I)=Y0(I-1)
147 DO 24 K=1,N01
148 Q9(I,K)=Q9(I-1,K)
149 24 Q5(K)=Q5(K)+Q9(I,K)
150 Q1=Q3
151 GO TO 30
152 35 CONTINUE
153 Q2=Q2/10
154 PRINT 106,I5,K5,Q2
155 DO 27 I=1,N5
156 X1(I)=X1(I)*180,00/PI
157 F2(I)=F2(I)*N
158 F2(I)=F2(I)/10
159 27 PRINT 108,X1(I),F2(I)
160 99 FORMAT(20(I),22X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ',/,22X,15(I=1),5(I))
161 100 FORMAT(5X,'ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯД ФУРЬЕ ПО ЧИ=',I5,/,
162 *5X,'ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯД ФУРЬЕ ПО КСИ=',I5,/,
163 *5X,'ЧИСЛО УЗЛОВ В КВАДРАТЕ ГАУССА=',I5,/,
164 *5X,'ИТОГИ НА КОНЦЕ', N1=I,D13,5,2X,I(M),/)

```

```

105 109 FORMAT(5X, 'РАДИУС АВТОКЛАВА R=', D13, 5, 2X, '(М)', '/', '/',
106 *5X, 'ТОЛЩИНА ОБЕЧАРКИ M=', D13, 5, 2X, '(М)', '/', '/',
108 *5X, 'ШИРИНА ОПОРЫ A=', D13, 5, 2X, '(М)', '/', '/',
*5X, 'ДЛИНА ДВУХ МЕЖОПОР, ПРОЛЕТОВ L=', D13, 5, 2X, '(М)', '/', '/',
170 *5X, 'МОДУЛЬ УПРУГОСТИ E=', D13, 5, 2X, '(МПА)', '/', '/',
171 *5X, 'КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА U=', D13, 5, 2X, '(М/М)', '/', '/',
*5X, 'РЕАКЦИЯ ОПОРЫ G=', D13, 5, 2X, '(М)', '/', '/',
173 *5X, 'ИЗВЫТ, ВНУТР. ДАВЛЕНИЕ P=', D13, 5, 2X, '(МПА)', '/', '/',
174 101 FORMAT(5X, 'ЧИСЛО СЛОЕВ M, З. Р. Ч=', I3, '/', '/',
175 *5X, 'ТОЧНОСТЬ M, П. П. E1=', D13, 5, '/', '/',
176 *5X, 'ТОЧНОСТЬ M, З. Р. E2=', D13, 5, '/', '/',
177 *5X, 'ВНУТРЕННИЙ УГОЛ РАСТВОРА КОНСОЛИ FO=', D13, 5, 2X, '(ГРАД)', '/', '/',
178 *5X, 'ВНЕШНИЙ УГОЛ РАСТВОРА КОНСОЛИ F1=', D13, 5, 2X, '(ГРАД)', '/', '/',
179 *1X, 60(' '))
180 102 FORMAT(5X, 'КЛЮЧ ПЕЧАТИ IPRT=', I3, 45('/'))
181 103 FORMAT(5X, 'ШАГ M, З. Р. Ч=', I3, '/', '/',
182 *5X, 'УДЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ В КОНСОЛИ')
183 104 FORMAT(80I5, 5)
184 105 FORMAT(/, 5X, 'УДЕЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОПОРЫ Q=',
185 *D13, 5, 2X, '(МПА)', '/', 120(' '))
186 106 FORMAT(22X, 'РЕЗУЛЬТАТЫ СЧЕТА', '/', 22X, 16(' '), '/',
187 * ' ОБЩЕЕ ЧИСЛО ПРИБЛИЖЕНИЯ', I3, '/', '/',
188 *5X, 'ЧИСЛО ШАГОВ M, З. Р. Ч=', I3, '/', 60(' '), '/',
189 *5X, 'УДЕЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОПОРЫ Q=', D13, 5,
190 *2X, '(МПА)', '/', '/',
191 *10X, 'УДЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ КОНСОЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ОПОРЫ', '/', '/',
192 *20X, 'УГОЛ', I1X, 'РЕАКЦИЯ', '/', '/',
193 *19X, '(ГРАД)', I1X, '(МПА)', '/', '/',
194 108 FORMAT(13X, D13, 5, 2X, D13, 5)
195 STOP
196 END

```



Объем требуемой памяти 150 Кб, время счета 300 с.

Перед работой пакет перфокарт установить на устройство ввода с перфокарт.

Состав пакета:

```
// JOB
// EXEC FORTGC4G
// SYSIN DD *
```

ИСХОДНЫЙ ТЕКСТ программы
-----------------------------

```
/ *
// GO.SYSIN DD*
└─ & CONST
```

БЛОК ДАННЫХ
-------------

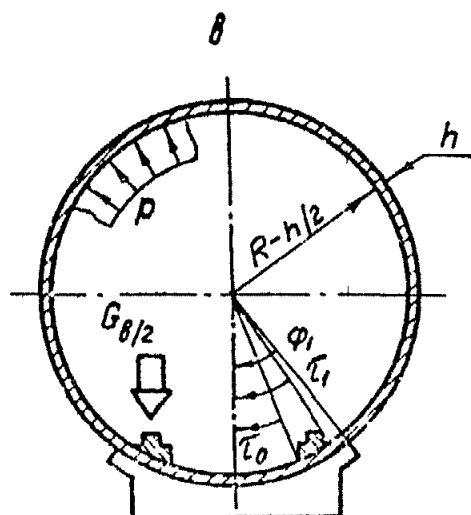
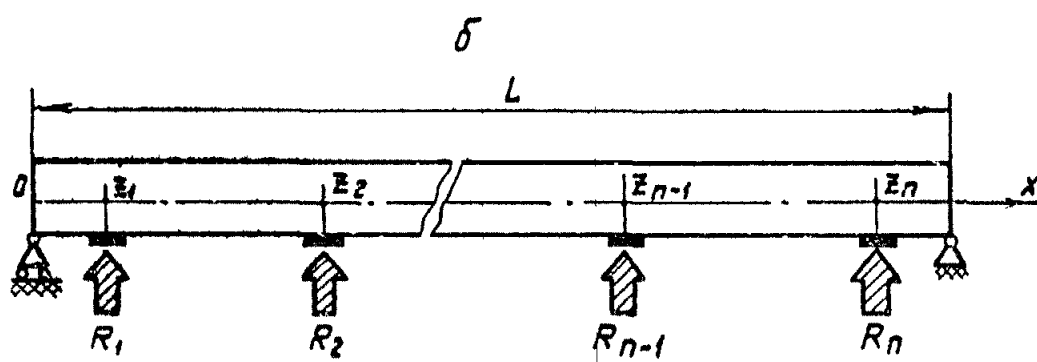
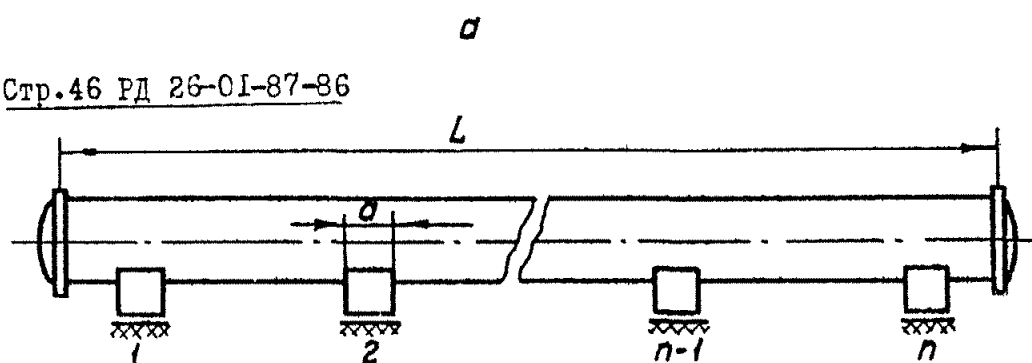
```
└─ & END
```

```
/ *
#
```

Пример расчета приведен в справочном приложении 3.

2.1.3.21. Расчет напряженно-деформированного состояния корпуса автоклава в зоне опорных узлов следует производить по пп.2.1.3.22...2.1.3.26.

2.1.3.22. Постановка задачи состоит в следующем. Рассчитывает усилия, моменты, напряжения, прогибы корпуса автоклава (черт.4а) в зоне опорных узлов под действием системы механических и температурных нагрузок. В качестве расчетной схемы (черт.4б, в) принята шарнирно опертая цилиндрическая



оболочка, испытывающая действие внутреннего избыточного давления, нагрузки от веса корпуса автоклава (равномерно распределена по площади корпуса), нагрузки от массы вагонеток с изделиями (равномерно распределена по площади подрельсовых полос), локальных нагрузок от реакций подавтоклавных опор, температурной нагрузки.

2.1.3.23. Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.4.

Таблица 4

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
В х о д я н ы е   п а р а м е т р ы			
M	M0	Число гармоник по осевой координате X при разложении искомым величин в ряд Фурье (рекомендуется принимать $M = 70$ )	
K	K0	Число гармоник по окружной координате $\varphi$ при разложении искомым величин в ряд Фурье (рекомендуется принимать $K = 90$ )	
	M1	Число точек сетки продольного сечения ( $\varphi = \text{const}$ )	
	K1	Число точек сетки поперечного сечения ( $X = \text{const}$ )	
	M2, K2	Число рассматриваемых поперечных и продольных сечений соответственно	

Продолжение табл. 4

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
$m$	NT	Число <del>ненулевых</del> гармоник в разложении температур	
R	R	Радиус <del>средней</del> поверхности обечайки корпуса автоклава	м
$h$	H	Толщина <del>обечайки</del> корпуса автоклава	м
$L$	LA	Длина обечайки корпуса автоклава	м
$a$	A	Ширина опоры	м
$\varphi$	FI1	Половина угла охвата опоры	...°
$\alpha$	A4Ф	Коэффициент линейного температурного расширения	°C <sup>-1</sup>
$\tau_0, \tau_i$	TAUФ, TAU1	Угловые координаты области подрельсовых полос	...°
p	P	Внутреннее избыточное давление	МПа
$G_A$	GA	Вес нагруженного автоклава	Н
$G_B$	GB	Вес вагонеток с изделиями	Н
$n$	N	Число опор автоклава	
E	E	Модуль упругости материала обечайки корпуса автоклава	МПа
$\nu$	NU	Коэффициент Пуассона материала обечайки корпуса автоклава	
$x_{np}$	X(1:M1)	Координаты X точек сетки в продольном сечении	м

Продолжение табл.4

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
$\varphi_{\text{попер}}$	FI(1:K1)	Координаты $\varphi$ точек сетки в поперечном сечении	...°
$\chi_{\text{попер}}$	XP(1:M2)	Координаты $\chi$ поперечных сечений	м
$\varphi_{\text{пр}}$	FIP(1:K2)	Координаты $\varphi$ продольных сечений	...°
$z_i$	Z(1:N)	Координаты центров опор по оси $\chi$	м
$R_i$	RI(1:N)	Реакции опор	Н
	LIT1 } LIT2 } LIT3 } LIT4 } LIT5 }	Текстовые константы (заголовки таблиц и т.д.)	
$t_k$	T(0:NT)	Массив ненулевых коэффициентов температурной функции	°C
-	K9	К9 = 0, если не учитывается несимметричная часть нагрузок	
-	K10	K10 = 0, если не учитывается антисимметричная часть нагрузок	

Продолжение табл. 4

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	K11	K11 = 0, если не учитывается самоуравновешенная часть нагрузок При учете нагрузок соответствующие им режимные параметры принимаются равными I	
В ы х о д н ы е   п а р а м е т р ы			
$T_1$ $T_2$	$T1$ $T2$ }	Нормальные усилия	Н/м
S	S	Касательные усилия	Н/м
$M_1$ $M_2$	$M1$ $M2$ }	Изгибающие моменты	Н
$M_2$	M12	Крутящий момент	Н
$\sigma_1^+$ $\sigma_1^-$ $\sigma_2^+$ $\sigma_2^-$ $\sigma_{12}^+$ $\sigma_{12}^-$	$SGM1^+$ $SGM1^-$ $SGM2^+$ $SGM2^-$ $SGM12^+$ $SGM12^-$ }	Нормальные ( $\sigma_1$ , $\sigma_2$ ) и касательные ( $\sigma_{12}$ ) напряжения на внутренней (+) и наружной (-) поверхностях корпуса аппарата	МПа
$\alpha$	$\alpha$	Поразделение	м

### 2.1.3.24. Алгоритм расчета

Перемещения и основные параметры напряженно-деформированного состояния (НДС) (усилия, моменты, напряжения) рассчитывают с использованием метода перемещений, для которого система разрешающих уравнений относительно трех компонентов перемещений записывается в форме С.П.Тимошенко. Для решения системы разрешающих уравнений с граничными условиями шарнирного опирания используется метод двойных тригонометрических рядов, в котором тригонометрические функции подобраны таким образом, чтобы выполнялись граничные условия шарнирного опирания по осевой координате и условия периодичности решения по окружной координате.

Температурную функцию  $T(x, \varphi)$  принимают постоянной по координате  $x$

$$T(\varphi) = \sum_{k=0}^m t_k \cos k \varphi$$

Коэффициенты  $t_k$  определяют по результатам расчетов или измерений значений функции  $T$  в фиксированных точках окружного сечения.

2.1.3.25. Описание и исходный текст программы расчета TACCIN4 приведены в этом пункте ниже.

Номера, указанные в описании, являются номерами строк в исходном тексте программы.

1 - 28 - Описание и ввод исходных данных.

29 - 129 - Печать исходных данных.

130 - 154 - Расчет вспомогательных величин. Перевод значений углов из градусов в радианы. Замена системы единиц.

- 155 - 186 - Расчет правых частей системы разрешающих уравнений при  $K=\emptyset$  и  $K = I$ .
- 187 - 213 - Расчет правых частей системы разрешающих уравнений при  $K \neq \emptyset$ .
- 214 - 242 - Вычисление коэффициентов системы разрешающих уравнений. Сведение к системе двух уравнений. Решение полученной системы по формулам Крамера.
- 243 - 268 - Определение коэффициентов основных параметров НДС в массиве КМК.
- 269 - 279 - Вычисление параметров НДС, соответствующих внутреннему избыточному давлению в массиве ВМ.
- 280 - 342 - Расчет основных параметров НДС на сетке в продольном сечении (массив  $X$  ) при  $\varphi = 0^\circ$  ; (массив  $FIP$  ). Если  $FIP(i) > 180^\circ$ , то сечение не рассчитывается. Вывод основных параметров НДС на печать в виде таблицы. Обратная замена системы единиц.
- 343 - 385 - Расчет коэффициентов для нагрузок в данном продольном сечении из системы разрешающих уравнений. Вывод значений нагрузок в данном сечении на сетке по  $X$  в виде таблицы. Обратная замена системы единиц.
- 386 - 450 - Расчет основных параметров НДС на сетке в окружном сечении (массив  $FI$  ) при  $x = x_i$  (массив  $XP$  ). Если  $XP(i) < 0$ , то сечение не рассчитывается. Вывод основных параметров НДС на печать в виде таблицы. Обратная замена системы единиц.
- 451 - 491 - Расчет коэффициентов для нагрузок в данном окружном сечении из системы разрешающих уравнений. Вывод значений нагрузок в данном



сечения на сетке по  $\varphi$  в виде таблицы.

Обратная замена системы единиц.

492 - 493 - Конец программы.

2.1.3.26. Инструкция по эксплуатации программы изложена в этом пункте.

Программа составлена на языке III/I ОС ЕС (версия 6.1).

Объем требуемой памяти 500 Кб, время счета 1200 с.

Перед работой пакет перфокарт установить на устройство ввода с перфокарт.

Состав пакета:

```
// AUTOCLAV  DD JOB  , 'СГУ' MSGLEVEL=(1,1),
    REGION = 65ФК , TIME = 1440
// EXEC P416FCLG , PARM = 'NA,NX'
// P416.SYSIN  DD  *
```

<p>ИСХОДНЫЙ ТЕКСТ программы</p>
-------------------------------------

```
/*
//GO. SYSIN  DD  *
```

<p>ОЛОК ДАННЫХ</p>
--------------------

```
/*
//
```

На печать выводят значения параметров НДС и перемещений в каждой точке сетки для соответствующего рассматриваемого сечения.

Пример расчета приведен в справочном приложении 4.

```

1  TALLIN; PROCEDURE OPTIONS(MAIN);
2  ON ENDPAGE (SYS$PRINT) PUT PAGE;
3  ON UNDERFLOW;
4  DCL(R,H,LA,L1,L2,A,FI1,TAU0,TAU1,P,GA,GB,
5  E,NU,K510,P1,K311,ALO,QZ,Q1,Q0,D0,C2,MZ,S,
6  A11,A92,A21,A22,R2,R1,L11,L12,L13,L21,L22,L23,L31,L32,L33;
7  ALP;
8  S1,S2,DELTA,S0,S3,6MK,PM) DEC FLOAT;
9  GET LIST(M0,K0,M1,K1,M2,K2,NT,R,H,LA,A,FI1,
10 ALO,
11 TAU0,TAU1,P,GA,GB,H,E,NU);
12 BEGIN;
13 DCL(X(1:M1),FI(1:K1),XP(1:M2),FIP(1:K2),FMK(1:3,1:M0,0:K0),
14 6MK(1:13,1:M0,0:K0),6M(1:13),SM(1:M0,1:M1),Z(1:NT,RI(1:N),
15 T(0:K0),
16 CS(0:K0,1:K1),S3(1:14)) DEC FLOAT;
17 GET LIST(A,FI,XP,FIP);
18 GET LIST(Z,R1);
19 DCL LIT1 CHAR(37), LIT2 CHAR(23), LIT3 CHAR(20);
20 DCL LIT4 CHAR(116), LIT5 CHAR(116);
21 GET LIST(LIT1,LIT2,LIT3,LIT4,LIT5);
22 T=0;
23 GET LIST((Y(I) DO I=0 TO NT));
24 GET LIST(K9,K10,K11);
25 T1=FORMAT(X(3),2(A,X(3)),A,X(4)),4(A,X(2),A,X(3));
26 8(A,X(1)),2(A,X(3)),2(A,X(2)),A,2(X(1),A,A));
27 PUT PAGE;
28 PUT SKIP(20);
29 PUT EDIT('ИСТОРИЯ ДАННЫХ')(X(20),A);
30 PUT SKIP;
31 PUT EDIT(15)('-')(X(20),A);
32 PUT SKIP(4);
33 PUT EDIT('РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ 1','K9=',K9,'K10=',K10,'K11=',K11)
34 (X(2),A,3 (A,F(2,0),X(2)));
35 PUT SKIP(2);
36 PUT EDIT('РАДИУС АВТОКЛАВА R=R,R,(M)')(X(3),A,F(5,2),A);
37 PUT SKIP(2);
38 PUT EDIT('ТОЛЩИНА ОБЕЧАВКИ H=H,H,(M)')(X(3),A,F(6,3),A);
39 PUT SKIP(2);
40 PUT EDIT('ДЛИНА АВТОКЛАВА LA=L,LA,(M)')(X(3),A,F(5,2),A);
41 PUT SKIP(2);
42 PUT EDIT('ШИРИНА ОПОРЫ A=A,A,(M)')(X(3),A,F(5,2),A);
43 PUT SKIP(2);
44 PUT EDIT('ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ FI=FI,FI(ГРАД.))'
45 (X(3),A,F(6,3),A);
46 PUT SKIP(2);
47 PUT EDIT('УГЛОВЫЕ КООРДИНАТЫ ПОДРЕЛЬСОВЫХ ПОЛОС')(X(3),A);
48 PUT SKIP(2);
49 PUT EDIT('ТАУ0=TAU0,TAU0(ГРАД.),'TAU1=TAU1,TAU1(ГРАД.))'
50 (X(3),A,F(6,3),A,X(3),A,F(6,3),A);
51 PUT SKIP(2);
52 PUT EDIT('ИЗБЫТОЧНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ДАВЛЕНИЕ P=P,P(MPA)')
53 (X(3),A,F(6,2),A);
54 PUT SKIP(2);
55 PUT EDIT('ВЕС ЗАГРУЖЕННОГО АВТОКЛАВА GA=G,GA,(M)')
56 (X(3),A,F(10,1),A);

```

```

59 PUT SKIP(2);
60 PUT EDIT('ВЕС ВАГОНЕТОК С ИЗДЕЛИЯМИ СВ=' , СВ, '(МГ)')
(X(3), A, F(10, 1), A);
62 PUT SKIP(2);
63 PUT EDIT('ЧИСЛО ЦЕНТРОВ ОПОР М=' , М) (X(3), A, F(4, 0));
64 PUT SKIP(2);
65 PUT EDIT('КОЭФФИЦИЕНТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ АЛО=' ,
66 АЛО, '(1/ГРАД)') (X(3), A, E(9, 2), A);
67 PUT SKIP(2);
68 PUT EDIT('ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ М0=' ,
69 М0) (X(3), A, F(5, 0));
70 PUT SKIP(2);
71 PUT EDIT('ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ К0=' ,
72 К0) (X(3), A, F(5, 0));
73 PUT SKIP(2);
74 PUT EDIT('МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА Е=' , Е, '(МПА)')
75 (X(3), A, E(9, 2, 3), A);
76 PUT SKIP(2);
77 PUT EDIT('КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА НУ=' , НУ, '(М/М)') (X(3), A, F(5, 2), A);
78 PUT SKIP(2);
79 PUT EDIT('ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ М1=' , М1)
80 (X(3), A, F(4, 0));
81 PUT SKIP(2);
82 PUT EDIT('ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ К1=' , К1)
83 (X(3), A, F(4, 0));
84 PUT SKIP(2);
85 PUT EDIT('ЧИСЛО РАССЧИТЫВАЕМЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ М2=' ,
86 М2) (X(3), A, F(4, 0));
87 PUT SKIP(2);
88 PUT EDIT('ЧИСЛО РАССЧИТЫВАЕМЫХ ПРОДОЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ К2=' ,
89 К2) (X(3), A, F(4, 0));
90 PUT SKIP(2);
91 PUT EDIT('ЧИСЛО ГАРМОНИК В ТЕМПЕРАТУРНОМ РАЗЛОЖЕНИИ NT=' ,
92 NT) (X(3), A, F(4, 0));
93 PUT PAGE;
94 PUT SKIP(20);
95 PUT EDIT('ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ') (X(20), A);
96 PUT SKIP(2);
97 PUT EDIT('15') (X(20), A);
98 PUT SKIP(4);
99 PUT EDIT('КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР Z(1:N)') (X(3), A);
100 PUT SKIP(2);
101 PUT EDIT('Z(I) DO I=1 TO N') (5 (X(3), F(10, 2)), SKIP);
102 PUT SKIP(3);
103 PUT EDIT('РЕАКЦИИ ОПОР RI(1:N)') (X(3), A);
104 PUT SKIP(2);
105 PUT EDIT('RI(I) DO I=1 TO N') (5 (X(3), F(10, 2)), SKIP);
106 PUT SKIP(3);
107 PUT EDIT('ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ T(0:NT)') (X(3), A);
108 PUT SKIP(2);
109 PUT EDIT('T(I) DO I=0 TO NT') (5 (X(3), F(9, 4)), SKIP);

```

```

110 PUT SKIP(3);
111 PUT EDIT('РАСЧИТЫВАЕМЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ СЕЧЕНИЯ XP(1:M2)');
112 (X(3),A);
113 PUT SKIP;
114 PUT EDIT('ЕСЛИ XP<0, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАСЧИТЫВАЕТСЯ')(X(10),A);
115 PUT SKIP(2);
116 PUT EDIT('XP(I) DO I=1 TO 3))(X(3),F(8,3));
117 PUT SKIP(2);
118 PUT EDIT('РАСЧИТЫВАЕМЫЕ ПРОДОЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ FIP(1:K2)');
119 (X(3),A);
120 PUT SKIP;
121 PUT EDIT('ЕСЛИ FIP>PI, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАСЧИТЫВАЕТСЯ')(X(10),A);
122 PUT SKIP(2);
123 PUT EDIT('FIP(I) DO I=1 TO K2))(K2)(X(3),F(4,0));
124 PUT SKIP(2);
125 PUT EDIT('ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ X(1:M1)')(X(3),A);
126 PUT SKIP(2);
127 PUT EDIT('X(I) DO I=1 TO M1))(X(3),F(8,3),SKIP);
128 PUT SKIP(2);
129 PUT EDIT('ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ FI(1:K1)')(X(3),A);
130 PUT SKIP(2);

131 PUT EDIT('FI(I) DO I=1 TO K1))(X(3),F(5,0),SKIP);
132 /* РАСЧЕТ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН */
133 PMK=0;
134 PI=3.141592653589793;
135 TAU0=TAU0*PI/180;TAU1=TAU1*PI/180;
136 R=R+100;H=H+100;LA=LA+100;A=A+100;P=P+10;
137 GA=GA/10;GB=GB/10;E=E+10;X=X+100;XP=XP+100;
138 Z=Z+100;RI=RI/10;
139 FI=FI/180*PI;
140 QZ=(GA-GB)/(2*PI*R+LA);
141 S=(1-NU*Z)/E/H;
142 RZ=S*R+QZ;
143 QZ=S+QZ;
144 Q1=GB/(R*(TAU1-TAU0)*LA*Z);
145 R1=R+S*Q1*COS((TAU1+TAU0)/Z);
146 Q1=S+Q1*SIN((TAU1+TAU0)/Z);
147 DO I=1 TO M1
148 RI(I)=RI(I)/(2*R+FI*I*A);
149 END;
150 DO=DO+3/(12*(1-NU*Z));
151 C2=H*Z/(12*R*Z);
152 DO I=1 TO K1;
153 FI(I)=FI(I)/180*PI;
154 END;
155 DO I=1 TO K2;
156 FIP(I)=FIP(I)/180*PI;
157 END;
158 /* РАСЧЕТ КОЭФ.  $\phi$  ДЛЯ НУЛЕВОЙ И 1-ОЙ ГАРМОНИК ПО FI */
159 SJ=(1+NU)*AL0;
160 IF K0=0 THEN DO; P=0; IF K10=0 THEN GOTO M4; END;
161 DO M=1 TO M0;
162 S0=0;
163 DO I=1 TO N1;
164 S0=S0+RI(I)*SIN(M*PI/LA*Z(I)+2*PI*FLOOR(M*Z(I)/LA/2));
165 END;

```

```

64 S0=S0*SIN(M*PI/LA*A/2+2*PI*FLOOR(M*A/LA/4))*4/M/PI**2;
65 S0=S0*(1-NU**2)/E/M;
66 S2=SIN(M*PI/2+2*PI*FLOOR(M/4))*2;
67 S1=COS(TAU0)-COS(TAU1);
68 S2=SIN(TAU1)-SIN(TAU0);
69 IF K=0 THEN GOTO M7;
70 FMK(1,M,0)=4*T(0)*S/LA*S3;
71 FMK(2,M,0)=(TAU1-TAU0)*Q1+S*2;
72 FMK(2,M,0)=2/M/(PI**2)*FMK(2,M,0);
73 FMK(2,M,0)=FMK(2,M,0)+S0*COS(FI1+2*PI*FLOOR(FI1/PI/2));
74 FMK(3,M,0)=2/M/(PI**2)*S*(2*PI*S3*T(0)+
75 2*(TAU1+TAU0)*R1);
76 FMK(3,M,0)=FMK(3,M,0)+S0*SIN(FI1+2*PI*FLOOR(FI1/PI/2))*R;
77 IF K10=0 THEN GOTO M5;
78 M7:
79 FMK(1,M,1)=4*T(1)*S/LA*S3;
80 FMK(2,M,1)=4/M/(PI**2)*S*(-PI*S3/R*T(1)+
81 PI*Q2+S1*Q1**2);
82 FMK(2,M,1)=FMK(2,M,1)+S0*(FI1+0.5*SIN(2*FI1+2*PI*FLOOR(FI1/PI)));
83 FMK(3,M,1)=4/M/(PI**2)*S*(PI*S3*T(1)+PI*Q2+
84 2*S2*R1);
85 FMK(3,M,1)=FMK(3,M,1)+S0*(FI1+SIN(2*FI1+2*PI*FLOOR(FI1/PI))*0.5)*R;
86 M3:
87 END;
88 /* РАСЧЕТ КОЭФ. * АЛЯ ОСТАЛЬНЫХ ГАРМОНИК */
89 M4: IF K11=0 THEN GOTO M5;
90 DO K=2 TO K0;
91 S=SIN(K*TAU1+2*PI*FLOOR(K*TAU1/PI/2))-
92 S0=COS(K*TAU0+2*PI*FLOOR(K*TAU0/PI/2))*
93 COS(K*TAU1+2*PI*FLOOR(K*TAU1/PI/2));
94 DO M=1 TO M0;
95 S2=0;
96 DO I=1 TO N;
97 S2=S2+RI(I)*SIN(M*PI/LA*Z(I)+2*PI*FLOOR(M*Z(I)/LA/2));
98 END;
99 S2=S2+SIN(M*PI/LA*A/2+2*PI*FLOOR(M*A/LA/4))*4/M/PI**2;
100 S2=S2*(1-NU**2)/E/M;
101 S1=SIN(M*PI/2+2*PI*FLOOR(M/4))*2;
102 FMK(1,M,K)=4*T(K)*S1/LA*S3;
103 FMK(2,M,K)=4/M/(PI**2)*S1*(K*PI*S3/R*T(K)+
104 S0*2/K*Q1);
105 FMK(2,M,K)=FMK(2,M,K)+S2*(SIN((K-1)*FI1+2*PI*FLOOR((K-1)*FI1/PI/2))/
106 (K-1)+SIN((K+1)*FI1+2*PI*FLOOR((K+1)*FI1/PI/2))/(K+1));
107 FMK(3,M,K)=4/M/(PI**2)*S1*(PI*S3*T(K)+
108 2*S3/K*R1);
109 FMK(3,M,K)=FMK(3,M,K)+S2*(SIN((K-1)*FI1+2*PI*FLOOR((K-1)*
110 FI1/PI/2))/(K-1)+SIN((K+1)*FI1+2*PI*FLOOR((K+1)*FI1/PI
111 /2))/(K+1))*R;
112 END;
113 ENQ;
114 M5:

```

```

218 DO M=1 TO M0;
219   MZ=M*PI/LA;
220   DO K=0 TO K0;
221     L11=(MZ**2+K**2*(1-NU))/2/(R**2));
222     L12=M*(K*(1+NU))/2/R;
223     L13=M*NU/R*MZ;
224     L21=L12;
225     L22=((1-NU)/2*MZ**2+K**2/R**2+NU**2/(12*R**2))*((1-NU)+MZ**2*
226       K**2/R**2));
227     L23=K/(R**2)+NU**2/(12*R**2)*(MZ**2+K**3/R**2);
228     L33=-1/R+NU**2/(12*R**3)*(R**2*MZ**2+K**2)**2;
229     L31=-NU*MZ;
230     L32=K/R+NU**2/12*((2-NU)/R*MZ**2+K**3/R**3);
231     A11=L22-L12*L21/L11;
232     A12=L23-L12*L13/L11;
233     A21=L32-L12*L31/L11;
234     A22=L33-L31*L13/L11;
235     S=A11*A22-A12*A21;
236     FMK(2,M,K)=FMK(2,M,K)+L21*FMK(1,M,K)/L11;
237     FMK(3,M,K)=FMK(3,M,K)+L31*FMK(1,M,K)/L11;
238     S1=FMK(2,M,K)*A22-FMK(3,M,K)*A12;
239     S2=FMK(3,M,K)*A11-FMK(2,M,K)*A21;
240     FMK(2,M,K)=S1/S;
241     FMK(3,M,K)=S2/S;
242     FMK(1,M,K)=(-L12/L11*FMK(2,M,K)+L13/L11*FMK(3,M,K))+
243       FMK(1,M,K)/L11;
244   END;
245 END;
246 /* РАСЧЕТ КОЭФФ. (КМК) ИСКОМЫХ ВЕЛИЧИН */
247 S=PI*AL0**4/(1-NU)/PI;
248 DO K=0 TO K0;
249   DO M=1 TO M0;
250     S1=SIN(M*PI/2-2*PI*FLOOR(M/4))*2/M;
251     S1=S+7(K)*S1;
252     MZ=M*PI/LA;
253     KMK(1,M,K)=FMK(3,M,K);
254     KMK(2,M,K)=E*M/(1-NU**2)*(-MZ*FMK(1,M,K)+NU/R*(K*FMK(2,M,K)-
255       FMK(3,M,K)))-S1;
256     KMK(3,M,K)=E*M/(1-NU**2)*((K*FMK(2,M,K)-FMK(3,M,K))/R+NU*
257       MZ*FMK(1,M,K))-S1;
258     KMK(4,M,K)=-D0*(-MZ**2*FMK(3,M,K)+K*NU/R**2*(FMK(2,M,K)-
259       K*FMK(3,M,K)))+
260       K*FMK(3,M,K))-D0*(K*FMK(2,M,K)-K*FMK(3,M,K))/R**2+NU*
261       MZ**2*FMK(3,M,K));
262     KMK(10,M,K)=E*M/2/(1+NU)*(MZ*FMK(2,M,K)-K/R*FMK(1,M,K));
263     KMK(11,M,K)=D0*(1-NU)*MZ/R*(FMK(2,M,K)+K*FMK(3,M,K));
264     KMK(6,M,K)=KMK(2,M,K)/M+KMK(4,M,K)*6/M**2;
265     KMK(7,M,K)=KMK(2,M,K)/M+KMK(4,M,K)*6/M**2;
266     KMK(8,M,K)=KMK(3,M,K)/M+KMK(5,M,K)*6/M**2;
267     KMK(9,M,K)=KMK(3,M,K)/M+KMK(5,M,K)*6/M**2;
268     KMK(12,M,K)=KMK(10,M,K)/M+KMK(11,M,K)*6/M**2;
269     KMK(13,M,K)=KMK(10,M,K)/M+KMK(11,M,K)*6/M**2;
270   END;
271 END;

```

L

```

272  /* ВЫЧИСЛЕНИЕ БЕЗМОМЕНТНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАС */
273  DO I=1 TO 13;
274  BM(I)=0;
275  END;
276  BM(1)=- (2-NU)/2*P*R**2/E/H;
277  BM(2)=P*R/2;
278  BM(3)=P*R;
279  BM(6)=P*R/2/H;
280  BM(7)=BM(6);
281  BM(8)=P*R/H;
282  BM(9)=BM(8);
283  /* ВЫЧИСЛЕНИЕ SIN(M*PI*KSI/KSI1) НА СЕТКЕ ПО KSI */
284  DO M=1 TO M0;
285  MZ=M*PI/LA;
286  DO I=1 TO M1;
287  SN(M,I)=SIN(MZ*X(I)-2*PI*FLOOR(MZ*X(I)/PI/2));
288  END;
289  END;
290  /* НУЖЕН ЛИ РАСЧЕТ ОЧЕРЕДНОГО ПРОДОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ */
291  DO I=1 TO K2;
292  IF FIP(I)>PI THEN GOTO MK;
PUT SKIP;
PUT EDIT((100)'=')(A);
DO II=1 TO 20; PUT SKIP; END;
FM=FIP(I)*180/PI;
PUT EDIT(LIT1,LIT2,FM,'(ГРАД.)')(X(10),A(57),A(23),F(4,0),A);
PUT SKIP;
PUT EDIT((92)'=')(X(10),A);
DO II=1 TO 5; PUT SKIP; END;
PUT EDIT(LIT4)(X(3),A);
PUT SKIP;
PUT EDIT(LIT5)(X(3),A);
PUT SKIP;
PUT EDIT(' ','X',' ','W',' ','T1',' ','T2',' ','M1',' ','M2','
','SGM1',' ','SGM1',' ','SGM2',' ','SGM2',' ','S',' ','
,M12',' ','SGM12',' ','SGM12',' ')(R(T1));
PUT SKIP;
PUT EDIT(LIT5)(X(3),A);
PUT SKIP;
PUT EDIT(LIT4)(X(3),A);
DO K=0 TO K0;
CS(K,1)=COS(K*FIP(I)-2*PI*FLOOR(K*FIP(I)/2/PI));
END;
DO J=1 TO M1;
S5(1)=X(J);
DO I1=1 TO 9;
S=BM(I1);
DO M=1 TO M0;
DO K=0 TO K0;
S=S+KMK(I1,M,K)*SN(M,J)*CS(K,1);
END;
END;
321

```

Стр. 60 РД 26-01-87-86

```

323 END;
324 S5(I1+1)08;
325 END;
326 DO I9090 TO 98;
327 S=SM(I1);
328 DO M09 TO M0;
329 S1=COS(M0*PI/L00X(I1))-2*PI*FLOOR(M0*PI/L00X(I1)/2/PI);
330 DO K00 TO K0;
331 S2=S1*M(C008P(I1))-2*PI*FLOOR(K0*PI(I1)/PI/2);
332 S=3+KMK(I1,M,K)081082;
333 END;
334 END;
335 S5(I1+1)08;
336 END;
337 S5(1)=S5(1)/100;S5(2)=S5(2)/100;S5(3)=S5(3)+1000;
338 S5(4)=S5(4)+1000;S5(5)=S5(5)+10;S5(6)=S5(6)+10;
339 S5(11)=S5(11)+1000;S5(12)=S5(12)+10;
340 DO I1909 TO 10,13,16;
341 S5(I19)=S5(I19)/10;
342 END;
343 PUT SKIP;
344 PUT EDIT(S5(I1) 00 J101 TO 16))(X(5),F(7,3),X(31),F(7,3),12(X(1),F(7
345 ));
346 END;
347 DO I109 TO 99;PUT SKIP;END;
348 MK;END;
349 /* ВЫВЕСТИ НА ЭКРАН СЧЕТЫ ПО F1 */
350 DO K00 TO K0;
351 DO I01 TO 01;
352 CS(K,I)8COS(C008P(I1))-2*PI*FLOOR(K0*PI(I1)/PI/2);
353 END;
354 END;
355 /* ВЫВЕСТИ НА ЭКРАН ОЦЕНКИ ОКРУЖНОГО СЕЧЕНИЯ */
356 DO I01 TO 02;
357 IF XPI(I)00 THEN 0090 M01;
358 PUT EDIT(C008P(I1)00)(A);
359 DO I101 TO 20;PUT SKIP;END;
360 FM=XPI(I);
361 FM=FM/100;
362 PUT EDIT(LIT1,LIT3,FM,(M)))(X(90),A(97),A(20),F(5,2),A);
363 PUT SKIP;
364 PUT EDIT(188)('')(X(10),A);
365 PUT SKIP(2);
366 PUT EDIT(LIT4)(X(3),A);
367 PUT SKIP;
368 PUT EDIT(LIT5)(X(3),A);
369 PUT SKIP;
370 PUT EDIT(' ','FI',' ','W',' ','T1',' ','T2',' ','M1',' ','M2',
371 ' ','SGM1',' ','SGM1',' ','SGM2',' ','SGM2',' ','S',' ','
372 'M12',' ','SGM12',' ','SGM12',' ')(R(T1));
373 PUT SKIP;
374 PUT EDIT(LIT5)(X(3),A);
375 PUT SKIP;
376 PUT EDIT(LIT4)(X(3),A);
377 DO M01 TO M0;
378 MZ=M0*PI/LA;
379 SN(M,I)SIN(MZ*XP(I))-2*PI*FLOOR(MZ*XP(I)/PI/2);
380 END;

```



```

421 DO J=1 TO K1;
422 S5(1)=F1(J)*180/P1;
423 DO I1=1 TO 9;
424 S=BM(I1);
425 DO M=1 TO M0;
426 DO K=0 TO K0;

427 S=S+KMK(I1,M,K)*SN(M,1)*CS(K,J);
428 END;
429 END;
430 S5(I1+1)=S;
431 END;
432 DO I1=10 TO 19;
433 S=BM(I1);
434 DO M=1 TO M0;
435 S1=COS(M*PI/LA*XP(I)+2*PI*FLOOR(M*PI/LA*XP(I)/PI/2));
436 DO K=0 TO K0;
437 S2=SIN(K*PI/J)+2*PI*FLOOR(K*PI/J/PI/2);
438 S=S+KMK(I1,M,K)*S1*S2;
439 END;
440 END;
441 S5(I1+1)=S;
442 END;
443 S5(2)=S5(2)/100; S5(3)=S5(3)*1000;
444 S5(4)=S5(4)*1000; S5(11)=S5(11)*1000; S5(5)=S5(5)*10;
445 S5(6)=S5(6)*10; S5(12)=S5(12)*10;
446 DO I1=7 TO 10,13,14;
447 S5(I1)=S5(I1)/10;
448 END;
449 PUT SKIP;
450 PUT EDIT((S5(J1) DO J1=1 TO 14))(X(5),F(7,3),X(3),F(7,3),12(X(1),F(7))
451 );
452 END;
DO I1=1 TO 31; PUT SKIP; END;
PUT EDIT((100)'~')(A);
494 MK1:END;
495 END;
496 END TALLIN;

```

## 2.1.4. Соединения со сварными неразъемными рубашками

### 2.1.4.1. Типы соединений

Используемые в автоклавах соединения корпусов со стальными неразъемными рубашками отличаются по конструкции узлов соединения рубашек как с цилиндрическими обечайками корпусов, так и с эллипсоидными днищами.

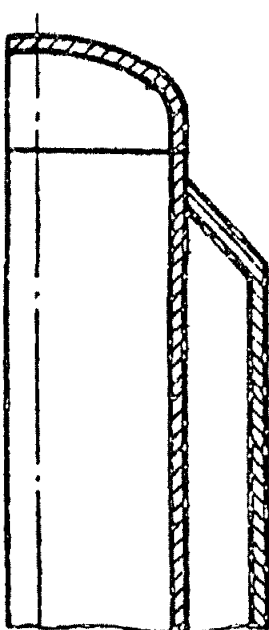
Соединения рубашек с цилиндрическими обечайками корпусов могут производиться с помощью конического перехода (черт.5), кольца (черт.6), торообразной вставки (черт.7).

В зоне эллипсоидного днища корпуса рубашка может быть или сплошной (не соединяться с днищем корпуса) при отсутствии патрубков в центре днища (черт.8), или соединяться с днищем с помощью конического (черт.9а) или торообразного перехода (черт.9б).

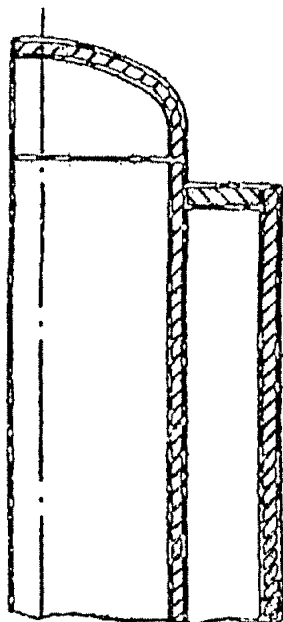
2.1.4.2. Расчет температурных полей в автоклавах следует производить по пп.2.1.4.3...2.1.4.5.

2.1.4.3. Постановка задачи. Рассчитываются температурные поля в автоклавах с рубашками, представляющими собой разветвленные оболочки вращения. Граничная задача, описывающая температурное поле в автоклаве, состоит из дифференциального уравнения теплопроводности и граничных условий I-II-го рода. Для нестационарной задачи задается начальное условие.

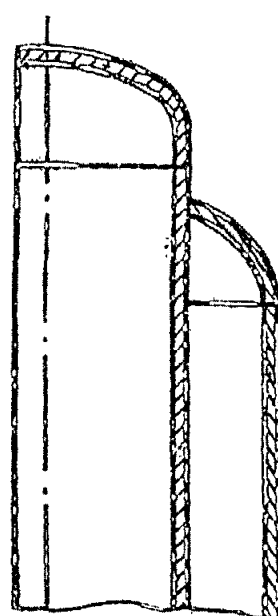
Приведенная программа расчета позволяет определять стационарные и нестационарные температурные поля для плоской и осесимметричной задач при заданных граничных условиях. В программе предусмотрена возможность расчета нестационарных температурных полей при линейном изменении температуры теплоносителя (черт.10).



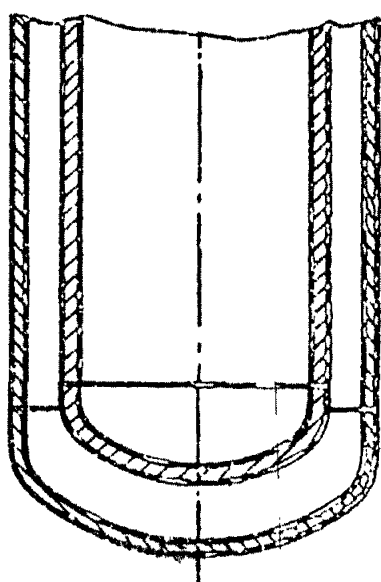
Черт. 5



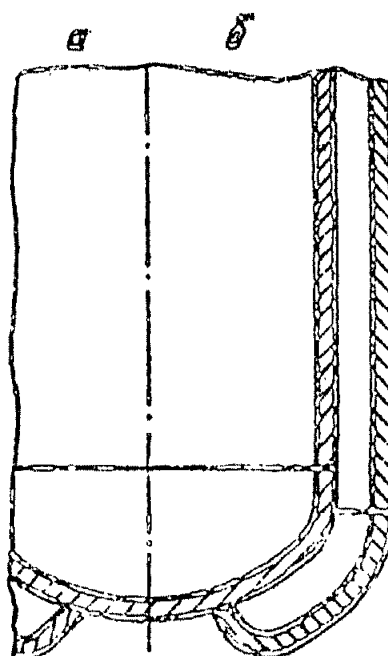
Черт. 6



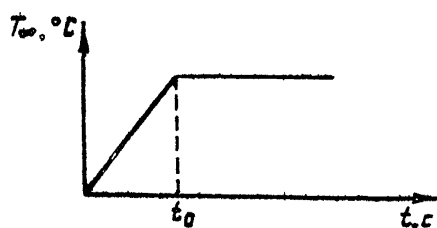
Черт. 7



Черт. 8



Черт. 9



Черт.10

Тепловая задача решается методом конечных элементов.

Используемая методика расчета и программа, реализующая ее, позволяют применять их к конструкциям, изготовленным из различных материалов (не более 20) со сложной геометрией поверхности.

2.1.4.4. Условные обозначение и идентификаторы программы приведены в табл.5.

Таблица 5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
В х о д н ы е   п а р а м е т р ы			
		<u>Данные, описывающие геометрию области и условия на ее границах</u>	
	LRG	Число зон, на которые разбивается исследуемая область ( $\max LRG = 30$ )	
	NBP	Число граничных узлов, задающих зоны ( $\max NBP = 200$ )	

Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величин
	NTR	Число границ, на которых задается конвективный теплообмен ( $\max NTR = 5$ ) При отсутствии конвективного теплообмена $NTR = \emptyset$	
	NQ	Число границ, на которых задается тепловой поток ( $\max NQ = 5$ ) При отсутствии тепловых потоков $NQ = \emptyset$	
	NTM	Число границ, на которых поддерживается постоянная температура ( $\max NTM = 5$ ) При отсутствии постоянных температур $NTM = \emptyset$	
	NSIM	Указатель вида задачи ( $\emptyset$ - двумерная задача, I - осесимметричная задача)	
	NPC	Указатель печати ( $\emptyset$ - после печати данных по зонам распечатываются данные разбиения на конечные элементы и данные тепловой задачи; I - сокращенная печать - после расчёта данных по зонам распечатываются данные тепловой задачи)	

Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	$JT(LRG, 4)$  $XP(NBP) \}$ $YP(NBP) \}$	<p>Массив, характеризующий соприкосновения зон в область. Массив содержит для каждой зоны ее номер и номера зон, с которыми граничит данная зона по каждой из четырех ее сторон. Направление обхода сторон зоны против часовой стрелки, начиная с I стороны. Если сторона зоны свободная, то <math>JT(I) = \emptyset</math></p> <p>Массивы координат граничных узлов зон (задаются в порядке нумерации узлов)</p>	м
Д а н н ы е   п о   к а ж д о й   з о н е			
	$NGR$ $NROWS \}$ $NCOL \}$  $NDN(8)$  $L \emptyset(4)$	<p>Номер зоны</p> <p>Число узлов, задаваемых на смежных сторонах зоны для последующего автоматического разбиения зоны на конечные элементы</p> <p>Массив номеров 8 узлов зоны. Направление обхода узлов против часовой стрелки, начиная с I стороны зоны</p> <p>Массив указателей, определяющих вид каждой из 4 кривых, описывающих зону (I - прямая,</p>	

Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		2 - окружность, 3 - эллипс). Направление обхода против часовой стрелки, начиная с I стороны зоны	
	LROOT(4)	Массив указателей, определяющих положение каждого из 4 узлов на сторонах зоны между вершинами (I - узел расположен выше линии, параллельной оси X и проходящей через центр окружности или центр эллипса, или узел расположен на отрезке прямой; 2 - узел расположен ниже указанной линии). Направление обхода узлов против часовой стрелки, начиная с I стороны зоны	
	NTRI(4)	Массив, определяющий задание конвективного теплообмена на сторонах зоны (J - при отсутствии конвективного теплообмена; номер границы с конвективным теплообменом, если данная сторона на нее выходит). Направление обхода сторон против часовой стрелки, начиная с I стороны зоны	

Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	NQI(4)	Массив, определяющий задание теплового потока на сторонах зоны (Ø - при отсутствии теплового потока; номер границы с тепловым потоком, если данная сторона на нее выходит). Направление обхода сторон против часовой стрелки, начиная с I стороны зоны	
	NTI(4)	Массив, определяющий задание постоянной температуры на сторонах зоны (Ø - при отсутствии постоянной температуры на сторонах зоны; номер границы с постоянной температурой, если данная сторона на нее выходит.). Направление обхода сторон против часовой стрелки, начиная с I стороны зоны	
	IM	Номер материала в массивах теплофизических характеристик	
	XØ, YØ	Координаты центра окружности или эллипса	М
	R	Радиус окружности	М
	A, B	Полуоси эллипса	М
		XØ, YØ, R, A, B не вводятся, если $L\phi(I) = I$	



## Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
Данные, описывающие тепловую задачу			
$K_x$	NRGM	Указатель вида решаемой задачи: (0 - стационарная задача, 1 - нестационарная задача, 2 - нестационарная задача с линейным изменением температу- ры теплоносителя)	Вт/(м.К)
	NRCH	Количество моментов времени, при которых распечатывается температурное поле (max NRCH = 40)	
	NM	Число материалов с различными теплофизическими характери- стиками (max NM = 20)	
	AKX(NM)	Массив коэффициентов тепло- проводности материалов в на- правлении OX	
	AKY(NM)	Массив коэффициентов тепло- проводности материалов в на- правлении OY. Для изотроп- ных материалов AKX(20) = AKY(20)	
	SH(NM)	Массив значений теплосемк- стей материалов	
$\rho$	SW(NM)	Массив значений плотностей материалов	кг.м <sup>-3</sup>

Продолжение табл. 5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
Данные по каждой из границ (NTR, NTM, NQ)			
$h$	H(NTR)	Массив коэффициентов теплоотдачи	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
$T_{\text{н}}$	TINF(NTR)	Массив температур теплоносителя. Если NRGМ = 2, то это начальные температуры теплоносителя	°С
	DT(NTR)	Массив скоростей изменения температур теплоносителя	°С/с
	TO(NTR)	Массив интервалов времени, в течение которых температура теплоносителей изменяется линейно	с
$q_r$	SQS(NQ)	Массив тепловых потоков на границах	Вт/м <sup>2</sup>
	TE(NTM)	Массив постоянных температур на границах	°С
	NPR(NPCH)	Массив моментов времени, для которых рассчитывается температурное поле	с
	NTIME	Число шагов по времени, начиная с которого проводится (продолжается) расчет температурного поля. Если расчет проводится, начиная с $t = 0$ , то NTIME = 0.	

## Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		Если NTIME $\neq 0$ , то в исходные данные вводится массив температур (в порядке следования номеров узлов), соответствующий заданному NTIME	
Выходные параметры			
	NP	Число узлов в разбиении области на конечные элементы	м
	NEL	Число конечных элементов	
	NBW	Ширина полосы матрицы системы линейных уравнений задачи	
		Номера узлов, выходящих на границы:	
	L1	с конвективным теплообменом,	
	LQ	с тепловым потоком,	
	LTE	с постоянной температурой	
	XE(NP) YE(NP)	Координаты узлов конечных элементов	
	IEL(NEL,2)	Номера узлов для каждого конечного элемента	
	A	Температурное поле (распечатывается в порядке следования номеров узлов конечных элементов с указанием номеров узлов)	

Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	ANTEL	Средняя температура по области	
	TM	Максимальная температура по области с указанием номера узла, в котором она найдена	°C
	TM	Минимальная температура по области с указанием номера узла, в котором она найдена	°C

2.1.4.5. Исходный текст программы TSK1 и инструкция по подготовке данных приведены в этом пункте ниже.

Программа составлена на языке Фортран ОС ЕС (версия 6.1).

Объем оперативной памяти 230 Кб.

Время счета определяется сложностью рассматриваемой конструкции (числом узлов и элементов в окончательном разбиении) и характером решаемой задачи (числом шагов по времени).  
Время счета для примера расчета, приведенного в приложении, составляет 150 с.

Загрузочные модули пакета прикладных программ TSK1 записываются на диск под именем TSK1.

Пакет для счета формируется в следующем порядке:

