С С С Р

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

АВТОКЛАВЫ
Метод расчета на прочность

РД 26-01-87-86

gost.e-ecolog.ru

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

ИСПОЛНИТЕЛИ: Воронов 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.

Группа Г02

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

АВТОКЛАВЫ	РД 26-01-87-86
Метод расчета на прочность	Взамен РТМ 26-01-87-76

Приказом Главного Управления по производству химического 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 5.10^5 за весь период эксплуатации.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Условия применения руководящего нормативного документа.

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

I.I.2. Расчетные формулы для оценки малоцикловой усталости применимы для автоклавов, отвечающих принятым по нормативно-технической документации условиям прочности при статических нагрузках.

I.I.3. Руководящий нормативный документ не распространяется на автоклавы:

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

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

I.I.4. Руководящий нормативный документ не учитывает коррозионного воздействия рабочей среды в условиях малоциклового нагружения на свойства материала, из которого изготовлены автоклавы.

I.I.5. При расчете на малоцикловую усталость согласно ГОСТ 25859-83 можно не учитывать нагрузки, у которых размах колебания не превышает I5 % (для углеродистой и низколегированной стали) и 25 % (для аустенитной стали) от допускаемого значения, установленного при расчете на статическую прочность.

I.2. Порядок расчета

I.2.I. Перед проведением расчетов на малоцикловую усталость для определения основных размеров элементов автоклавов следует производить расчет по ГОСТ I4249-80 и другим норма-

тивно-техническим документам.

I.2.2. На основании анализа конструкции, действующих нагрузок и температурных полей должны быть установлены наиболее напряженные зоны в узлах и элементах автоклавов.

I.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.I. Цилиндрические обечайки корпусов

2.I.I. Цилиндрические обечайки корпусов вне краевых зон.

2.I.I.I. Толщину стенок цилиндрических обечаек корпусов следует рассчитывать по ГОСТ I4249-80.

2.I.I.2. Напряжения в цилиндрических обечайках корпусов (вне краевых зон), нагруженных внутренним избыточным давлением, следует рассчитывать по формулам

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

где p – внутреннее избыточное давление, МПа;

D – диаметр срединной поверхности обечайки, м;

S_p – расчетная толщина стенки обечайки, м.

2.I.2. Зоны крепления несущих ушек, опорных лап и опорных стоек рассчитывают на прочность по ГОСТ 26202-84.

2.I.3. Соединения с седловыми опорами.

2.I.3.I. 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.I.3.2 ... 2.I.3.26.

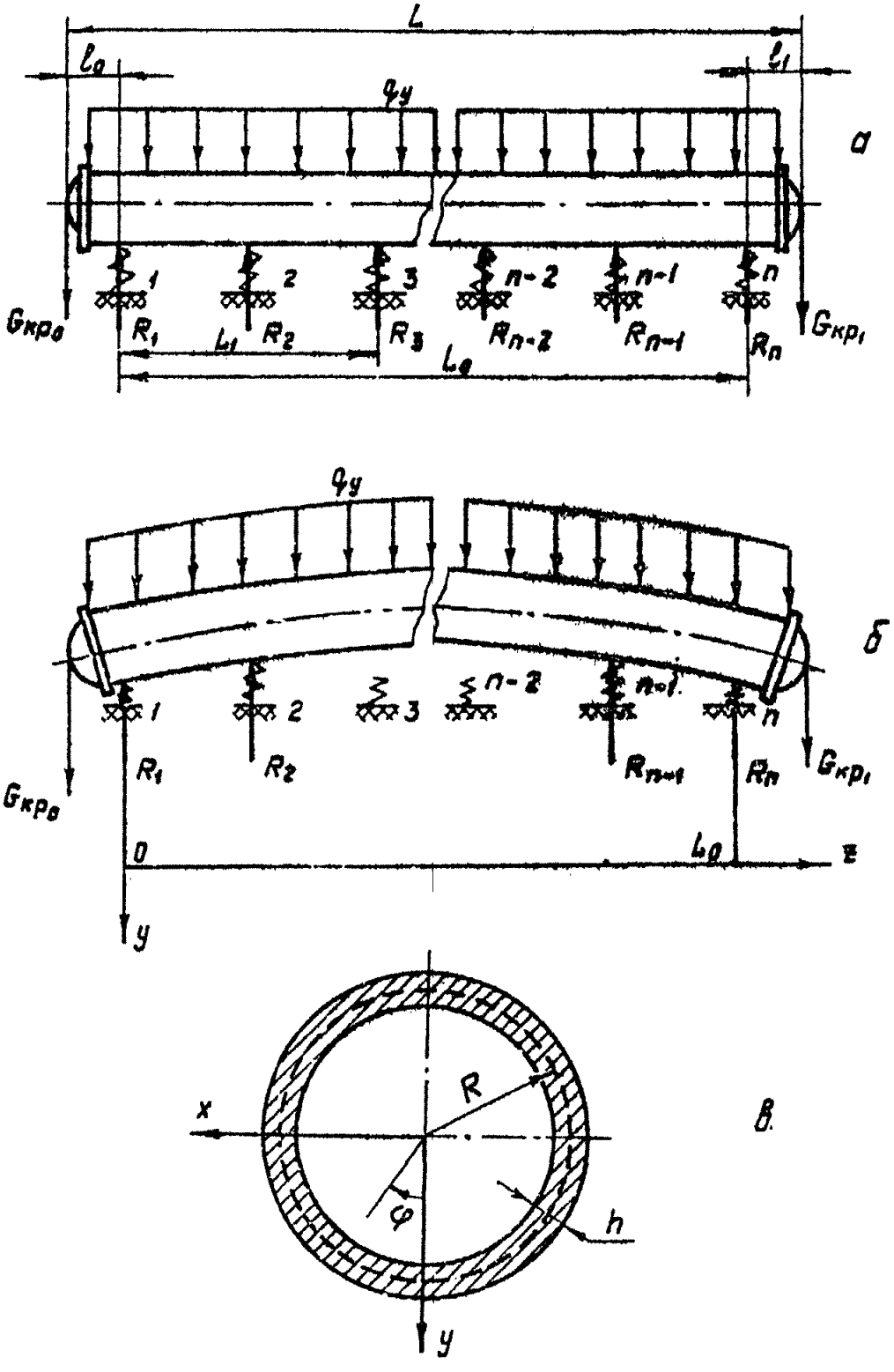
2.I.3.2. Определение реакций опор с учетом и без учета общих температурных деформаций автоклавов следует производить по пп.2.I.3.3...2.I.3.8.

2.I.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 (I-я или n -я опора) либо посредине (в случае нечетного n).

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


L
l_0
l_1
q_y
а
1
2
3
n-2
n-1
n
$G_{кр_0}$
R_1
L_1
R_2
R_3
R_{n-2}
R_{n-1}
R_n
L_0
$G_{кр_1}$
q_y
б
1
2
3
n-2
n-1
n
R_1
R_2
R_{n-1}
R_n
$G_{кр_0}$
$G_{кр_1}$
0
L_0
z
y
x
R
φ
h
y
в

Черт.I

2.I.3.4. Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.I.

Таблица I

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	Входные параметры		
α_0	AØ	Коэффициент линейного температурного расширения материала корпуса автоклава	$^0C^{-I}$
R	R	Радиус срединной поверхности обечайки корпуса автоклава	м
E	E	Модуль упругости материала обечайки корпуса автоклава	МПа
h	AH	Толщина обечайки корпуса автоклава	м
L_0	LØ	Расстояние между крайними опорами	м
L	L	Длина автоклава	м
l_0, l_1	LMN, LMØ	Длины консольных участков автоклава	м
L_1	L1	Длина двух соседних межопорных пролетов	м
a	A	Ширина опоры (черт.2)	м
φ_1	FIØ	Угол полуохвата опоры (черт.2)	...^{c}

Продолжение табл.I

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
G_a	-	Вес загруженного автоклава	Н
$G_{кр0}$	GE	Краевая нагрузка от веса консольного участка автоклава (крышки, байонетного кольца, подъемного механизма и фланца корпуса)	Н
$G_{кр1}$	GE1	Краевая нагрузка от веса консольного участка автоклава (участок обечайки корпуса и днища)	Н
$q_ч$	Q	Распределенная нагрузка от веса загруженного автоклава без учета краевых нагрузок $G_{кр0}$ и $G_{кр1}$	Н/м
$t_э$	T1	Температурный перепад по высоте корпуса автоклава	^0C
$\bar{m}$	MM	Число гармоник в ряде Фурье	
n	N	Число опор	
z_i	Z(I)	Продольные координаты центров опор	м

Продолжение табл.I

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
FF	FF	Параметр условий закрепления автоклава (FF = Ø-неподвижная крайняя опора; FF = I - 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(I) = I, если i -я опора активная, и RN (I) = Ø, если i -я опора неактивная)	
R_i	RE(1:N)	Массив реакций опор	Н
w_i	W(1:N)	Массив прогибов под опорами	м
M_i	MOM(1:N)	Массив моментов под опорами	Нм
Σ	S	Сумма реакций опор автоклава	Н

2.I.3.5. В качестве расчетной схемы принята балка кольцевого поперечного сечения (черт.Iа, в) под действием равномерной распределенной нагрузки q_y, краевых нагрузок $G_{кр0}$, $G_{кр1}$ и перепада температур. Учитывая возможность отхода автоклава от некоторых опор (черт.Iб), 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 $\emptyset$, 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.I.3.6. Расчет вспомогательных величин сводится к определению распределенной нагрузки от веса автоклава (без учета краевых нагрузок $G_{кр_0}$, $G_{кр_1}$), Н/м

$$q_ч = \frac{G_A - G_{кр_0} - G_{кр_1}}{L_0}$$

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

CI = Ø , для абсолютно жестких опор;

CI равна податливости опор, если эта величина известна;

CI = -I – 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.I.3.7. Описание и исходный текст программы расчета (STEP02) 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 = Ø. Условия закрепления автоклава: если FF = Ø, 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 закрепления автоклава;

78 - 99 - Вычисление коэффициентов при неизвестных и правой 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 - Ø). Получение из RJ системы линейных уравнений (в массиве RJI), соответствующей очередному сочетанию активных опор. Решение полученной системы (подпрограммы DECOMP и SOLVE). Вычисление реакций активных 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 активных опор (массив RN);

I82 - 2I8 - Заполнение выходных массивов реакций опор (RE), прогибов под опорами (W), моментов под опорами (MOM), суммарной реакции опор (S);

2I9 - 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 - Подпрограмма PRT.

2.I.3.8. Инструкция по эксплуатации программы изложена в этом пункте ниже.

Программа составлена на языке ФОРТРАН ОС ЕС (версия 6.I).

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

```
      IMPLICIT REAL*8(A-H,L,P-Z)
      REAL*8 M1,MN,MZ,NU
      INTEGER IPVT(20),FF
      REAL*8 WORK(20),RJ2(20,20)
      REAL*8 GI(20,20),GQT(20),GM(20,20),GQM(20),
     *NOM(20),Z(20),RE(20),RJ(20,21),W(20),RJ1(20,21),
     *RE1(20)
      INTEGER O,O1
      INTEGER RN(20),AC(20)
       PI=3.14159265358979323846
      NAMELIST/CONST/A0,R,E,NU,AH,L0,L,LMN,LM0,L1,A,FIO,
     *Q,GE,GE1,T1,MM,N,Z,C1,FF
        READ (5,CONST)
      IF(C1.NE.-2)GOTO 991
      NAMELIST/CONSTC/C3,C4
      READ(5,CONSTC)
  991 M1=-GE*LM0-Q*LM0**2./2.
      MN=-GE1*LMN-Q*LMN**2./2.
      PRINT 104
      CALL PRT(A0,R,E,NU,AH,L0,L,LMN,LM0,L1,A,FIO,Q,GE,GE1,Z,
     *T1,MM,N)
      R=R*100
      E=E*10
      AH=AH*100
      L0=L0*100
      L=L*100
      LMN=LMN*100
      LM0=LM0*100
      L1=L1*200
      Q=Q/1000
      GE=GE/10
      GE1=GE1/10
      A=A*100
      FIO=FIO*PI/180
      DO 91 I=1,N
        Z(I)=Z(I)*100
   91 CONTINUE
      M1=M1*10
      MN=MN*10
        EI=PI*R**3*AH*E
       DO 9 I=1,N
      RN(I)=0
    9 CONTINUE
                NN=N-1
        DO 4 J=2,NN
       S2=0.D0
       S22=0.D0
       DO 1 M=1,MM,2
       MZ=M*PI/L0
       QM=4.*Q/PI/M
       Z2=MZ*MZ
       DS=QM*DSIN(MZ*Z(J))/Z2
       S2=S2+DS/Z2
       S22=S22+DS
```

```
      1 CONTINUE
        GOT(J)=S2
        GOM(J)=S22
        DO 3 I=2,NN
       S2=0.D0
        S22=0.
        DO 2 M=1,MM
        MZ=M*PI/L0
        Z2=M4*MZ
        DS=DSIN(MZ*Z(I))*DSIN(MZ*Z(J))/Z2
        S2=S2+DS/Z2
        S22=S22+DS
      2 CONTINUE
        GI(I,J)=S2
        GM(I,J)=S22
      3 CONTINUE
      4 CONTINUE
        IF(C1.EQ.0) PRINT 174
        IF(C1.EQ.0) GOTO S2
        IF(C1.GT.0)GOTO S7
        IF(C1.EQ.-1)GOTO S57
        C1=C3*C4
        GO TO S58
    S57 C1=0.
    S58 X1=R/AM
        X2=R/L1
        X3=A/L1
        RAB=24*(1-NU*NU)*X1**3/(PI**2*E*L1*X3*FIO)
        B4=12*(1-NU*NU)*X1**2
        F=0
        DO 251 M=1,100,2
        MZ=M*PI*X2
        S1=DSIN(M*PI*X3/2)
        S=FIO*S1/M/(MZ**4+B4)
        SUM=0
        DO 252 K=2,80
        S2=(M4*MZ+K*K)**2
        SL=2*S2*S1*DSIN(K*FIO)/((S2*S2+B4*(MZ*MZ)**2)*M*K)
    252 SUM=SUM+SL
    251 F=F+S*SUM
        C1=C1*F*RAB/1000
     57 C2=1/C1
        PRINT 122,C2
        C1=C1*1000
     52 IF(FF)60,60,61
     60 PRINT 100
        GOTO 40
     61 PRINT 101
     40 CONTINUE
        PRINT 104
        PRINT 102
        RJ(1,1)=L0*LMN
        RJ(1,N)=LMN
        RJ(1,N+1)=0*L*L/2.+GE*L
        RJ(N,N+1)=0*L*L/2.+GE1*L
        RJ(N,1)=LM0
        RJ(N,N)=L0*LM0
        DO 6 I=2,NN
        RJ(1,I)=L0*LMN-Z(I)
        RJ(N,I)=LM0*Z(I)
```

```
      6 CONTINUE
        DO 7 J=2,NN
        RJ(J,1)=-(L0-Z(J))/L0*C1
        RJ(J,N)=-Z(J)/L0*C1
        S=(3.*L0*Z(J)*Z(J)-Z(J)**3-2.*L0*L0*Z(J))/(8*L0)
        S1=(Z(J)**3-L0*L0*Z(J))/(6*L0)
        S2=Z(J)*(Z(J)-L0)/(2.*R)*A0*T1
        RJ(J,N+1)=(-M1*S-HN*S1+GQT(J))/EI-S2
        DO 8 I=2,NN
        RJ(J,I)=GI(I,J)*2./(EI*L0)
      8 CONTINUE
        RJ(J,J)=RJ(J,J)+C1
      7 CONTINUE
        KC=(N-1)/2
        IF(FF)30,37,30
     30 N2=(N+1)/2
        RN(N2)=1
        GOTO 38
     37 RN(1)=1
        RN(N)=1
     38 NO=N
        I8=KC+1
        DO 10 I9=1,I8
        I6=I9-1
        CALL CNK(KC,I6,NC)
        NC1=NC
        DO 11 J2=1,NC1
        IF(I6)39,47,39
     39 KC=(N-1)/2
        CALL COMBI(J2,KC,I6,AC)
        IF(FF) 70,33,70
     70 DO 32 I=1,I6
        RN(AC(I))=1
        RN(N-AC(I)+1)=1
     32 CONTINUE
        GOTO 47
     33 DO 12 I=1,I6
        RN(AC(I)+1)=1
        RN(N-AC(I))=1
     12 CONTINUE
    135 FORMAT(5X,2012)
     47 CONTINUE
        N1=0
        DO 14 I=1,N
        N1=N1+RN(I)
     14 CONTINUE
        O1=0
        DO 15 I1=1,N
        O=0
        IF(RN(I1),EQ,0) GOTO 16
        DO 17 I=1,N
        IF(RN(I),EQ.1) GOTO 18
        O=O+1
        GOTO 179
```

```
      18 RJ1(I1-01,I-0)=RJ(I1,I)
    179 CONTINUE
      17 CONTINUE
         RJ1(I1-01,N1+1)=RJ(I1,N+1)
         GOTO 15
      16 01=01+1
      15 CONTINUE
         DO 182 I=1,N1
         RE1(I)=RJ1(I,N1+1)
         DO 182 J=1,N1
         RJ2(I,J)=RJ1(I,J)
    182 CONTINUE
        CALL DECOMP(N,N1,RJ2,COND,IPVT,WORK)
        CALL SOLVE(N,N1,RJ2,RE1,IPVT)
        IF(FF)49,48,49
      48 N5=(N1+1)/2,
        GO TO 50
      49 N5=N1/2
      50 DO 200 I=1,N5
         IF(RE1(I),LE,0,) GOTO 25
    200 CONTINUE
        DO 165 I1=1,N
         W(I1)=0,
         IF(RN(I1),NE,0) GOTO 175
         S=0,
         O=0
        DO 180  I=1,N
         IF(RN(I),EQ,1) GOTO 19
         O=O+1
         GOTO 181
      19 S=S+RE1(I-O)*RJ(I1,I)
    181 CONTINUE
    180 CONTINUE
         S=-S+RJ(I1,N+1)
         W(I1)=S
    175 CONTINUE
    165 CONTINUE
         DO 201 I=1,N
         IF(W(I),GT,0,) GOTO 25
    201 CONTINUE
         PRINT 135,(RN(I),I=1,N)
         O=0
         DO 21 I=1,N
         RE(I)=0,
         IF(RN(I),EQ,1) GOTO 22
         O=O+1
         GOTO 21
      22 RE(I)=RE1(I-O)
         W(I)=RE(I)*C1
      21 CONTINUE
         S=0,
         DO 20 I=1,N1
         S=S+RE1(I)
```

```
   20 CONTINUE
      S=S*10
       PRINT 150,S
       MOM(1)=M1
       MOM(N)=MN
      DO 24 J=2,NN
       S2=0.
      DO 250 I=2,NN
       S2=S2+RE(I)*GM(I,J)
  250 CONTINUE
       MOM(J)=M1*(L0-Z(J))/L0+MN*Z(J)/L0+GQM(J)-2/L0*S2
   24 CONTINUE
      GOTO 51
   25 CONTINUE
      IF(FF)36,55,36
   55 N10=N-1
      DO 31 I=2,N10
      RN(I)=0
   31 CONTINUE
      GOTO 11
   36 DO 41 I=1,N
      RN(I)=0
   41 CONTINUE
      RN((N+1)/2)=1
   11 CONTINUE
   10 CONTINUE
  100 FORMAT(1X,'ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗА КРАЙНЮЮ ОПОРУ',//)
  101 FORMAT(1X,'ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗА СРЕДНЮЮ ОПОРУ',//)
  102 FORMAT(17X,'РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА',/,
     *17X,'*********************',///,
     *1X,'АКТИВНЫЕ ОПОРЫ',//)
  122 FORMAT(1X,'ЖЕСТКОСТЬ C=',D12.5,2X,'(Н/М)',//)
  110 FORMAT(1X,'НОМЕР    КООРДИНАТЫ    РЕАКЦИЯ      ПРОГИБ        МОМЕНТ',/)
  111 FORMAT(1X,'ОПОРЫ      ОПОРЫ        ОПОРЫ',/,
     *1X,11X,'(М)',9X,'(Н)',9X,'(М)',8X,'(Н*М)')

  120 FORMAT(1X,I2,6X,F7.3,4X,F10.1,2X,F8.5,1X,F12.1,/)
  150 FORMAT(//,1X,'СУММА РЕАКЦИЯ ОПОР=',D12.5,'(Н)',//)
  104 FORMAT(/////////////////)
  103 FORMAT(1X,/,53(1Н=),/)
  174 FORMAT(1X,'АБСОЛЮТНАЯ ЖЕСТКОСТЬ',/)
   51 CONTINUE
      PRINT 103
      PRINT 110
      PRINT 111
      PRINT 103
      DO 170 I=1,N
      Z(I)=Z(I)*LM0
      Z(I)=Z(I)/100
      RE(I)=RE(I)*10
      W(I)=W(I)/100
      MOM(I)=MOM(I)/10
      PRINT120,I,Z(I),RE(I),W(I),MOM(I)
```

```
      170 CONTINUE
          PRINT 104
          STOP
          END
          SUBROUTINE COMBI(I,N,K,NA)
          DIMENSION NA(20)
          INTEGER R,C
          R=I+1
          J=0
          M=1
          L=1
        1 CALL CNK(N-L-J,K-M,C)
          IF(R-C)2,3,3
        2 J=J+L
          NA(M)=J
          IF(R)6,4,6
        4 N1=M+1
          DO 5 L=N1,K
          NA(L)=J+L-M
        5 CONTINUE
          GOTO 10
        6 M=M+1
          L=1
          GOTO 1
        3 R=R-C
          L=L+1
          GOTO 1
       10 RETURN
          END
          SUBROUTINE CNK(N,K,NC)
          INTEGER D
          NC=1
          IF(K)5,5,6
        6 IF(K-N/2)2,2,3
        2 D=K
          GOTO 4
        3 D=N-K
        4 DO 1 I=1,D
          NC=NC*(N-I+1)/I
        1 CONTINUE
        5 CONTINUE
          RETURN
          END
C ПОДПРОГРАММА DECOMP(NDIM,N,A,COND,IPVT,WORK) ВЫЧИСЛЯЕТ РАЗЛОЖЕНИЕ
C ВЕЩЕСТВЕННОЙ МАТРИЦЫ ПОСРЕДСТВОМ ГАУССОВА ИСКЛЮЧЕНИЯ И ОЦЕНИВАЕТ
C ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ МАТРИЦЫ. ОНА ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ
C ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ.
```

```
C ВХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ: NDIM - ЗАЯВЛЕННАЯ СТРОЧНАЯ РАЗМЕРНОСТЬ МАССИВА,
C                     СОДЕРЖАЩЕГО A; N - ПОРЯДОК  МАТРИЦЫ ;
C A - МАТРИЦА,КОТОРУЮ НУЖНО РАЗЛОЖИТЬ;
C ВЫХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ : A СОДЕРЖИТ ВЕРХНЮЮ ТРЕУГОЛЬНУЮ МАТРИЦУ U  И
C УЧИТЫВАЮЩУЮ ПЕРЕСТАНОВКИ ВЕРСИЮ НИЖНЕЙ ТРЕУГОЛЬНОЙ МАТРИЦЫ I-L;ТАКИЕ,
C ЧТО (МАТРИЦА ПЕРЕСТАНОВОК)*A=L*U !
C COND=ОЦЕНКА ОБУСЛОВЛЕННОСТИ A, ДЛЯ ЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ  A*X=B ИЗМЕНЕНИЯ
C B A И B МОГУТ ВЫЗВАТЬ ИЗМЕНЕНИЯ В X, БОЛЬШИЕ  В COND РАЗ, ЕСЛИ COND+1
C .EQ.CONO,TO A B ПРЕДЕЛАХ МАШИННОЙ ТОЧНОСТИ ЯВЛЯЕТСЯ ВЫРОЖДЕННОЙ МАТР
C ЦЕЙ, ЕСЛИ ОБНАРУЖЕНА ТОЧНАЯ ВЫРОЖДЕННОСТЬ COND ПОЛАГАЕТСЯ РАВНЫМ 1D+32
C IPVT = ВЕКТОР ВЕДУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ, IPVT(K)=ИНДЕКС K-ГОЙ ВЕДУЩЕЙ СТРОКИ,
C        IPVT(N)=(-1)**(ЧИСЛО ПЕРЕСТАНОВОК)
C РАБОЧЕЕ ПОЛЕ: ВЕКТОР WORK,
C ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МАТРИЦЫ A МОЖЕТ БЫТЬ ПОЛУЧЕН  НА ВЫХОДЕ ПО ФОРМУЛЕ
C DET(A)=IPVT(N)*A(1,1)*A(2,2)*...*A(N,N)
      SUBROUTINE DECOMP(NDIM,N,A,COND,IPVT,WORK)
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      DIMENSION A(20,20),WORK(N),IPVT(N)
      IPVT(N)=1
      IF (N.EQ.1) GO TO 80
      NM1=N-1
      ANORM=0.000
      DO 10 J=1,N
        T=0.000
        DO 5 I=1,N
         T=T+DABS(A(I,J))
    5   CONTINUE
        IF (T.GT.ANORM) ANORM=T
   10 CONTINUE
      DO 35 K=1,NM1
        KP1=K+1
        M=K
        DO 15 I=KP1,N
          IF (DABS(A(I,K)).GT.DABS(A(M,K))) M=I
   15   CONTINUE
        IPVT(K)=M
        IF (M.NE.K) IPVT(N)=-IPVT(N)
        T=A(M,K)
         A(M,K)=A(K,K)
        A(K,K)=T
        IF (T.EQ.0.000) GO TO 35
        DO 20 I=KP1,N
          A(I,K)=-A(I,K)/T
   20   CONTINUE
        DO 30 J=KP1,N
          T=A(M,J)
          A(M,J)=A(K,J)
          A(K,J)=T
          IF(T.EQ.0.0D0) GO TO 30
          DO 25 I=KP1,N
            A(I,J)=A(I,J)+A(I,K)*T
```

```
      25          CONTINUE
      30    CONTINUE
      35 CONTINUE
         DO 50 K=1,N
           T=0.000
           IF (K.EQ.1) GO TO 45
           KM1=K-1
           DO 40 I=1,KM1
             T=T+A(I,K)*WORK(I)
      40 CONTINUE
      45    EK=1.000
           IF (T.LT.0.000) EK=-1.000
           IF (A(K,K).EQ.0.000) GO TO 90
           WORK(K)=-(EK+T)/A(K,K)
      50 CONTINUE
         DO 60 KB=1,NM1
           K=N-KB
           T=0.000
           KP1=K+1
           DO 55 I=KP1,N
             T=T+A(I,K)*WORK(K)
      55    CONTINUE
           WORK(K)=T
           M=IPVT(K)
           IF (M.EQ.K) GO TO 60
           T=WORK(M)
           WORK(M)=WORK(K)
           WORK(K)=T
      60 CONTINUE
         YNORM=0.000
         DO 65 I=1,N
           YNORM=YNORM+DABS(WORK(I))
      65 CONTINUE
         CALL SOLVE(NDIM,N,A,WORK,IPVT)
         ZNORM=0.000
         DO 70 I=1,N
           ZNORM=ZNORM+DABS(WORK(I))
      70 CONTINUE
         COND=ANORM*ZNORM/YNORM
         IF (COND.LT.1.000) COND=1.000
         RETURN
      80 COND=1.000
         IF (A(1,1).NE.0.000) RETURN
      90 COND=1.0D+32
         RETURN
         END
C ПОДПРОГРАММА  SOLVE(NDIM,N,A,B,IPVT) РЕШАЕТ ЛИНЕЙНУЮ СИСТЕМУ  A*X=B,
C SOLVE НЕ СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ,ЕСЛИ DECOMP ОБНАРУЖИЛА ВЫРОЖДЕННОСТЬ.
C ВХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ: NDIM - ЗАЯВЛЕННАЯ СТРОЧНАЯ РАЗМЕРНОСТЬ МАССИВА,
C СОДЕРЖАЩЕГО A; N - ПОРЯДОК МАТРИЦЫ ; A - ФАКТОРИЗОВАННАЯ МАТРИЦА,
C ПОЛУЧЕННАЯ ИЗ DECOMP ; B - ВЕКТОР ПРАВЫХ ЧАСТЕЙ; IPVT - ВЕКТОР
C ВЕДУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ,ПОЛУЧЕННЫЙ ИЗ DECOMP.
C ВЫХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ: B - ВЕКТОР РЕШЕНИЙ X,
C ПОДПРОГРАММА ВЗЯТА ИЗ КНИГИ  ДЖ,ФОРСАЙТ,М,МАЛЬКОЛЬМ,К. МОУЛЕР МАШИННЫЕ
C МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ МИР, МОСКВА  1980 СТР 69-70
```

```
      SUBROUTINE SOLVE(NDIM,N,A,B,IPVT)
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      DIMENSION A(20,20),B(N),IPVT(N)
      IF (N.EQ.1) GO TO 50
      NM1=N-1
      DO 20 K=1,NM1
        KP1=K+1
        M=IPVT(K)
        T=B(M)
        B(M)=B(K)
        B(K)=T
        DO 10 I=KP1,N
          B(I)=B(I)+A(I,K)*T
   10   CONTINUE
   20 CONTINUE
      DO 40 KB=1,NM1
        KM1=N-KB
        K=KM1+1
        B(K)=B(K)/A(K,K)
        T=-B(K)
        DO 30 I=1,KM1
          B(I)=B(I)+A(I,K)*T
   30   CONTINUE
   40 CONTINUE
   50 B(1)=B(1)/A(1,1)
      RETURN
      END
       SUBROUTINE PRT(A,R,E,NU,AH,L0,L,LMN,LM0,L1,AS,FI0,Q,
     *GE,GE1,Z,T1,MM,N)
       IMPLICIT REAL*8(A-H,L,P-Z)
       REAL*8 M1,MN,NU
      DIMENSION Z(20)
      PRINT 1,N,A,R,E,NU
      PRINT 2,AH,L0,L
      PRINT 3,LM0,LMN,L1,AS,FI0,Q
      PRINT 4,GE,GE1,T1,MM,(Z(I),I=1,N)
    1 FORMAT(20X,'ИСХОДНЫЕ  ДАННЫЕ',//,
     *20X,'*****************',//,
     *1X,'ЧИСЛО ОПОР N=',I2,/,
     *1X,'КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕР. РАСШИРЕНИЯ (1/ГРАД) A0=',
     *D12.5,/,1X,'РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R=',F6.2,/,
     *1X,'МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА (МПА) E=',F10.2,/,
     *1X,'КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) NU=',F6.3)
    2 FORMAT(1X,'ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ (М) AH=',F6.3,/,
     *1X,'РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРАЙНИМИ ОПОРАМИ (М) L0=',F7.3,/,
     *1X,'ДЛИНА АВТОКЛАВА (М) L=',F7.3)
    3 FORMAT(1X,'ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ДО 1-ОЙ ОПОРЫ (М) LM0=',
     *F6.3,/,1X,'ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ОТ ПОСЛЕД. ОПОРЫ (М) LMN=',
     *F6.3,/,1X,'ДЛИНА МЕЖОПОРНОГО ПРОЛЕТА (М) L1=',
     *F6.3,/,1X,'ШИРИНА ОПОРЫ (М) A=',
     *F6.3,/,1X,'ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ (ГРАД) FI0=',
     *F7.3,/,1X,'РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА (Н/М) Q=',F10.1,
    4 FORMAT(1X,'КРАЕВЫЕ УСИЛИЯ (Н)',//,
     *1X,'ЛЕВЫЙ КРАЙ GE=',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/P) MM=',I3,/,
     *1X,'КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР Z(I) (М)',//,4(5F10.2,/))
       RETURN
       END
```

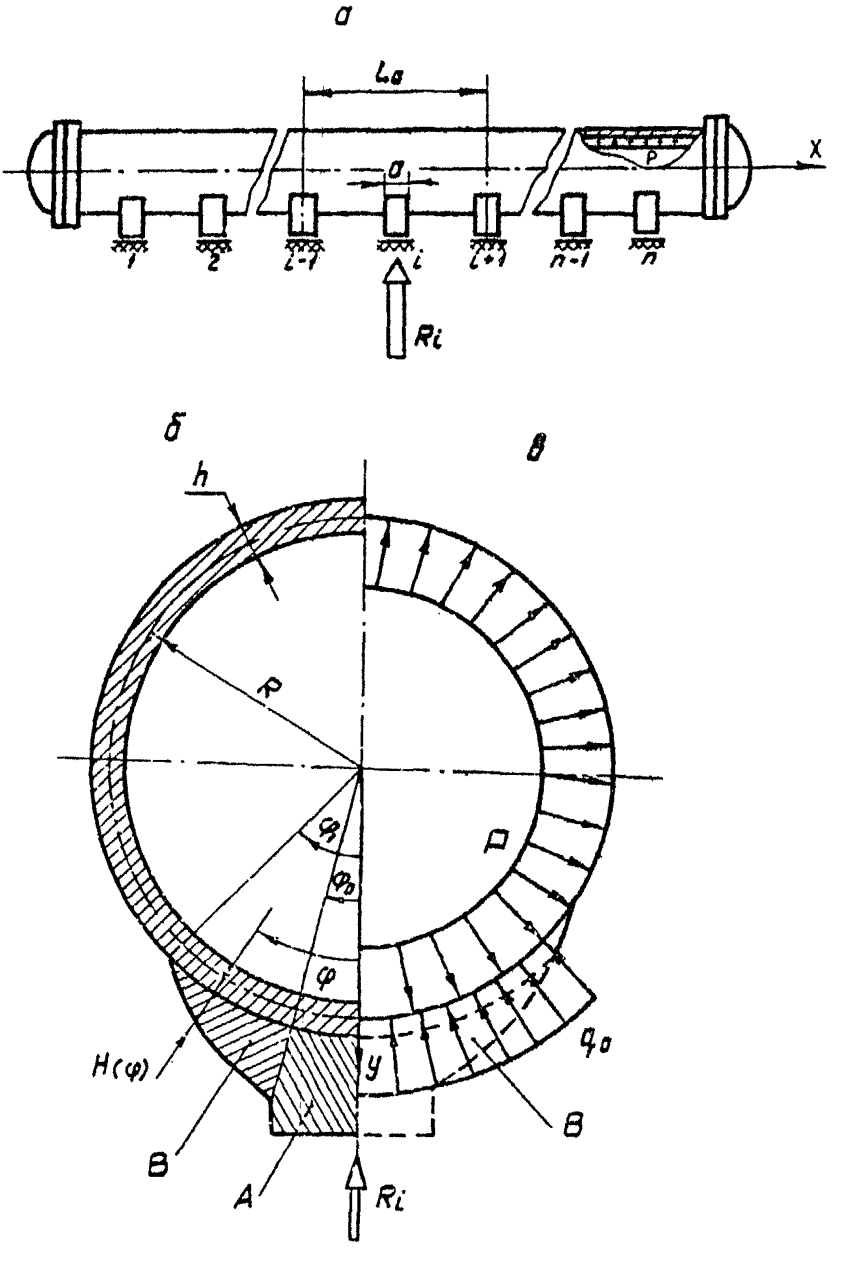
```
//GO. SYSIN DD *
␣ & CONST

[блок данных I]
␣ & END
␣ & constc
[блок данных 2]      } вводится только при CI = -2
␣ & END
/*
//
```

Примеры расчета приведены в справочном приложении I.