```
// (Имя задачи) JOB MSGLEVEL=(1,1), MSGCLASS=P
// JOB1IE DD DSN = LDPROC, DISP=SHR,
//STEP EXEC PGM = TSK1, REGION = 230K, TIME = 150
```

```

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЗАДАЧ: ПЛОСКИХ, ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ, СЦА, НЕСТАЦИОНАРНЫХ
COMMON/NGH/NRGH,TS,TIA,NPCM,NPR(40)
DOUBLE PRECISION A(11200)
DOUBLE PRECISION XE(500),YE(500)
CALL GRD(XE,YE,NA)
CALL INPT(NEND)
CALL FRM(A,NEND,XE,YE)
IF(NRGH,FG,0) CALL FG1(A,NEND,XE,YE)
IF(NRGH,NE,0) CALL FG2(A,NEND,XE,YE,NA)
STOP
END
SUBROUTINE FRM(A,NEND,XE,YE)
C FRM СОПРОПРАЖЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
COMMON/NGH/LRG,NTR,AG,NTE,NPL,NP,NRW,NS(4),NPO,
*LT(5),LW(5),LYE(5),ASTR(5,100),NSQ(5,100),YSTE(5,100),TEL(1000,4)
COMMON/NTR/ZN(100),SZ(100),ARX(20),AKY(20)
COMMON/IR/INF(5),HIS(5),DT(9),T0(5),TE(5),SIS(5)
COMMON/NGH/NRGH,TS,TIA,NPCM,NPR(40)
DOUBLE PRECISION A(NEND),XZ(NP),YE(NP),LG,ARZ,
*RI(3),CI(3),CF(3),CSM(3,3),KSM(3,3),X(3),Y(3),S,SI,S2,S3,S4,S5
C DIMENSION (500(2),1200(3),40(3)
WRITE(4,1)
1 FORMAT('      СОПРОПРАЖЕНИЕ СИСТЕМ')
S1=1.0
S2=1.0
S3=1.0
S4=1.0
S5=1.0
DO 2 I=1,NEND
2 A(I)=0.0
IF(NRGH,FG,0) GO TO 4
DO 3 I=1,NP
3 A(I)=TIA
4 DO 24 M=1,NEL
DO 5 I=1,3
N0=TEL(M,1)
NSI)=M

```

```

X(1)=XE(NB)
Y(1)=YE(NB)
ISQ(1)=0
5 ISQ(1)=0
IM={EL(NN,4)
IF(NSI(1,NE,0)S=DSQR((X(1)**2+X(2)**2+X(3)**2+X(1)*X(2)+X(1)*X(3)
+X(2)*X(3))/6)
B(1)=Y(2)-Y(3)
B(2)=Y(3)-Y(1)
B(3)=Y(1)-Y(2)
C(1)=X(2)-X(3)
C(2)=X(1)-X(3)
C(3)=X(2)-X(1)
CALL AREA2(X,Y,AR2)
IF(AR2,LE,0,0) ARITE(6,26) NN,NS
26 FORMATT ' ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА',14,' ОТРИЦАТЕЛЬНА УДАЛИ',3(4)
DO 13 I=1,3
EF(I)=0,0
28H I, J, I(1,2,3)=B(I)*B(J)+KY(IM)*C(I)*C(J))/3/(AR2*2)
CSH(I,J)=SH(IM)*SH(IM)*S=AR2/24
IF(I,NE,J) GO TO 13
CSH(I,J)=CSH(I,J)*2
13 CONTINUE
IF(MD,CU,0) GO TO 9
CALL ISQ(ISQ,NB,LE,NSQ,NS)
DO 18 I=1,3
J=ISQ(I)
IF(J,EQ,0) GO TO 18
K=I+1
IF(I,EQ,3) K=1
LG=DSQR((X(K)-X(I))**2+(Y(K)-Y(I))**2)
HQ=SQS(J)*LG
IF(NSI(1,NE,0) S1=(2*X(I)+X(K))/3
IF(NSI(1,NE,0) S2=(2*X(K)+X(I))/3
EF(I)=EF(I)+HQ*S1/2
EF(K)=EF(K)+HQ*S2/2
18 CONTINUE

```

```

00000059
00000048
00000041
00000042
00000043
00000044
00000045
00000046
00000047
00000048
00000049
00000058
00000051
00000052
00000053
00000054
00000055
00000056
00000057
00000059
00000068
00000061
00000062
00000063
00000064
00000065
00000066
00000067
00000068
00000069
00000070
00000071
00000072
00000073
00000074
00000075
00000076

```

```

5 IF(NYR,EN,0) GO TO 11
  CALL ISU(SDT,NIR,LT,ASTR,MS)
11 DO 20 I=1,3
  J=ISOT(I)
  IF(J,EN,0) GO TO 20
  K=J+1
  IF(J,EN,3) K=1
  LG=DSQR((X(K)-A(I))*2+(I(K)-Y(I))*2)
  HL=H(I)-LG
  IF(NSIM,FE,0) S1=(3*X(I)+X(K))/4
  IF(NSIM,FE,0) S2=(X(I)+X(K))/2
  IF(NSIM,FE,0) S3=(3*X(K)+X(I))/4
  IF(NSIM,FE,0) S4=(2*X(I)+X(K))/3
  IF(NSIM,FE,0) S5=(2*X(K)+X(I))/3
  KSM(I,I)=KSM(I,I)+HL*S1/3
  KSM(I,K)=KSM(I,K)+HL*S2/6
  KSM(K,I)=KSM(K,I)+HL*S2/6
  KSM(K,K)=KSM(K,K)+HL*S3/3
  HL=HL*TIMEF(J)
19 EF(I)=EF(I)+HL*S4/2
  EF(K)=EF(K)+HL*S5/2
20 CONTINUE
  DO 23 I=1,3
  I1=NS(I)
  J1=NP+I1
  I(J1)=A(J1)+EF(I)
  DO 23 J=1,3
  JJ=KS(J)
  JJ=JJ-I1+1
  IF(JJ) 23,23,22
22 J2=3*NP+(JJ+1)*NP+I1
  A(J2)=4(IJ2)+KSM(I,J)
  IF(ARGH,FO,0) GO TO 23
  J3=J2+NP*NP+1
  A(J3)=A(J3)+CSM(I,J)
23 CONTINUE
24 CONTINUE
  KR=IE(K,1)

```

```

00000077
00000078
00000079
00000080
00000081
00000082
00000083
00000084
00000085
00000086
00000087
00000088
00000089
00000090
00000091
00000092
00000093
00000094
00000095
00000096
00000097
00000098
00000099
00000100
00000101
00000102
00000103
00000104
00000105
00000106
00000107
00000108
00000109
00000110
00000111
00000112
00000113
00000114

```

```

RETURN
END
C GRID SUBROUTINE GRID(XE,YE,NA)
COMMON/RCN/LRG,NTR,NQ,NTE,NPL,NP,NH,N,NSIM,YOC
*LT(5),LU(5),LTE(5),LSTR(5,100),NS4(5,8000),NSTE(5,100),YQL(1000,4)
DOUBLE PRECISION XF(500),YF(500),XP(200),YP(200)
*G(21,21),YG(21,21),XRG(8),YRG(8),AM(8),N0,Y0,R1A,B
*TR,ET,DE1A,S1,CS1
DIMENSION NTR(14),N0(4),ATP(14),NE(400)
*TITLE(20),LU(3),NR(4),ICMP(4,4),LB(4),LRT(4),NDN(8),
*JT(3,1),NH(11,11),ANSS(3,1,1)
DATA ICMP/-1,1,1,-1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,-1/
READ(5,1) TITLE
1 FORMAT(20A4)
*WRITE(6,2) TITLE
2 FORMAT(//4X,20A4)
READ(5,11) LRG,NTR,NQ,NTE,NPL,NP,NH,N,NSIM,NPC
3 FORMAT(5I3)
*WRITE(6,4) LRG,NTR,NQ,NTE,NPL,NP,NH,N,NSIM,NPC
4 FORMAT(' ЧИСЛО ЗОН LRG=',I7,' ЧИСЛО ГРАНИЧНЫХ УЗЛОВ NTR=',I3,
* ЧИСЛО ТРАКТОРОВ ОХВАТЕНИЯ NTR=',I3,
* ЧИСЛО ПОТОКОВ НА ГРАНИЦЕ NQ=',I3,' ЧИСЛО ПОСТОЯННЫХ ТЕМПЕРАТУР
* НА ГРАНИЦЕ NTE=',I3,' ИЛИ ЗАДАЧА NSIM=',I1,' ПЕЧАТЬ NPC=',I3/)
IF(NSIM,NE,0) *WRITE(6,57)
57 FORMAT(' ПЕССАНМЕТРИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА')
DO 5 I=1,5
LT(I)=*
LQ(I)=*
5 LTE(I)=*
*RI[P(6,6)]
6 FORMAT(' ДАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ'// 3/C 1 2 3 4//)
DO 7 I=1,LNG
READ(5,3) NRG,(J) (NRG,J),J=1,4)
7 *RIJE(15,8) NRG,(J) (NRG,J),J=1,4)
8 FORMAT(5I4)
READ(5,9) (XP(I),YP(I)),I=1,NRP)
9 FORMAT(6F12,6)

```

```

00000113
00000114
00000117
00000118
00000123
00000121
00000122
00000123
00000124
00000125
00000126
00000127
00000128
00000129
00000130
00000131
00000132
00000133
00000134
00000135
00000136
00000137
00000138
00000139
00000140
00000141
00000142
00000143
00000144
00000145
00000146
00000147
00000148
00000149
00000150
00000151
00000152

```



WRITE(6,10)(1,XP(1),YP(1),10,N0P)	00000153
10 FORMAT(1/' ' KOOPДИНАТЫ ГРАНИЧНИХ УЗЛОВ',3(13,1X,2(E12,6,(X)))	00000154
ALLPO	00000155
N0WEO	00000156
NP=0	00000157
WRITE(6,11)	00000158
61 FORMAT(1/' ' ДАННЫЕ ПО ПОЯСН',)	00000159
DO 62 I=1,LRC	00000160
READ(5,11)NRG,NR0AS,NCOL,NDN,LS,LRT,NTR,N3,NTEI,IN	00000161
11 FORMAT(113,5(12,311),12)	00000162
WRITE(6,12)NRG,NR0AS,NCOL,NDN,LS,LRT,NTR,N3,NTEI,IN	00000163
12 FORMAT(1' ЗУМА NR0AS',13,' NR0WS',13,' NCOL=',13,' УЗЛЫ NDN=',013,	00000164
' LK=',411,' LMDGY=',411,' NTR=',411,	00000165
' N3=',411,' NTEI=',411,' IN=',12)	00000166
DO 10 I=1,4	00000167
L=LK(I)	00000168
N1=NDN(2*I+1)	00000169
N2=NDN(2*I)	00000170
N3=NDN(1)	00000171
IF(1,NP,4) N3=NDN(2*I+1)	00000172
GO TO 113,14,101,1	00000173
13 CALL L16(XP(N1),YP(N1),XP(N2),YP(N2),XP(N3),YP(N3))	00000174
GO TO 10	00000175
14 READ(5,5)X0,Y0,N	00000176
WRITE(6,15)X0,Y0,R	00000177
15 FORMAT(1' KOOPДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАЗМЕР ОКРУ',3(12X,E12,6))	00000178
CALL C16(XP(N1),XP(N2),YPT(2),XP(N3),X0,Y0,R,LRT(1))	00000179
GO TO 10	00000180
16 READ(5,5) X0,Y0,A,B	00000181
WRITE(6,17)X0,Y0,A,B	00000182
17 FORMAT(1' KOOPДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАЗМЕРЫ ПОЛУОСЕЙ УЛЛО',4(12X,E12,6))	00000183
CALL ELL(XP(N1),XP(N2),YP(N2),XP(N3),X0,Y0,A,B)	00000184
18 CONTINUE	00000185
DO 19 I=1,0	00000186
JJ=NDN(1)	00000187
XJC(1)=XP(JJ)	00000188
19 YJC(1)=YP(JJ)	00000189

```

TR=NROWS-1
ETA=2./TR
TR=NCOL-1
CSI=2./TP
DO 23 I=1,NROWS
TR=-1
ETA=1.-TR*ETA
DO 20 J=1,NCOL
TR=J-1
SI=-1.+TP*USI
AN(1)=-0.25*(1.-SI)*(1.-E|A|*(SI+ETA+1,))
AN(2)=A,50*(1.-SI**2)*(1.-ETA)
AN(3)=A,25*(1.+SI)*(1.-ETA)*(SI-ETA-1,))
AN(4)=A,50*(1.+SI)*(1.-ETA**2)
AN(5)=A,25*(1.+SI)*(1.-ETA)*(SI+ETA-1,))
AN(6)=A,50*(1.-SI**2)*(1.-ETA)
AN(7)=A,25*(1.-SI)*(1.-ETA)*(ETA-SI-1,))
XC(I,J)=0.
YC(I,J)=0.
DO 20 K=1,6
XC(I,J)=YC(I,J)+XRC(K)*AN(K)
20 YC(I,J)=YC(I,J)+YRC(K)*AN(K)
KN1=1
KS1=1
KN2=NROWS
KS2=NCOL
DO 27 I=1,4
NRT=JT(NRG,I)
IF (INRT,EQ,0).OR.(NRT.GT,NRG) GO TO 27
DO 21 J=1,4
1 IF (JT(NRT,J),EQ,NRG) NRTS=J
K=NCOL
IF (I.EQ,2).OR.(I.EQ,4) K=NROWS
JL=1
JK0=ICOL(I,NRTS)
IF (JK0.LE,1) JL=K
DO 26 J=1,K
GO TO (22,23,24,25),I

```

```

00000190
00000191
00000192
00000193
00000194
00000195
00000196
00000197
00000198
00000199
00000200
00000201
00000202
00000203
00000204
00000205
00000206
00000207
00000208
00000209
00000210
00000211
00000212
00000213
00000214
00000215
00000216
00000217
00000218
00000219
00000220
00000221
00000222
00000223
00000224
00000225
00000226
00000227
00000228

```

22	NN(NROWS,J)=NNR(I,NRT,NRTS,JC)	00000229
	KN2=NRNVS-1	00000230
	GO TO 26	00000231
23	NN(J,NCOL)=NNR(I,NRT,NRTS,JC)	00000232
	KS2=NCOL-1	00000233
	GO TO 25	00000234
24	NN(I,J)=NNRB(NRI,NRTS,JC)	00000235
	KN1=2	00000236
	GO TO 26	00000237
25	NN(J,1)=NNRB(NRI,NRTS,JC)	00000238
	KS1=2	00000239
26	JC=JC+KN2	00000240
27	CONTINUE	00000241
	IF(KN1,JC,KN2) GO TO 32	00000242
	IF(KS1,LT,KS2) GO TO 32	00000243
	DO 28 I=KN1,KN2	00000244
	DO 28 J=KS1,KS2	00000245
	NP=NP+1	00000246
28	NN(I,J)=NP	00000247
	DO 29 I=1,NCOL	00000248
	NNR(NRI,1,I)=NN(NROWS,I)	00000249
29	NNR(NRI,3,I)=NN(I,I)	00000250
	DO 30 I=1,NROWS	00000251
	NNR(NRI,2,I)=NN(I,NCOL)	00000252
30	NNR(NRI,4,I)=NN(I,1)	00000253
	DO 31 I=1,2	00000254
	DO 31 I=1,4	00000255
	CALL BND(I,NTRI(1),NRCS,ACOL,NRG,LT,NSTR,NNRB)	00000256
	CALL BND(I,NRI(1),NROWS,NCOL,NRG,LQ,NSQ,NNRB)	00000257
31	CALL BND(I,NTE(1),NRCS,ACOL,NRG,LTE,NSTE,NNRB)	00000258
32	I=1	00000259
	DO 33 I=1,NROWS	00000260
	DO 33 J=1,NCOL	00000261
	NE(I,J)=N(I,J)	00000262
	NR=N(I,J)	00000263
	NE(I,J)=NR(I,J)	00000264
	NE(N2)=NR(I,J)	00000265
	N=N+1	00000266

```

L=NR0W5+1
DO 37 J=1,L
DO 37 J2=2,NCOL
CIA61=0SCRT((XC(I,J)-XC(I,J-1))**2+(YQ(I,J)-YQ(I,J-1))**2)
CIA62=0SCRT((XC(I+1,J)-XC(I,J-1))**2+(YQ(I+1,J)-YQ(I,J-1))**2)
NR(1)=NCOL-I+J-1
NR(2)=NCOL-I+J
NR(3)=NCOL-(I-1)+J
NR(4)=NCOL-(I-1)+J-1
DO 37 IU=1,2
NEL=NEL+1
IF((DIA61)/DIA62).GT.1.02) GO TO 34
J1=NR(1)
J2=NR(IJ+1)
J3=NR(IJ+2)
GO TO 35
34 J1=NR(IJ)
J2=NR(IJ+1)
J3=NR(4)
35 TEL(NEL,1)=NE(J1)
TEL(NEL,2)=NE(J2)
TEL(NEL,3)=NE(J3)
TEL(NEL,4)=IM
LB(1)=TAFS(NE(J1)-NE(J2))*.1
LB(2)=TAFS(NE(J2)-NE(J3))*.1
LB(3)=TAFS(NE(J1)-NE(J3))*.1
GO 36 IM=1,3
IF(LB(IM).LE.NBW) GO TO 39
NBW=LB(IM)
NLBW=NLB
36 CONTINUE
37 CONTINUE
60 CONTINUE
IF(INPC,NF,W) GO TO 70
WRITE(6,39)(J,XM(J),YP(J);J=1,NBP)
39 FORMAT(1/3(' YJAW',10X,'KODOPRIMATW',9X)/2(2X,13,4X,512,6,2X,512,6))
WRITE(6,40)NP,NEL,NBW,NLBW

```

```

00000267
00000268
00000269
00000270
00000271
00000272
00000273
00000274
00000275
00000276
00000277
00000278
00000279
00000280
00000281
00000282
00000283
00000284
00000285
00000286
00000287
00000288
00000289
00000290
00000291
00000292
00000293
00000294
00000295
00000296
00000297
00000298
00000299
00000300
00000301
00000302
00000303
00000304

```



```

DOUBLE PRECISION X1,X2,Y2,X3,X3,Y3,R,Y
Y2=(X1+X3)/2
Y=DSRT(R**2-(X2-X0)**2)
Y2=Y2+Y
IF(LROOT.NE.1) Y2=Y2-Y
RETURN
END
SUBROUTINE ELL(X1,X2,Y2,X3,Y3,A,B,LROOT)
C ELL РАЧЕТ КООРДИНАТ Y3/A ЛЕЖАЩЕГО НА ЭЛЛИПСЕ
DOUBLE PRECISION X1,X2,Y2,X3,X3,Y3,A,B,L
X2=(X1+X3)/2
Y=BSQRT(1-((X2-X0)/A)**2)
Y2=Y2+Y
IF(LROOT.NE.1) Y2=Y2-Y
RETURN
END
SUBROUTINE BND(I,NTR,AROWS,NCOL,NRG,LT,NSTR,NHRB)
C BND ЗАПИСЬ ПО ПОРЯДКУ СРЕДОВАНИЯ НОМЕРОВ УЗЛОВ НА ДАННОЙ ГРАНИЦЕ
DIMENSION NHRB(20,4,11),NSTR(5,100),LT(2)
IF(NTR.EQ.0) GO TO 11
LL=LT(NTR)
KJ=NCOL
IF((I.EQ.2).OR.(I.EQ.4)) KJ=NROWS
IF(LL.NE.0) GO TO 2
DO 1 J=1,KJ
1 NSTR(NTR,LL+J)=NHRB(NRG,1,J)
LT(NTR)=LL+KJ
GO TO 11
2 IF(NHRB(NRG,1,1).NE.NSTR(NTR,1).OR.NHRB(NRG,1,KJ).NE.NSTR(NTR,1))
  GO TO 5
LL2=LL/2
DO 4 J=1,LL2
  N1=NSTR(NTR,J)
  N2=NSTR(NTR,LL+J+1)
  NSTR(NTR,J)=N2
  NSTR(NTR,LL+J+1)=N1
4 CONTINUE
5 IF(NSTR(NTR,LL).NE.NHRB(NRG,1,1)) GO TO 6
6 IF(NSTR(NTR,LL+1).EQ.NHRB(NRG,1,2)) GO TO 11
00000341
00000342
00000343
00000344
00000345
00000346
00000347
00000348
00000349
00000350
00000351
00000352
00000353
00000354
00000355
00000356
00000358
00000359
00000362
00000361
00000362
00000363
00000364
00000365
00000366
00000367
00000368
00000369
00000370
00000371
00000372
00000373
00000374
00000375
00000376
00000377
00000378
00000379

```

```

      EQ=2,KJ
      KSTR(NTR,LL=J-1)=NNRB(NRG,I,J)
      GO TO 16
      IF (KSTR(NTR,LL),FE,NNRB(NRG,I,KJ)) GO TO 11
      IF (KSTR(NTR,LL=1),FE,NNRB(NRG,I,KJ)-1) GO TO 11
      EQ=J=2,KJ
      L=KJ-J+1
      KSTR(NTR,LL=KJ)=NNRB(NRG,I,L)
12 CONTINUE
      RETURN
      END
      SUBROUTINE IMPT(NEND)
C IMPR: ВХОД: ЧИСЛАМЫХ ДАННЫХ ТЕПЛОТНОГО ЗАДАЧИ
      COMMON/RCM/LRG,NTR,NQ,NTE,NPL,NP,NBX,NS,M,NPC,
      *TR(5),ML(5),LTE(5),KSTR(5,120),NSQ(5,100),NSTE(5,100),TEL(100,4)
      COMMON/RCM/NRGH,TS,11A,NPCH,NPR(40)
      COMMON/IR/INF(5),H(5),DT(5),T(5),TE(5),STS(5)
      COMMON/TRL/SHI(20),SW(20),AMX(20),AKY(20)
      DIMENSION T(120)
      READ(5,1)TITLE
1  FORMAT(20A4)
      WRITE(6,2)TITLE
2  FORMAT(1/2X,20A4)
      READ(5,3) NRGH,NPCH,NP
3  FORMAT(20I4)
      NEND=3*NP+NP+NBX
      IF (NRGH,FE,0) NEND=3*NP+3*NP+NBX
      WRITE(6,4)NRGH,NPCH,NEND,AM
4  FORMAT(' РЕЖИМ NRGH=',I3,' ЧИСЛО МОМЕНТОВ ПЕЧАТИ NPCH=',I6,
      * ' ЧИСЛО ЗАПОЛНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА A NEND=',I6,
      * ' ЧИСЛО МАТЕРИАЛОВ NR=',I3)
      READ(5,10) (AKX(I),AKY(I),SHI(I),SW(I),11A,I=1,N1)
      *TR(5,14) (I,AKX(I),AKY(I),SHI(I),SW(I)),I=1,NM)
5  FORMAT(' ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ',
      * (I4,' AKX=',E10,4,' AKY=',E10,4,' SHI=',E10,4,' SW=',E10,4))
10 FORMAT(I10,4)
      IF (NTR,EQ,0) GO TO 19
17 READ(5,10I4)INF(I),H(I),DT(I),T(I),TE(I),I=1,NTR)

```

```

00000280
00000281
00000282
00000283
00000284
00000285
00000286
00000287
00000289
00000290
00000291
00000292
00000293
00000294
00000295
00000296
00000297
00000298
00000299
00000300
00000301
00000302
00000303
00000304
00000305
00000306
00000307
00000308
00000309
00000310
00000311
00000312
00000313
00000314
00000315
00000316
00000317
00000318

```

```

WRITE(6,18) (I,TIME(I),H(I),MT(I),T0(I),I=1,NTR)
18 FORMAT('  ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОВ ОХЛАЖДАЮЩИХ',I4,'  TIME',
+FI0,4,' H',E10,4,' DT',E10,4,' T0',E10,4))
19 IF(NR.EQ.0) GO TO 21
READ(5,15) (S03(I),I=1,N0)
WRITE(6,20) (I,S03(I),I=1,N0)
20 FORMAT('  ПУТОКИ НА ГРАНИЦАХ',I4,'  S03',E10,4))
21 IF(NTE.EQ.0) GO TO 23
READ(5,15) (TE(I),I=1,NTE)
WRITE(6,22) (I,TE(I),I=1,NTE)
22 FORMAT('  ТЕМПЕРАТУРА НА ГРАНИЦЕ',I4,'  TE',E10,4))
23 IF(NRGH.EQ.0) GO TO 26
READ(5,17) TS,TIN
WRITE(6,11) TS,TIN
18 FORMAT('TS',E10,4))
11 FORMAT('  ВРЕМЯ ПО ВРЕМЕНИ',E10,4,'  НАЧ.ТЕМП: ',E10,4)
READ(5,3) (NPR(I),I=1,NPCH)
WRITE(5,24) (NPR(I),I=1,NPCH)
24 FORMAT('  ПОЧЕТИН ПЕЧАТИ',I4,I4))
26 CONTINUE
RETURN
END
SUBROUTINE AREA2(X,Y,AR2)
0 AREA2 ВЫЧИСЛЕНИЕ УДВОЕННОГО ПОДМАТ-ЭЛЕМЕНТА
DOUBLE PRECISION X(3),Y(3),AR2
AR2=X(2)*Y(3)+Y(2)*X(1)+X(1)*Y(1)-X(3)*Y(2)-Y(3)*X(1)-X(2)*Y(1)
RETURN
END
SUBROUTINE PRINT(A,NENC,XE,YR,NTIME)
0 PRINT ВНЕШД РЕЗУЛЬТАТОВ НА ПЕЧАТИ
COMMON/RCN/LRC,NTR,AC,NTE,NPL,NP,NBX,NSIN,NPC,
+LT(5),LN(5),LTE(5),ASTR(5,100),NSG(5,100),VSTE(2,100),ZL(1000,4)
COMMON/RCN/NRGH,TS,TIN,NPCH,NPR(40)
DOUBLE PRECISION A(AR2),XE(NP),YE(NP),X(3),Y(3),AR2
DIMENSION NS(3)
DO 13 K=1,NPCH
IF(NRGH.EQ.0) GO TO 4
IF(NTIME.NE.NPR(K)) GO TO 14
TIME=TIME+TS

```

```

00000420
00000421
00000422
00000423
00000424
00000425
00000426
00000427
00000428
00000429
00000430
00000431
00000432
00000433
00000434
00000435
00000436
00000437
00000438
00000439
00000440
00000441
00000442
00000443
00000444
00000445
00000446
00000447
00000448
00000449
00000450
00000451
00000452
00000453
00000454
00000455
00000456
00000457
00000458

```



WRITE(5,1)TIME		00000459
3 FORMAT(' TEMPERATYPOE 1,00E	UPRMR='E10,4,'DEK ',1,6)	00000460
4 WRITE(6,5)(I,A(I),I=1,NP)		00000461
5 FORMAT(6I10,1X,E10,4)		00000462
AVTEMP=0.0		00000463
AR=0.0		00000464
DO 9 I=1,NEL		00000465
AVTEL=0.0		00000466
DO 22 J=1,3		00000467
12=IEL(I,J)		00000468
13(J)=0		00000469
V(J)=XF(ND)		00000470
Y(J)=YF(ND)		00000471
20 AVTEL=AVTEL+A(ND)/3		00000472
CALL AREA2(X,Y,AR2)		00000473
IF(AR2.LT.0)AR=IE(6,21)		00000474
21 FORMAT(' ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА'16,' ОТРИЦАТЕЛЬНА')		00000475
AR=AR+AR2/2		00000476
AVTEL=AVTEL+AR2/2		00000477
9 AVTEMP=AVTEMP+AVTEL		00000478
AVTEMP=AVTEMP/AR		00000479
WRITE(5,10)AVTEMP		00000480
10 FORMAT(' СРЕДНЯЯ ПО БЕЛАЗИ ТЕМПЕРАТУРА='E10,4)		00000481
11=A(1)		00000482
12=1		00000483
DO 14 I=1,NP		00000484
15(A(I),LT,TH) GO TO 14		00000485
TH=A(I)		00000486
17=1		00000487
14 CONTINUE		00000488
WRITE(5,15)TH,NP		00000489
15 FORMAT(' MAX TEMP='E10,5,' НАЗДЕНА В УЗЛЕ',15)		00000490
TO 16 I=1,NP		00000491
16(A(I),GT,TH) GO TO 16		00000492
TH=A(I)		00000493
NP=1		00000494
16 CONTINUE		00000495
WRITE(5,17)TH,NP		00000496
17 FORMAT(' MIN TEMP='E10,5,' НАЗДЕНА В УЗЛЕ',15)		00000497

```

13 CONTINUE
RETURN
END
SUBROUTINE VECF(YE,YE,A,YENP,NTIME)
C VECF SUBROUTINE НАПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ МОНОМЕРНОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОТОН
COMPILE PRECISION A(REAL),XE(NP),YE(NP),LG,VL,S4,S5
COMMON/ACN/LRG,NTR,NR,NTE,NPL,NP,NH,NS,N,NPO,
*LT(5),LG(5),LTE(5),NSTR(5,100),NSQ(5,100),VSTE(2,100),TEL(100,4)
COMMON/ACN/NRGH,TS,TIN,NPCH,NPR(40)
COMMON/IC/TINF(2),H(5),DT(5),T2(5),TE(5),SIS(5)
I=NTIME+1
DO 5 I=1,NTR
IF(IT,GT,T0(1)) GO TO 5
L1=LT(I)-1
DO 5 J=1,L1
V=0
*1=ASTC(I,J)
*2=ASTC(I,K)
LG=0.5*G1((XE(N1)-XE(N2))*2*(YE(N1)-YE(N2))*2)
VL=0.5*(LG*DT(I)+TS
TINF(I)+TINF(I)*T(I))
S4=1.0
S5=1.0
IF(NSI,NR,0) S4=(2*XE(N1)+YE(N2))/3
IF(NSI,NR,0) S5=(2*XE(N2)+YE(N1))/3
A(NP+N1)=A(NP+N1)+HL*S4/2
A(NP+N2)=A(NP+N2)+HL*S5/2
5 CONTINUE
RETURN
END
SUBROUTINE DGS(A,NEND)
C DGS SUBROUTINE НАПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ МОНОМЕРНОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОТОН
COMPILE PRECISION A(REAL),XE(NP),YE(NP),LG,VL,S4,S5
COMMON/ACN/LRG,NTR,NR,NTE,NPL,NP,NH,NS,N,NPO,
*LT(5),LG(5),LTE(5),NSTR(5,100),NSQ(5,100),VSTE(2,100),TEL(100,4)
COMMON/ACN/NRGH,TS,TIN,NPCH,NPR(40)
J1=J+NP
*2=J+NP
J2=J+NP

```

```

00000498
00000499
00000500
00000501
00000502
00000503
00000504
00000505
00000506
00000507
00000508
00000509
00000510
00000511
00000512
00000513
00000514
00000515
00000516
00000517
00000518
00000519
00000520
00000521
00000522
00000523
00000524
00000525
00000526
00000527
00000528
00000529
00000530
00000531
00000532
00000533
00000534
00000535
00000536

```

J3=J2+1	00000237
DO 1 J=1,NH	00000238
1 F(J3+J1F(J2+J)+3,7TS+A(J1+1)+2.	00000239
CALL MI1PD(NP,NBH,2*NP,J2,J1,TS,A,NEND)	00000240
DO 2 J=1,NP	00000241
2 F(2*NP+J)=A(2*NP+J)+3*A(NP+1)	00000242
CALL BDV(J3,2*NP,A,NEND)	00000243
CALL SI1(NP,NBH,J3,2*NP,A,NEND)	00000244
RETURN	00000245
END	00000246
SUBROUTINE BDV(JF,JF,A,NEND)	00000247
C BDV YЧЕТ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ГРАНИЦЕ	00000248
DOUBLE PRECISION A(NEND)	00000249
COMMON/RCN/ERG,CTR,AB,NTE,NPL,NP,NBH,NS(K,NP),	00000250
*LT(5),LG(5),LTE(5),ASTR(5),T(5),WSQ(5),G(5),NTE(5,100),TEL(1000,4)	00000251
COMMON/TO/TINF(2),K(5),DT(5),T(5),TE(5),S1(5)	00000252
IF(NTE,ERG,6) GO TO 6	00000253
DO 5 LL=1,NTE	00000254
LT(5)=LT(LL)	00000255
TE=TE(LL)	00000256
DO 5 JS=1,LTE	00000257
I=HTE(LL,JS)	00000258
K=1+1	00000259
DO 4 JK=1,NBH	00000260
F=1+1	00000261
IF(N,GT,NP) GO TO 3	00000262
F(JF+1)=A(JF+1)+A(JK+(J-1)*NP+1)*TEM	00000263
F(JK+1)=1)*NP+1)=0.8	00000264
3 IF(N,LT,C) GO TO 4	00000265
F(JF+K)=A(JF+K)+A(JK+(J-1)*NP+K)*TEM	00000266
F(JK+1)=1)*NP+K)=0.8	00000267
K=K+1	00000268
4 CONTINUE	00000269
F(JF+1)=A(JK+1)*TEM	00000270
5 CONTINUE	00000271
6 CONTINUE	00000272
RETURN	00000273
END	00000274

```

SUBROUTINE MULTBO(INP,NBN,JF,JP1,JC,TS,A,NEND)
C MULTBO УМНОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ X МАТРИЦ K N P
DOUBLE PRECISION A(NEND)
L=2
DO 3 I=1,NP
SUM=0.
K=I-1
DO 2 J=2,NBW
K=J+1
IF(N.CT.NP) GO TO 1
SUM=SUM+(J+A(JF)+J-1)*NP+1/TS-A(JC+J-1)*NP+1)*A(K+L)
1 IF(K.LF.P) GO TO 3
SUM=SUM+(J+A(JF)+J-1)*NP+K/TS-A(JC+J-1)*NP+K)*A(K+L)
K=K+1
2 CONTINUE
A(JF+1)=SUM+(J+A(JF+1)/TS-A(JC+1)*A(J+L)
3 CONTINUE
RETURN
END

SUBROUTINE SLV(INP,NBN,JK,JP,A,NEND)
C SLV РЕШЕНИЕ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ ГАУССА
DOUBLE PRECISION A(NEND)
IPI=NP-1
DO 27 I=1,NP1
KJ=I+NBW-1
IF(N.CT.NP) KJ=NP
K=K+1
KK=K+K
IF((IPI-1+1).LT.NBW) KK=NP+1
DO 3 J=I,JP,NJ
K=K+1
K=K+K
DO 1 K=1,NK
K=K+K
1 A(JK+(K-1)*NP+J)=A(JK+K-1)*NP+J-A(JK+(K-1)*NP+1)*
A(JK+(K-1)*NP+1)/A(JK+1)
2 CONTINUE

```

```

00000375
00000376
00000377
00000378
00000379
00000380
00000381
00000382
00000383
00000384
00000385
00000386
00000387
00000388
00000389
00000390
00000391
00000392
00000393
00000394
00000395
00000396
00000397
00000398
00000399
00000400
00000401
00000402
00000403
00000404
00000405
00000406
00000407
00000408
00000409
00000410
00000411
00000412
00000413

```

DO 2 I=1,NP1	00000014
DO=1+NP1-1	00000015
IF (NO,GT,NP) MJ=NP	00000016
DO=1+1	00000017
I=1	00000018
DO 2 J=1,NJ	00000019
I=I+1	00000020
A(JF+J)=A(JF+J)+A(JK+(L-1)*NP+I)=A(JF+I)/A(JK+I)	00000021
CONTINUE	00000022
A(JF+NP)=A(JF+NP)/A(JK+NP)	00000023
DO 4 K=1,NP1	00000024
J=NP-K	00000025
DO=NP-K	00000026
IF ((I+NP-K-1),GT,NP) N=NP-I+1	00000027
SUM=SUM-	00000028
DO 3 J=2,NJ	00000029
K=I+J-1	00000030
SUM=SUM+A(JK+(J-1)*NP+I)=A(JF+I)	00000031
A(JF+I)=(A(JF+I)+SUM)/A(JF+I)	00000032
CONTINUE	00000033
DO 5 I=1,NP	00000034
A(I)=A(JF+I)	00000035
RETURN	00000036
END	00000037
SUBROUTINE RC1(A,NEND,XE,YE)	00000038
C REG1 РЕЖИМЫ ЗАДАЧИ В СТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ	00000039
CONFORMAL/LRG,NTR,NO,NTE,NPL,MP,NBW,NSIN,TPC,	00000040
LTTE(1,10),LTE(5),ASTR(5,100),NSR(5,100),YSTE(2,100),TEL(1,100,4)	00000041
DOUBLE PREC(5)ON A(NEND),XE(NP),YE(NP)	00000042
WRITE(1,*)	00000043
2 FORMAT (РЕЗУЛЬТАТ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ)	00000044
1) (PREC)	00000045
2) 2=MP+NP	00000046
JK=3=NP	00000047
CALL BDC(JK,NP,A,NEND)	00000048
CALL SLX(NP,NBW,JK,NP,A,NEND)	00000049
CALL PRNT(A,NEND,XE,YE,NTI*PI)	00000050
RETURN	00000051
END	00000052

```

SUBROUTINE NC2(A,NEND,XE,IF,NP)
C REG2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В РЕЖИМЕ МОНОИМПУЛЬСА В ПРЯМОУГ. И ЛИН. ФРОНТАМИ
DOUBLE PRECISION XE(NP),YE(NP),A(NEND)
COMMON/NCM/NRCH,TS,TIA,NRCH,NPRI40)
WRITE(6,1)NRCH,NRCH,TS
1 FORMAT(' РЕЖИМ МОНОИМПУЛЬСА // NRCH= ',13,' NRCH= ',14,' TS= ',
+ 15,4)
READ(5,2)TIME
WRITE(6,4) TIME
2 IF(TIME,EN,0) GO TO 2
READ(5,3)A(1),I(1),I(1),NP)
WRITE(6,4)I(1),A(1),I(1),NP)
3 FORMAT(14)
4 FORMAT(' МОМЕНТ ВРЕМЕНИ TIME= ',16)
5 FORMAT(10F6,2)
6 FORMAT(' TEMPERATURE ПОДЪЕЗДА (14,1X,510,4) )'
2 ATIME=TIME+1
IF(NRCH,EN,2) CALL YESF(XE,YE,A,NEND,TIME)
CALL DCS(A,NEND)
CALL FORT(A,NEND,XE,YE,TIME)
IF(TIME,LT,NPRI(NRCH)) GO TO 2
RETURN
END

SUBROUTINE ISD(ISD,NTR,L,NSTR,NS)
C ISD ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЯ НА ГРАНИЦЕ
DIMENSION L(15),NSTR(5,100),ISD(3),NS(3),V(3)
DO 1 I=1,NTR
L=L(I)
DO 2 J=1,L
3 L(I)=0
DO 1 J=1,L
DO 1 J=1,L
IF(NS(J),EQ,NS(F(I,J)) N(I)=1
K=J+1
IF(J,GE,3) K=1
IF(N(I),EQ,1) AND, (N(K),EQ,1) ISD(J)=1
1 CONTINUE
RETURN

```

```

00000053
00000054
00000055
00000056
00000057
00000058
00000059
00000060
00000061
00000062
00000063
00000064
00000065
00000066
00000067
00000068
00000069
00000070
00000071
00000072
00000073
00000074
00000075
00000076
00000077
00000078
00000079
00000080
00000081
00000082
00000083
00000084
00000085
00000086
00000087
00000088
00000089
00000090
00000091

```

```
// FT06F001 DD SISOVT =P
```

```
// FT05F001 DP*
```

```
(исходные данные задачи)
```

```
/*
```

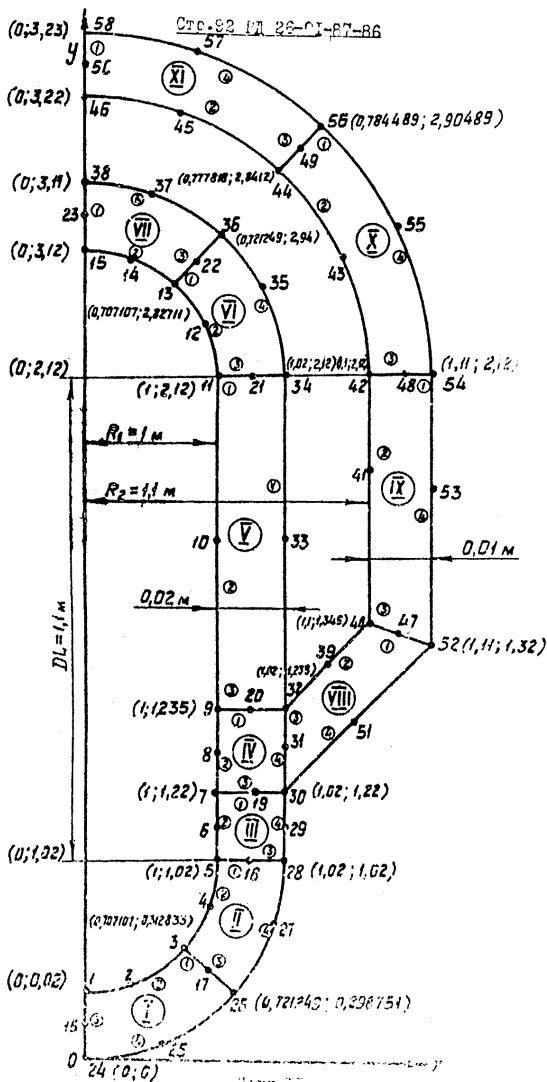
```
//
```

Подготовка исходных данных состоит из двух этапов: выбора и обоснования расчетной области и формирования для нее исходных данных.

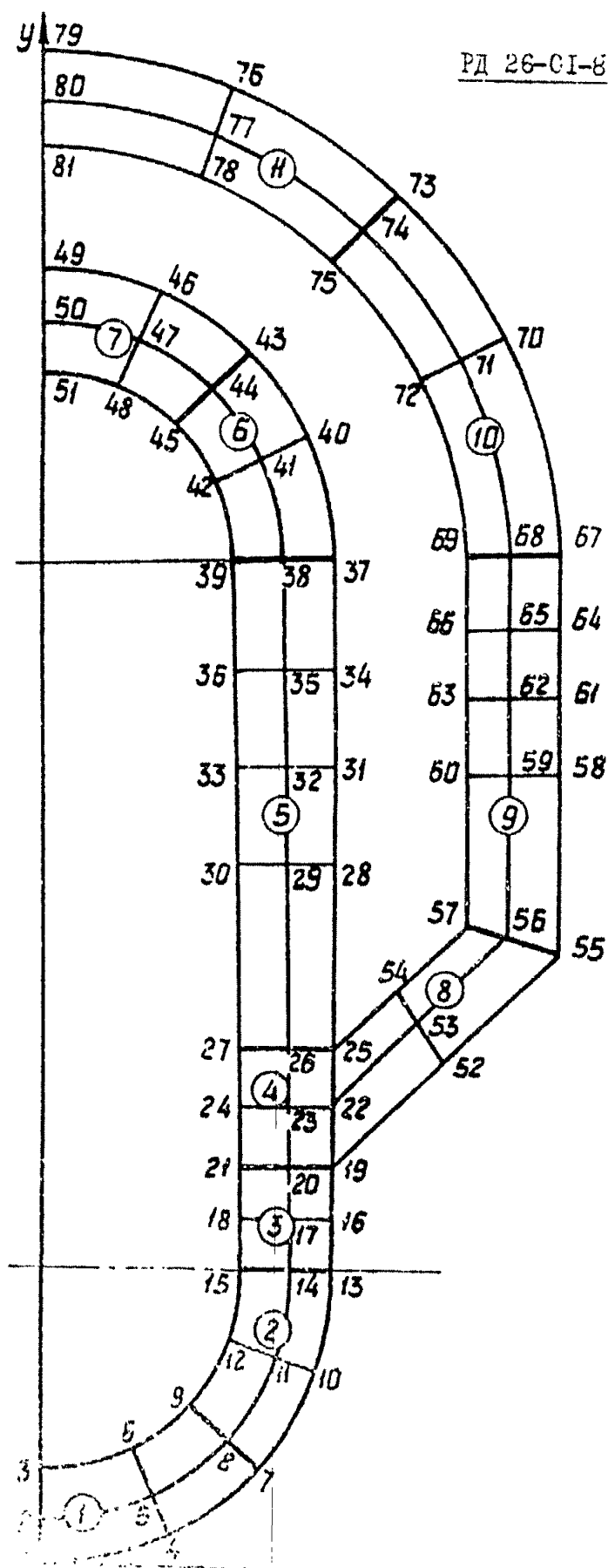
Выбор для заданной конструкции расчетной области, для которой будут рассчитаны температурные поля, производят с учетом осесимметричности конструкции и действующих на нее тепловых нагрузок, что позволяет уменьшить объем вводимой информации и время решения задачи.

Исходные данные делят на две группы: данные, задающие геометрию области и условия на ее границах; данные, описывающие тепловую задачу.

При подготовке исходных данных первой группы область (меридиональное сечение автоклава) разбивают на нелинейные четырехугольники (зоны) и нумеруют граничные узлы и стороны, задающие эти зоны (черт. II). Каждая зона содержит восемь узлов: четыре узла в вершинах четырехугольника и четыре узла на серединах сторон. Направление обхода (против часовой стрелки) единое при нумерации всех узлов и сторон зон (черт. II). Эта информация (номера сторон, узлов и зон) используется для описания области в целом (соединения зон в области) и задания на сторонах зон граничных условий. Нумерацию сторон зоны следует производить, начиная с той сторо-



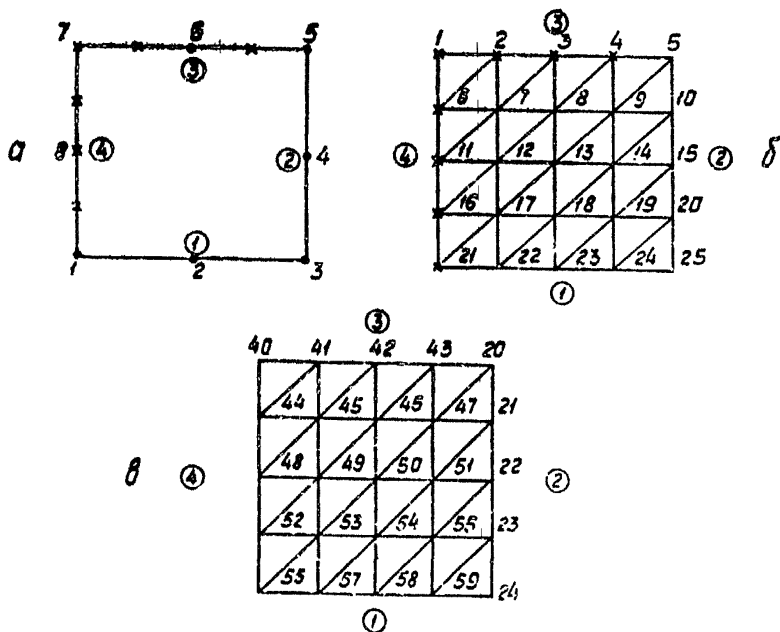




ны, которая обеспечивает минимальную разность номеров узлов в окончательном разбиении зоны на конечные элементы (КЭ).

В программе ТСК1 реализован алгоритм автоматического разбиения каждой из зон на КЭ и нумерации их узлов (черт.12 и 13б) по заданному количеству узлов на смежных сторонах зоны (ж на черт.13а).

Минимизация разности номеров узлов КЭ в пределах зоны обеспечивается соответствующим выбором начала нумерации узлов и ее направления (черт.13б, в).



Черт.13

Нумерацию узлов КЭ зоны (черт.13б, в) производят, начиная со стороны (3) в направлении от стороны (4) к стороне (2). Если на одной из сторон зоны, например, на стороне (2), узлы КЭ были пронумерованы ранее, то их номера сохраняют, а порядок нумерации остальных узлов остается прежним (черт.13в).

Задание координат граничных узлов зон позволяет описать геометрию зон и области, а при автоматическом разбиении зон на КЭ рассчитать координаты узлов КЭ. Задают координаты узлов в вершинах зон, а вместо координат узлов посередине сторон зон задают нули, так как эти координаты рассчитываются программой автоматически.

Производят нумерацию границ области, определяющую число границ с различными условиями внешнего теплового воздействия.

При подготовке исходных данных второй группы следует проанализировать тип внешнего теплового воздействия на границах области (конвективный теплообмен, тепловой поток, постоянная температура), а также время и скорости его изменения.

Пример расчета приведен в справочном приложении 5.

2.1.4.6. Расчет напряжений в разветвленных оболочках вращения следует производить по пп.2.1.4.7...2.1.4.11.

2.1.4.7. Постановка задачи состоит в следующем. Напряженно-деформированное состояние корпусов автоклавов с неразъемными рубашками определяют на основе теории концентрических колец упроченных осесимметричных оболочек с разветвленным меридианом.

Многоточечную краевую задачу для разветвленной оболочки при помощи так называемых узлов разбивают на ряд двухточечных для отдельных ответвлений (ответвление представляет собой одну или ряд последовательно соединенных друг с другом оболочек без разветвлений, одним или обоими концами подсоединяется к узлам). С помощью численного интегрирования дифференциальных уравнений оболочек методом перемещений формируют систему разрешающих уравнений относительно неизвестных перемещений в узлах. После определения начальных условий в узлах численным решением задач Коши определяют искомые величины для ответвлений.

2.1.4.8. Основные требования к конструкции автоклава и условиям его нагружения состоят в следующем.

Корпус автоклава, представляющий собой разветвленную оболочку, состоит из соединенных произвольным образом оболочек, которые могут быть цилиндрическими, коническими, торoidalными, эллипсоидными, а также круглыми пластинами и оболочками в виде эллипсоидных торов.

В местах соединения или разветвления оболочек, а также на их свободных концах могут быть подкрепляющие кольца, недеформируемые сечения которых могут перемещаться и поворачиваться в плоскости меридионального сечения. В местах соединения оболочек между собой, а также оболочек с кольцами принимается равенство радиальных, угловых и осевых перемещений.

Кольца могут быть нагружены давлением к центру кольца усилиями  $H_k$ ,  $V_k$ , направленными соответственно

вдоль осей  $\tau$  и  $\tau^X$ , моментом  $M_k$  в плоскости  $\tau O \tau$  и постоянной температурой  $T_k$ , а также нагрузкой от силы тяжести (для вертикальных автоклавов).

Оболочки могут быть нагружены распределенной нагрузкой, направленной по нормали к срединной поверхности, температурным полем, линейно изменяющимся по толщине оболочки, а также собственным весом (для вертикальных автоклавов). В местах приложения сосредоточенных нагрузок должны быть введены фиктивные кольца с нулевыми значениями геометрических характеристик.

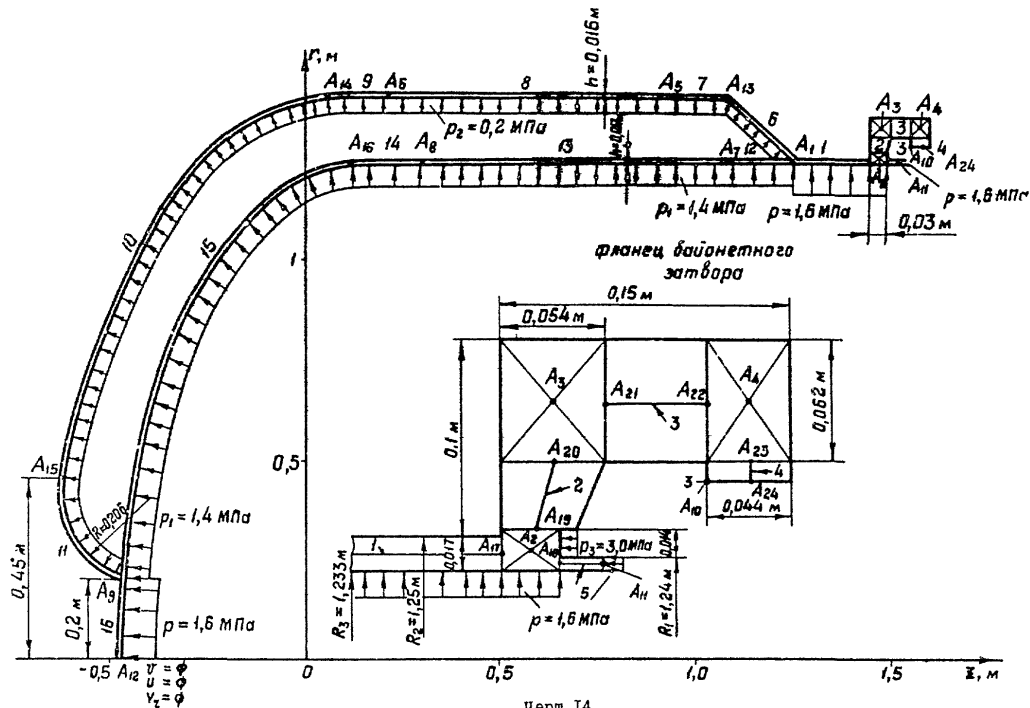
На каждом свободном конце оболочки должны быть заданы три известных компонента граничных условий (усилий или перемещений). Если свободный конец укреплен кольцом, граничные условия относятся к центру кольца.

Температурные поля для внутренней и наружной поверхностей корпуса автоклава могут быть получены расчетным путем (см. пп. 2.1.4.2...2.1.4.5) или в результате эксперимента.

Механические и физические свойства материалов оболочек и колец могут быть различными и зависящими от температуры. Указанные свойства должны задаваться при одинаковых температурах для разных материалов.

2.1.4.9. При выборе и обосновании расчетной и конструктивной схем следует руководствоваться следующими основными рекомендациями (их иллюстрация проводится на примере конструктивной схемы корпуса автоклава, представленной на черт. 14

<sup>X</sup> Ось  $\tau$  направлена вдоль оси вращения, ось  $\tau^X$  направлена в радиальном направлении, образуя правую систему координат

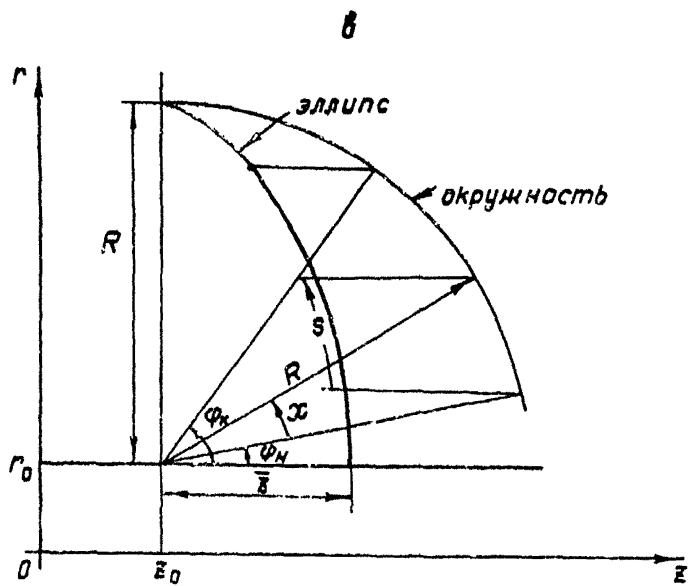
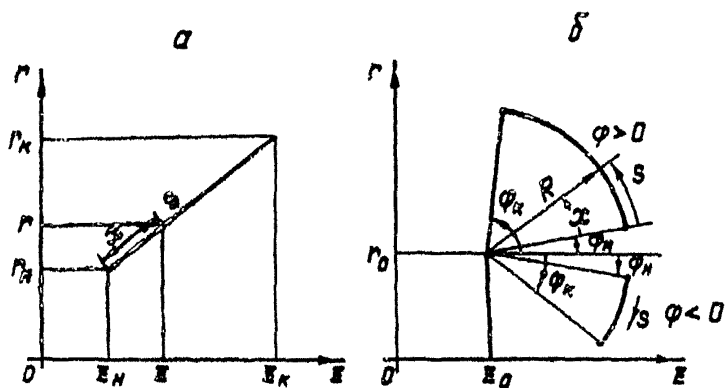


черт.14

были "длинными" (длина цилиндрических оболочек должна удовлетворять условию  $l / \sqrt{R h} < 10$ , где  $l$  - длина,  $h$  - толщина,  $R$  - радиус срединной поверхности оболочки). Общее число узлов не должно быть больше 24.

Ответвления делят на участки. Каждый участок представляет собой отдельную оболочку (из перечисленных выше типов оболочек) постоянной или линейно-переменной толщины, состоящую из одного материала, нагруженную поверхностной нагрузкой и температурным полем, которые могут изменяться вдоль меридиана по линейному закону. В случае более сложного закона изменения толщины или нагрузки вводят несколько участков, чтобы линейный закон изменения толщины или нагрузки в пределах каждого участка достаточно точно отражал их реальное распределение.

Геометрия срединной поверхности участка оболочки с прямолинейным меридианом определяется координатами начальной точки  $\tau_n$ ,  $z_n$  и конечной точки  $\tau_k$ ,  $z_k$  меридиана (черт. 15а). Для участка меридиана в виде дуги окружности (сферические и торовые оболочки) должны быть заданы: радиус кривизны меридиана  $R$ , координаты центра кривизны  $\tau_0$ ,  $z_0$ , а также углы  $\varphi_n$ ,  $\varphi_k$ , отсчитываемые от положительной направленной оси  $x$  в направлении обхода  $S$  до ра-





диусов векторов, проведенных из центра кривизны соответственно в начальную и конечную точки участка (черт.15б). Для участка с меридианом в виде дуги эллипса геометрия срединной поверхности определяется длиной полуоси  $R$ , параллельной оси  $\tau$ , координатами центра эллипса  $\tau_0$ ,  $\tau_a$ , углами  $\varphi_n$ ,  $\varphi_k$ , определяющими начальную и конечную точки участка (черт.15в), и коэффициентом эллиптичности  $k = R / \bar{\tau}$ , представляющим собой отношение полуоси эллипса, параллельной оси  $\tau$ , к полуоси эллипса, параллельной оси  $\tau_2$ .

Для каждого участка назначают число шагов интегрирования дифференциальных уравнений оболочки методом Рунге-Кутты-Адамса 4-го порядка, а также число участков интегрирования, через которое необходимо выдать на печать результаты расчета. Поэтому в случае резко выраженных краевых эффектов (местах формоизменений) вводят дополнительные участки, где могут быть назначены уменьшенные шаги интегрирования и более частая выдача результатов на печать.

Порядок соединения оболочек изображается структурной схемой (черт.16), на которой участки ломаных представляют собой участки ответвлений, кольца изображены квадратами, а узлы обозначены кружками. Для задания исходной информации нумеруют узлы, кольца и ответвления в произвольном порядке. Направления обхода ответвлений принимают от узла с меньшим номером к узлу с большим номером, или от узла к свободному концу. На структурной схеме направления обхода показаны стрелками. Участки нумеруют таким образом, чтобы в пределах каждого ответвления номера участков возрастали от узла с



меньшим номером к узлу с большим номером. На черт.16 номера ответвлений показаны римскими цифрами, номера участков - арабскими, номера узлов написаны в кружках, а возле квадратов приведены номера колец. На количество колец, ответвлений и участков ограничения не накладываются.

После построения расчетной и структурной схем корпуса автоклава приступают к заданию входной информации для расчета его напряженно-деформированного состояния.

2.1.4.10. Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.6.

Таблица 6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
В х о д н ы е    п а р а м е т р ы			
	NU	Число узлов в структурной схеме	
	NK	Число колец в структурной схеме	
	NO	Общее число участков в структурной схеме	
	ND	Число исходных данных (для участка оболочки), определяющих геометрию срединной поверхности и притоки температуры ( $ND = 6$ , если температурное воздействие отсутствует, $ND = 10$ , если задано температурное поле)	
	KO	Число ответвлений в структурной схеме	

Продолжение табл. 6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
P	NH	Число различных толщин участков (число участков оболочек, толщин которых не повторяются)	
	NQ	Число различных поверхностных нагрузок на участки оболочки, включая нулевую нагрузку, если таковая имеется	
	NT	Число температур, при которых заданы свойства материала (для промежуточных температур ЭМ определяет свойства материала при помощи линейной интерполяции). Если зависимость свойств материала от температуры не задана, то $NT = 1$	
	NM	Число материалов, из которых состоит рассматриваемая конструкция	
	KNL	Число ненулевых компонент граничных условий, заданных на свободных концах ответвлений	
W	NW	Константа, задаваемая равной 0	
$\Omega$	WW	Ускорение силы тяжести в направлении оси $\chi$ (для горизонтальных автоклавов $WW = 0$ , для вертикальных автоклавов при учете силы тяжести $WW > 9,81$ )	

Продолжение табл.6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	MG	Масштаб выдачи напряжений на печать. После умножения на MG печатаются целые части чисел. Расчетные напряжения равны отпечатанным, деленным на MG. При $MG = 1$ напряжения будут выданы в МПа без дробной части чисел.	
	NKU(NU)	Массив целых чисел, представляющих собой номера колец в узлах конструкции. Задают в порядке нумерации узлов. Если кольцо в узле отсутствует, задают номер, равный 0.	
	H(NH,2)	Массив численных значений различных толщин участков оболочек. Для каждого участка, толщины которого еще не встречаются среди заданных, задают толщины в начале и в конце участка. Порядок перебора участков произволен	м
	Q(NQ,2)	Массив численных значений различных поверхностных нагрузок, приведенных к срединной поверхности и направленных по нормали к ней. Нагрузка положительно, если направлена вправо при движении вдоль меридиана и по направлению	МПа

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
t	$E(4 \cdot NM + 1, NT)$	<p>обхода ответвления. Для каждого участка, величина поверхностей нагрузки которого еще не встречалась ранее, задают поверхностные нагрузки в начале и в конце участка. В перечень включают и нулевую нагрузку</p> <p>Массив численных значений механических и физических свойств материалов, из которых изготовлены элементы конструкции</p> <p>В первой строке массива приводят приращения температур (по отношению к нормальной температуре), при которых заданы свойства материалов.</p> <p>Во 2+5 строках массива в указанном ниже порядке приводят свойства материалов при заданных приращениях температур:</p>	$^{\circ}\text{C}$
$\alpha$	AA	коэффициент линейного температурного расширения материала,	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
E	AE	модуль упругости материала,	МПа
$\nu$	AN	коэффициент Пуассона материала,	
$\rho$	AR	плотность материала.	МПа.с <sup>2</sup> .м <sup>-2</sup>
		<p>Для каждой величины отводят одну строку массива. При отсутствии температурного поля (<math>ND = 0</math>) AA = 0, при исчислении</p>	

Продолжение табл. 5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		( $ww = \emptyset$ ), $AR = \emptyset$ . После задания свойств одного материала для тех же температур задают свойства следующего материала	
	DD(NO, ND)	Данные, определяющие геометрию меридиана участков, а также приращения температур участков по отношению к нормальной температуре. Каждая строка массива - данные одного участка, которые задают в следующем порядке:	
	RM	радиус кривизны меридиана или длина полуоси эллипса, параллельная оси $z$ . Для прямолинейного меридиана условно принято $RM = \emptyset$ ;	
	RNO } ZNO }	координаты начальной точки участка оболочки с прямолинейным меридианом или координаты центра участка оболочки с криволинейным меридианом;	
	RKO } ZKO }	координаты конечной точки участка оболочки с прямолинейным меридианом или углы, отложенные в направлении обхода оболочки от оси $z$ до радиусов-векторов, проведенных из центра дуги криволинейного меридиана соответственно в начальную и конечную точки окружности, определяющей криволинейный	

Продолжение табл. 6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	$EL$	участок меридиана (черт. 15б, в). Углы положительны, если откладывается от оси $Z$ против часовой стрелки; коэффициент эллиптичности дуги меридиана, $EL = R/\bar{r}$ (черт. 16в). Для прямолинейного меридиана $EL = 0$ , дуги окружности $EL = 1$ , стандартного эллиптического дуги $EL = 0,5$	м, град.
$t_n^+, t_n^-$	$\left. \begin{matrix} TNL \\ TNP \end{matrix} \right\}$	Приращение температуры (по отношению к нормальной температуре) левой и правой поверхности при движении вдоль меридиана в направлении обхода ответвления (в начале участка)	$^{\circ}C$
$t_k^+, t_k^-$	$\left. \begin{matrix} TKL \\ TKP \end{matrix} \right\}$	То же в конце участка Если $ND = 6$ , то $TNL, TNP, TKL, TKP$ не записываются	$^{\circ}C$
	$HL(KNL)$	Массив ненулевых компонент граничных условий на свободных концах ответвлений. Если $KNL = 0$ , массив не задает. Порядок задания компонент для каждого ответвления следующий: $M_r, U, H_r, U, V_r, W$ . Компоненты задают в порядке чисел ради ответвлений	



Продолжение табл.6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	DK(NK,9)	Массив числовых данных колец. Массив задают, если $NK \neq 0$ . Каждая строка массива представляет данные одного кольца. Данные задают в порядке нумерации колец. Для каждого кольца должны быть заданы величины в следующем порядке:	
$R_k$	RK	координаты центра кольца;	м
$z_k$	zk		
$F^*$	FK	геометрические характеристики кольца;	м
$S^*$	SK		
$J^*$	FF		м <sup>2</sup>
$t_k$	TK	приращение температуры центра кольца по отношению к нормальной, усредненное по площади кольца;	°C
$M^*$	PM	интенсивность внешнего момента, приложенного к кольцу. $PM > 0$ , если вращает сечение кольца по часовой стрелке;	МН
$H^*$	PH	интенсивность радиальной нагрузки, приложенной к кольцу. $PH > 0$ , если направлено вдоль положительного направления оси $r$ ;	МН/м
$A^*$	PV	интенсивность осевой нагрузки, приложенной к кольцу. $PV > 0$ , если направлена вдоль положительного направления оси $z$	МН/м

Продолжение табл. 6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	NMK (NK)	Массив номеров материалов колец. Массив задают, если $NK \neq 0$ . Материалы нумеруют в порядке задания их свойств в массиве E	
	MO (N.O.2)	Массив пар целых пятизначных чисел, причем каждая пара (строка) чисел относится к одному участку. Первое пятизначное число определяет соответствие каждому участку номеров материала, толщины и нагрузки, заданных в массивах E, H, Q и состоит из:	
	NMO	номера материала оболочки в массиве (одна цифра);	
	NHO	номера толщины оболочки в массиве (две цифры);	
	NQO	номера поверхностной нагрузки на оболочку в массиве Q (две цифры) Второе пятизначное число определяет количество шагов интегрирования дифференциальных уравнений для данного участка и частоту выдачи на печать результатов расчета и состоит из:	
	N	числа шагов интегрирования дифференциальных уравнений для каждого участка ( $N = 10+30$ для коротких, $N = 30+100$ для средних и	

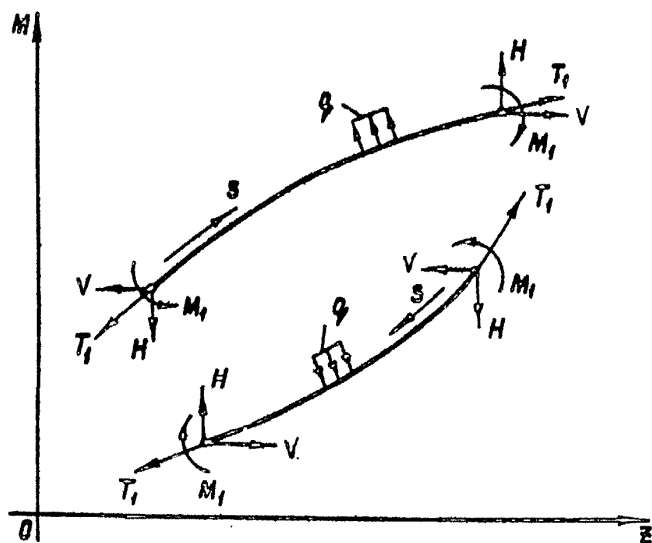
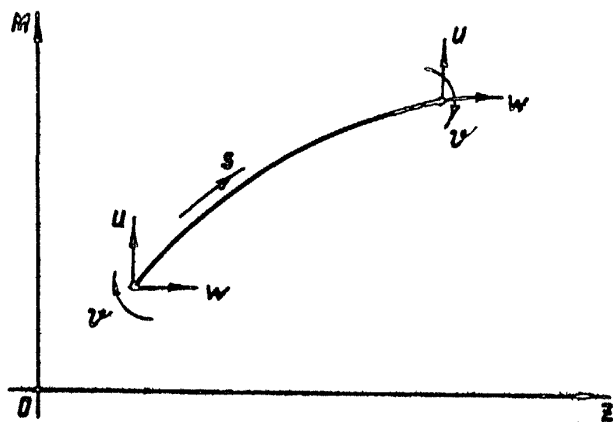
Продолжение табл.6

наименование в документах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица измерения
	NR	N = 100+200 для относительно длинных оболочек) (3 цифры); числа шагов интегрирования, через которое выдаются на печать результаты расчета для каждого участка (2 цифры)	
	KOD (к0,2)	Массив пар целых пятизначных чисел, определяющий структуру соединения ответвлений, количество участков в ответвлении, а также соответствие каждому ответвлению номеров колец и компонент граничных условий на свободных концах ответвлений. Каждая строка массива, состоящая из двух пятизначных чисел, относится к одному ответвлению. Структура задания данных в массиве KOD следующая:  Первое пятизначное число состоит из:	
	KEO	количества участков в ответвлении (1 цифра);	
	NUN	номер узла в начале ответвления (2 цифры);	
	NUL	номера узла в конце ответвления, если NUL ≤ 24, или признака заданных компонент граничных условий на конце ответвления, если NUL > 24 (2 цифры); для задания	

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		<p>признака компонент компонентам граничных условий на конце ответвления в порядке их следования ставится в соответствие I, если они заданы, и <math>\emptyset</math> в противном случае. Полученное двоичное число разбивают на две части по 3 разряда, переводят в восьмеричную систему и записывают в качестве <i>NVL</i>.</p> <p>Второе пятизначное число состоит из:</p>	
	NH <sub>L</sub>	<p>признака ненулевых компонент из заданных компонент на конце ответвления (I цифра). Если конец под-соединен к узлу, то NH<sub>L</sub> = <math>\emptyset</math>. Если конец ответвления свободен, заданным компонентам граничных условий в порядке их следования, отличным от нуля, ставят в соответствие I, а равным нулю ставят в соответствие <math>\emptyset</math>. Полученное число из двоичной системы переводят в восьмеричную и записывают в качестве NH<sub>L</sub> ;</p>	
	NK <sub>L</sub>	<p>номера кольца в конце ответвления. Если кольцо отсутствует, то NK<sub>L</sub> = <math>\emptyset</math> (2 цифры);</p>	
	NNO	<p>номера участка в массиве DO , с которого начинается данное ответвление (2 цифры)</p>	

Продолжение табл. 6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
В ы х о д н ы е   п а р а м е т р ы			
$x$	$X$	<p>Независимая переменная интегрирования дифференциальных уравнений оболочки.</p> <p>Для прямолинейного меридиана это расстояние от начальной точки участка до рассматриваемой в направлении обхода.</p> <p>Для криволинейного меридиана это угол от радиуса-вектора, определяющего начальную точку участка, до радиуса-вектора, определяющего рассматриваемую точку.</p> <p>Угол откладывается в направлении обхода участка и является положительным, если обход участка производится против часовой стрелки (черт.16)</p>	<p>м</p> <p>град</p>
$M_1, M_2$	$M1, M2$	<p>Интенсивность изгибающих моментов относительно срединной поверхности, действующих соответственно в меридиональном и окружном направлении. Изгибающие моменты положительны, если они растягивают волокна слева от срединной поверхности при движении вдоль меридиана в направлении обхода отсчитывая (черт.17)</p>	МПа



Черт. I7

Продолжение табл. 6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
$H, V$	$H, V$	Интенсивность соответственно радиальной и осевой составляющих внутренних усилий, действующих в меридиональной плоскости. Усилия положительны на площадке с нормалью, совпадающей с направлением обхода, если их направления совпадают с направлениями осей координат $\xi$ и $\eta$ , а на площадке с нормалью, противоположной направлению обхода, положительны, если направлены против осей $\xi$ и $\eta$ (черт. I7)	МН/м
$T, T_2$	$T_1, T_2$	Интенсивность соответственно касательной и окружной составляющих внутренних усилий, действующих в меридиональной плоскости. Усилия положительны, если вызывают растяжение срединной поверхности (черт. I7)	МН/м
$u, w$	$U, W$	Перемещения точки меридиана по направлению $\xi$ и $\eta$ соответственно. Перемещения положительны, если совпадают с направлением осей $\xi$ и $\eta$ (черт. I7)	м
$\varphi$	$\Psi$	Угол поворота элемента меридиана оболочки. Угол положительный, если вращение происходит по часовой стрелке (черт. I7)	...°

Продолжение табл. 6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
$\sigma_2^+, \sigma_2^-$	G2L, G2P	Окружные напряжения соответственно на левой и правой поверхностях оболочки при движении вдоль меридиана в направлении обхода ответвления. Растягивающие напряжения положительны, а сжимающие отрицательны.	МПа
$\sigma_1^+, \sigma_1^-$	G1L, G1P	Меридиональные напряжения соответственно на левой и правой поверхностях оболочки при движении вдоль меридиана в направлении обхода ответвления Растягивающие напряжения положительны, а сжимающие отрицательны	МПа
$\sigma_{i, max}$	GI	Максимальное значение интенсивности напряжения на поверхности оболочки. $\sigma_{i, max}$ положительное, если максимальное значение интенсивности напряжений находится на левой поверхности оболочки и отрицательное - если на правой поверхности оболочки при движении вдоль меридиана в направлении обхода ответвления.	МПа

2.1.4.II. Описание и исходный текст программы SNELL  
приведены в этом пункте ниже.

Программа составлена на языке Р4 /I ОС ЕС (версия 6.1 ).



```

24 161 0/K */
SHELL PROC OPTIONS(MAIN)
DCL (NN,WW,MC,G1L,G2L,G1P,G2P,G1I,G2I) BIN FLOAT(2)
GET LIST (NU,NK,NO,ND,KO,NH,NO,NT,NH,KNL,NW,WW,MC) CALL RO1
RO1 PROC: DCL (H(NH,2),Q(NQ,2),E(4*MM+1,NT),DO(ND,ND),DK(NK,9),HL(KNL),
BIN FLOAT(2)) DCL (NMK(NK),NMU(NU)) BIN FIXED(15) DCL (MO(ND,2),KOD(KO),
2) DEC FIXED(5) DCL (SU(3*NU,3*NUL),RSU(3*NU),IFMO,FM,F4,F3,F2,F1,F0) (6)
7) (NN,NK,ON,R4,S,X,PR,PZ,OS,DI,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,RK,ZK,FK,SK,FF)
TK,PH,PH,PV,R4,ZK,T,AA,AA,AE,AR,DT,PI,HX,C,D,PVX,PMX,T1,E1,T2,M2,L3,3)
(P13,7),RIKO,3,7),A(4),B(4),D(4),A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8) BIN FLOAT(53)
DCL (KR(8,3)) BIN FIXED(15) DCL (Z1,Z2) DEC FIXED(9)
GET LIST (NKU,M,Q,E,DO) IF KNL=0 THEN GET LIST (M) IF NK=0 THEN
GET LIST (DK,NMK)
PUT DATA (NU,NK,NO,ND,KO,NH,NO,NT,NH,KNL,NW,WW,MC) PUT EDIT (MACCMB NMU
,NK) (SKIP,A,26 F(4)) PUT EDIT (MACCMB M) (SKIP,A) PUT EDIT (M) (SKIP,
E(12,3)) PUT EDIT (MACCMB Q) (SKIP,A) PUT EDIT (Q) (SKIP,18 E(12,3))
DATA (E) (SKIP) PUT EDIT (MACCMB DO) (SKIP,A)
PUT EDIT (DO) (SKIP,IND) E(12,3)
IF KNL=0 THEN DO1 PUT EDIT (MACCMB HL) (SKIP,A) PUT EDIT (HL)
(SKIP,18 E(12,3)) END IF NK=0 THEN DO1 PUT EDIT (MACCMB DK) (SKIP,A)
PUT EDIT (DK) (SKIP,9 E(12,3)) PUT EDIT (MACCMB NMK,NMK) (SKIP,A,25 F(3))
END
GET LIST (MC,KOD)
PUT EDIT (MACCMB MO) (SKIP,A) PUT EDIT (MO) (SKIP,20 F(6))
PUT EDIT (MACCMB KOD) (SKIP,A) PUT EDIT (KOD) (SKIP,20 F(6))
A(1)=R(1),B(2)=2,A(2)=-1,C(1)=2,S1A=3,A8=2,A7=SQR(C(1)),C(2)=1-A7
C(3)=1-A7,C(4)=C(1)/A(1),B(3)=21-A7-A8,B(4)=-A8*(A8+A1)+A7,A1=SRT(A8)
A(3)=A1-A8,A(4)=-A8*(A8+A1),A6=19,A5=9/A6,A2=-59,A1=55/A2,A3=37/A2
A3A3=-3/9,A6=3,8,A7=-5,AR=C(4)/4,KR=3,KR(2,3),KR(3,2),KR(4,2),KR(4,3)
KR(5,1),KR(6,1),KR(6,3),KR(7,1),KR(7,2),KR(8,1),KR(8,2),KR(8,3)=1
A1=-3,8,A2=-2,375
A1,3,14159265358,KA=MM*PI/32,3,KHL=1,NRU=1,SU=2,RSU=2,KF=0,KS=7
IF NK=0 THEN GO TO MO1 DO I=1 TO NUL
I2=NMU(I) IF I2=0 THEN GO TO HK1 CALL FK1 TK=TK,NMC=NMK(I2) CALL HE1
D1=AA*AE+T*RK(I)=11-11*3+1,D2=AR*RK+FK,RSU(13,2)=KK=D2+PV*RK,RSU(13
)=D1,SK=PH*RK+AR=NM*MM*RK*RK*RK*SK,RSU(13,1)=PH*AR,D2=NA+YH=D1*FK
SU(13,1)=-AE*DK(12,5) SU(13,13+1)=AE*DK(12,4) SU(13+1,13)=AE*DK(12,
4) SU(13+1,13-1)=-AE*DK(12,3) HK1 END
MO1 I2=KOD(NRU,1) KEO=Z1/10000 I2=Z1/1000 NUN=I2*KEO*100 NUL=Z1*I2*
100 Z=KOD(NRU,2) NHL=Z/10000 I2=Z/1000 NKL=I2*NHL*100 NNO=Z*I2*100

```

```

FM(4,4)=1; FM(5,5)=1; FM(6,6)=1; ENDI ELSE GO TO M8I 00000042
M11NR0=1; IF NKN=0 THEN GO TO M8I CALL M8I IF KP=0 THEN GO TO M21I 00000043
FM(1,3)=ZX-DKINKN;2; FM(1,5)=DKINKN;1; ORX; FM(4,2)=FM(1,3); FM(6,2)= 00000044
-FM(1,5); GO TO M3I 00000045
M8I CALL M8I; M3IK1=1; K2=1; K4=10; K5=6; K6=0; K3=1; 00000046
M4IFMO=0; FO=1; K2, K3=1; M5; CALL MPI IF K1=0 THEN GO TO M6IO; DO I=1 TO 6; 00000047
DO J=1 TO M5; FO(I,J)=A(K3)+FO(I,J)+R(K3)+MO(I,J)+FO(I,J)+DSOF(I,J); 00000048
FM(1,J)=FM(1,J)+C(K3)+FO(I,J)+MO(I,J); ENOI ENOI K3=K3+1; K2=K2+1 00000049
IF K2=0 THEN X=X+DS/2; IF K3=4 THEN GO TO M8I M1=1; GO TO M4I 00000050
M6IO IF KP=0 THEN GO TO M22I M7IF K5=N THEN GO TO M7I K5=K5+1; K4=K4+1; 00000051
IF K4=2 THEN GO TO M8I; K1=0; CALL M5I GO TO 6I M10K1=1; FMO=FMI 00000052
CALL M4I CALL M5I X=X+DS; CALL MPI CALL MAUI GO TO M5I 00000053
M11IF K6=K5+NR THEN DOI IF KP=0 THEN CALL MPI ENOI IF NR0=KEN 00000054
THEN DOI NR0=NR0+1; GO TO M8I ENOI IF KP=0 THEN DOI IF NKL=0 THEN DOI 00000055
NMO=NRK; NKL=1; NZ=NR; CALL MKI; TKI CALL MEIO; FX=ACI 00000056
D4=SK+AE; D5=FFAE; D6=AA+T+AE+RK; D1=RX+HK; D2=Z+ZX; DO I=1 TO 7; 00000057
FM(1,I)=FM(1,I)-FM(3,I)+D2+FM(5,I)+0; FM(4,I)=FM(4,I)+FM(2,I)+D2; 00000058
FM(6,I)=FM(6,I)-FM(2,I)+D1; IF NUL=24 THEN DOI FM(3,I)=FM(3,I)+FM(2,I)+ 00000059
D4+FM(4,I)+D3; FM(1,I)=FM(1,I)-FM(4,I)+D4+FM(2,I)+D5; IF I=7 THEN DOI 00000060
D7=AP+RK; RKID8=D7+NY+NR; RKID9=D8+SKID8+DB+FKID7+D7+MW+FKIFM(1,I)=FM(1,I)+ 00000061
I+D6+SK+PM+RK+D9; FM(3,I)=FM(3,I)+D6+FK+PM+RK+DB; FM(5,I)=FM(5,I)+PYARK; 00000062
D7; ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI ENOI 00000063
I=NR/10+1; I2=NUL+1; I=1; I0=1; IF NUL=24 THEN DOI I=1; J=1; IF KR(1,I)=0 00000064
THEN I=1; CALL MH; I=3; J=2; IF KR(1,I)=2 THEN I=1; I=1; CALL MH; I=5; 00000065
J=3; IF KR(1,2)=0 THEN I=1; I=1; CALL MH; ENOI P=0; 00000066
FM(1,5)=1; P(2,6)=1; P(3,7)=1; J=1; I=2; IF (NUL=24) & (KR(1,2)=0) THEN 00000067
I=1; CALL MH; J=2; I=4; IF (NUL=24) & (KR(1,2)=0) THEN I=5; CALL MH; 00000068
J=3; I=6; IF (NUL=24) & (KR(1,2)=0) THEN I=5; CALL MH; 00000069
L(1,2)=L(1,2)/L(1,1); L(1,3)=L(1,3)/L(1,1); DO I=1 TO 7; P(1,I)=P(1,I)+ 00000070
I/L(1,1); ENOI L(2,2)=L(2,2)+L(1,2); L(1,2)=L(1,2)+L(1,3)+L(1,1)+L(1,2)+ 00000071
I DO I=1 TO 7; P(2,I)=P(2,I)+P(1,I); L(2,3)=L(2,3)+L(2,2); ENOI L(2,3)=L(2,3)/L(2,2); 00000072
DO I=1 TO 7; P(2,I)=P(2,I)/L(2,2); ENOI L(3,2)=L(3,2)+L(1,2)+L(1,3); 00000073
L(3,3)=L(3,3)+L(1,3)+L(1,1); DO I=1 TO 7; P(3,I)=P(3,I)+P(1,I)+L(1,2)+ 00000074
L(1,3)+L(1,1)+L(1,2); DO I=1 TO 7; P(3,I)=P(3,I)+P(2,I)+L(1,2)+L(1,3)+ 00000075
P(1,1)/L(1,3); ENOI DO I=1 TO 7; P(2,I)=P(2,I)+P(1,I)+L(1,2)+L(1,3)+P(1,1)+ 00000076
P(1,3)+L(1,1)+P(2,I)+L(1,2); ENOI I=(NUN-1)+3; I2=(NUL-1)+3; 00000077
DO K=1 TO 3; DO I=1 TO 3; SU(1,K)=1; SU(1,K)=1; SU(1,K)=1; SU(1,K)=1; IF NUL= 00000078
25 THEN DOI SU(1,K)=1; SU(1,K)=1; SU(1,K)=1; SU(1,K)=1; SU(1,K)=1; 00000079
I2=1; FM(2,K)=1; P(1,4)=FM(2,K)+1; P(2,4)=FM(2,K)+1; P(3,4)=1; 00000080
ENOI ENOI SU(1,K)=RSU(1,K)+PMK(4); IF NUL=25 THEN RSU(1,K)=RSU(1,K)+ 00000081

```

```

END1 R(NRU,1)=P(2,1) 00000083
IF NRU=K0 THEN DO1 NRU=NRU+1 GO TO M011 END1 ELSE I1=NU+3 00000084
I1=1 D1=1 MS1 D2=SQR(ABS(SU(1,1))) DO J=1 TO I1 SU(1,J)=SU(1,J)/ 00000085
D21 RND1 RSU(1)=RSU(1)/D21 IF I=1 THEN GO TO MS31 I=I+1 K=1 00000086
MS21 D3=SU(K,1)*SIGN(SU(K,K)) DO J=1 TO I1 SU(1,J)=SU(1,J)+D3*SU(K,J) 00000087
IEND1 RSU(1)=RSU(1)+D3*RSU(K,1) K=K+1 IF K=1 THEN GO TO MS21 GO TO MS1 00000088
MS31 RSU(1)=RSU(1)/SU(1,1) IF I=1 THEN GO TO MS51 K=1 I=I+1 00000089
MS41 RSU(1)=RSU(1)*SU(1,K)*RSU(K,1) K=K+1 IF (K=1) THEN GO TO MS41 00000090
GO TO MS31 MS51 KF=1 NRU=1 MS=1 PUT EDIT (RSU(1),SKIP,12 E(10,3)) 00000091
PUT EDIT (I X G1 G2 G1 Y U 00000092
W T1 T2 M1 M2 V M*) (SKIP,4) 00000093
GO TO M011 00000094
M131 IF NRU=K0 THEN GO TO M11 ELSE NRU=NRU+1 GO TO M011 00000095
M21 D1=ZX+DK(NKN,2) D2=RX+DK(NKN,1) FM(1,1)=FM(1,1)+FM(3,1)*D1= 00000096
FM(5,1)*D21 FM(4,1)=FM(4,1)+FM(2,1)*D1 FM(6,1)=FM(6,1)+FM(2,1)*D2 00000097
GO TO M31 00000098
M221 IF K=K6 THEN CALL MFI GO TO M71 00000099
M81 I=(NNU-1)*3+1 FM(2,1)=RSU(1) FM(4,1)=RSU(1) FM(6,1)=RSU(1+2) 00000100
FM(1,1)=R(NRU,1,4)+R(NRU,1,1)*FM(2,1)+R(NRU,1,2)*FM(4,1)+R(NRU,1,3)*FM 00000101
(6,1) FM(3,1)=R(NRU,2,4)+R(NRU,2,1)*FM(2,1)+R(NRU,2,2)*FM(4,1)+R(NRU 00000102
2,3)*FM(6,1) FM(5,1)=R(NRU,3,4)+R(NRU,3,1)*FM(2,1)+R(NRU,3,2)*FM(4,1)+ 00000103
R(NRU,3,3)*FM(6,1) IF NUL<25 THEN DO1 I=(NUL-1)*3+1 D1=RSU(1) D2= 00000104
RSU(1+1) D3=RSU(1+2) FM(1,1)=FM(1,1)+R(NRU,1,5)*D1+R(NRU,1,6)*D2+ 00000105
R(NRU,1,7)*D3 FM(3,1)=FM(3,1)+R(NRU,2,5)*D1+R(NRU,2,6)*D2+R(NRU,2,7)* 00000106
D3 FM(5,1)=FM(5,1)+R(NRU,3,5)*D1+R(NRU,3,6)*D2+R(NRU,3,7)*D3 END1 00000107
GO TO M11 00000108
M11 PROC1 I3=(NNU-1)*4+21 IF NT=1 THEN DO1 AA=E(13,1) AN=E(13+1,1) 00000109
AE=E(13+2,1) AR=E(13+3,1) GO TO M111 END1 I4=1 00000110
M221 IF (I4+1,5-NT<E(14,1)-E(1,14+1)>3) THEN DO1 I4=I4+1 GO TO M221 END1 00000111
D1=(E(1,14)+E(1,14+1)+E(1,14+2)+E(1,14+3)+E(1,14+4)+E(1,14+5)+E(1,14+6)+ 00000112
E(1,14+7)+E(1,14+8)+E(1,14+9)+E(1,14+10)+E(1,14+11)+E(1,14+12)+E(1,14+13)+ 00000113
E(1,14+14)+E(1,14+15)+E(1,14+16)+E(1,14+17)+E(1,14+18)+E(1,14+19)+E(1,14+20)+ 00000114
E(1,14+21)+E(1,14+22)+E(1,14+23)+E(1,14+24)+E(1,14+25)+E(1,14+26)+E(1,14+27)+ 00000115
E(1,14+28)+E(1,14+29)+E(1,14+30)+E(1,14+31)+E(1,14+32)+E(1,14+33)+E(1,14+34)+ 00000116
E(1,14+35)+E(1,14+36)+E(1,14+37)+E(1,14+38)+E(1,14+39)+E(1,14+40)+E(1,14+41)+ 00000117
E(1,14+42)+E(1,14+43)+E(1,14+44)+E(1,14+45)+E(1,14+46)+E(1,14+47)+E(1,14+48)+ 00000118
E(1,14+49)+E(1,14+50)+E(1,14+51)+E(1,14+52)+E(1,14+53)+E(1,14+54)+E(1,14+55)+ 00000119
E(1,14+56)+E(1,14+57)+E(1,14+58)+E(1,14+59)+E(1,14+60)+E(1,14+61)+E(1,14+62)+ 00000120
E(1,14+63)+E(1,14+64)+E(1,14+65)+E(1,14+66)+E(1,14+67)+E(1,14+68)+E(1,14+69)+ 00000121
E(1,14+70)+E(1,14+71)+E(1,14+72)+E(1,14+73)+E(1,14+74)+E(1,14+75)+E(1,14+76)+ 00000122
E(1,14+77)+E(1,14+78)+E(1,14+79)+E(1,14+80)+E(1,14+81)+E(1,14+82)+E(1,14+83)+ 00000123
E(1,14+84)+E(1,14+85)+E(1,14+86)+E(1,14+87)+E(1,14+88)+E(1,14+89)+E(1,14+90)+

```



Объем требуемой памяти - 130 Кб, время счета ~ 60 с.

Пакет перфокарт формируется в следующем порядке:

1. Карта JOB , содержащая шифр задания и пользователя, курсы памяти и т.п.
2. // ☐ EXEC ☐ P414FCLG
3. // P414 SY5IN ☐ DD ☐ \*
4. Колода перфокарт с текстом программы SHEL
5. // GO SY5IN ☐ DD ☐ \*
6. Колода перфокарт исходных данных для пакета задач.
7. //

ЗЕМ вводит колоду перфокарт, выполняет трансляцию, редактирование программы и расчет всех вариантов.

Исходные данные каждого варианта должны содержать нужное количество чисел, так как неиспользованные данные одного варианта перейдут в следующий, а недостающие будут заимствованы из следующего, и вследствие этого произойдет аварийный останов ЗЕМ или выдача ошибочных результатов. Окончание счета всегда происходит по концу файла, т.е. по нехватке информации (отсутствию перфокарт) для следующего варианта.

Расчет и выдача на печать результатов расчета производится по участкам в направлении их обхода. Обход участков производится в порядке нумерации ответвлений, а в пределах ответвления - в порядке возрастания номеров участков.

Пример расчета приведен в справочном приложении 6.

2.1.5. Влияние овальности на напряжения в корнях автоклавов следует учитывать в соответствии с пп.2.1.5.1...2.1.5.4.

2.1.5.1. Метод расчета позволяет оценить напряжения в корпусе автоклава в зависимости от заданной (допустимой) овальности при соотношениях между толщиной стенки и радиусом срединной поверхности круговой цилиндрической оболочки

$$\frac{b}{R_0} \leq 0,06 \text{ (черт.18)}.$$

2.1.5.2. Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.7.

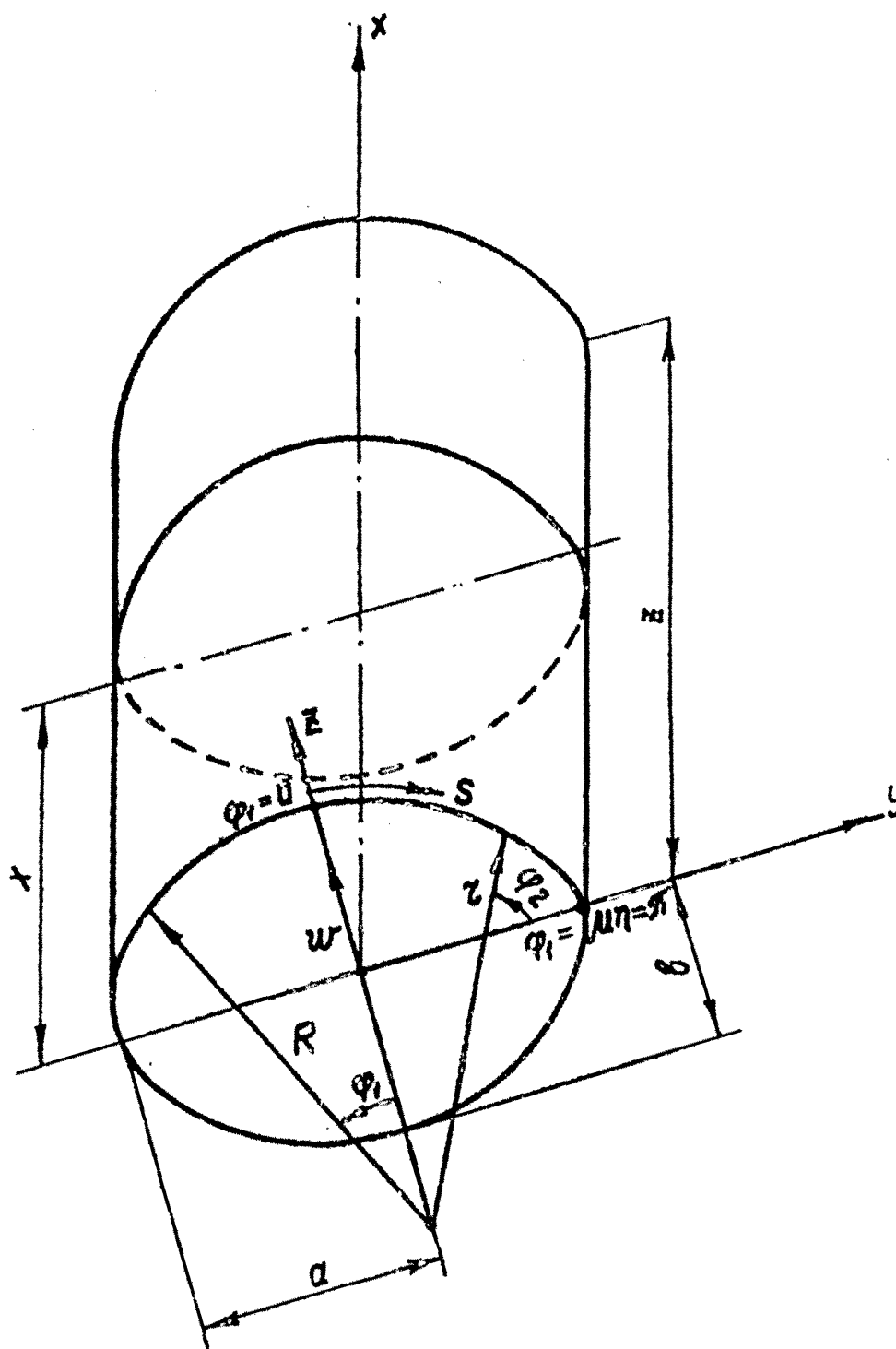
Таблица 7

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица измерения
------------------------	-------------------------	-----------------------	-------------------

Входные параметры

$p$	$P$	Внутреннее избыточное давление в корпусе автоклава	МПа
$p_0$	$P_0$	Рекомендуемый для циклического расчета шаг по давлению ( $p_0 = 0,1$ МПа)	МПа
$\varepsilon$	$E\%$	Овальность поперечного сечения корпуса при $p = 0$	%
$\varepsilon_0$	$\varepsilon_0$	Рекомендуемый для расчета шаг по овальности ( $\varepsilon_0 = 0,1$ %)	%
$E$	$E$	Модуль продольной упругости материала корпуса автоклава при расчетной температуре	МПа
$\nu$	$\nu$	Коэффициент Пуассона материала корпуса автоклава	
$\delta$	$\delta$	Толщина стенки оболочки корпуса	м

ИЛ 26-01-87-86 ОТО. 18



черт. 18

Продолжение табл. 7

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
$L$	$L$	Длина цилиндрической оболочки корпуса (без байонетных фланцев и днищ)	м
$a$	$A$	Большая полуось овала	м
$b$	$B$	Малая полуось овала	м
$r, R$		Радиусы кривизны овальной поверхности	м
$R_0$		Радиус срединной поверхности круговой цилиндрической обечайки корпуса	м
$x, S$	$X$	Соответственно осевая $X$ и окружная $S$ координаты исследуемого сечения в автоклаве	м
$\xi, \eta$		Соответственно осевая $\xi$ и окружная $\eta$ координаты, приведенные к безразмерному виду	
$\varphi_1, \varphi_2$		Центральные углы	...°

## В ы х о д н ы е   п а р а м е т р ы

$T_1(\xi, \eta), T_2(\xi, \eta)$		Мембранные усилия на единицу длины соответственно в меридиальном и кольцевом направлениях	Н/м
$M_1(\xi, \eta), M_2(\xi, \eta)$		Изгибающие моменты на единицу длины соответственно в меридиальном и кольцевом направлениях	Н
$w(\xi, \eta)$	$w$	Радиальные перемещения	м



Продолжение табл.7

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
$\sigma_1^b(\xi, \eta)$ $\sigma_1^m(\xi, \eta)$	$\sigma_1^b$ $\sigma_1^m$	Меридиональные напряжения соответственно на внутренней и наружной поверхностях корпуса автоклава	МПа
$\sigma_2^b(\xi, \eta)$ $\sigma_2^m(\xi, \eta)$	$\sigma_2^b$ $\sigma_2^m$	Кольцевые напряжения соответственно на внутренней и наружной поверхностях корпуса автоклава	МПа

2.1.5.3. Алгоритм расчета влияния овальности на напряжения в корпусах автоклавов следующий.

Расчет полуосей овала  $a$  и  $b$  при  $p = 0$  и заданной овальности  $\varepsilon$  производят по следующим эмпирическим зависимостям, полученным в результате обработки данных измерений натурных автоклавов

$$a = (1 + 5 \cdot 10^{-3} \varepsilon) R_0,$$

$$b = (1 - 5 \cdot 10^{-3} \varepsilon) R_0,$$

$$\varepsilon = \frac{2(a - b)}{a + b} \cdot 100 \%$$

Расчет вспомогательных величин и коэффициентов производят по формулам:

$$R = \frac{a^2}{b}, \quad \eta = \frac{b^2}{a}, \quad \xi = \frac{x}{R}, \quad \eta = \frac{y}{R};$$

Стр. 126 РД 26-01-87-86

$$\varphi_1 = \arccos \frac{zb - Ra}{\sqrt{a^2 + b^2}(z - R)} + \arccos \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}},$$

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{2} - \varphi_1;$$

$$\alpha = \frac{\varphi_1 R}{\varphi_1 R + \varphi_2 z};$$

$$\rho_0 = 2 \left[ \alpha + \frac{z}{R} (1 - \alpha) \right];$$

$$K_0 = 2 \left[ \alpha + \frac{R}{z} (1 - \alpha) \right];$$

$$\rho_n = \frac{2}{\pi n} \left( 1 - \frac{z}{R} \right) \sin n \alpha \pi \quad (n = 1, 2, 3, 4, 5);$$

$$\mu = \frac{\pi R}{\varphi_1 R + \varphi_2 z};$$

$$\rho = \frac{1}{2} \rho_0 + \sum_{n=1}^5 \rho_n \cos n \mu \eta;$$

$$\lambda = \frac{\pi R}{L}, \quad A_0 = \frac{K_0}{\rho_0} - 2\lambda^2;$$

$$I_n = n^4 \mu^4 - A_0 n^2 \mu^2 + \lambda^4 \quad (n = 1, 2, 3, 4, 5);$$

$$B = \sqrt{12(1 - \nu^2)} \frac{R}{h};$$

$$G = \frac{4B^2}{\pi \lambda^2 (\lambda^4 \rho_0^2 + B^2)}; \quad X_0 = \frac{8\rho_0 B^2}{\pi (\lambda^4 \rho_0^2 + 4B^2)};$$

$$Y_0 = - \frac{4\rho_0^2 \lambda^2 B}{\pi (\lambda^4 \rho_0^2 + 4B^2)};$$

$$\chi_n = G \rho_n \lambda^2 (n^2 \mu^2 + \lambda^2) \frac{B^2 - I_n \rho_0^2}{I_n^2 \rho_0^2 + B^2 \lambda^4} \quad (n = 1, 2, 3, 4, 5),$$

$$Y_n = -G \rho_n (n^2 \mu^2 + \lambda^2) \frac{(I_n + \lambda^2) B \rho_0 \lambda^2}{I_n^2 \rho_0^2 + B^2 \lambda^4} \quad (n = 1, 2, 3, 4, 5)$$

Расчет усилий, моментов и радиальных перемещений производят по формулам

$$T_2(\xi, \eta) = R \rho \rho \left[ \frac{\lambda^2}{B} Y_0 + \sum_{n=1}^5 \frac{n^2 \mu^2 + \lambda^2}{B} Y_n \cos n \mu \eta + \frac{4}{\pi} \right] \sin \lambda \xi,$$

$$T_1(\xi, \eta) = R \rho \left[ X_0 + \sum_{n=1}^5 X_n \cos n \mu \eta \right] - T_2;$$

$$M_1(\xi, \eta) = \frac{R^2 \rho}{B} \left\{ \frac{(1-\nu)\rho}{B} \left[ \lambda^2 X_0 + \sum_{n=1}^5 (n^2 \mu^2 + \lambda^2) \right. \right.$$

$$\left. \left. X_n \cos n \mu \eta \right] - \nu (Y_0 + \sum_{n=1}^5 Y_n \cos n \mu \eta) \right\} \sin \lambda \xi,$$

$$M_2(\xi, \eta) = \frac{R^2 \rho}{B} \left\{ \frac{(\nu-1)\rho}{B} \left[ \lambda^2 X_0 + \sum_{n=1}^5 (n^2 \mu^2 + \lambda^2) \right. \right.$$

$$\left. \left. X_n \cos n \mu \eta \right] - \nu (Y_0 + \sum_{n=1}^5 Y_n \cos n \mu \eta) \right\} \sin \lambda \xi.$$

Расчет радиальных перемещений и напряжений производят по формулам

$$U(\xi, \eta) = \frac{R^2 \rho}{2 E h} \cdot \rho \left( 1 + \cos \frac{\eta \eta}{2} \right) \left[ X_0 + \sum_{n=1}^5 \left( 1 + \frac{n^2 \mu^2}{\lambda^2} \right) \right.$$

$$\left. \left. X_n \cos n \mu \eta \right] \sin \lambda \xi,$$

$$\sigma_1^u(\xi, \eta) = \frac{T_1(\xi, \eta)}{h} + \frac{6M_1(\xi, \eta)}{h^2};$$

$$\sigma_1^b(\xi, \eta) = \frac{T_1(\xi, \eta)}{h} - \frac{6M_1(\xi, \eta)}{h^2};$$

$$\sigma_2^u(\xi, \eta) = \frac{T_2(\xi, \eta)}{h} + \frac{6M_2(\xi, \eta)}{h^2};$$

$$\sigma_2^b(\xi, \eta) = \frac{T_2(\xi, \eta)}{h} - \frac{6M_2(\xi, \eta)}{h^2}.$$

Расчет на ЭВМ радиальных перемещений  $w(\xi, \eta)$  и напряжений  $\sigma_1^u(\xi, \eta)$ ,  $\sigma_1^b(\xi, \eta)$ ,  $\sigma_2^u(\xi, \eta)$ ,  $\sigma_2^b(\xi, \eta)$  проводят для фиксированных поперечных сечений корпуса при значениях  $\xi_i = \frac{x_i}{R} = \cos \varphi_i$ .

2.1.5.4. Описание программы АВТОСЛАВ и инструкции по ее эксплуатации изложены в этом пункте ниже.

Программа составлена на языке Фортран для машины ЕС-1022. Оперативная система ОС. Версия 4.1. Объем памяти - 102 Кб. Время счета ~ 1 мин 16 с.

Перед работой установить пакет на перфокарточное устройство ввода.

Состав пакета:

// JOB \_ JOB

// \_ EXEC \_ FORTGCLG

//SYN \_ DD \_ \*