2.I.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.I.3.I0 ... 2.I.3.I4.

2.I.3.I0. Постановка задачи состоит в следующем. Геометрические размеры φ_0, φ_1 и $H(\varphi)$ консольной части подавтоклавной 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-опертая 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.2в).

2.I.3.II. Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.2.


а
L_a
a
X
P
1
2
i-1
i
i+1
n-1
n
Ri
б
в
h
R
φ_1
φ_0
φ
H(φ)
y
q_0
B
B
A
Ri

Черт.2

Таблица 2

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		Входные параметры	
a	AA	Ширина подавтоклавной опоры	м
ν	MU	Коэффициент Пуассона материала обечайки, опоры	–
L_0	L	Длина двух межопорных пролетов	м
R	R	Радиус срединной поверхности обечайки корпуса автоклава	м
h	AH	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 ξ	
N	N1	Число гармоник по координате φ	
P	P2	Внутреннее избыточное давление	МПа
	FF	Параметр, определяющий режим расчета. При FF = 0 производится расчет пар допустимых значений угловых раз-	

Продолжение табл.2

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		Входные параметры	
		меров опоры φ_0 и φ_1 ; при FF = I производится расчет профиля консольной части опоры для выбранных φ_0 и φ_1	
φ_0	FØ	Угол полуохвата центральной жесткой части опоры (задается при FF = I)	...°
φ_1	F1	Угол полуохвата опоры (задается при FF = I)	...°
	N2	Удвоенный угол допустимых значений φ_0 и φ_1. (задается при FF = Ø и принимается равным 180°)	...°
		Выходные параметры	
φ_0 , φ_1	LP	Массив для печати области допустимых пар φ_0 , φ_1	...°
$K(\varphi)$	KF	Массив жесткостей подкладного листа в точках сетки $\bar{\varphi}_i$ на промежутке от φ_0 до φ_1	Нм^2
$H(\varphi)$	H	Массив толщин подкладного листа в точках сетки $\bar{\varphi}_i$ на промежутке от φ_0 до φ_1	м

2.I.3.I2. Алгоритм расчета (в зависимости от входного параметра FF) работает в двух режимах: режиме расчета допустимых угловых размеров φ_0 и φ_1 (при FF = Ø) и режиме расчета профиля консольной части опоры (при FF = I).

Расчет допустимых угловых размеров φ_0 и φ_1, т.е. таких, при которых функция профиля консольной части опоры положительна, проводят при φ_0 и φ_1, изменяющихся от 0 до 90^0 с шагом в I^0. Пары допустимых значений φ_0 и φ_1 выводят на печать в виде области точек на плоскости.

При выбранных значениях φ_0 и φ_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.I.3.I3. Описание и исходный текст программы PODKL1 приведены в этом пункте ниже.

PRT(AA, MU, U, R, AH, T, G, E, N1, M3, P2, N2) – подпрограмма печати исходных данных;

GRAFIC(GR) – подпрограмма графического вывода области допускаемых значений пар углов φ_0 и φ_1. Входным параметром является матрица GR, элементами которой являются символы (·) и (*).

SIGMA(FØ, F1, N1, M3, G1, FI) – подпрограмма для вычисления значений функции $\sigma(\varphi_1, \bar{\varphi}_j)$ 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 φ_0, φ_1. Заполнение символьного массива GR символами (.) (точка).

35 - 42 - Определение текущей пары углов φ_0, φ_1 (FØ, F1). Определение шага сетки на $[\varphi_0, \varphi_1]$ (ST1). Вычисление значений функции $\sigma(\varphi_1; \bar{\varphi}_j)$ в точках сетки (подпрограмма SIGMA).

43 - 45 - Проверка допустимости пары углов φ_0, φ_1.

46 - Запись (в случае допустимых φ_0, φ_1) в массив GR символа (*) на место, соответствующее φ_0, φ_1.

50 - Вывод области допустимых пар φ_0, φ_1.

5I - Переход в конец программы.

52 - (метка 20) - Начало вычислений толщины и жесткости консольной части опоры.

53 - 57 - Перевод значений φ_0, φ_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 φ_0 , φ_1 из радианов в градусы.

66 – 67 – Обратная замена системы единиц.

68 – 69 – Вывод углов φ_0 и φ_1 , жесткости $K(\varphi)$ и толщины $H(\varphi)$ консольных частей опор.

70 – 83 – Используемые форматы.

84 – 85 – Конец программы.

2.I.3.I4. Инструкция по эксплуатации программы изложена в этом пункте ниже.

Программа составлена на языке ФОРТРАН ОС ЕС (версия 6.I).

Объем требуемой памяти 60 Кб, время счета режима "а" – 20 мин., режима "в" – I 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
```

```
      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
       INTEGER T,T1
         LOGICAL*1 GR(100,100)
       LOGICAL BL*1/' '/,CL*1/'*'/
       REAL* 8 LB,L,MU,M1
       REAL*8 G1(100),KF(100),R(100)
       COMMON/AQ/Q/CON/PI,AA,R,G,L,B4,B,A,P2,BT1,T1
       PI=3,14159265358979323846D0
       NAMELIST/CONST/AA,MU,L,R,AH,T,G,E,N1,M3,P2
       READ(5,CONST)
       NAMELIST/CONSTF/FF
       READ(5,CONSTF)
       CALL PRT(AA,MU,L,R,AH,T,G,E,N1,M3,P2)
      IF(FF.EQ.0)GOTO 77
      NAMELIST/CONSTP/F0,F1
      READ(5,CONSTP)
      PRINT 2,F0,F1
    2 FORMAT(3X,'(УГОЛ ОХВАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ)/2 F1=',F7.2,/,
     *       3X,'(УГОЛ ОХВАТА СПОРЫ)/2 F1=',F7.2,//)
      GO TO 777
   77 CONTINUE
      NAMELIST/CONSTR/N2
      READ(5,CONSTR)
      PRINT 3,N2
    3 FORMAT(3X,'УДВОЕННЫЙ УГОЛ РАСЧЕТА ДОПУСТИМЫХ ПАР (F0;F1) (РРАА
     *N2=',I3,//)
  777 PRINT 8
    8 FORMAT(1H1,//////////)
      PRINT 9
    9 FORMAT(10X,'Р Е З У Л Ь Т А Т Ы  Р А С Ч Е Т А ',///,
     *10X,30('='),/////)
      AA=AA*100
      L=L*100
      R=R*100
      AH=AH*100
      G=G/10
      E=E*10
      P2=P2*10
      LB=LB*100
       A=PI*AA/(2,D0*L)
       B=2,D0/(PI*PI)
       B4=12,D0*(1,D0-MU*MU)*R*R/(AH*AH)
       D0=E*AH*AH*AH/(12,D0*(1-MU*MU) )
       IF(FF.EQ.1.D0) GOTO 20
       PRINT 23
       ST=PI/N2
       N6=N2/2
       DO 7 I=1,100
       DO 7 J=1,100
```

```
      7 GR(I,J)=GL
        N6=N6-2
        N7=N6+1
        T1=T+1
        DO 6 I0=1,N6
        IA=I0+1
        F0=I0*ST
        DO 5 I1=IA,N7
        F1=I1*ST
        ST1=(F1-F0)/T
        CALL SIGMA(F0,F1,N1,M3,G1,F1)
        DO 1 I=1,T1
        IF(G1(I).LE.0.D0)GOTO 4
      1 CONTINUE
        GR(I0,I1)=GL
      4 CONTINUE
      5 CONTINUE
      6 CONTINUE
        CALL GRAFIK(GR)
        GOTO 25
     20 CONTINUE
        PRINT 24,F0,F1
        PRINT 12
        E1=F1*PI/180.
        F0=F0*PI/180.D0
        T1=T+1
        ST1=(F1-F0)/T
        CALL SIGMA(F0,F1,N1,M3,G1,F1)
        DO 21 I=1,T1
        F3=(I-1)*ST1+F0
        AG=(1.D0-DCOS(F3-F1))/G1(I)
        KF(I)=AA+D0+AG
        H(I)=(AG/(1-MU*MU))**(1.D0/3.D0)*AH
        F3=F3*180.0D0/PI
       H(I)=H(I)/100
       KF(I)=KF(I)/10
       PRINT 10,F3,H(I),KF(I)
     21 CONTINUE
     10 FORMAT(7X,F7.2,3X,F9.6,5X,D14.6)
     12 FORMAT(7X,'ТОЛЩИНА И ЖЕСТКОСТЬ КОНСОЛЬНОЙ',/,
       *7X,'ЧАСТИ ОПОРЫ В ТОЧКАХ СЕТКИ НА ',/,
       *7X,'ПРОМЕЖУТКЕ [FI0,FI1]',///,
       *3X,'ТОЧКА СЕТКИ',5X,'ТОЛЩИНА',10X,'ЖЕСТКОСТЬ',/,
       *5X,'(ГРАД)',10X,'(М)',12X,'(Н*М2)',///)
     23 FORMAT(2X,'РЕЖИМ РАБОТЫ-НАХОЖДЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ПАР [FI0,FI1]')
     24 FORMAT(2X,'РЕЖИМ РАБОТЫ-ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ ПРОФИЛЯ КОНСОЛЬНОЙ',
       */,15X,'ЧАСТИ ОПОРЫ С ПАРАМЕТРАМИ',///,
       *2X,'(УГОЛ ОХВАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ)/2=FI0=',F7.2,/,
       *2X,'(УГОЛ ОХВАТА ОПОРЫ)/2=FI1=',F7.2,/////)
     25 CONTINUE
        PRINT 15
     15 FORMAT(/////////2X)
        STOP
        END
```

```
      SUBROUTINE SIGMA(F0,F1,N1,M3,G1,FI)
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      REAL*8 G1(1),P(100)
      REAL*8 M1,L
      INTEGER T1
      COMMON/AQ/Q/CON/PI,AA,R,G,L,B4,B,A,P2,ST1,T1
      Q=G/(2,D0*R*AA*DLOG(DTAN(FI*0.500*PI/4,D0)))
      D0 2 K=1,N1
      S1=0.D0
      D0 1 M=1,M3,2
      M1=M*PI*R/L
       S3=(M1*M1+K*K)**2
      S4=(K*K-1)/(S3*S3*B4*M1**4)
      S1=S1*4,D0*B/(M*K)*DSIN(M*A)*DSIN(K*FI)*S3*S4
    1 CONTINUE
      P(K)=S1
    2 CONTINUE
      S1=0.D0
      S2=0.D0
      D0 3 M=1,M3,2
      M1=M*PI*R/L
       DS=DSIN(M*A)/(M1**4+B4)
      S1=S1*4,D0/(PI*M*Q)*P2*DS
      S2=S2-2,D0*FI*B*DS/M
    3 CONTINUE
       D0 5 I=1,T1
      F3=(I-1)*ST1+F0
      S3=0.D0
      D0 4 K=1,N1
      S3=S3+P(K)*DCOS(K*F3)
    4 CONTINUE
       G1(I)=S3+S2+S1
    5 CONTINUE
      RETURN
      END
      SUBROUTINE PRT(A,U,AL,R,H,IT,G,E,N1,M3,P2)
      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
      PRINT 1
      PRINT 2
      PRINT3,A,U
      PRINT 4,AL,R
      PRINT 5,H,IT
      PRINT 6,G,E
      PRINT 7,P2
      PRINT 8,N1,M3
    1 FORMAT(1H1,////////////)
    2 FORMAT(10X,'И С Х О Д Н Ы Е  Д А Н Н Ы Е !!',/,10X,30(1H-),
     *       /////)
    3 FORMAT(3X,'ШИРИНА ОПОРЫ (М) АА=',F7,4,///,3X,
     *       'КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) МU=',F7,3,//)
    4 FORMAT(3X,'ДЛИНА ДВУХ МЕЖОПОРНЫХ ПРОЛЕТОВ (М) L=',F8,4,///,
     *       3X,'РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R=',F8,4,///)
    5 FORMAT(3X,'ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ (М) АН=',F6,4,///
     *       3X,'ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ НА [F10,F11] (Б/Р) IT=',I3,///)
    6 FORMAT(3X,'РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н) G=',F10,3,///,
     *       3X,'МОДУЛЬ УПРУГОСТИ (НПА) E=',D12,5,//)
```

```
      7 FORMAT(3X,'ВНУТРЕННЕЕ ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ (МПА) P2=',F7.3,//
      8 FORMAT(3X,'ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ ФУРЬЕ',//,
     *       10X,'ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ N1=',I3,//,
     *       10X,'ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ N3=',I3,///)
        RETURN
        END
         SUBROUTINE GRAFIK(GR)
         LOGICAL*1 LP(90),GR(100,100)
         PRINT 100
  100 FORMAT(10X,'ДОПУСТИМЫЕ ПАРЫ F0,F1 НА ПРОМЕЖУТКЕ ОТ 0 ДО 90',//,
     *20X,'С ШАГОМ 1 ГРАД.',///)
         PRINT 101
  101 FORMAT(10X,9(4('-'),'F1',4('-')),/)
         PRINT 102
  102 FORMAT(10X,'I 0',7X,'I 10',6X,'I 20',6X,'I 30',
     *6X,'I 40',6X,'I 50',6X,'I 60',6X,'I 70',6X,'I 80',6X,'I 90')
         PRINT 103
  103 FORMAT(10X,91('*'))
  104 FORMAT(10X,'*',100A1)
         DO 200 I=1,90
         DO 199 J=1,90
         LP(J)=GR(I,J)
  199 CONTINUE
         IF((I.NE.10).AND.(I.NE.20).AND.(I.NE.30).AND.
     *(I.NE.40).AND.(I.NE.50).AND.(I.NE.90).AND.
     *(I.NE.60).AND.(I.NE.70).AND.(I.NE.80))
     *PRINT 104,(LP(J),J=1,90)
         IF(I.EQ.10) PRINT 111,(LP(J),J=1,90)
         IF(I.EQ.20) PRINT 112,(LP(J),J=1,90)
         IF(I.EQ.30) PRINT 113,(LP(J),J=1,90)
         IF(I.EQ.40) PRINT 114,(LP(J),J=1,90)
         IF(I.EQ.50) PRINT 115,(LP(J),J=1,90)
         IF(I.EQ.60) PRINT 116,(LP(J),J=1,90)
         IF(I.EQ.70) PRINT 117,(LP(J),J=1,90)
         IF(I.EQ.80) PRINT 118,(LP(J),J=1,90)
         IF(I.EQ.90) PRINT 119,(LP(J),J=1,90)
  200 CONTINUE
  111 FORMAT(2X,'F0',3X,'10 *',100A1)
  112 FORMAT(2X,'F0',3X,'20 *',100A1)
  113 FORMAT(2X,'F0',3X,'30 *',100A1)
  114 FORMAT(2X,'F0',3X,'40 *',100A1)
  115 FORMAT(2X,'F0',3X,'50 *',100A1)
  116 FORMAT(2X,'F0',3X,'60 *',100A1)
  117 FORMAT(2X,'F0',3X,'70 *',100A1)
  118 FORMAT(2X,'F0',3X,'80 *',100A1)
  119 FORMAT(2X,'F0',3X,'90 *',100A1)
        RETURN
        END
```

блок данных 2
␣& END
␣& CONSTR (при FF = 0) или ␣& CONSTP (при FF = 1)
блок данных 3
␣& 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_i/a, равнодействующая которой равна R_i. Контактную нагрузку q_i/a определяют из условия совместности деформаций корпуса и несущей поверхности опоры.

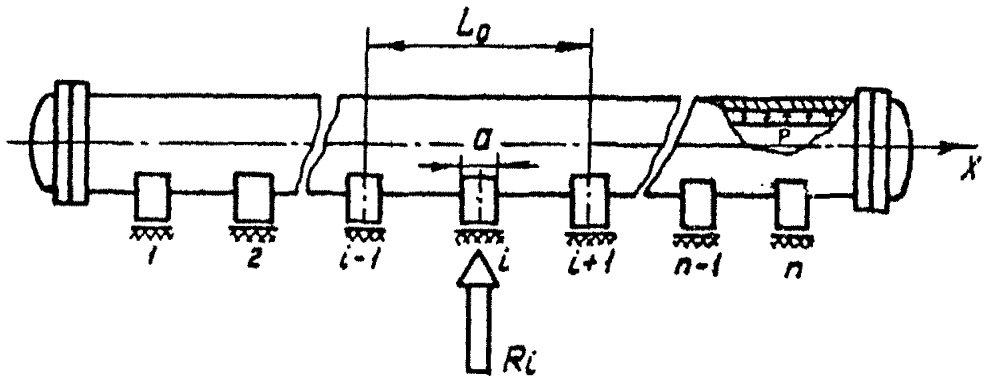
Расчет производят методом последовательных приближений (МПП) с использованием метода "замораживания" реакций (МЗР).

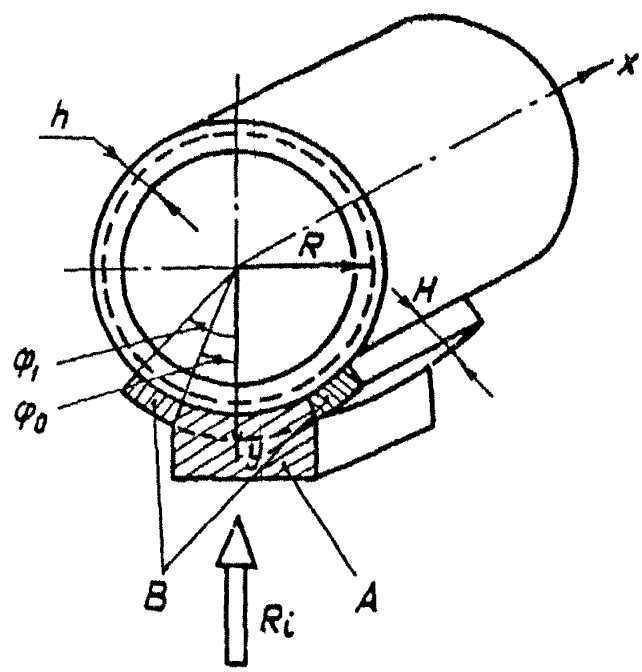
2.1.3.17. Условные обозначения и идентификаторы про-

граммы приведены в табл.3.

Таблица 3

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	Входные параметры		
k	NФ	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 МЗР	
ε_1	E1	Заданная относительная разность между последовательными приближениями в МПП	
ε_N	E2	Заданная относительная разность между шагами МЗР	
H	H1	Толщины консольного участка "В" опоры	м
φ_0, φ_1	FФ, 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
ν	U	Коэффициент Пуассона материала обечайки корпуса	





Черт.3

Продолжение табл. 3

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		Входные параметры	
R_v	G	Реакция опоры	Н
L_*	L	Длина двух межопорных пролетов	м
p	P	Внутреннее избыточное давление	МПа
h_v	H	Толщина обечайки корпуса	м
		Выходные параметры	
	I5	Общее число приближений	
	K5	Число шагов МЗР	
X_i	X1(N5)	Координаты точек сетки по φ	...°
	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.I.3.I8. Алгоритм расчета следующий.

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

м методом последовательных приближений (МПП) и"замораживат", т.е. фиксируют. Число N подбирают из условия сходимости МПП. Таким образом, в консольных элементах опоры возникает 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 "замораживают". 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 относительной разностью между последовательными приближениями ε_1 (рекомендуется $\varepsilon_1 = 1.10^{-3}$).

Условием завершения расчета по МЗР является стабилизация суммарной "замороженной" реакции с заданной относительной разностью между шагами ε_2 (рекомендуется $\varepsilon_2 = 1.10^{-5}$).

2.1.3.19. Описание и исходный текст программы расчета OPORA1 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 XI) и весовых коэффициентов (массив W) квадратуры Гаусса, ввод, вывод исходных данных, замена переменных для

узлов квадратуры Гаусса на промежутке $[\varphi_0, \varphi_1]$, замена системы единиц;

56 – Проверка суммы весовых коэффициентов (должна равняться двум);

57 – 6I – вычисление $\cos k\varphi$ на сетке по k и φ ;

62 – 83 – вычисление коэффициентов;

84 – 85 – уменьшение жесткости консоли в N раз и вычисление нагрузки в центральной части опоры на начальном шаге МЗР;

86 – 93 – очистка массивов;

94 – 97 – вывод на начальном шаге МЗР;

98 – начало МЗР;

99 – I24 – вычисление удельных нагрузок в консольной части опоры (массив F2 в таблице идентификаторов) и вертикальной равнодействующей от них;

I25 – I3I – проверка условия окончания МПШ;

I32 – I36 – вывод на очередном шаге МЗР;

I37 – I39 – изменение нагрузки в центральной части;

I40 – проверка условия окончания МЗР;

I4I – I52 – обновление массива "замороженных" реакций и суммарной "замороженной" реакции;

I53 – I59 – обратная замена системы единиц, вывод результатов;

I60 – I94 – список форматов;

I95 – I96 – конец программы расчета.

2.I.3.20. Инструкция по эксплуатации программы.

Программа составлена на языке ФОРТРАН ОС ЕС (версия 6.I).

```
      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
      REAL*8 K0,L2,L,L0,M2
      REAL*8 T(50),S1(50),Q5(50),Q6(50),F(40),F2(40),W(40),X1(40),
     *Y0(50),Q9(50,50),C1(50,50)
      DATA X1/0,076526521100,0,227858511D0,0,373706887D0,
     *0,510867001900,0,636053680700,0,746331906400,0,839116971800,
     *0,912234428200,0,963971927200,0,993128599100/,
     *W/0,152753387100,0,149172986400,0,142096109300,0,131688638400,
     *0,118194531900,0,101930119800,0,083276741500,0,062672048300,
     *0,040601429800,0,017014007100/
      DATA Y1/0,D0/,IS,KS/2*0/,A/50.D0/,E/2,05D+06/,R/180,D0/,
     *U/0,27D0/,G/45200,D0/,L2,L/2640,D0,560,D0/,P/12,D0/
      DATAY1/0,D0/,IS,KS/2*0/
      NAMELIST/CONST/R,H,A,L,E,U,G,P,N0,M1,N5,H1,N,E1,E2,F0,F1
      READ(5,CONST)
      PI=3,14159265358979323846D0
C     IPRT=- КЛЮЧ ПЕЧАТИ ; ЕСЛИ IPRT=0, ТО ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ПЕЧАТЬ
C     НА КАЖДОМ ШАГЕ  ИТЕРАЦИИ НЕ ВЫВОДИТСЯ; В ПРОТИВНОМ СЛУЧАЕ
C     ВЫВОДЯТСЯ РЕЗУЛЬТАТЫ КАЖДОГО ШАГА ИТЕРАЦИИ
      IPRT=0
      PRINT 99
      PRINT 109,R,H,A,L,E,U,G,P
      PRINT 100,N0,M1,N5,H1
      PRINT 101,N,E1,E2,F0,F1
      PRINT 102,IPRT
      H1=H1*100
      R=R*100
      A=A*100
      E=E*10
      G=G/10
      L2=L2*100
      L=L*100
      P=P*10
      H=H*100
      DO 2 I=1,N
    2 YC(I)=0,D0
      F1=F1*PI/180,D0
      F0=F0*PI/180,D0
      K0=E*A*H1**3/12,D0
      D0=E*H**3/(12*(1-U**2))
      B4=12,D0*(1-U**2)*(R/H)**2
      L0=L/R
      A0=A/R
      S=F0*0,5D0+PI*0,25D0
      S0=DTAN(S)
      S0=2,D0*A*R*DLOG(S0)
       DO 3 I=1,10
       X1(10+I)=X1(I)
    3  W(10+I)=W(I)
       DO 4 I=1,10
       X1(I)=-X1(21-I)
    4  W(I)=W(21-I)
       S=0,D0
       DO 5 I=1,N5
       X1(I)=((F1+F0)+(F1-F0)*X1(I))/2,D0
```

```
      5 S=S+W(I)
        N01=N0+1
        DO 6 K=1,N01
        DO 6 I=1,N5
        S=(K-1)*X1(I)-2,D0*PI*IDINT((K-1)*X1(I)/PI+0,5D0)
      6 C1(K,I)=DCOS(S)
        S=0,D0
        DO 7 M=1,M1
        M2=(2*M-1)*PI/L0
        M5=-1
        IF((IDINT((M+1)*0,5D0)*2),EQ,M+1) M5=1
      7 S=S+1,D0/((M2**4+B4)*(2*M-1))*M5
        R0=S*4*P/PI
        S1(1)=F0/2,D0
        DO 8 K=1,N0
        S=K*F0-2,D0*PI*IDINT(K*F0/PI+0,5D0)
      8 S1(K+1)=DSIN(S)/K
        DO 9 K=1,N01
        S=0,D0
        DO 10 M=1,M1
        M2=(2*M-1)*PI/L0
        S2=M2*A0/2=2*PI*IDINT(M2*A0/PI+0,25D0)
        S2=DSIN(S2)/(2*M-1)
        S3=(M2**2*(K-1)**2)**2
        S=S+S3*(1-(K-1)**2)**2 *S2/(S3**2+B4*M2**4)
     10 CONTINUE
        T(K)=S*8/PI**2
      9 CONTINUE
        K0=K0/N
        Q1=G/S0
        DO 11 K=1,N01
        Q5(K)=0,D0
        Q6(K)=0,D0
        DO 11 I=1,N
     11 Q9(I,K)=0,D0
        DO 12 I=1,N5
        F(I)=0,D0
     12 F2(I)=0,D0
        IF(IPRT,EQ,0) GO TO 30
        PRINT 103, K5
        PRINT 104,(F(I),I=1,N5)
        PRINT 105, Q1
     30 CONTINUE
        Q2=Q1
        K5=K5+1
        DO 13 K=1,N01
     13 Q6(K)=0,D0
     31 CONTINUE
        I5=I5+1
        DO 14 I=1,N5
        X=X1(I)
        S=0,D0
        S5=0,D0
        DO 15 K=1,N01
        S=S+T(K)*S1(K)*C1(K,I)
```

```
111      15 S5=S5+F(K)*(Q5(K)+Q6(K))*C1(K,I)
112           FS=K0/D0*(R0-Q2*S*PI*S5*0,5D0)
113           IF(FS,LT,0) FS=0,D0
114           F(I)=FS/C1(1,I)
115      14   E2(I)=FS/A
116           Y=0,D0
117           DO 16 I=1,N5
118      16 Y=Y+F(I)*W(I)
119           Y=2,D0*R*Y/S0*(F1-F0)*0,5D0
120           DO 17 K=1,N01
121           S=0,D0
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)*0,5D0
126           Q3=Q1-Y
127           IF(DABS((Q2-Q3)/Q3),GT,E1) GOTO 21
128           GO TO 22

129      21 Q2=Q3
130           GO TO 31
131      22 CONTINUE
132           IF(IPRT,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(1)=Y
138           Y1=Y1+Y-Y0(N)
139           Q3=G/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,D0
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,D0/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(/),22X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ',//,22X,15('='),5(/))
161     100 FORMAT(5X,'ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ФИ=',I5,///,
162        *5X,'ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО КСИ=',I5,///,
163        *5X,'ЧИСЛО УЗЛОВ В КВАДРАТУРЕ ГАУССА=',I5,///,
164        *5X,'ТОЛЩИНА КОНСОЛИ H1=',D13.5,2X,'(М)'//)
```

```
165     109 FORMAT(5X,'РАДИУС АВТОКЛАВА R=',D13.5,2X,'(М)',///,
166        *5X,'ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ H=',D13.5,2X,'(М)',///,
168        *5X,'ШИРИНА ОПОРЫ A=',D13.5,2X,'(М)',///,
           *5X,'ДЛИНА ДВУХ МЕЖОПОРН. ПРОЛЁТОВ 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,'(Н)',///,
173        *5X,'ИЗБЫТ.ВНУТР.ДАВЛЕНИЕ P=',D13.5,2X,'(МПА)',///)
174     101 FORMAT(5X,'ЧИСЛО СЛОЕВ М.З.Р. N=',I5,///,
175        *5X,'ТОЧНОСТЬ М.П.П. E1=',D13.5,//,
176        *5X,'ТОЧНОСТЬ М.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 М.З.Р.=',I5,///,
182        *5X,'УДЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ В КОНСОЛИ')
183     104 FORMAT(8D15.5)
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 ПРИБЛИЖЕНИЙ=' ,I3,///,
188        *5X,'ЧИСЛО ШАГОВ М.З.Р.=',I5,//, 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',11X,'РЕАКЦИЯ',//,
193        *19X,'(ГРАД)',11X,'(МПА)',///)
194     108 FORMAT(13X,D15.5,2X,D15.5)
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  FORTGCLG
// SYSIN DD *
```

исходный текст программы

```
/*
// GO.SYSIN DD*
␣ & CONST
```

блок данных

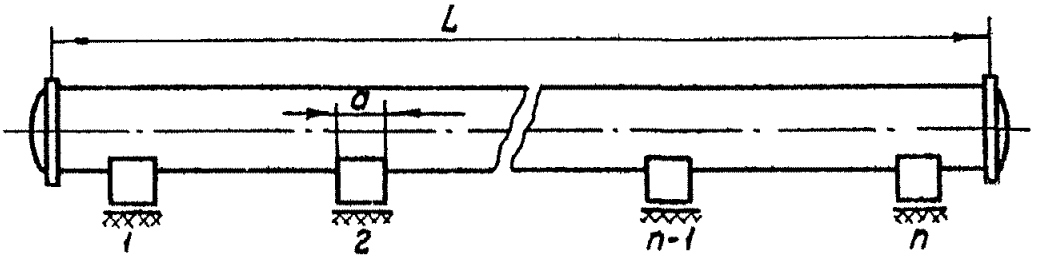
```
␣␣ & END
/*
//
```

Пример расчета приведен в справочном приложении 3.

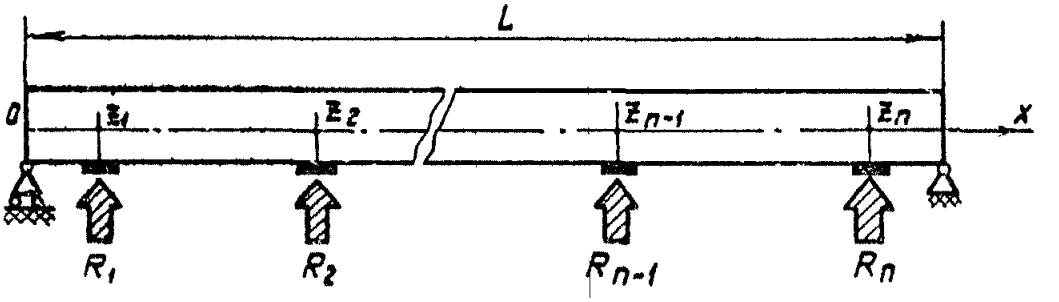
2.I.3.2I. Расчет напряженно-деформированного состояния корпуса автоклава в зоне опорных узлов следует производить по пп.2.I.3.22...2.I.3.26.

2.I.3.22. Постановка задачи состоит в следующем. Рассчитывают 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

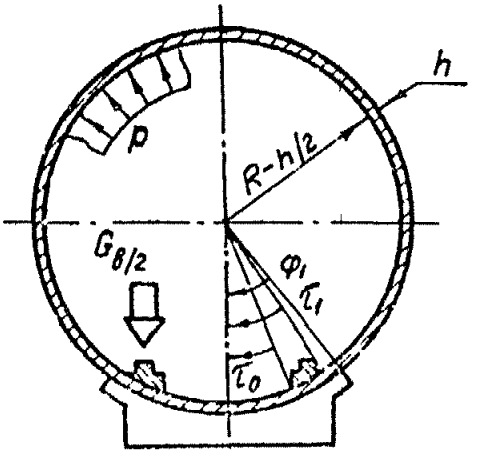
а



б



в



Черт.4

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.I.3.23. Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.4.

Таблица 4

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		Входные параметры	
M	M0	Число гармоник по осевой координате X при разложении искомых величин в ряд Фурье (рекомендуется принимать M = 70)	
K	K0	Число гармоник по окружной координате φ при разложении искомых величин в ряд Фурье (рекомендуется принимать K = 90)	
	M1	Число точек сетки продольного сечения (φ = const)	
	K1	Число точек сетки поперечного сечения (X = 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 ненулевых гармоник в разложении температуры	
R	R	Радиус срединной поверхности обечайки корпуса автоклава	м
h	H	Толщина обечайки корпуса автоклава	м
L	LA	Длина обечайки корпуса автоклава	м
a	A	Ширина опоры	м
φ_1	FI1	Половина угла охвата опоры	...^{o}
α	ALF	Коэффициент линейного температурного расширения	$^{o}C^{-1}$
τ_0, τ_1	TAUF, TAU1	Угловые координаты области подрельсовых полос	...^{o}
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
ν	NU	Коэффициент Пуассона материала обечайки корпуса автоклава	
$X_{пр}$	X(1:M1)	Координаты X точек сетки в продольном сечении	м

Продолжение табл.4

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

Продолжение табл.4

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	K11	K11 = Ø, если не учитывается самоуравновешенная часть нагрузок При учете нагрузок соответствующие им режимные параметры принимаются равными I	
		Выходные параметры	
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_{12}	M12	Крутящий момент	Н
σ_1^+ σ_1^- σ_2^+ σ_2^- σ_{12}^+ σ_{12}^-	SGM1+ SGM1- SGM2+ SGM2- SGM12+ SGM12-	Нормальные (σ_1 , σ_2) и касательные (σ_{12}) напряжения на внутренней (+) и наружной (-) поверхностях корпуса автоклава	МПа
w	W	Перемещения	м

2.I.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.I.3.25. Описание и исходный текст программы расчета CALLIN4 приведены в этом пункте ниже.

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

I - 28 - Описание и ввод исходных данных.

29 - I29 - Печать исходных данных.

I30 - I54 - Расчет вспомогательных величин. Перевод значений углов из градусов в радианы. Замена системы единиц.

155 - 186 - Расчет правых частей системы разрешающих уравнений при К=Ø и К = 1.

187 - 213 - Расчет правых частей системы разрешающих уравнений при К ≥ 2.

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 $\varphi = \varphi_i$; (массив FIP). Если FIP(1) > 180°, 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

сечении на сетке по Ψ в виде таблицы.

Обратная замена системы единиц.

492 – 493 – Конец программы.

2.I.3.26. Инструкция по эксплуатации программы изложена в этом пункте.

Программа составлена на языке ПЛ/I ОС ЕС (версия 6.I).

Объем требуемой памяти 500 Кб, время счета I200 с.

Перед работой пакет перфокарт установить на устройство ввода с перфокарт.

Состав пакета:

```
// AUTOCLAV ␣␣ JOB ␣ 1 ,'СГУ' MSGLEVEL = (1,1),
   REGION = 650K , TIME = 1440
// EXEC PL1LFCLG , PARM = 'NA , NX'
// PL1 . SYSIN ␣␣ DD ␣ *
```

исходный текст программы

```
/ *
//GO. SYSIN ␣ DD ␣ *
```

блок данных

```
/ *
//
```

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  (SYSPRINT) PUT PAGE;
3     ON UNDERFLOW;
4     DCL(R,H,LA,L1,L2,A,FI1,TAU0,TAU1,P,GA,GB,
5     E,NU,KSI0,PI,KSI1,AL0,QZ,Q1,Q0,D0,C2,MZ,S,
6     A11,A12,A21,A22,RZ,R1,L11,L12,L13,L21,L22,L23,L31,L32,L33,
7     ALP,
8     S1,S2,DELTA,S0,S3,GMK,FM) DEC FLOAT;
9     GET LIST(M0,K0,M1,K1,MZ,KZ,NT,R,H,LA,A,FI1,
10    AL0,
11    TAU0,TAU1,P,GA,GB,N,E,NU);
12    BEGIN;
13    DCL(X(1:M1),FI(1:K1),XP(1:M2),FIP(1:KZ),FMK(1:3,1:M0,0:K0),
14    GMK(1:13,1:M0,0:K0),BM(1:13),SN(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(R,FI,XP,FIP);
18      GET LIST(Z,RI);
19    DCL LIT1 CHAR(57), LIT2 CHAR(23), LIT3 CHAR(20);
20    DCL LIT4 CHAR(116), LIT5 CHAR(116);
21    GET LIST(LIT1,LIT2,LIT3,LIT4,LIT5);
24    T=0;
25    GET LIST((T(I) DO I=0 TO NT));
26      GET LIST(K9,K10,K11);
27    T1:FORMAT(X(3),2(A,X(3),A,X(4)),4(A,X(2),A,X(3));
28    B(A,X(11),2(A,X(3)),2(A,X(2)),A,2(X(1),A,A));
29    PUT PAGE;
30    PUT SKIP(20);
31    PUT EDIT('ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ')(X(20),A);
32    PUT SKIP;
33    PUT EDIT((15)'=')(X(20),A);
34    PUT SKIP(4);
35    PUT EDIT('РЕЖИМЫ РАБОТЫ :  ','K9=',K9,'K10=',K10,'K11=',K11)
36          (X(2),A,3 (A,F(2,0),X(2)));
37    PUT SKIP(2);
38    PUT EDIT('РАДИУС АВТОКЛАВА  R=',R,'(M)')(X(3),A,F(5,2),A);
39    PUT SKIP(2);
40    PUT EDIT('ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ  H=',H,'(M)')(X(3),A,F(6,3),A);
41    PUT SKIP(2);
42    PUT EDIT('ДЛИНА АВТОКЛАВА  LA=',LA,'(M)')(X(3),A,F(5,2),A);
43    PUT SKIP(2);
44    PUT EDIT('ШИРИНА ОПОРЫ  A=',A,'(M)')(X(3),A,F(5,2),A))
45    PUT SKIP(2);
46    PUT EDIT('ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ    FI1=',FI1,'(ГРАД.)')
47    (X(3),A,F(6,3),A);
48    PUT SKIP(2);
49    PUT EDIT('УГЛОВЫЕ КООРДИНАТЫ ПОЯРЕЛЬСОВЫХ ПОЛОС')(X(3),A);
50    PUT SKIP(2);
51      PUT EDIT('TAU0=',TAU0,'(ГРАД.)','TAU1=',TAU1,'(ГРАД.)')
52    (X(3),A,F(6,3),A,X(3),A,F(6,3),A);
53    PUT SKIP(2);
54    PUT EDIT('ИЗБЫТОЧНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ДАВЛЕНИЕ  P=',P,'(МПА)')
55    (X(3),A,F(6,2),A);
56    PUT SKIP(2);
57    PUT EDIT('ВЕС ЗАГРУЖЕННОГО АВТОКЛАВА  GA=',GA,'(Н)')
      (X(3),A,F(10,1),A);
```

```
59      PUT SKIP(2);
60      PUT EDIT('ВЕС ВАГОНЕТОК С ИЗДЕЛИЯМИ  GB=',GB,'(Н)')
        (X(3),A,F(10,1),A);
62      PUT SKIP(2);
63        PUT EDIT('ЧИСЛО ЦЕНТРОВ ОПОР N=',N)(X(3),A,F(4,0));
64        PUT SKIP(2);
65      PUT EDIT('КОЭФФИЦИЕНТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ ALO=',
66        ALO,'(1/ГРАД)')(X(3),A,E(9,2),A);
67      PUT SKIP(2);
68      PUT EDIT('ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ M0=',
69      M0)(X(3),A,F(5,0));
70      PUT SKIP(2);
71      PUT EDIT('ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ  K0=',
72      K0)(X(3),A,F(5,0));
73      PUT SKIP(2);
74      PUT EDIT('МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА  E=',E,'(МПА)')
75      (X(3),A,E(9,2,3),A);
76      PUT SKIP(2);
77      PUT EDIT('КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА  NU=',NU,'(М/М)')(X(3),A,F(5,2),A);
78      PUT SKIP(2);
79      PUT EDIT('ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ M1=',M1)
80      (X(3),A,F(4,0));
81      PUT SKIP(2);
82      PUT EDIT('ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ  K1=',K1)
83      (X(3),A,F(4,0));
84      PUT SKIP(2);
85      PUT EDIT('ЧИСЛО РАССЧИТЫВАЕМЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ M2=',
86      M2)(X(3),A,F(4,0));
87      PUT SKIP(2);
88      PUT EDIT('ЧИСЛО РАССЧИТЫВАЕМЫХ ПРОДОЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ K2=',
89      K2)(X(3),A,F(4,0));
90      PUT SKIP;
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;
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;
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;
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;
109     PUT EDIT((T(I) DO I=0 TO NT))(5 (X(3),F(9,4)) ,SKIP);
```

```
110       PUT SKIP(3);
111     PUT EDIT('РАССЧИТЫВАЕМЫЕ 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))(3(X(3),F(8,3)));
117     PUT SKIP(2);
118     PUT EDIT('РАССЧИТЫВАЕМЫЕ 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))(5 (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))(5 (X(3),F(5,0)),SKIP);
132     /* РАСЧЕТ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН */
133     FMK=0;
134     PI=3.14159265358979E0;
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     FI1=FI1/180*PI;
140     QZ=(GA-GB)/(2*PI*R*LA);
141     S=(1-NU**2)/E/H;
142     RZ=S*R*QZ;
143     QZ=S*QZ;
144     Q1=GB/(R*(TAU1-TAU0)*LA*2);
145     R1=R*S*Q1*COS((TAU1+TAU0)/2);
146     Q1=S*Q1*SIN((TAU1+TAU0)/2);
147       DO I=1 TO N;
148         RI(I)=RI(I)/(2*R*FI1*A);
149       END;
150     D0=E*H**3/(12*(1-NU**2));
151       CZ=H**2/(12*R**2);
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 КОЭФФ.  Ф  ДЛЯ НУЛЕВОЙ И 1-ОЙ ГАРМОНИК ПО FI */
159       S3=(1+NU)*AL0;
160     IF K9=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 N;
164       S0=S0+RI(I)*SIN(M*PI/LA*Z(I)+2*PI*FLOOR(M*Z(I)/LA/2));
165     END;
```

```
      S0=S0*SIN(M*PI/LA*A/2-2*PI*FLOOR(M*A/LA/4))*4/M/PI**2;
      S0=S0*(1-NU**2)/E/M;
      S=SIN(M*PI/2-2*PI*FLOOR(M/4))**2;
      S1=COS(TAU0)*COS(TAU1);
      S2=SIN(TAU1)*SIN(TAU0);
      IF K=0 THEN GOTO M7;
      FMK(1,M,0)=4*T(0)*S/LA*S3;
      FMK(2,M,0)=(TAU1-TAU0)*Q1*S*2;
      FMK(2,M,0)=2/M/(PI**2)*FMK(2,M,0);
      FMK(2,M,0)=FMK(2,M,0)+S0*COS(FI1-2*PI*FLOOR(FI1/PI/2));
      FMK(3,M,0)=2/M/(PI**2)*S*(2*PI*S3*T(0)*
                 2*(TAU1-TAU0)*R1);
       FMK(3,M,0)=FMK(3,M,0)+S0*SIN(FI1-2*PI*FLOOR(FI1/PI/2))*R;
      IF K1=0 THEN GOTO M5;
      M7:;
      FMK(1,M,1)=4*T(1)*S/LA*S3;
      FMK(2,M,1)=4/M/(PI**2)*S*(-PI*S3/R*T(1)*
                 PI*Q2+S1*Q1*2);
      FMK(2,M,1)=FMK(2,M,1)-S0*(FI1-0,5*SIN(2*FI1-2*PI*FLOOR(FI1/PI)));
      FMK(3,M,1)=4/M/(PI**2)*S*(PI*S3*T(1)*PI*R2+
                 2*S2*R1);
       FMK(3,M,1)=FMK(3,M,1)-S0*(FI1+SIN(2*FI1-2*PI*FLOOR(FI1/PI))+0,5)*R;
      M3:;
        END;
      /* РАСЧЕТ КОЭФФ.  *  ДЛЯ ОСТАЛЬНЫХ ГАРМОНИК */
      M4: IF K1=0 THEN GOTO M5;
      DO K=2 TO K0;
      S=SIN(K*TAU1-2*PI*FLOOR(K*TAU1/PI/2))*
      S0=COS(K*TAU0-2*PI*FLOOR(K*TAU0/PI/2))*
         COS(K*TAU1-2*PI*FLOOR(K*TAU1/PI/2));
      DO M=1 TO M0;
      S2=0;
      DO I=1 TO N;
        S2=S2+RI(I)*SIN(M*PI/LA*Z(I)*2*PI*FLOOR(M*Z(I)/LA/2));
      END;
      S2=S2*SIN(M*PI/LA*A/2-2*PI*FLOOR(M*A/LA/4))*4/M/PI**2;
       S2=S2*(1-NU**2)/E/M;
      S1=SIN(M*PI/2-2*PI*FLOOR(M/4))**2;
      FMK(1,M,K)=4*T(K)*S1/LA*S3;
      FMK(2,M,K)=4/M/(PI**2)*S1*(-K*PI*S3/R*T(K)*
                 S0*2/K*Q1);
      FMK(2,M,K)=FMK(2,M,K)+S2*(SIN((K-1)*FI1-2*PI*FLOOR((K-1)*FI1/PI/2))/
        (K-1)+SIN((K+1)*FI1-2*PI*FLOOR((K+1)*FI1/PI/2))/(K+1));
      FMK(3,M,K)=4/M/(PI**2)*S1*(PI*S3*T(K)*
                 2*S/K*R1);
       FMK(3,M,K)=FMK(3,M,K)+S2*(SIN((K-1)*FI1-2*PI*FLOOR((K-1)*
            FI1/PI/2))/(K-1)+SIN((K+1)*FI1-2*PI*FLOOR((K+1)*FI1/PI
           /2))/(K+1))*R;
      END;
      END;
      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=MZ*K*(1+NU)/2/R;
223          L13=-NU/R*MZ;
224          L21=L12;
225          L22=-((1-NU)/2*MZ**2+K**2/R**2+M**2/(12*R**2)*((1-NU)*MZ**2+
226               K**2/R**2));
227          L23=K/(R**2)+M**2/(12*R**2)*(MZ**2*K+K**3/R**2);
228          L33=-1/R+M**2/(12*R**3)*(R**2*MZ**2+K**2)**2;
229          L31=-NU*MZ;
230          L32=K/R+M**2/12*((2-NU)/R*MZ**2*K+K**3/R**3);
231          A11=L22-L12*L21/L11;
232          A12=L23-L21*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.  (KMK)  ИСКОМЫХ ВЕЛИЧИН */
247       S=E*H*ALO**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*T(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       KMK(5,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)/H+KMK(4,M,K)*6/H**2;
265       KMK(7,M,K)=KMK(2,M,K)/H-KMK(4,M,K)*6/H**2;
266       KMK(8,M,K)=KMK(3,M,K)/H+KMK(5,M,K)*6/H**2;
267       KMK(9,M,K)=KMK(3,M,K)/H-KMK(5,M,K)*6/H**2;
268         KMK(12,M,K)=KMK(10,M,K)/H+KMK(11,M,K)*6/H**2;
269       KMK(13,M,K)=KMK(10,M,K)/H-KMK(11,M,K)*6/H**2;
270       END;
271       END;
```

```
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 N1;
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;
295     FM=FIP(I)*180/PI;
296     PUT EDIT(LIT1,LIT2,FM,'(ГРАД.))')(X(10),A(57),A(23),F(4,0),A);
297     PUT SKIP;
298     PUT EDIT((92)'=')(X(10),A);
        DO II=1 TO 5;PUT SKIP;END;
300     PUT EDIT(LIT4)(X(3),A);
301     PUT SKIP;
302     PUT EDIT(LIT5)(X(3),A);
303     PUT SKIP;
304     PUT EDIT(':',' X',':','W',':','T1',':','T2',':','M1',':','M2',
305     ':',':','SGM1=',':','SGM1=',':','SGM2=',':',':','SGM2=',':','S',':',
306     'M12',':',':','SGM12=',':','SGM12=',':')(R(T1));
307     PUT SKIP;
308     PUT EDIT(LIT5)(X(3),A);
309     PUT SKIP;
310     PUT EDIT(LIT4)(X(3),A);
311     DO K=0 TO K0;
312     CS(K,1)=COS(K*FIP(I)-2*PI*FLOOR(K*FIP(I)/2/PI));
313     END;
314     DO J=1 TO M1;
315     S5(1)=X(J);
316     DO I1=1 TO 9;
317     S=BM(I1);
318     DO M=1 TO M0;
319     DO K=0 TO K0;
320     S=S+KMK(I1,M,K)*SN(M,J)*CS(K,1);
321     END;
```

```
      END;
      S5(I1+1)=S;
      END;
        DO I1=10 TO 13;
      S=BM(I1);
      DO M=1 TO M0;
      S1=COS(M*PI/LA*X(J)-2*PI*FLOOR(M*PI/LA*X(J)/2/PI));
      DO K=0 TO K0;
      S2=SIN(K*FIP(I)-2*PI*FLOOR(K*FIP(I)/PI/2));
      S=S+KMK(I1,M,K)*S1*S2;
      END;
      END;
      S5(I1+1)=S;
      END;
      S5(1)=S5(1)/100;S5(2)=S5(2)/100;S5(3)=S5(3)*1000;
      S5(4)=S5(4)*1000;S5(5)=S5(5)*10;S5(6)=S5(6)*10;
      S5(11)=S5(11)*1000;S5(12)=S5(12)*10;
      DO I11=7 TO 10,13,14;
        S5(I11)=S5(I11)/10;
      END;
      PUT SKIP;
      PUT EDIT((S5(J1) DO J1=1 TO 16))(X(5),F(7,3),X(3),F(7,3),12(X(1),F(7
      );
      END;
     DO II=1 TO 39;PUT SKIP;END;
      MK;END;
      /* ВЫЧИСЛЕНИЕ COS(K*FI) НА СЕТКЕ ПО FI */
      DO K=0 TO K0;
      DO I=1 TO K1;
      CS(K,I)=COS(K*FI(I)-2*PI*FLOOR(K*FI(I)/PI/2));
      END;
      END;
      /* НУЖЕН ЛИ РАСЧЕТ ОЧЕРЕДНОГО ОКРУЖНОГО СЕЧЕНИЯ */
      DO I=1 TO M2;
      IF XP(I)<0 THEN GOTO M=1;
     PUT EDIT((100)'-')(A);
     DO II=1 TO 20;PUT SKIP;END;
      FM=XP(I);
      FM=FM/100;
      PUT EDIT(LIT1,LIT3,FM,'(M)')(X(10),A(37),A(20),F(5,2),A);
      PUT SKIP;
      PUT EDIT((88)'-')(X(10),A);
      PUT SKIP(2);
      PUT EDIT(LIT4)(X(3),A);
      PUT SKIP;
      PUT EDIT(LIT5)(X(3),A);
      PUT SKIP;
      PUT EDIT(':','FI',':','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 M=1 TO M0;
      MZ=M*PI/LA;
      SN(M,1)=SIN(MZ*XP(I)-2*PI*FLOOR(MZ*XP(I)/PI/2));
      END;
```

```
421     DO J=1 TO K1;
422     S5(1)=FI(J)*180/PI;
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 13;
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*FI(J)-2*PI*FLOOR(K*FI(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 I11=7 TO 10,13,14;
447       S5(I11)=S5(I11)/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 II=1 TO 31;PUT SKIP;END;
      PUT EDIT((100)'-')(A);
494     MK1:END;
495     END;
496     END TALLIN;
```

2.I.4. Соединения со сварными неразъемными рубашками

2.I.4.I. 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.

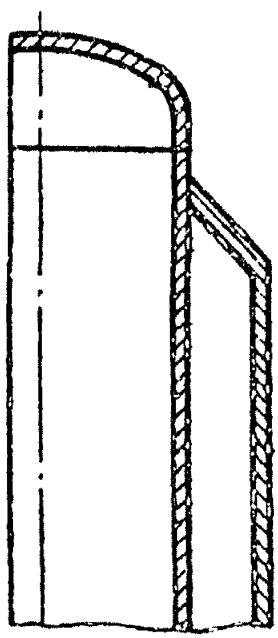
Соединения рубашек с цилиндрическими обечайками корпусов могут производиться с помощью конического перехода (черт.5), кольца (черт.6), торообразной вставки (черт.7).

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).

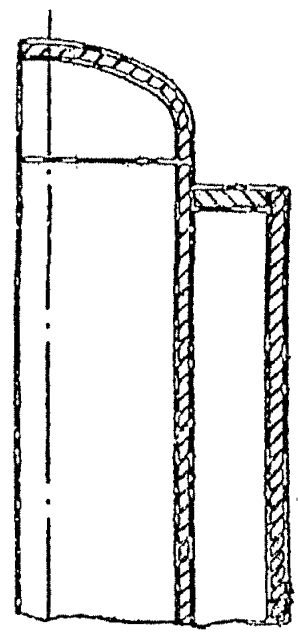
2.I.4.2. Расчет температурных полей в автоклавах следует производить по пп.2.I.4.3...2.I.4.5.

2.I.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.

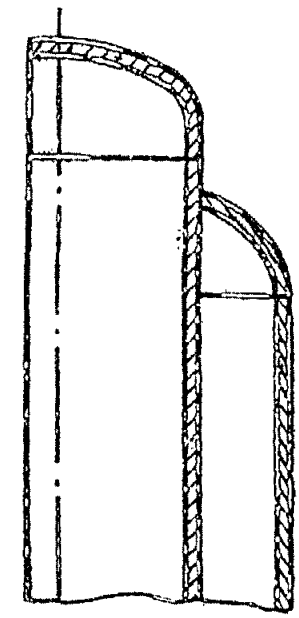
Приведенная программа расчета позволяет определять стационарные и нестационарные температурные поля для плоской и осесимметричной задач при заданных граничных условиях. В программе предусмотрена возможность расчета нестационарных температурных полей при линейном изменении температуры теплоносителя (черт.I0).



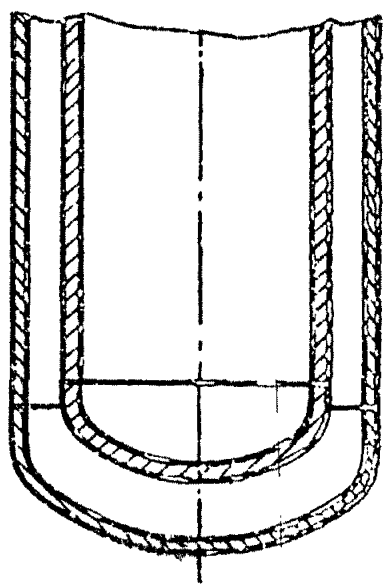
Черт.5



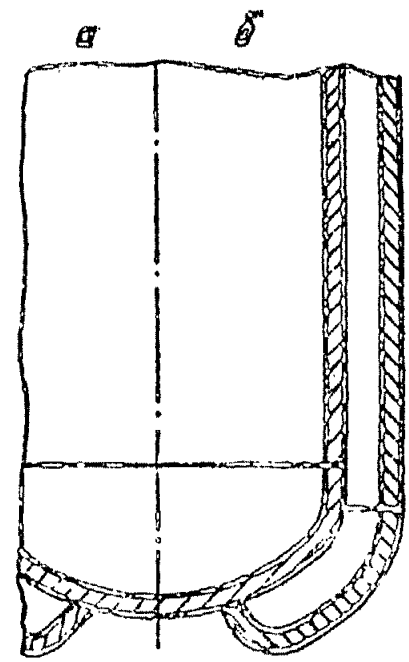
Черт.6



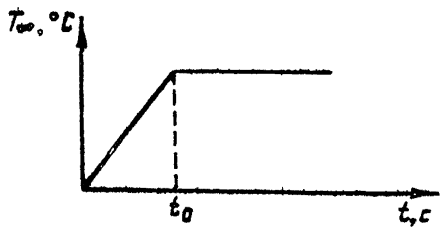
Черт.7



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 поверхностей.

2.I.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	
		Данные, описывающие геометрию области и условия на ее границах	
	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 величины
	NTR	Число границ, на которых задается конвективный теплообмен (max NTR = 5) При отсутствии конвективного теплообмена NTR = Ø	
	NQ	Число границ, на которых задается тепловой поток (max NQ = 5) При отсутствии тепловых потоков NQ = Ø	
	NTM	Число границ, на которых поддерживается постоянная температура (max NTM = 5) При отсутствии постоянных температур NTM = Ø	
	NSIM	Указатель вида задачи (Ø – двумерная задача, I – осесимметричная задача)	
	NPC	Указатель печати (Ø – после печати данных по зонам распечатываются данные разбиения на конечные элементы и данные тепловой задачи; I – сокращенная печать – после распечатки данных по зонам распечатываются данные тепловой задачи)	

Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	JT(LRG,4)	Массив, характеризующий соединения 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 JT(I,J)= Ø	
	XP(NBP) YP(NBP)	Массивы координат граничных узлов зон (задаются в порядке нумерации узлов)	м
	Данные по каждой зоне		
	NGR	Номер зоны	
	NROWS NCOL	Число узлов, задаваемых на смежных сторонах зоны для последующего автоматического разбиения зоны на конечные элементы	
	NDN(8)	Массив номеров 8 узлов зоны. Направление обхода узлов против часовой стрелки, начиная с I стороны зоны	
	LØ(4)	Массив указателей, определяющих вид каждой из 4 кривых, описывающих зону (I – прямая,	

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 (Ø - 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 XØ, YØ, R, A, B не приводятся, если LØ(I) = I	м

Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	Данные, описывающие тепловую задачу		
	NRGM	Указатель вида решаемой задачи (0 – стационарная задача, 1 – нестационарная задача, 2 – нестационарная задача с линейным изменением температуры теплоносителя)	
	NPCH	Количество моментов времени, при которых распечатывается температурное поле (max NPCH = 40)	
	NM	Число материалов с различными теплофизическими характеристиками (max NM = 20)	
K_x	AKX(NM)	Массив коэффициентов теплопроводности материалов в направлении OX	Вт/(м.К)
K_y	AKY(NM)	Массив коэффициентов теплопроводности материалов в направлении OY. Для изотропных материалов AKX(20) = AKY(20)	Вт/(м.К)
c	SH(NM)	Массив значений теплоемкостей материалов	Дж/(кг.К)
ρ	SW(NM)	Массив значений плотностей материалов	$кг.м^{-3}$

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^2.К)
T_∞	TINF(NTR)	Массив температур теплоносителя. Если NRGM = 2, то это начальные температуры теплоносителя	^{0}C
	DT(NTR)	Массив скоростей изменения температур теплоносителя	^{0}C/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^2
	TE(NTM)	Массив постоянных температур на границах	^{0}C
	NPR(NPCH)	Массив моментов времени, для которых распечатывается 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 ≠ 0, то в исходные данные вводится массив температур (в порядке следования номеров узлов), соответствующий заданному NTINE	
	Выходные параметры		
	NP	Число узлов в разбиении области на конечные элементы	
	NEL	Число конечных элементов	
	NBW	Ширина полосы матрицы системы линейных уравнений задачи	
		Номера узлов, выходящих на границы:	
	LT	с конвективным теплообменом,	
	LQ	с тепловым потоком,	
	LTE	с постоянной температурой	
	XE(NP) YE(NP)	Координаты узлов конечных элементов	м
	IEL(NEL,3)	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	^{o}C
	TM	Минимальная температура по области с указанием номера узла, в котором она найдена	^{o}C

2.I.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.I).

Объем оперативной памяти 23Ø 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 I50 с.

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

Пакет для счета формируется в следующем порядке:

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

```
ОПРОРЕЦЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАДАЧИ:ПЛОСКОЙ,ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ,СТАЦ,НЕСТАЦИОНАРНОЙ
      COMMON/RGM/NRGM,TS,TIN,NPCH,NPR(40)
      DOUBLE PRECISION A(11000)
      DOUBLE PRECISION XE(500),YE(500)
      CALL GRID(XE,YE,NA)
      CALL INPT(NEND)
      CALL FRM(A,NEND,XE,YE)
      IF(NRGM.EQ.0) CALL RG1(A,NEND,XE,YE)
      IF(NRGM.NE.0) CALL RG2(A,NEND,XE,YE,NA)
      STOP
      END
      SUBROUTINE FRM(A,NEND,XE,YE)
C FRM  *ОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ
      COMMON/RGN/LRG,NTR,NQ,NTE,NPL,NP,NBW,NSIM,NPO,
     *LT(5),LG(5),LYE(5),NSTR(5,100),NSQ(5,100),NSTE(5,100),IEL(1000,4)
      COMMON/MTRL/SN(20),SW(20),ARX(20),ARY(20)
      COMMON/TR/TINF(5),H(5),DT(5),TB(5),TE(5),STS(5)
      COMMON/RGM/NRGM,TS,TIN,NPCH,NPR(40)
      DOUBLE PRECISION A(NEND),XE(NP),YE(NP),LG,AR2,
     *B(3),C(3),EF(3),CSN(3,3),KSN(3,3),X(3),T(3),S,S1,S2,S3,S4,S5
      DIMENSION ISDT(3),IEDS(3),NR(3)
      WRITE(6,1)
    1 FORMAT(' *ОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ')
      S=1.0
      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(NRGM.EQ.0) GO TO 4
      DO 3 I=1,NP
    3 A(I)=TIN
    4 DO 24 NN=1,NEL
      DO 5 I=1,3
      N0=IEL(NN,I)
      NS(I)=N0
```

```
      X(I)=XE(NB)                                                       00000939
      Y(I)=YE(NB)                                                       00000940
      ISDT(I)=0                                                         00000941
    5 ISDQ(I)=0                                                         00000942
      IM=IEL(NN,4)                                                      00000943
      IF(NSIM.NE.0)S=DSQRT((X(1)**2*X(2)**2*X(3)**2*X(1)*X(2)*X(1)*X(3) 00000944
     **X(2)*X(3))/6)                                                    00000945
      B(1)=Y(2)-Y(3)                                                    00000946
      B(2)=Y(3)-Y(1)                                                    00000947
      B(3)=Y(1)-Y(2)                                                    00000948
      C(1)=X(3)-X(2)                                                    00000949
      C(2)=X(1)-X(3)                                                    00000950
      C(3)=X(2)-X(1)                                                    00000951
      CALL AREA2(X,Y,AR2)                                               00000952
      IF(AR2.LE.0.0) WRITE(6,26) NN,NS                                  00000953
   26 FORMAT(' ПЛОЩАДЬ З/ЕРЕНТА',I4,' ОТРИЦАТЕЛЬНА УЗЛЫ=',3I4)          00000954
      DO 13 I=1,3                                                       00000955
      EF(I)=0.0                                                         00000956
      DO 13 J=I,3                                                       00000957
      CSM(I,J)=SM(IM)*SW(IM)*S=AR2/24                                   00000958
      IF(I.NE.J) GO TO 13                                               00000959
      CSM(I,J)=CSM(I,J)*2                                               00000960
   13 CONTINUE                                                          00000961
      IF(NB.EQ.0) GO TO 9                                               00000962
      CALL ISD(ISDQ,NB,LB,NSB,NB)                                       00000963
      DO 18 I=1,3                                                       00000964
      J=ISDQ(I)                                                         00000965
      IF(J.EQ.0) GO TO 18                                               00000966
      K=I+1                                                             00000967
      IF(I.EQ.3) K=1                                                    00000968
      LG=DSQRT((X(K)-X(I))**2+(Y(K)-Y(I))**2)                           00000969
      HQ=SQS(J)*LG                                                      00000970
      IF(NSIM.NE.0) S1=(2*X(I)+X(K))/3                                  00000971
      IF(NSIM.NE.0) S2=(2*X(K)+X(I))/3                                  00000972
      EF(I)=EF(I)+HQ*S1/2                                               00000973
      EF(K)=EF(K)+HQ*S2/2                                               00000974
   18 CONTINUE                                                          00000975
                                                                        00000976
```

```
 5 IF(NTR.EQ.0) GO TO 11                                          00000077
   CALL ISU(ISDT,NIR,LT,NSTR,NS)                                  00000078
11 DO 20 I=1,3                                                    00000079
   J=ISDT(I)                                                      00000080
   IF(J.EQ.0) GO TO 20                                            00000081
   K=I+1                                                          00000082
   IF(I.EQ.3) K=1                                                 00000083
   LG=DSQRT((X(K)-X(I))**2+(Y(K)-Y(I))**2)                        00000084
   HL=H(J)*LG                                                     00000085
   IF(NSIM.NE.0) S1=(3*X(I)+X(K))/4                               00000086
   IF(NSIM.NE.0) S2=(X(I)+X(K))/2                                 00000087
   IF(NSIM.NE.0) S3=(3*X(K)+X(I))/4                               00000088
   IF(NSIM.NE.0) S4=(2*X(I)+X(K))/3                               00000089
   IF(NSIM.NE.0) S5=(2*X(K)+X(I))/3                               00000090
   KSM(I,I)=KSM(I,I)+HL*S1/3                                      00000091
   KSM(I,K)=KSM(I,K)+HL*S2/6                                      00000092
   KSM(K,I)=KSM(K,I)+HL*S2/6                                      00000093
   KSM(K,K)=KSM(K,K)+HL*S3/3                                      00000094
   HL=HL*TINF(J)                                                  00000095
19 EF(I)=EF(I)+HL*S4/2                                            00000096
   EF(K)=EF(K)+HL*S5/2                                            00000097
20 CONTINUE                                                       00000098
   DO 23 I=1,3                                                    00000099
   II=NS(I)                                                       00000100
   JJ=NP+II                                                       00000101
   F(JJ)=A(JJ)+EF(I)                                              00000102
   DO 23 J=1,3                                                    00000103
   JJ=NS(J)                                                       00000104
   JJ=JJ-II+1                                                     00000105
   IF(JJ) 23,23,22                                                00000106
22 J2=3*NP*(JJ-1)+NP+II                                           00000107
   A(J2)=A(J2)+KSM(I,J)                                           00000108
   IF(NRGM.EQ.0) GO TO 23                                         00000109
   J3=J2+NP*NRGM                                                  00000110
   A(J3)=A(J3)+CSM(I,J)                                           00000111
23 CONTINUE                                                       00000112
24 CONTINUE                                                       00000113
   WRITE(6,1)                                                     00000114
```

```
      RETURN
      END
      SUBROUTINE GRID(XE,YE,NA)
C GRID ТРИАНГУЛЯЦИЯ ОБЛАСТИ
      COMMON/RCN/LRG,NTR,NQ,NTE,NPL,NP,NBX,NSIM,NPC,
     *LT(5),LQ(5),LTE(5),NSTR(5,100),NSQ(5,100),NSTE(5,100),TEL(1000,4)
      DOUBLE PRECISION XE(500),YE(500),XP(200),YP(200),
     *XC(21,21),YC(21,21),XRG(8),YRG(8),AM(8),X0,Y0,R1,A,B
     *,TR,ETS,DETA,SI,CSI
      DIMENSION NTRI(4),NQI(4),NTPI(4),NE(400)
     *,TITLE(20),LB(3),NR(4),ICOMP(4,4),LB(4),LRT(4),NDN(8),
     *JT(3X,4),NN(11,11),NNRB(3X,4,11)
      DATA ICOMP/-1,1,1,-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,NBP,NTR,NQ,NTE,NSIM,NPC
    3 FORMAT(5I3)
      WRITE(6,4)LRG,NBP,NTR,NQ,NTE,NSIM,NPC
    4 FORMAT('  ЧИСЛО ЗОН LRG=',I3 /'  ЧИСЛО ГРАНИЧНЫХ УЗЛОВ NBP=',I3/
     *'  ЧИСЛО ТРАКТОВ ОХЛАЖДЕНИЯ NTR=',I3/
     *'  ЧИСЛО ПОТОКОВ НА ГРАНИЦЕ NQ=',I3/'  ЧИСЛО ПОСТОЯННЫХ ТЕМПЕРАТУР
     *НА ГРАНИЦЕ NTE=',I3/'  ВИД ЗАДАЧИ NSIM=',I3/'  ПЕЧАТЬ NPC= ',I3/)
      IF(NSIM.NE.0) WRITE(6,57)
   57 FORMAT(/'  ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ ЗАДАЧА')
      DO 5 I=1,5
      LT(I)=0
      LQ(I)=0
    5 LTE(I)=0
      WRITE(6,6)
    6 FORMAT( /'  ДАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ'/'  З/С   1   2   3   4'/)
      DO 7 I=1,LRG
      READ(5,3)NRG,(JT(NRG,J),J=1,4)
    7 WRITE(6,8)NRG,(JT(NRG,J),J=1,4)
    8 FORMAT(5I4)
      READ(5,9)(XP(I),YP(I),I=1,NBP)
    9 FORMAT(6F12.6)
```

```
      WRITE(6,10)(I,XP(I),YP(I),I=1,NGP)                                00000153
   10 FORMAT (//' КООРДИНАТЫ ГРАНИЧНЫХ УЗЛОВ'/3(I3,1X,2(E12.6,1X)))    00000154
      KLL=0                                                             00000155
      KBW=0                                                             00000156
      KP=0                                                              00000157
      WRITE(6,61)                                                       00000158
   61 FORMAT(//'          ДАННЫЕ ПО ЗОНАМ'/)                            00000159
      DO 60 I1=1,LRG                                                    00000160
      READ(5,11)NRG,NROWS,NCOL,NDN,L0,LRT,NTRI,NQI,NIEI,IM              00000161
   11 FORMAT(1113,5(I2,3I1),I2)                                         00000162
      WRITE(6,12)NRG,NROWS,NCOL,NDN,L0,LRT,NTRI,NQI,NIEI,IM             00000163
   12 FORMAT(' ЗОНА NRG=',I3,' NROWS=',I3,' NCOL=',I3,' УЗЛЫ NDN=',8I3,  00000164
     *' LR=',4I1,' LROOT=',4I1,' NTRI=',4I1,                            00000165
     *' NQI=',4I1,' NIEI=',4I1,' IM=',I2)                               00000166
      DO 18 I=1,4                                                       00000167
      L=LR(I)                                                           00000168
      N1=NDN(2*I-1)                                                     00000169
      N2=NDN(2*I)                                                       00000170
      N3=NDN(1)                                                         00000171
      IF(I.NE.4) N3=NDN(2*I+1)                                          00000172
      GO TO (13,14,16),L                                                00000173
   13 CALL LINE(XP(N1),YP(N1),XP(N2),YP(N2),XP(N3),YP(N3))              00000174
      GO TO 18                                                          00000175
   14 READ(5,5)X0,Y0,R                                                  00000176
      WRITE(6,15)X0,Y0,R                                                00000177
   15 FORMAT(' КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР='3(2X,E12.6))            00000178
      CALL CIRCLE(XP(N1),XP(N2),YP(N2),XP(N3),X0,Y0,R,LRT(I))           00000179
      GO TO 18                                                          00000180
   16 READ(5,5) X0,Y0,A,B                                               00000181
      WRITE(6,17)X0,Y0,A,B                                              00000182
   17 FORMAT(' КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАЗМЕРЫ ПОЛУОСЕЙ ЭЛЛ=',4(2X,E12.6)) 00000183
      CALL ELL(XP(N1),XP(N2),YP(N2),XP(N3),X0,Y0,A,B)                   00000184
   18 CONTINUE                                                          00000185
      DO 19 I=1,8                                                       00000186
      JJ=NDN(I)                                                         00000187
      XRG(I)=XP(JJ)                                                     00000188
   19 YRG(I)=YP(JJ)                                                     00000189
```

```
      TR=NROWS-1                                                        00000190
      DETA=2./TR                                                        00000191
      TR=NCOL-1                                                         00000192
      DSI=2./TR                                                         00000193
      DO 29 I=1,NROWS                                                   00000194
      TR=I-1                                                            00000195
      ETA=1.-TR*DETA                                                    00000196
      DO 29 J=1,NCOL                                                    00000197
      TR=J-1                                                            00000198
      SI=-1.+TR*DSI                                                     00000199
      AN(1)=0.25*(1.-SI)*(1.-ETA)*(SI+ETA+1.)                           00000200
      AN(2)=0.50*(1.-SI**2)*(1.-ETA)                                    00000201
      AN(3)=0.25*(1.+SI)*(1.-ETA)*(SI-ETA-1.)                           00000202
      AN(4)=0.50*(1.-SI)*(1.-ETA**2)                                    00000203
      AN(5)=0.25*(1.+SI)*(1.+ETA)*(SI+ETA-1.)                           00000204
      AN(6)=0.50*(1.-SI**2)*(1.+ETA)                                    00000205
      AN(7)=0.25*(1.-SI)*(1.+ETA)*(-SI+ETA-1.)                          00000206
      XC(I,J)=0.0                                                       00000208
      YC(I,J)=0.0                                                       00000209
      DO 29 K=1,8                                                       00000210
      XC(I,J)=XC(I,J)+XRG(K)*AN(K)                                      00000211
29    YC(I,J)=YC(I,J)+YRG(K)*AN(K)                                      00000212
      KN1=1                                                             00000213
      KS1=1                                                             00000214
      KN2=NROWS                                                         00000215
      KS2=NCOL                                                          00000216
      DO 27 I=1,4                                                       00000217
      NRT=JT(NRG,I)                                                     00000218
      IF((NRT.EQ.0).OR.(NRT.GT.NRG)) GO TO 27                           00000219
      DO 21 J=1,4                                                       00000220
21    IF(JT(NRT,J).EQ.NRG) NRTS=J                                       00000221
      K=NCOL                                                            00000222
      IF((I.EQ.2).OR.(I.EQ.4)) K=NROWS                                  00000223
      JL=1                                                              00000224
      JK0=ICORP(I,NRTS)                                                 00000225
      IF(JK0.LE.-1) JL=K                                                00000226
      DO 26 J=1,K                                                       00000227
      GO TO (22,23,24,25),I                                             00000228
```

```
22 KN(NROWS,J)=NNRB(NRT,NRTS,JL)                                    00000229
   KN2=NROWS-1                                                      00000230
   GO TO 26                                                         00000231
23 KN(J,NCOL)=NNRB(NRT,NRTS,JL)                                     00000232
   KS2=NCOL-1                                                       00000233
   GO TO 26                                                         00000234
24 KN(I,J)=NNRB(NRT,NRTS,JL)                                        00000235
   KN1=2                                                            00000236
   GO TO 26                                                         00000237
25 KN(J,1)=NNRB(NRT,NRTS,JL)                                        00000238
   KS1=2                                                            00000239
26 JL=JL+JK2                                                        00000240
27 CONTINUE                                                         00000241
   IF(KN1.GT.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 KN(I,J)=NP                                                       00000247
   DO 29 I=1,NCOL                                                   00000248
   KNRB(NRB,1,I)=KN(NROWS,I)                                        00000249
29 KNRB(NRB,3,I)=KN(1,I)                                            00000250
   DO 30 I=1,NROWS                                                  00000251
   KNRB(NRB,2,I)=KN(I,NCOL)                                         00000252
30 KNRB(NRB,4,I)=KN(I,1)                                            00000253
   DO 31 K=1,2                                                      00000254
   DO 31 I=1,4                                                      00000255
   CALL BNB(I,NTRI(I),NROWS,NCOL,NRB,LTR,NSTR,NNRB)                 00000256
   CALL BNB(I,NBI(I),NROWS,NCOL,NRB,LB,NSB,NNRB)                    00000257
31 CALL BNB(I,NTEI(I),NROWS,NCOL,NRB,LTE,NSTE,NNRB)                 00000258
   I=1                                                              00000259
   DO 33 I=1,NROWS                                                  00000260
   DO 33 J=1,NCOL                                                   00000261
   XE(K)=XP(I,J)                                                    00000262
   YE(K)=YP(I,J)                                                    00000263
   XE(K)=XC(I,J)                                                    00000264
   YE(K)=YC(I,J)                                                    00000265
   K=K+1                                                            00000266
```

```
      L=NROWS-1                                                         00000267
      DO 37 I=1,L                                                       00000268
      DO 37 J=2,NCOL                                                    00000269
      DIAG1=DSQRT((XC(I,J)-XC(I+1,J-1))**2+(YC(I,J)-YC(I+1,J-1))**2)    00000270
      DIAG2=DSQRT((XC(I+1,J)-XC(I,J-1))**2+(YC(I+1,J)-YC(I,J-1))**2)    00000271
      NR(1)=NCOL*I+J-1                                                  00000272
      NR(2)=NCOL*I+J                                                    00000273
      NR(3)=NCOL*(I-1)+J                                                00000274
      NR(4)=NCOL*(I-1)+J-1                                              00000275
      DO 37 IJ=1,2                                                      00000276
      NEL=NEL+1                                                         00000277
      IF((DIAG1)/DIAG2).GT.1.02) GO TO 34                               00000278
      J1=NR(1)                                                          00000279
      J2=NR(IJ+1)                                                       00000280
      J3=NR(IJ+2)                                                       00000281
      GO TO 35                                                          00000282
   34 J1=NR(IJ)                                                         00000283
      J2=NR(IJ+1)                                                       00000284
      J3=NR(4)                                                          00000285
   35 IEL(NEL,1)=NE(J1)                                                 00000286
      IEL(NEL,2)=NE(J2)                                                 00000287
      IEL(NEL,3)=NE(J3)                                                 00000288
      IEL(NEL,4)=IM                                                     00000289
      LB(1)=IABS(NE(J1)-NE(J2))+1                                       00000290
      LB(2)=IABS(NE(J2)-NE(J3))+1                                       00000291
      LB(3)=IABS(NE(J1)-NE(J3))+1                                       00000292
      DO 36 IK=1,3                                                      00000293
      IF(LB(IK).LE.NBW) GO TO 36                                        00000294
      NBW=LB(IK)                                                        00000295
      NLBW=NEL                                                          00000296
   36 CONTINUE                                                          00000297
   37 CONTINUE                                                          00000298
   60 CONTINUE                                                          00000299

      IF(NPC.NE.0) GO TO 78                                             00000301
      WRITE(6,39)(J,XP(J),YP(J),J=1,NBP)                                00000302
   39 FORMAT(/5(' УЗЛЫ',18X,'КООРДИНАТЫ',9X)/5(2X,I3,2X,E12.6,2X,E12.6))00000303
      WRITE(6,40)NP,NEL,NBW,NLBW                                        00000304
```

```
   4" FORMAT(/'  ЧИСЛО УЗЛОВ NP=',I4//'  ЧИСЛО ЭЛЕМЕНТОВ NEL=',I4/
     *'  ШИРИНА ПОЛОСЫ NBW=',I4,' НАЗДЕНА В ЭЛЕМЕНТЕ=',I4)
      IF(NTR.EQ.0) GO TO 43
      DO 41 I=1,NTR
      LL=LT(I)
   41 WRITE(6,42)I,LL,(NST(I,L),L=1,LL)
   42 FORMAT('  НОМЕР ТРАКТА=',I3,' ЧИСЛО УЗЛОВ=',I3/' НОМЕРА УЗЛОВ:'
     */(2414))
   43 IF(NO.EQ.0) GO TO 46
      DO 44 I=1,NB
      LL=LG(I)
   44 WRITE(6,45)I,LL,(NSG(I,L),L=1,LL)
   45 FORMAT('  НОМЕР ПОТОКА НА ГРАНИЦЕ=',I3,' ЧИСЛО УЗЛОВ=',I3/
     *'НОМЕРА УЗЛОВ:'/(2414))
   46 IF(NTE.EQ.0) GO TO 49

      DO 47 I=1,NTE
      LL=LTE(I)
   47 WRITE(6,48)I,LL,(NSTE(I,L),L=1,LL)
   48 FORMAT('  НОМЕР ТЕНГ НА ГРАНИЦЕ=',I3,' ЧИСЛО УЗЛОВ=',I3/
     *'  НОМЕРА УЗЛОВ:'/(2414))
   49 WRITE(6,51)(I,XB(I),YB(I),I=1,NP)
   51 FORMAT(//'   КООРДИНАТЫ            УЗЛОВ'//    3(1X,I3,2(1X,E12.6)))
      WRITE(6,53)((I,(IEL(I,J),J=1,3),I=1,NEL)
   53 FORMAT(/5('  ЭЛЕМЕНТ=НОМЕРА УЗЛОВ')/5(4I5,2X))
   78 CONTINUE
      RETURN
      END
      SUBROUTINE LIN(X1,Y1,X2,Y2,X3,Y3)
C LIN РАСЧЕТ КООРДИНАТ УЗЛА ,ЛЕЖАЩЕГО НА ПРЯМОЙ
      DOUBLE PRECISION X1,Y1,X2,Y2,X3,Y3
      X2=(X1+X3)/2
      Y2=(Y1+Y3)/2
      RETURN
      END
      SUBROUTINE CICLE(X1,X2,Y2,X3,X3,Y3,R,LROOT)
C CICLE РАСЧЕТ КООРДИНАТ УЗЛА,ЛЕЖАЩЕГО НА ОКРУЖНОСТИ
```

```
      DOUBLE PRECISION X1,X2,Y2,X3,X3,Y8,R,Y                            00000341
      Y2=(X1+X3)/2                                                      00000342
      Y=DSQRT(R**2-(X2-X0)**2)                                          00000343
      Y2=Y8+Y                                                           00000344
      IF(LROOT.NE.1) Y2=Y8-Y                                            00000345
      RETURN                                                            00000346
      END                                                               00000347
      SUBROUTINE ELL(X1,X2,Y2,X3,Y8,A,B,LROOT)                          00000348
C ELL РАСЧЕТ КООРДИНАТ У3/А ЛЕЖАЩЕГО НА ЭЛЛИПСЕ                        00000349
      DOUBLE PRECISION X1,X2,Y2,X3,X0,Y0,A,B,Y                          00000350
      X2=(X1+X3)/2                                                      00000351
      Y=B*DSQRT(1.-((X2-X0)/A)**2)                                      00000352
      Y2=Y8+Y                                                           00000353
      IF(LROOT.NE.1) Y2=Y8-Y                                            00000354
      RETURN                                                            00000355
      SUBROUTINE BND(I,NTR,NROWS,NCOL,NRG,LT,NSTR,NNRB)                 00000356
C BND ЗАПИСЬ ПО ПОРЯДКУ СЛЕДОВАНИЯ НОМЕРОВ УЗЛОВ НА ДАННОЙ ГРАНИЦЕ      00000358
      DIMENSION NNRB(30,4,11),NSTR(5,100),LT(5)                         00000359
      IF(NTR.EQ.0) GO TO 11                                             00000360
      LL=LT(NTR)                                                        00000361
      KJ=NCOL                                                           00000362
      IF((I.EQ.2).OR.(I.EQ.4)) KJ=NROWS                                 00000363
      IF(LL.NE.0) GO TO 2                                               00000364
      DO 1 J=1,KJ                                                       00000365
    1 NSTR(NTR,LL+J)=NNRB(NRG,I,J)                                      00000366
      LT(NTR)=LL+KJ                                                     00000367
      GO TO 11                                                          00000368
    2 IF(NNRB(NRG,I,1).NE.NSTR(NTR,1).OR.NNRB(NRG,I,KJ).NE.NSTR(NTR,1)) 00000369
     *GO TO 5                                                           00000370
      LL2=LL/2                                                          00000371
      DO 4 J=1,LL2                                                      00000372
      N1=NSTR(NTR,J)                                                    00000373
      N2=NSTR(NTR,LL-J+1)                                               00000374
      NSTR(NTR,J)=N2                                                    00000375
      NSTR(NTR,LL-J+1)=N1                                               00000376
    4 CONTINUE                                                          00000377
    5 IF(NSTR(NTR,LL).NE.NNRB(NRG,I,1)) GO TO 8                         00000378
    6 IF(NSTR(NTR,LL-1).EQ.NNRB(NRG,I,2))  GO TO 11                     00000379
```

```
      DO 7 J=2,KJ                                                       00000380
    7 KSTR(NTR,LL+J-1)=NNRB(NRG,I,J)                                    00000381
      GO TO 12                                                          00000382
    8 IF(KSTR(NTR,LL),NE,NNRB(NRG,I,KJ)) GO TO 11                      00000383
      IF(KSTR(NTR,LL+1),EQ,NNRB(NRG,I,KJ+1)) GO TO 11                   00000384
      DO 9 J=2,KJ                                                       00000385
      L=KJ-J+1                                                          00000386
    9 KSTR(NTR,LL+J-1)=NNRB(NRG,I,L)                                    00000387
      LTR(NTR)=LL+KJ-1                                                  00000388
   11 CONTINUE                                                          00000389
      RETURN                                                            00000390
      END                                                               00000391
      SUBROUTINE INPT(NEND)                                             00000392
C INPT - ВВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ТЕПЛОВОЙ ЗАДАЧИ                          00000393
      COMMON/NRG/LRG,NTR,KQ,NTE,NPL,NP,NBW,NSUM,NPC,                    00000394
     *LTR(5),KJ(5),LTE(5),KSTR(5,120),NSQ(5,100),NSTE(5,100),IEL(1000,4) 00000395
      COMMON/RCM/NRCM,TS,TIN,NPCH,NPR(40)                               00000396
      COMMON/TR/TINF(5),H(5),DT(5),T0(5),TE(5),QTS(5)                   00000397
      COMMON/CTRL/SH(20),SW(20),AMX(20),AKY(20)                         00000398
      DIMENSION TITLE(20)                                               00000399
      READ(5,1)TITLE                                                    00000400
    1 FORMAT(20A4)                                                      00000401
      WRITE(6, 2)TITLE                                                  00000402
    2 FORMAT(1H1/2X,20A4)                                               00000403
      READ(5,3) NRCM,NPCH,NP                                            00000404
    3 FORMAT(20I4)                                                      00000405
      NEND=3*NP+NP*NBW                                                  00000406
      IF(NRCM.NE.0) NEND=3*NP+3*NP*NBW                                  00000407
      WRITE(6,4)NRCM,NPCH,NEND,NP                                       00000408
    4 FORMAT(' РЕЖИМ NRCM=',I3,'  ЧИСЛО МОМЕНТОВ ПЕЧАТИ NPCH=',I6/     00000409
     *'  ЧИСЛО ЗАПОЛНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА A NEND=',I6/               00000410
     *'  ЧИСЛО МАТЕРИАЛОВ NP=',I3)                                      00000411
      READ(5,10)(AMX(I),AKY(I),SH(I),SW(I),I=1,NP)                      00000412
      WRITE(6,14)(I,AMX(I),AKY(I),SH(I),SW(I),I=1,NP)                   00000413
   14 FORMAT(' ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ'//            00000414
     *(I4,'  AMX=',E10.4,'  AKY=',E10.4,'  SH=',E10.4,'  SW=',E10.4))  00000415
   15 FORMAT(E10.4)                                                     00000416
      IF(NTR.EQ.0) GO TO 19                                             00000417
   17 READ(5,15)(TINF(I),H(I),DT(I),T0(I),I=1,NTR)                      00000418
```

```
      WRITE(6,18)(I,TINF(I),H(I),HT(I),T0(I),I=1,NTR)                   00000420
   18 FORMAT(' ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОВ ОХЛАЖДЕНИЯ'/(I4,'   TINF=',      00000421
     *E10.4,'  H=',E10.4,'  DT=',E10.4,'  T0=',E10.4))                  00000422
      IF(NQ.EQ.0) GO TO 21                                              00000423
      READ(5,15)(QS(I),I=1,NQ)                                          00000424
      WRITE(6,20)(I,QS(I),I=1,NQ)                                       00000425
   20 FORMAT(' ПОТОКИ НА ГРАНИЦАХ'/(I4,'  QS=',E10.4))                  00000426
   21 IF(NTE.EQ.0) GO TO 23                                             00000427
      READ(5,15)(TE(I),I=1,NTE)                                         00000428
      WRITE(6,22)(I,TE(I),I=1,NTE)                                      00000429
   22 FORMAT(' ТЕМПЕРАТУРА НА ГРАНИЦЕ'/(I4,'  TE=',E10.4))              00000430
   23 IF(NRGM.EQ.0) GO TO 26                                            00000431
      READ(5,13) TS,TIN                                                 00000432
      WRITE(6,11) TS,TIN                                                00000433
   13 FORMAT(2E10.4)                                                    00000434
   11 FORMAT(' ШАГ ПО ВРЕМЕНИ =',E10.4,'  НАЧ.ТЕМП= TIN=',E10.4)       00000435
      READ(5,3)(NPR(I),I=1,NPCH)                                        00000436
      WRITE(6,24)(NPR(I),I=1,NPCH)                                      00000437
   24 FORMAT(' МОМЕНТЫ ПЕЧАТИ'/25(1X,I4))                               00000438
   26 CONTINUE                                                          00000439
      RETURN                                                            00000440
      END                                                               00000441
      SUBROUTINE AREA2(X,Y,AR2)                                         00000442
C AREA2  ВЫЧИСЛЕНИЕ УДВОЕННОЙ ПЛОЩАДИ ЭЛЕМЕНТА                         00000443
      DOUBLE PRECISION X(3),Y(3),AR2                                    00000444
      AR2=X(2)*Y(3)-Y(2)*X(1)+X(3)*Y(1)-X(3)*Y(2)+Y(3)*X(1)-X(2)*Y(1)   00000445
      RETURN                                                            00000446
      END                                                               00000447
      SUBROUTINE PRNT(A,NENC,XE,YE,NTIME)                               00000448
C PRNT ВЫЗОВ РЕЗУЛЬТАТОВ НА ПЕЧАТЬ                                     00000449
      COMMON/RGN/LRG,NTR,NG,NTE,NPL,NP,NBW,NSIM,NPC,                    00000450
     *LT(5),LR(5),LTE(5),ASTR(5,100),NSG(5,100),NSTE(2,100),IEL(1000,4) 00000451
      COMMON/RGM/NRGM,TS,TIN,NPCH,NPR(40)                               00000452
      DOUBLE PRECISION A(NENC),XE(NP),YE(NP),X(3),Y(3),AR2              00000453
      DIMENSION NS(3)                                                   00000454
      DO 13 K=1,NPCH                                                    00000455
      IF(NRGM.EQ.0) GO TO 4                                             00000456
      IF(NTIME.NE.NPR(K)) GO TO 14                                      00000457
      T=NTIME*TS                                                        00000458
```

```
      WRITE(6,3)T,NTIME
    3 FORMAT(/'  ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=',E10.4,'ОБК  ',I6)
    4 WRITE(6,5)(I,A(I),I=1,NP)
    5 FORMAT(8(I4,1X,E10.4))
      AVTEMP=0.0
      AR=0.0
      DO 9 I=1,NEL
      AVTEL=0.0
      DO 20 J=1,3
      NZ=IEL(I,J)
      NS(J)=NZ
      X(J)=XP(NZ)
      Y(J)=YP(NZ)
   20 AVTEL=AVTEL+A(NZ)/3
      CALL AREA2(X,Y,AR2)
      IF(AR2.LE.0)WRITE(6,21)I
   21 FORMAT('  ПЛОЩАДЬ ЭЛЕМЕНТА',I6,'  ОТРИЦАТЕЛЬНА')
      AR=AR+AR2/2
      AVTEL=AVTEL*AR2/2
    9 AVTEMP=AVTEMP+AVTEL
      AVTEMP=AVTEMP/AR
      WRITE(6,10)AVTEMP
   10 FORMAT('  СРЕДНЯЯ ПО СЕЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=',E10.4)
      TM=A(1)
      NM=1
      DO 14 I=1,NP
      IF(A(I).LT.TM) GO TO 14
      TM=A(I)
      NM=I
   14 CONTINUE
      WRITE(6,15)TM,NM
   15 FORMAT('  MAX TEMP=',E10.4,'  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=',I5)
      DO 16 I=1,NP
      IF(A(I).GT.TM) GO TO 16
      TM=A(I)
      NM=I
   16 CONTINUE
      WRITE(6,17)TM,NM
   17 FORMAT('  MIN TEMP=',E10.4,'  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=',I5)
```

```
   13 CONTINUE                                                                  00000498
      RETURN                                                                    00000499
      END                                                                       00000500
      SUBROUTINE VECF(XE,YE,A,NEQN,NTIME)                                       00000501
C VECF  ФОРМИРОВАНИЕ ВЕКТОРА НАГРУЗКИ ДЛЯ МОНОИМП.С ЛИНЕЙНЫМ ФРОНТОМ           00000502
      DOUBLE PRECISION A(NEQN),XE(NP),YE(NP),SG,S1,S4,S5                        00000503
      COMMON/RCM/LRG,NTR,NQ,NTE,NPL,NP,NQW,NSIM,NPO,                            00000504
     *LT(5),LQ(5),LTE(5),NSTR(5,100),NSQ(5,100),NSTE(2,100),IEL(1000,4)         00000505
      COMMON/RCM/NRGM,TS,TIM,NPCM,NPR(40)                                       00000506
      COMMON/TC/TINF(5),H(5),DT(5),T3(5),TE(5),S3S(5)                           00000507
      I=NTIME+TS                                                                00000508
      DO 5 I=1,NTR                                                              00000509
      IF(T.GT.T3(I)) GO TO 5                                                    00000510
      L1=LT(I)-1                                                                00000511
      DO 5 J=1,L1                                                               00000512
      K2=J+1                                                                    00000513
      N1=NSTR(I,J)                                                              00000514
      N2=NSTR(I,K)                                                              00000515
      HL=DSQRT((XE(N1)-XE(N2))**2+(YE(N1)-YE(N2))**2)                           00000516
      HL=H(I)+LG*DT(I)+TS                                                       00000517
      TINF(I)=TINF(I)+DT(I)+TS                                                  00000518
      S4=1.0                                                                    00000519
      S5=1.0                                                                    00000520
      IF(NSIM.NE.0) S4=(2*XE(N1)+XE(N2))/3                                      00000521
      IF(NSIM.NE.0) S5=(2*XE(N2)+XE(N1))/3                                      00000522
      A(NP+N1)=A(NP+N1)+HL*S4/2                                                 00000523
      A(NP+N2)=A(NP+N2)+HL*S5/2                                                 00000524
    5 CONTINUE                                                                  00000525
      RETURN                                                                    00000526
      END                                                                       00000527
      SUBROUTINE DGS(A,NEQN)                                                    00000528
C DGS  РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НА ОДНОМ ВРЕМЕННОМ ШАГЕ                                  00000529
      DOUBLE PRECISION A(NEQN)                                                  00000530
      COMMON/RCM/LRG,NTR,NQ,NTE,NPL,NP,NQW,NSIM,NPO,                            00000531
     *LT(5),LQ(5),LTE(5),NSTR(5,100),NSQ(5,100),NSTE(2,100),IEL(1000,4)         00000532
      COMMON/RCM/NRGM,TS,TIM,NPCM,NPR(40)                                       00000533
      J1=3*NP                                                                   00000534
      J2=NQ*NQW                                                                 00000535
      J3=J1+J2                                                                  00000536
```

```
      J3=J2+NP                                                          00000937
      DO 1 J=1,NB                                                       00000938
    1 A(J3+J1)=A(J2+J)*3,/TS+A(J1+M)*2.                                 00000939
      CALL MULPD(NP,NBM,2*NP,J2,J3,TS,A,NEND)                           00000940
      DO 2 J=1,NP                                                       00000941
    2 A(2*NP+J)=A(2*NP+J)*3*A(NP+M)                                     00000942
      CALL BDV(J3,2*NP,A,NEND)                                          00000943
      CALL SUB(NP,NBM,J3,2*NP,A,M*END)                                  00000944
      RETURN                                                            00000945
      END                                                               00000946
      SUBROUTINE BDV(JF,JF,A,NEND)                                      00000947
C BDV УЧЕТ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ГРАНИЦЕ                            00000948
      DOUBLE PRECISION A(NEND)                                          00000949
      COMMON/RGN/LRG,NTR,NB,NTE,NPL,NP,NBM,NS(K,NPC)                    00000950
     *LT(5),LG(5),LTE(5),ASTR(5,100),NSG(2,100),NSTE(2,100),IEL(1000,4) 00000951
      COMMON/TO/TNF(5),K(5),DT(5),T3(5),TE(5),S3S(5)                    00000952
      IF(NTE.EQ.0) GO TO 6                                              00000953
      DO 5 LL=1,NTE                                                     00000954
      LTE=LT(LL)                                                        00000955
      TEM=TE(LL)                                                        00000956
      DO 5 JJ=1,LTE                                                     00000957
      I=NSTE(LL,JJ)                                                     00000958
      K=1                                                               00000959
      DO 4 J=2,NBM                                                      00000960
      M=I+J-1                                                           00000961
      IF(M.GT.NP) GO TO 5                                               00000962
      A(JF+M)=A(JF+M)+A(JK+(J-1)*NP+I)*TEM                              00000963
      A(JK+(J-1)*NP+I)=0.0                                              00000964
    3 IF(K.LE.0) GO TO 4                                                00000965
      A(JF+K)=A(JF+K)+A(JK+(J-1)*NP+K)*TEM                              00000966
      A(JK+(J-1)*NP+K)=0.0                                              00000967
      K=K-1                                                             00000968
    4 CONTINUE                                                          00000969
      A(JF+I)=A(JK+I)*TEM                                               00000970
    5 CONTINUE                                                          00000971
    6 CONTINUE                                                          00000972
      RETURN                                                            00000973
      END                                                               00000974
```

```
      SUBROUTINE MLTBD(NP,NBW,JF,JF1,JC,TS,A,NEND)
C MULTBD  УМНОЖЕНИЕ ЛЕНТОЧНЫХ МАТРИЦ  U  W  F
      DOUBLE PRECISION A(NEND)
      L=2
      DO 3 I=1,NP
      SUM=0.0
      K=I-1
      DO 2 J=2,NBW
      M=J+I-1
      IF(M.GT.NP) GO TO 1
      SUM=SUM+A(JF1+(J-1)*NP+I)/TS-A(JC+(J-1)*NP+I)*A(M*L)
    1 IF(K.LE.0) GO TO 2
      SUM=SUM+A(JF1+(J-1)*NP+K)/TS-A(JC+(J-1)*NP+K)*A(M*L)
      K=K-1
    2 CONTINUE
      A(JF+I)=SUM+A(JF1+I)/TS-A(JC+I)*A(I*L)
    3 CONTINUE
      RETURN
      END
      SUBROUTINE SLV(NP,NBW,JK,JF,A,NEND)
C  SLV РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ ГАУССА
      DOUBLE PRECISION A(NEND)
      NP1=NP-1
      DO 22 I=1,NP1
      MJ=I+NBW-1
      IF(MJ.GT.NP) MJ=NP
      MJ=I+1
      MK=NBW
      IF(I+NP-I+1.LT.NBW) MK=NP-I+1
      ND=0
      DO 1 J=2,MJ
      MK=MK-1
      ND=ND+1
      NL=NP+1
      DO 1 K=1,MK
      NK=ND+K
    1 A(JK+(M-1)*NP+J)=A(JK+(K-1)*NP+J)-A(JK+(NL-1)*NP+I)*
     *A(JK+(M-1)*NP+I)/A(JK+I)
   22 CONTINUE
```

```
      DO 2 I=1,NP1
      MJ=I+NBW-1
      IF(MJ.GT.NP) MJ=NP
      MJ=I+1
      L=1
      DO 2 J=MJ,MJ
      L=L+1
      A(JF+J)=A(JF+J)-A(JK+(L-1)*NP+I)*A(JF+I)/A(JK+I)
    2 CONTINUE
      A(JF+NP)=A(JF+NP)/A(JK+NP)
      DO 4 K=1,NP1
      I=NP-K
      MJ=NBW
      IF((I+NBW-1).GT.NP) MJ=NP-I+1
      SUM=0.
      DO 3 J=2,MJ
      K=I+J-1
    3 SUM=SUM+A(JK+(J-1)*NP+I)*A(JF+N)
      A(JF+I)=(A(JF+I)-SUM)/A(JK+I)
    4 CONTINUE
      DO 5 I=1,NP
    5 A(I)=A(JF+I)
      RETURN
      END
      SUBROUTINE RG1(A,NEND,XE,TE)
C REG1 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В СТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ
      COMMON/ECN/LRC,NTR,NQ,NTE,NPL,NP,NBW,NSIM,NPC,
     *LT(5),LU(5),LTE(5),NSTR(5,100),NSQ(5,100),NSTE(5,100),IEL(1000,4)
      DOUBLE PRECISION A(NEND),XE(NP),YE(NP)
      WRITE(6,2)

    2 FORMAT(' РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ')
      NTIME=2
      NP=NP*NBW
      JK=3*NP
      CALL BDW(JK,NP,A,NEND)
      CALL SLV(NP,NBW,JK,NP,A,NENM)
      CALL PRNT(A,NEND,XE,YE,NTIMP)
      RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE REG2(A,NEND,XE,YE,NP)                                  00000053
C REG2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В РЕЖИМЕ  МОНОИМПУЛЬСА С ПРЯМОУГ.И ЛИН.ФРОНТАМИ    00000054
      DOUBLE PRECISION XE(NP),YE(NP),A(NEND)                            00000055
      COMMON/RGM/NRGM,TS,TIA,NPCH,NPR(40)                               00000056
      WRITE(6,1)NRGM,NPCH,TS                                            00000057
    1 FORMAT(' РЕЖИМ МОНОИМПУЛЬСА'// ' NRGM=',I3,' NPCH=',I4,' TS=',   00000058
     *E10.4)                                                            00000059
      READ(5,2)NTIME                                                    00000060
      WRITE(6,4) NTIME                                                  00000061
      IF(NTIME.EQ.0) GO TO 2                                            00000062
      READ(5,5)(A(I),I=1,NP)                                            00000063
      WRITE(6,6)(I,A(I),I=1,NP)                                         00000064
    3 FORMAT(I4)                                                        00000065
    4 FORMAT(//' ПОСЧЕТ ВРЕМЕНИ NTIME=',I6)                            00000066
    5 FORMAT(6F6.2)                                                     00000067
    6 FORMAT(' ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ'//(8(I4,1X,E10.4)))                  00000068
    2 NTIME=NTIME+1                                                     00000069
      IF(NRGM.EQ.2) CALL VECF(XE,YE,A,NEND,NTIME)                       00000070
      CALL DOS(A,NEND)                                                  00000071
      CALL FORT(A,NEND,XE,YE,NTIME)                                     00000072
      IF(NTIME.LT.NPR(NPCH)) GO TO 2                                    00000073
      RETURN                                                            00000074
      END                                                               00000075
      SUBROUTINE ISD(ISDT,NTR,LT,NSTR,NS)                               00000076
C ISD ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЯ НА ГРАНИЦЕ                                   00000077
      DIMENSION LT(5),NSTR(5,100),ISDT(3),NS(3),N(3)                    00000078
      DO 1 I=1,NTR                                                      00000079
      L=LT(I)                                                           00000080
      DO 2 J=1,3                                                        00000081
    2 N(J)=0                                                            00000082
      DO 1 J=1,L                                                        00000083
      DO 1 J1=1,3                                                       00000084
      IF(NS(J1).EQ.NSTR(I,J)) N(J1)=1                                   00000085
      K=J1+1                                                            00000086
      IF(J1.EQ.3) K=1                                                   00000087
      IF(N(J1).EQ.1.AND.(N(K).EQ.1)) ISDT(J1)=1                         00000088
    1 CONTINUE                                                          00000089
      RETURN                                                            00000090
                                                                        00000091
```