```

0001 C      РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АВТОКЛАВА
0002 140    PRINT 150
0003 150    FORMAT(1H1)
0004      PRINT 130
0005      READ(5,120,END=160)NK
0006 120    FORMAT(13:
0007         DIMENSION XN(5),UN(5),SSI(5),RI(5),RN(5)
0008         REAL L
0009 10      READ(30,A,RI,L,N,L,V,E,P,X
0010 100     FORMAT(2F7.4,F6.3,F3.0,F5.2,F10.1,F6.3,F6.3)
0011      PRINT300
0012      300  FORMAT(40X,7HTАБЛИЦА: /,20X,10НРЕЗУЛЬТАТЫ:2X,7НРАСЧЕТА:2X,
0013          *10ННАПРЯЖЕНИЯ:2X,1НН:2X,8НОВАЛЬНАЯ:2X,8НБОЛОЧКЕ: /,
0014          *20X,9НАСТОКЛАВА:8X,1Н:,2X,8НТОЛЩИНОЙ:2X,8НСТЕНКИ:2X,1Н: /,
0015          *20X,1НН:2X,6НУЧЕТОН:2X,8НДЕЙСТВИЯ:2X,1ННВНУТРЕННЕГО:2X,
0016          *8НДАВЛЕНИЯ)
0017 130    FORMAT(177777)
0018      PRINT600
0019 600    FORMAT(//,2X,1Н:,12НОВАЛЬНОСТЬ:1Н:,7НБОЛЬШАЯ:1Н:,2X,5ННАЛА
0020          *1Н:,9НДАВЛЕНИЕ:1Н:,6НЦЕНТР.:1Н:,11НПЕРЕМЕЩЕНИЕ:1Н:,
0021          *1X,14НМЕРИДОНАЛЬНЫЕ:1X,10ННАПРЯЖЕНИЯ:1X,1Н:,2X
0022          *9НКОЛЬЦЕВЫЕ:1X,10ННАПРЯЖЕНИЯ:3X,1Н:, /,
0023          *2X,1Н:,3X,3НН:2X,4X,1Н:,7НПОЛУОСЬ:1Н:,
0024          *1НПОЛУОСЬ:1Н:,1X,7НН:1НН:1Н:,
0025          *1X,4НУГОЛ:1X,1Н:,2Н--:
0026          *9Н-----,1Н:,27Н-----,1Н:,
0027          *25Н-----,1Н: /,
0028          *2X,10Н:10X,1Н:,2X,4НН:1Н,1X,1Н:,2X,4НН:1Н,1X,1Н:,
0029          *3X,1Н:,2X,4Н,РАД:1Н:,11X,1Н:,
0030          *12ННА НАРУЖНОЙ:1Н:,14ННА ВНУТРЕННЕЙ 1Н:,
0031          *11ННА НАРУЖНОЙ:1Н:,13ННА ВНУТРЕННЕЙ:1Н: /,
0032          *2X,1Н:,10Н-----,1Н:,7Н-----,1Н:,7Н-----,1Н:,
0033          *1Н-----,1Н:,6Н-----,1Н:,11Н-----,1Н:,
0034          *12НПОВЕРХНОСТИ:1Н:,14Н ПОВЕРХНОСТИ:1Н:,
0035          *11НПОВЕРХНОСТИ:1Н:,13Н ПОВЕРХНОСТИ:1Н: /,
0036          *2X,1Н:,10X,1Н:,7X,1Н:,7X,1Н:,8X,1Н:,6X,1Н:,11X,1Н:,
0037          *9X,4НННА:1Н:,9X,5НННА:1Н:,
0038          *7X,4НННА:1Н:,8X,5НННА:1Н:)
0039      PRINT 700
0040 700    FORMAT(2X,35Н-----,

```

```

*28H-----
*550-----
0017      500  FORMAT(1H+,39X,F6.4,1X,F11.5,1X,F12.5,1X,
0018          *F14.5,1X,F11.5,1X,F13.5,1X,/)
0019      400  FORMAT(5X,F7.5,1X,2(1X,F7.5),3X,F4.1,3X)
0020          PI=3.14159
0021          K2=1
0022          NC1=1
0023          NC2=1
0024          SWO=0
0025          SWP=0
0026          SHC1=0
0027          SHP1=0
0028          SBO1=0
0029          SBP1=0
0030          SHO2=0
0031          SHP2=0
0032          SBC2=0
0033          SBP2=0
0034          P1=0.1
0035      20   R=A**2/B1
0036          R1=R1**2/A
0037          S1=X/R
0038          EP=200*(A-B1)/(A+B1)
0039          PRINT400,EP,A,B1,P1
0040          F11=ARCCOS((R1*B1-R*A)/(SQRT(A**2+B1**2))
0041          *-(R1-R11)*ARCCOS(A/SQRT(A**2+B1**2))
0042          F12=P1/2-F11
0043          AL=(F11*R1)/(F11*R+F12*B1)
0044          AK=2*(AL*R/R1)*(1-AL)
0045          RO=2*(AL*R1/R)*(1-AL)
0046          UM=(P1*R1)/(F11*R+F12*B1)
0047          DL=P1-R/L
0048          AO=AK/RO-2*DL**2
0049          R=SQRT(12*(1-UM)**2)*R/H
0050          S=(4*B**2)/(P1*DL**2*(DL**4*RO**2*B**2))
0051          OO 30  I=1,5
0052          RI(1)=(2*(1-R1/R1)*SIN(1*AL*PI))/(PI*PI)
0053          SSI(1)=1**4*UM**4-10*(1**2*UM**2*DL**2)
0054          UN(1)=-COS(11)*((1**2*UM**2*DL**2)

```

```

0053      * (SSI(I)+DL**4)*B=R0*DL**2/
      * ((SSI(I)**2+R0**2)+B**2+DL**4)
      XN(I)=C*RI(I)+DL**4*(I**2+UH**2+DL**2)*
      *(B**2-SSI(I)*R0**2)/(SSI(I)**2+R0**2+U**2+DL**4)
0054      CONTINUE
0055      KI=1
0056      X0=A+R0*B**2/(PI*(DL**4+R0**2+4*B**2))
0057      U0=-4+R0**2+DL**2*B/(PI*(DI**4+R0**2+4*B**2))
0058      T=0.0
0059      200  SH=0.0
0060      SM=0.
      DO 40 I=1,5
0061      SM=SM+RI(I)*COS(I*T)
0062      SH1=SM-(1+(I**2+UH**2)/DL**2)*XN(I)*COS(I*T)
0063      40  CONTINUE
0064      RR=0.5*R0+SH
0065      W=R**2+P*KR*(1+COS(T/2))*(X0+SH1)*SIN(DL*S1)/(2*E*H)
0066      SH1=0.0
0067      SM=0
0068      DO 60 I=1,5
0069      SM=SM*(I**2+UH**2+DL**2)*XN(I)*COS(I*T)
0070      SH1=SM+UN(I)*COS(I*T)
0071      60  CONTINUE
0072      V1=W**2+P/B
0073      D=D1**2+X0+SH
0074      D1=D0+SH1
0075      RM2=V1-((Y-1)*RR*D/B-D1)*SIN(DL*S1)
0076      RM1=V1-((1-Y)*RR*D/B-V*D1)*SIN(DL*S1)
0077      SM=0.
0078      SH1=0.
0079      DO 70 I=1,5
0080      SH=SH+((I**2+UH**2+DL**2)*UN(I)*COS(I*T))/B
0081      SH1=SH+XN(I)*COS(I*T)
0082      70  CONTINUE
0083      T2=R+P*RR*(DL**2+U0/B+SH+4/PI)*SIN(DL*S1)
0084      T1=R+P*(X0+SH1)-T2
0085      SCH1=T1/H+6*RM1/H**2
0086      SCH2=T2/H+6*RM2/H**2
0087      SCR1=T1/H-6*RM1/H**2
0088      SCR2=T2/H-6*RM2/H**2
0089

```

0090		NC2= NC2
0091		IF (NC2) 80, 75, 75
0092	80	=P1
0093		B1=P1+W
0094		TR=P
0095		SWO=SWO+W
0096		SHO1=SHO1+SGH1
0097		SBO1=SBO1+SGB1
0098		SR02=SBO2+SCB2
0099		IF (NC1.EQ.2) GO TO 85
0100		SHO2=SHO2+SGH2
0101		GO TO 95
0102	85	SHO2=SHO2-SGH2
0103	95	PRINT 'SWO,TP,SWO,SHO1,SHO1+SHO2,SBO2
0104		GO TO 200
0105	75	P1=P1+P
0106		TR=P1
0107		SWP=SWP+W
0108		SHP1=SHP1+SGH1
0109		SBP1=SHP1+SGB1
0110		SHP2=SHP2+SGH2
0111		IF (NC1.EQ.2) GO TO 115
0112		SBP2=SBP2+SGB2
0113		GO TO 125
0114	115	SBP2=SBP2-SGB2
0115	125	PRINT 'SWP,TP,SWP,SHP1,SHP1+SHP2,SBP2
0116		IF (NC1-NK) 110, 90, 90
0117	110	NC1=NC1+1
0118		A=A+W
0119		GO TO 20
0120	90	PRINT 130
0121		GO TO 140
0122	140	STOP
0123		END



исходный текст  
программы

/\*  
/GO. SYSIN \_ DD \_\*

блок исходных  
данных

/\*  
//

Результатом работы программы является распечатка результатов расчета на АШУ.

Исходные данные вводятся в ЭВМ в порядке и форматах, приведенных в табл.8.

Таблица 8

Обозначение в формулах	P	a	b	h	L	y	E	p <sub>1</sub>	x
Обозначение в программе	P	A	B1	H	L	V	E	P1	X
Формат	I3	F7.4	F7.4	F6.3	F3.0	F5.2	F10.1	F6.3	F6.3

Пример расчета приведен в справочном приложении 7.

## 2.1.6. Соединения с патрубками

2.1.6.1. Статический расчет на прочность узлов соединения обечаек корпусов (рубашек) с патрубками производится по ГОСТ 24755-81 с использованием метода расчета по предельным нагрузкам.

2.1.6.2. Расчет главных условных упругих напряжений, возникающих в узлах соединения обечаек корпусов (рубашек) с патрубками, производится по ОСТ 26-2096-83.

2.1.7. Конические, эллипсоидные и сферические переходы.

2.1.7.1. Статический расчет на прочность конических, эллипсоидных и сферических переходов, нагруженных внутренним избыточным давлением, производится по ОСТ 26-1207-81 с использованием метода расчета на прочность по допускаемым напряжениям.

2.1.7.2. Расчет главных условных упругих напряжений, возникающих в конических, эллипсоидных и сферических переходах, нагруженных внутренним избыточным давлением, производится по ОСТ 26-1207-81.

2.2. Выпуклые днища

2.2.1. Толщины стенок эллипсоидных и полусферических днищ рассчитывают по ГОСТ 14249-80.

2.2.2. Главные условные упругие напряжения в эллипсоидных днищах постоянной толщины, нагруженных внутренним избыточным давлением и растягивающим усилием  $\frac{Pa}{2}$ , определяют по формулам (черт. 19)

$$\sigma_{\theta} = \frac{N_{\theta}}{S} ; \quad \sigma_{\varphi} = \frac{N_{\varphi}}{S} ,$$

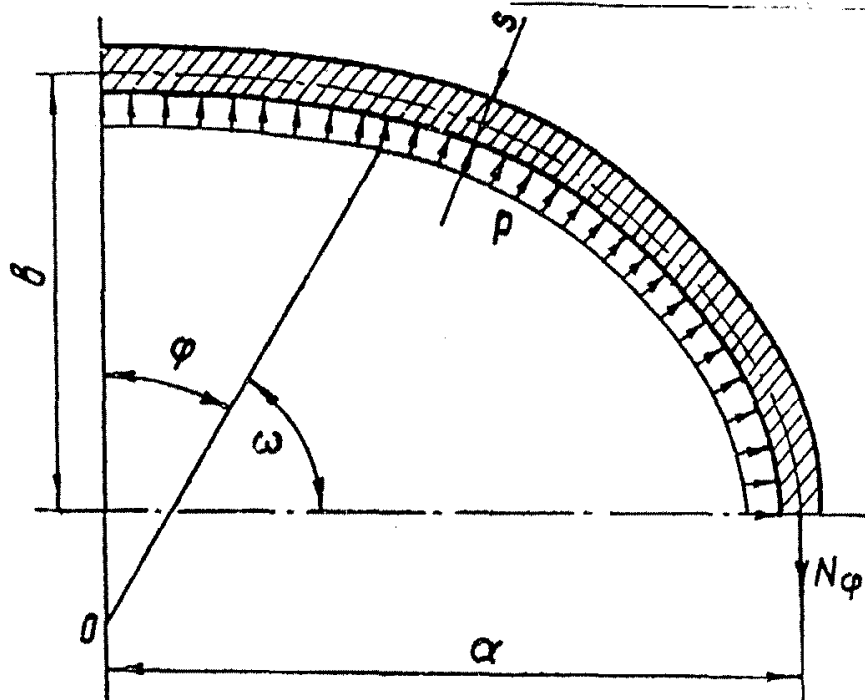
где

$$N_{\theta} = \frac{Pr_2}{2} \left( 2 - \frac{r_1}{r_2} \right) ,$$

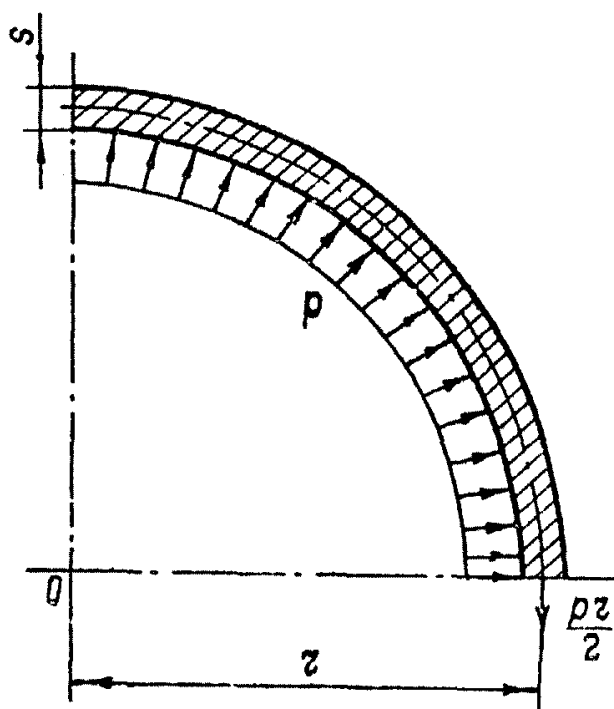
$$N_{\varphi} = \frac{Pr_2}{2} ,$$

$$r_1 = \frac{a^2}{b} \cdot \eta^3 ,$$

$$r_2 = \frac{a^2}{b} \cdot \eta ,$$



Черт. 19



Черт. 20

$$\eta = \left[ 1 + \left( \frac{a^2}{b^2} - 1 \right) \cos^2 \omega \right]^{-\frac{1}{2}},$$

$$\omega = \frac{\pi}{2} - \varphi.$$

2.2.3. Главные условные упругие напряжения в полусферических днищах постоянной толщины, нагруженных внутренним избыточным давлением и растягивающим усилием  $\frac{P_2}{2}$ , определяются по формуле (черт.20)

$$\sigma_\theta = \sigma_\varphi = \frac{P_2}{2s}.$$

2.2.4. Статический расчет на прочность узлов соединения выпуклых днищ с патрубками производят по ГОСТ 24755-81 с использованием метода расчета по предельным нагрузкам.

2.2.5. Расчет главных условных упругих напряжений, возникающих в узлах соединения выпуклых днищ с патрубками, производят по ОСТ 26-2096-83.

### 2.3. Фланцевые соединения

Расчет на прочность элементов фланцевых соединений и определение условных упругих напряжений, возникающих во фланцевых соединениях, производят по ОСТ 26-373-78.

### 2.4. Байонетные затворы.

#### 2.4.1. Типы байонетных затворов.

Байонетные затворы (быстродействующие устройства открывания и закрывания крышки) обеспечивают прочность и герметичность соединения крышки и корпуса автоклава.

Конструкции байонетных затворов автоклавов приведены на черт.21-28, где обозначено:

- 1 - кольцо байонетного фланца корпуса (крышки);
- 2 - конический элемент байонетного фланца;
- 3 - цилиндрический элемент байонетного фланца;
- 4 - цилиндрическая обечайка корпуса (цилиндрическая отбортовка днища крышки);
- 5 - эллипсоидная часть днища крышки;
- 6 - зуб байонетного фланца крышки;
- 7 - зуб байонетного фланца корпуса (байонетного кольца);
- 8 - байонетное кольцо;
- 9 - промежуточное кольцо;
- 10 - уплотнитель.

2.4.2. Байонетные затворы под действием внутреннего избыточного давления.

2.4.2.1. Условные обозначения (черт.21-28):

$P$  - внутреннее избыточное давление в корпусе автоклава, МПа;

$P_0$  - внутреннее избыточное давление на уплотнитель, МПа;

$D$  - внутренний диаметр цилиндрической обечайки корпуса автоклава, м;

$D'$  - внутренний диаметр уплотнителя, м;

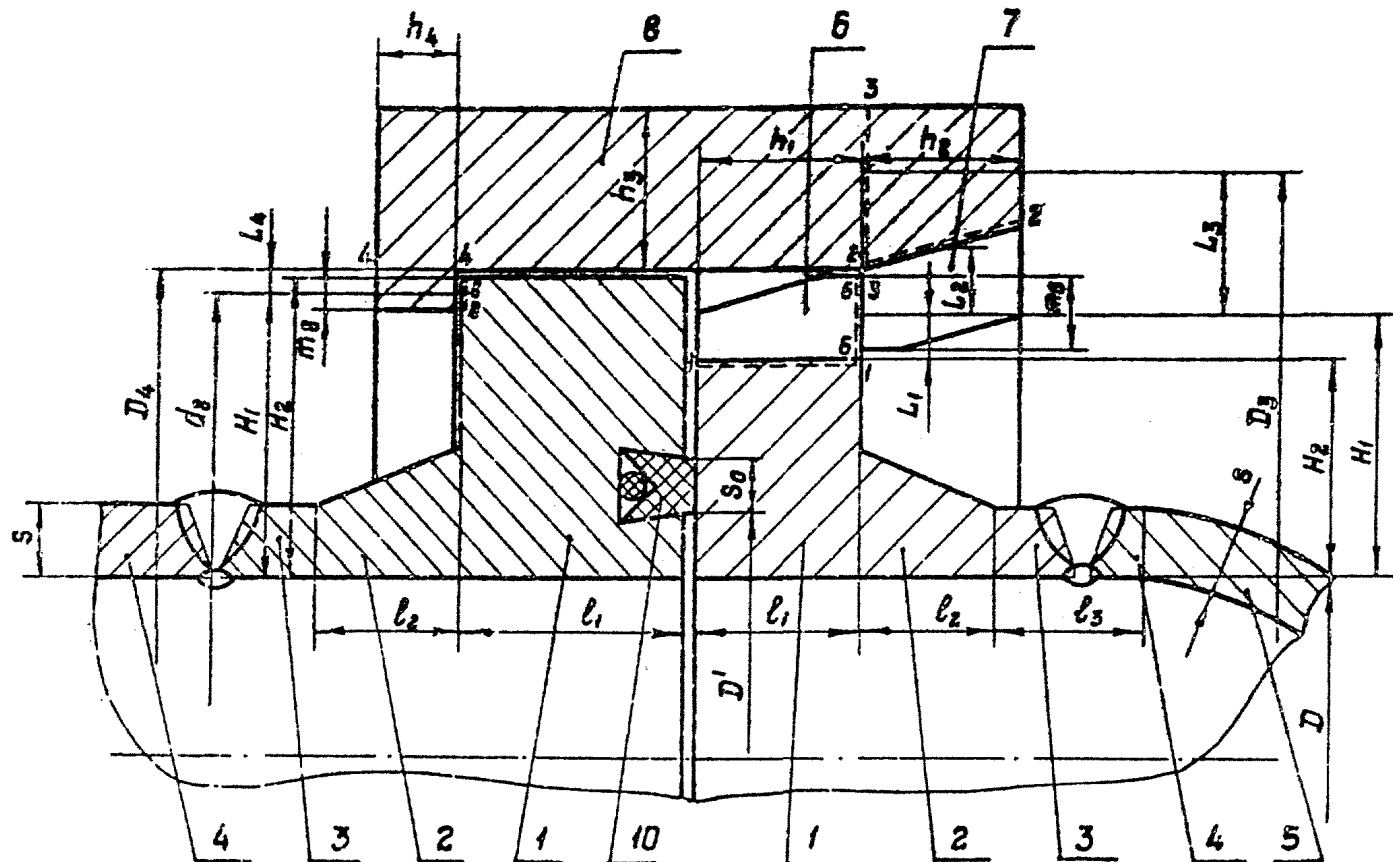
$D_i$  - средний диаметр  $i$ -го расчетного сечения, м;

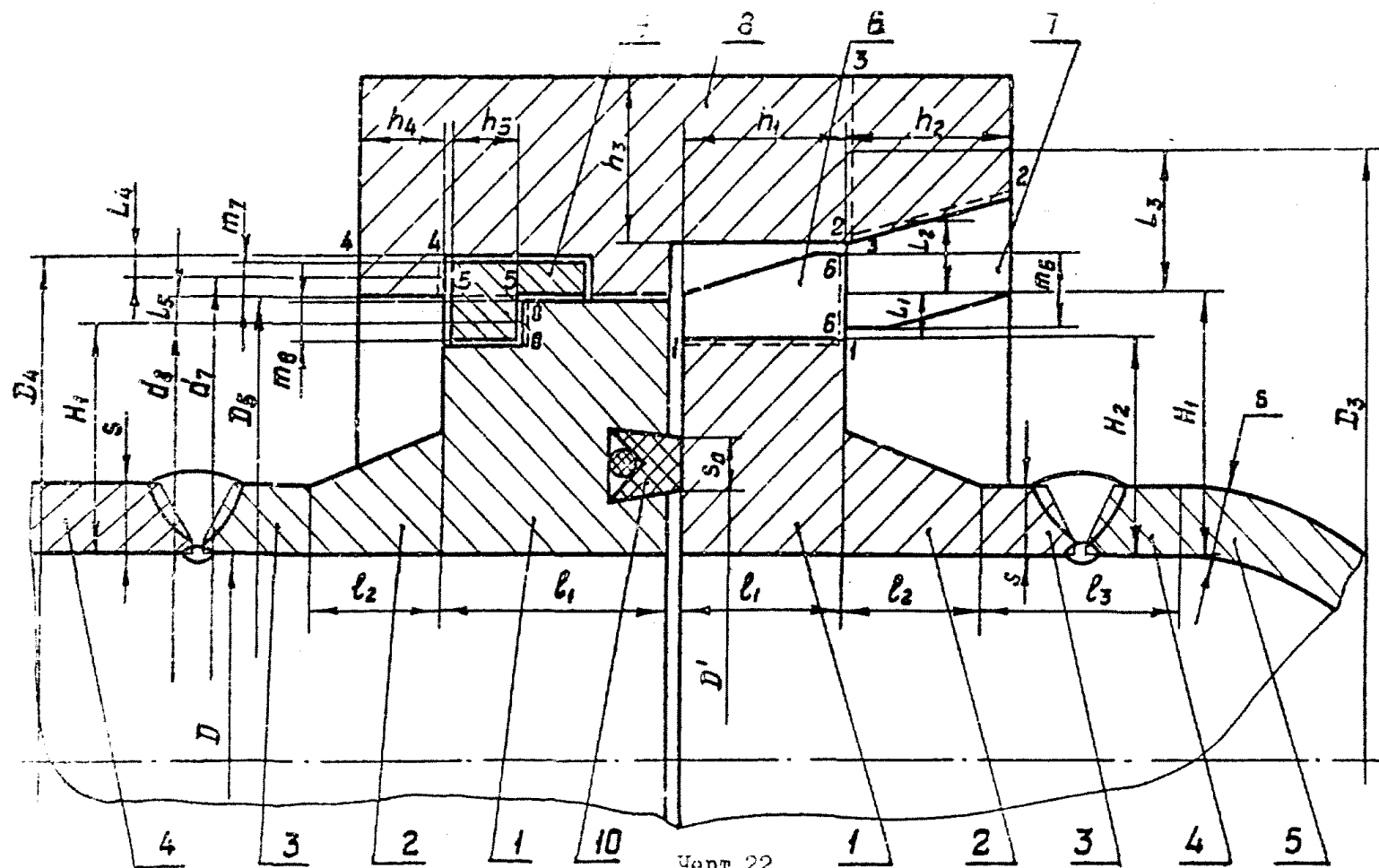
$d_i$  - средний диаметр  $i$ -й расчетной площадки контакта, м;

$\delta_i$  - толщина  $i$ -го расчетного сечения, м;

$L_i$  - плечо приложения нагрузки в  $i$ -м расчетном сечении, м;

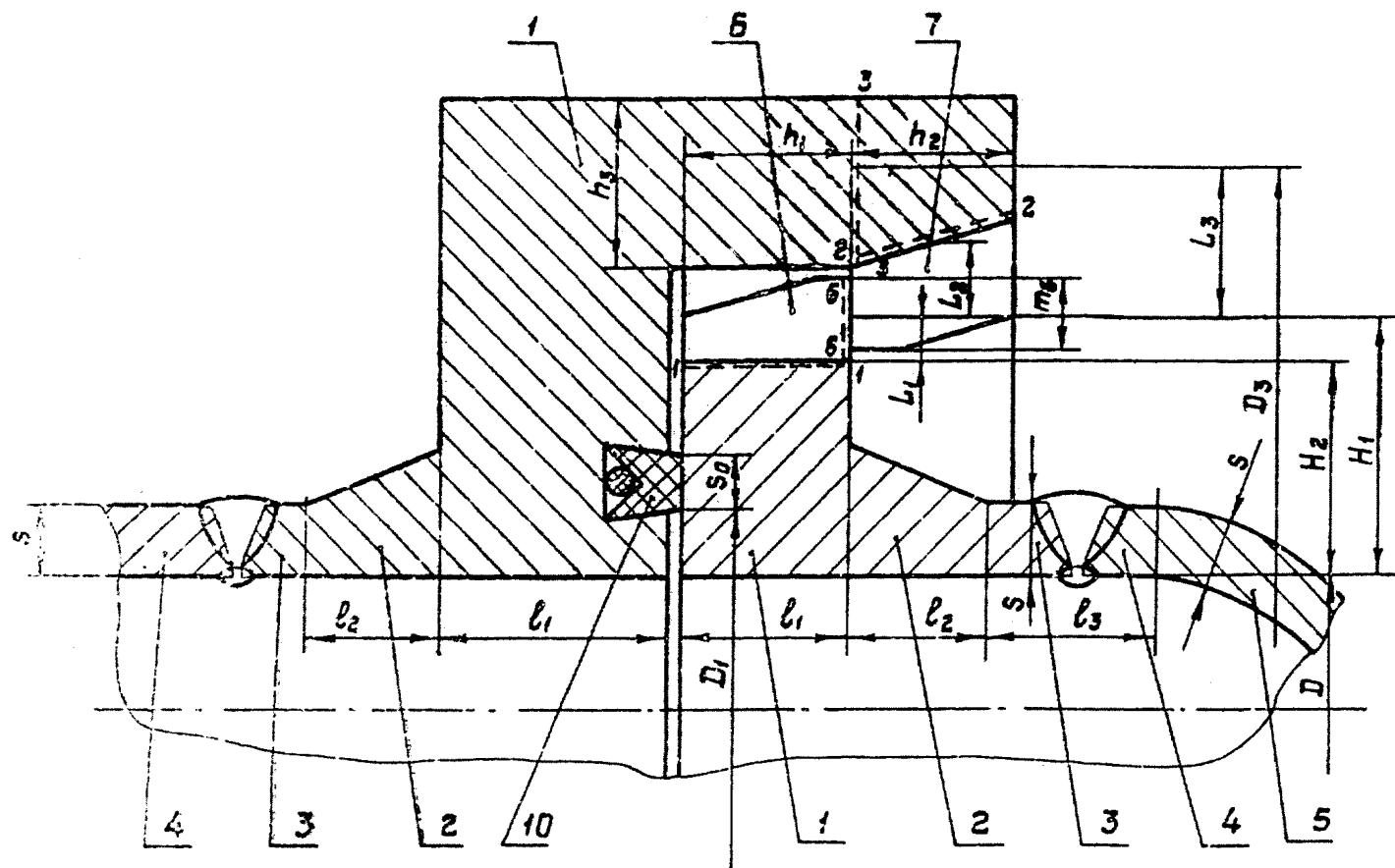
$m_i$  - ширина  $i$ -й расчетной площадки контакта, м;





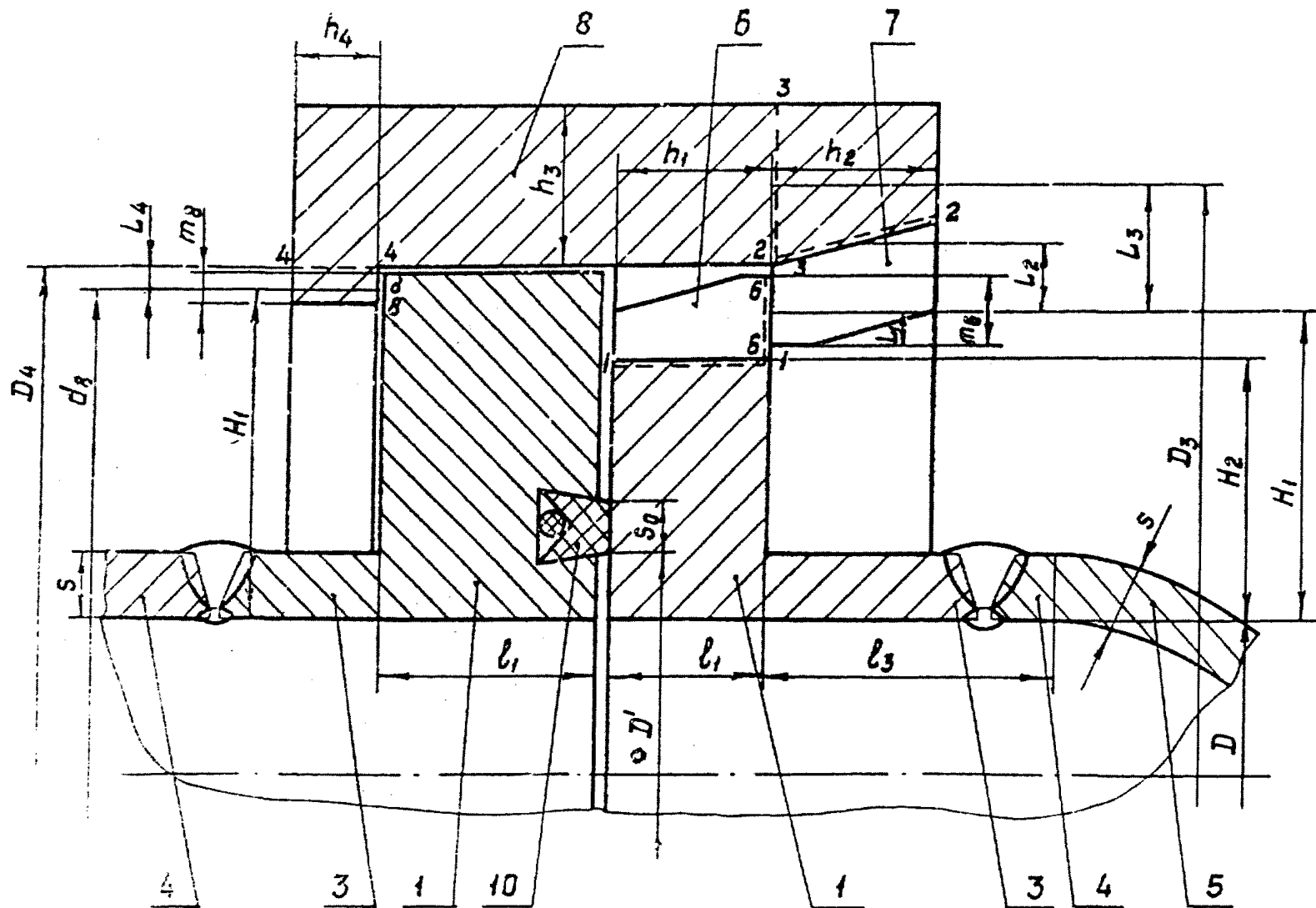
Черт. 22

PM 26-01-87-86 Стр. 109



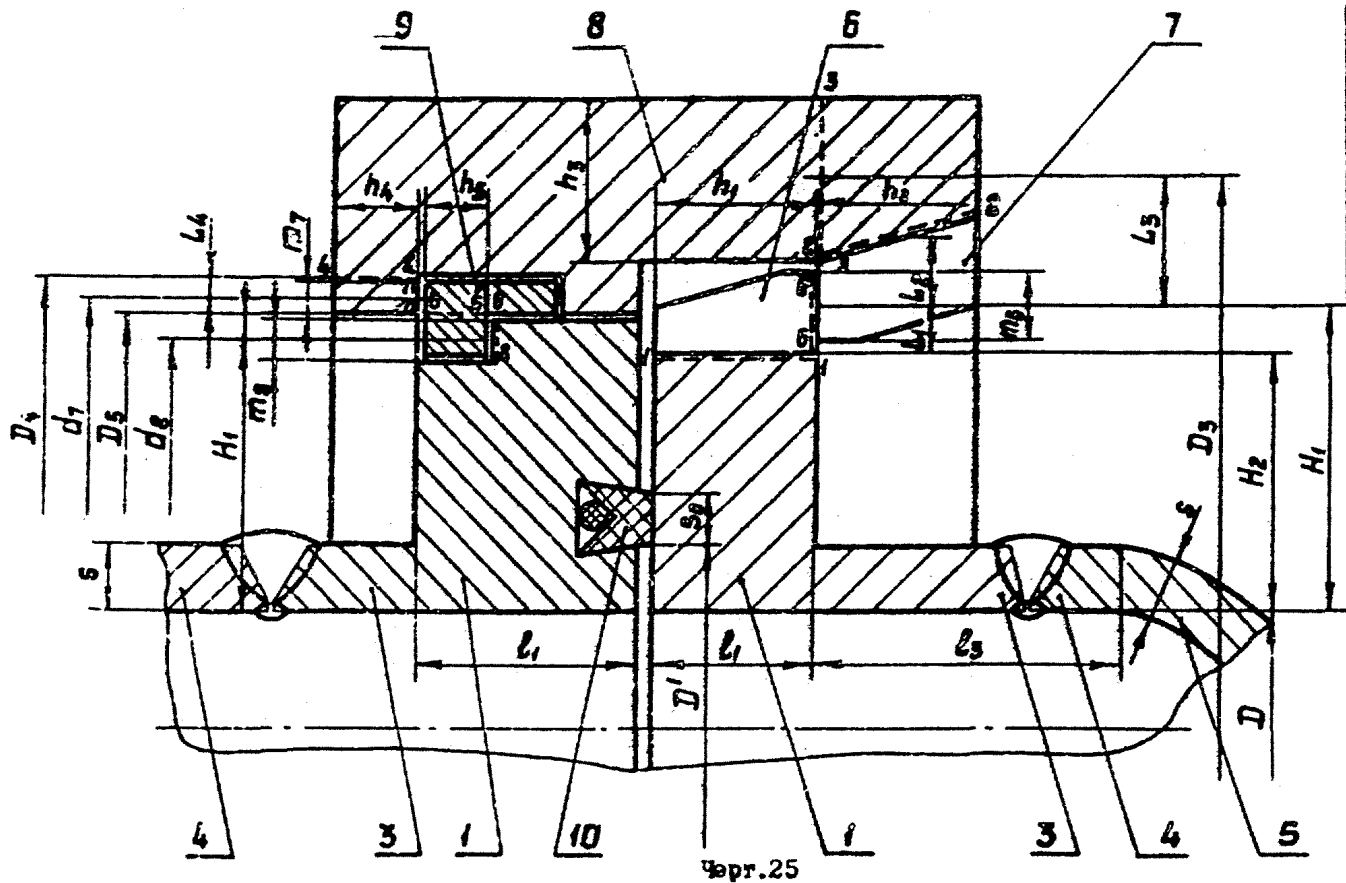
Черт. 23

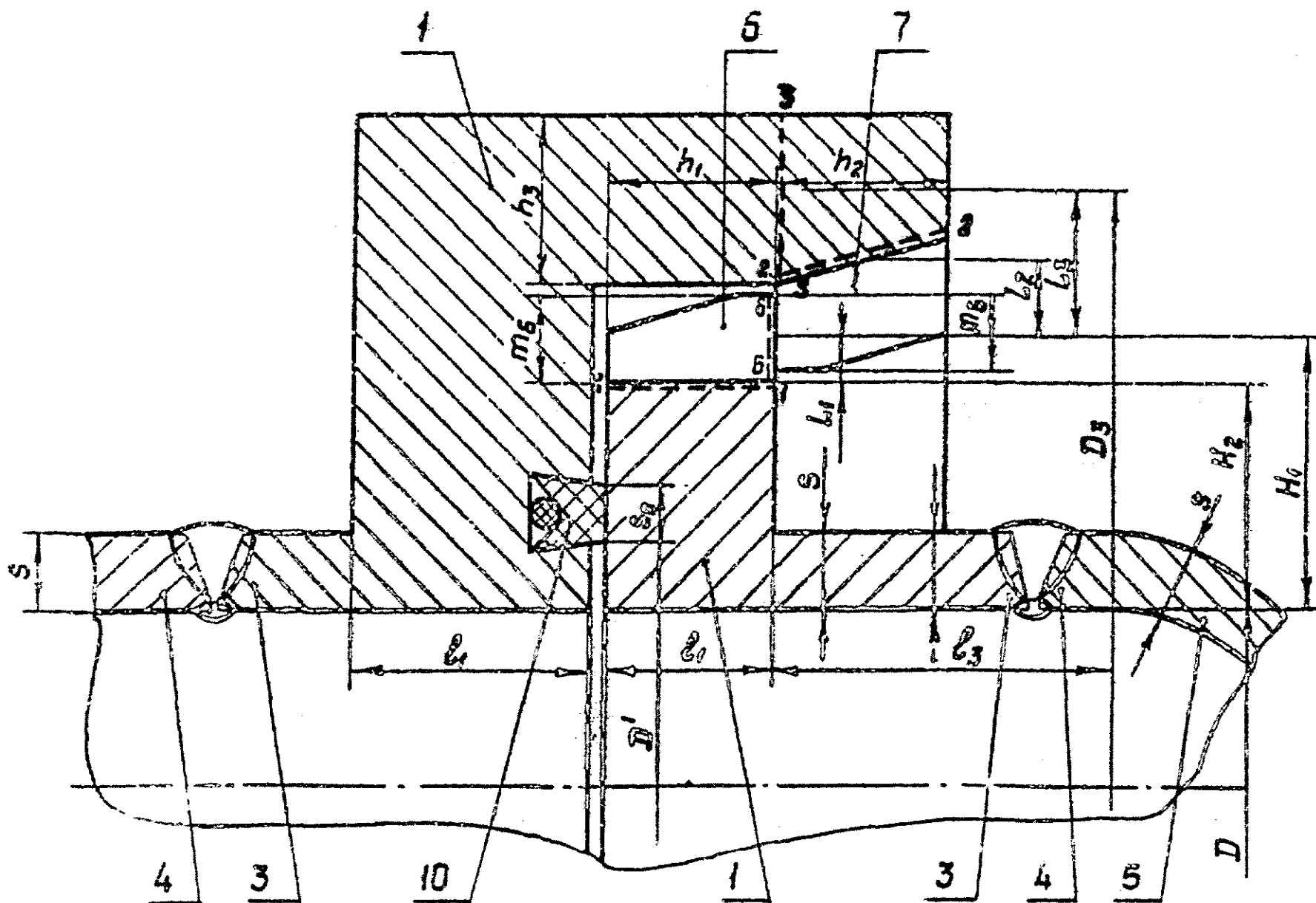




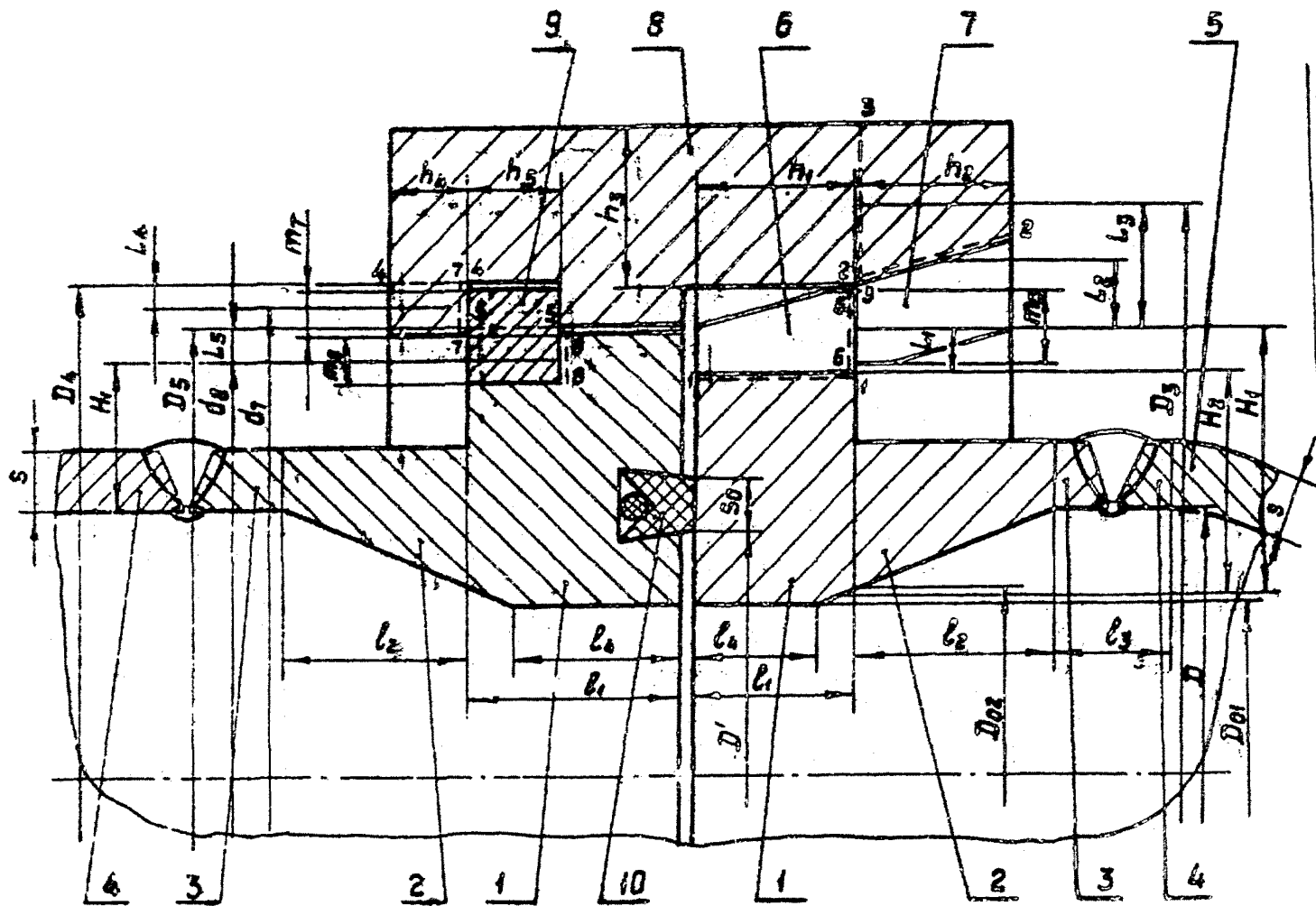
Черт. 24

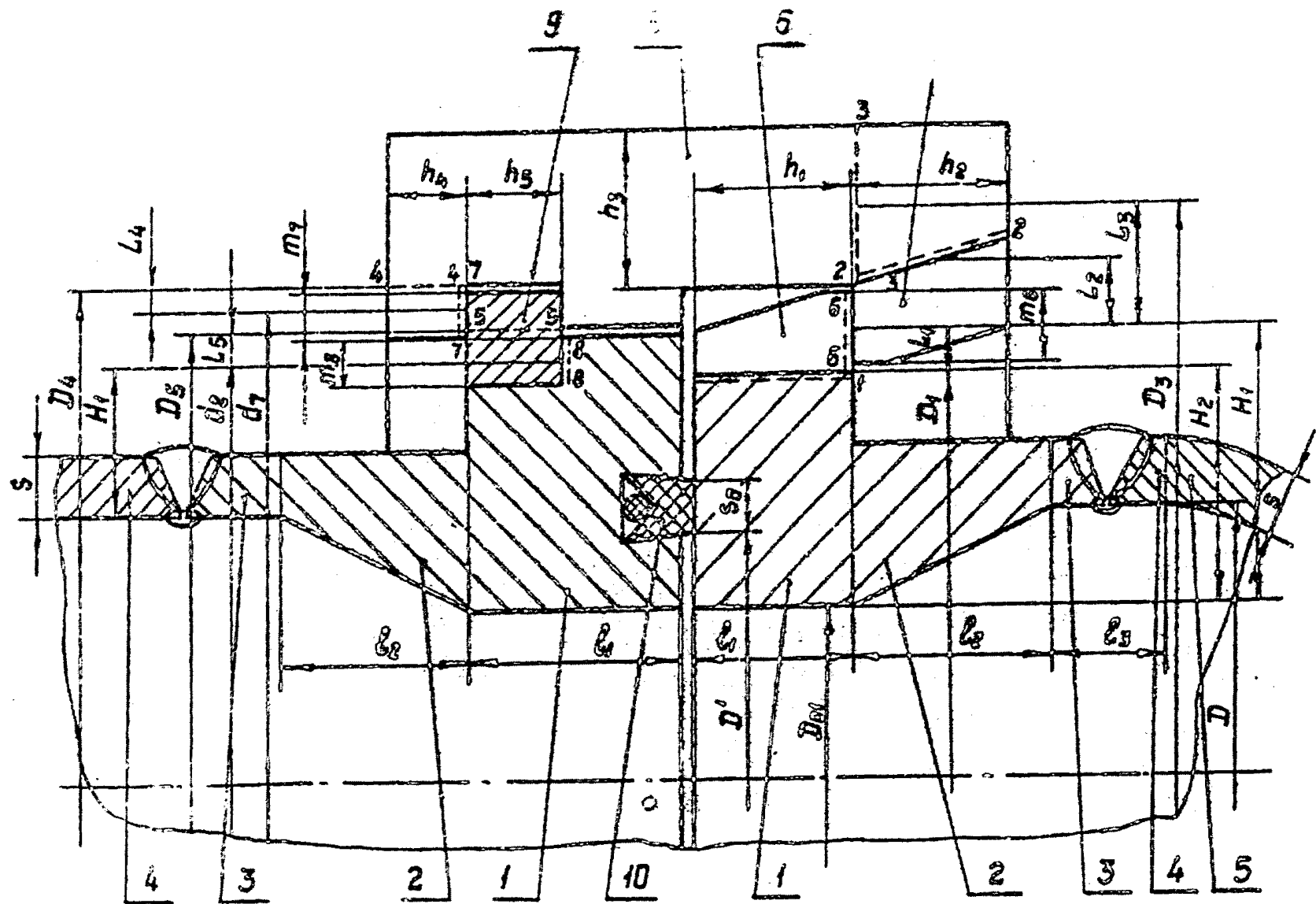
РМ 26-01-27-86 ЧРП.141





Фот. 26





Черт. 28

$S_0$  - ширина уплотнителя, м;

$S_u$  - исполнительная толщина стенки цилиндрической обечайки корпуса или цилиндрической отбортовки дна крышки автоклава, м;

$l_1$  - толщина кольца фланца корпуса (крышки) автоклава, м;

$l_2$  - длина конического элемента байонетного фланца, м;

$C$  - суммарная величина прибавки к толщине стенки для компенсации коррозии, эрозии, минусового допуска и технологическая, м;

$l_3$  - суммарная длина цилиндрического элемента байонетного фланца и цилиндрической отбортовки дна крышки, м;

$b$  - ширина зуба байонетного затвора в кольцевом направлении, м;

$H_1, H_2$  - линейные размеры в соответствии с черт. 21-28, м;

$D_{01}, D_{02}, l_4$  - линейные размеры в соответствии с черт. 27, 28, м;

$n$  - число зубьев;

$H$  - высота внутренней части эллипсоидного дна крышки, м;

$E$  - модуль продольной упругости материала при расчетной температуре, МПа;

$\nu$  - коэффициент Пуассона материала автоклава;

$k$  - уклон конического элемента байонетного фланца корпуса (крышки);

$k_1 = 1,4$  - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по зубцам и неосесимметричность фланца;

$T_{11}$  - шаг вычисления напряжений в цилиндрическом элементе 3 (черт.26-28) байонетного фланца, м. Для корпуса отсчитывается от точки соединения кольца байонетного фланца I с цилиндрическим элементом 3 по цилиндрической обечайке корпуса; для крышки отсчитывается от точки соединения эллипсоидной части дна крышки 5 и ее цилиндрической отбортовки и до точки соединения цилиндрического элемента 3 с кольцом байонетного фланца;

$T_{21}$  - шаг вычисления напряжений в эллипсоидной части крышки, ... $^{\circ}$ .

Отсчитывается от точки соединения эллипсоидной части крышки с ее цилиндрической отбортовкой по направлению к центру эллипсоида;

$S_n$  - координата точки, в которой определяются напряжения, м или ... $^{\circ}$ ;

$\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}$  - соответственно меридиональные и окружные условные упругие напряжения на наружной и внутренней поверхности в сечении конического элемента с наименьшей толщиной, МПа;

$\sigma_{21}, \sigma_{22}, \sigma_{23}, \sigma_{24}$  - соответственно меридиональные и окружные условные упругие напряжения на наружной и внутренней поверхности в сечении конического элемента с наибольшей толщиной, МПа;

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$  - соответственно меридиональные и окружные условные упругие напряжения на наружной и внутренней поверхности в месте сопряжения цилиндрического элемента с кольцом фланца, МПа.

2.4.2.2. Вычисление вспомогательных величин сводится к определению:

$R = \frac{D}{2}$  - радиуса внутренней поверхности цилиндрической обечайки корпуса (отбортовки крышки автоклава), м;

$\gamma = 0$ ;  $\gamma = \frac{R}{H^2}$  - кривизны меридиана соответственно для цилиндрической обечайки и эллипсоидного днища в точке сопряжения с цилиндрической обечайкой,  $m^{-1}$ ;

$S = S_u - C$  - толщины стенки цилиндрической обечайки корпуса или цилиндрической отбортовки днища крышки, м;

$S' = \frac{D' - D}{2}$  - толщины стенки до уплотнителя, м;

$D_o = \frac{D_{o1} l_1 + 0.5 (D_{o1} + D_{o2}) (l_1 - l_2)}{l_1}$  - расчетного внут-

реннего диаметра кольца байонетного фланца с внутренним конусом (черт. 27, 28), м;

$R_1 = \frac{D_o}{2}$  - приведенного внутреннего радиуса кольца байонетного фланца с внутренним конусом, м;

$S' = \frac{D' - D_o}{2}$  - толщины стенки до уплотнителя в байонетном фланце с внутренним конусом, м;

$J_1 = \int_F \frac{1}{r} dF$ ;  $J_2 = \int_F \frac{z^2}{r} dF$  - геометрических характе-

ристиков поперечного сечения кольца байонетного фланца (для прямоугольного сечения  $J_1 = l_1 l_2 \frac{D_1}{D}$ ;  $J_2 = \frac{l_1^3}{12} J_1$ ),

где  $F$  - площадь поперечного сечения кольца фланца,  $m^2$ ;

$r, z$  - радиус и осевая координата произвольной точки сечения кольца фланца, м;



$$Q_p = \frac{\pi D_i^2}{4} p + \pi s_o (D' + s_o) p, \text{ - расчетной нагрузки, МН.}$$

4.2.3. Расчет на прочность байонетного и промежуточно-  
и зубьев байонетного затвора (черт. 2I-28) следует  
сделать по формулам:

нормальные напряжения и напряжения среза в сечении i-i

$$\sigma_{ni} = K_i \frac{6 Q_p L_i}{\pi b h_i^2}, \quad \tau_{срi} = K_i \frac{Q_p}{\pi b h_i}; \quad (i = 1; 2);$$

$$\sigma_{ni} = 0,5 \cdot K_i \frac{Q_p (6 L_i + h_i)}{\pi D_i h_i^2}, \quad \tau_{срi} = 0 \quad (i = 3);$$

$$\sigma_{ni} = \frac{6 Q_p L_i}{\pi D_i h_i^2}, \quad \tau_{срi} = \frac{Q_p}{\pi D_i h_i} \quad (i = 4; 5);$$

напряжения смятия на площадке контакта i-i

$$\sigma_{смi} = K_i \frac{Q_p}{\pi b m_i} \quad (i = 6);$$

$$\sigma_{смi} = \frac{Q_p}{\pi d_i m_i}, \quad (i = 7, 8).$$

Наибольшие нормальные напряжения, напряжения среза и  
напряжения смятия должны удовлетворять следующим условиям прочности

$$\sigma_{ni} \leq \sigma_{доп}; \quad \tau_{срi} \leq 0,6 \sigma_{доп}; \quad \sigma_{смi} \leq 2 \sigma_{доп},$$

где  $\sigma_{доп}$  принимается по ГОСТ 14249-80.

2.4.2.4. Расчет на прочность фланцев байонетного затвора  
проводят по методике, изложенной в настоящем РД или с использо-  
ванием основных зависимостей ГОСТ 26-373-78 с учетом нерав-

номерности распределения нагрузки по зубцам и несимметричности фланца.

Допускаемые напряжения принимаются в соответствии с ОСТ 26-373-78.

2.4.2.5. Результаты расчета на прочность фланцев байонетного затвора по ОСТ 26-373-78 могут быть использованы для предварительного определения допускаемого числа циклов нагружения. При этом расчетную амплитуду приведенных условных упругих напряжений определяют по формулам:

для фланца крышки

$$\sigma_a = \frac{1}{2} K_1 (\sigma_o + \sigma_m);$$

для фланца корпуса

$$\sigma_a = \frac{1}{2} (\sigma_o + \sigma_m),$$

где  $\sigma_o$  и  $\sigma_m$  - главные напряжения, определяемые в соответствии с ОСТ 26-373-78.

2.4.2.6. Расчет наибольших условных упругих напряжений в зонах соединения конического элемента 2 (с наружным конусом) с кольцом 1 и цилиндрическим элементом 3 байонетного фланца корпуса или крышки (черт.21-23) проводят на ЭВМ ЕС-1022 по программе BRP /247 (FFORTRAN, DOS EC).

Требуемый объем памяти - 5 Кб, время счета одного варианта - 2 мин.

Управляющие операторы программы следующие:

//JOB	BRP/247 - оператор начала задания;
//OPTION	LINK - оператор, устанавливающий выполнение программы только в текущем задании;

//EXEC FFORTRAN - оператор, вызывающий транслятор с языка ФОРТРАН-IV,  
< исх.модуль BRP/247 >

/\* - конец файла.

//EXEC LNKEDT - вызов программы РЕДАКТОР.

//EXEC - оператор, указывающий на необходимость выполнения обрабатывающей программы.

<исходные данные>

/\* - конец файла.

/Q - конец задания.

Распечатка программы BRP /247 приведена ниже.

Исходные данные перфорируются по одному числу на каждой перфокарте в формате F20.10 с точкой с первой колонки.

Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.9.

Таблица 9

№ перфо-карты	Обозначение в формулах и на черт. 2I-23	Обозначение в программе	№ перфо-карты	Обозначение в формулах и на черт. 2I-23	Обозначение в программе
В х о д я н н е      п а р а м е т р ы					
1	$\nu$	V	9	$H_1$	H3
2	P	P	10	$S'$	S1
3	$P_1$	P1	11	$S_0$	S2
4	R	R	12	S	B
5	$l_3$	L1	13	K	BK
6	$l_2$	L2	14	$\gamma$	G
7	$l_1$	L3	15	$\gamma_1$	D1
	$H_2$	H <sub>2</sub>	16	$l_2$	D2

```

0001      COMMON /AD/D,GG
0002      DIMENSION PI(3,4),Y(4),DERY(4),S(12)
0003      REAL L1,L2,L3,H0,H,M1,H2
0004      INTEGER PP
0005      1 FORMAT(25X,'BRP/247      EC-1022 АЕНННННННННН'//
      *5X,'РАСЧЕТ БАРОМЕТРОГО ЗАТВОРА С КОНИЧЕСКОМ ВТУЛКОМ'//
      *10X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:'//)
0006      PRINT 1
0007      2 FORMAT(F20.10/2,(-1PF20.10/),91-2PF20.10/),
      *0PF20.10/2PF20.10/-2PF20.10/4PF20.10/
0008      READ 2,Y,P,P1,R,L1,L2,L3,H2,H3,S1,S2,B,BK,G,D1,D2
0009      3 FORMAT(5X,V=1,F11.3/5X,1P=1,-1PF11.3/5X,1P1=1,F10.3/5X,'R=',-2PF
      *11.3/5X,'L3=' ,F10.3/5X,'L2=' ,F10.3/5X,'L1=' ,F10.3/5X,'H2=' ,F10.3/
      *5X,'H1=' ,F10.3/5X,'S1=' ,F10.3/5X,'S2=' ,F10.3/5X,'S=' ,F11.3/
      *5X,'K=' ,0PF11.3/5X,'G=' ,2PF12.4/5X,'J1=' , -2PF10.3/5X,'J2=' ,6PF10.3
      *//10X,'РЕЗУЛЬТАТ РАСЧЕТА:'//)
0010      PRINT 3,V,P,P1,R,L1,L2,L3,H2,H3,S1,S2,B,BK,G,D1,D2
0011      IF(D1.GT.0.) GOTO 54
0012      D1=L3*ALOG((R+H2)/R)
0013      D2=L3*2*D1/12.
0014      54 X=B/SQRT(12.*(1.-V**2))
0015      RS=R+H/2.+BK*L2/4.
0016      A11=-R/B/X
0017      A12=R/B*SQRT(2.*R/X)
0018      A21=SQRT(2.*H/X)/B/X
0019      A41=-RS/D2
0020      A31=L3*A41/2.
0021      A32=-RS/D1+L3*A31/2.
0022      A43=(2.*P*R*(R+H3-RS)+P*S1*(2.*R+S1)*(2.*H3-S1)+
      *P1*S2*(2.*R+2.*S1+S2)*(2.*H3-2.*S1-S2))/4./D2
0023      A33=P*L3*R/D1+L3*A43/2.
0024      BE=L1/SQRT(2.*R*X)
0025      G1=EXP(-BE)*COS(BE)
0026      G2=EXP(-BE)*SIN(BE)
0027      W3=(P*G*(G2-G1)/2./B)*R**3
0028      V3=(-P*G*G2*R*R/B)*SQRT(R/2./X)
0029      X1=B/BK
0030      X2=X1+L2
0031      F=P*R*R*(1.-V/2.)/BK
0032      W1=F/X1
0033      V1=W1/X1
0034      W2=F/X2
0035      V2=W2/X2
0036      H0=-P*BK**2*R**2*(1.-V/2.)/6./((1.-V**2)
0037      GG=BK/RS**2
0038      D=BK**3/12./((1.-V**2)
0039      DO 590 I=1,3
0040      DO 590 J=1,4
0041      590 PI(I,J)=0.
0042      PI(1,1)=A11
0043      PI(1,2)=A21
0044      PI(1,3)=1.

```

```

0045      PI(2,1)=A1+Z
0046      PI(2,2)=A1+Z
0047      PI(2,4)=1.
0048      PI(3,1)=A11+MO+W3
0049      PI(3,2)=A21+MO-V1+V3
0050      PP=0
0051      DO 580 I=1,3
0052      DO 58 J=1,4
0053      S8 DERY(J)=PI(I,J)
0054      EPS=.025
0055      CALL RUNGE(X1,DERY,EPS,X2,Y)

0056      DO 512 K=1,4
0057      PP=PP+1
0058      S12 S(PP)=Y(K)
0059      S80 CONTINUE
0060      F1=A31+S(3)+A32+S(4)-S(1)
0061      F2=A31+S(7)+A32+S(8)-S(5)
0062      F3=-A31+(S(11)+MO)-A32+S(12)-A33+S(9)+W2
0063      F4=A41+S(3)+A31+S(4)-S(2)
0064      F5=A41+S(7)+A31+S(8)-S(6)
0065      F6=-A41+(S(11)+MO)-A31+S(12)-A43+S(10)+V2
0066      M=(F3+F5-F2+F6)/(F1+F5-F2+F4)
0067      Q=(F1+F6-F3+F4)/(F1+F5-F2+F4)
0068      M1=M+MO
0069      M2=S(3)+M+S(7)+Q+S(11)+MO
0070      WW1=A11+(M+MO)+A12+Q+W1+W3
0071      WW2=S(1)+M+S(5)+Q+S(9)+W2
0072      T1=P+R/2.
0073      AN1=T1/B+0.*M1/B/B
0074      AN2=V+AN1+WW1/R
0075      AN3=T1/B-0.*M1/B/B
0076      AN4=V+AN3+WW1/R
0077      AN5=T1/BK/X2+0.*M2/BK/BK/X2/X2
0078      AN6=V+AN5+WW2/R
0079      AN7=T1/BK/X2-0.*M2/BK/BK/X2/X2
0080      AN8=V+AN7+WW2/R
0081      6 FORMAT(3X,'G11=',-1PF10.3,' G12=',F10.3/5X,'G13=',F10.3,
0082      * ' G14=',F10.3/5X,'G21=',F10.3,' G22=',F10.3/5X,'G23=',F10.3,
0083      * ' G24=',F10.3//10X,'PAC4ET BRP/247 OKOH4EH'//)
0084      PRINT 6,AN1,AN2,AN3,AN4,AN5,AN6,AN7,AN8
0085      PRINT 1000,D1,D2,X,A11,A12,A21,A41,A31,A32,A43,A33,BE,
0086      * W3,V3,X1,X2,F,W1,V1,W2,V2,MO,F1,F2,F3,F4,F5,F6,M,G,M1,M2,WW1,WW2
0087      1000 FORMAT(3X,8(1X,E10.4))
0088      STOP
0089      END

```

Продолжение табл. 9

№ перфо-карты	Обозначение в формулах и на черт. 21-23	Обозначение в программе	№ перфо-карты	Обозначение в формулах и на черт. 21-23	Обозначение в программе
В ы х о д н ы е   п а р а м е т р ы					
	$\sigma_{11}'$	G 11		$\sigma_{21}'$	G 21
	$\sigma_{12}'$	G 12		$\sigma_{22}'$	G 22
	$\sigma_{13}'$	G 13		$\sigma_{23}'$	G 23
	$\sigma_{14}'$	G 14		$\sigma_{24}'$	G 24

Для прямоугольного сечения байонетного кольца фланца в исходные данные вводят значения  $\bar{J}_1 = \bar{J}_2 = 0$ . При этом в соответствии с программой ЭВМ рассчитывает фактические значения  $\bar{J}_1$  и  $\bar{J}_2$ . Для произвольного сечения кольца байонетного фланца в исходные данные вводят значения  $\bar{J}_1$  и  $\bar{J}_2$ , предварительно рассчитанные по формулам, приведенным в п.2.4.22. В этом случае вводят  $H_2 = 0$ .

При расчете составляющих главных условных упругих напряжений  $\sigma_{ij}$  в зонах соединений конического элемента 2 (с наружным конусом) с кольцом I и цилиндрическим элементом 3 байонетного фланца принимают:

для байонетного фланца корпуса

$$l_3 = 0;$$

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ij}',$$

для байонетного фланца крышки

$$l_3 = l_3' + l_3'';$$

$$\sigma_{ij} = K_1 \cdot \sigma_{ij}',$$

где  $l'_3$  - длина цилиндрического элемента 3 байонетного фланца, м;

$l'_6$  - длина цилиндрической отбортовки 4 днища крышки, м.

Пример расчета приведен в справочном приложении 8.

2.4.2.7. Расчет наибольших условных упругих напряжений в зоне соединения цилиндрического элемента 3 с кольцом I байонетного фланца корпуса или крышки (черт.24-26) проводят на ЭВМ ЕС-1022 по программе BRP /265 (FORTRAN, DOS EC).

Требуемый объем памяти - 5 Кб, время счета одного варианта - 3 мин 33 с.

Управляющие операторы программы такие же, как и в п.2.4.2.6.

Распечатка программы приведена ниже.

Исходные данные перфорируются на трех перфокартах по формату F I2.6 с точкой. Четвертая перфокарта заполняется по формату I3 без точки (при набивке число прижать к 3-й колонке).

Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.10.

Таблица 10

№ перфокарты	Обозначение в формулах и на черт. 24-26	Обозначение в программе	№ перфокарты	Обозначение в формулах и на черт. 24-26	Обозначение в программе
В х о д н ы е   п а р а м е т р ы					
I	$\nu$	$\nu$	2	$S'$	S1
I	$p$	$p$	2	$S_0$	S2
I	$p_1$	$p_1$	2	$S$	B
I	$R$	$R$	3	$\epsilon$	G

```

      РАСЧЕТ ВПЮРЫ НАПРЯЖЕНИИ В ЭЛЕМЕНТАХ
      БАРОНЕТНОГО ЗАТВОРА
      С ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ВТУЛКОМ
      EXTERNAL Y,Y1
      REAL N(4)
      REAL L1,L3
      REAL M,M1,M3
      COMMON /RL/T1,B,MN,T2N,V,SM
      COMMON/BL1/G
      REAL MN
      READ(1,10)Y,P,P1,R,L1,L3,M1,M2,M3,S1,S2,B,G,D1,D2,T11,T22
      READ(1,11)IDS
10  FORMAT(F12.6,2(-1PF12.6),3(-2PF12.6)/6(-2PF12.6)/2PF12.6,-2PF12.6,
      * -6PF12.6,-2PF12.6,0PF12.6)
11  FORMAT(I3)
      IF(IDS-2)50,60,70
50  PRINT 51
51  FORMAT(10X,'РАСЧЕТ ДЛЯ БАРОНЕТНОГО ЗАТВОРА С ЭЛИПТИЧЕСКОМ КРЫШКОМ
      * ')
      GO TO 80
60  PRINT 61
61  FORMAT(10X,'РАСЧЕТ БАРОНЕТНОГО ЗАТВОРА С КОРОВОМ КРЫШКОМ')
      GO TO 80
70  PRINT 71
71  FORMAT(10X,'РАСЧЕТ БАРОНЕТНОГО ЗАТВОРА С ОБЕЧАЙКОМ')
      GO TO 80
80  CONTINUE
      PRINT 81
81  FORMAT(10X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА')
      PRINT 82,V,P,P1,R,L1,L3,M1,M2,M3,S1,S2,B,G,D1,D2,T11,T22,IDS
82  FORMAT(2X,'V=',F12.6,'P=',-1PF12.6,'P1=',F12.6,'R=',-2PF12.6,'L1='
      *,F12.6
      *,',L3=',F12.6/2X,'M1=',F12.6,'M2=',F12.6,'M3=',F12.6,'S1=',F12.6,
      *,',S2=',F12.6,'B=',F12.6/2X,'G=',2PF12.6,'D1=',-2PF12.6,'D2=',-6PF12
      *,',T11=',-2PF12.6,'T22=',0PF12.6,'IDS=',I3)
      IF(D1.GT.0.) GO TO 4
      D1=L3+ALOG((R+H2)/R)
      D2=L3+2*D1/12.
4  X=B/(12.*(1-V+2.))**0.5
      RS=R
      A11=-R/B/X
      A12=R/B*(2.*R/X)**0.5
      A21=(2.*R/X)**0.5/B/X
      A41=-RS/D2
      A31=L3+A41/2.
      A32=-RS/D1+L3+A31/2.
      A43=(2.-P+R+2.*M3-S1*(2.*R+S1)+(2.*M3-S1)+P1+S2+(2.*R+2.*S1+S2)
      * -(2.*M3-2.*S1-S2))/4./D2
      A33=P+L3+R/D1+L3+A43/2.
      RE=L1/(2.*R*X)**0.5
      G1=EXP(-RE)*COS(RE)
      G2=EXP(-RE)*SIN(RE)
      G3=EXP(RE)*COS(RE)

```



```

0044 G=-C*(1-E)*SIN(BE)
0045 C=-P/R**2.*G/4.
0046 W1=P/R**2.*(1-V/2)/B
0047 W3=R+C*(G1+G3)/B
0048 V3=(R/(2.*X))**0.5/B*C*(G1+G2+G4-G3)
0049 M3=X*C*(G4-G2)
0050 Q3=C*(X/2./R)**0.5*(G2-G1+G3+G4)
0051 F1=A31-A11
0052 F2=A32-A12
0053 F3=-A31*M3-A32+Q3-A33+W3+W1
0054 F4=A41-A21
0055 F5=A31-A11
0056 F6=-A41*M3-A31+Q3-A43+V3
0057 M=(F3+F5-F2+F6)/(F1+F5-F2+F4)
0058 Q=(F1+F6-F3+F4)/(F1+F5-F2+F4)
0059 WW1=A11+M+A12+Q+W3+W1
0060 M1=M+M3
0061 T1=P/R/2.
0062 N(1)=T1/B+6.*M1/B**2.
0063 N(2)=V+N(1)-WW1/R
0064 N(3)=T1/B-6.*M1/B**2.
0065 N(4)=V+N(3)-WW1/R
0066 PRINT B3
0067 83 FORMAT(10X,'ПЕЧАТЬ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА N(4)')
0068 PRINT 84,N(1),N(2),N(3),N(4)
0069 84 FORMAT(10X,'N(1)=',F12.6,'N(2)=',F12.6/10X,'N(3)=',F12.6,
* 'N(4)=',F12.6)
0070 IF(I05.EQ.0) GO TO 127
0071 V1=A21+M+A11+Q+V3
0072 Q1=Q+Q3
0073 RO=1./(2.*R*X)**0.5
0074 IF(I05.LT.3) GO TO 20
0075 C1=B/R*(WW1-W1)
0076 C2=-M1/X
0077 S=3.*(R*B)**0.5/(3.*(1-V**2.))**0.25
0078 SN=0.
0079 BE2=RO*SN
17 T2N=(C1*COS(BE2)-C2*SIN(BE2)*EXP(-BE2))+P/R
0080 MN=-X*(C2*COS(BE2)+C1*SIN(BE2)*EXP(-BE2))
0081 CALL MASSIV
0082 IF(SN.GT.S) GO TO 127
0083 SN=SN+T11
0084 GO TO 17
0085
20 C1=-P/R**2.*G/4.
0086 F7=B/R*(WW1-W1)+P/R**2.*G+G1/4.
0087 F8=M1/X-P/R**2.*G+G2/4.
0088 C3=(G3+F7+G4+F8)/(G3**2.+G4**2.)
0089 C4=(G4+F7-G3+F8)/(G3**2.+G4**2.)
0090 SN=0.
0091 BE2=RO*SN
22 T2N=C1*COS(BE2)*EXP(-BE2)+(C3*COS(BE2)+C4*SIN(BE2))*EXP(BE2)+P/R
0092 MN=-X*(C1*SIN(BE2)*EXP(-BE2)+

```

```

0095      * (C4 * COS(BE2) - C3 * SIN(BE2)) * EXP(BE2))
0096      CALL MASSIV
0097      IF(SN.GT.L1) GO TO 100
0098      SN=SN+11
0099      GO TO 22
100      CONTINUE
0100      C5=C3-C1
0101      24 IF(ID5.GT.1) GO TO 26
0102      TT=0.0873
0103      G=R**2./H1**2,-1
0104      RO=R*(3.*(1.-V**2.))*0.25/(H1*B)**0.5
0105      GO TO 29
0106      26 TT=0.349
0107      G=H1/(R-H1)
0108      RO=H1*(3.*(1.-V**2.))*0.25/((R-H1)*B)**0.5
0109      TT5=TT
0110      30 IF(ID5.GT.1) GO TO 27
0111      SN=SIN(TT5)**2.
0112      R1=R*(1.+G)**0.5/(1.+G*SN)**1.5
0113      R2=R1*(1.+G*SN)
0114      TT1=1.570796
0115      N1=6
0116      H=(TT1-TT5)/(2.*FLOAT(N1))
0117      CALL SIMP(TT5,H,N1,S,Y)
0118      BE=-RO*S
0119      GO TO 28
0120      27 R1=H1
0121      R2=H1+(R-H1)/SIN(TT5)
0122      TT1=1.570796
0123      N1=6
0124      H=(TT1-TT5)/(2.*FLOAT(N1))
0125      CALL SIMP(TT5,H,N1,S,Y1)
0126      BE=-RO*S
0127      IPP=1
0128      28 T1=-(X/2./R2)**0.5/TAN(TT5)*
0129      * ((C4-C5)*COS(BE)-(C4+C5)*SIN(BE))*EXP(BE)+P*R2/2;
0130      T2N=(C5*COS(BE)+C4*SIN(BE))*
0131      * EXP(BE)+P*R2/2.*(2.-R2/R1)
0132      MN=X*(C5*SIN(BE)-C4*COS(BE))*EXP(BE)
0133      SN=TT5
0134      CALL MASSIV
0135      IF(TT5.GT.TT1) GO TO 127
0136      TT5=TT5+T22
0137      GO TO 30
127      CONTINUE
0138      STOP
0139      END

```

Продолжение табл.10

перфо-карты	Обозначение в формулах и на черт. 24-26	Обозначение в программе	№ перфо-карты	Обозначение в формулах и на черт. 24-26	Обозначение в программе
	$\rho_3$	L1	3	$T_1$	D1
	$\rho_1$	L2	3	$T_2$	D2
	$H_3$	H1	3	$T_{11}$	T11
	$H_2$	H2	3	$T_{22}$	T22
	$H_1$	H3	4	$D_5$	D5

## В ы х о д н ы е   п а р а м е т р ы

	$S_n$ $\sigma_1$ $\sigma_2$	SN N(1) N(2)			
--	-----------------------------------	--------------------	--	--	--

Порядок ввода в исходные данные характеристик байонетного кольца фланца  $T_1$ ,  $T_2$  и  $H_2$  приведен в п.2.4.2.6.

Целочисленное значение  $D_5$  характеризует тип решаемой задачи

$D_5 = 0$  - рассчитываются максимальные значения напряжений для любой из указанных выше задач (крышка с эллипсоидным днищем или корпус в зоне соединения цилиндрического элемента с кольцом байонетного фланца).

При расчете составляющих главных условных упругих напряжений  $\sigma_i$  в зоне соединения цилиндрического элемента 3 с кольцом I байонетного фланца принимают:

для байонетного фланца корпуса

$$l_3 = I;$$

$$H_3 = I;$$
$$\sigma_3 = \sigma_3',$$

для байонетного фланца крышки

$$l_3 = l_3' + l_3'';$$
$$H_3 = \frac{R}{2};$$
$$\sigma_3 = K \sigma_3',$$

где  $l_3'$  и  $l_3''$  - см. п.2.4.2.6.

Пример расчета приведен в справочном приложении 9.

2.4.2.8. Расчет наибольших условных упругих напряжений в зонах соединения конического элемента 2 (с внутренним конусом) с кольцом 1 и цилиндрическим элементом 3 байонетного фланца корпуса или крышки (черт.27, 28) проводят на ЭВМ ЕС-1022 по программе ВРР /248 (FORTRAN , DOC EC).

Требуемый объем памяти - 5 Кб, время счета одного варианта - 2 мин.

Управляющие операторы программы такие же, как и в п.2.4.2.6.

Распечатка программы приведена ниже.

Исходные данные перфорируются по одному числу на каждой перфокарте в формате F 20.10 с точкой с первой колонки.

Условные обозначения и таблицы идентификаторов программы приведены в табл.11.

```

0001      C      БАРОМЕТРИЯ ЗАТВОР С ВНУТРЕННИМ КОНУСОМ
0002      COMMON /AD/ D,GG
0003      DIMENSION PI(3,4),Y(4),DERV(4),S(12)
0004      REAL L1,L2,L3,M0,M,M1,M2
0005      INTEGER PP
0006      1 FORMAT(25X,'BRP/248      ЕС-1022 ЛЕННИХИММАШ'//
0007      *5X,'РАСЧЕТ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ЗАТВОРА С ВНУТРЕННИМ КОНУСОМ'//
0008      *10X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ'//)
0009      PRINT 1
0010      2 FORMAT(F20.10/2*(-1PF20.10/),10(-2PF20.10/),
0011      *0PF20.10/2PF20.10/-2PF20.10/-6PF20.10)
0012      READ 2,V,P,P1,R,R1,L1,L2,L3,H2,H3,S1,S2,B,BK,G,D1,D2
0013      3 FORMAT(5X,'V=',F11.3/5X,'P=',-1PF11.3/5X,'P1=',F10.3/5X,'R=',
0014      *2PF11.3/5X,'R1=',F10.3/
0015      *5X,'L3=',F10.3/5X,'L2=',F10.3/5X,'L1=',F10.3/5X,'H2=',F10.3/
0016      *5X,'H1=',F10.3/5X,'S1=',F10.3/5X,'S2=',F10.3/5X,'S3=',F11.3/
0017      *5X,'K=',0PF11.3/5X,'G=',2PF12.4/5X,'J1=',-2PF10.3/5X,'J2=',-6PF
0018      *10.3//10X,'РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА'//)
0019      PRINT 3,V,P,P1,R,R1,L1,L2,L3,H2,H3,S1,S2,B,BK,G,D1,D2
0020      IF(D1.GT.0.) GOTO 54
0021      D1=L3+ALOG((R1+H2)/R1)
0022      D2=L3+2*D1/12.
0023      54 X=B/SQRT(12.*(1.-V**2))
0024      RS=R+B/2.-BK*L2/4.
0025      A11=-R/B/X
0026      A12=R/B*SQRT(2.*R/X)
0027      A21=SQRT(2.*R/X)/B/X
0028      A41=-RS/D2
0029      A31=L3+A41/3.
0030      A32=-RS/D1+1/3*A31/2.
0031      A43=(2.-P*R1**2*(R1+H3-RS)+P*S1*(2.*R1+S1)*(2.*H3-S1)+
0032      *P1*S2*(2.*R1+2.*S1+S2)*(2.*H3-2.*S1-S2))/4./D2
0033      A33=P*L3*R1/D1+L3*A43/2.
0034      BE=L1/SQRT(2.*R*B)
0035      G1=EXP(-BE)*COS(BE)
0036      G2=EXP(-BE)*SIN(BE)
0037      W3=(P*G*(G2-G1)/2./B)*R**3
0038      V3=(-P*G*G2*R*R/3)*SQRT(R/2./X)
0039      X1=B/BK
0040      X2=X1+L2
0041      F=P*R*(1.-V/2.)/BK
0042      W1=F/X1
0043      V1=W1/X1
0044      W2=F/X2
0045      V2=W2/X2
0046      M0=-P*BK**2*R**2*(1.-V/2.)/G./((1.-V**2)
0047      GG=BK/RS**2
0048      D=BK**3/12./((1.-V**2)
0049      DO 590 I=1,3
0050      DO 590 J=1,4
0051      590 PI(I,J)=0.
0052      PI(1,1)=A11
0053      PI(1,2)=A21

```