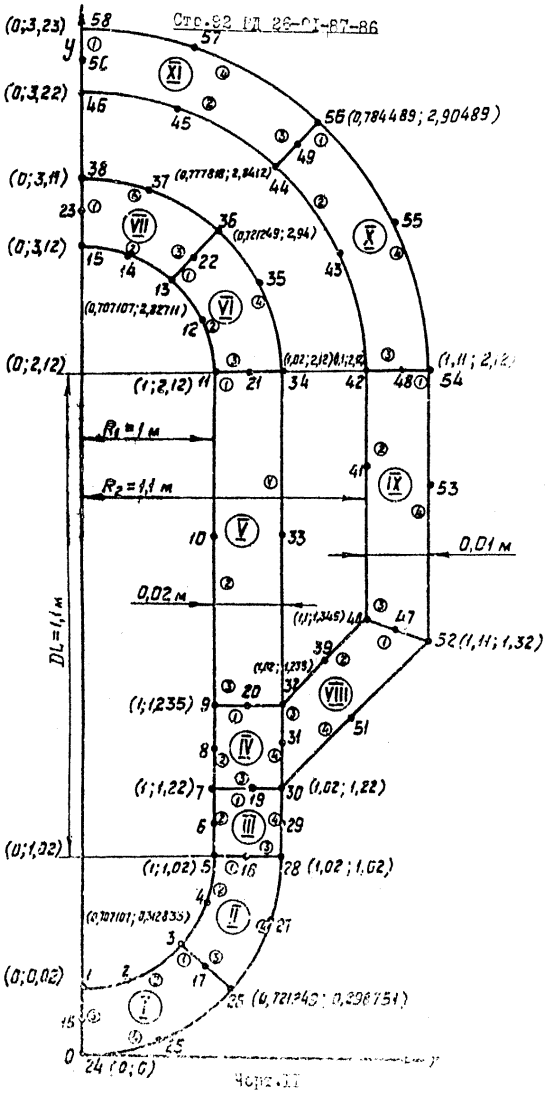
```
// FT06F001 DD SYSOUT=P
// FT05F001 DD*
(исходные данные задачи)
/*
//
```

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

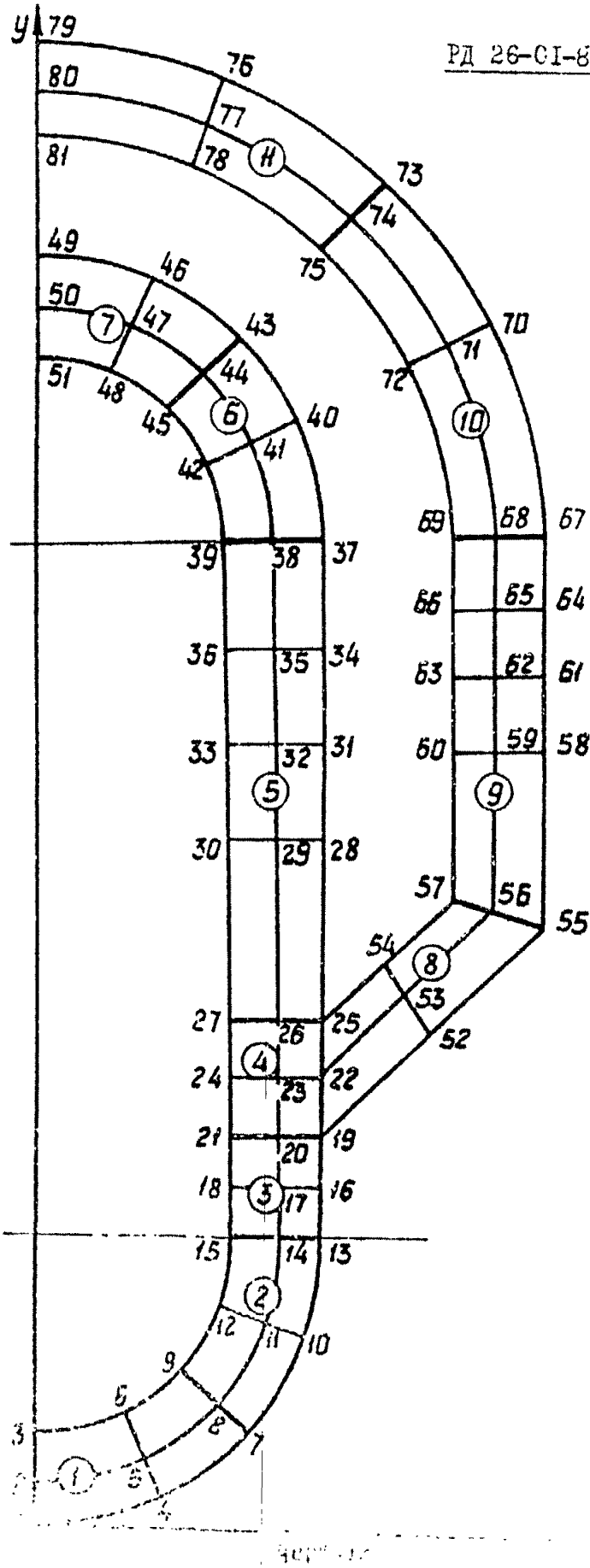
Выбор для заданной конструкции расчетной области, для которой будут рассчитаны температурные поля, производят с учетом осесимметричности конструкции и действующих на нее тепловых нагрузок, что позволяет уменьшить объем вводимой информации и время решения задачи.

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-


(0;3,23)
58
57
(0;3,22)
56 (0,784489; 2,90489)
(0;3,11)
(0,777818; 2,84112)
(0;3,12)
(0,721249; 2,94)
(0,707107; 2,82711)
(0;2,12)
(1;2,12)
(1,11; 2,12)
(1,11; 1,32)
(1;1,345)
(1;1,235)
(1;1,22)
(1,02; 1,22)
(1;1,02)
(1,02; 1,02)
(0,707107; 0,582835)
(0;0,02)
(0,721249; 0,298751)
$R_1 = 1$ м
$R_2 = 1{,}1$ м
0,01 м
0,02 м
DL=1,1 м
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI

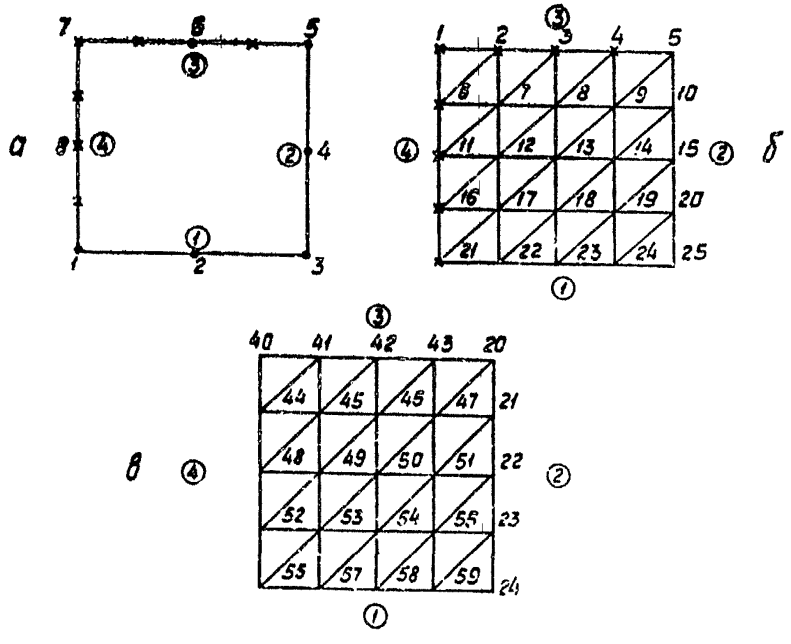
Черт.XII


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

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

В программе TSK1 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 посредине 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.I.4.6. Расчет напряжений в разветвленных оболочках вращения следует производить по пп.2.I.4.7...2.I.4.II.

2.I.4.7. Постановка задачи состоит в следующем. Напряженно-деформированное состояние корпусов автоклавов с неразъемными рубашками определяют на основе теории подкрепленных кольцами упругих 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.I.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, тороидальными, 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 приведенными к центру кольца усилиями $H_к$, $V_к$, направленными соответственно

вдоль осей z и z^{x}, моментом $M_к$ в плоскости $z0r$ и постоянной температурой $T_к$, 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 компоненты граничных условий (усилий или перемещений). Если свободный конец подкреплен кольцом, граничные условия относятся к центру кольца.

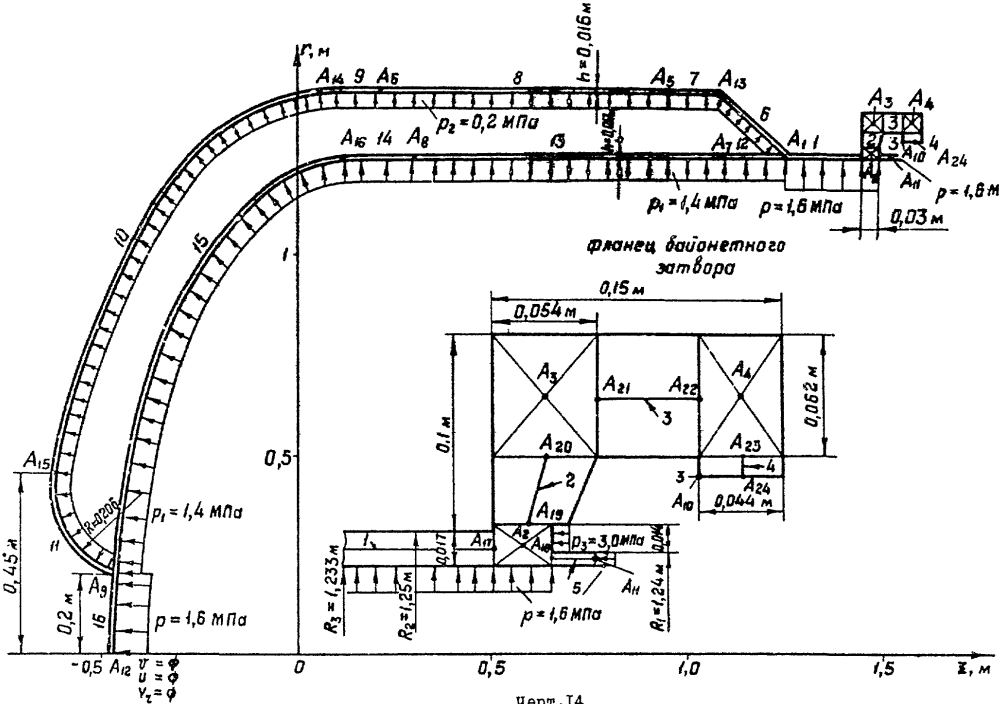
Температурные поля для внутренней и наружной поверхностей корпуса автоклава могут быть получены расчетным путем (см.пп.2.I.4.2...2.I.4.5) или в результате эксперимента.

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.I.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

---

[x] Ось z направлена вдоль оси вращения, ось r направлена в радиальном направлении, образуя правую систему координа

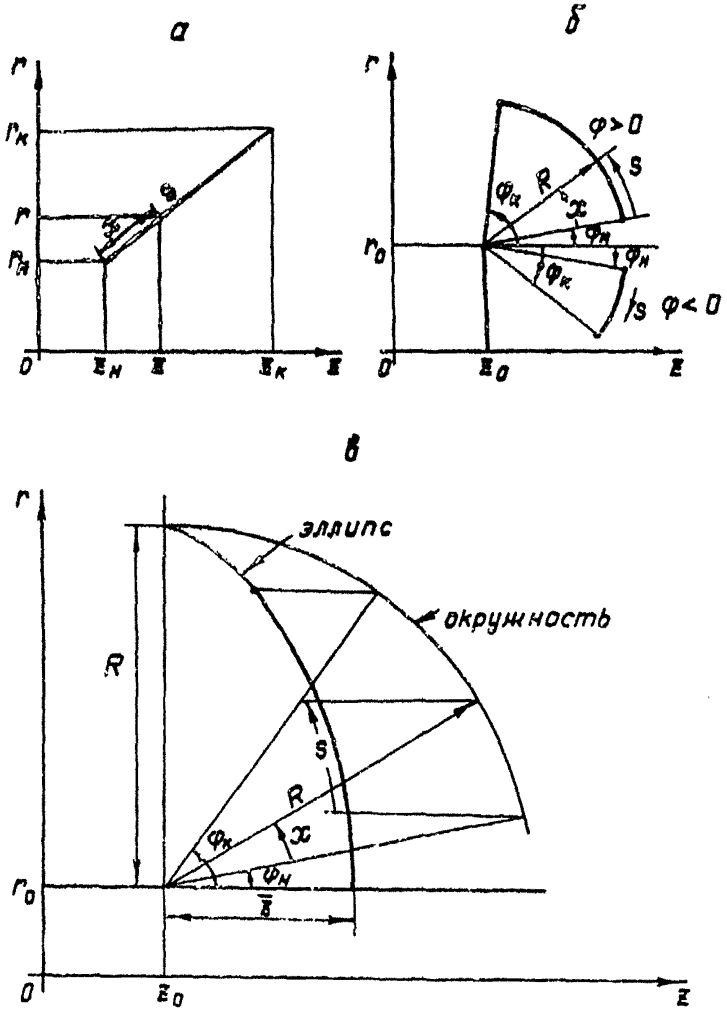

r, м
h=0,016 м
A14 9 A6
8
A5 7 A13
6
A3 A4
p2=0,2 МПа
A16 14 A8
13
A7 12
A1 1
A10 A24
A11
p=1,6 МПа
p1=1,4 МПа
p=1,6 МПа
0,03 м
фланец байонетного затвора
0,15 м
0,054 м
A3
A21
A22
A4
0,062 м
0,1 м
A20
A23
A24
A10
0,044 м
A19
A17
A2
A18
p3=3,0 МПа
A11
R3=1,233 м
R2=1,25 м
R1=1,24 м
p=1,6 МПа
A15
R=0,206
p1=1,4 МПа
0,45 м
A9
0,2 м
p=1,6 МПа
-0,5 A12
v=φ
u=φ
vr=φ
0
0,5
1,0
1,5
z, м

Черт.I4

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 $z_н$, $r_н$ и конечной точки $z_к$, $r_к$ меридиана (черт.15а). Для участка меридиана в виде дуги окружности (сферические и торовые оболочки) должны быть заданы: радиус кривизны меридиана R, координаты центра кривизны z_0, r_0, а также углы $\varphi_н$, $\varphi_к$, отсчитываемые от положительного направления оси z в направлении обхода s до ра-


а
б
в
r
$r_к$
$r_н$
r_0
0
$z_н$
$z_к$
z_0
z
$\varphi > 0$
$\varphi < 0$
R
S
x
$\varphi_к$
$\varphi_н$
эллипс
окружность
$\bar{z}$

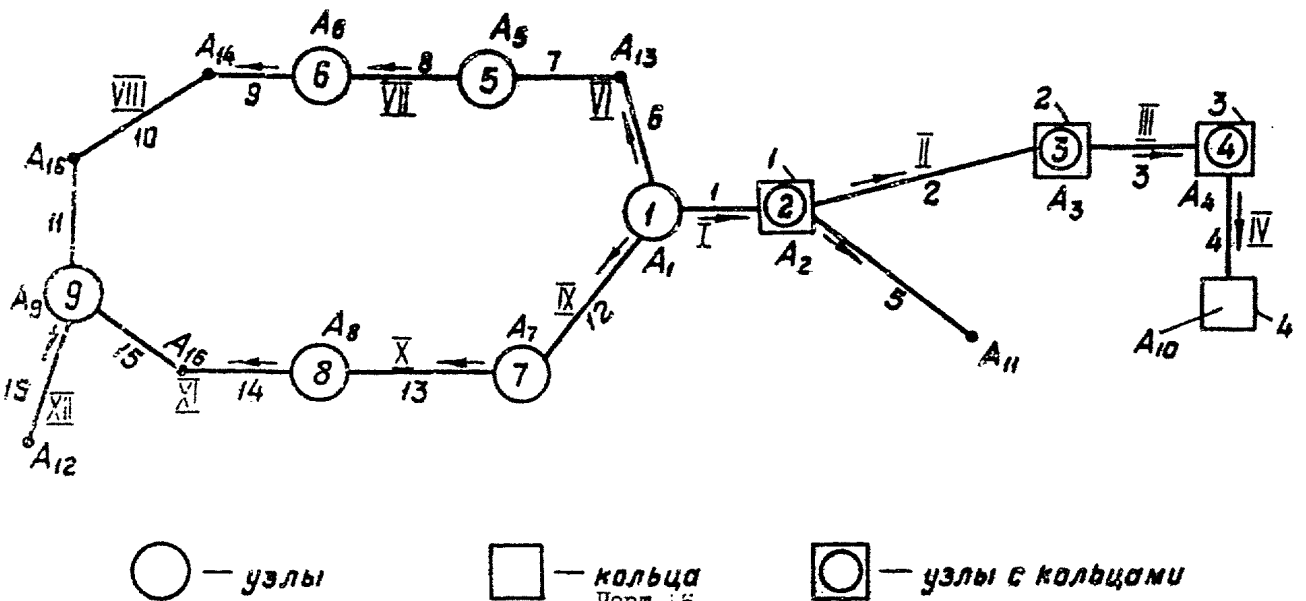
Черт.15

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 η, координатами центра эллипса η_0, z_a, углами $\varphi_н$, $\varphi_к$, определяющими начальную и конечную точки участка (черт.15в), и коэффициентом эллиптичности $\kappa = R/\bar{z}$, представляющим собой отношение полуоси эллипса, параллельной оси z, к полуоси эллипса, параллельной оси η.

Для каждого участка назначают число шагов интегрирования дифференциальных уравнений оболочки методом Рунге-Кутта-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

Структурная схема автоклава



Черт.16

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 исходной информации для расчета его напряженно-деформированного состояния.

2.I.4.I0. Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.6.

Таблица 6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		Входные параметры	
	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 приращение температуры (ND = 6, если температурное воздействие отсутствует, ND = I0, если задано температурное поле)	
	KO	Число ответвлений в структурной схеме	

Продолжение табл. 6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
	NH	Число различных толщин участков (число участков оболочек, толщины которых не повторяются)	
P	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 ЭВМ 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	
	KNU	Число ненулевых компонент граничных условий, заданных на свободных концах ответвлений	
w	NW	Константа, задаваемая равной 0	
Ω	WW	Ускорение силы тяжести в направлении оси z (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 = I 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 Ø.	
	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 положительна, если направлена вправо при движении вдоль меридиана в направлении	МПа

Продолжение табл.6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		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	
	E(4,NM+1,NT)	Массив численных значений механических и физических свойств материалов, из которых изготовлены элементы конструкции	
t		В первой строке массива приводят приращения температур (по отношению к нормальной температуре), при которых заданы свойства материалов.	°C
		Во 2÷5 строках массива в указанном ниже порядке приводят свойства материалов при заданных приращениях температур:	
α	AA	коэффициент линейного температурного расширения материала,	$^{\circ}C^{-1}$
E	AE	модуль упругости материала,	МПа
ν	AN	коэффициент Пуассона материала,	
ρ	AR	плотность материала.	$МПа \cdot с^2 м^{-2}$
		Для каждой величины отводят отдельную строку массива. При отсутствии температурного поля (ND = 0) AA = 0, при учете веса	

Продолжение табл.5

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		(WW = Ø), AR = Ø. После задания свойств одного материала для тех же температур задают свойства следующего материала	
	DO(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 = Ø;	
	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
		участок меридиана (черт. 15б, в). Углы положительны, если откладываются от оси z против часовой стрелки;	м, град.
	EL	коэффициент эллиптичности дуги меридиана, $EL = R/\bar{r}$ (черт. 16в). Для прямолинейного меридиана EL = 0, дуги окружности EL = 1, стандартного эллиптического днища EL = 0,5	
$t_н^+$, $t_н^-$	TNL, TNP	Приращение температуры (по отношению к нормальной температуре) левой и правой поверхности при движении вдоль меридиана в направлении обхода ответвления (в начале участка)	°C
$t_к^+$, $t_к^-$	TKL, TKP	То же в конце участка Если ND = 6, то TNL, TNP, TKL, TKP не записываются	°C
	HL(KNL)	Массив ненулевых компонент граничных условий на свободных концах ответвлений. Если KNL = 0, массив не задают. Порядок задания компонент для каждого ответвления следующий: M_r, V, H_r, U, V_z, W. Компоненты задают в порядке нумерации 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 ≠ Ø. Каждая строка массива представляет данные одного кольца. Данные задают в порядке нумерации колец. Для каждого кольца должны быть заданы величины в следующем порядке:	
$R_к$	RK	координаты центра кольца;	м
$z_к$	ZK		
F^*	FK	геометрические характеристики	м
S^*	SK	кольца:	$м^2$
J^*	FF		$м^3$
$t_к$	TK	приращение температуры центра кольца по отношению к нормальной, усредненное по площади кольца;	°С
M^*	PM	интенсивность внешнего момента, приложенного к кольцу. PM > Ø, если вращает сечение кольца по часовой стрелке;	МН
H^*	PH	интенсивность радиальной нагрузки, приложенной к кольцу. PH > Ø, если направлено вдоль положительного направления оси r ;	МН/м
V^*	PV	интенсивность осевой нагрузки, приложенной к кольцу. PV > Ø, 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 ≠ 0. Материалы нумеруют в порядке задания их свойств в массиве E	
	MO(N,0,2)	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	

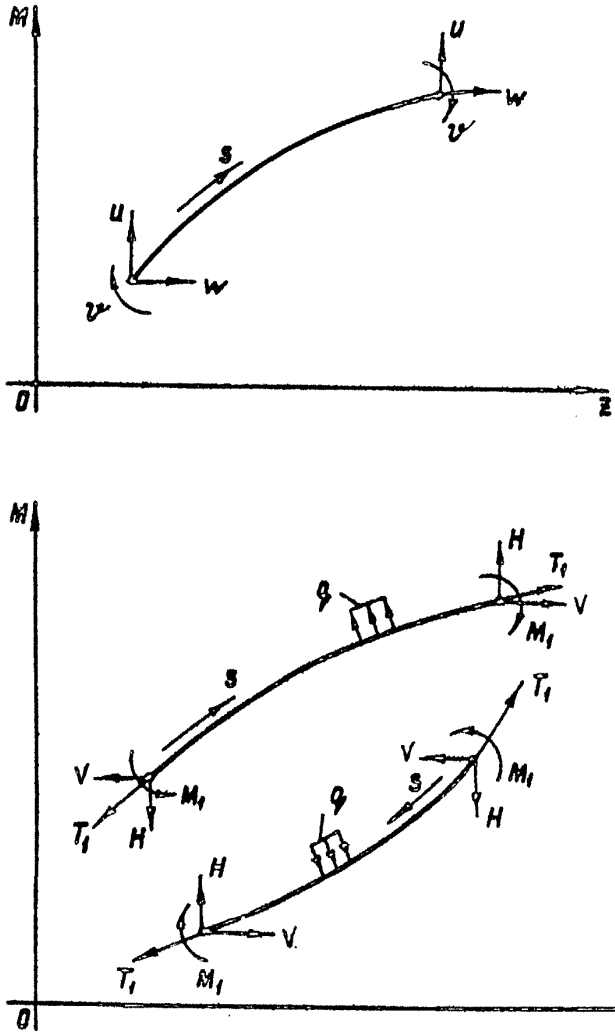
Продолжение табл.6

Значение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		N = 100÷200 для относительно длинных оболочек) (3 цифры);	
	NR	числа шагов интегрирования, через которое выдаются на печать результаты расчета для каждого участка (2 цифры)	
	KOD (K 0,2)	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 задан-	

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
		признака компонент компонентам граничных условий на конце ответвления в порядке их следования ставится в соответствие I, если они заданы, и Ø в противном случае. Полученное двоичное число разбивают на две части по 3 разряда, переводят в восьмеричную систему и записывают в качестве NUL. Второе пятизначное число состоит из:	
	NHL	признака ненулевых компонент из заданных компонент на конце ответвления (I цифра). Если конец подсоединен к узлу, то NHL = Ø. 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 Ø. Полученное число из двоичной системы переводят в восьмеричную и записывают в качестве NHL ;	
	NKL	номера кольца в конце ответвления. Если кольцо отсутствует, то NKL = Ø (2 цифры);	
	NNO	номера участка в массиве DO , с которого начинается данное ответвление (2 цифры)	

Продолжение табл.6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единиц величи
		Выходные параметры	
x	X	Независимая переменная интегрирования дифференциальных уравнений оболочки. Для прямолинейного меридиана это расстояние от начальной точки участка до рассматриваемой в направлении обхода.	м
		Для криволинейного меридиана это угол от радиуса-вектора, определяющего начальную точку участка, до радиуса-вектора, определяющего рассматриваемую точку.	град
		Угол откладывается в направлении обхода участка и является положительным, если обход участка производится против часовой стрелки (черт.15)	
M_1, M_2	M1,M2	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 отчетливо (черт.17)	кГ



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 z и ξ, а на площадке с нормалью, противоположной направлению обхода, положительны, если направлены против осей z и ξ (черт.17)	МН/м
T_1, T_2	T1, T2	Интенсивность соответственно касательной и окружной составляющих внутренних усилий, действующих в меридиональной плоскости. Усилия положительны, если вызывают растяжение срединной поверхности (черт.17)	МН/м
U, W	U, W	Перемещения точки меридиана по направлению z и ξ соответственно. Перемещения положительны, если совпадают с направлением осей z и ξ (черт.17)	м
φ	Y	Угол поворота элемента меридиана оболочки. Угол положительный, если вращение происходит по часовой стрелке (черт.17)	...^{0}

Продолжение табл.6

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
σ_2^+ , σ_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
σ_1^+, σ_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.I.4.II. Описание и исходный текст программы SHELL приведены в этом пункте ниже.