```

0044      P1(1,3)=1.
0045      P1(2,1)=A12
0046      P1(2,2)=A11
0047      P1(2,4)=1.
0048      P1(3,1)=A11*MO+W3
0049      P1(3,2)=A21*MO-V1+V3
0050      PP=0
0051      DO 580 I=1,3
0052      DO 58 J=1,4
0053      58 DERY(J)=PI(I,J)
0054      EPS=.025
0055      CALL RUNGE(X1,DERY,EPS,X2,Y)
0056      DO 512 K=1,4
0057      PP=PP+1
0058      512 S(PP)=Y(K)
0059      580 CONTINUE
0060      F1=A31*S(3)+A32*S(4)-S(1)
0061      F2=A31*S(7)+A32*S(8)-S(5)
0062      F3=-A31*(S(11)+MO)-A32*S(12)-A33*S(9)+W2
0063      F4=A41*S(3)+A31*S(4)-S(2)
0064      F5=A41*S(7)+A31*S(8)-S(6)
0065      F6=-A41*(S(11)+MO)-A31*S(12)-A43*S(10)+V2
0066      H=(F3+F5-F2+F6)/(F1+F5-F2+F4)
0067      Q=(F1+S6-F3+F4)/(F1+F5-F2+F4)
0068      H1=M+MO
0069      M2=S(3)*H+S(7)*Q+S(11)+MO
0070      WW1=A11*(M+MO)+A12*Q+W1+W3
0071      WW2=S(1)*M+S(5)*Q+S(9)+W2
0072      T1=P*R/2.
0073      AN1=T1/B+.6.*M1/B/B
0074      AN2=V*AN1+WW1/R
0075      AN3=T1/B-.6.*M1/B/B
0076      AN4=V*AN3+WW1/R
0077      AN5=T1/BK/X2+.6.*M2/BK/BK/X2/X2
0078      AN6=V*AN5+WW2/R
0079      AN7=T1/BK/X2-.6.*M2/BK/BK/X2/X2
0080      AN8=V*AN7+WW2/R
0081      6 FORMAT(5X,'G11=',-1PF10,3,'G12=',F10,3/5X,'G13=',F10,3,
    * 'G14=',F10,3/5X,'G15=',F10,3,'G22=',F10,3/5X,'G23=',F10,3,
    * 'G24=',F10,3//10X,'PACKET BRP/248 OKOH4EH//')
0082      PRINT 6,AN1,AN2,AN3,AN4,AN5,AN6,AN7,AN8
0083      STOP
0084      END

```

Таблица II

№ перфо-карты	Обозначение в формулах и на черт. 27, 28	Обозначение в программе	№ перфо-карты	Обозначение в формулах и на черт. 27, 28	Обозначение в программе
Входные параметры					
1	$\nu$	$\nu$	10	$H_1$	$H1$
2	$P$	$P$	11	$S'$	$S1$
3	$P_1$	$P1$	12	$S_0$	$S0$
4	$R$	$R$	13	$S$	$S$
5	$R_1$	$RM$	14	$K$	$K$
6	$l_3$	$L3$	15	$\gamma$	$G$
7	$l_2$	$L2$	16	$J_1$	$I1$
8	$l_1$	$L1$	17	$J_2$	$I2$
9	$H_2$	$H2$			
Выходные параметры					
	$\sigma'_{11}$	$G11$		$\sigma'_{21}$	$G21$
	$\sigma'_{12}$	$G12$		$\sigma'_{22}$	$G22$
	$\sigma'_{13}$	$G13$		$\sigma'_{23}$	$G23$
	$\sigma'_{14}$	$G14$		$\sigma'_{24}$	$G24$

Порядок ввода в исходные данные характеристик байонетного кольца фланца  $J_1$ ,  $J_2$  и  $H_2$  приведен в п.2.4.2.6.

При расчете составленных главных условий упругих напряжений  $\sigma'_{ij}$  в зонах соединения конического элемента 2 (с внутренним конусом) с кольцом 1 и цилиндрическим элементом 3 байонетного фланца принимают:

для байонетного фланца корпуса

$$l_3 = 0; \quad R_1 = 0;$$

$$\sigma_{ij} = \sigma'_{ij}$$

для байонетного фланца крышки

$$l_3 = l_3' + l_3'';$$

$$R_3 = \frac{r_3}{2};$$

$$\sigma_{3i} = \kappa_i \sigma_{3i}',$$

где  $l_3'$  и  $l_3''$  — см. п. 2.4.2.6.

Пример расчета приведен в справочном приложении Г0.

2.4.3. Байонетные затворы под действием стационарных и нестационарных температурных полей.

2.4.3.1. Расчет стационарных и нестационарных температурных полей, возникающих в байонетных затворах под действием внешних тепловых нагрузок, производится с помощью программы ТСК1, описанной в пп. 2.1.4.3...2.1.4.5 и приложении 5.

2.4.3.2. Расчет термонапряжений, возникающих в байонетных затворах под действием температурных полей, производится с помощью программы SHEL1, описанной в пп. 2.1.4.7...2.1.4.11 и в приложении 6.



## ПРИЛОЖЕНИЕ I

## Справочное

Примеры расчета реакций опор без учета и с учетом  
общих температурных деформаций автоклава

1. Рассматривается три примера расчета для одного и того же автоклава. В 1-м примере перепад температур принят равным  $0^{\circ}\text{C}$  ( $t_0 = 0$ ), во 2-м примере перепад температур принят равным  $-45^{\circ}\text{C}$  ( $t_0 = -45^{\circ}\text{C}$ ), в 3-м при перепаде температур, равном  $0^{\circ}\text{C}$  ( $t_0 = 0$ ), учитываются податливость корпуса и фундамента ( $\text{CI} = -2$ ).

## 2. Исходные данные

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{FIQ} = 3\emptyset. \emptyset$$

$$R = 1,8$$

$$q_y = 159\emptyset\emptyset\emptyset$$

$$E = 2 \cdot \emptyset 5 \cdot 10^5$$

$$C_{\text{кф}} = C_{\text{кф}} = 16111\emptyset$$

$$\nu = \emptyset.25$$

$$h = \emptyset. \emptyset 28$$

$$t_0 = \emptyset - \text{для первого и третьего}$$

$$L_0 = 25.2$$

примеров расчета

$$L = 26.4$$

$$(t_0 = -45 - \text{для второго примера}$$

$$L_1 = \emptyset.6$$

расчета)

$$L_2 = \emptyset.6$$

$$\bar{\pi}_v = 1\emptyset1$$

$$L_3 = 5.6$$

$$N = 1\emptyset$$

$$\alpha = \emptyset.5$$

$$\gamma = 2.3, 5.6, 8.4, 11.2, 14. \emptyset, 16.8, 19.6, 22.4, 25.2$$

$$\text{FF} = \emptyset$$

$$\frac{1}{C} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ (в 3-м примере } \frac{1}{C_{\text{корп}}} = 5 \cdot 10^{-9} ;$$

$$\frac{1}{C_{\text{фунд}}} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ )}.$$

### 3. Подготовка блока данных

(Каждая строка перфорируется на отдельной перфокарте).

$\square A0 = 0.000012, \quad R = 1.8, \quad E = 205000, \quad NU = 0.27,$   
 $\square AH = 0.028, \quad L0 = 25.2, \quad L = 26.4, \quad LMN = 0.6, \quad LM0 = 0.6,$   
 $\square LI = 5.6, \quad A = 0.5, \quad FI0 = 30.0,$   
 $\square Q = 159000, \quad GE = 161110, \quad GEI = 161110, \quad TI = 0$   
 $\square MM = 101, \quad N = 10,$   
 $\square Z = 2.8, 5.6, 8.4, 11.2, 14.0, 16.8, 19.6, 22.4, 25.2,$   
 $\square CI = 0.000000005$   
 $\square FF = 0$

Если в расчете принимается абсолютно жесткая опора, то задается  $CI = 0$ , а в распечатке исходных данных вместо значения податливости пишется "абсолютно жесткая".

Если задать  $CI = -1$ , то податливость опоры рассчитывается по программе.

Если задать  $CI = -2$ , то формируется второй блок данных:

$\square \& \text{CONSTC}$   
 $\square C3 = 0.000000005, \quad C4 = 0.000000005$   
 $\square \& \text{END}$

Результатом работы программы является распечатка на АПЧ исходных данных и результатов счета.

Модель № 1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

\*\*\*\*\*

ЧИСЛО ОПОР N=12  
КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕР. РАСШИРЕНИЯ (1/ГРАД)  $\alpha = 0.120000D-04$   
РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R= 1.50  
МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА (МПА) E= 235000.00  
КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М)  $\mu = 0.270$   
ТОЛЩИНА ОБЕЧАЯКИ (М)  $\Delta H = 0.020$   
РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРАЙНИМИ ОПОРАМИ (М) L0= 25.200  
ДЛИНА АВТОКЛАВА (М) L= 24.400  
ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ДО 1-ОЙ ОПОРЫ (М) L01= 0.600  
ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ОТ ПОСЛЕД. ОПОРЫ (М) L0N= 0.600  
ДЛИНА МЕЖОПОРНОГО ПРОЛЁТА (М) L10 2.920  
ШИРИНА ОПОРЫ (М)  $\Delta = 0.900$   
ПОЛОВИНА УГЛА ОТХВАТА ОПОРЫ (ГРАД)  $\varphi_{00} = 30.000$   
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА (М/М) Q0 100000.0  
КРАЕВЫЕ УБОЯКИ (М)

ЛЕВАЯ КРАЯ БЕР 101110.0  
ПРАВАЯ КРАЯ БЕР 101110.0  
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРЕПАД ПО ВЫСОТЕ АДЮКЛАВА (ГРАД)  $T_{12} = 0.0$   
ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ СУРЬЕ (Г/Р)  $NH=101$

КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР  $Z(i)$  (М)

	1	2	3	4	5
3.0	2.00	3.40	0.40	11.20	
14.00	16.00	19.60	22.40	25.20	

ЖЕСТКОСТЬ C= 0.217480 09 (Н/М)

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА  
 \*\*\*\*\*

АКТИВНЫЕ ОПОРЫ

1 1 1 1 1 1 1 1 1

СУММА РЕАКЦИИ ОПОР = 8.451980 87(Н)

\*\*\*\*\*

НОМЕР ОПОРЫ	КООРДИНАТЫ ОПОРЫ (Н)	РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н)	ПРОСБ (Н)	МОМЕНТ (НОМ)
----------------	----------------------------	-------------------------	--------------	-----------------

\*\*\*\*\*

1	0.600	461136.8	8.88212	-125286.8
2	3.400	459381.7	8.88289	-163933.8
3	6.200	458553.5	8.88227	-185982.8
4	9.000	447284.7	8.88286	-193283.1
5	11.800	445634.2	8.88285	-194438.2
6	14.600	445634.2	8.88285	-194438.1
7	17.400	447284.7	8.88286	-193282.9
8	20.200	458553.5	8.88287	-185981.5
9	23.000	459381.7	8.88289	-163933.8
10	25.800	461135.9	8.88212	-125286.8

# Пример № 2

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

\*\*\*\*\*

ЧИСЛО ОПОР  $n=16$   
 КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕР. РАЗШИРЕНИЯ (1/ГРАД)  $\alpha=0.120000 \cdot 10^{-4}$   
 РАДИУС АВТОКЛАВА (М)  $R=1.00$   
 МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА (МПА)  $E=205000.00$   
 КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М)  $\mu=0.270$   
 ТОЛЩИНА ОБЕЧАВКИ (М)  $\Delta H=0.020$   
 РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРАЙНИМИ ОПОРАМИ (М)  $L0=25.000$   
 ДЛИНА АВТОКЛАВА (М)  $L=24.400$   
 ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ДО 1-ОЙ ОПОРЫ (М)  $LH00=0.600$   
 ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ОТ ПОСЛЕД. ОПОРЫ (М)  $LHn=0.600$   
 ДЛИНА МЕЖОПОРНОГО ПРОЛЕТА (М)  $L1=2.000$   
 ШИРИНА ОПОРЫ (М)  $A=0.500$   
 ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ (ГРАД)  $\varphi10=10.000$   
 РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА (Н/М)  $q=150000.0$   
 КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛИЯ (М)  
 ЛЕВАЯ КРАЯ СЕЧ  $101110.0$   
 ПРАВАЯ КРАЯ СЕЧ  $101110.0$   
 ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРЕПАД ПО ВЫСОТЕ АВТОКЛАВА (ГРАД)  $T12=40.0$   
 ЧИСЛО РАВНОУС. В РЯДО ОУРЬЕ (О/О)  $n=101$   
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР  $Z11$  (М)

	0.0	2.00	4.00	6.00	8.00
	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00

КОЭФФИЦИЕНТ  $\alpha=0.000000$  ОД (М/М)

НАГРУЗКА НА КРАЙНЮЮ ОПОРУ

РЕЗУЛЬТАТЫ РАССЧЕТА  
 \* \* \* \* \*

## АКТИВНЫЕ ОПОРЫ

1 1 0 0 0 6 3 5 1 1

СУММА РЕАКЦИЯ ОПОР = 2,451965 М7(М)

* * * * *				
НОМЕР	КОординаты	РЕАКЦИЯ	ПРОФИЗ	МОМЕНТ
ОПОРЫ	ОПОРЫ	ОПОРЫ	(М)	(М*М)
	(М)	(М)		
* * * * *				
1	0,000	1332964,2	3,90016	-125286,8
2	3,000	426045,7	0,00213	3676347,5
3	6,000	0,0	-0,38282	7403447,9
4	9,000	0,0	-0,38397	9090060,2
5	11,000	0,0	-0,00750	11146967,5
6	14,000	0,0	-0,00753	11146960,3
7	17,000	0,0	-0,00997	9090070,4
8	20,200	0,0	-0,00292	7403431,6
9	23,000	426046,2	0,00213	3676352,7
10	25,000	1332963,8	3,90016	-125286,8

### Пример № 3

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

\*\*\*\*\*

ЧИСЛО ОПОР  $N=10$   
 КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕРА. РАСШИРЕНИЯ (1/ГРАД)  $\alpha = 9.129990 \cdot 10^{-6}$   
 РАДИУС АВТОКЛАВА (М)  $R=1.50$   
 МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА (МПА)  $E=265999.99$   
 КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М)  $\nu=0.279$   
 ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ (М)  $\delta=0.028$   
 РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРАЙНИМИ ОПОРАМИ (М)  $L_0=25.299$   
 ДЛИНА АВТОКЛАВА (М)  $L=26.499$   
 ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ДО 1-ОЙ ОПОРЫ (М)  $L_{H0}=0.000$   
 ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ОТ ПОСЛЕД. ОПОРЫ (М)  $L_{Hn}=0.000$   
 ДЛИНА МЕЖОПОРНОГО ПРОЛЕТА (М)  $L_1=2.999$   
 ШИРИНА ОПОРЫ (М)  $A=0.500$   
 ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ (ГРАД)  $\beta/2=30.000$   
 РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА (Н/М)  $q=100000.0$   
 КРАЕВЫЕ УСИЛИЯ (Н)  
 СВОБОДНЫЙ КРАЙ  $S_{E1}=161119.0$   
 ЗАКРЕПЛЕННЫЙ КРАЙ  $S_{E2}=161119.0$   
 ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРЕПАД ПО ВЫСОТЕ АВТОКЛАВА (ГРАД)  $T_1=0.0$   
 ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ ФУРЬЕ (В/Р)  $M=101$   
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР  $Z(I)$  (М)  

1.0	2.99	5.98	8.97	11.96
14.95	17.94	20.93	23.92	26.91

  
 ЖЕСТКОСТЬ  $C=0.684940 \cdot 10^8$  (Н/М)

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА  
\*\*\*\*\*

## АКТИВНЫЕ ОПОРЫ

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

СУММА РЕАКЦИЙ ОПОР= 8.451980 87(Ч)

НОМЕР ОПОРЫ	КООРДИНАТЫ ОПОРЫ (М)	РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Ч)	ПРОГИБ (М)	МОМЕНТ (МОН)
1	8.600	456178.2	8.88666	-125286.8
2	3.400	453565.1	8.88662	-177859.7
3	6.200	451369.2	8.88659	-218587.6
4	9.800	449804.9	8.88657	-242383.4
5	11.800	448993.4	8.88656	-252835.7
6	14.600	448993.4	8.88656	-252835.6
7	17.400	449804.1	8.88657	-242383.8
8	20.200	451369.2	8.88659	-218587.1
9	23.000	453565.1	8.88662	-177858.9
10	25.800	456178.2	8.88666	-125286.8



ПРИМЕР РАСЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ КОНСОЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ  
СЕДЛОВЫХ ОПОР ИЗ УСЛОВИЯ РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ  
УДЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ С КОРПУСОМ

1. Порядок расчета

Параметр  $FF$  сначала берется равным 0 для режима расчета допустимых пар углов  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$ . По результатам расчета выбираются значения  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$ , после чего параметр  $FF$  принимается равным 1 и производится расчет профиля консольной части для выбранных значений  $\varphi_0$  и  $\varphi_1$ .

В расчетах рекомендуется принимать:

$$M = 15$$

$$N = 18 \dots 20$$

$$T \leq 15$$

2. Варианты исходных данных для расчета по программе PODKL1 (каждая строка перфорируется на отдельной перфокарте)

1 & CONST I (всех  $FF = 0$ )

$$\text{AA} = 2.5$$

$$\text{MU} = 0.285$$

$$\text{L} = 5.6$$

$$\text{R} = 1.6$$

$$\text{AH} = 0.028$$

$$\text{T} = 14$$

$$\text{G} = 452422$$

$$\text{E} = 255221$$

$$\text{N1} = 18$$

$$\text{M3} = 15$$

$$\text{P2} = 1.2$$

& END

& CONST F

└ FF = 0  
└ & END  
└ & CONSTR  
└ N2 = 180  
└ & END

II (режим FF = I)

└ & CONST  
└ AA = 0.5  
└ MV = 0.285  
└ L = 5.6  
└ R = 1.8  
└ AH = 0.028  
└ T = 14  
└ G = 450000  
└ E = 205000  
└ M1 = 18  
└ M3 = 15  
└ P2 = 1.2  
└ & END  
└ & CONST F  
└ FF = I  
└ & END  
└ & CONST P  
└ F0 = 15  
└ F1 = 45  
└ & END

Результатом работы программы является распечатка на ~~АМТ~~  
исходных данных и результатов счета.

Режим а)

И С Х О Д Я Щ Е Д А Н Н Ы Е :

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ОПОРА (М) АА= 0.5000

КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) МУ= 0.295

ДЛИНА ДВУХ МЕЖОПОРНЫХ ПРОЛЕТОВ (М) L= 5.6000

РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R= 1.0000

ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ (М) АН=0.0200

ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ НА (F10,F11) (Г/Р) Т= 14

РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н) С=450000.000

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ (МПА) Е= 0.205000 06

ВНУТРЕННЕЕ ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ (МПА) Р2= 1.200

ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ ФУРЬЕ:

ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ N1= 13

ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ N3= 15

УДВОЕННЫЙ УГОЛ РАСЧЕТА ДОПУСТИМЫХ ПАР (F10,F11) (ГРАД) N2=180

[illegible]

Режим б)

И С Х О Д Я Щ Е Д А Н Н Ы Е :

ШИРИНА ОПОРЫ (М) АА= 0.5000

КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) МУ= 0.205

ДЛИНА ДВУХ МЕХОПОРЧНЫХ ПРОЛЕТОВ (М) L= 5.0000

РАДИУС АРТОКЛАВЫ (М) R= 1.0000

ТОЛЩИНА ОБЕЧАЯКИ (М) АН=0.0200

ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ НА СР10,Р11 (8/Р1) Т= 14

РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н) Q=450000.000

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ (МПА) Е= 0.705000 25

ВНУТРЕННЕЕ ИЗВЕНТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ (МПА) Р2= 1.200

ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ ФУРЬЕ:

ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ Ч1= 10

ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ М3= 15

(УГОЛ ОХВАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ)/2 F10= 15.00

(УГОЛ ОХВАТА ОПОРЫ)/2 F11= 45.00

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЧЕТА:

РЕЖИМ РАБОТЫ-ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ ПРОФИЛЯ КОНСОЛЬНОЙ  
ЧАСТИ ОПОРЫ С ПАРАМЕТРАМИ

(УГОЛ ОХВАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ)/2=F12= 15,08  
(УГОЛ ОХВАТА ОПОРЫ)/2=F11= 49,80

ТОЛЩИНА И ЖЕСТКОСТЬ КОНСОЛЬНОЙ  
ЧАСТИ ОПОРЫ В ТОЧКАХ СЕТКИ НА  
ПРОМЕЖУТКЕ [F10, F11]

ТОЧКА СЕТКИ (ГРАД)	ТОЛЩИНА (М)	ЖЕСТКОСТЬ (Н*М2)
15.00	0.395090	0.5266200 11
17.14	0.219407	0.9021750 10
19.29	0.171486	0.4307530 12
21.43	0.143330	0.2515510 12
23.57	0.122340	0.1564460 12
25.71	0.104021	0.0837690 09
27.86	0.089686	0.06162020 09
30.00	0.076677	0.3050670 09
32.14	0.065445	0.2415270 09
34.29	0.056328	0.1534590 09
36.43	0.049346	0.09652260 02
38.57	0.041214	0.5970870 03
40.71	0.034290	0.3432380 02
42.86	0.026024	0.1503410 00
45.00	0.0	0.0

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА КОНТАКТНЫХ НАГРУЗОК В ЗОНАХ СОЕДИНЕНИЯ  
КОРПУСА АВТОКЛАВА С ПОДАВТОКЛАВНЫМИ ОПОРАМИ, ИМЕЮЩИМИ  
КОНСОЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОСТОЯННОЙ ТОЛЩИНЫ

1. Исходные данные

$P = 1,2$	$E = 2.05.10^5$	$M = 10$
$a = 0.50$	$v = 0.27$	$K = 30$
$b = 0.028$	$R_i = 452000$	$\varepsilon_1 = 1.10^{-3}$
$R = 1,80$	$N = 30$	$\varepsilon_2 = 1.10^{-5}$
$L_0 = 5.60$	$H = 10$	$\varphi_0 = 15$
	$N_1 = 20$	$\varphi_1 = 24$

2. Подготовка блока данных

Каждая строка перфорируется на отдельной перфокарте

$\sqcup R = 0.180000 \quad 01,$
$\sqcup H = 0.280000 - 01,$
$\sqcup A = 0.500000 \quad 00,$
$\sqcup L = 0.560000 \quad 01,$
$\sqcup E = 0.205000 \quad 06,$
$\sqcup V = 0.270000 \quad 00,$
$\sqcup G = 0.452000 \quad 06,$
$\sqcup P = 0.120000 \quad 01,$
$\sqcup N0 = 30,$
$\sqcup M1 = 10,$

$$\sqcup N 5 = 2\emptyset,$$

$$\sqcup H I = \emptyset.1\emptyset\emptyset\emptyset\emptyset D \emptyset\emptyset,$$

$$\sqcup N = 3\emptyset,$$

$$\sqcup E I = \emptyset.1\emptyset\emptyset\emptyset\emptyset D -\emptyset 2,$$

$$\sqcup E 2 = \emptyset.1\emptyset\emptyset\emptyset\emptyset D -\emptyset 4,$$

$$\sqcup F \emptyset = \emptyset.15\emptyset\emptyset\emptyset D 02,$$

$$\sqcup F I = \emptyset.24\emptyset\emptyset\emptyset D 02,$$

Результатом работы программы является распечатка на АЦПУ таблиц "Исходные данные" и "Результаты счета".



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ  
=====

РАДИУС АРТОКЛАВА R= 0.180000 01 (М)  
 ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ H= 0.280000-01 (М)  
 ШИРИНА ОПОРЫ A= 0.580000 00 (М)  
 ДЛИНА ДВУХ МЕТОПОРН. ПРОЛЕТОВ L= 0.560000 01 (М)  
 МОДУЛЬ УПРУГОСТИ E= 3.295000 06 (МПА)  
 КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА U= 0.270000 00 (М/М)  
 РЕАКЦИЯ ОПОРЫ C= 0.452000 05 (Н)  
 ИЗБЫТ.ВНУТР.ДАВЛЕНИЕ P= 0.120000 01 (МПА)  
  
 ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО  $\phi$  И= 30  
 ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО КСИ= 10  
 ЧИСЛО УЗЛОВ В КВАДРАТУРЕ ГАУССА= 20  
 ТОЛЩИНА КОНСОЛИ H1= 0.120000 00 (М)  
 ЧИСЛО СЛОВ М.З.Р. M= 30  
 ТОЧНОСТЬ М.З.Р. E1= 0.100000-02  
 ТОЧНОСТЬ М.З.Р. E2= 0.100000-04  
 ВНУТРЕННИЙ УГОЛ РАСТВОРА КОНСОЛИ F3= 0.150000.02 (ГРАД)  
 ВНЕШНИЙ УГОЛ РАСТВОРА КОНСОЛИ F1= 0.240000 02 (ГРАД)  
 -----  
 КЛЮЧ ПЕЧАТИ IPRT= 0

РЕЗУЛЬТАТЫ СЧЕТА  
=====

ОБЩЕЕ ЧИСЛО ПРИВЛЕЧЕНИЙ 2938

ЧИСЛО ШАГОВ Н.З.Р. = 241

УСЕЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОПОРЫ  $\sigma = 9.726220$  мм

УДЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ КОНСОЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ОПОРЫ

УСЛН (МРАД)	РЕАКЦИЯ (МРА)
0.154310 02	0.0
0.151320 02	0.0
0.153950 02	0.0
0.157240 02	0.0
0.151420 02	0.194550-01-
0.156390 02	0.125380 00
0.172010 02	0.155170 03
0.179180 02	0.103150 03
0.184750 02	0.118050 03
0.191560 02	0.115580-01
0.198460 02	0.0
0.205250 02	0.0
0.211820 02	0.0
0.217970 02	0.0
0.223420 02	0.355920-01
0.226590 02	0.241300 03
0.232740 02	0.406020 03
0.236050 02	0.475670 03
0.238390 02	0.840330 03
0.239590 02	0.039710 00

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

## Справочное

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ  
КОРПУСА АВТОКЛАВА В ЗОНЕ ОПОРНЫХ УЗЛОВ

1. Расчет проведен для автоклава АП12-3,6х27. Расчет выполнен в двух вариантах:

1) "холодный автоклав":  $T(\varphi) = 0$ ;

2) "горячий автоклав":  $T(\varphi) \neq 0$ .

Учитывались все составляющие нагрузок ( $K9 = K10 = K11 = 1$ )

2. Исходные данные (в скобках указаны исходные данные для варианта 2 - "горячий автоклав"):

$M = 70$	$h = 0.028$	$p = 1.20$
$K = 90$	$l = 26.40$	$G_A = 4520000.0$
$M1 = 10$	$a = 0.50$	$G_B = 3200000.0$
$K1 = 15$	$\varphi_1 = 30.000$	$\gamma = 10$
$M2 = 3$	$\alpha = 1.20E-05$	$E = 2.10E + 05$
$K2 = 2$	$\tau_0 = 23.000$	$\nu = 0.30$
$NT = 3$	$\tau_1 = 28.000$	
$R = 1.80$		

$\chi_{np} = 0.600, 2.000, 3.400, 4.800, 6.200, 7.600, 9.000, 10.400,$   
 $11.800, 13.200$

$\varphi_{попер} = 0, 10, 17, 22, 26, 40, 50, 60, 80, 90, 110, 130,$   
 $150, 170, 180$

$\chi_{попер} = -0.100, -0.100, 13.200$  (в примере расчета для демонстрации удобства использования программы специально вы-

рани два сечения с отрицательными координатами. В соответствии с программой из трех окружных сечений рассчитывается одно, для которого  $X_{\text{полер}} \geq 0$ .

$$\varphi_{\text{пр}} = 0,180$$

$$Z_i = 0,60, 3,40, 6,20, 9,00, 11,80, 14,60, 17,40, 20,20, \\ 23,00, 25,80.$$

$$R_i = 459620,00, 454770,00, 450590,00, 447640,00, 446130,00, \\ 446130,00, 447640,00, 450590,00, 454770,00, 459280,00 \\ (1833000,00, 427000,00, 0,00, 0,00, 0,00, 0,00, 0,00, \\ 0,00, 427000,00, 1833000,00)$$

Текстовые константы

$$t_0 = 0 (178)$$

$$t_1 = 0 (-33)$$

$$t_2 = 0 (-17)$$

$$t_3 = 0 (-6)$$

$$K_5 = 1$$

$$K_{10} = 1$$

$$K_{11} = 1$$

### 3. Подготовка блока данных

(Каждая строка перфорируется на отдельной перфокарте. Строка в скобках заменяет предыдущую строку для варианта 2).

00

00

10

15

5

2

3

I.8

Ø.Ø28

26.4

Ø.5

3Ø.Ø

I2E-6

23.Ø

28.Ø

I.2

452ØØØØ.Ø

32ØØØØØ.Ø

IØ

2.IE5

Ø.3

Ø.6Ø 2.Ø 3.4 4.8 6.2 7.6 9.Ø IØ.4 II.8 I3.2

Ø I I7 22 26 4Ø 5Ø 6Ø 8Ø 9Ø IIØ I3Ø I5Ø I7Ø I8Ø

-IØ -IØ I3.2

Ø I8Ø

Ø.6 3.4 6.2 9.Ø II.8 I4.6 I7.4 2Ø.2 23.Ø 25.Ø

{ 45982Ø 45477Ø 45Ø59Ø 44764Ø 446I3Ø 446I3Ø 44764Ø 45Ø59Ø  
45477Ø 45982Ø  
(I833ØØ 427ØØ Ø Ø Ø Ø Ø Ø Ø Ø 427ØØØ I833ØØ)

Текстовые константы (перфорируют один раз и не меняют в дальнейшем):

Параметры напряженно-деформированного состояния (антенны)  
(Продольное сечение FI = )

(Окружное сечение  $x =$  )

-(знак "минус") 80 позиций

-(знак "минус") 36 позиций

: 9 пробелов : 8 пробелов : 7 пробелов : 7 пробелов :

: 7 пробелов : 7 пробелов : 7 пробелов :

: 7 пробелов : 7 пробелов : 7 пробелов : 7 пробелов :

: 7 пробелов : 7 пробелов : 7 пробелов :

$\emptyset_{\text{ли}} \emptyset_{\text{ли}} \emptyset$

(178<sub>ли</sub> - 33<sub>ли</sub> - 17<sub>ли</sub> - 8)

I

I

I

Результатом работы программы является распечатка исходных данных в виде двух таблиц (одиночные константы и массивы) и распечатка результатов счета в виде таблиц значений основных параметров напряженно-деформированного состояния.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

РЕЖИМЫ РАБОТЫ I K0=1 K10=1 K11=1  
 РАДИУС АВТОКЛАВА R=1.80(М)  
 ТОЛЩИНА ОБЕЧАЛКИ Ч=0.028(М)  
 ДЛИНА АВТОКЛАВА LA=25.40(М)  
 ШИРИНА ОПОРА А=0.50(М)  
 ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ P11=30.000(ГРАД.)  
 УГЛОВЫЕ КООРДИНАТЫ ПОДРЕЗЬСОВЫХ ПОЛОС  
 ТАУ0=23.000(ГРАД.) ТАУ1=28.000(ГРАД.)  
 ИЗБЫТОЧНОЕ ВНЕШНЕЕ ДАВЛЕНИЕ P=1.20(МПА)  
 ВЕС ЗАГРУЖЕННОГО АВТОКЛАВА GA=4520000.0(Н)  
 ВЕС ВАГОНЕТОК С ИЗДЕЛИЯМИ GB=3200000.0(Н)  
 ЧИСЛО ЦЕНТРОВ ОПОР Ч=12  
 КОЭФФИЦИЕНТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗШИРЕНИЯ ALB=1.20E-15(1/ГРАД)  
 ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ Ч0=60  
 ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ Ч0=80  
 МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА E=2.10E+05(МПА)  
 КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА ЧУ=0.30(М/М)  
 ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ M1=10  
 ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ K1=15  
 ЧИСЛО РАССЧИТЫВАЕМЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ M2=3  
 ЧИСЛО РАССЧИТЫВАЕМЫХ ПРОДОЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ K2=2  
 ЧИСЛО ГАРМОНИК В ТЕМПЕРАТУРНОМ РАЗЛОЖЕНИИ N1=10

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР Z(1:N)

0.60	3.40	6.20	9.00	11.80
14.60	17.40	20.20	23.00	25.80

РЕАКЦИИ ОПОР R(1:1:N)

459220.00	454770.00	450320.00	445870.00	441420.00
446130.00	441680.00	437230.00	432780.00	428330.00

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ T(1:1:N)

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ СЕЧЕНИЯ X(1:M1)

(ЕСЛИ X<0, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАССЧИТЫВАЕТСЯ)  
 -0.100 -0.100 13.200

РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПРОДОЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ P(1:1:K1)

(ЕСЛИ P<0, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАССЧИТЫВАЕТСЯ)

0 100

ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ X(1:M1)

3.600	2.000	1.400	4.000	6.200
7.500	9.000	10.400	11.000	13.000

ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ F(1:1:K1)

0	10	17	22	26
40	50	60	80	90

110 130 150 170 190

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОКЛАВА (ПРОДОЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ F1= B (ГРАД.))

У	У	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.600	0.023	619808	1421423	3841	4612	45	-1	86	15	0	0	0	0
2.000	0.038	604533	2315516	3371	11341	47	-4	171	-6	0	0	0	0
3.400	0.013	369597	1481147	6239	14920	61	-33	166	-02	0	0	0	0
4.800	0.017	572839	2355917	4815	17102	57	-16	215	-07	0	0	0	0
6.200	0.020	377905	1471955	7200	18558	69	-42	195	-09	0	0	0	0
7.600	0.022	591535	2360622	5571	19632	64	-21	235	-06	0	0	0	0
9.000	0.024	488491	1190707	7717	20310	73	-45	209	-102	0	0	0	0
10.400	0.025	616324	2351896	5999	20870	60	-24	244	-76	0	0	0	0
11.800	0.026	415467	1384237	7072	21070	79	-43	215	-106	0	0	0	0
13.200	0.026	617910	2147255	6143	21262	69	-79	247	-79	0	0	0	0



ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО ПОСТОЯННОГО АВТОКЛАВА (ПРОДОЛЬНОЕ СРЕЧЕНИЕ  $\sigma = 180$  (ГПА),  $\epsilon$ )

X	Y	T1	T2	H1	H2	SGH1+	SGH1-	SGH2+	SGH2-	S	H12	SGH12+	SGH12-
0.000	0.001	1026243	2151259	08	250	37	70	79	75	0	0	0	0
2.000	0.003	985249	2152675	272	053	34	70	83	70	0	0	0	0
3.000	0.005	799571	2153457	453	1427	32	25	80	66	0	0	0	0
4.000	0.008	699706	2153816	628	1967	30	20	92	62	0	0	0	0
6.000	0.010	607403	2154276	786	2443	28	16	96	58	0	0	0	0
7.000	0.012	523460	2154105	938	2923	26	12	99	55	0	0	0	0
9.000	0.013	452476	2154425	1079	3347	24	8	103	51	0	0	0	0
10.000	0.014	399862	2154778	1195	3698	23	5	105	49	0	0	0	0
11.000	0.015	366347	2155099	1275	3932	23	3	107	47	0	0	0	0
12.000	0.015	355339	2155337	1303	4916	23	3	108	46	0	0	0	0

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО ПОСТОЯННОГО АВТОКЛАВА (ОКРУЖНОЕ РЕЧЕНИЕ  $\chi=13,28(\text{М})$ )

P1	M	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.000	0.006	617918	2347258	6143	21262	69	-75	247	-79	0	0	0	0
10.200	0.023	657426	2326976	4878	17119	61	-14	214	-48	-2	0	-0	-0
17.200	0.018	764024	2291568	2654	9696	45	5	156	0	-4	0	-0	-0
22.200	0.014	742236	2255043	571	2584	31	22	100	01	-5	0	-0	-0
26.800	0.012	778415	2247189	-821	-2319	22	34	62	78	-6	0	0	-0
40.200	-0.003	955445	2173861	-1376	-5592	24	45	39	117	-5	0	-0	-0
50.000	-0.010	1179650	2142625	-2099	-7293	26	58	21	132	-4	0	-0	-0
60.000	-0.016	1428565	2137274	-2518	-9249	32	70	13	139	-4	0	-0	-0
70.000	-0.019	1717808	2153621	-2131	-6772	45	78	25	129	-4	0	-0	-0
80.000	-0.010	1728267	2157898	-1675	-5252	49	75	37	117	-3	0	-0	-0
100.000	-0.011	1538265	2159744	-612	-1824	58	59	63	71	-1	0	-0	-0
150.000	-0.000	1121345	2160876	350	1218	45	37	86	88	2	0	0	0
160.000	0.009	676424	2155201	906	3117	32	17	101	33	2	0	0	0
170.000	0.014	397696	2155741	1268	3975	24	4	107	07	1	0	0	0
180.000	0.015	105335	2155337	1388	4016	23	3	108	06	-0	0	0	-0

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОКЛАВА (ПРОДОЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ F1= 0 (ГРАД.))

X	N	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.600	0.823	619288	1421423	3241	4612	49	-1	86	15	8	0	0	0
2.200	0.823	686533	2315586	3371	11341	47	-4	171	-6	3	0	0	0
3.400	0.813	369597	1453147	6239	14928	61	-33	166	-62	0	0	0	0
4.600	0.817	572219	2354917	4513	17182	57	-16	213	-67	0	0	0	0
6.200	0.828	177903	1471955	7288	19558	89	-42	195	-89	0	0	0	0
7.600	0.822	591515	2361632	5571	12632	64	-21	233	-86	0	0	0	0
9.000	0.824	488651	1493707	7717	28318	73	-43	289	-102	0	0	0	0
10.400	0.823	618524	2331836	5999	28878	68	-26	244	-76	0	0	0	0
11.000	0.826	415447	1564237	7872	21878	73	-49	213	-108	0	0	0	0
12.000	0.825	617913	2347288	6143	21262	69	-23	247	-79	0	0	0	0

## Вариант 2 - "горячий" режим

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

-----

РЕЖИМ РАБОТЫ : K9= 1 K10= 1 K11= 1  
РАДИУС АВТОКЛАВА R= 1.80(М)  
ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ M= 0.020(М)  
ДЛИНА АВТОКЛАВА LA=26.40(М)  
ШИРИНА СПОРЫ A= 0.30(М)  
ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА СПОРЫ F11=30.000(ГРАД.)  
УГЛОВЫЕ КООРДИНАТЫ ПОСРЕЛЬСОВЫХ ПОЛОС  
TAU0=23.000(ГРАД.) TAU1=20.200(ГРАД.)  
ИЗБЫТОЧНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ДАВЛЕНИЕ P= 1.20(МПА)  
ЧИС ЗАГРУЖЕННОГО АВТОКЛАВА GA= 4520000.0(М)  
ВЕС ВАГОНЕТОК С ИЗДЕЛИЕМ GB= 3200000.0(М)  
ЧИСЛО ЦЕНТРОВ СПОР N= 10  
КОЭФФИЦИЕНТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ ALD= 1.20E-05(1/ГРАД)  
ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ M0= 60  
ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ K0= 60  
МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА E= 2.10E+05(МПА)  
КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА NU= 0.30(М/М)  
ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ M1= 10  
ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ K1= 10  
ЧИСЛО РАССЧИТЫВАЕМЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ N2= 3  
ЧИСЛО РАССЧИТЫВАЕМЫХ ПРОДОЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ K2= 2  
ЧИСЛО ГАРМОНИК В ТЕМПЕРАТУРНОМ РАЗЛОЖЕНИИ NT= 3

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

-----

КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ СПОР Z(1:N)  
0.50 3.40 6.20 9.00  
14.50 17.40 20.20 23.00  
РЕАКЦИИ СПОР R1(1:N)  
1833200.00 427000.00 0.00 0.00  
0.20 0.00 0.00 427000.00 18330  
ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ T(2:NT)  
170.0000 -33.0000 -17.0000 -0.3000  
РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ СЕЧЕНИЯ X(1:M2)  
(ЕСЛИ X0<2, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАССЧИТЫВАЕТСЯ)  
-0.100 -0.100 13.200  
РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПРОДОЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ F(1:K2)  
(ЕСЛИ F10>F1, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАССЧИТЫВАЕТСЯ)  
0 100  
ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ X(1:M1)  
0.000 3.400 6.200 9.000  
7.600 9.000 10.400 11.800 13.200  
ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ F(1:K1)  
0 10 20 30 40  
40 50 60 70 80  
110 120 130 140 150

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОКЛАВА (ПРОДОЛЬНОЕ БЕЧЕНИЕ ГИ - 0 (ГРД.))

X	Y	T1	T2	M1	M2	SCM1+	SCM1-	SCM2+	SCM2-	S	M12	SCM12+	SCM12-
0.000	0.002	-97961	-746325	4727	4937	33	-40	11	-84	0	0	0	0
2.000	0.007	803974	2299671	4281	13438	61	-4	109	-71	0	0	0	0
3.400	0.008	1664384	1533723	6650	12999	118	9	154	-83	0	0	0	0
4.800	0.007	2812774	2387575	1780	9397	114	87	154	10	0	0	0	0
6.200	-0.004	3611074	2228312	2039	6660	151	106	131	20	0	0	0	0
7.600	0.007	4126681	2268116	414	3469	151	144	107	34	0	0	0	0
9.000	0.008	4478847	2226543	543	1736	164	156	93	66	0	0	0	0
10.400	-0.001	4696642	2222024	384	462	170	163	83	76	0	0	0	0
11.800	-0.002	4825281	2237394	-830	-575	166	179	73	84	0	0	0	0
13.200	-0.003	4864480	2207540	389	-442	177	171	73	82	0	0	0	0

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОКЛАВА (ПРОДОЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ  $\varphi = 180^\circ$  (ГРАД.))

X	Y	T1	T2	M1	M2	SCN1+	SCN1-	SCN2+	SCN2-	S	M12	SCN12+	SCN12-
0.000	-0.007	1876650	2352520	-4914	-1898	-1	75	69	70	0	-0	0	0
2.000	-0.009	063483	2087322	-630	-1861	30	39	66	83	-0	-0	-0	-0
3.000	-0.012	003112	2256386	506	-916	37	28	73	97	-0	-0	-0	-0
4.000	-0.014	004208	2016235	-1576	-1697	20	44	60	86	-0	0	-0	-0
6.000	-0.016	093894	2250265	399	-1129	39	79	71	98	-0	0	-0	-0
7.000	-0.018	091339	2103452	-971	-1425	24	30	64	86	-0	0	-0	-0
9.000	-0.019	000280	2160159	-270	-991	30	34	70	88	-0	0	-0	-0
10.000	-0.020	017652	2179852	-74	-676	33	33	73	84	-0	0	-0	-0
11.000	-0.020	034357	2107152	-769	-775	27	39	70	81	-0	0	-0	-0
13.000	-0.020	041370	2213051	400	-310	37	31	77	81	-0	0	0	-0

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОКЛАВА (ОКРУЖНОЕ РЕЗЧЕНИЕ ХМ13,2В(М1))

FI	W	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.000	-0.003	4364480	2287540	389	-442	177	171	75	02	0	0	0	0
10.000	-0.002	4634722	2286567	-40	-1971	165	166	66	74	-0	-0	-0	-0
17.000	-0.002	4218511	2286104	-859	-4785	144	157	42	118	-1	-0	-0	-0
22.000	-0.002	3818385	2287637	-1680	-7883	123	149	21	127	-2	-0	-0	-0
26.000	-0.001	3490913	2287374	-2053	-8753	100	159	13	147	-3	-0	-0	-0
40.000	0.004	1959117	2259160	742	044	76	64	80	75	-1	-0	-0	-0
50.000	0.007	896769	2256746	1949	4793	47	17	117	44	-0	-0	-0	-0
60.000	0.008	24210	2246477	2479	6100	28	-10	120	34	-0	-0	-0	-0
80.000	0.006	-889755	2223040	1089	4683	-13	-44	113	06	-0	-0	-0	-0
90.000	0.003	-748926	2213535	1619	7900	-16	-50	99	39	-0	-0	-0	-0
110.000	-0.005	-85422	2201899	603	-911	0	-6	75	03	0	-0	-0	-0
130.000	-0.013	439040	2282009	3	-1608	23	23	64	01	-0	-0	-0	-0
150.000	-0.018	942252	2280115	132	-1137	33	33	70	00	-0	-0	-0	-0
170.000	-0.020	950360	2213142	382	-423	37	31	76	02	-0	-0	-0	-0
180.000	-0.020	941370	2213851	400	-510	37	31	77	01	-0	-0	-0	-0

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНЫХ И НЕСТАЦИОНАРНЫХ  
ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В КОРПУСЕ АППАРАТА С РУБАШКОЙ

В качестве примера расчета температурных полей в аппарате с рубашкой (осесимметричная задача) выбрана конструкция, представленная на черт. II:

внутренний радиус цилиндрической оболочки корпуса - 1 м,  
внутренний радиус цилиндрической оболочки рубашки - 1,1 м,  
толщина стенки корпуса - 0,02 м,  
толщина стенки рубашки - 0,01 м

температура теплоносителя: между рубашкой и корпусом -  
+130 °С, внутри аппарата - +115 °С, температура окружающей  
среды - +20 °С.

Коэффициент теплоотдачи зависит от многих параметров. Он определяется температурой, теплоносителем, характером течения его вблизи стенок. Коэффициент теплоотдачи между аппаратом и внешней средой определяется естественной конвекцией и принят равным 5 Вт/(м<sup>2</sup>.К). Для коэффициентов теплоотдачи от стенки корпуса к среде внутри рубашки и от стенки корпуса к среде внутри аппарата приняты соответственно значения 100 Вт/(м<sup>2</sup>.К) и 45 Вт/(м<sup>2</sup>.К). Приведенные характеристики теплообмена на границах определены по методике, приведенной в книге Михеев М.А. "Основы теплопередачи", М.-Л., Госэнергоиздат, 1956.

Теплофизические характеристики материала приведены в справочнике "Свойства сталей и сплавов, применяемых в котло-



турбостроении", Л., ЦКТИ, вып.16, 1966:  $K = 50 \text{ Вт/(м.}^\circ\text{C)}$ ,  
 $C = 460 \text{ Дж/(кг.}^\circ\text{C)}$ ,  $\rho = 780 \text{ кг/м}^3$ .

На черт.12 приведена для рассматриваемой конструкции сет-  
 ка КЭ, в узлах которой рассчитывается температурное поле.

Порядок подготовки исходных данных первой группы

1. Перфокарта, являющаяся титульной картой задачи  
 (формат 20A4).

Конструкция - Автоклав 1 = 1 м, 2 = 1.1 м, 3 = 1, 1 м,  
 контрольный пример.

Далее везде формат исходных данных указывается в скобках.

2. Перфокарта параметров задачи в виде семи целых чисел  
 (2013):

LRG = 11      NTR = 4      NTM = 0      NPC = 1  
 NBP = 58      NQ = 0      NSIM = 1

LRG	NBP	NTR	NQ	NTM	NSIM	NPC
011	058	004	000	000	001	001

3. Перфокарты данных соединения зон в область (513).

Число перфокарт равно числу зон (на распечатке "з/с" -  
 зона/сторона)

з/с	1	2	3	4
001	002	000	000	000
002	003	000	001	000
003	004	000	002	000
004	005	000	003	000
005	006	000	004	000

006	007	000	005	000
007	000	000	000	000
008	009	000	004	000
009	010	000	008	000
010	011	000	009	000
011	000	000	010	000

4. Перфокарты координат граничных узлов (вводятся в порядке следования номеров узлов) (6 Е 12.6).

П.4	XF	YP	XP	YP	XF	YP
00	0.200000E+01	00	0.100000E+01	00	0.707107E-000	0.312893E-00
100000E+01	0.122000E+01	0.100000E+01	0.102000E+01	0.100000E+01	0.100000E+01	0.123500E+01
0.7071070000	0.282711E+01	0.100000E+01	0.212000E+01	0.312893E+01	0.312893E+01	
0.721249E+00	0.298751E+00	0.102000E+01	0.122000E+01	0.102000E+01	0.122000E+01	
0.102000E+01	0.123500E+01	0.721249E+00	0.284125E+01	0.314000E+01	0.110000E+01	0.212000E+01
0.133500E+01	0.777818E-000	0.289782E+01	0.111000E+01	0.212000E+01	0.323000E+01	
0.111000E+01	0.133500E+01	0.784489E-000	0.29489E301	0.111000E+01	0.212000E+01	
0.323000E+01						

## 5. Перфокарты данных по зонам (II I 3,5 (I 2, 3II), I 2)

Число перфокарт равно числу зон плюс дополнительные перфокарты для каждой зоны, стороны которой описываются дугами окружности или эллипса.

П.5	NR6	NROWS	NOOL	NDN	LRT	LR00T	NTR	NR	NTM	i
001	003	003	026017003002001	16024025	1212	1212	0401	0000	0000	1
	0	0.102000E+01	0.100000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	1
002	003	003	02801800500400301	7026027	1212	1212	0401	0000	0000	1
	0	0.102000E+01	0.100000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	0.102000E+01	1
003	003	003	03001900700600501	8028029	1111	1111	0401	0000	0000	11
004	003	003	03202000900800701	9030031	1111	1111	0400	0000	0000	1
005	003	003	034021011010009020032033	1111	1111	1111	0402	0000	0000	1
	0	0.212000E+01	0.100000E+01	0.10340033	1212	1111	0402	0000	0000	1
	0	0.212000E+01	0.102000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	1
007	003	003	038023015014013021	2036037	1212	1111	0402	0000	0000	1
	0	0.212000E+01	0.100000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	1
008	003	003	052047040039032031	1030051	1111	1111	0301	0000	0000	1
009	005	003	05404804204104004	7052053	1111	1111	0301	0000	0000	1
010	003	003	05604904404304204	8054055	1212	1111	0301	0000	0000	1
	0	0.212000E+01	0.111000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	1
011	003	003	05805004604504404	9056057	1212	1111	0301	0000	0000	1
	0	0.212000E+01	0.110000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	1
	0	0.212000E+01	0.111000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	0.212000E+01	1

## 5. Перфокарты данных по зонам (II I 3,5 (I 2, 3II), I 2)

Число перфокарт равно числу зон плюс дополнительные перфокарты для каждой зоны, стороны которой описываются дугами окружности или эллипса.

Порядок подготовки исходных данных второй группы

6. Перфокарта, разделяющая исходные данные первой группы от исходных данных второй группы.

Перфокарта заполняется текстовой информацией (20 A4)  
"ТЕПЛОВАЯ ЗАДАЧА"

7. Перфокарта с параметрами данной тепловой задачи (2014), представляющими собой три целых числа

NRGM= I;	NRCH= I5;	NM= I
NRGM	NRCH	NM
0001	0015	0001

8. Перфокарта теплофизических характеристик материалов (4E10.4) вводится в соответствии с NM

AKX	AKY	SH	SW
0.5000E+02	0.5000E+02	0.4600E+03	0.7800E+04

9. Если NTR  $\neq 0$ , то вводят характеристики границ с конвективным теплообменом (4E10.4)

TINF	H	DT	T0
0.2000E+02	0.5000E+02	0	0
0.0200E+03	0.1000E+03	0.8300E-01	0.1320E+04
0.0200E+03	0.1000E+03	0.8300E-01	0.1320E+04
0.0200E+03	0.4500E+02	0.8300E-01	0.1140E+04

10. Если NQ  $\neq 0$ , то вводят значения тепловых потоков SQS (E 10.4).

11. Если NTM  $\neq 0$ , то вводят значения постоянных температур на границах TE (E 10.4).

КОНСТРУКЦИЯ-АВТОКЛАВ R1=1M,R2=1.14VCL=1.1M КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР  
 ЧИСЛО ЗОН LRC= 11  
 ЧИСЛО ГРАНИЧНЫХ УЗЛОВ АВР= 58  
 ЧИСЛО ТРАКТОР СХЛАЖДЕНИЯ NTR= 4  
 ЧИСЛО ГОТОВОК НА ГРАНИЦЕ NQ= 0  
 ЧИСЛО ГОСТОЯЩИХ ТЕМПЕРАТУРНА ГРАНИЦЕ NTE= 0  
 ВИД ЗАДАЧИ NSIM= 1  
 ПЕЧАТЬ NRC= 0

# ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ ЗАДАЧА

## ДАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

З/С	1	2	3	4
1	2	2	0	0
2	3	2	1	0
3	4	2	2	0
4	5	0	3	0
5	6	0	4	0
6	7	0	5	0
7	8	0	6	0
8	9	2	4	0
9	10	0	8	0
10	11	2	9	0
11	0	0	12	0

## КООРДИНАТЫ ГРАНИЧНЫХ УЗЛОВ

1	0.0	0.20000000-01	2	0.0	0.0	3	0.7071070	00	0.3128930	00
4	0.0	0.0	5	0.10000000	01	6	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.10000000	01	8	0.0	0.0	9	0.10000000	01	0.1235000	01
10	0.0	0.0	11	0.10000000	01	12	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.7071070	00	14	0.0	0.0	15	0.0	0.3128930	01	0.0
16	0.0	0.0	17	0.0	0.0	18	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	20	0.0	0.0	21	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	23	0.0	0.0	24	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	26	0.7212490	00	27	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.10000000	01	29	0.0	0.0	30	0.10000000	01	0.1220000	01
31	0.0	0.0	32	0.10000000	01	33	0.0	0.0	0.0	0.0
34	0.10000000	01	35	0.0	0.0	36	0.7212490	00	0.2241250	04
37	0.0	0.0	38	0.0	0.3142000	01	39	0.0	0.0	0.0
40	0.11200000	01	41	0.0	0.0	42	0.11000000	01	0.2120000	01
43	0.0	0.0	44	0.7778180	00	45	0.0	0.0	0.0	0.0
46	0.0	0.32200000	47	0.0	0.0	48	0.0	0.0	0.0	0.0
49	0.0	0.0	50	0.0	0.0	51	0.0	0.0	0.0	0.0
52	0.11100000	01	53	0.0	0.0	54	0.11100000	01	0.2120000	01
55	0.0	0.0	56	0.7844290	00	57	0.0	0.0	0.0	0.0
58	0.0	0.32200000								

## ДАННЫЕ ПО ЗОНАМ

ЗОНА NRC= 1 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 26 17 3 2 1 14 25 L0=1212 LROOT=1212 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 ЗОНА NRC= 2 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 28 18 5 4 3 17 26 27 L0=1212 LROOT=1212 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 ЗОНА NRC= 3 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 30 19 7 6 5 18 22 29 L0=1111 LROOT=1111 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА NRC= 4 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 32 23 9 8 7 19 30 31 L0=1111 LROOT=1111 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА NRC= 5 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 34 21 11 10 9 20 32 33 L0=1111 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА NRC= 6 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 36 22 13 12 11 21 34 35 L0=1212 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 ЗОНА NRC= 7 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 38 23 15 14 13 22 36 37 L0=1212 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 ЗОНА NRC= 8 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 52 47 43 39 32 31 38 51 L0=1111 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА NRC= 9 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 54 48 42 41 40 47 52 53 L0=1111 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА NRC= 10 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 56 49 44 43 42 48 54 55 L0=1212 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 ЗОНА NRC= 11 NRCMS= 1 ACOL= 3 УЗЛМ NCM= 58 50 46 45 44 49 56 57 L0=1212 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.3

УЗЛМ	КООРДИНАТЫ	УЗЛМ	КООРДИНАТЫ	УЗЛМ	КООРДИНАТЫ
1	0.0	2	0.3535540 21	3	0.7071070 00
4	0.0535540 02	5	0.1000000 01	6	0.1000000 01
7	0.1000000 01	8	0.1000000 01	9	0.1000000 01
10	0.1000000 01	11	0.1000000 01	12	0.0535540 00
13	0.7071070 00	14	0.3535540 20	15	0.0
16	0.0	17	0.7141780 03	18	0.1010000 01
19	0.1010000 01	20	0.1220000 01	21	0.1010000 01
22	0.7141780 00	23	0.7	24	0.0
25	0.3606250 00	26	0.7217490 00	27	0.0706240 00
28	0.1020000 01	29	0.1220000 01	30	0.1020000 01
31	0.1020000 01	32	0.1220000 01	33	0.1220000 01
34	0.1020000 01	35	0.0756240 20	36	0.7217490 00
37	0.3606250 00	38	0.0	39	0.1000000 01
40	0.1100000 01	41	0.1100000 01	42	0.1100000 01
43	0.9389090 00	44	0.7770100 00	45	0.3009290 00
46	0.0	47	0.1105000 01	48	0.1105000 01
49	0.7071070 00	50	0.0	51	0.1065000 01
52	0.1110000 01	53	0.1110000 01	54	0.1110000 01
55	0.7472440 00	56	0.7044000 22	57	0.3922450 00
58	0.3				

ЧИСЛО УЗЛОВ МР= 81  
 ЧИСЛО ЭЛЕМЕНТОВ NEL= 184  
 ШИРИНА ПОЛОСЫ МВЧ= 34 НАЧЕВЕНА В ЭЛЕМЕНТЕ= 64  
 НОМЕР ТРАКТА= 1 ЧИСЛО УЗЛОВ= 17  
 НОМЕРА УЗЛОВ:  
 1 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37 40 43 46 49  
 НОМЕР ТРАКТА= 2 ЧИСЛО УЗЛОВ= 9  
 НОМЕРА УЗЛОВ:  
 25 28 31 34 37 40 43 46 49  
 НОМЕР ТРАКТА= 3 ЧИСЛО УЗЛОВ= 11  
 НОМЕРА УЗЛОВ:  
 25 28 31 34 37 40 43 46 49 52 55 58 61 64 67 70 73 76 79  
 НОМЕР ТРАКТА= 4 ЧИСЛО УЗЛОВ= 17  
 НОМЕРА УЗЛОВ:  
 3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51

КООРДИНАТЫ	УЗЛОВ
1 0.0	0.0
4 0.3636250 00	0.4587740-01
7 0.7212490 00	0.2987510 00
10 0.8736240 00	0.4885750 00
13 0.1220000 01	0.1220000 01
16 0.1220000 01	0.1120000 01
19 0.1220000 01	0.1220000 01
22 0.1220000 01	0.1220000 01
25 0.1220000 01	0.1220000 01
28 0.1220000 01	0.1220000 01
31 0.1220000 01	0.1220000 01
34 0.1220000 01	0.1220000 01
37 0.1220000 01	0.1220000 01
40 0.1220000 01	0.1220000 01
43 0.1220000 01	0.1220000 01
46 0.3636250 00	0.3074127 01
49 0.0	0.3140000 01
52 0.1065000 01	0.1275000 01
55 0.1110000 01	0.1330000 01
58 0.1110000 01	0.1527500 01
61 0.1110000 01	0.1725000 01
64 0.1110000 01	0.1922500 01
67 0.1110000 01	0.2120000 01
70 0.9472440 00	0.2698640 01
73 0.7844890 00	0.2984890 01
76 0.3627450 00	0.3158390 01
79 0.0	0.3230000 01
82 0.0	0.3230000 01
85 0.0	0.3230000 01
88 0.0	0.3230000 01
91 0.0	0.3230000 01
94 0.0	0.3230000 01
97 0.0	0.3230000 01
100 0.0	0.3230000 01
103 0.0	0.3230000 01
106 0.0	0.3230000 01
109 0.0	0.3230000 01
112 0.0	0.3230000 01
115 0.0	0.3230000 01
118 0.0	0.3230000 01
121 0.0	0.3230000 01
124 0.0	0.3230000 01
127 0.0	0.3230000 01
130 0.0	0.3230000 01
133 0.0	0.3230000 01
136 0.0	0.3230000 01
139 0.0	0.3230000 01
142 0.0	0.3230000 01
145 0.0	0.3230000 01
148 0.0	0.3230000 01
151 0.0	0.3230000 01
154 0.0	0.3230000 01
157 0.0	0.3230000 01
160 0.0	0.3230000 01
163 0.0	0.3230000 01
166 0.0	0.3230000 01
169 0.0	0.3230000 01
172 0.0	0.3230000 01
175 0.0	0.3230000 01
178 0.0	0.3230000 01
181 0.0	0.3230000 01
184 0.0	0.3230000 01

ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА	УЗЛОВ	ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА	УЗЛОВ	ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА	УЗЛОВ	ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА	УЗЛОВ	ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА	УЗЛОВ
1	4	5	2	2	4	2	1	3	5
6	7	5	4	7	8	9	6	8	6
11	11	12	9	12	11	9	8	13	13
16	14	12	11	17	16	17	14	18	14
21	19	20	17	22	19	17	16	23	20
26	22	20	19	27	23	24	21	28	23
31	26	27	24	32	26	24	23	33	28
36	29	27	26	37	31	32	29	38	31
41	34	35	32	42	34	32	31	43	35
46	37	35	34	47	38	39	36	48	38
51	41	42	39	52	41	39	38	53	43
56	44	42	41	57	46	47	44	58	46
61	49	50	47	62	49	47	46	63	50
66	52	52	49	67	53	54	51	68	53
71	56	57	54	72	56	54	53	73	56
76	59	57	56	77	61	62	59	78	61
81	64	65	62	82	64	62	61	83	65
86	67	65	64	87	68	69	66	88	68
91	71	72	69	92	71	69	68	93	73
96	74	72	71	97	76	77	74	98	76
101	79	80	77	102	79	77	76	103	80

## ТЕПЛОВАЯ ЗАДАЧА

РЕЖИМ ARGH= 3 ЧИСЛО КОМПОНЕНТОВ ПЕЧАТИ NPSH= 1

ЧИСЛО ЗАПОЛНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАССЫВА А NEND= 2997

ЧИСЛО МАТЕРИАЛОВ NM= 1

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ

1 AKH=0.5000E 02 AKU=3.5200E 02 KH=0.4600E 03 SH=0.7600E 04

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОВ ОХЛАЖДЕНИЯ

1 TINF=0.2000E 02 M=0.5000E 01 CT=0.0 T0=0.0

2 TINF=0.1300E 03 M=0.1200E 03 CT=0.8300E-21 T0=0.1320E 04

3 TINF=0.1300E 03 M=0.1000E 03 CT=0.8300E-21 T0=0.1320E 04

4 TINF=0.1150E 03 M=0.4500E 02 CT=0.8300E-21 T0=0.1140E 04

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

1	0.12510	03	2	0.10520	03	3	0.12530	03	4	0.12520	03	5	0.12510	03	6	0.10520	03	7	0.12490	03	8	0.12500	23
9	0.12510	03	10	0.10450	03	11	0.12460	03	12	0.12470	03	13	0.12790	03	14	0.12020	03	15	0.10010	03	16	0.11180	23
17	0.11190	03	18	0.11190	03	19	0.11930	03	20	0.11920	03	21	0.11920	03	22	0.11920	03	23	0.11970	03	24	0.11960	03
25	0.12020	03	26	0.12010	03	27	0.12000	03	28	0.12560	03	29	0.12550	03	30	0.12540	03	31	0.12540	03	32	0.12540	03
33	0.12530	03	34	0.12550	03	35	0.12540	03	36	0.12530	03	37	0.12550	03	38	0.12540	03	39	0.12530	03	40	0.12550	03
41	0.12540	03	42	0.12540	03	43	0.12550	03	44	0.12540	03	45	0.12540	03	46	0.12550	03	47	0.12540	03	48	0.12540	03
49	0.12550	03	50	0.12540	03	51	0.12530	03	52	0.12300	03	53	0.12310	03	54	0.12330	03	55	0.12390	03	56	0.12400	03
57	0.12400	03	58	0.12460	03	59	0.12470	03	60	0.12470	03	61	0.12460	03	62	0.12470	03	63	0.12470	03	64	0.12460	03
65	0.12470	03	66	0.12470	03	67	0.12460	03	68	0.12460	03	69	0.12470	03	70	0.12460	03	71	0.12460	03	72	0.12470	03
73	0.12460	03	74	0.12460	03	75	0.12470	03	76	0.12460	03	77	0.12460	03	78	0.12470	03	79	0.12460	03	80	0.12470	03
81	0.12470	03																					

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1192E 03

MAX TEMP=0.1256E 03 НАХОДЕНА В УЗЛЕ= 26

MIN TEMP=0.1045E 03 НАХОДЕНА В УЗЛЕ= 12



КОНСТРУКЦИЯ-АВТОКЛАВ R141M.R2#1.1M.CL=1.1M КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР  
 ЧИСЛО ЗОН LRS= 11  
 ЧИСЛО ГРАНИЧНЫХ УЗЛОВ АВР= 58  
 ЧИСЛО ТРАКТОР СХЛАБЕРИЯ НТЯ= 4  
 ЧИСЛО ПОТОКОВ НА ГРАНИЦЕ НОБ= 0  
 ЧИСЛО ГОСТОЯЩИХ ТЕМПЕРАТУР НА ГРАНИЦЕ ПТЕ= 8  
 ВИД ЗАДАЧИ NSIM= 1  
 ПЕЧАТЬ КРС= 2

ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ ЗАДАЧА

ДАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

З/С 1 2 3 4

1	2	0	0	0
2	3	0	1	0
3	4	0	2	0
4	5	0	2	0
5	6	0	4	0
6	7	0	5	0
7	8	0	6	0
8	9	0	4	0
9	10	0	8	0
10	11	0	9	0
11	0	0	10	0

КООРДИНАТЫ ГРАНИЧНЫХ УЗЛОВ

1	2.0	0.29000000-01	2	0.0	0.0	3	0.7071070	00	0.3128930	00
4	0.0	0.0	5	0.10000000	01	0.1020000	01	0.0	0.0	0.0
7	0.10000000	01	8	0.0	0.0	9	0.10000000	01	0.1000000	01
10	0.0	0.0	11	0.10000000	01	0.2120000	01	0.0	0.0	0.0
13	0.7071070	00	14	0.0	0.0	15	0.0	0.3128930	01	0.0
16	0.0	0.0	17	0.0	0.0	18	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	20	0.0	0.0	21	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	23	0.0	0.0	24	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	26	0.7212490	00	0.2907510	00	0.0	0.0	0.0
28	0.10000000	01	29	0.0	0.0	30	0.10000000	01	0.1000000	01
31	0.0	0.0	32	0.10000000	01	0.1235000	01	0.0	0.0	0.0
34	0.10000000	01	35	0.0	0.0	36	0.7212490	00	0.2907510	01
37	0.0	0.0	38	0.0	0.3128930	01	0.0	0.0	0.0	0.0
40	0.11000000	01	41	0.0	0.0	42	0.11000000	01	0.2120000	01
43	0.0	0.0	44	0.7772180	00	0.7777820	01	0.0	0.0	0.0
46	0.0	0.3920000	47	0.0	0.0	48	0.0	0.0	0.0	0.0
49	0.0	0.0	50	0.0	0.0	51	0.0	0.0	0.0	0.0
52	0.11000000	01	53	0.0	0.0	54	0.11000000	01	0.2120000	01
55	0.0	0.0	56	0.7844690	00	0.2904690	01	0.0	0.0	0.0
58	2.0	0.3230000	59							

## ДАННЫЕ ПО ЗОНАМ

ЗОНА АРС= 1 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 26 17 3 9 1 16 24 25 L2=1212 LROOT=1212 NTRI=401 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.1020000 01 0.1020000 01  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.1020000 01 0.1020000 01  
 ЗОНА АРС= 2 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 26 18 5 4 3 17 24 27 L2=1212 LROOT=1212 NTRI=3401 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.1020000 01 0.1020000 01  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.1020000 01 0.1020000 01  
 ЗОНА АРС= 3 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 30 19 7 6 2 18 28 29 L2=1111 LROOT=1111 NTRI=2401 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА АРС= 4 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 32 22 9 8 7 19 30 31 L2=1111 LROOT=1111 NTRI=0400 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА АРС= 5 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 34 21 11 10 9 20 32 33 L2=1111 LROOT=1111 NTRI=3402 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА АРС= 6 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 36 22 13 12 11 21 34 35 L2=1212 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.2120000 01 0.1020000 01  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.2120000 01 0.1020000 01  
 ЗОНА АРС= 7 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 38 23 15 14 13 22 36 37 L2=1212 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.2120000 01 0.1020000 01  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.2120000 01 0.1020000 01  
 ЗОНА АРС= 8 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 52 47 43 39 32 31 30 31 L2=1111 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА АРС= 9 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 54 48 42 41 40 47 52 53 L2=1111 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 ЗОНА АРС= 10 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 56 49 44 43 42 48 54 55 L2=1212 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.2120000 01 0.1120000 01  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.2120000 01 0.1120000 01  
 ЗОНА АРС= 11 АРСМС= 3 АРСЛ= 3 УЗЛМ АСН= 58 50 46 45 44 49 56 57 L2=1212 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NYEI=0000 IM= 1  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.2120000 01 0.1120000 01  
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР= 0.0 0.2120000 01 0.1120000 01

УЗЛМ	КООРДИНАТЫ	УЗЛМ	КООРДИНАТЫ	УЗЛМ	КООРДИНАТЫ
1 0.0	0.2000000-01	2 0.3535540	00 0.0450570-01	3 0.7071070	00 0.3120930 00
4 0.0535540	02 0.4509950 02	5 0.1000000	01 0.1020000 01	6 0.1000000	01 0.1120000 01
7 0.1000000	01 0.1020000 01	8 0.1000000	01 0.1227500 01	9 0.1000000	01 0.1235000 01
10 0.1000000	01 0.1077500 01	11 0.1000000	01 0.2120000 01	12 0.0535540	00 0.2641210 01
13 0.7071070	00 0.2027110 21	14 0.3535540	00 0.3055410-01	15 0.0	0.3120000 01
16 0.0	0.1020000-01	17 0.7141700	00 0.3050220 00	18 0.1010000	01 0.1020000 01
19 0.1010000	01 0.1020000 01	20 0.1010000	01 0.1235000 01	21 0.1010000	01 0.2120000 01
22 0.7141700	00 0.2034180 01	23 0.0	0.3130000 01	24 0.0	0.0
25 0.3606250	02 0.6507740-01	26 0.7212490	00 0.2907510 00	27 0.0706240	00 0.4005750 00
28 0.1020000	01 0.1020000 01	29 0.1220000	01 0.1120000 01	30 0.1020000	01 0.1220000 01
31 0.1020000	01 0.1227500 01	32 0.1020000	01 0.1235000 01	33 0.1020000	01 0.1677500 01
34 0.1020000	01 0.2120000 01	35 0.0720240	00 0.2651430 01	36 0.7212490	00 0.2041250 01
37 0.3606250	00 0.3074120 01	38 0.0	0.3140000 01	39 0.1000000	01 0.1235000 01
40 0.1120000	01 0.1335000 01	41 0.1100000	01 0.1727500 01	42 0.1100000	01 0.2120000 01
43 0.9309200	00 0.2073110 01	44 0.7770100	00 0.2097070 01	45 0.3009290	00 0.3140960 01
46 0.0	0.3220000 01	47 0.1105000	01 0.1332500 01	48 0.1105000	01 0.2120000 01
49 0.7071070	00 0.2031360 01	50 0.0	0.3220000 01	51 0.1065000	01 0.1275000 01
52 0.1110000	01 0.1235000 01	53 0.1110000	01 0.1725000 01	54 0.1110000	01 0.2120000 01
55 0.0472440	00 0.2090540 01	56 0.7044000	00 0.2990400 01	57 0.3922450	00 0.3150390 01
58 0.0	0.3230000 01				

ЧИСЛО УЗЛОВ АРС= 81  
 ЧИСЛО ЭЛЕМЕНТОВ NEL= 104  
 ШИРИНА ПОЛОСЫ АРС= 34 НАХЛЕНА В ЭЛЕМЕНТЕ= 66  
 НОМЕР ТРАКТА= 1 ЧИСЛО УЗЛОВ= 17

НОМЕРА УЗЛОВ:

1 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37 40 43 46 49

НОМЕР ТРАКТА= 2 ЧИСЛО УЗЛОВ= 9

НОМЕРА УЗЛОВ:

25 28 31 34 37 40 43 46 49

НОМЕР ТРАКТА= 3 ЧИСЛО УЗЛОВ= 11

НОМЕРА УЗЛОВ:

25 28 31 34 37 40 43 46 49 52 55 58 61 64 67 70 73 76 79

НОМЕР ТРАКТА= 4 ЧИСЛО УЗЛОВ= 17

НОМЕРА УЗЛОВ:

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51

[illegible]

ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА УЗЛОВ				ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА УЗЛОВ				ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА УЗЛОВ				ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА УЗЛОВ				ЭЛЕМЕНТ-НОМЕРА УЗЛОВ			
1	4	5	2	2	4	2	1	3	5	6	3	4	5	3	2	5	7	3	5
6	7	5	4	7	8	9	6	8	8	6	5	9	13	11	8	12	18	11	7
11	11	12	9	12	11	9	8	12	13	14	11	14	13	11	12	15	14	11	12
16	14	12	11	17	16	17	14	15	16	14	13	19	17	12	15	22	17	14	14
21	19	20	17	22	19	17	16	23	22	21	18	24	23	18	17	25	22	21	22
26	22	21	19	27	23	24	21	28	23	21	20	29	25	26	23	30	25	21	22
31	26	27	24	32	26	24	23	33	28	29	26	34	25	26	25	35	29	36	27
36	29	27	26	37	31	32	29	38	31	29	28	39	32	33	30	40	32	30	29
41	34	35	32	42	34	32	31	43	35	36	33	44	35	33	32	45	37	38	35
46	37	35	34	47	38	39	36	48	38	36	35	49	40	41	38	50	40	38	37
51	41	42	39	52	41	39	38	53	42	44	41	54	43	41	40	55	44	42	42
56	44	42	41	57	46	47	44	58	46	44	43	59	47	48	45	60	47	45	44
61	45	51	47	62	49	47	46	63	52	51	48	64	53	48	47	65	52	51	47
66	52	50	49	67	53	54	45	68	53	45	42	69	55	56	53	70	55	51	52
71	56	57	54	72	56	54	53	73	58	59	56	74	55	56	55	75	59	61	57
76	59	57	56	77	61	62	59	78	61	59	58	79	62	63	60	80	62	61	59
81	64	65	62	82	64	62	61	83	65	66	63	84	65	63	62	85	67	68	65
86	67	65	64	87	68	69	66	88	68	66	65	89	70	71	68	90	70	68	67
91	71	70	69	92	71	69	68	93	73	74	71	94	73	71	70	95	74	72	72
96	74	72	71	97	76	77	74	98	76	74	73	99	77	78	75	100	77	75	74
101	79	81	77	102	79	77	76	103	82	81	78	104	83	78	77				

## ТЕПЛОВАЯ ЗАДАЧА

РЕЖИМ ПРОСМ: 2 ЧИСЛО МОМЕНТОВ ПЕЧАТИ ПРОСМ: 50

ЧИСЛО ЗАПОЛНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА А КЕНОА: 1555

ЧИСЛО МАТЕРИАЛОВ: 1

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ

1 АКУ=0.5000E 02 АКУВ=0.5000E 02 SH=7.4600E 03 SHV=0.7000E 04

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОВ ОХЛАЖДЕНИЯ

1 TINF=0.2000E 02 L=0.5000E 01 CT=0.0 T0=0.0

2 TINF=0.2000E 02 L=0.1000E 03 CT=0.0300E 01 T0=0.1320E 04

3 TINF=0.2000E 02 L=0.1200E 03 CT=0.0300E 01 T0=0.1320E 04

4 TINF=0.2000E 02 L=0.4500E 02 CT=0.0300E 01 T0=0.1140E 04

МАК ГО ЭВЕРЕНУ TSH=0.1200E 03 МАК.ТЕМП. TIN=0.2000E 02

МОМЕНТЫ ПЕЧАТИ

5 12 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ

РЕЖИМ ПОДСИМУЛЯСА

ПРОСМ: 2 ПРОСМ: 70 TSH=0.1200E 03

МОМЕНТ ВРЕМЕНИ KTIME: 0

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ

ВРЕМЯ=0.6000E 03СЕК

5

1 0.25140 02	2 0.25200 02	3 0.25430 02	4 0.29300 02	5 0.29370 02	6 0.29630 02	7 0.29640 02	8 0.29740 02
9 0.30020 02	10 0.29990 02	11 0.29380 02	12 0.29600 02	13 0.29720 02	14 0.29040 02	15 0.30140 02	16 0.30020 02
17 0.30710 02	18 0.30590 02	19 0.30240 02	20 0.30810 02	21 0.30390 02	22 0.30920 02	23 0.30810 02	24 0.30930 02
25 0.30800 02	26 0.30460 02	27 0.30470 02	28 0.44610 02	29 0.44230 02	30 0.44280 02	31 0.43920 02	32 0.43950 02
33 0.43610 02	34 0.43890 02	35 0.43520 02	36 0.43570 02	37 0.44780 02	38 0.44400 02	39 0.44420 02	40 0.44170 02
41 0.43850 02	42 0.43530 02	43 0.44780 02	44 0.44420 02	45 0.44460 02	46 0.44240 02	47 0.43920 02	48 0.44000 02
49 0.34900 02	50 0.34710 02	51 0.34500 02	52 0.45630 02	53 0.45970 02	54 0.45970 02	55 0.46870 02	56 0.46940 02
57 0.47140 02	58 0.47870 02	59 0.47950 02	60 0.48150 02	61 0.47780 02	62 0.47850 02	63 0.48040 02	64 0.47880 02
65 0.47740 02	66 0.47530 02	67 0.48550 02	68 0.48610 02	69 0.48790 02	70 0.47920 02	71 0.48000 02	72 0.48200 02
73 0.48760 02	74 0.48630 02	75 0.49210 02	76 0.48070 02	77 0.48150 02	78 0.48340 02	79 0.37900 02	80 0.38100 02

A1 0.38330 02

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.3900E 02

МАК ТЕМП=0.4501E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 75

MIN TEMP=0.2514E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ

ВРЕМЯ=0.1200E 04СЕК

10

1 0.38360 02	2 0.38480 02	3 0.38830 02	4 0.49500 02	5 0.49690 02	6 0.50030 02	7 0.50660 02	8 0.50810 02
9 0.51150 02	10 0.49580 02	11 0.49720 02	12 0.52050 02	13 0.51550 02	14 0.51710 02	15 0.52100 02	16 0.50060 02
17 0.50150 02	18 0.50330 02	19 0.72570 02	20 0.72470 02	21 0.72610 02	22 0.73900 02	23 0.73630 02	24 0.73710 02
25 0.75450 02	26 0.74840 02	27 0.74780 02	28 0.86110 02	29 0.85580 02	30 0.85530 02	31 0.85110 02	32 0.84990 02
33 0.84560 02	34 0.85060 02	35 0.84550 02	36 0.84520 02	37 0.86250 02	38 0.86030 02	39 0.85970 02	40 0.85620 02
41 0.85170 02	42 0.85100 02	43 0.86590 02	44 0.86050 02	45 0.86250 02	46 0.85650 02	47 0.85180 02	48 0.85100 02
49 0.86000 02	50 0.85500 02	51 0.86700 02	52 0.85820 02	53 0.86170 02	54 0.86700 02	55 0.89240 02	56 0.89350 02
57 0.89600 02	58 0.91550 02	59 0.91670 02	60 0.91520 02	61 0.91410 02	62 0.91520 02	63 0.91740 02	64 0.91330 02
65 0.91440 02	66 0.91080 02	67 0.92250 02	68 0.92650 02	69 0.92870 02	70 0.91690 02	71 0.91800 02	72 0.92040 02
73 0.92000 02	74 0.92070 02	75 0.93150 02	76 0.91500 02	77 0.92200 02	78 0.92320 02	79 0.73760 02	80 0.73940 02

A1 0.74260 02

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.7456E 02

МАК ТЕМП=0.9315E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 75

MIN TEMP=0.3636E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВРЕМЯ 0.180000 ВАСЕК 15

1 0.52310 02	2 0.52450 02	3 0.52750 02	4 0.66170 02	5 0.66280 02	6 0.66520 02	7 0.67720 02	8 0.67840 02
9 0.68120 02	10 0.68110 02	11 0.66240 02	12 0.66330 02	13 0.78300 02	14 0.78420 02	15 0.78690 02	16 0.78530 02
17 0.78640 02	18 0.78850 02	19 0.97590 02	20 0.97420 02	21 0.97480 02	22 0.98940 02	23 0.98670 02	24 0.98650 02
25 0.10030 03	26 0.69890 02	27 0.99790 02	28 0.11220 03	29 0.11190 03	30 0.11180 03	31 0.11140 03	32 0.11140 03
33 0.11130 03	34 0.11160 03	35 0.11140 03	36 0.11130 03	37 0.11260 03	38 0.11240 03	39 0.11230 03	40 0.11210 03
41 0.11190 03	42 0.11180 03	43 0.11270 03	44 0.11250 03	45 0.11240 03	46 0.11280 03	47 0.11190 03	48 0.11170 03
49 0.95280 02	50 0.55120 02	51 0.95180 02	52 0.11020 03	53 0.11110 03	54 0.11150 03	55 0.11530 03	56 0.11540 03
57 0.11550 03	58 0.11820 03	59 0.11810 03	60 0.11820 03	61 0.11790 03	62 0.11800 03	63 0.11810 03	64 0.11800 03
65 0.11840 03	66 0.11810 03	67 0.11860 03	68 0.11860 03	69 0.11870 03	70 0.11820 03	71 0.11820 03	72 0.11830 03
73 0.11870 03	74 0.11880 03	75 0.11890 03	76 0.11840 03	77 0.11850 03	78 0.11860 03	79 0.10440 03	80 0.12450 03
81 0.10460 03							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА 0.98170 02

MAX TEMP 0.11890 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ 75

MIN TEMP 0.52310 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВРЕМЯ 0.240000 ВАСЕК 20

1 0.67570 02	2 0.64100 02	3 0.64360 02	4 0.77280 02	5 0.77290 02	6 0.77480 02	7 0.78820 02	8 0.78920 02
9 0.75130 02	10 0.77250 02	11 0.77180 02	12 0.77410 02	13 0.83140 02	14 0.83230 02	15 0.83410 02	16 0.91660 02
17 0.91740 02	18 0.91890 02	19 0.10780 03	20 0.10770 03	21 0.10770 03	22 0.10880 03	23 0.10860 03	24 0.10860 03
25 0.10780 03	26 0.10660 03	27 0.10950 03	28 0.10800 03	29 0.11980 03	30 0.11970 03	31 0.11990 03	32 0.11970 03
33 0.11940 03	34 0.11890 03	35 0.11970 03	36 0.11960 03	37 0.12230 03	38 0.12010 03	39 0.12000 03	40 0.12020 03
41 0.12250 03	42 0.11990 03	43 0.12240 03	44 0.12020 03	45 0.12010 03	46 0.12020 03	47 0.11990 03	48 0.11970 03
49 0.11970 03	50 0.11810 03	51 0.11810 03	52 0.11750 03	53 0.11780 03	54 0.11810 03	55 0.12000 03	56 0.12090 03
57 0.12150 03	58 0.12100 03	59 0.12310 03	60 0.12310 03	61 0.12320 03	62 0.12310 03	63 0.12310 03	64 0.12320 03
65 0.12310 03	66 0.12310 03	67 0.12310 03	68 0.12320 03	69 0.12320 03	70 0.12380 03	71 0.12310 03	72 0.12320 03
73 0.12320 03	74 0.12320 03	75 0.12330 03	76 0.12320 03	77 0.12320 03	78 0.12330 03	79 0.11690 03	80 0.11690 03
81 0.11700 03							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА 0.10700 03

MAX TEMP 0.12330 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ 76

MIN TEMP 0.67570 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВРЕМЯ 0.300000 ВАСЕК 25

1 0.73240 02	2 0.83370 02	3 0.73580 02	4 0.84620 02	5 0.84680 02	6 0.84830 02	7 0.86030 02	8 0.86130 02
9 0.86250 02	10 0.84490 02	11 0.84610 02	12 0.84750 02	13 0.91280 02	14 0.91360 02	15 0.91480 02	16 0.98780 02
17 0.98970 02	18 0.55950 02	19 0.11220 03	20 0.11210 03	21 0.11210 03	22 0.11310 03	23 0.11290 03	24 0.11280 03
25 0.11390 03	26 0.11370 03	27 0.11360 03	28 0.12240 03	29 0.12230 03	30 0.12220 03	31 0.12240 03	32 0.12230 03
33 0.12210 03	34 0.12240 03	35 0.12230 03	36 0.12220 03	37 0.12260 03	38 0.12250 03	39 0.12230 03	40 0.12260 03
41 0.12250 03	42 0.12230 03	43 0.12270 03	44 0.12250 03	45 0.12240 03	46 0.12250 03	47 0.12230 03	48 0.12220 03
49 0.11750 03	50 0.11740 03	51 0.11730 03	52 0.11690 03	53 0.12010 03	54 0.12030 03	55 0.12230 03	56 0.12240 03
57 0.12250 03	58 0.12450 03	59 0.12400 03	60 0.12410 03	61 0.12400 03	62 0.12400 03	63 0.12410 03	64 0.12420 03
65 0.12410 03	66 0.12410 03	67 0.12400 03	68 0.12400 03	69 0.12410 03	70 0.12390 03	71 0.12400 03	72 0.12400 03
73 0.12410 03	74 0.12400 03	75 0.12410 03	76 0.12400 03	77 0.12410 03	78 0.12410 03	79 0.12160 03	80 0.12160 03
81 0.12170 03							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА 0.11290 03

MAX TEMP 0.12410 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ 76

MIN TEMP 0.55950 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ГОЛЕ ВРЕМЯ=0.3622E 04СЕК 38

1	0.88400	02	2	0.88510	02	3	0.88690	02	4	0.88970	02	5	0.89640	02	6	0.89770	02	7	0.90740	02	8	0.90850	02
9	0.90990	02	10	0.90960	02	11	0.89670	02	12	0.89830	02	13	0.90220	02	14	0.90280	02	15	0.90340	02	16	0.10270	03
17	0.10280	03	18	0.10290	03	19	0.11430	03	20	0.11420	03	21	0.11420	03	22	0.11510	03	23	0.11490	03	24	0.11490	03
25	0.11580	03	26	0.11560	03	27	0.11550	03	28	0.12320	03	29	0.12310	03	30	0.12320	03	31	0.12320	03	32	0.12320	03
33	0.12290	03	34	0.12320	03	35	0.12310	03	36	0.12290	03	37	0.12330	03	38	0.12320	03	39	0.12320	03	40	0.12330	03
41	0.12300	03	42	0.12310	03	43	0.12330	03	44	0.12320	03	45	0.12310	03	46	0.12320	03	47	0.12310	03	48	0.12300	03
49	0.12380	03	50	0.12270	03	51	0.12070	03	52	0.12080	03	53	0.12100	03	54	0.12120	03	55	0.12200	03	56	0.12290	03
57	0.12360	03	58	0.12410	03	59	0.12420	03	60	0.12430	03	61	0.12420	03	62	0.12420	03	63	0.12430	03	64	0.12420	03
65	0.12420	03	66	0.12430	03	67	0.12410	03	68	0.12420	03	69	0.12420	03	70	0.12410	03	71	0.12410	03	72	0.12420	03
73	0.12410	03	74	0.12420	03	75	0.12420	03	76	0.12410	03	77	0.12420	03	78	0.12420	03	79	0.12330	03	80	0.12330	03

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1130E 03

MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 65

MIN TEMP=0.8840E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ГОЛЕ ВРЕМЯ=0.4222E 04СЕК 35

1	0.85310	02	2	0.85510	02	3	0.85650	02	4	0.85930	02	5	0.93080	02	6	0.93120	02	7	0.93890	02	8	0.93980	02
9	0.94180	02	10	0.92560	02	11	0.93250	02	12	0.93220	02	13	0.95170	02	14	0.99230	02	15	0.99300	02	16	0.10490	03
17	0.10500	03	18	0.10510	03	19	0.11540	03	20	0.11530	03	21	0.11530	03	22	0.11610	03	23	0.11600	03	24	0.11590	03
25	0.11670	03	26	0.11660	03	27	0.11650	03	28	0.12350	03	29	0.12340	03	30	0.12330	03	31	0.12340	03	32	0.12330	03
33	0.12320	03	34	0.12340	03	35	0.12330	03	36	0.12320	03	37	0.12350	03	38	0.12340	03	39	0.12330	03	40	0.12350	03
41	0.12340	03	42	0.12330	03	43	0.12350	03	44	0.12340	03	45	0.12330	03	46	0.12350	03	47	0.12340	03	48	0.12330	03
49	0.12330	03	50	0.12220	03	51	0.12220	03	52	0.12130	03	53	0.12150	03	54	0.12160	03	55	0.12300	03	56	0.12310	03
57	0.12300	03	58	0.12420	03	59	0.12420	03	60	0.12430	03	61	0.12420	03	62	0.12420	03	63	0.12430	03	64	0.12420	03
65	0.12420	03	66	0.12430	03	67	0.12410	03	68	0.12420	03	69	0.12430	03	70	0.12410	03	71	0.12420	03	72	0.12420	03
73	0.12410	03	74	0.12420	03	75	0.12420	03	76	0.12410	03	77	0.12420	03	78	0.12420	03	79	0.12390	03	80	0.12390	03

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1143E 03

MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 52

MIN TEMP=0.8531E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ГОЛЕ ВРЕМЯ=0.4622E 04СЕК 40

1	0.89320	02	2	0.89910	02	3	0.90240	02	4	0.95210	02	5	0.95280	02	6	0.95350	02	7	0.95970	02	8	0.96060	02
9	0.96140	02	10	0.95270	02	11	0.95370	02	12	0.95490	02	13	0.10290	03	14	0.10120	03	15	0.10180	03	16	0.10420	03
17	0.10620	03	18	0.10630	03	19	0.11600	03	20	0.11590	03	21	0.11590	03	22	0.11660	03	23	0.11650	03	24	0.11640	03
25	0.11700	03	26	0.11710	03	27	0.11710	03	28	0.12360	03	29	0.12350	03	30	0.12340	03	31	0.12350	03	32	0.12340	03
33	0.12320	03	34	0.12350	03	35	0.12340	03	36	0.12330	03	37	0.12360	03	38	0.12340	03	39	0.12330	03	40	0.12360	03
41	0.12350	03	42	0.12340	03	43	0.12360	03	44	0.12350	03	45	0.12340	03	46	0.12360	03	47	0.12350	03	48	0.12330	03
49	0.12300	03	50	0.12290	03	51	0.12280	03	52	0.12150	03	53	0.12170	03	54	0.12190	03	55	0.12310	03	56	0.12320	03
57	0.12370	03	58	0.12420	03	59	0.12430	03	60	0.12430	03	61	0.12420	03	62	0.12420	03	63	0.12430	03	64	0.12420	03
65	0.12420	03	66	0.12430	03	67	0.12410	03	68	0.12420	03	69	0.12420	03	70	0.12410	03	71	0.12420	03	72	0.12420	03
73	0.12420	03	74	0.12420	03	75	0.12430	03	76	0.12410	03	77	0.12420	03	78	0.12420	03	79	0.12410	03	80	0.12410	03

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1151E 03

MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 60

MIN TEMP=0.8932E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВРЕМЯ=0.5482E 04CFK 45

1 0.92770 02	2 0.92850 02	3 0.92960 02	4 0.94760 02	5 0.96840 02	6 0.96930 02	7 0.97360 02	8 0.97440 02
9 0.97540 02	10 0.96780 02	11 0.96820 02	12 0.96990 02	13 0.10280 03	14 0.10280 03	15 0.10210 03	16 0.10780 03
17 0.10790 03	18 0.10710 03	19 0.11640 03	20 0.11630 03	21 0.11620 03	22 0.11780 03	23 0.11680 03	24 0.11680 03
25 0.11750 03	26 0.11740 03	27 0.11730 03	28 0.12370 03	29 0.12350 03	30 0.12340 03	31 0.12350 03	32 0.12340 03
33 0.12330 03	34 0.12350 03	35 0.12340 03	36 0.12330 03	37 0.12360 03	38 0.12350 03	39 0.12330 03	40 0.12360 03
41 0.12350 03	42 0.12340 03	43 0.12360 03	44 0.12350 03	45 0.12340 03	46 0.12360 03	47 0.12390 03	48 0.12340 03
49 0.12330 03	50 0.12320 03	51 0.12310 03	52 0.12170 03	53 0.12180 03	54 0.12220 03	55 0.12320 03	56 0.12330 03
57 0.12330 03	58 0.12420 03	59 0.12430 03	60 0.12430 03	61 0.12420 03	62 0.12420 03	63 0.12430 03	64 0.12420 03
65 0.12420 03	66 0.12430 03	67 0.12410 03	68 0.12420 03	69 0.12430 03	70 0.12410 03	71 0.12420 03	72 0.12420 03
73 0.12420 03	74 0.12420 03	75 0.12430 03	76 0.12410 03	77 0.12420 03	78 0.12420 03	79 0.12420 03	80 0.12420 03
81 0.12420 03							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1156E 03  
 MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 60  
 MIN TEMP=0.9277E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВРЕМЯ=0.6082E 04CFK 52

1 0.94910 02	2 0.94990 02	3 0.95890 02	4 0.97830 02	5 0.97910 02	6 0.98080 02	7 0.98280 02	8 0.98360 02
9 0.98480 02	10 0.97700 02	11 0.97870 02	12 0.97980 02	13 0.10280 03	14 0.10270 03	15 0.10270 03	16 0.10740 03
17 0.10750 03	18 0.10750 03	19 0.11650 03	20 0.11650 03	21 0.11640 03	22 0.11710 03	23 0.11780 03	24 0.11690 03
25 0.11770 03	26 0.11760 03	27 0.11750 03	28 0.12370 03	29 0.12350 03	30 0.12340 03	31 0.12390 03	32 0.12340 03
33 0.12330 03	34 0.12350 03	35 0.12340 03	36 0.12330 03	37 0.12360 03	38 0.12350 03	39 0.12330 03	40 0.12360 03
41 0.12350 03	42 0.12340 03	43 0.12360 03	44 0.12350 03	45 0.12340 03	46 0.12360 03	47 0.12350 03	48 0.12340 03
49 0.12340 03	50 0.12330 03	51 0.12320 03	52 0.12170 03	53 0.12190 03	54 0.12210 03	55 0.12320 03	56 0.12330 03
57 0.12330 03	58 0.12420 03	59 0.12420 03	60 0.12420 03	61 0.12420 03	62 0.12420 03	63 0.12430 03	64 0.12420 03
65 0.12420 03	66 0.12430 03	67 0.12410 03	68 0.12420 03	69 0.12420 03	70 0.12410 03	71 0.12420 03	72 0.12420 03
73 0.12420 03	74 0.12420 03	75 0.12430 03	76 0.12410 03	77 0.12420 03	78 0.12420 03	79 0.12420 03	80 0.12420 03
81 0.12420 03							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1159E 03  
 MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 60  
 MIN TEMP=0.9491E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВРЕМЯ=0.6682E 04CFK 55

1 0.96480 02	2 0.96530 02	3 0.96620 02	4 0.98560 02	5 0.98640 02	6 0.98730 02	7 0.98980 02	8 0.98980 02
9 0.99060 02	10 0.98430 02	11 0.98520 02	12 0.98620 02	13 0.10300 03	14 0.10320 03	15 0.10310 03	16 0.10770 03
17 0.10770 03	18 0.10780 03	19 0.11670 03	20 0.11660 03	21 0.11650 03	22 0.11720 03	23 0.11710 03	24 0.11780 03
25 0.11780 03	26 0.11770 03	27 0.11760 03	28 0.12370 03	29 0.12350 03	30 0.12340 03	31 0.12390 03	32 0.12340 03
33 0.12330 03	34 0.12350 03	35 0.12340 03	36 0.12330 03	37 0.12360 03	38 0.12350 03	39 0.12330 03	40 0.12360 03
41 0.12350 03	42 0.12340 03	43 0.12360 03	44 0.12350 03	45 0.12340 03	46 0.12360 03	47 0.12350 03	48 0.12340 03
49 0.12350 03	50 0.12360 03	51 0.12330 03	52 0.12180 03	53 0.12190 03	54 0.12210 03	55 0.12320 03	56 0.12330 03
57 0.12340 03	58 0.12420 03	59 0.12430 03	60 0.12420 03	61 0.12420 03	62 0.12420 03	63 0.12430 03	64 0.12420 03
65 0.12420 03	66 0.12430 03	67 0.12410 03	68 0.12420 03	69 0.12430 03	70 0.12410 03	71 0.12420 03	72 0.12420 03
73 0.12420 03	74 0.12420 03	75 0.12420 03	76 0.12410 03	77 0.12420 03	78 0.12420 03	79 0.12420 03	80 0.12420 03
81 0.12420 03							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1161E 03  
 MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 50  
 MIN TEMP=0.9648E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВРЕМЯ=0.72000 СЕКУНД 66

1 0.97570 02	2 0.97640 02	3 0.97730 02	4 0.99870 02	5 0.99150 02	6 0.99230 02	7 0.99380 02	8 0.99380 02
9 0.99470 02	10 0.99550 02	11 0.99550 02	12 0.99840 02	13 0.10320 03	14 0.10330 03	15 0.10330 03	16 0.10780 03
17 0.10790 03	18 0.10790 03	19 0.11670 03	20 0.11660 03	21 0.11660 03	22 0.11730 03	23 0.11720 03	24 0.11710 03
25 0.11790 03	26 0.11770 03	27 0.11760 03	28 0.12370 03	29 0.12360 03	30 0.12340 03	31 0.12340 03	32 0.12340 03
33 0.12330 03	34 0.12350 03	35 0.12340 03	36 0.12330 03	37 0.12360 03	38 0.12350 03	39 0.12330 03	40 0.12360 03
41 0.12350 03	42 0.12340 03	43 0.12360 03	44 0.12350 03	45 0.12340 03	46 0.12360 03	47 0.12340 03	48 0.12340 03
49 0.12350 03	50 0.12340 03	51 0.12330 03	52 0.12180 03	53 0.12200 03	54 0.12210 03	55 0.12330 03	56 0.12330 03
57 0.12340 03	58 0.12420 03	59 0.12430 03	60 0.12430 03	61 0.12420 03	62 0.12420 03	63 0.12430 03	64 0.12420 03
65 0.12420 03	66 0.12430 03	67 0.12410 03	68 0.12420 03	69 0.12420 03	70 0.12410 03	71 0.12420 03	72 0.12420 03
73 0.12420 03	74 0.12420 03	75 0.12430 03	76 0.12410 03	77 0.12420 03	78 0.12420 03	79 0.12420 03	80 0.12420 03
81 0.12420 03							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1163E 03  
 MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 60  
 MIN TEMP=0.9757E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВРЕМЯ=0.73000 СЕКУНД 65

1 0.98370 02	2 0.98440 02	3 0.98510 02	4 0.99420 02	5 0.99490 02	6 0.99580 02	7 0.99580 02	8 0.99450 02
9 0.99740 02	10 0.99130 02	11 0.99220 02	12 0.99320 02	13 0.10340 03	14 0.10340 03	15 0.10350 03	16 0.10790 03
17 0.10800 03	18 0.10800 03	19 0.11680 03	20 0.11670 03	21 0.11660 03	22 0.11730 03	23 0.11720 03	24 0.11720 03
25 0.11790 03	26 0.11750 03	27 0.11770 03	28 0.12370 03	29 0.12360 03	30 0.12340 03	31 0.12340 03	32 0.12340 03
33 0.12330 03	34 0.12350 03	35 0.12340 03	36 0.12330 03	37 0.12360 03	38 0.12350 03	39 0.12330 03	40 0.12360 03
41 0.12350 03	42 0.12340 03	43 0.12360 03	44 0.12350 03	45 0.12340 03	46 0.12360 03	47 0.12340 03	48 0.12340 03
49 0.12350 03	50 0.12340 03	51 0.12330 03	52 0.12180 03	53 0.12200 03	54 0.12210 03	55 0.12330 03	56 0.12330 03
57 0.12340 03	58 0.12420 03	59 0.12430 03	60 0.12430 03	61 0.12420 03	62 0.12420 03	63 0.12430 03	64 0.12420 03
65 0.12420 03	66 0.12430 03	67 0.12410 03	68 0.12420 03	69 0.12430 03	70 0.12410 03	71 0.12420 03	72 0.12420 03
73 0.12420 03	74 0.12420 03	75 0.12430 03	76 0.12410 03	77 0.12420 03	78 0.12420 03	79 0.12420 03	80 0.12420 03
81 0.12430 03							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1164E 03  
 MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 60  
 MIN TEMP=0.9837E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ВРЕМЯ=0.84000 СЕКУНД 70

1 0.98930 02	2 0.99200 02	3 0.99280 02	4 0.99660 02	5 0.99740 02	6 0.99820 02	7 0.99740 02	8 0.99430 02
9 0.99900 02	10 0.99310 02	11 0.99400 02	12 0.99500 02	13 0.10350 03	14 0.10350 03	15 0.10340 03	16 0.10800 03
17 0.10810 03	18 0.10810 03	19 0.11680 03	20 0.11670 03	21 0.11670 03	22 0.11740 03	23 0.11730 03	24 0.11720 03
25 0.11790 03	26 0.11780 03	27 0.11770 03	28 0.12370 03	29 0.12360 03	30 0.12340 03	31 0.12340 03	32 0.12340 03
33 0.12330 03	34 0.12350 03	35 0.12340 03	36 0.12330 03	37 0.12360 03	38 0.12350 03	39 0.12330 03	40 0.12360 03
41 0.12350 03	42 0.12340 03	43 0.12360 03	44 0.12350 03	45 0.12340 03	46 0.12360 03	47 0.12340 03	48 0.12340 03
49 0.12350 03	50 0.12340 03	51 0.12330 03	52 0.12180 03	53 0.12200 03	54 0.12210 03	55 0.12330 03	56 0.12330 03
57 0.12340 03	58 0.12420 03	59 0.12430 03	60 0.12430 03	61 0.12420 03	62 0.12420 03	63 0.12430 03	64 0.12420 03
65 0.12420 03	66 0.12430 03	67 0.12410 03	68 0.12420 03	69 0.12420 03	70 0.12410 03	71 0.12420 03	72 0.12420 03
73 0.12420 03	74 0.12420 03	75 0.12430 03	76 0.12410 03	77 0.12420 03	78 0.12420 03	79 0.12420 03	80 0.12420 03
81 0.12430 03							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1164E 03  
 MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 60  
 MIN TEMP=0.9893E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1



ТЕМПЕРАТУРНОЕ ГОЛЕ ВРЕМЯ=0.9988E 04СЕК 75

1 0.99340 02	2 0.99480 02	3 0.99480 02	4 0.99830 02	5 0.99910 02	6 0.99950 02	7 0.99880 02	8 0.99950 02
9 0.10280 03	10 0.99430 02	11 0.99520 02	12 0.99610 02	13 0.10350 03	14 0.10360 03	15 0.10340 03	16 0.10880 03
17 0.10510 03	18 0.10810 03	19 0.11680 03	20 0.11670 03	21 0.11670 03	22 0.11740 03	23 0.11730 03	24 0.11720 03
25 0.11790 03	26 0.11790 03	27 0.11770 03	28 0.12370 03	29 0.12360 03	30 0.12340 03	31 0.12350 03	32 0.12340 03
33 0.12330 03	34 0.12350 03	35 0.12340 03	36 0.12330 03	37 0.12360 03	38 0.12350 03	39 0.12330 03	40 0.12360 03
41 0.12350 03	42 0.12340 03	43 0.12360 03	44 0.12350 03	45 0.12340 03	46 0.12360 03	47 0.12350 03	48 0.12340 03
49 0.12350 03	50 0.12340 03	51 0.12330 03	52 0.12180 03	53 0.12280 03	54 0.12220 03	55 0.12330 03	56 0.12330 03
57 0.12340 03	58 0.12420 03	59 0.12430 03	60 0.12430 03	61 0.12420 03	62 0.12420 03	63 0.12430 03	64 0.12420 03
65 0.12420 03	66 0.12430 03	67 0.12410 03	68 0.12420 03	69 0.12430 03	70 0.12410 03	71 0.12420 03	72 0.12420 03
73 0.12420 03	74 0.12420 03	75 0.12430 03	76 0.12410 03	77 0.12420 03	78 0.12420 03	79 0.12420 03	80 0.12420 03
81 0.12430 03							

СРЕДНЯЯ ГО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=9.1165E 03

MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 68

MIN TEMP=0.9934E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ГОЛЕ ВРЕМЯ=0.9928E 04СЕК 88

1 0.99580 02	2 0.99490 02	3 0.99760 02	4 0.99940 02	5 0.10080 03	6 0.10010 03	7 0.99990 02	8 0.10000 03
9 0.10210 03	10 0.99520 02	11 0.99400 02	12 0.99690 02	13 0.10350 03	14 0.10360 03	15 0.10340 03	16 0.10880 03
17 0.10510 03	18 0.10810 03	19 0.11680 03	20 0.11670 03	21 0.11670 03	22 0.11740 03	23 0.11730 03	24 0.11720 03
25 0.11790 03	26 0.11780 03	27 0.11770 03	28 0.12370 03	29 0.12360 03	30 0.12340 03	31 0.12350 03	32 0.12340 03
33 0.12330 03	34 0.12350 03	35 0.12340 03	36 0.12330 03	37 0.12360 03	38 0.12350 03	39 0.12330 03	40 0.12360 03
41 0.12350 03	42 0.12340 03	43 0.12360 03	44 0.12350 03	45 0.12340 03	46 0.12360 03	47 0.12350 03	48 0.12340 03
49 0.12350 03	50 0.12340 03	51 0.12330 03	52 0.12180 03	53 0.12280 03	54 0.12220 03	55 0.12330 03	56 0.12330 03
57 0.12340 03	58 0.12420 03	59 0.12430 03	60 0.12430 03	61 0.12420 03	62 0.12420 03	63 0.12430 03	64 0.12420 03
65 0.12420 03	66 0.12430 03	67 0.12410 03	68 0.12420 03	69 0.12420 03	70 0.12410 03	71 0.12420 03	72 0.12420 03
73 0.12420 03	74 0.12420 03	75 0.12430 03	76 0.12410 03	77 0.12420 03	78 0.12420 03	79 0.12420 03	80 0.12420 03
81 0.12430 03							

СРЕДНЯЯ ГО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=9.1165E 03

MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 68

MIN TEMP=0.9958E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 12

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ГОЛЕ ВРЕМЯ=0.1028E 05СЕК 85

1 0.99530 02	2 0.99490 02	3 0.99560 02	4 0.10220 03	5 0.10010 03	6 0.10020 03	7 0.10000 03	8 0.10010 03
9 0.10350 03	10 0.99550 02	11 0.99550 02	12 0.99740 02	13 0.10360 03	14 0.10360 03	15 0.10370 03	16 0.10810 03
17 0.10510 03	18 0.10820 03	19 0.11680 03	20 0.11670 03	21 0.11670 03	22 0.11740 03	23 0.11730 03	24 0.11720 03
25 0.11790 03	26 0.11780 03	27 0.11770 03	28 0.12370 03	29 0.12360 03	30 0.12340 03	31 0.12350 03	32 0.12340 03
33 0.12330 03	34 0.12350 03	35 0.12340 03	36 0.12330 03	37 0.12360 03	38 0.12350 03	39 0.12330 03	40 0.12360 03
41 0.12350 03	42 0.12340 03	43 0.12360 03	44 0.12350 03	45 0.12340 03	46 0.12360 03	47 0.12350 03	48 0.12340 03
49 0.12350 03	50 0.12340 03	51 0.12330 03	52 0.12180 03	53 0.12280 03	54 0.12220 03	55 0.12330 03	56 0.12330 03
57 0.12340 03	58 0.12420 03	59 0.12430 03	60 0.12430 03	61 0.12420 03	62 0.12420 03	63 0.12430 03	64 0.12420 03
65 0.12420 03	66 0.12430 03	67 0.12410 03	68 0.12420 03	69 0.12420 03	70 0.12410 03	71 0.12420 03	72 0.12420 03
73 0.12420 03	74 0.12420 03	75 0.12430 03	76 0.12410 03	77 0.12420 03	78 0.12420 03	79 0.12420 03	80 0.12420 03
81 0.12430 03							

СРЕДНЯЯ ГО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1165E 03

MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 68

MIN TEMP=0.9955E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 12

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ      ВРЕМЯ=0.1000 СЕК      98

1 0.100000	2 0.100000	3 0.100000	4 0.100000	5 0.100000	6 0.100000	7 0.100000	8 0.100000
9 0.100000	10 0.100000	11 0.100000	12 0.100000	13 0.100000	14 0.100000	15 0.100000	16 0.100000
17 0.100000	18 0.100000	19 0.100000	20 0.100000	21 0.100000	22 0.100000	23 0.100000	24 0.100000
25 0.100000	26 0.100000	27 0.100000	28 0.100000	29 0.100000	30 0.100000	31 0.100000	32 0.100000
33 0.100000	34 0.100000	35 0.100000	36 0.100000	37 0.100000	38 0.100000	39 0.100000	40 0.100000
41 0.100000	42 0.100000	43 0.100000	44 0.100000	45 0.100000	46 0.100000	47 0.100000	48 0.100000
49 0.100000	50 0.100000	51 0.100000	52 0.100000	53 0.100000	54 0.100000	55 0.100000	56 0.100000
57 0.100000	58 0.100000	59 0.100000	60 0.100000	61 0.100000	62 0.100000	63 0.100000	64 0.100000
65 0.100000	66 0.100000	67 0.100000	68 0.100000	69 0.100000	70 0.100000	71 0.100000	72 0.100000
73 0.100000	74 0.100000	75 0.100000	76 0.100000	77 0.100000	78 0.100000	79 0.100000	80 0.100000
81 0.100000							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1165E 03

MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 68

MIN TEMP=0.0992E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 12

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ      ВРЕМЯ=0.1142E СЕК      95

1 0.100000	2 0.100000	3 0.100000	4 0.100000	5 0.100000	6 0.100000	7 0.100000	8 0.100000
9 0.100000	10 0.100000	11 0.100000	12 0.100000	13 0.100000	14 0.100000	15 0.100000	16 0.100000
17 0.100000	18 0.100000	19 0.100000	20 0.100000	21 0.100000	22 0.100000	23 0.100000	24 0.100000
25 0.100000	26 0.100000	27 0.100000	28 0.100000	29 0.100000	30 0.100000	31 0.100000	32 0.100000
33 0.100000	34 0.100000	35 0.100000	36 0.100000	37 0.100000	38 0.100000	39 0.100000	40 0.100000
41 0.100000	42 0.100000	43 0.100000	44 0.100000	45 0.100000	46 0.100000	47 0.100000	48 0.100000
49 0.100000	50 0.100000	51 0.100000	52 0.100000	53 0.100000	54 0.100000	55 0.100000	56 0.100000
57 0.100000	58 0.100000	59 0.100000	60 0.100000	61 0.100000	62 0.100000	63 0.100000	64 0.100000
65 0.100000	66 0.100000	67 0.100000	68 0.100000	69 0.100000	70 0.100000	71 0.100000	72 0.100000
73 0.100000	74 0.100000	75 0.100000	76 0.100000	77 0.100000	78 0.100000	79 0.100000	80 0.100000
81 0.100000							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1165E 03

MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 68

MIN TEMP=0.0961E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 12

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ      ВРЕМЯ=0.1200E СЕК      100

1 0.100000	2 0.100000	3 0.100000	4 0.100000	5 0.100000	6 0.100000	7 0.100000	8 0.100000
9 0.100000	10 0.100000	11 0.100000	12 0.100000	13 0.100000	14 0.100000	15 0.100000	16 0.100000
17 0.100000	18 0.100000	19 0.100000	20 0.100000	21 0.100000	22 0.100000	23 0.100000	24 0.100000
25 0.100000	26 0.100000	27 0.100000	28 0.100000	29 0.100000	30 0.100000	31 0.100000	32 0.100000
33 0.100000	34 0.100000	35 0.100000	36 0.100000	37 0.100000	38 0.100000	39 0.100000	40 0.100000
41 0.100000	42 0.100000	43 0.100000	44 0.100000	45 0.100000	46 0.100000	47 0.100000	48 0.100000
49 0.100000	50 0.100000	51 0.100000	52 0.100000	53 0.100000	54 0.100000	55 0.100000	56 0.100000
57 0.100000	58 0.100000	59 0.100000	60 0.100000	61 0.100000	62 0.100000	63 0.100000	64 0.100000
65 0.100000	66 0.100000	67 0.100000	68 0.100000	69 0.100000	70 0.100000	71 0.100000	72 0.100000
73 0.100000	74 0.100000	75 0.100000	76 0.100000	77 0.100000	78 0.100000	79 0.100000	80 0.100000
81 0.100000							

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=2.1165E 03

MAX TEMP=0.1243E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 68

MIN TEMP=0.0962E 02 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 12

12. Если  $NRGM \neq 0$ , то на этом ввод исходной информации заканчивается. Если  $NRGM \neq 0$ , то вводят  $TS, TIN$  (2E10,4)

TS	TIN
0.1200 E+03	0.2000 E+02

13. Вводят массив  $NPR$  (2014)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0005	0010	0015	0020	0025	0030	0035	0040	0045	0050	0055	0060	0065	0070	0075

14. Вводят параметр  $NTIME$  (2014).

В рассматриваемом случае  $NTIME = 0$ .

15. Если  $NTIME \neq 0$ , то вводят температурное поле, соответствующее моменту времени  $NTIME$  (8 F 6.2).

В рассматриваемом случае  $NTIME = 0$  и температурное поле не вводится.

На распечатках приведены исходные данные и результаты расчета температурных полей: стационарного ( $NGRM = 0$ ) и нестационарного с линейным изменением температуры теплоносителя ( $NGRM = 2$ ).

При расчете нестационарного температурного поля скорость изменения температуры теплоносителя принята равной  $5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ , шаг для расчета - 120 с, выдача результатов на печать через 5 шагов, то есть через 600 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЙ В КОРПУСЕ АВТОКЛАВА  
С НЕРАЗЪЕМНОЙ РУБАШКОЙ

Порядок подготовки исходной информации следующий.

Меридиональное сечение автоклава (расчетная схема) представляют в системе координат  $^107$  в виде набора нагруженных оболочек и колец (черт.14). Строят структурную схему (черт.16). Путем введения узлов разветвленную оболочку делят на ответвления, которые затем разбивают на участки. Производят в произвольном порядке нумерацию узлов от I до NU, колец от I до NK и ответвлений от I до KO. Назначают направления обхода ответвлений от узлов с меньшими номерами к узлам с большими номерами или к свободному концу. Участки нумеруют от I до NO таким образом, чтобы в пределах каждого ответвления номера участков возрастали от узла с меньшим номером к узлу с большим номером. Определяют все необходимые величины для задания геометрии участков и колец, параметры нагрузки, в том числе и температуру, и ненулевые компоненты граничных условий.

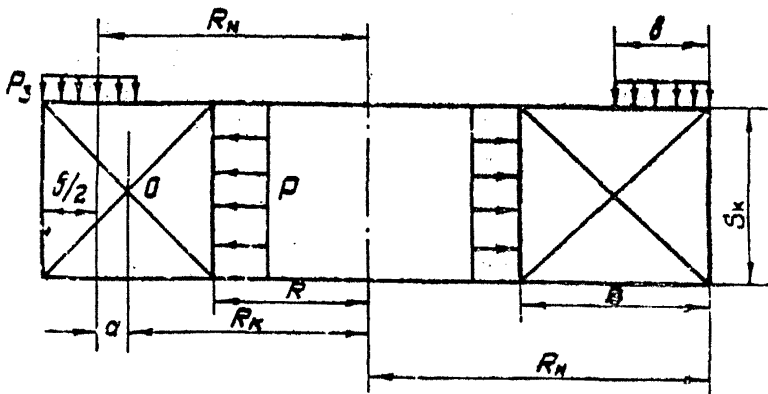
Расчетная схема корпуса автоклава с байонетным затвором (черт.14) выбрана таким образом, что она включает все основные элементы задания исходной информации. Для определенности задачи относительно осевых смещений за неподвижную точку выбрана точка  $A_{10}$  соединения корпуса с крышкой. В этой точке помещено фиктивное кольцо, чтобы сформулировать условия закрепления не в точке срединной поверхности участка оболочки  $A_{14}$ ,