Программа составлена на языке PL /I ОС ЕС (версия 6.I).

```
/* 161 П/К */
SHELL; PROC OPTIONS(MAIN);
DCL (NW,WW,MG,G1L,G2L,G1P,G2P,G1,G2,G1) BIN FLOAT(21);                MN)
GET LIST (NU,NK,NO,ND,KO,NH,NQ,NT,NM,KNL,NW,WW,MG); CALL RO;
 RO; PROC; DCL(H(NH,2),Q(NQ,2),E(4*NM+1,NT),DO(NO,ND),DK(NK,9),HL(KNL)
)BIN FLOAT(21); DCL(NMK(NK),NKU(NU))BIN FIXED(15); DCL(MO(NO,2),KOD(KO,
2))DEC FIXED(5); DCL(SU(3*NU,3*NU),RSU(3*NU),(FMO,FM,F4,F3,F2,F1,FO)(6,
7),HN,HK,QN,Q4,S,X,PE,PZ,DS,D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,RK,ZK,FK,SK,FF,
TK,PM,PH,PV,RK,ZW,T,AA,AH,AE,AR,DT,PI,HX,G,D,PVX,PHX,T1,E1,T2,M2,L(3,3)
,P(3,7),R(KO,3,7),A(4),B(4),C(4),A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8)BIN FLOAT(53);
DCL(KR(8,3))BIN FIXED(15); DCL(Z,Z1,Z2)DEC FIXED(9);
GET LIST (NKU,H,Q,E,DO); IF KNL¬=0 THEN GET LIST (HL); IF NK¬=0 THEN
GET LIST (DK,NMK);
PUT DATA (NU,NK,NO,ND,KO,NH,NQ,NT,NM,KNL,NW,WW,MG);PUT EDIT('MACCИB NKU
',NKU)(SKIP,A,26 F(4));PUT EDIT('MACCИB H')(SKIP,A);PUT EDIT(H)(SKIP,10
 E(12,3));PUT EDIT('MACCИB Q')(SKIP,A);PUT EDIT(Q)(SKIP,10 E(12,3));PUT
 DATA (E)SKIP;PUT EDIT('MACCИB DO')(SKIP,A);
 PUT EDIT(DO)(SKIP,(ND) E(12,3));
     IF KNL¬=0 THEN DO; PUT EDIT('MACCИB HL')(SKIP,A); PUT EDIT (HL)
(SKIP,10 E(12,3));END;IF NK¬=0 THEN DO; PUT EDIT ('MACCИB DK')(SKIP,A);
PUT EDIT (DK)(SKIP,9 E(12,3));PUT EDIT('MACCИB NMK',NMK)(SKIP,A,25 F(3)
);END;
GET LIST(MO,KOD);
       PUT EDIT('MACCИB MO')(SKIP,A); PUT EDIT (MO)(SKIP,20 F(6));
PUT EDIT ('MACCИB KOD')(SKIP,A);PUT EDIT (KOD)(SKIP,20 F(6));
A(1),B(1),B(2)=0;A(2)=-1;C(1)=0.5;A1=3;A8=2;A7=SQRT(C(1));C(2)=1-A7;
C(3)=1+A7;C(4)=C(1)/A1;B(3)=A1*A7-A8;B(4)=-A8*(A8*A1+A7);A1=SQRT(A8);
A(3)=A1-A8;A(4)=-A8*(A8+A1);A6=19;A5=9/A6;A2=-59;A1=55/A2;A3=37;A2=A2/
A3;A3=-A3/9;A6=3.8;A7=-5;A8=C(4)/4;KR=0;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;
A8=-3.8;A4=-0.375;
PI=3.14159265358; NW=NW*PI/32.0; KHL=1; NRU=1; SU=0; RSU=0; KF=0; KS=7;
 IF NK=0 THEN GO TO MO1; DO I1=1 TO NU;
I2=NKU(I1); IF I2=0 THEN GO TO MK1;CALL MK;T=TK;NMC=NMK(I2); CALL ME;
D1=AA*AE*T*RK;I3=(I1-1)*3+1;D2=AR*RK*RK*FK;RSU(I3+2)=WW*D2-PV*RK;RSU(I3
)=D1*SK-PM*RK+AR*NW*NW*RK*RK*RK*SK;RSU(I3+1)=-PH*RK-D2*NW*NW-D1*FK;
SU(I3,I3)=-AE*DK(I2,5); SU(I3,I3+1)=AE*DK(I2,4); SU(I3+1,I3)=AE*DK(I2,
4); SU(I3+1,I3+1)=-AE*DK(I2,3); MK1;END;
MO1;Z1=KOD(NRU,1); KEO=Z1/10000; I2=Z1/100; NUN=I2-KEO*100; NUL=Z1-I2*
100; Z=KOD(NRU,2); NHL=Z/10000; I2=Z/100; NKL=I2-NHL*100; NNO=Z-I2*100;
```

```
FM(4,4)=1; FM(5,5)=1;FM(6,6)=1; END; ELSE GO TO M8;                    88888842
M1;NRO=1; IF NKN=0 THEN GO TO M8; CALL MR; IF KF^=0 THEN GO TO M21;    88888843
FM(1,3)=ZX*DK(NKN,2); FM(1,5)=DK(NKN,1)*RX; FM(4,2)=-FM(1,3); FM(6,2)= 88888844
-FM(1,5);GO TO M3;                                                     88888845
MR;CALL MR; M3;K1=1; K2=1; K4=10; K5=6; K0=8;K3=1;                     88888846
K4;FMO=0;FO=0;K2,K3=1;M5;CALL MP; IF K1^=0 THEN GO TO M6;DO I=1 TO 6;  88888847
DO J=1 TO K5; FMO(I,J)=A(K3)*FO(I,J)+R(K3)*FMO(I,J);FO(I,J)=DS*F4(I,J);88888848
FM(I,J)=FM(I,J)+C(K3)*(FO(I,J)+FMO(I,J)); END; END; K3=K3+1; K2=-K2;   88888849
IF K2<0 THEN X=X+DS/2; IF K3^=4 THEN GO TO M5; K=1; GO TO M4;           88888850
M6;IF KF^=0 THEN GO TO M22; M7;IF K5=N THEN GO TO M9;1; K5=K5+1;K4=K4+3;88888851
IF K4<8 THEN GO TO M10; K1=0; CALL M5; GO TO 01; M10;K1=1; FMO=FM;      88888852
CALL MA; CALL M5; X=X+DS; CALL MP; CALL MAU; GO TO M5;                 88888853
  M9;IF K6^=K5+NR THEN DO; IF KF^=0 THEN CALL MP; END; IF NRO^=KEO     88888854
THEN DO; NRO=NRO+1; GO TO M8; END; IF KF=0 THEN DO; IF NKL^=0 THEN DO; 88888855
NMO=NMK(NKL,1);2=N; CALL MK;T=TK; CALL ME;D3=FK*AE;                     88888856
D4=SK*AE;D5=FF*AE;D6=AA*T*AE+RK;      D1=RX-RK;D2=ZX-ZK; DO I=1 TO 7;  88888857
FM(1,I)=FM(1,I)-FM(3,I)*D2+FM(5,I)*D1; FM(4,I)=FM(4,I)+FM(2,I)*D2;     88888858
FM(6,I)=FM(6,I)-FM(2,I)*D1; IF NUL>24 THEN DO; FM(3,I)=FM(3,I)-FM(2,I)*88888859
D4+FM(4,I)*D3;FM(1,I)=FM(1,I)-FM(4,I)*D4+FM(2,I)*D5; IF I=7 THEN DO;   88888860
D7=AP*RK-RK;D8=D7*NV*NW+RK;D9=D8*SK;D8=D8+FK;D7=D7*NW*FK;FM(1,I)=FM(1,I)88888861
)+D4-SK*PM*RK+D9;FM(3,I)=FM(3,I)+D6+FK*PM*RK-D8;FM(5,I)=FM(5,I)+PV*RK+ 88888862
D7; END;END;END;END;END;ELSE GO TO M13;                                 88888863
I1=NUL/10+1;I2=NUL-I1*10+1;IF NUL>24 THEN DO;I=1;J=1;IF KR(I1,I)=0     88888864
THEN I=I+1; CALL MM; I=3;J=2; IF KR(I1,3)=2 THEN I=I+1; CALL MM; I=5;  88888865
J=3; IF KR(I2,2)=0 THEN I=I+1; CALL MM; END;  P=0;                     88888866
  F(1,5)=1;P(2,6)=1;P(5,7)=1; J=1; I=2; IF (NUL>24)&(KR(I1,2)=0) THEN  88888867
I=1; CALL MM; J=2; I=4; IF (NUL>24)&(KR(I2,1)=2) THEN I=3; CALL MM;    88888868
J=3;I=6; IF (NUL>24)&(KR(I2,1)=0) THEN I=5; CALL MM;                   88888869
  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)88888870
)/L(1,1); END; L(2,2)=L(2,2)-L(1,2)*L(2,1); L(2,3)=L(2,3)-L(1,3)*L(2,1)88888871
; DO I=1 TO 7; P(2,I)=P(2,I)-P(1,I)*L(2,1); END; L(2,3)=L(2,3)/L(2,2); 88888872
DO I=1 TO 7; P(2,I)=P(2,I)/L(2,2); END; L(3,2)=L(3,2)-L(1,2)*L(3,1);   88888873
L(3,3)=L(3,3)-L(1,3)*L(3,1); DO I=1 TO 7; P(3,I)=P(3,I)-P(1,I)*L(3,1); 88888874
END; L(3,3)=L(3,3)-L(2,3)*L(3,2); DO I=1 TO 7; P(3,I)=(P(3,I)-P(2,I)*L(88888875
3,2))/L(3,3);END;DO I=1 TO 7;P(2,I)=P(2,I)-P(3,I)*L(2,3);P(1,I)=P(1,I)-88888876
P(3,I)*L(1,3)-P(2,I)*L(1,2); END; I1=(NUM-1)*3; I2=(NUL-1)*3;           88888877
  DO K=1 TO 3;DO I=1 TO 3; SU(I1+K,I)=F(K,I)+SU(I1+K,I+1)*P(K,I); IF NUL<88888878
25 THEN DO;SU(I1+K,I2+I)=SU(I1+K,I2+I)*P(K,I+4);SU(I2+K,I2+I)=SU(I2+K,  88888879
I2+I)+(FM(2*K-1,I)*P(I,4+I)+FM(2*K-1,3)*P(2,4+I)*FM(2*K-1,3)*P(3,4+I)); 88888880
END;END;RSU(I1+K)=RSU(I1+K)+P(K,4); IF NUL<25 THEN RSU(I2+K)=RSU(I2+K)+ 88888881
```

```
END;R(NRU,*,*)=P(*,*);
IF NRU=KO THEN DO; NRU=NRU+1; GO TO MO1; END; ELSE I1=NU*3;
I=1; D1=1; MS1; D2=SQRT(ABS(SU(I,I)));; DO J=I TO I1; SU(I,J)=SU(I,J)/
D2; END; RSU(I)=RSU(I)/D2; IF I=I1 THEN GO TO MS3; I=I+1; K=1;
MS2; D3=SU(K,I)*SIGN(SU(K,K));; DO J=I TO I1; SU(I,J)=SU(I,J)-D3*SU(K,J)
;END;RSU(I)=RSU(I)-D3*RSU(K);K=K+1; IF K<I   THEN GO TO MS2;GO TO MS1;
MS3; RSU(I)=RSU(I)/SU(I,I);; IF I=1 THEN GO TO MS5; K=I; I=I-1;
MS4; RSU(I)=RSU(I)-SU(I,K)*RSU(K); K=K+1; IF (K-I)<I1 THEN GO TO MS4;
GO TO MS3; MS5; KF=1; NRU=1; KS=1; PUT EDIT (RSU)(SKIP,12 E(10,3));
PUT EDIT ('   X        G1-    G2+    G1-    G2-    G1      Y        U
W        T1        T2        M1        M2        V        H')(SKIP,A);
GO TO MO1;
M13; IF NRU=KO THEN GO TO ML; ELSE NRU=NRU+1; GO TO MO1;
M21;D1=ZX-DK(NKN,2); D2=RX-DK(NKN,1); FM(1,1)=FM(1,1)+FM(3,1)*D1-
FM(5,1)*D2; FM(4,1)=FM(4,1)-FM(2,1)*D1; FM(6,1)=FM(6,1)+FM(2,1)*D2;
GO TO M3;
M22;IF K5=K6 THEN CALL MF; GO TO M7;
M8; I=(NUN-1)*3+1; FM(2,1)=RSU(I); FM(4,1)=RSU(I+1); FM(6,1)=RSU(I+2);
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
(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,
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)+
R(NRU,3,3)*FM(6,1); IF NUL<25 THEN DO; I=(NUL-1)*3+1; D1=RSU(I); D2=
RSU(I+1); D3=RSU(I+2); FM(1,1)=FM(1,1)+R(NRU,1,5)*D1+R(NRU,1,6)*D2+
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)*
D3; FM(5,1)=FM(5,1)+R(NRU,3,5)*D1+R(NRU,3,6)*D2+R(NRU,3,7)*D3; END;
GO TO M1;
   ME;PROC; I3=(NMO-1)*4+2; IF NT=1 THEN DO; AA=E(I3,1); AN=E(I3+1,1);
AE=E(I3+2,1); AR=E(I3+3,1); GO TO ME1; END; I4=1;
ME2;IF (I4+1.5-NT<0)&(T-E(1,I4+1)>0) THEN DO; I4=I4+1; GO TO ME2; END;
D1=(T-E(1,I4))/(E(1,I4+1)-E(1,I4));AA=E(I3,I4)+(E(I3,I4+1)-E(I3,I4))*D1
; I3=I3+1; AN=E(I3,I4)+(E(I3,I4+1)-E(I3,I4))*D1; I3=I3+1; AE=E(I3,I4)+
(E(I3,I4+1)-E(I3,I4))*D1; I3=I3+1; AR=E(I3,I4)+(E(I3,I4+1)-E(I3,I4))*D1
; ME1;END ME;
   MR;PROC; I3=NMO+NRO-1; RM=DO(I3,1); RNO=DO(I3,2); ZNO=DO(I3,3);
RKO=DO(I3,4); ZKO=DO(I3,5); EL=DO(I3,6); IF ND>7 THEN DO; TNL=DO(I3,7);
TNP=DO(I3,8); TKL=DO(I3,9); TKP=DO(I3,10); END;
Z1=MO(I3,1); NMO=Z1/10000; I2=Z1/100; NHO=I2-NMO*100; NQO=Z1-I2*100;
Z1=MO(I3,2); N=Z1/100; NR=Z1-N*100; HN=H(NHO,1); HK=H(NHO,2); D9=1;X=0;
QN=Q(NQO,1); QK=Q(NQO,2); IF RM=0 THEN DO; PR=RKO-RNO; PZ=ZKO-ZNO;
D1=PR*PR+PZ*PZ; S=SQRT(D1); PR=PR/S; PZ=PZ/S; RX=RNO; ZX=ZNO; END;ELSE
DO;S=(ZKO-RKO)*PI/180;RX=RNO+RM*SIND(RKO);ZX=RM*COSD(RKO); IF EL=0
```

```
   MD:PROC; IF RM=0 THEN DO; RX=RND*PR*X; ZX=ZND*PZ*X; END; ELSE DO;D=.00000129
RXD*X=1.00/R;D2=PR*SIGN(DS);PR=RM*COSD(D);PZ=-RM*SIND(D);ZX=RM*COSD( .00000126
D));IF EL=0 THEN DO;ZX=ZX+EL;PZ=PZ-EL;END;D9=SQRT(PR*PR+PZ*PZ)*SIGN(DS.00000127
));RX=RND*RM*SIN(D);ZX=ZND*ZX;END; D1=X/S; HX=HN*(HK-HNI*D1); D2=BN*(BK.00000128
-BNI*D1);IF ND>7 THEN DO; D3=TNL*(TKL-TNL)*D1; D4=TNP*(TKP-TNP)*D1;    .00000129
DT=(D3+D4)/HK; T=(D3+D4)/2; END; CALL ME; D5=1+AN*ANI D4=(1+ANI*AA;    .00000130
G=AE*HX/D3; D=G=HX*HX/121 IF ND>7 THEN DO;D5=D4*DT*D9;D6=D4-T;D4=D5*AA;.00000131
D7=D4-DT; D8=D4*T; END; D4=PR/RX; PHX=(AR+NK*NK*RX*HX+D9-D2*PZ)*RX;     .00000132
PVX=(D2*PR-AR*NK*HX*D9)*RX;D2=PZ/RX;                                   .00000133
DO NS=1 TO KS; F1=(FM(3,NS)*D4+FM(5,NS)*D2)/D9; E1=T1/G+AN*FM(4,NS)/RX;.00000134
M2=FM(2,NS)*D4+D3*D/D9*AN*FM(1,NS)/RX; T2=FM(4,NS)*D3+G/RX+AN*T1;      .00000135
IF NS=KS&ND>7 THEN DO; E1=E1+D6; M2=M2+D*D7; T2=T2+G*D8; END; F4(1,NS)=.00000136
M2*PR+FM(3,NS)*PZ-FM(5,NS)*PR;F4(2,NS)=FM(1,NS)*D9/D/RX+AN*FM(2,NS)*D4;.00000137
F4(3,NS)=T2*D9;F4(4,NS)=F1*PR-FM(2,NS)*PZ; F4(5,NS)=0; F4(6,NS)=E1*PZ+  .00000138
FM(2,NS)*PR; IF NS=KS THEN DO; IF ND>7 THEN F4(2,NS)=F4(2,NS)+D5;       .00000139
F4(3,NS)=F4(3,NS)-PHX; F4(5,NS)=F4(5,NS)-PVX; END; END    ; END MP;     .00000140
   MS:PROC; F1=F2; F2=F3; F3=F4; END MS;                                .00000141
   MA:PROC; DO I=1 TO 6; DO J=1 TO KS; FM(I,J)=FMO(I,J)+A4*DS*          .00000142
(F1(I,J)+A3*(F2(I,J)+A2*(F3(I,J)+A1*F4(I,J))));  END; END; END MA;     .00000143
   MAU:PROC; DO I=1 TO 6; DO J=1 TO KS; FM(I,J)=FMO(I,J)+A8*DS*(F1(I,J).00000144
+A7*(F2(I,J)+A6*(F3(I,J)+A5*F4(I,J))));  END; END; END MAU;            .00000145
   MF:PROC; K6=K6+NR; G2=6+MG/(HX*HX); G1=MG/HX; G1L=T1*G1+FM(1,1)+G2/   .00000146
RX;V=FM(5,1)*MG/RX;G=X;IF RM=0 THEN G=X*180/PI;Y=FM(3,1)*MG/RX;QJ=FM(1.00000147
,1)*MG/RX;G2L=T2*G1+M2*G2;G1P=T1*G1+FM(1,1)+G2/RX;G2P=T2*G1+M2*G2;D=M2*.00000148
MG;G1=SQRT(G1L**2+G2L**2+G1L*G2L);G2=SQRT(G1P**2+G2P**2+G1P*G2P);G1=MAX.00000149
(G1,G2)*SIGN(G1,G2);                                                   .00000150
      G1=T1*MG;G2=T2*MG;PUT EDIT(G,G1L,G2L,G1P,G2P,G1,FM(2,1),FM(4,1).00000151
,FM(6,1),G1,G2,QJ,D,V,Y)(SKIP,E(9,0,4),5 F(6),3 E(9,2),6 E(9,0,4));END .00000152
MF;MH:PROC; IF KR(NH+1,J)^=0 THEN DO; FM(I,7)=FM(I,7)+HL(KHL);         .00000153
KHL=KHL+1; END; END  MH;                                               .00000154
   MN:PROC; L(J,1)=FM(I,1);L(J,2)=FM(I,3);L(J,3)=FM(I,5);P(J,1)=-FM(I,  .00000155
2);P(J,2)=-FM(I,4);P(J,3)=-FM(I,6);P(J,4)=-FM(I,7); END MN;            .00000156
   MK:PROC; RK=DK(12,1);ZK=DK(12,2);FK=DK(12,3);SK=DK(12,4);FF=DK(12,5).00000157
;TK=DK(12,6);PM=DK(12,7);PH=DK(12,8);PV=DK(12,9);END MK;               .00000158
HL;PUT EDIT('   X        G1=    G2=    G1=    G2=    G1      Y        U.00000159
   M        T1        T2        M1        M2        V        M');(SKIP,A); .00000160
                                                                       .00000161
END RO;GO TO MN;END SHELL;
```

PAGE 1 OF 1 26-01-87-86

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

Пакет перфокарт формируется в следующем порядке:

I. Карта JOB , содержащая шифр задания и пользователя, курсы памяти и т.п.

2. // ␣ EXEC ␣ PL1LFCLG

3. // PL1L.SYSIN ␣ DD ␣ *

4. Колода перфокарт с текстом программы SHELL

5. //GO.SYSIN ␣ DD ␣ *

6. Колода перфокарт исходных данных для пакета задач..

7. //

ЭВМ 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 ЭВМ или выдача ошибочных результатов. Окончание счета всегда происходит по концу файла, т.е. по нехватке информации (отсутствие 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.

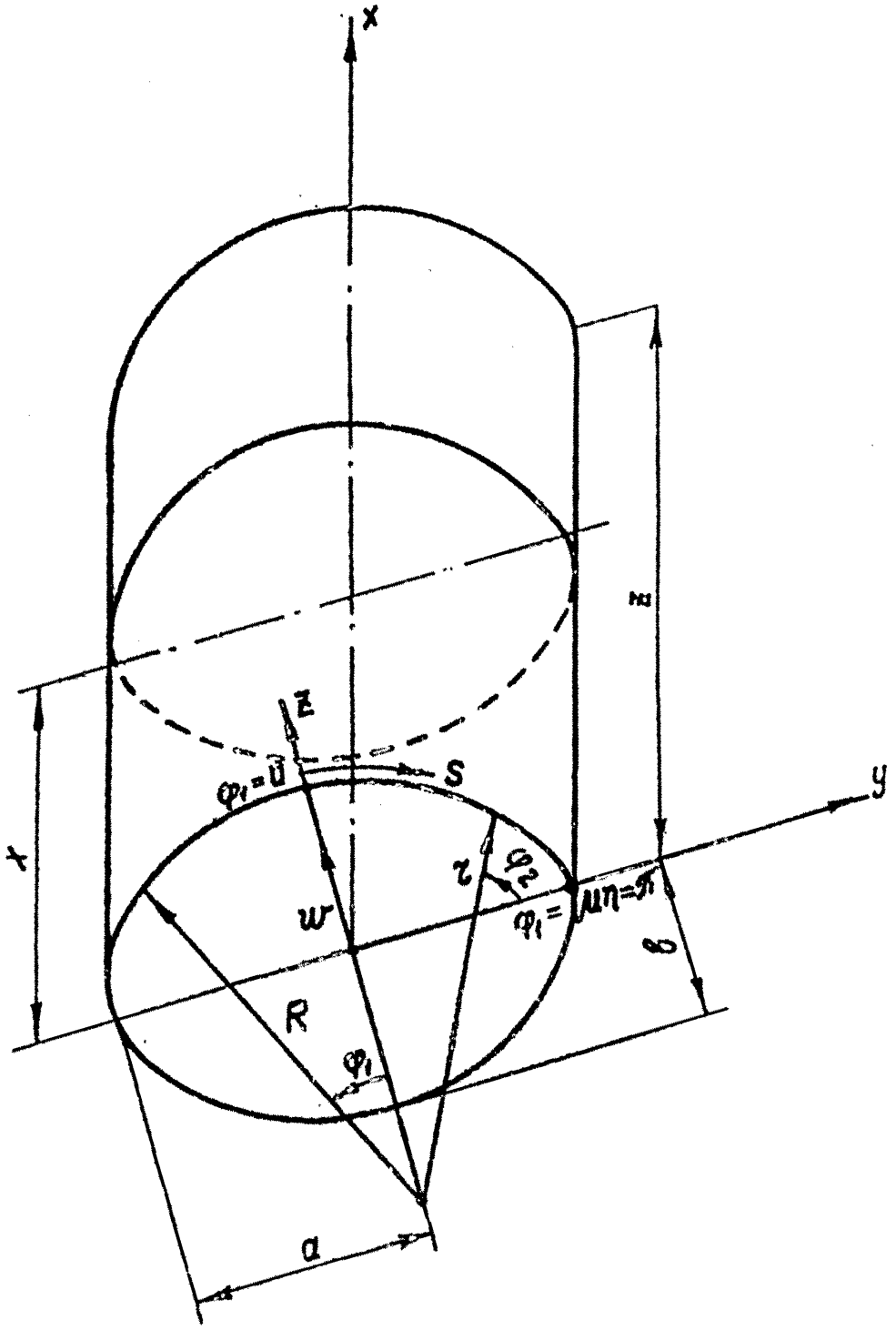
2.I.5. Влияние овальности на напряжения в корпусах автоклавов следует учитывать в соответствии с пп.2.I.5.I...2.I.5.4.

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 $\frac{h}{R_0} \leq 0,05$ (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 величины
		Входные параметры	
p	P	Внутреннее избыточное давление в корпусе автоклава	МПа
p_i	Pi	Рекомендуемый для циклического расчета шаг по давлению (p_i = 0,1 МПа)	МПа
ε	E %	Овальность поперечного сечения корпуса при p = 0	%
ε_i		Рекомендуемый для расчета шаг по овальности (ε_i = 0,1 %)	%
E	E	Модуль продольной упругости материала корпуса автоклава при расчетной температуре	МПа
ν	V	Коэффициент Пуассона материала корпуса автоклава	
h	H	Толщина стенки обечайки корпуса	м



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	B1	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
ξ, η		Соответственно осевая x и окружная S координаты, приведенные к безразмерному виду	
φ_1, φ_2		Центральные углы	...°
	Выходные параметры		
$T_1(\xi,\eta), T_2(\xi,\eta)$		Мембранные усилия на единицу длины соответственно в меридиональном и кольцевом направлениях	Н/м
$M_1(\xi,\eta), M_2(\xi,\eta)$		Изгибающие моменты на единицу длины соответственно в меридиональном и кольцевом направлениях	Н
$w(\xi,\eta)$	W	Радиальные перемещения	м

Продолжение табл.7

Обозначение в формулах	Обозначение в программе	Обозначаемая величина	Единица величины
$\sigma_1^в(\xi,\eta)$ $\sigma_1^н(\xi,\eta)$	$\sigma_1^в$ $\sigma_1^н$	Меридиональные напряжения соответственно на внутренней и наружной поверхностях корпуса автоклава	МПа
$\sigma_2^в(\xi,\eta)$ $\sigma_2^н(\xi,\eta)$	$\sigma_2^в$ $\sigma_2^н$	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 ε производят по следующим эмпирическим зависимостям, полученным в результате обработки данных измерений натурных автоклавов

$$a = (1 + 5.10^{-3}\varepsilon)R_o,$$
$$b = (1 - 5.10^{-3}\varepsilon)R_o,$$

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

Расчет вспомогательных величин и коэффициентов производят по формулам

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

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

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

$$\alpha = \frac{\varphi_1 R}{\varphi_1 R + \varphi_2 r},$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Расчет усилий, моментов и радиальных перемещений производят по формулам

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

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

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

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

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

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

Расчет радиальных перемещений и напряжений производят по формулам

$$w(\xi,\eta) = \frac{R^2 p}{2Eh} \rho \left(1 + \cos\frac{\mu\eta}{2}\right) \left[X_0 + \sum_{n=1}^{5} \left(1 + \frac{n^2\mu^2}{\lambda^2}\right) \times \right.$$

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

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

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

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

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

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

2.I.5.4. Описание программы АВТОСЧАВ и инструкция по ее эксплуатации изложены в этом пункте ниже.

Программа составлена на языке Фортран для машины ЕС-I022. Оперативная система ОС. Версия 4.I. Объем памяти - I02 Кб. Время счета ~ I мин I6 с.

Перед работой установить пакет на перфокарточное устройство ввода.

Состав пакета:

// JOBB ␣ JOB

// ␣ EXEC ␣ FORTGCLG

//SYSIN ␣ DD ␣ *

```
C       РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АВТОКЛАВА
140     PRINT 150
150     FORMAT(1H1)
        PRINT 130
        READ(5,120,END=160)NK
120     FORMAT(I3)
        DIMENSION XN(5),UN(5),SSI(5),RI(5),RM(5)
        REAL L
10      READ100,A,B1,H,L,V,E,P,X
100     FORMAT(2F7.4,F6.3,F3.0,F5.2,F10.1,F6.3,F6.3)
        PRINT300
  300   FORMAT(40X,7HТАБЛИЦА,/,20X,10HРЕЗУЛЬТАТЫ,2X,7HРАСЧЕТА,2X,
       *10HНАПРЯЖЕНИЯ,2X,1HB,2X,8HОВАЛЬНОЙ,2X,8HОБОЛОЧКЕ,/,
       *20X,9HАВТОКЛАВА,8X,1H,,2X,8HТОЛЩИНОЙ,2X,6HСТЕНКИ,2X,1H*,/,
       *20X,1HC,2X,6HУЧЕТОМ,2X,8HДЕЙСТВИЯ,2X,11HВНУТРЕННЕГО,2X,
       *8HДАВЛЕНИЯ)
130     FORMAT(/////)
        PRINT600
600     FORMAT(//,2X,1H:,10HОВАЛЬНОСТЬ,1H:,7HБОЛЬШАЯ,1H:,2X,5HМАЛА
       *1H:,8HДАВЛЕНИЕ,1H:,6HЦЕНТР.,1H:,11HПЕРЕМЕЩЕНИЕ,1H:,
       *1X,14HМЕРИДИОНАЛЬНЫЕ,1X,10HНАПРЯЖЕНИЯ,1X,1H:,2X
       *9HКОЛЬЦЕВЫЕ,1X,10HНАПРЯЖЕНИЯ,3X,1H:,/,
       *2X,1H:,3X,3HE,%,4X,1H:,7HПОЛУОСЬ,1H:,
       *7HПОЛУОСЬ,1H:,1X,7HP, МПА ,1H:,
       *1X,4HУГОЛ,1X,1H:,2H--,
       *9H---------,1H:,27H-------------------------,1H:,
       *25H-------------------------,1H:,/,
       *2X,1H:,10X,1H:,2X,4HA, M,1X,1H:,2X,4HB, M,1X,1H:,
       *3X,1H:,2X,4H,РАД,1H:,11X,1H:,
       *12HНА НАРУЖНОЙ ,1H:,14HНА ВНУТРЕННЕЙ 1H:,
       *11HНА НАРУЖНОЙ,1H:,13HНА ВНУТРЕННЕЙ,1H:,/,
       *2X,1H:,10H---------,1H:,7H-------,1H:,7H-------,1H:,
       *3H---------,1H:,6H-----,1H:,11H----------,1H:,
       *12HПОВЕРХНОСТИ ,1H:,14H ПОВЕРХНОСТИ ,1H:,
       *11HПОВЕРХНОСТИ,1H:,13H ПОВЕРХНОСТИ 1H:,/,
       *2X,1H:,10X,1H:,7X,1H:,7X,1H:,8X,1H:,6X,1H:,11X,1H:,
       *8X,4HМПА ,1H:,9X,5HМПА ,1H:,
       *7X,4HМПА ,1H:,8X,5HМПА ,1H:)
        PRINT 700
700     FORMAT(2X,35H-------------------------------,
```

```
                *20H-------------------,
                *550-------------------------------------------------------
0017        500  FORMAT(1H+,39X,F6.4,1X,F11.5,1X,F12.5,1X,
                *F14.5,1X,F11.5,1X,F13.5,1X,/)
0018        400  FORMAT(5X,F7.5,1X,2(1X,F7.5),3X,F4.1,3X)
0019             PI=3.14159
0020             K2=1
0021             NC1=1
0022             NC2=1
0023             SWO=0
0024             SWP=0
0025             SHO1=0
0026             SHP1=0
0027             SBO1=0
0028             SBP1=0
0029             SHO2=0
0030             SHP2=0
0031             SBO2=0
0032             SBP2=0
0033             P1=0.1
0034        20   R=A**2/B1
0035             R1=B1**2/A
0036             SI=K/R
0037             EP=200*(A-B1)/(A+B1)
0038             PRINT400,EP,A,B1,P1
0039             FI1=ARCOS((R1*B1-R*A)/(SQRT(A**2+B1**2)*
                *(R1-R)))+ARCOS(A/SQRT(A**2+B1**2))
0040             FI2=PI/2-FI1
0041             AL=(FI1*R)/(FI1*R+FI2*R1)
0042             AK=2*(AL*R/R1*(1-AL))
0043             RO=2*(AL*R1/R*(1-AL))
0044             UM=(PI*R)/(FI1*R+FI2*R1)
0045             DL=PI*R/L
0046             AO=AK/RO*2*DL**2
0047             B=SQRT(12*(1-UM)**2)*R/H
0048             C=(4*B**2)/(PI*DL**2*(DL**4*RO**2+B**2))
0049             DO 30 I=1,5
0050             RI(I)=(2*(1-R1/R)*SIN(I*AL*PI))/(PI*I)
0051             SS(I)=I**4*UM**4-AO*I**2*UM**2*DL**4
0052             UN(I)=-C*RI(I)*(I**2*UM**2+DL**2)*
```

```
                *(SSI(I)*DL**4)*B*R0*DL**2/
                *((SSI(I)**2*R0**2)+B**2*DL**4)
0053             XN(I)=G*RI(I)*DL**4*(I**2*UM**2+DL**2)*
                *(B**2-SSI(I)*R0**2)/(SSI(I)**2*R0**2+B**2*DL**4)
0054        50   CONTINUE
0055             K1=1
0056             X0=A*R0*B**2/(P1*(DL**4*R0**2+4*B**2))
0057             U0=-4*R0**2*DL**2*B/(PI*(DL**4*R0**2+4*B**2))
0058             T=0.0
0059        200  SM=0.0
0060             SM1=0.
0061             DO 40 I=1,5
0062             SM=SM+RI(I)*COS(I*T)
0063             SM1=SM1-(1+(I**2+UM**2)/DL**2)*XN(I)*COS(I*T)
0064        40   CONTINUE
0065             RR=0.5*R0+SM
0066             W=R**2*P*RR*(1+COS(T/2))*(X0+SM1)*SIN(DL*SI)/(2*E*H)
0067             SM1=0.0
0068             SM=0
0069             DO 60 I=1,5
0070             SM=SM+(I**2+UM**2+DL**2)*XN(I)*COS(I*T)
0071             SM1=SM1+UN(I)*COS(I*T)
0072        60   CONTINUE
0073             V1=R**2*P/B
0074             D=D1**2+X0+SM
0075             Q1=D0+SM1
0076             RM2=V1*((Y-1)*RR+D/B-D1)*SIN(DL*SI)
0077             RM1=V1*((1-V)*RR+D/B-V*D1)*SIN(DL*SI)
0078             SM=0.
0079             SM1=0.
0080             DO 70 I=1,5
0081             SM=SM+((I**2+UM**2+DL**2)*UN(I)*COS(I*T))/B
0082             SM1=SM1+XN(I)*COS(I*T)
0083        70   CONTINUE
0084             T2=R*P*RR*(DL**2*U0/B+SM*4/PI)*SIN(DL*SI)
0085             T1=R*P*(X0+SM1)-T2
0086             SCH1=T1/H+6*RM1/H**2
0087             SCH2=T2/H+6*RM2/H**2
0088             SCB1=T1/H-6*RM1/H**2
0089             SCB2=T2/H-6*RM2/H**2
```

```
      NC2= NC2
      IF(NC2)80,75,75
80     =P1
      B1=B1+W
      TR=0
      SWO=SWO+W
      SHO1=SHO1+SGH1
      SBO1=SBO1+SGB1
      SBO2=SBO2+SGB2
      IF(NC1.EQ.2) GO TO85
      SHO2=SHO2+SGH2
      GO TO 95
85    SHO2=SHO2-SGH2
95    PRINT 500,TR,SWO,SHO1,SBO1,SHO2,SBO2
      GOTO 200
75    P1=P1+P
      TR=P1
      SWP=SWP+W
      SHP1=SHP1+SGH1
      SBP1=SBP1+SGB1
      SHP2=SHP2+SGH2
      IF(NC1.EQ.2)GO TO115
      SBP2=SBP2+SGB2
      GO TO 125
115   SBP2=SBP2-SGB2
125   PRINT 500,TR,SWP,SHP1,SBP1,SHP2,SBP2
      IF(NC1-NK)110,90,90
110   NC1=NC1+1
      A=A+W
      GOTO 20
90    PRINT 130
      GOTO 140
110   STOP
      END
```

исходный текст программы

```
/*
/GO.SYSIN ␣ DD ␣*
```

блок исходных данных

```
/*
//
```

Результатом работы программы является распечатка результатов расчета на АЦПУ.

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

Таблица 8

Обозначение в формулах	P	a	b	h	L	ν	E	p_1	x
Обозначение в программе	P	A	B1	H	L	V	E	P1	X
Формат	I3	F7.4	F7.4	F6.3	F 3.0	F 5.2	F I0.I	F6.3	F6.3

Пример расчета приведен в справочном приложении 7.

2.I.6. Соединения с патрубками

2.I.6.I. Статический расчет на прочность узлов соединения обечаек корпусов (рубашек) с патрубками производится по ГОСТ 24755-8I 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)

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

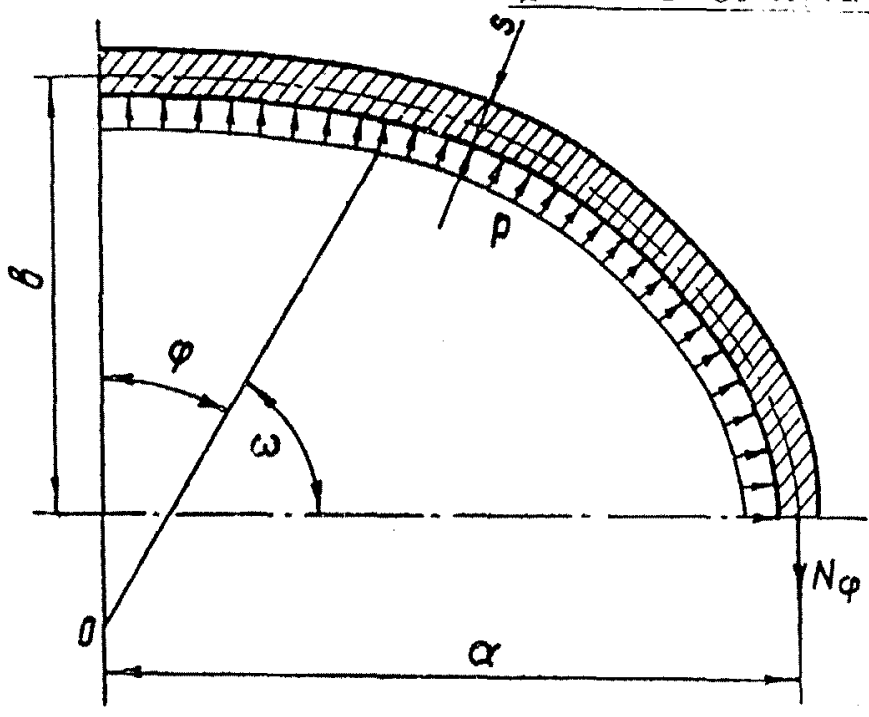
где

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

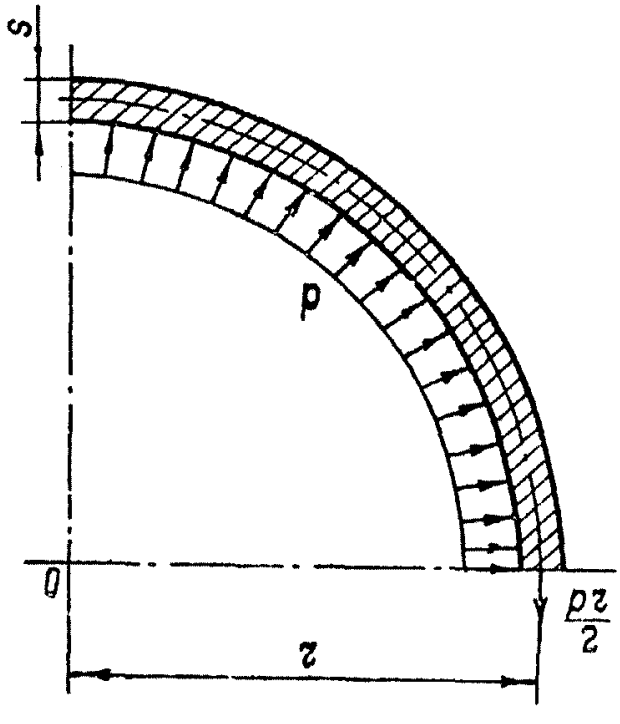
$$N_\varphi = \frac{Pr_2}{2},$$

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

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



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 $\frac{P_2}{2}$, определяют 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:

I - 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;

I0 - уплотнитель.

2.4.2. Байонетные затворы под действием внутреннего избыточного давления.

2.4.2.I. Условные обозначения (черт.2I-28):

p - внутреннее избыточное давление в корпусе автоклава, МПа;

p_1 - внутреннее избыточное давление на уплотнитель, МПа;

D - внутренний диаметр цилиндрической обечайки корпуса автоклава, м;

D' - внутренний диаметр уплотнителя, м;

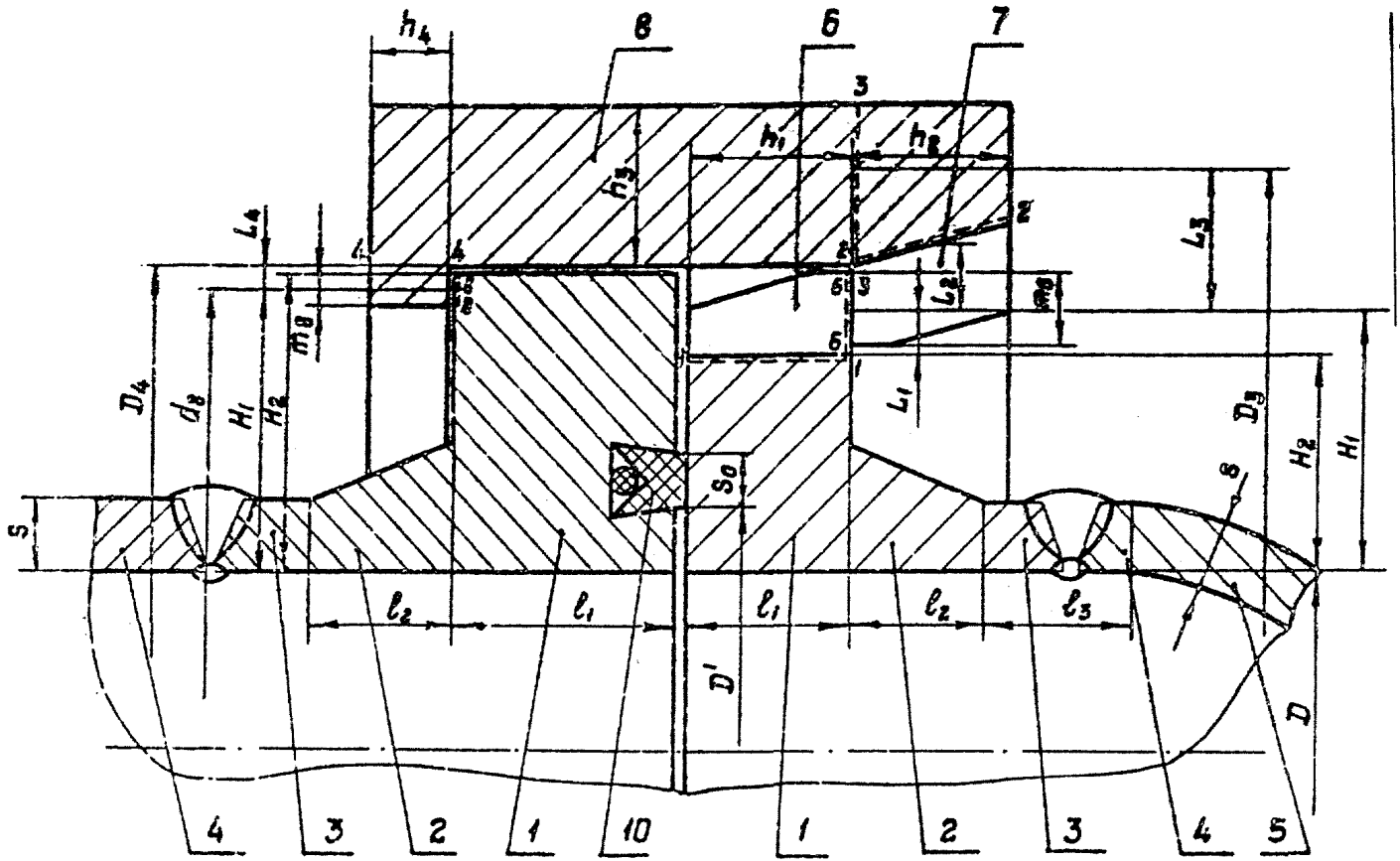
D_i - средний диаметр i -го расчетного сечения, м;

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

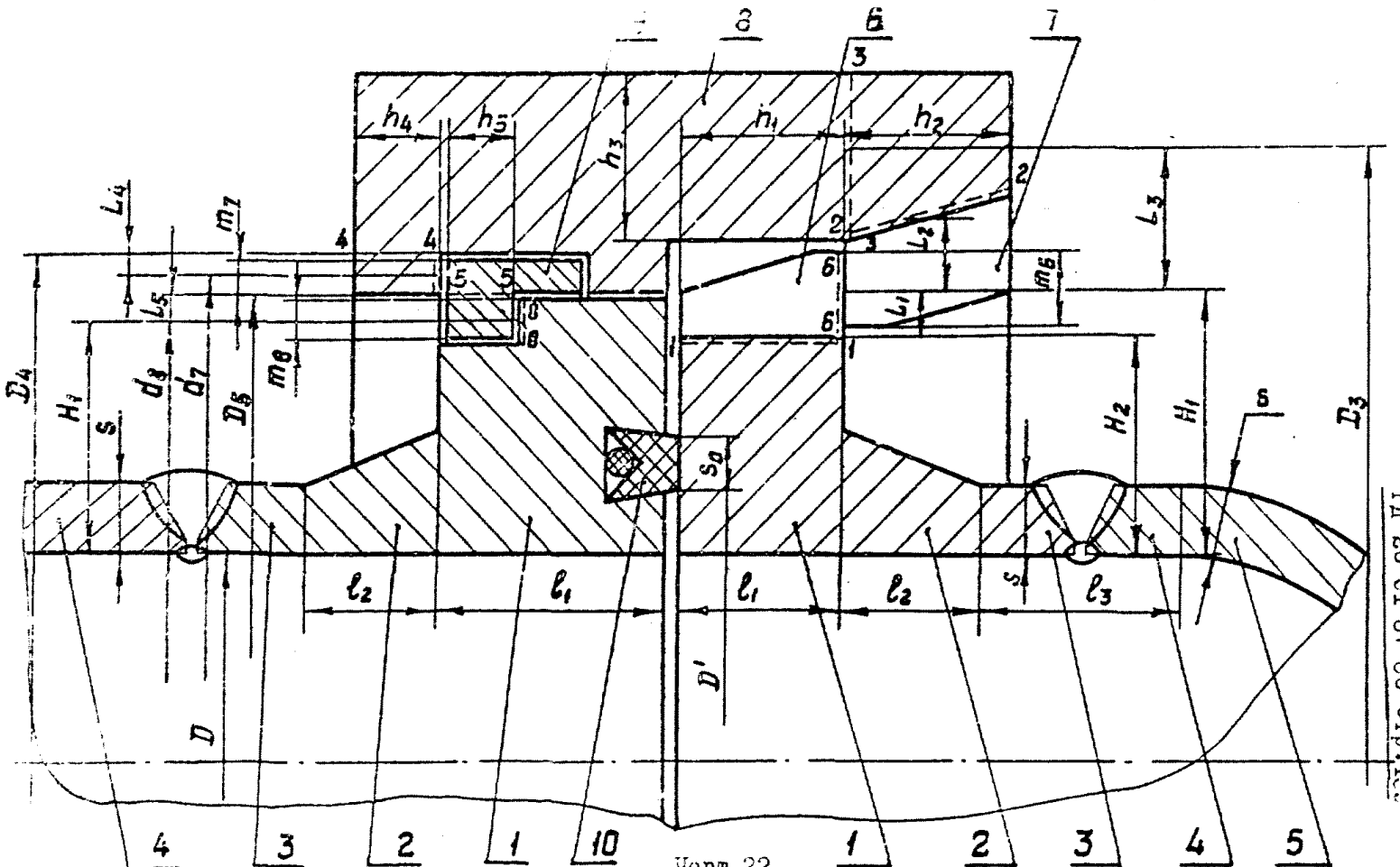
h_i - толщина i -го расчетного сечения, м;

b_i - плечо приложения нагрузки в i -м расчетном сечении, м;

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

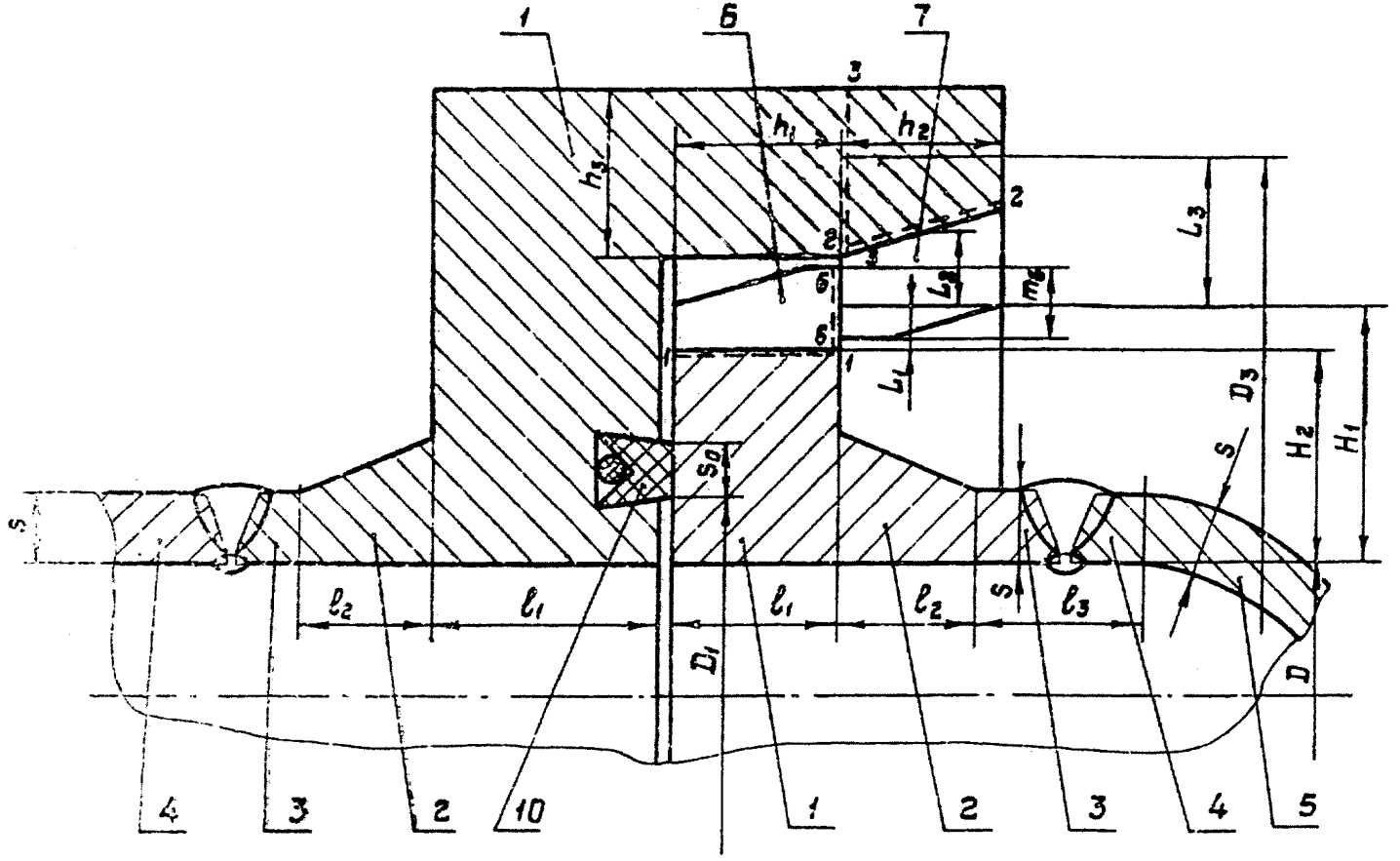

h4
8
6
7
3
h1
h2
h3
L4
L3
L2
m8
L1
D4
d8
H1
H2
D3
H2
H1
S
S0
δ
l2
l1
l1
l2
l3
D'
D
4
3
2
1
10
1
2
3
4
5

Черт.31

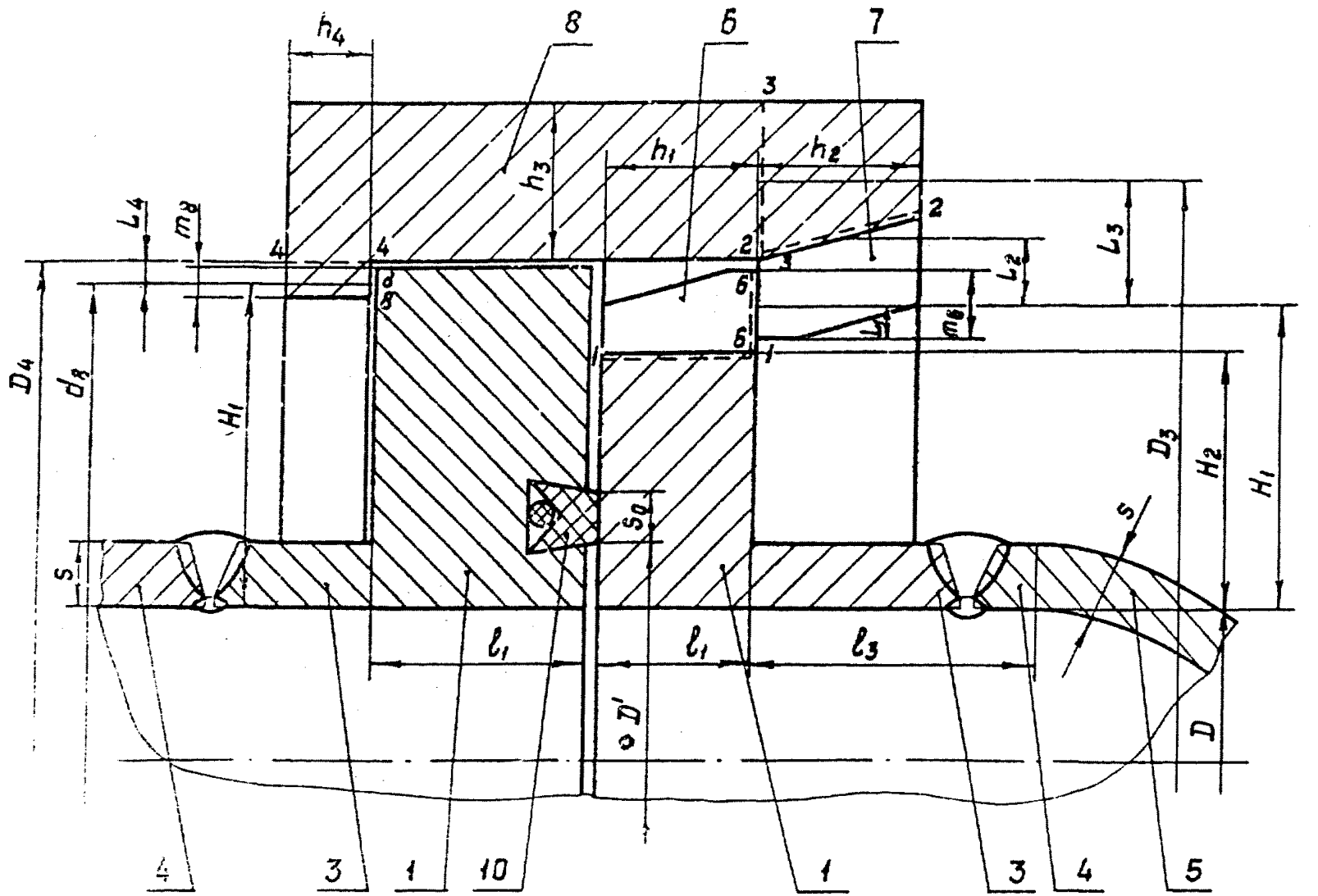


8
6
7
3
h4
h5
h3
h1
h2
2
L4
m7
4
4
5
5
L5
8
8
L2
L3
6
6
m6
L1
1
1
D4
H1
s
d8
d7
D5
m8
s0
H2
H1
s
D3
l2
l1
l1
l2
s
l3
D'
D
4
3
2
1
10
1
2
3
4
5

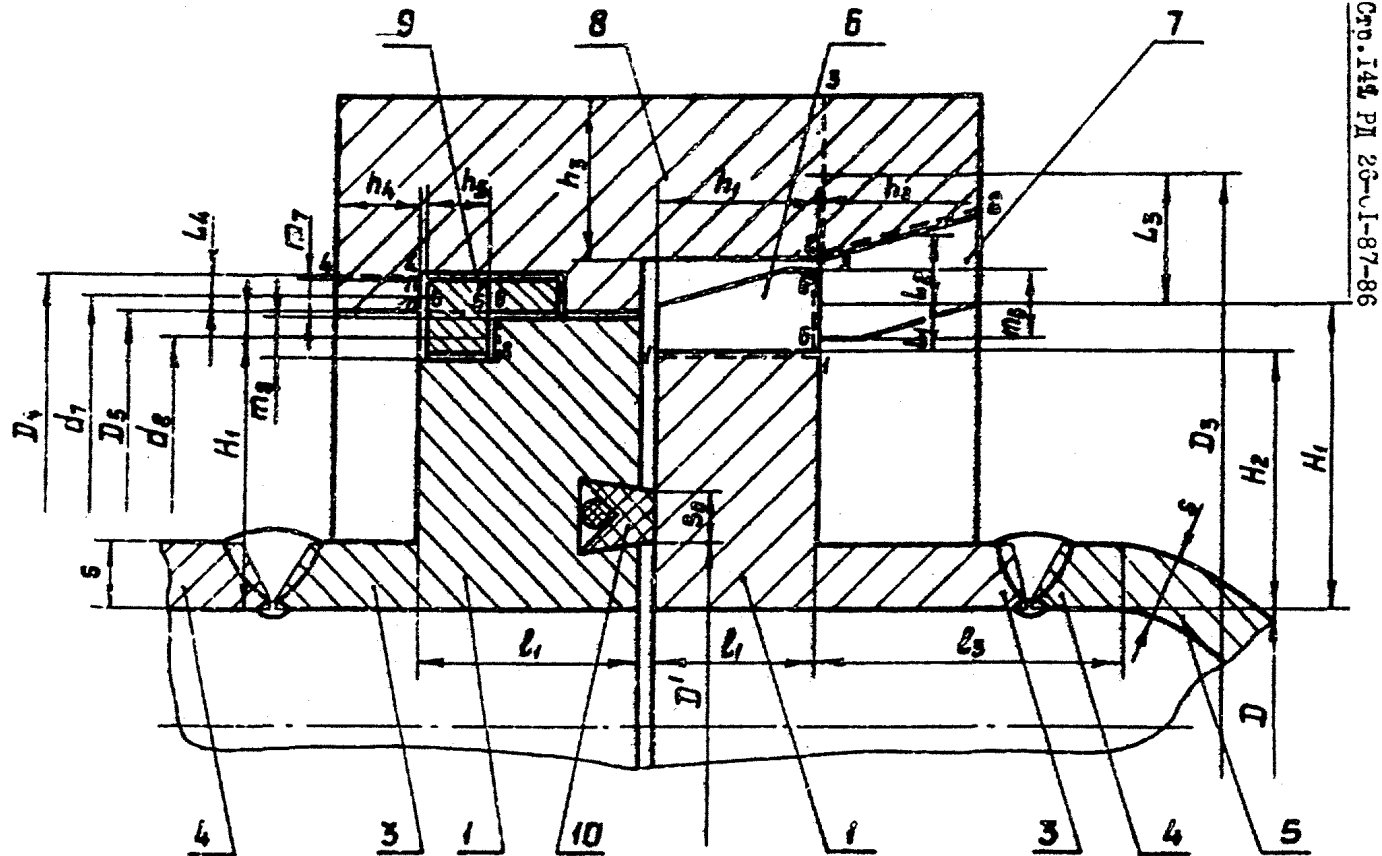
Черт.22



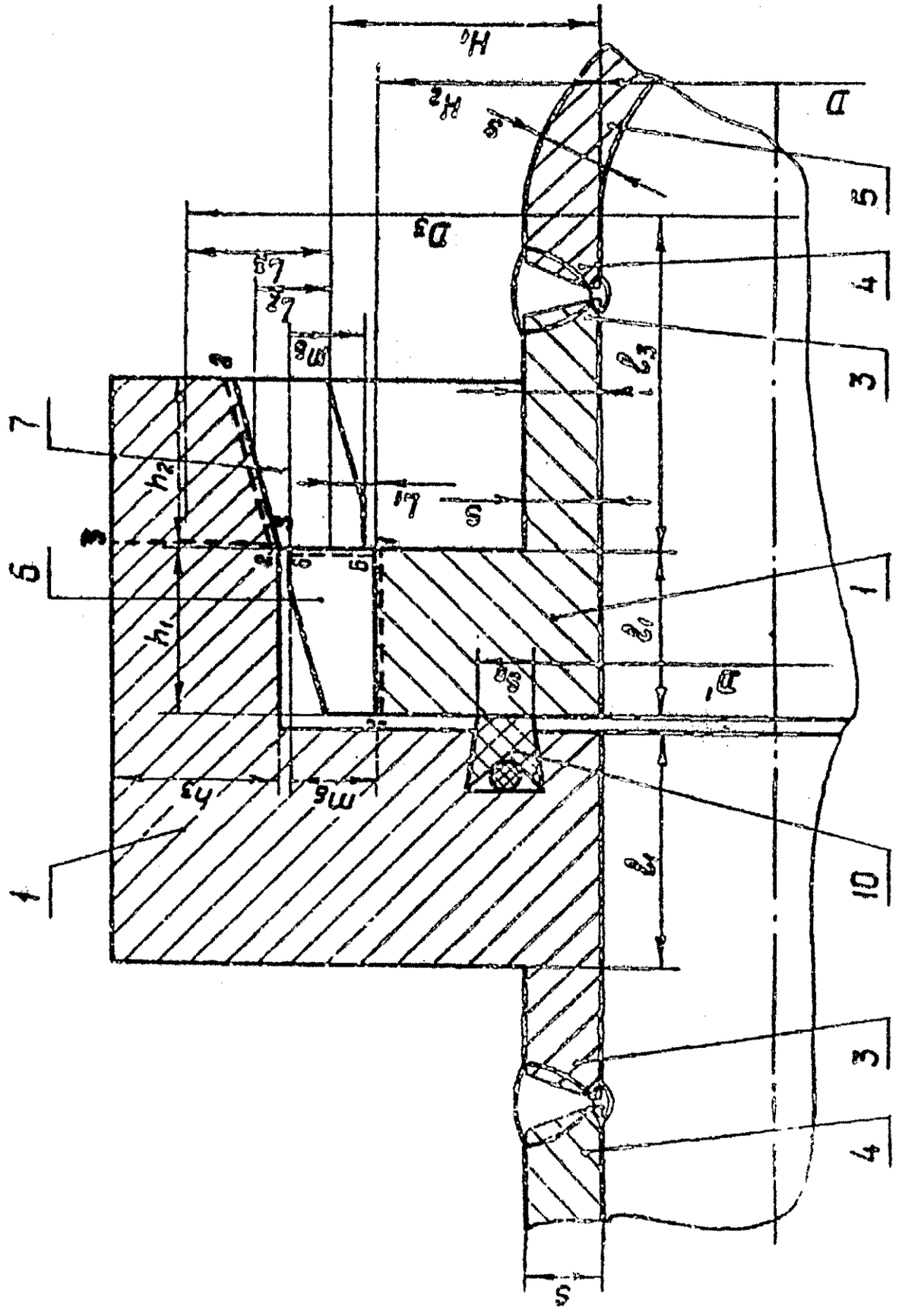
Черт.23


h4
8
6
7
3
h1
h2
h3
L4
m8
4
4
2
2
3
6
6
1
1
L2
L3
m6
L1
D4
d8
H1
D3
H2
H1
S
S0
S
l1
l1
l3
D'
D
4
3
1
10
1
3
4
5

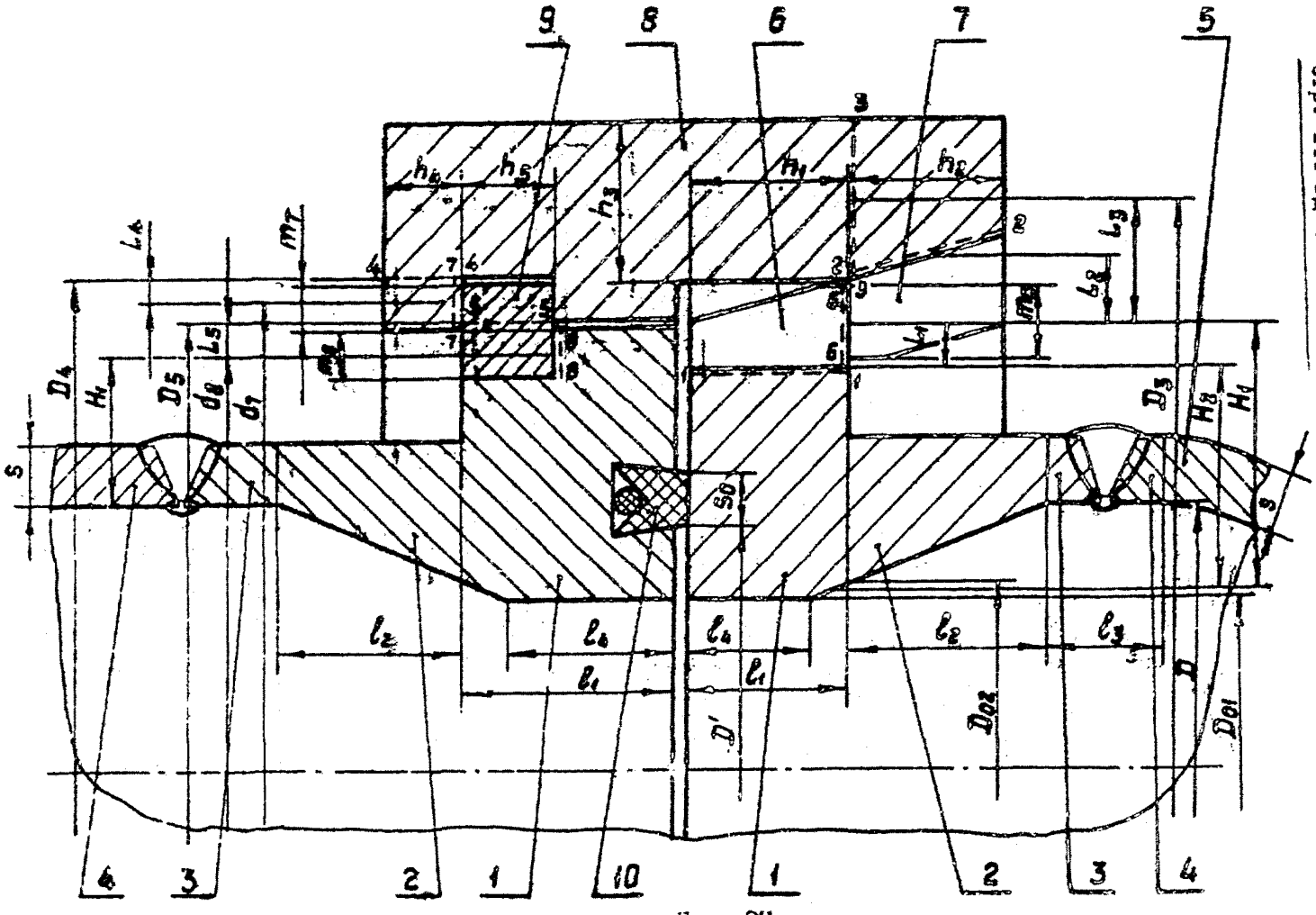
Черт.24


9
8
6
7
3
h_4
h_6
h_5
h_1
h_2
L_4
L_3
L_2
m_3
m_2
D_4
d_1
D_5
d_6
H_1
D_3
H_2
H_1
S_2
S
l_1
l_1
l_3
D'
D
4
3
1
10
1
3
4
5

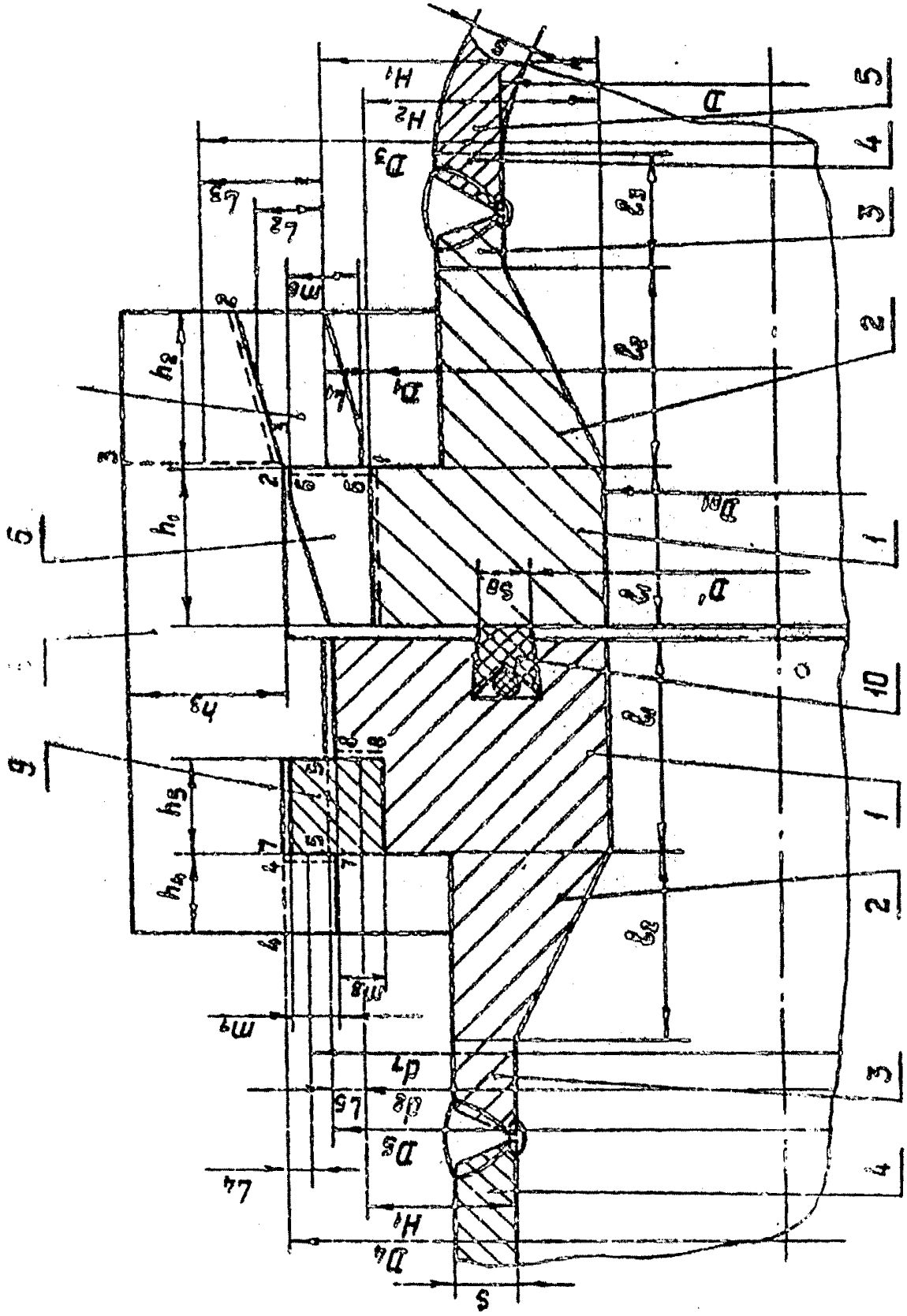
Черт.25



Черт.26


9
8
6
7
5
h_4
h_5
h_3
h_1
h_2
L_4
m_7
L_5
m_8
D_4
H_1
D_5
d_8
d_7
L_3
L_2
m_9
L_1
D_3
H_8
H_1
S
S_0
l_2
l_4
l_4
l_2
l_3
l_1
l_1
D'
D_{02}
D
D_{01}
4
3
2
1
10
1
2
3
4

Черт.27



Черт.28

S_0 – ширина уплотнителя, м;

S_u – исполнительная толщина стенки цилиндрической обечайки корпуса или цилиндрической отбортовки днища 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 днища крышки, м;

b – ширина зуба байонетного затвора в кольцевом направлении, м;

H_1, H_2 – линейные размеры в соответствии с черт.2I-28, м;

D_{o1}, D_{o2}, l_4 – линейные размеры в соответствии с черт.27, 28, м;

n – число зубьев;

H – высота внутренней части эллипсоидного днища крышки, м;

E – модуль продольной упругости материала при расчетной температуре, МПа;

ν – коэффициент Пуассона материала автоклава;

K – уклон конического элемента байонетного фланца корпуса (крышки);

K_1 = I,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 днища крышки 5 и ее цилиндрической отбортовки и до точки соединения цилиндрического элемента 3 с кольцом байонетного фланца;

T_{22} - шаг вычисления напряжений в эллипсоидной части крышки, ...°.

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 ...°;

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

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

σ_1, σ_2, σ_3, σ_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, $м^{-1}$;

$s = s_u - C$ – толщины стенки цилиндрической обечайки корпуса или цилиндрической отбортовки днища крышки, м;

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

$D_o = \frac{D_{o1} l_u + 0{,}5 (D_{o1} + D_{o2})(l_1 - l_u)}{l_1}$ – расчетного внутреннего 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 характеристик поперечного сечения кольца байонетного фланца (для прямоугольного сечения $J_1 = l_1 \ln \frac{D_1}{D}$; $J_2 = \frac{l_1^2}{12} J_1$),

где F – площадь поперечного сечения кольца фланца, $м^2$;

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

$Q_p = \frac{\pi D'^2}{4} p + \pi S_0 (D' + S_0) p_1$ – расчетной нагрузки, МН.

.4.2.3. Расчет на прочность байонетного и промежуточно-
ец и зубьев байонетного затвора (черт.21-28) следует
ить по формулам:

ормальные напряжения и напряжения среза в сечении i-i

$$\sigma_{ni} = K_1 \frac{6 Q_p l_i}{n b h_i^2}, \quad \tau_{cpi} = K_1 \frac{Q_p}{n b h_i} \qquad (i = 1; 2);$$

$$\sigma_{ni} = 0{,}5 \cdot K_1 \frac{Q_p (6 l_i + h_i)}{\pi D_i h_i^2}, \quad \tau_{cp_i} = 0 \qquad (i = 3);$$

$$\sigma_{ni} = \frac{6 Q_p l_i}{\pi D_i h_i^2}; \quad \tau_{cp} = \frac{Q_p}{\pi D_i h_i} \qquad (i = 4; 5);$$

напряжения смятия на площадке контакта i-i

$$\sigma_{cmi} = K_1 \frac{Q_p}{n b m_i} \qquad (i = 6);$$

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

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

$$\sigma_{ni} \leq \sigma_{don}; \quad \tau_{cpi} \leq 0{,}6\, \sigma_{don}; \quad \sigma_{cm} \leq 2\, \sigma_{don},$$

σ_{don} принимается по ГОСТ 14249-80.