а в центре кольца - точке  $A_{10}$ . Свободными концами являются точки  $A_n$  и  $A_{12}$ .

Внутри корпуса автоклава давление составляет  $p = 1,6$  МПа, под рубашкой  $p_1 = 0,2$  МПа. Результирующее давление на оболочки корпуса, находящиеся под рубашкой, составляет

$P_1 - P_2 = 1,4$  МПа. Давление со стороны герметизирующей прокладки составляет  $P_3 = 3,0$  МПа. Нагрузкой от собственного веса пренебрегаем ( $w = 0$ ). На структурной схеме разветвленной оболочки (черт.16) цифрами в кружочках обозначены номера девяти узлов ( $NU = 9$ ), а также проведена нумерация четырех колец ( $NK = 4$ ), двенадцати ответвлений ( $KO = 12$ ), шестнадцати участков ( $NO = 16$ ).

На разветвленную оболочку действуют поверхностные нагрузки шести видов ( $NQ = 6$ ) с интенсивностями  $0; 0,2; 1,4; 1,6; 3,0$  МПа. Считаем, что внутреннее давление  $1,6$  МПа на пятый участок уравновешивается давлением со стороны прокладки. Нагруженным является только первое кольцо (черт.29).



Черт.29

Интенсивности внешнего момента, радиальной и осевой нагрузок для первого кольца определяются по формулам

$$M^* = - \frac{P_3 b a R_k}{R_k} = - \frac{3,0 \cdot 0,014 \cdot 1,247 \cdot 0,003}{1,244} = -0,12 \cdot 10^{-3} \text{ МН};$$

$$H^* = \frac{P_3 S_k R}{R_k} = \frac{1,6 \cdot 0,03 \cdot 1,233}{1,244} = 0,0475 \text{ МН/м};$$

$$V^* = - \frac{P_3 b R_k}{R_k} = - \frac{3,0 \cdot 0,014 \cdot 1,247}{1,244} = -0,042 \text{ МН/м},$$

где  $S_k = 0,03 \text{ м}$  — высота кольца,

$b = 0,024 \text{ м}$  — ширина прокладки в радиальном направлении;

$a = 0,003 \text{ м}$  — плечо результирующей силы давления

$P_3 = 3,0 \text{ МПа}$  относительно центра кольца;

$R_k = 1,244 \text{ м}$ ;  $R = 1,233 \text{ м}$  — соответственно радиусы центра кольца и его внутренней поверхности;

$R_k = 1,247 \text{ м}$  — радиус середины прокладки.

На свободных концах ответвлений сформулированы следующие граничные условия:

в точке  $A_{10}$   $M_z = H_z = W = 0$  (моментом и радиальным усилием со стороны крышки на зубья байонетного фланца корпуса пренебрегаем);

в точке  $A_{11}$   $M_z = H_z = 0$ ,

$V_z = p \pi (R_1^2 - R_2^2) = -1,6 \cdot 3,14 \cdot (1,24^2 - 1,233^2) = -0,01386 \text{ МН}$   
(торец цилиндрической оболочки нагружен давлением  $p = 1,6 \text{ МПа}$ , а остальные компоненты нагрузки равны нулю);

в точке  $A_{12}$  (полюсе эллипсоидной оболочки)  $U = U = V_2 = \phi$ .

Поскольку только одна компонента граничных условий конструкции отлична от нуля,  $KN_4 = I$  и массив  $N_4$  состоит из одного числа -  $\phi$  1386.

В конструкции имеется шесть различных толщин ( $NH = 6$ ) участков оболочек, из которых пять принимают постоянные значения, равные соответственно  $\phi, \phi\phi6$ ;  $\phi, \phi17$ ;  $\phi, \phi62$ ;  $\phi, \phi44$ ;  $\phi, \phi\phi7$  м и одна (для участка номер два) меняется по линейному закону от  $\phi, \phi4$  до  $\phi, \phi54$  м.

Геометрические характеристики колец с прямоугольным сечением, у которых центр сечения кольца совпадает с точкой пересечения диагоналей прямоугольника, можно определять по формулам (черт.29)

$$F^* = N \ln \frac{R_n}{R} ; \quad S^* = \phi ; \quad J^* = \frac{N^3}{12} \ln \frac{R_n}{R} .$$

Для тонких колец ( $\frac{N}{R_n} \ll 1$ ) произвольного сечения можно пользоваться приближенными формулами

$$F^* = \frac{F}{R_n} ; \quad S^* = \frac{S}{R_n} ; \quad J^* = \frac{J}{R_n} ,$$

где  $F, S, J$  - соответственно площадь, статический момент и момент инерции сечения кольца относительно оси, проходящей через центр сечения кольца и параллельной оси  $z$  (черт.14).

В случае прямоугольного тонкого кольца с центром сечения, принятым в точке пересечения диагоналей прямоугольника, формулы имеют вид (черт.29)

для 1, 2 и 3 кольца

$$F_1^* = \frac{\emptyset, \emptyset 21 \cdot \emptyset, \emptyset 3}{1, 244} = \emptyset, 5 \emptyset 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}; \quad S_1^* = \emptyset;$$

$$J_1^* = \frac{\emptyset, \emptyset 21 \cdot \emptyset, \emptyset 3^3}{12 \cdot 1, 244} = \emptyset, 378 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3;$$

$$F_2^* = \frac{\emptyset, \emptyset 54 \cdot \emptyset, \emptyset 62}{1, 319} = \emptyset, 254 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad S_2^* = \emptyset;$$

$$J_2^* = \frac{\emptyset, \emptyset 62 \cdot \emptyset, \emptyset 54^3}{12 \cdot 1, 319} = \emptyset, 617 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$F_3^* = \frac{\emptyset, \emptyset 62 \cdot \emptyset, \emptyset 44}{1, 319} = \emptyset, 2 \emptyset 7 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \quad S_3^* = 0;$$

$$J_3^* = \frac{\emptyset, \emptyset 62 \cdot \emptyset, \emptyset 44^3}{12 \cdot 1, 319} = \emptyset, 334 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

для 4 (фиктивного) кольца

$$F_4^* = \emptyset; \quad S_4^* = \emptyset; \quad J_4^* = \emptyset;$$

Координаты центров колец имеют следующие значения

$$\begin{array}{ll} A_2 (1, 244; 1, 465); & A_3 (1, 319; 1, 477); \\ A_4 (1, 319; 1, 579); & A_{10} (1, 278; 1, 556). \end{array}$$

Конструкция состоит из одного материала. Температурное воздействие не рассматривается. Свойства материала от температуры не зависят и принимаются равными:  $\alpha = \emptyset$ ;  $\nu = 0,3$ ;  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа;  $\rho = \emptyset$ . Масштаб выдачи результатов  $MG$  прием равным 1. При этом напряжения выдаются в десятых



долях МПа.

Для задания геометрии срединной поверхности участков приведем координаты точек  $A_i$ :

$A_1$ (1,2415; 1,25);	$A_5$ (1,40; 0,9);	$A_9$ (1,4; 0,2);
$A_2$ (1,2415; 1,1);	$A_8$ (1,2415; 0,3);	$A_{11}$ (1,2365; 1,504);
$A_{13}$ (1,4; 1,1);	$A_{14}$ (1,4; 0,05);	$A_{16}$ (1,2415; 0,15);
$A_{17}$ (1,2415; 1,45);	$A_{18}$ (1,2365; 1,48);	$A_{19}$ (1,254; 1,47);
$A_{20}$ (1,288; 1,477);	$A_{21}$ (1,319; 1,504);	$A_{22}$ (1,319; 1,556).
$A_{23}$ (1,288; 1,577);	$A_{24}$ (1,275; 1,5777);	

Данные, определяющие геометрию участков эллипсоидных и тороидальной оболочек:

для 10-го участка:  $R = 1,4$  м;  $r_o = 0$ ;  $z_o = 0,05$  м;

$$\varphi_n = 90^\circ; \quad \varphi_k = 161,2^\circ;$$

для 11-го участка:  $R = 0,206$  м;  $r_o = 0,4$  м;  $z_o = -0,405$  м;

$$\varphi_n = 166^\circ; \quad \varphi_k = 256^\circ$$

для 15-го участка:  $R = 1,2415$  м;  $r_o = 0$ ;  $z_o = 0,15$  м;

$$\varphi_n = 90^\circ; \quad \varphi_k = 170,7^\circ;$$

для 16-го участка:  $R = 1,2415$  м;  $r_o = 0$ ;  $z_o = 0,15$  м;

$$\varphi_n = 170,7^\circ; \quad \varphi_k = 179,9^\circ.$$

При наличии полюса оболочки следует закончить несколько раньше полюса, так как на оси вращения ( $r = 0$ ) при интегрировании дифференциальных уравнений оболочки произойдет деление на ноль. Поэтому для 16 участка  $\varphi_k$  принято близким к  $180^\circ$ .

Остановимся подробнее на заполнении данных для массивов НКУ, Е, ДО, НН, НК, МО, КОД

Массив NKU

Число чисел в массиве NKU равно числу узлов. Первое число - это номер кольца в первом узле (черт.16). Так как в первом узле кольца нет, первый элемент массива NKU равен нулю. Во втором узле находится кольцо под номером 1, поэтому второй элемент массива NKU равен 1, в третьем узле находится кольцо под номером 2, поэтому третье число в массиве NKU равно 2 и т.д.

Массив E (4 x NM + 1, NT)

Так как конструкция состоит из одного материала, то первый размер массива (число строк) равен  $5 (4 \times I + 1)$ , а предположив, что свойства материала не зависят от температуры, получим  $NT = 1$ , и массив вырождается в одномерный E (5,1) -  $\emptyset \sim \emptyset \sim \dots \sim 2E5 \sim \emptyset$ . Первое число, равное нулю, представляющее собой температуру, при которой заданы свойства материала, не используется, поскольку интерполяция не производится.

Рассмотрим случай, когда конструкция состоит из двух материалов, свойства которых заданы при трех фиксированных приращениях температур ( $NM = 2$ ,  $NT = 3$ ). В этом случае в первой строке массива приводят не сами температуры, а их приращения по отношению к нормальной температуре. Данные для массива E (9,3) приведены в табл.12.

Таблица 12

Материал	Характеристика	Значение характеристики материала при приращении температуры $t$ , °C		
		$\emptyset$	2 $\emptyset\emptyset$	3 $\emptyset\emptyset$
I	$\alpha$ , °C <sup>-1</sup>	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
	$\nu$	$\emptyset,3$	$\emptyset,3\emptyset8$	$\emptyset,313$
	E, МПа	$2,1\emptyset^5$	$1,96,1\emptyset^5$	$1,9,1\emptyset^5$
	$\rho$ , МПа.с <sup>2</sup> .м <sup>-2</sup>	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
2	$\alpha$ , °C <sup>-1</sup>	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
	$\nu$	$\emptyset,28$	$\emptyset,285$	$\emptyset,29$
	E, МПа	$1,6,1\emptyset^5$	$1,5,1\emptyset^5$	$1,37,1\emptyset^5$
	$\rho$ , МПа.с <sup>2</sup> .м <sup>-2</sup>	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$

Массив E (9,3) имеет следующий вид:

E (9,3)

$t$                        $\alpha_1$                        $\nu_1$                        $E_1$   
 $\emptyset-2\emptyset\emptyset-3\emptyset\emptyset$     $\emptyset-\emptyset-\emptyset$     $\emptyset,3-3\emptyset8-$     $313-2E5-1,96E5-1,9E5$

$\rho_1$                        $\alpha_2$                        $\nu_2$                        $E_2$   
 $\emptyset-\emptyset-\emptyset$     $\emptyset-\emptyset-\emptyset$     $2E5,285-$     $29-1,6E5-1,5E5-1,37E5$

$\rho_2$   
 $\emptyset-\emptyset-\emptyset$

Массив DO (NO, ND)

Первый размер массива  $NO = 16$ , а второй размер массива  $ND = 6$ , так как температурное поле не задается. Первые шесть чисел массива представляют собой данные первого участка цилиндрической оболочки. Первое число равно нулю, так как меридиан цилиндрической оболочки прямолинейный. Второе и третье числа представляют собой координаты точки  $A_1$  - начала меридиана первого участка, а четвертое и пятое числа представляют собой координаты точки  $A_2$  - конца меридиана первого участка. Шестое число, определяющее коэффициент эллиптичности, равно нулю, так как меридиан не является эллипсом. Следующие шесть чисел массива представляют собой данные второго участка и т.д.

Для участков с криволинейным меридианом первое число равно радиусу кривизны меридиана или длине полуоси эллипса  $R_M$ , параллельной оси  $Z$ , второе и третье числа - координаты центра участка оболочки с криволинейным меридианом ( $R_{N0}$ ,  $Z_{N0}$ ), четвертое и пятое числа - значения углов, отложенных в направлении обхода оболочки от оси  $Z$  до радиусов-векторов, проведенных из центра дуги в начальную и конечную точку окружности, определяющей криволинейный участок меридиана ( $R_{K0}$ ,  $Z_{K0}$ ), шестое число - коэффициент эллиптичности ( $E_4$ ). Для II участка строка массива DO имеет вид

.0246 1 .4 1 -.405 1 166 1 2.56 1 0

Если бы имело место температурное воздействие, то размеры массива DO были бы равны DO (16,10), для каждого участ-

ка задавалось бы десять чисел ( $ND = 10$ ), из которых последние четыре определяли бы температурное поле участка ( $TNL, TNP, TKL, TKP$ ).

#### Массив NL (KNL)

В данном примере  $KNL = 1$  и массив состоит из одного числа -  $0,01386$  МН.

Однако, если бы в точке  $A_{10}$  со стороны крышки были заданы ненулевые силовые воздействия, например,  $M_1 = -0,12 \cdot 10^{-3}$  МНм и  $M_2 = -0,1 \cdot 10^{-3}$  МН, то  $KNL = 3$ , а массив  $NL$  (3) имел бы вид

$-1,2E-3 \quad -1E-3 \quad 0,01386$ ,

так как первыми в порядке следования заносятся ненулевые компоненты граничных условий четвертого ответвления, а затем пятого.

#### Массив DK (NK, 9)

Состоит из четырех строк ( $NK = 4$ ), каждая из которых содержит геометрические и нагрузочные характеристики одного кольца. Так, для кольца I:  $RK = 1,244$  м;  $2K = 1,465$  м;  $FK = 0,505 \cdot 10^{-3}$  м;  $SK = 0$ ;  $FF = 0,378 \cdot 10^{-7}$  м<sup>3</sup>. Приращение температуры равно 0. Интенсивность внешнего момента, радиальной и осевой нагрузки равны соответственно  $PM = -0,12 \cdot 10^{-3}$  МН;  $PH = 0,475 \cdot 10^{-1}$  МН/м;  $PV = -0,42$  МН/м.

Для I кольца строка массива DK (4,9) имеет вид  
 $1,244 \quad 1,465 \quad 0,505E-3 \quad 0 \quad 0,378E-7 \quad -1,2E-3 \quad 0,475E-1 \quad -0,42$

### Массив N M K (N K)

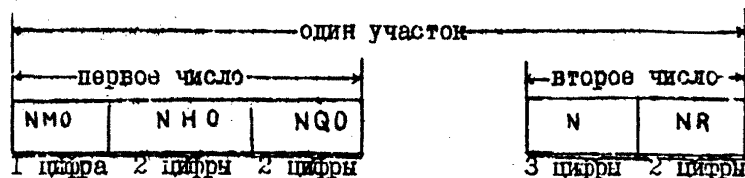
Массив N M K (4) состоит из четырех единиц, так как все четыре кольца изготовлены из первого материала.

Если бы последние два кольца были изготовлены из материала номер 2, то массив N M K (4) имел бы вид 1 1 2 2.

### Массив M O (N Ø,2)

Так как общее число участков  $N O = 16$ , то массив M O (16,2) состоит из 16 пар целых чисел. Информацию задают по строкам в порядке нумерации участков.

Структура записи информации в массиве M O следующая:



Если N H O , N Q O и N R задаются одной цифрой, то перед ней обязательно ставится Ø. Если N задается числами, у которых количество цифр меньше трех, то перед этими числами не ставятся нули.

Массив M O (16,2) заполняется следующим образом.

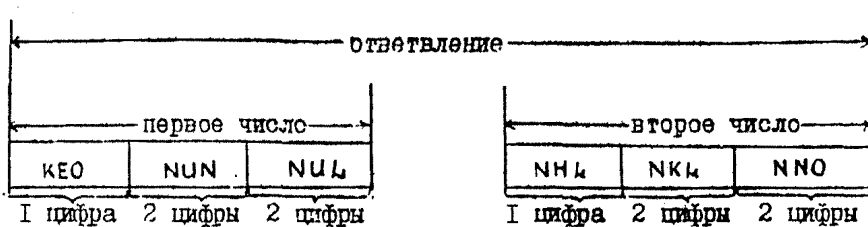
Данные для первого участка. Первое число 1 Ø 5 означает, что участок изготовлен из материала номер 1 (N M O), толщина его задана второй в массиве H (N H O), (т.е. равна Ø17 и Ø17), а поверхностная нагрузка – пятой в массиве Q (N Q O) (т.е. равна -1.6 и -1.6). Второе число 8 Ø 1 Ø означает, что для этого участка число шагов интегрирования принято равным 8 Ø (N), а

результат будет выдаваться на печать через каждые 10 участков (NR), то есть в 9 точках через равные промежутки. Аналогично заполняются данные для остальных пятнадцати участков.

### Массив KOD (K0,2)

Массив KOD (K0,2) определяет структурную схему автоклава.

Каждая пара пятизначных чисел относится к одному ответвлению и имеет следующую структуру:



Остановимся подробно на основных правилах записи признака заданных компонент граничных условий на конце ответвления ( $NUL > 24$ ) и признака ненулевых компонент из заданных компонент на конце ответвления ( $NH4$ ).

На конце ответвления в порядке их следования могут быть заданы только три компонента по одной из каждой пары ( $M_z - U$ ,  $N_z - U$ ,  $V_z - W$ ). Следует обратить внимание, чтобы была задана хотя бы одна компонента  $W$  для всей конструкции, в противном случае задача не будет определена относительно осевых смещений.

Для перевода чисел из двоичной системы в восьмеричную рекомендуется таблица перевода.





DO (NO, ND)

Ø.I.24I5.I.25.I.24I5.I.45.Ø.Ø.I.254.I.47.I.288.I.477.Ø  
 Ø.I.3I9.I.5Ø4.I.3I9.I.556.Ø.Ø.I.288.I.577.I.275.I.577.Ø  
 Ø.I.2365.I.48.I.2365.I.5Ø4.Ø.Ø.I.25.I.25.I.4Ø.I.IØ.Ø  
 Ø.I.4Ø.I.IØ.I.4Ø.9Ø.Ø.Ø.I.4.I.4.I.2.Ø  
 Ø.I.4Ø.2Ø.I.4Ø.Ø5.Ø.I.4Ø.Ø5.9Ø.I6I.2.Ø.5  
 .2Ø6.I.4.I.4Ø5.I.66.2.56.Ø.Ø.I.24I5.I.25.I.24I5.I.IØ.Ø  
 Ø.I.24I5.I.IØ.I.24I5.3.Ø.Ø.I.24I5.3Ø.I.24I5.I5.Ø.Н4  
 I.24I5.Ø.I5.9Ø.I7Ø.7.5.I.24I5.Ø.I5.I7Ø.7.I79.9.5.ØI386

DK (NK,9)

I.244.I.465.5Ø5E-3.Ø.378E-7.Ø.-.I2E-3.I.475E-I.-.Ø42  
 I.3I9.I.477.254E-2.Ø.6I7E-6.Ø.Ø.Ø.Ø  
 I.3I9.I.578.2Ø7E-2.Ø.334E-6.Ø.Ø.Ø.Ø  
 I.278.I.556.Ø.Ø.Ø.Ø.Ø.Ø.Ø

NMK (NK)

MO (NO,2)

I.I.I.IØ2Ø5.8ØIØ.IØ6ØI.36I2.IØ3ØI.3ØIØ.IØ4ØI.2ØIØ  
 IØ5ØI.24Ø3.IØIØ2.8Ø2Ø.IØIØ2.6Ø2Ø.IØIØ2.I4Ø2Ø  
 IØIØ2.6Ø2Ø.IØIØ2.IØØ2Ø.IØIØ2.9ØI5.IØ2Ø3.6ØI5  
 IØ2Ø3.I6Ø4Ø.IØ2Ø3.6ØI5.IØ2Ø3.I6ØI6.IØ2Ø4.4ØIØ

KOD (K0.2)

IØIØ2.IØI.IØ2Ø3.2Ø2.IØ3Ø4.3Ø3.IØ35I.4Ø4.IØI52.IØØØ5  
 2ØIØ5.6.IØ5Ø6.8.3Ø6Ø9.9.IØIØ7.I2.IØ7Ø8.I3  
 2Ø8Ø9.I4.IØ926.I6

Примеры задания числа NUL

Пример I. На конце ответвления заданы только усилия -

Mz , U , Hz ,			U , Vz , W			NUL
I	Ø	I	Ø	I	Ø	
<u>                    </u>			<u>                    </u>			52

Пример 2. На конце ответвления заданы только перемещения

$$\begin{array}{ccccccc} M_2, & U, & H_2, & & U, & V_2, & W & NUL \\ \emptyset & I & \emptyset & & I & \emptyset & I & 25 \end{array}$$

Пример 3. На конце ответвления (в полюсе) заданы величины  $U, U, V_2$

$$\begin{array}{ccccccc} M_2, & U, & H_2, & & U, & V_2, & W & NUL \\ \emptyset & I & \emptyset & & I & I & \emptyset & 26 \end{array}$$

Рассмотрим порядок определения  $NHL$  для приведенных выше примеров определения  $NUL$ .

Если в примере 1 задания числа  $NUL$  на конце ответвления  $M_2$  и  $H_2$  отличны от нуля, а  $V_2 = \emptyset$ , то  $NHL = 6$ , так как

$$\begin{array}{ccc} M_2, & H_2, & V_2 \\ I & I & \emptyset \end{array} \quad NHL = 6$$

Если в примере 2 задания числа  $NUL$  на конце ответвления отлично от нуля  $U$ , а  $V$  и  $W$  равны нулю, то  $NHL = 2$ , так как

$$\begin{array}{ccc} U & U & W \\ \emptyset & I & \emptyset \end{array} \quad NHL = 2$$

Если в примере 3 задания числа  $NUL$   $U = U = V_2 = \emptyset$ , то  $NHL = 0$ , так как

$$\begin{array}{ccc} U & U & W \\ \emptyset & \emptyset & \emptyset \end{array} \quad NHL = \emptyset$$

NU= 9 NK= 4 NO= 16 NO= 6 KO= 12  
 NH= 6 NH= 5 NT= 1 NH= 1 KNL= 1  
 NW= 0.000000E+00 WW= 0.000000E+00 MC= 1.000000E+01  
 MACCHH NKU 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
 MACCHH H 6.000E-23 6.000E-23 1.700E-22 1.700E-22 6.200E-22 6.200E-22 4.400E-22 4.400E-22 7.000E-23 7.000E-23  
 4.000E-22 5.400E-22  
 MACCHH I 0.000E+00 0.000E+00 2.000E+01 2.000E+01 1.400E+00 1.400E+00 1.600E+00 1.600E+00 -1.600E+00 -1.600E+00  
 E(1,1)= 0.000000E+00 E(2,1)= 2.000000E+00 E(3,1)= 2.999999E-21 E(4,1)= 2.000000E+05 E(5,1)= 0.000000E+00  
 MACCHH DD  
 0.000E+00 1.241E+00 1.250E+20 1.241E+00 1.450E+00 3.000E+20  
 0.000E+00 1.254E+00 1.470E+00 1.280E+00 1.477E+00 0.000E+00  
 0.000E+00 1.310E+00 1.500E+00 1.310E+00 1.556E+00 0.000E+00  
 0.000E+00 1.200E+00 1.577E+00 1.275E+00 1.577E+00 0.000E+00  
 0.000E+00 1.236E+00 1.400E+00 1.236E+00 1.504E+00 3.000E+00  
 0.000E+00 1.250E+00 1.250E+00 1.400E+00 1.100E+00 3.000E+00  
 0.000E+00 1.400E+00 1.100E+00 1.400E+00 9.000E+01 3.000E+00  
 0.000E+00 1.400E+00 9.000E+01 1.400E+00 2.000E+01 0.000E+00  
 0.000E+00 1.400E+00 2.000E+01 1.400E+00 5.000E+02 0.000E+00  
 1.400E+00 0.000E+00 5.000E+02 9.000E+01 1.612E+02 5.000E+01  
 2.000E+01 4.000E+01 -4.000E+01 1.660E+02 2.560E+02 0.000E+00  
 0.000E+00 1.241E+00 1.250E+00 1.241E+00 1.100E+00 0.000E+00  
 0.000E+00 1.241E+00 1.100E+00 1.241E+00 3.000E+01 0.000E+00  
 0.000E+00 1.241E+00 3.000E+01 1.241E+00 1.500E+01 0.000E+00  
 1.241E+00 0.000E+00 1.500E+01 9.000E+01 1.707E+02 5.000E+01  
 1.241E+00 0.000E+00 1.500E+01 1.707E+02 1.799E+02 5.000E+01  
 MACCHH HL  
 1.300E-02  
 MACCHH DK  
 1.244E+00 1.460E+00 5.050E-04 0.300E+00 3.700E-09 0.000E+00 -1.200E-04 4.750E-22 -4.200E+02  
 1.310E+00 1.477E+00 2.540E-03 0.000E+00 6.170E-07 2.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00  
 1.310E+00 1.570E+00 2.070E-03 0.000E+00 3.340E-07 2.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00  
 1.270E+00 1.556E+00 0.000E+00 0.300E+00 0.000E+00 2.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00  
 MACCHH MMK 1 1 1 1  
 MACCHH MO  
 10203 0010 10001 3012 10301 3010 10401 2010 10501 2430 10102 0220 10102 6020 10102 14022 10102 6020 10102 10020  
 10102 0015 10203 0015 10203 16042 10203 6215 10203 16016 10200 4210  
 MACCHH KOD  
 10102 101 10203 202 10304 303 10351 404 10152 10005 20105 6 10506 8 32509 9 10107 12 10708 13  
 20009 14 10920 16  
 1.700E-03 0.400E-04 3.000E-04 0.177E-03 3.901E-04 2.704E-04 7.020E-03 2.914E-04 3.207E-04 7.724E-03 4.936E-04 3.222E-04  
 0.390E-04 1.273E-04 2.233E-03 2.320E-04 2.993E-04 2.250E-03 1.069E-03 5.062E-04 3.192E-04 1.072E-03 4.064E-04 4.026E-04  
 1.030E-03 7.654E-05 2.779E-03

508E	5	795	31	217-4,10E+03	1,89E+05	2,27E+03	1291E+03	2253E+04	1229E+07	3686E+00	1291E+03	6729E+04	
0E	6	795	31	217-4,10E+03	1,89E+05	2,27E+03	1291E+03	2253E+04	1229E+07	3686E+00	1291E+03	6729E+04	
124E	4	798	324	587 9,91E+04	2,56E+04	2,28E+03	1391E+03	1847E+03	3732E+07	1081E+07	1245E+03	6221E+04	
148E	5	799	335	298 1,20E+03	7,98E+05	2,44E+03	1633E+03	2494E+04	3841E+00	3744E+07	1187E+03	1201E+03	
72E	1	815	209	278 1,03E+03	5,63E+05	2,70E+03	1849E+03	1211E+03	4332E+08	4474E+08	8002E+04	1026E+03	
90E	4	812	451	488 8,86E+04	1,34E+04	2,96E+03	1810E+03	2653E+03	5485E+08	5595E+08	5634E+04	1729E+04	
120E	7	86	331	418-3,21E+03	8,10E+05	2,73E+03	9447E+04	2439E+03	6693E+07	4529E+07	1133E+04	9398E+04	
0E	7	85	332	419-3,21E+03	8,10E+05	2,73E+03	9413E+04	2444E+03	6713E+07	4503E+07	1133E+04	9418E+04	
508E	4	844	224	563-1,03E+05	6,49E+05	2,63E+03	7797E+04	2288E+03	2846E+06	8347E+07	1498E+05	7881E+04	
100E	5	867	353	325 2,29E+03	5,86E+05	2,73E+03	5489E+04	1934E+03	1478E+07	1864E+07	9782E+05	3429E+04	
508E	3	882	175	247 1,22E+03	1,03E+09	2,82E+03	4178E+04	5445E+04	1277E+04	5115E+07	2211E+04	3549E+04	
100E	2	877	-9	177 2,38E+06	7,62E+06	2,82E+03	4824E+04	2188E+04	5543E+07	1665E+07	3493E+04	3299E+04	
508E	3	843	288	299-1,25E+03	1,33E+05	2,82E+03	5425E+04	8975E+04	1517E+06	3554E+07	4053E+04	2693E+04	
100E	5	2198	121	2253 1,84E+03	7,65E+05	2,78E+03	3754E+04	4732E+03	1352E+05	3975E+06	5363E+04	6787E+04	
0E	1	836	1618	1411-1,78E+03	8,48E+04	3,09E+04	8813E+03	2588E+02	1531E+05	4593E+06	8813E+03	5223E+04	
758E	5	822	1484	1229-2,08E+03	7,74E+04	3,11E+04	8813E+03	2384E+02	1695E+07	5086E+08	8813E+03	2959E+04	
508E	7	868	1233	1151-1,90E+03	6,99E+04	3,13E+04	8813E+03	2177E+02	7652E+06	2296E+06	8813E+03	1328E+04	
125E	6	881	1112	1882-1,51E+03	6,34E+04	3,16E+04	8813E+03	2881E+02	1247E+05	3148E+06	8813E+03	2093E+04	
380E	1	885	1036	1819-1,07E+03	5,86E+04	3,19E+04	8813E+03	1849E+02	1226E+05	3077E+06	8813E+03	3152E+04	
0E	1	885	1236	1819-1,07E+03	5,86E+04	3,19E+04	8813E+03	1849E+02	1226E+05	3077E+06	8813E+03	3152E+04	
100E	4	883	994	878 6,39E+05	5,24E+04	3,42E+04	8813E+03	1698E+02	7470E+07	2241E+07	8813E+03	2339E+04	
308E	5	811	1019	886 6,55E+05	5,37E+04	3,62E+04	8813E+03	1736E+02	7338E+07	1801E+07	8813E+03	9108E+04	
808E	9	828	1272	928 2,10E+04	5,67E+04	3,82E+04	8813E+03	1817E+02	4589E+07	1377E+07	8813E+03	3898E+04	
808E	1	886	1279	1836-1,87E+03	4,86E+04	4,03E+04	8813E+03	1596E+02	2250E+05	6750E+06	8813E+03	1348E+04	
0E	1	886	1279	1836-1,87E+03	4,86E+04	4,03E+04	8813E+03	1596E+02	2250E+05	6750E+06	8813E+03	1348E+04	
758E	9	865	962	1817-2,90E+03	3,97E+04	4,27E+04	8813E+03	1353E+02	2634E+05	7983E+06	8813E+03	5788E+05	
508E	5	852	747	938-4,01E+03	2,48E+04	4,13E+04	8813E+03	9979E+03	2571E+05	7714E+06	8813E+03	1892E+04	
125E	4	863	419	747-4,93E+03	9,92E+05	4,28E+04	8813E+03	5361E+03	1660E+05	4988E+06	8813E+03	4082E+04	
508E	7	890	-34	626-5,20E+03	9,36E+05	4,29E+04	8813E+03	8854E+03	6196E+06	1859E+06	8813E+03	8842E+04	
0E	7	890	-34	626-5,20E+03	9,36E+05	4,29E+04	8813E+03	8854E+03	6196E+06	1859E+06	8813E+03	8842E+04	
870E	5	828	1523	2,48E+03	4,54E+04	4,12E+04	9878E+03	9838E+03	3717E+05	1163E+05	8723E+03	2469E+04	
414E	8	868	1451	8,60E+04	5,30E+04	4,24E+04	9674E+03	1221E+02	7452E+05	7868E+05	8447E+03	4672E+04	
421E	4	877	535	1118 2,63E+03	3,99E+04	5,74E+04	1872E+02	8776E+03	7385E+04	9447E+07	8863E+03	7073E+03	
228E	3	841	148	820 2,95E+03	7,12E+04	8,42E+04	1222E+02	3196E+03	1641E+06	7299E+06	7492E+03	9398E+03	
835E	5	868	192	790 2,60E+03	5,15E+05	1,16E+03	1337E+02	2162E+03	3927E+06	3116E+06	6785E+03	1152E+02	
842E	9	839	443	814 2,11E+03	5,88E+05	1,47E+03	1469E+02	6472E+03	3621E+06	2989E+06	5952E+03	1343E+02	
649E	2	891	624	868 1,70E+03	9,82E+05	1,75E+03	1621E+02	9675E+03	2399E+06	2645E+06	5013E+03	1528E+02	
456E	12	811	759	914 1,64E+03	1,02E+04	2,21E+03	1745E+02	1211E+02	7420E+07	2226E+06	4817E+03	1698E+02	
263E	7	854	964	1863 2,35E+03	1,82E+04	2,34E+03	1921E+02	1497E+02	3694E+06	4032E+06	3083E+03	1898E+02	
870E	11	894	1457	1652 1,84E+03	7,65E+05	2,78E+03	2894E+02	1926E+02	2785E+05	1568E+05	2168E+03	2085E+02	
0E	19	842	1368	1419 1,84E+03	7,65E+05	2,78E+03	2874E+02	1924E+02	1357E+05	1155E+05	1683E+03	2017E+02	
380E	12	849	1383	1417 1,27E+03	6,12E+05	2,85E+03	2849E+02	1985E+02	1172E+05	1843E+05	1213E+03	2045E+02	
608E	16	825	1394	1418 7,95E+04	4,24E+05	2,91E+03	2864E+02	2038E+02	1288E+05	3418E+06	8134E+04	2064E+02	
908E	16	888	1397	1403 3,85E+04	2,21E+05	2,94E+03	2877E+02	2867E+02	8956E+06	8746E+06	4152E+04	2077E+02	
280E	12	2150	645	1911 3,13E+16	1,18E+17	2,95E+03	3198E+02	9594E+03	1296E+05	3889E+06	1381E+16	3198E+02	
X		G1	G2	G1	Y	U	W	T1	T2	M1	M2	V	H

X	G1+	G2+	G1-	G3-	G1	Y	U	M	T1	T2	M1	M2	V	H
00+00	1049	1008	88	1393	1479	1.78E+03	8.40E-04	3.89E-04	9837E+03	2619E+02	2361E+05	7084E+06	9837E+03	1835E+04
2300E+03	1009	1729	149	1471	1504	1.10E+03	8.85E-04	3.80E-04	9837E+03	2720E+02	2271E+05	6213E+06	9837E+03	4533E+05
5000E+03	1025	1769	133	1502	1539	5.99E+04	9.08E-04	3.87E+04	9837E+03	2780E+02	2148E+05	6444E+06	9837E+03	1991E+04
7500E+03	1123	1810	34	1404	1583	5.47E+05	9.15E-04	3.06E+04	9837E+03	2880E+02	2623E+05	7670E+06	9837E+03	2717E+04
1000E+04	1306	1847	146	1418	1645	8.97E+04	9.33E+04	3.25E+04	9837E+03	2749E+02	3536E+05	1852E+05	9837E+03	4333E+04
1250E+04	1371	1862	144	1273	1739	7.24E+03	8.67E-04	3.23E+04	9837E+03	2678E+02	4779E+05	1434E+05	9837E+03	5822E+04
1500E+04	1906	1857	749	1061	1882	3.58E+03	7.94E-04	3.87E+04	9837E+03	2480E+02	6393E+05	1918E+05	9837E+03	7026E+04
1750E+04	2292	1789	1134	742	2086	5.01E+03	8.84E-04	3.80E+04	9837E+03	2148E+02	6251E+05	2475E+05	9837E+03	7729E+04
2000E+04	2595	1634	1538	355	2351	8.18E+03	9.13E-04	2.97E+04	9837E+03	1699E+02	1219E+04	3054E+05	9837E+03	7833E+04
0E+00	32	872	99	331	886	8.18E+03	3.40E-04	1.95E+04	2636E+03	2307E+02	8925E+06	6545E+05	1813E+02	6807E+04
1157E+05	388	711	476	309	899	8.18E+03	3.38E-04	1.82E+04	2824E+03	2412E+02	1287E+04	3593E+05	1881E+02	8112E+04
2114E+05	536	636	528	373	991	7.28E+03	3.12E-04	1.13E+05	3217E+03	2488E+02	2381E+04	5343E+05	9973E+03	1024E+03
3671E+05	634	584	753	357	1255	7.83E+03	2.91E-04	7.81E+05	3211E+03	2539E+02	3378E+04	5508E+05	9987E+03	1243E+03
0E+00	214	57	214	185	247	7.83E+03	4.01E-05	3.21E+04	1915E+03	7526E+03	1368E+04	4125E+05	1017E+01	2803E+03
1733E+05	159	131	159	36	188	7.78E+03	5.52E-05	3.21E+04	1817E+03	5186E+03	1217E+04	3852E+05	1817E+01	2818E+03
3467E+05	186	319	106	236	322	7.74E+03	1.92E-04	3.21E+04	1819E+03	1783E+02	6784E+05	2335E+05	1819E+01	1867E+03
5900E+05	59	539	59	473	525	7.72E+03	3.24E-04	3.22E+04	1819E+03	3243E+02	3800E+05	1140E+05	1819E+01	1598E+03
0E+00	317	1125	302	485	1005	7.83E+03	6.91E-04	7.81E+05	3415E+03	3366E+02	9984E+05	1162E+04	9887E+03	3415E+04
6500E+06	113	1070	105	498	1318	7.81E+03	4.92E-04	2.73E+05	1722E+03	3383E+02	3522E+05	9788E+05	9937E+03	1728E+04
1320E+05	93	1315	93	531	1864	7.82E+03	4.93E-04	2.35E+05	2334E+03	3481E+02	2997E+05	7889E+05	9983E+03	2338E+04
0E+00	299	1402	267	1292	1446	1.78E+03	8.40E-04	3.89E+04	1121E+03	9648E+03	2313E+06	6938E+07	1121E+04	1914E+04
8000E+06	142	1437	110	1361	1419	1.38E+03	8.62E-04	3.11E+04	1121E+03	9791E+03	1833E+04	3894E+07	1121E+04	1285E+04
1600E+05	48	1428	116	1407	1417	1.38E+03	8.74E-04	3.12E+04	1121E+03	9938E+03	2593E+07	7779E+08	1121E+04	6468E+05
2400E+05	16	1438	16	1438	1417	1.49E+03	8.86E-04	3.14E+04	1121E+03	1076E+02	1565E+07	4675E+07	1121E+04	1267E+04
0E+00	1518	896	1993	1982	2113	1.78E+03	8.48E-04	3.89E+04	1427E+03	8573E+03	1553E+05	3194E+06	1123E+03	8903E+04
5503E+05	568	686	1103	1243	1191	1.14E+02	9.76E-04	5.78E+04	1633E+03	5846E+03	5214E+06	1738E+06	1167E+03	1898E+03
1261E+04	195	45	747	344	648	1.46E+02	4.40E+05	1.11E+03	1657E+03	8954E+04	2825E+06	1166E+06	1219E+03	1133E+03
1591E+04	849	681	331	638	1328	1.69E+02	6.82E-04	1.77E+03	1557E+03	4836E+03	3548E+04	7468E+07	1231E+03	9509E+04
2121E+04	3848	294	3405	2461	4883	1.49E+03	1.21E-03	2.78E+03	1328E+03	5245E+03	2176E+05	6581E+06	1291E+03	5873E+04
0E+00	3842	291	3412	2467	3996	1.49E+03	1.81E-03	2.78E+03	1291E+03	8276E+03	2176E+05	6528E+06	1291E+03	5873E+04
6667E+05	2	659	429	331	832	1.16E+02	4.61E-04	2.72E+03	1291E+03	3568E+03	1288E+06	3841E+07	1291E+03	1442E+04
1333E+04	443	59	874	454	757	5.63E+03	1.34E-04	2.23E+03	1291E+03	1538E+03	3951E+06	1185E+06	1291E+03	2329E+05
2800E+04	59	452	489	614	562	8.39E+04	3.27E-04	2.23E+03	1291E+03	3193E+03	1645E+06	4934E+07	1291E+03	3388E+04
0E+00	59	452	489	614	562	8.39E+04	3.27E-04	2.23E+03	1291E+03	3193E+03	1645E+06	4934E+07	1291E+03	3388E+04
1200E+04	233	511	198	581	443	4.81E+04	3.89E-04	2.24E+03	1291E+03	3836E+03	1055E+07	3166E+08	1291E+03	4538E+04
2800E+04	233	471	197	461	488	9.81E+03	2.81E-04	2.24E+03	1291E+03	2796E+03	1281E+07	3242E+04	1291E+03	1638E+04
3200E+04	215	464	215	464	432	1.95E+05	2.88E-04	2.24E+03	1291E+03	2785E+03	4798E+07	1439E+08	1291E+03	4323E+07
4200E+04	214	465	216	466	484	4.12E+07	2.81E-04	2.25E+03	1291E+03	2794E+03	6354E+09	1926E+09	1291E+03	1838E+09
5082E+04	221	468	212	463	485	2.47E+05	2.81E-04	2.25E+03	1291E+03	2796E+03	3335E+09	1883E+09	1291E+03	5892E+07
6000E+04	223	481	227	476	417	1.61E+04	7.98E-04	2.25E+03	1291E+03	2873E+03	4692E+09	1407E+08	1291E+03	1285E+06
7000E+04	132	467	298	517	452	2.08E+04	2.99E-04	2.26E+03	1291E+03	2952E+03	4998E+07	1496E+07	1291E+03	1888E+06
0E+00	132	467	298	517	452	2.08E+04	2.99E-04	2.26E+03	1291E+03	2952E+03	4998E+07	1496E+07	1291E+03	1888E+06
5224E+05	27	393	483	583	461	1.22E+03	2.67E-04	2.26E+03	1291E+03	2677E+03	1129E+06	3386E+07	1291E+03	1271E+05
1280E+04	26	228	457	373	421	2.94E+03	1.65E-04	2.26E+03	1291E+03	1823E+03	1449E+06	4348E+07	1291E+03	5078E+04

Для вторых чисел в массиве КОД (КО,2) зарезервировано по 5 цифр. Однако, если в этих пятизначных числах первыми идут нули, то их не пишут в исходных данных.

Рассмотрим порядок заполнения массива КОД (КО,2) на примере I-го и 5-го ответвлений.

Данные по первому ответвлению состоят из двух чисел. Первое число IØIØ2 означает, что ответвление имеет один участок: (KEO = I), начинается в первом узле (NUN = ØI) и заканчивается во втором узле (NUL = Ø2). Второе число IØI означает, что конец ответвления подсоединен к узлу и граничные условия не задаются (NNL = Ø), что в конце участка находится кольцо под номером I (NKL = ØI), а данные об оболочках этого ответвления в массиве МО и ДО начинаются с первого участка (NNO = ØI). Таким образом, второе число для первого участка в массиве КОД (КО,2) имеет вид ØØIØI. Однако для вторых чисел принято правило - нули в начале числа перед первой значащей цифрой не ставятся. Поэтому в исходные данные записывается число IØI.

Данные о пятом ответвлении (IØI52 и IØØØ5) составляются на основании следующих соображений. Для первого числа: ответвление состоит из одного участка (KEO = I), начинается в первом узле (NUN = ØI). Для определения NUL следует определить признаки заданных компонент граничных условий. На свободном конце заданы только усилия, поэтому в соответствии с таблицей I4  $NUL = 52$ :

$M_z$	$\varphi$	$N_z$
I	Ø	I

$\frac{U}{Ø} \quad \frac{V_z}{I} \quad \frac{W}{Ø}$ . Для второго числа заданы только силовые граничные условия, из которых только  $U_z \neq Ø$ .

$M_z$	$N_z$	$U_z$
Ø	Ø	1

Поэтому в соответствии с таблицей  $NNL = I$ . Так как в конце ответвления кольцо отсутствует, то  $NKL = ØØ$ . Данное ответвление начинается с 5 участка, поэтому  $NNO = Ø5$ .

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

## Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА ВЛИЯНИЯ ОВАЛЬНОСТИ НА НАПРЯЖЕНИЕ  
В КОРПУСЕ АВТОКЛАВА

## 1. Исходные данные

$P = 1,0$	$H = 0,014$	$E = 211000$
$A = 1,013$	$L = 17$	$P_1 = 0,1$
$B_1 = 0,983$	$V = 0,27$	$\alpha = 9,0$

## 2. Пример подготовки исходных данных

## Первая перфокарта

Исходные данные	$1,0$
Формат	13
Обозначение	P

## Вторая перфокарта

Исходные данные	$1,013, 0,983, 0,014, 17, 0,27, 211000$					
Формат	F 7.4	F 7.4	F 6.3	F 8.3	F 5.2	F 10.1
Обозначение	A	B <sub>1</sub>	H	L	V	E
Исходные данные	$0,10$	$9,0$				
Формат	F 6.3	F 63				
Обозначение	P <sub>1</sub>	X				

Результаты расчета приведены ниже.

ТАБЛИЦА  
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЙ В ОВАЛЬНОЙ ОБОЛОЧКЕ  
АВТОКЛАВА ТОЛЩИНОЙ СТЕНКИ 2  
С УЧЕТОМ ДЕЙСТВИЯ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ

ОВАЛЬНОСТЬ	БОЛЬШАЯ ПОЛУОСЬ	МАЛАЯ ПОЛУОСЬ	ДАВЛЕНИЕ	ЦЕНТР	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ	МЕРИДИОНАЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ		КОЛЬЦЕВЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ	
Е.Х	А, М	В, М	Р, МПА	УГЛ	ММ	НА ЧАРУУНО	НА ВНУТРЕННЕЙ	НА НАРУЖНОЙ	НА ВНУТРЕННЕЙ
				ГРАД		ПОВЕРХНОСТИ	ПОВЕРХНОСТИ	ПОВЕРХНОСТИ	ПОВЕРХНОСТИ
						МПА	МПА	МПА	МПА
3.00597	1.01300	3.78300	0.1	0.0	0.00319	11.53730	-0.24115	30.60925	-12.02948
				3.1416	-0.00149	-13.24151	2.37989	-19.51796	37.42610
2.53395	1.01151	2.98715	0.2	0.0	0.00577	21.25275	-0.54620	3.21426	20.91155
				3.1416	-0.00274	-24.30274	4.49344	-34.00267	44.09250
2.14928	1.01226	2.78877	0.3	0.0	0.00707	29.45026	-2.87439	27.88972	-27.12900
				3.1416	-0.00380	-33.77597	5.35712	-46.21358	33.70250
1.82275	1.00920	1.99097	0.4	0.0	0.00982	36.40173	-1.20083	50.25945	-31.00700
				3.1416	-0.00468	-41.71471	7.99283	-54.65132	60.74175
1.54515	1.00832	1.99202	0.5	0.0	0.01139	42.29751	-1.51091	70.67252	33.12602
				3.1416	-0.00543	-48.44090	9.42894	-62.40283	84.11113
1.31643	1.00757	1.99439	0.6	0.0	0.01271	47.29741	-1.70651	89.42212	33.53214
				3.1416	-0.00606	-54.13076	12.60648	-64.14510	85.79270
1.12040	1.00693	1.99571	0.7	0.0	0.01384	51.55571	-2.05335	106.75504	-32.54010
				3.1416	-0.00668	-58.97656	11.74970	-65.85156	125.61647
0.95428	1.00640	1.99684	0.8	0.0	0.01480	55.18346	-2.20101	122.88164	-33.07950
				3.1416	-0.00705	-63.28438	12.65206	-66.30391	143.06200
0.81316	1.00595	1.99780	0.9	0.0	0.01562	58.27701	-2.40092	137.97906	77.70700
				3.1416	-0.00743	-66.57457	13.50722	-67.79390	163.76013
0.69312	1.00557	1.99862	1.0	0.0	0.01632	63.90710	-2.65262	152.19760	-23.15800
				3.1416	-0.00775	-69.54737	14.21536	-68.43691	70.81200



## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

## Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА ЗАЙОНЕТНОГО ФЛАНЦА КРЫШКИ С КОНИЧЕСКИМ  
ЭЛЕМЕНТОМ С НАРУЖНЫМ КОНУСОМ

## 1. Исходные данные:

$\delta = 0,3$	$H_1 = 0,065 \text{ м}$
$P = 0,6 \text{ МПа}$	$S_1 = 0,065 \text{ м}$
$P_1 = 0,6 \text{ МПа}$	$S_0 = 0,06 \text{ м}$
$R = 0,74 \text{ м}$	$S = 0,032 \text{ м}$
$l_3 = 0,70 \text{ м}$	$K = 1,0$
$l_2 = 0,101 \text{ м}$	$\gamma = 41,5 \text{ м}^{-1}$
$l_1 = 0,064 \text{ м}$	$\eta_1 = 0$
$H_2 = 0,03 \text{ м}$	$\eta_2 = 0$

## 2. Результаты расчета по ВАР/247 (стр. 236)

Расчетные значения меридиональных и окружных условных упругих напряжений на наружной и внутренней поверхности в сечении конической втулки с наименьшей толщиной

$$\begin{aligned}\sigma'_{\text{м}} &= 14,7 \text{ МПа} \\ \sigma'_{\text{н}} &= 14,9 \text{ МПа} \\ \sigma'_{\text{в}} &= -0,8 \text{ МПа} \\ \sigma'_{\text{н}} &= 10,3 \text{ МПа}\end{aligned}$$

То же в сечении конической втулки с наибольшей толщиной

$$\begin{aligned}\sigma'_{\text{м}} &= 2,8 \text{ МПа} \\ \sigma'_{\text{н}} &= 6,1 \text{ МПа} \\ \sigma'_{\text{в}} &= 0,5 \text{ МПа}\end{aligned}$$

$$\sigma'_{11} = 5,4 \text{ МПа}$$

С учетом  $K_1 = 1,4$ , учитывающего неравномерность распределения нагрузки по зубьям и несимметричность фланца крышки, напряжения в рассматриваемых сечениях принимают следующие значения:

$$\sigma_{11} = K_1 \sigma'_{11} = 20,6 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{12} = K_1 \sigma'_{12} = 20,9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{10} = K_1 \sigma'_{10} = -1,1 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{14} = K_1 \sigma'_{14} = 14,4 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{21} = K_1 \sigma'_{21} = 3,9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{22} = K_1 \sigma'_{22} = 8,5 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{23} = K_1 \sigma'_{23} = 0,7 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{24} = K_1 \sigma'_{24} = 7,6 \text{ МПа}$$

BRP/247 ЕС-1022 ЛЕННИХИМНАШ

РАСЧЕТ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ЗАТВОРА С КОНИЧЕСКОМ ВТУЛКОМ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

V= 0.300  
 P= 1.240  
 P1= 1.340  
 R= 1.400  
 L3= 0.0  
 L2= 0.219  
 L1= 0.110  
 H2= 0.103  
 H1= 0.114  
 S1= 0.050  
 S0= 0.030  
 S= 0.024  
 K= 0.268  
 G= 0.0  
 J1= 0.0  
 J2= 0.0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

G11=	142.744	G12=	142.375
G13=	-70.411	G14=	75.929
G21=	65.204	G22=	27.192
G23=	-44.210	G24=	-5.632

РАСЧЕТ BRP/247 ОКОНЧЕН

BRP/248 ЕС-1022 ЛЕННИХИМНАШ

РАСЧЕТ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ЗАТВОРА С ВНУТРЕННИМ КОНУСОМ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

V= 0.300  
 P= 0.600  
 P1= 0.600  
 R= 0.740  
 RM= 0.700  
 L3= 0.101  
 L2= 0.084  
 L1= 0.030  
 H2= 0.065  
 H1= 0.065  
 S1= 0.060  
 S0= 0.032  
 S= 0.010  
 K= 0.268  
 G= 3.4000  
 J1= 0.0  
 J2= 0.0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

G11=	124.555	G12=	93.792
G13=	-80.135	G14=	32.379
G21=	36.486	G22=	11.650
G23=	-22.329	G24=	-5.945

РАСЧЕТ BRP/248 ОКОНЧЕН

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

## Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА БАЙОНЕТНОГО ФЛАНЦА КРЫШКИ  
С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ

## 1. Исходные данные

$\delta$	$= \emptyset,3$	$s'$	$= \emptyset, \emptyset25 \text{ м}$
$p$	$= \emptyset,6 \text{ МПа}$	$s_o$	$= \emptyset, \emptyset11 \text{ м}$
$p_i$	$= \emptyset,6 \text{ МПа}$	$s$	$= \emptyset, \emptyset1 \text{ м}$
$R$	$= \emptyset,74 \text{ м}$	$\gamma$	$= 5,4 \text{ м}^{-1}$
$L_1$	$= \emptyset, \emptyset3 \text{ м}$	$J_1$	$= \emptyset$
$L_2$	$= \emptyset, \emptyset53 \text{ м}$	$J_2$	$= \emptyset$
$H_1$	$= \emptyset, \emptyset37 \text{ м}$	$T_H$	$= \emptyset, \emptyset1 \text{ м}$
$H_2$	$= \emptyset, \empty042 \text{ м}$	$T_{22}$	$= \emptyset, \empty0349$
$H_3$	$= \emptyset, \empty055 \text{ м}$	$D_5$	$= \emptyset$

## 2. Результаты расчета по ВРР/24,8 (стр.236)

Расчетные значения напряжений в крышке с эллипсоидным днищем приведены в распечатке результатов расчета.

С учетом  $K_1 = 1,4$ , учитывающего неравномерность распределения нагрузки по зубьям и несимметричность фланца крышки, напряжения в рассматриваемых сечениях принимают следующие значения:

$$\begin{aligned}
 \sigma_1 &= K_1 N(1) = 686 \text{ МПа} \\
 \sigma_2 &= K_1 N(2) = 260 \text{ МПа} \\
 \sigma_3 &= K_1 N(3) = -624 \text{ МПа} \\
 \sigma_4 &= K_1 N(4) = -133 \text{ МПа}
 \end{aligned}$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

## Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА БАЙОНЕТНОГО ФЛАНЦА КРЫШКИ  
С КОНИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ С ВНУТРЕННИМ КОНУСОМ

## I. Исходные данные

$$\gamma = 0,3$$

$$P = 0,6 \text{ МПа}$$

$$H_1 = 0,065 \text{ м}$$

$$P_1 = 0,6 \text{ МПа}$$

$$S' = 0,06 \text{ м}$$

$$R = 0,74 \text{ м}$$

$$S_0 = 0,032 \text{ м}$$

$$R_1 = 0,70 \text{ м}$$

$$S = 0,01 \text{ м}$$

$$l_3 = 0,101 \text{ м}$$

$$K = 0,415$$

$$l_2 = 0,084 \text{ м}$$

$$\delta = 5,4 \text{ м}^{-1}$$

$$l_1 = 0,03 \text{ м}$$

$$J_1 = 0$$

$$H_2 = 0,053 \text{ м}$$

$$J_2 = 0$$

## 2. Результаты расчета по BRP/265

Расчетные значения меридиональных и окружных условных упругих напряжений на наружной и внутренней поверхности в сечении конической втулки с наименьшей толщиной

$$\sigma_{11}' = 137 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{12}' = 96 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{13}' = -93 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{14}' = 27 \text{ МПа}$$

То же в сечении конической втулки с наибольшей толщиной

$$\sigma_{21}' = 22 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{22}' = 3 \text{ МПа}$$

$$\sigma'_{23} = -12 \text{ МПа}$$

$$\sigma'_{24} = -8 \text{ МПа}$$

С учетом коэффициента  $K_1 = 1,4$ , учитывающего неравномерность распределения нагрузки по зубьям и неосесимметричность фланца крышки, напряжения в рассматриваемых сечениях принимают следующие значения:

$$\sigma_{11} = K_1 \sigma'_{11} = 193 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{12} = K_1 \sigma'_{12} = 134 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{13} = K_1 \sigma'_{13} = -131 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{14} = K_1 \sigma'_{14} = 37 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{21} = K_1 \sigma'_{21} = 31 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{22} = K_1 \sigma'_{22} = 4 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{23} = K_1 \sigma'_{23} = -18 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{24} = K_1 \sigma'_{24} = -11 \text{ МПа}$$

РАСЧЕТ ДЛЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ЗАТВОРА С ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ  
 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА  
 V= 0.300000P= 0.600000P1= 0.600000R= 0.740000L1= 0.030000L3= 0.053000  
 H1= 0.370000H2= 0.042000H3= 0.055000S1= 0.025000S2= 0.011000B= 0.010000  
 G= 5.400000D1= 0.0 D2= 0.0 T11= 0.010000T22= 0.034900ID5= 0  
 ПЕЧАТЬ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА N(4)  
 N(1)= 490.146094N(2)= 185.628564  
 N(3)= -445.746094N(4)= -95.139038

EOJ BRP/265

14.09.08, DURATION 00.06.46

## П Е Р Е Ч Е Н Ь

документов, на которые имеются ссылки в руководящем документе

ГОСТ 14249-80	Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность
ГОСТ 26202-84	Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок
ГОСТ 25859-83	Сосуды и аппараты стальные. Нормы и методы расчета на прочность при малоцикловых нагрузках
ГОСТ 24755-81	Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий
ОСТ 26-2096-83	Метод расчета напряжений в месте пересечения патрубков с обечайками и днищами
ОСТ 26-1207-81	Переходы конические, эллиптические, сферические сосудов и аппаратов. Нормы и методы расчета на прочность
ОСТ 26-373-78	Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность фланцевых соединений
ОСТ 26-291-79	Сосуды и аппараты стальные сварные. Технические требования

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. М., изд. "Металлургия", 1976.

Свойства сталей и сплавов, применяемых в котлотурбостроении. Руководящие указания. Вып.16, Л., ЦКТИ, 1966.



Исаченко В.П. и др. Теплопередача. М., Энергоиздат, 1981.

Михеев М.А. Основы теплопередачи. М.-Л., Энергоиздат, 1956.

Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. М., изд. "Химия", 1970.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения . . . . .	3
1.1. Условия применения руководящего документа . . . . .	3
1.2. Порядок расчета . . . . .	4
2. Расчет на прочность при статических нагрузках.	
Определение главных условных упругих напряжений	
в узлах и элементах автоклавов . . . . .	5
2.1. Цилиндрические обечайки корпусов . . . . .	5
2.1.1. Цилиндрические обечайки корпусов вне	
краевых зон . . . . .	5
2.1.2. Зоны крепления несущих ушек, опорных лап и	
опорных стоек . . . . .	6
2.1.3. Соединения с седловыми опорами . . . . .	6
2.1.4. Соединения со сварными неразъемными	
рубашками . . . . .	62
2.1.5. Влияние овальности . . . . .	121
2.1.6. Соединения с патрубками . . . . .	133
2.1.7. Конические, эллипсоидные и сферические	
переходы . . . . .	134
2.2. Выпуклые днища . . . . .	134
2.3. Фланцевые соединения . . . . .	136
2.4. Байонетные затворы . . . . .	136
2.4.1. Типы байонетных затворов . . . . .	136
2.4.2. Байонетные затворы под действием внутренне-	
го избыточного давления . . . . .	137

2.4.3. Байонетные затворы под действием стационарных

и нестационарных температурных полей . . . . .	164
Приложение I . . . . .	165
Приложение 2 . . . . .	173
Приложение 3 . . . . .	179
Приложение 4 . . . . .	183
Приложение 5 . . . . .	196
Приложение 6 . . . . .	216
Приложение 7 . . . . .	236
Приложение 8 . . . . .	238
Приложение 9 . . . . .	241
Приложение 10 . . . . .	242

**Редактор Кошаровская Е.В.**  
**Техн.редактор Русак Т.Д.**  
**Корректор Бабенко И.Ф.**

Подписано к печати 30.07.88 г. Заказ 438. Тираж 100 экз.  
Объем 15 п.л. Цена 1р50к Формат 60X84/16