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

номерности распределения нагрузки по зубцам и неосесимметричности 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

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

для фланца корпуса

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

где σ_o и $\sigma_м$ – 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 I и цилиндрическим элементом 3 байонетного фланца корпуса или крышки (черт.2I-23) проводят на ЭВМ ЕС-I022 по программе BRP /247 (FFORTRAN, ДОС ЕС).

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

Управляющие операторы программы следующие:

//JOB	BRP/[illegible]	– оператор начала задания;
//OPTION	LINK	– оператор, устанавливающий выполнение программы только в текущем задании;

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

/* - конец файла.

//EXEC LNKEDT - вызов программы РЕДАКТОР.

// EXEC - оператор, указывающий на необходимость выполнения обрабатывающей программы.
<исходные данные>

/* - конец файла.

/& - конец задания.

Распечатка программы BRP /247 приведена ниже.

Исходные данные перфорируются по одному числу на каждой перфокарте в формате F2Ø.IØ с точкой с первой колонки.

Условные обозначения и идентификаторы программы приведены в табл.9.

Таблица 9

№ перфокарты	Обозначение в формулах и на черт. 2I-23	Обозначение в программе	№ перфокарты	Обозначение в формулах и на черт. 2I-23	Обозначение в программе
		Входные параметры			
I	ν	V	9	H_1	H3
2	P	P	I0	S'	S1
3	P_1	P1	II	S_0	S2
4	R	R	I2	S	B
5	ℓ_3	L1	I3	K	BK
6	ℓ_2	L2	I4	γ	G
7	ℓ_1	L3	I5	d_1	D1
	H_2	H_2	I6	d_2	D2

```
C       БАЙОНЕТНЫЙ ЗАТВОР С КОНИЧЕСКОЙ ВТУЛКОЙ
        COMMON /AD/D,GG
        DIMENSION PI(3,4),Y(4),DERY(4),S(12)
        REAL L1,L2,L3,MO,M,M1,M2
        INTEGER PP
      1 FORMAT(25X,'BRP/247     EC-1022 ЛЕНИНИХИММАШ'//
       *5X,'РАСЧЕТ БАЙОНЕТНОГО ЗАТВОРА С КОНИЧЕСКОЙ ВТУЛКОЙ'//
       *10X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:'//)
        PRINT 1
      2 FORMAT(F20.10/2(-1PF20.10/),9(-2PF20.10/),
       *0PF20.10/2PF20.10/-2PF20.10/6PF20.10)
        READ 2,V,P,P1,R,L1,L2,L3,H2,H3,S1,S2,B,BK,G,D1,D2
      3 FORMAT(5X,'V=',F11.3/5X,'P=',-1PF11.3/5X,'P1=',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,'S0=',F10.3/5X,'S=',F11.3/
       *5X,'K=',0PF11.3/5X,'G=',2PF12.4/5X,'J1=',-2PF10.3/5X,'J2=',6PF10.3
       *//10X,'РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:'//)
        PRINT 3,V,P,P1,R,L1,L2,L3,H2,H3,S1,S2,B,BK,G,D1,D2
        IF(D1.GT.0.) GOTO 54
        D1=L3*ALOG((R+H2)/R)
        D2=L3**2*D1/12.
     54 X=B/SQRT(12.*(1.-V**2))
        RS=R+B/2.+BK*L2/4.
        A11=-R/B/X
        A12=R/B*SQRT(2.*R/X)
        A21=SQRT(2.*R/X)/B/X
        A41=-RS/D2
        A31=L3*A41/2.
        A32=-RS/D1+L3*A31/2.
        A43=(2.*P*R*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
        A33=P*L3*R/D1+L3*A43/2.
        BE=L1/SQRT(2.*R*X)
        G1=EXP(-BE)*COS(BE)
        G2=EXP(-BE)*SIN(BE)
        W3=(P*G*(G2-G1)/2./B)+R**3
        V3=(-P*G*G2*R*R/B)*SQRT(R/2./X)
        X1=B/BK
        X2=X1+L2
        F=P*R*R*(1.-V/2.)/BK
        W1=F/X1
        V1=W1/X1
        W2=F/X2
        V2=W2/X2
        MO=-P*BK**2*R**2*(1.-V/2.)/6./(1.-V**2)
        GG=BK/RS**2
        D=BK**3/12./(1.-V**2)
        DO 590 I=1,3
        DO 590 J=1,4
    590 PI(I,J)=0.
        PI(1,1)=A11
        PI(1,2)=A21
        PI(1,3)=1.
```

```
0045                PI(2,1)=A12
0046                PI(2,2)=A13
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             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                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+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,'G21=',F10.3,'  G22=',F10.3/5X,'G23=',F10.3,
                   *'  G24=',F10.3//10X,'РАСЧЕТ ВЯР/247 ОКОНЧЕН'//)
0082                PRINT 6,AN1,AN2,AN3,AN4,AN5,AN6,AN7,AN8
0083                PRINT 1000,D1,D2,X,A11,A12,A21,A41,A31,A32,A43,A33,BE,
                   *W3,V3,X1,X2,F,W1,V1,W2,V2,MO,F1,F2,F3,F4,F5,F6,M,Q,M1,M2,WW1,WW2
0084            1000 FORMAT(3X,8(1X,E10.4))
0085                STOP
0086                END
```

Продолжение табл. 9

№ перфокарты	Обозначение в формулах и на черт. 21-23	Обозначение в программе	№ перфокарты	Обозначение в формулах и на черт. 21-23	Обозначение в программе
	Выходные параметры				
	σ'_{11}	G11		σ'_{21}	G21
	σ'_{12}	G12		σ'_{22}	G22
	σ'_{13}	G13		σ'_{23}	G23
	σ'_{14}	G14		σ'_{24}	G24

Для прямоугольного сечения байонетного кольца фланца в исходные данные вводят значения $J_1 = J_2 = \emptyset$. При этом в соответствии с программой ЭВМ рассчитывает фактические значения J_1 и J_2. Для произвольного сечения кольца байонетного фланца в исходные данные вводят значения J_1 и J_2, предварительно рассчитанные по формулам, приведенным в п.2.4.22. В этом случае вводят $H_2 = \emptyset$.

При расчете составляющих главных условных упругих напряжений σ_{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 (FFORTRAN , DOC ЕЭ).

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 12.6 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
		Входные параметры			
I	ν	V	2	S'	S1
I	p	P	2	S_o	S2
I	p_1	P1	2	S	B
I	R	R	3	γ	G

```
C          РАСЧЕТ ЭПЮРЫ НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ
C       БАЙОНЕТНОГО ЗАТВОРА
C         С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ВТУЛКОЙ
0001        EXTERNAL Y,Y1
0002        REAL N(4)
0003        REAL L1,L3
0004        REAL M,M1,M3
0005        COMMON /BL/T1,B,MN,T2N,V,SN
0006        COMMON/BL1/G
0007        REAL MN
0008        READ(1,10)V,P,P1,R,L1,L3,M1,M2,M3,S1,S2,B,G,D1,D2,T11,T22
0009        READ(1,11)IDS
0010      10 FORMAT(F12.6,2(-1PF12.6),3(-2PF12.6)/6(-2PF12.6)/2PF12.6,-2PF12.6,
          *-6PF12.6,-2PF12.6,0PF12.6)
0011      11 FORMAT(I3)
0012         IF(IDS-2)50,60,70
0013      50 PRINT 51
0014      51 FORMAT(10X,'РАСЧЕТ ДЛЯ БАЙОНЕТНОГО ЗАТВОРА С ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРЫШКОЙ
            *')
0015         GO TO 80
0016      60 PRINT 61
0017      61 FORMAT(10X,'РАСЧЕТ БАЙОНЕТНОГО ЗАТВОРА С КОРОБОВОЙ КРЫШКОЙ')
0018         GO TO 80
0019      70 PRINT 71
0020      71 FORMAT(10X,'РАСЧЕТ БАЙОНЕТНОГО ЗАТВОРА С ОБЕЧАЙКОЙ')
0021         GO TO 80
0022      80 CONTINUE
0023         PRINT 81
0024      81 FORMAT(10X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА')
0025         PRINT 82,V,P,P1,R,L1,L3,M1,M2,M3,S1,S2,B,G,D1,D2,T11,T22,IDS
0026      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
            *.6,'T11=',-2PF12.6,'T22=',0PF12.6,'IDS=',I3)
0027         IF(D1.GT.0.) GO TO 4
0028         D1=L3*ALOG((R+H2)/R)
0029         D2=L3**2*D1/12.
0030       4 X=B/(12.*(1-V**2.))**0.5
0031         RS=R
0032         A11=-R/B/X
0033         A12=R/B*(2.*R/X)**0.5
0034         A21=(2.*R/X)**0.5/B/X
0035         A41=-RS/D2
0036         A31=L3*A41/2.
0037         A32=-RS/D1+L3*A31/2.
0038         A43=(2.*P*R**2.*M3+P*S1*(2.*R+S1)*(2.*M3-S1)+P1*S2*(2.*R+2.*S1+S2)
            **(2.*M3-2.*S1-S2))/4./D2
0039         A33=P*L3*R/D1+L3*A43/2.
0040         BE=1/(2.*R*X)**0.5
0041         G1=EXP(-BE)*COS(BE)
0042         G2=EXP(-BE)*SIN(BE)
0043         G3=EXP(BE)*COS(BE)
```

```
      G4=C(-(BE)*SIN(BE)
      C=-P*R**2.*G/4.
      W1=P*R**2.*(1-V/2)/B
      W3=R*C*(G1+G3)/B
      V3=((R/(2.*X))**0.5)/B*C*(G1+G2+G4-G3)
      M3=X*C*(G4-G2)
      Q3=C*(X/2./R)**0.5*(G2-G1+G3+G4)
      F1=A31-A11
      F2=A32-A12
      F3=-A31*M3-A32*Q3-A33+W3+W1
      F4=A41-A21
      F5=A31-A11
      F6=-A41*M3-A31*Q3-A43+V3
      M=(F3*F5-F2*F6)/(F1*F5-F2*F4)
      Q=(F1*F6-F3*F4)/(F1*F5-F2*F4)
      WW1=A11*M+A12*Q+W3+W1
      M1=M+M3
      T1=P*R/2.
      N(1)=T1/B+6.*M1/B**2.
      N(2)=V*N(1)+WW1/R
      N(3)=T1/B-6.*M1/B**2.
      N(4)=V*N(3)+WW1/R
      PRINT 83
   83 FORMAT(10X,'ПЕЧАТЬ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА N(4)')
      PRINT 84,N(1),N(2),N(3),N(4)
   84 FORMAT(10X,'N(1)=',-1PF12.6,'N(2)=',F12.6/10X,'N(3)=',F12.6,
     *'N(4)=',F12.6)
      IF(ID5.EQ.0) GO TO 127
      V1=A21*M+A11*Q+V3
      Q1=Q+Q3
      RO=1./(2.*R*X)**0.5
      IF(ID5.LT.3) GO TO 20
      C1=B/R*(WW1-W1)
      C2=-M1/X
      S=3.*(R*B)**0.5/(3.*(1-V**2.))**0.25
      SN=0.
   17 BE2=RO*SN
      T2N=(C1*COS(BE2)-C2*SIN(BE2)*EXP(-BE2))+P*R
      MN=-X*(C2*COS(BE2)+C1*SIN(BE2))*EXP(-BE2)
      CALL MASSIV
      IF(SN.GT.S) GO TO 127
      SN=SN+T11
      GO TO 17
   20 C1=-P*R**2.*G/4.
      F7=B/R*(WW1-W1)+P*R**2.*G*G1/4.
      F8=M1/X-P*R**2.*G*G2/4.
      C3=(G3*F7+G4*F8)/(G3**2.+G4**2.)
      C4=(G4*F7-G3*F8)/(G3**2.+G4**2.)
      SN=0.
   22 BE2=RO*SN
      T2N=C1*COS(BE2)*EXP(-BE2)+(C3*COS(BE2)+C4*SIN(BE2))*EXP(BE2)+P*R
      MN=-X*(C1*SIN(BE2)*EXP(-BE2)+
```

```
     *((C4*COS(BE2)-C3*SIN(BE2))*EXP(BE2))
0095      CALL MASSIV
0096      IF(SN.GT.L1) GO TO 100
0097      SN=SN+T11
0098      GO TO 22
0099  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   29 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)*
     *(((C4-C5)*COS(BE)-(C4+C5)*SIN(BE))*EXP(BE)+P*R2/2.
0129      T2N=(C5*COS(BE)+C4*SIN(BE))*
     *EXP(BE)+P*R2/2.*(2.-R2/R1)
0130      HH=X*(C5*SIN(BE)-C4*COS(BE))*EXP(BE)
0131      SN=TT5
0132      CALL MASSIV
0133      IF(TT5.GT.TT1) GO TO 127
0134      TT5=TT5+T22
0135      GO TO 30
0136  127 CONTINUE
0137      STOP
0138      END
```

Продолжение табл.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
т	ℓ_3	L1	3	J_1	D1
	ℓ_1	L3	3	J_2	D2
	H_3	H1	3	T_{11}	T11
	H_2	H2	3	T_{22}	T22
	H_1	H3	4	D_5	ID5
		Выходные параметры			
	S_n	SN			
	σ_1	N(1)			
	σ_2	N(2)			

Порядок ввода в исходные данные характеристик байонетного кольца фланца J_1 , J_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 σ_1 в зоне соединения цилиндрического элемента 3 с кольцом I байонетного фланца принимают:

для байонетного фланца корпуса

$$\ell_3 = I;$$

$$H_3 = 1;$$

$$\sigma_i = \sigma_i',$$

для байонетного фланца крышки

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

$$H_3 = \frac{R}{2};$$

$$\sigma_i = K\sigma_i',$$

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 BRP /248 (FFORTRAN , 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 2Ø.IØ с точкой с первой колонки.

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

```
      C     БАЙОНЕТНЫЙ ЗАТВОР С ВНУТРЕННИМ КОНУСОМ
0001        COMMON /AD/D,GG
0002        DIMENSION PI(3,4),Y(4),DERY(4),S(12)
0003        REAL L1,L2,L3,MO,M,M1,M2
0004        INTEGER PP
0005      1 FORMAT(25X,'BRP/248    ЕС-1022 ЛЕННИИХИММАШ'//
           *5X,'РАСЧЕТ БАЙОНЕТНОГО ЗАТВОРА С ВНУТРЕННИМ КОНУСОМ'//
           *10X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:'//)
0006        PRINT 1
0007      2 FORMAT(F20.10/2(-1PF20.10/),10(-2PF20.10/),
           *0PF20.10/2PF20.10/-2PF20.10/-6PF20.10)
0008        READ 2,V,P,P1,R,R1,L1,L2,L3,H2,H3,S1,S2,B,BK,G,D1,D2
0009      3 FORMAT(5X,'V=',F11.3/5X,'P=',-1PF11.3/5X,'P1=',F10.3/5X,'R=',
           *-2PF11.3/5X,'RM=',F10.3/
           *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,'S0=',F10.3/5X,'S=',F11.3/
           *5X,'K=',0PF11.3/5X,'G=',2PF12.4/5X,'J1=',-2PF10.3/5X,'J2=',-6PF
           *10.3//10X,'РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:'//)
0010        PRINT 3,V,P,P1,R,R1,L1,L2,L3,H2,H3,S1,S2,B,BK,G,D1,D2
0011        IF(D1.GT.0.) GOTO 54
0012        D1=L3*ALOG((R1+H2)/R1)
0013        D2=L3**2-D1/12.
0014     54 X=B/SQRT(12.*(1.-V**2))
0015        RS=R+B/2.-BK*L2/4.
0016        A11=-R/B/X
0017        A12=R/B*SQRT(2.*R/X)
0018        A21=SQRT(2.*R/X)/B/X
0019        A41=-RS/D2
0020        A31=L3*A41/2.
0021        A32=-RS/D1-L3*A31/2.
0022        A43=(2.*P*R1**2*(R1+H3-RS)+P*S1*(2.*R1+S1)*(2.*H3-S1)+
           *P1*S2*(2.*R1+2.*S1+S2)*(2.*H3-2.*S1-S2))/4./D2
0023        A33=P*L3*R1/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/3)*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        MO=-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)=A12
0046                PI(2,2)=A11
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 500 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          500   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*F6-F3*F4)/(F1*F5-F2*F4)
0068                H1=H+MO
0069                H2=S(3)*H+S(7)*Q+S(11)+MO
0070                WW1=A11*(H+MO)+A12*Q+W1+W3
0071                WW2=S(1)*H+S(5)*Q+S(9)+W2
0072                T1=P*R/2.
0073                AN1=T1/B+6.*H1/B/B
0074                AN2=V+AN1*WW1/R
0075                AN3=T1/B-6.*H1/B/B
0076                AN4=V+AN3*WW1/R
0077                AN5=T1/BK/X2+6.*H2/BK/BK/X2/X2
0078                AN6=V*AN5+WW2/R
0079                AN7=T1/BK/X2-6.*H2/BK/BK/X2/X2
0080                AN8=V*AN7+WW2/R
0081          6     FORMAT(5X,'G11=',-1PE10.3,'  G12=',E10.3/5X,'G13=',E10.3,
                    *'  G14=',E10.3/5X,'G21=',E10.3,'  G22=',E10.3/5X,'G23=',E10.3,
                    *'  G24=',E10.3//10X,'РАСЧЕТ ВЫПОЛНЕН'//)
0082                PRINT 6,AN1,AN2,AN3,AN4,AN5,AN6,AN7,AN8
0083                STOP
0084                END
```

Таблица II

№ перфокарты	Обозначение в формулах и на черт. 27, 28	Обозначение в программе	№ перфокарты	Обозначение в формулах и на черт. 27, 28	Обозначение в программе
	Входные параметры				
I	ν	V	I0	H_1	H1
2	P	P	II	S^*	S1
3	P_1	P1	I2	S_0	S0
4	R	R	I3	S	S
5	R_1	RM	I4	K	K
6	ℓ_3	L3	I5	γ	G
7	ℓ_2	L2	I6	J_1	I1
8	ℓ_1	L1	I7	J_2	I2
9	H_2	H2			
	Выходные параметры				
	σ'_{11}	G11		σ'_{21}	G21
	σ'_{12}	G12		σ'_{22}	G22
	σ'_{13}	G13		σ'_{23}	G23
	σ'_{14}	G14		σ'_{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 составляющих главных условных упругих напряжений σ_{ij} в зонах соединения конического элемента 2 (с внутренним конусом) с кольцом I и цилиндрическим элементом 3 байонетного фланца принимают:

для байонетного фланца корпуса

$$\ell_3 = 0; \qquad R_1 = 0;$$

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

для байонетного фланца крышки

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

$$R_i = \frac{D}{2};$$

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

где l_3' и l_3'' – см.п.2.4.2.6.

Пример расчета приведен в справочном приложении I0.

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

2.4.3.I. Расчет стационарных и нестационарных температурных полей, возникающих в байонетных затворах под действием внешних тепловых нагрузок, производится с помощью программы TSKI , описанной в пп.2.I.4.3...2.I.4.5 и приложении 5.

2.4.3.2. Расчет термонапряжений, возникающих в байонетных затворах под действием температурных полей, производится с помощью программы SHELL , описанной в п.2.I.4.7... 2.I.4.II и в приложении 6.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Справочное

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

I. Рассматривается три примера расчета для одного и того автоклава. В I-м примере перепад температур принят равным 0 ($t_0 = 0$), во 2-м примере перепад температур принят равным −45 °С ($t_0 = -45$ °С), в 3-м при перепаде температур, равном 0 °С ($t_0 = 0$), учитываются податливость корпуса и фундамента (CI = −2).

2. Исходные данные

$\alpha_0 = 12.10^{-6}$ $\quad$ $E10 = 30.0$

$R = 1,8$ $\quad$ $q_{y1} = 159000$

$E = 2.05.10^5$ $\quad$ $\sigma_{кр1} = \sigma_{кр2} = 16111.0$

$\nu = 0.27$

$h = 0.028$ $\quad$ $t_э = 0$ – для первого и третьего примеров расчета

$l_0 = 25.2$

$L = 26.4$ $\quad$ ($t_0 = -45$ – для второго примера расчета)

$l_1 = 0.6$

$l_2 = 0.6$ $\quad$ $\bar{m} = 101$

$l_3 = 5.6$ $\quad$ $N = 10$

$a = 0.5$

$Z = 2.8,\ 5.6,\ 8.4,\ 11.2,\ 14.0,\ 16.8,\ 19.6,\ 22.4,\ 25.2$

$FF = 0$

$\frac{1}{C} = 5.10^{-9}$ (в 3-м примере $\frac{1}{C_{корп}} = 5.10^{-9}$;

$\frac{1}{C_{фунд}} = 5.10^{-9}$).

3. Подготовка блока данных

(Каждая строка перфорируется на отдельной перфокарте).

␣ AØ = Ø.ØØØØI2, R = I.8, E = 2Ø5ØØØ, NU = Ø.27,

␣ AH = Ø.Ø28, LØ = 25,2, L = 26.4, LMN = Ø.6 LM Ø = Ø.6,

␣ LI = 5.6, A = Ø.5, FIØ = 3Ø.Ø,

␣ Q = I59ØØØ, GE = I6IIIØ, GEI = I6IIIØ, TI = Ø

␣ MM = IØI, N = IØ,

␣ T = 2.8, 5.6, 8.4, II.2, I4.Ø, I6.8, I9.6, 22.4, 25.2,

␣ CI = Ø.ØØØØØØØØ5

␣ FF = Ø

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

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

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

␣ & CONSTC
␣ C3 = Ø.ØØØØØØØ5, C4 = Ø.ØØØØØØØØ5
␣ & END

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

Пример № I

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

ЧИСЛО ОПОР N=10
КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕР. РАСШИРЕНИЯ (1/ГРАД) AB= 0.120000D-04
РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R= 1.60
МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА (МПА) E= 205000.00
КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) NU= 0.270
ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ (М) AH= 0.020
РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРАЙНИМИ ОПОРАМИ (М) L0= 25.200
ДЛИНА АВТОКЛАВА (М) L= 24.400
ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ДО 1-ОЙ ОПОРЫ (М) LN0= 0.600
ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ОТ ПОСЛЕД. ОПОРЫ (М) LNN= 0.600
ДЛИНА МЕЖОПОРНОГО ПРОЛЕТА (М) L1= 2.800
ШИРИНА ОПОРЫ (М) A= 0.300
ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ (ГРАД) FI0= 30.000
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА (М/М) Q= 100000.0
КРАЕВЫЕ УСИЛИЯ (М)
ЛЕВЫЙ КРАЙ GG= 161110.0
ПРАВЫЙ КРАЙ GG1= 161110.0
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРЕПАД ПО ВЫСОТЕ АВТОКЛАВА (ГРАД) T1= 0.0
ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ ФУРЬЕ (0/P) MM=101
КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР X(I) (М)

3.0	2.80	5.60	8.40	11.20
14.00	16.80	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 1

СУММА РЕАКЦИЙ ОПОР= 0.49:9E0 07(Н)

НОМЕР ОПОРЫ	КООРДИНАТЫ ОПОРЫ (М)	РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н)	ПРОГИБ (М)	МОМЕНТ (Н*М)
1	0.000	461136.0	0.00212	-125286.8
2	3.400	455501.7	0.00259	-163933.8
3	8.200	450553.5	0.00227	-185982.8
4	9.000	447284.7	0.00206	-193283.1
5	11.800	445634.2	0.00205	-194438.2
6	14.600	445634.2	0.00205	-194438.1
7	17.400	447284.7	0.00206	-193282.9
8	20.200	450553.5	0.00227	-185981.5
9	23.000	455501.7	0.00259	-163933.8
10	25.800	461135.9	0.00212	-125286.8

Пример № 2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ
****

ЧИСЛО ОПОР N=18
КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕР. РАЗШИРЕНИЯ (1/ГРАД) AG= 0.120000-04
РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R= 1.80
МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА (МПА) E= 205000.00
КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) NU= 0.270
ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ (М) AH= 0.520
РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРАЙНИМИ ОПОРАМИ (М) L0= 25.200
ДЛИНА АВТОКЛАВА (М) L= 24.400
ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ДО 1-ОЙ ОПОРЫ (М) LM0= 0.600
ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ОТ ПОСЛЕД. ОПОРЫ (М) LMN= 0.400
ДЛИНА МЕЖОПОРНОГО ПРОЛЕТА (М) L1= 2.000
ШИРИНА ОПОРЫ (М) A= 0.500
ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ (ГРАД) F10= 30.000
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА (Н/М) Q= 159000.0
КРАЕВЫЕ УСИЛИЯ (Н)
ЛЕВЫЙ КРАЙ CE0= 161110.0
ПРАВЫЙ КРАЙ CE1= 161110.0
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРЕПАД ПО ВЫСОТЕ АВТОКЛАВА (ГРАД) T1=-45.0
ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ ФУРЬЕ (В/Р) MM=101
КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР Z(I) (М)

0.0	2.00	5.40	9.00	11.20
14.00	16.00	19.40	22.40	20.20

ПЕСТКОСТЬ ОП 0.200000 00 (Н/М)

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗА КРАЙНОЙ ОПОРУ

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

АКТИВНЫЕ ОПОРЫ

1 1 0 0 0 0 0 1 1

СУММА РЕАКЦИЙ ОПОР= 3,451980 07(Н)

НОМЕР ОПОРЫ	КООРДИНАТЫ ОПОРЫ (М)	РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н)	ПРОГИБ (М)	МОМЕНТ (Н*М)
1	0,000	1332964,2	0,00016	-125286,8
2	5,400	426945,7	0,00213	3676347,5
3	6,200	0,0	-0,00282	7405447,9
4	9,800	0,0	-0,00397	9898868,2
5	11,000	0,0	-0,00758	11144967,5
6	14,600	0,0	-0,00753	11144968,3
7	17,400	0,0	-0,00997	9898870,4
8	20,200	0,0	-0,00282	7405451,6
9	23,800	426946,2	0,00213	3676352,7
10	25,600	1332963,8	0,00016	-125286,8

Пример № 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ
****

ЧИСЛО ОПОР N=10
КОЭФФИЦИЕНТ ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕР. РАСШИРЕНИЯ (1/ГРАД) A0= 0.120000D-04
РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R= 1.50
МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА (МПА) E= 205000.00
КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) NU= 0.270
ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ (М) AH= 0.020
РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРАЙНИМИ ОПОРАМИ (М) L0= 25.200
ДЛИНА АВТОКЛАВА (М) L= 26.400
ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ДО 1-ОЙ ОПОРЫ (М) LH0= 0.000
ДЛИНА КОНСОЛ. УЧАСТКА ОТ ПОСЛЕД. ОПОРЫ (М) LHN= 0.000
ДЛИНА МЕЖОПОРНОГО ПРОЛЕТА (М) L1= 2.800
ШИРИНА ОПОРЫ (М) A= 0.500
ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ (ГРАД) FI0= 35.000
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА (Н/М) Q= [illegible]
КРАЕВЫЕ УСИЛИЯ (Н)
ЛЕВЫЙ КРАЙ CE= 161119.0
ПРАВЫЙ КРАЙ CE1= 161110.0
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПЕРЕПАД ПО ВЫСОТЕ АВТОКЛАВА (ГРАД) T1= 0.0
ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ ФУРЬЕ (В/Р) NN=101
КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР Z(I) (М)

0.0	2.80	5.60	8.40	11.20
14.00	16.80	19.60	22.40	25.20

ЖЕСТКОСТЬ C= 0.684940 08 (Н/М)

РД 26-01-87-86 Стр. 17

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

АКТИВНЫЕ ОПОРЫ

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

СУММА РЕАКЦИЙ ОПОР= 0.451980 07(Н)

НОМЕР ОПОРЫ	КООРДИНАТЫ ОПОРЫ (М)	РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н)	ПРОГИБ (М)	МОМЕНТ (Н*М)
1	0.600	456178.2	0.00656	-125286.0
2	3.400	453565.1	0.00662	-177859.7
3	6.200	451369.2	0.00659	-218587.6
4	9.000	449804.0	0.00657	-242303.4
5	11.800	448993.4	0.00656	-252835.7
6	14.600	448993.4	0.00656	-252835.6
7	17.400	449804.1	0.00657	-242303.8
8	20.200	451369.2	0.00659	-218587.1
9	23.000	453565.1	0.00662	-177858.9
10	25.800	456178.2	0.00656	-125286.8

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

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 Ø для режима расчета допустимых пар углов φ_0 и φ_1. По результатам расчета выбираются значения φ_0 и φ_1, после чего параметр FF принимается равным I и производится рачет профиля консольной части для выбранных значений φ_0 и φ_1.

В расчетах рекомендуется принимать:

M = I5

N = I8 ... 20

T ⩽ I5

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

I (режим FF = Ø)

␣& CONST
␣ AA = Ø.5
␣ MU = Ø.285
␣ L = 5.6
␣ R = 1.6
␣ AH = Ø.Ø28
␣ T = I4
␣ G = 45ZØØZ
␣ E = 2Ø5ZØØ
␣ N1 = I8
␣ M3 = I8
␣ P2 = 1.2
␣ &.END
␣ & CONST F

```
␣ FF    = Ø
␣ & END
␣ & CONSTR
␣ N2    = 18Ø
␣ & END
```

П (режим FF = I)

```
␣ & CONST
␣ AA    = Ø.5
␣ MU    = Ø.285
␣ L     = 5.6
␣ R     = I.8
␣ AH    = Ø.ØØ28
␣ T     = I4
␣ G     = 45ØØØØ
␣ E     = 2Ø5ØØØ
␣ N1    = I8
␣ M3    = I5
␣ P2    = I.2
␣ & END
␣ & CONSTF
␣ FF    = I
␣ & END
␣ & CONSTP
␣ FØ    = I5
␣ F1    = 45
␣ & END
```

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

Режим а)

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

ШИРИНА ОПОРЫ (М) AA= 0.5000

КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) MU= 0.285

ДЛИНА ДВУХ МЕЖОПОРНЫХ ПРОЛЕТОВ (М) L= 5.6000

РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R= 1.8000

ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ (М) AH=0.0280

ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ НА (F10,F11) (С/Р) T= 14

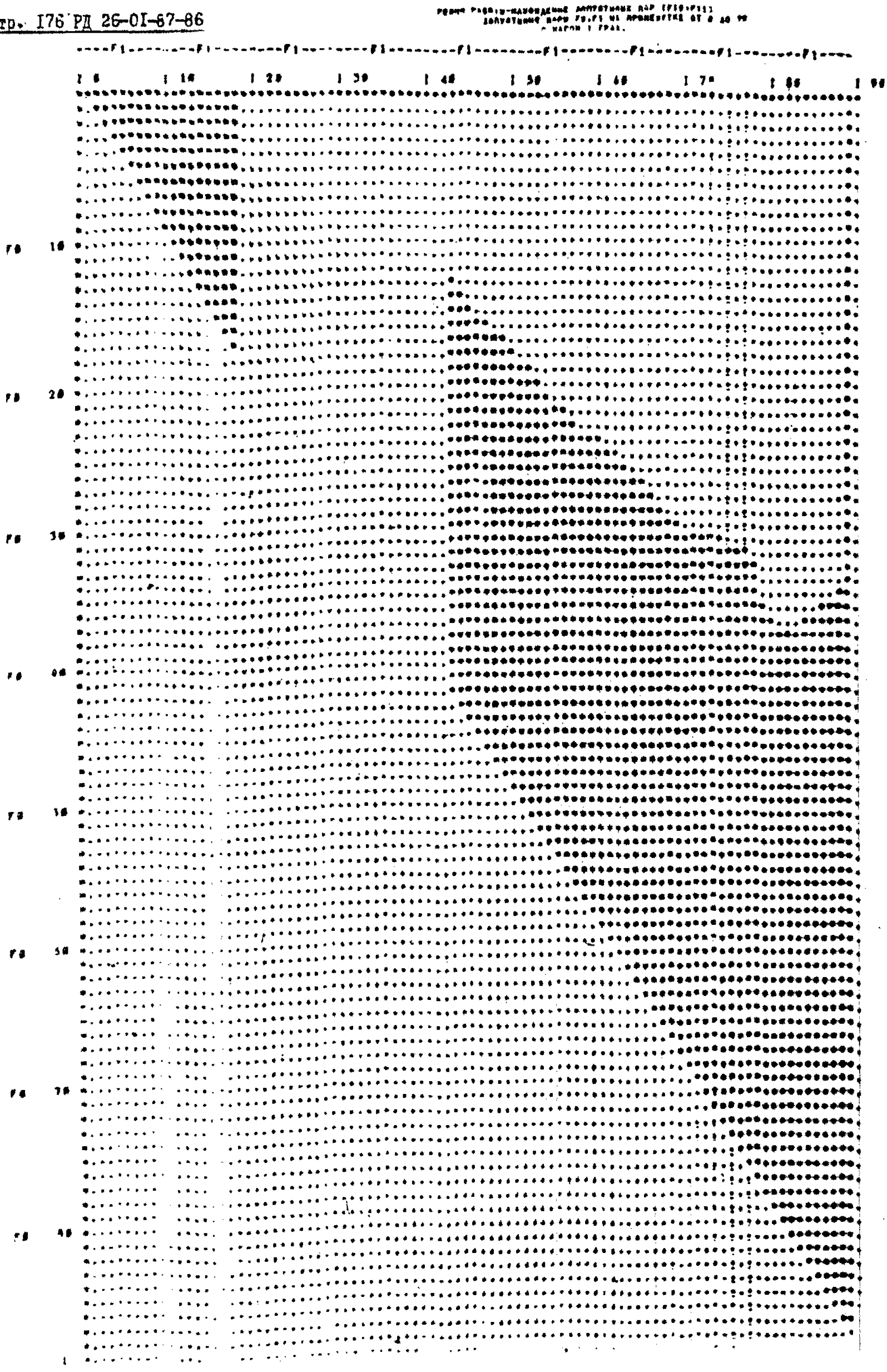
РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н) C=450000.000

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ (МПА) E= 0.205000 06

ВНУТРЕННЕЕ ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ (МПА) P2= 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


F1
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
F0
10
F0
20
F0
30
F0
40
F0
50
F0
60
F0
70
F0
80
1

Режим б)

И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е :

ШИРИНА ОПОРЫ (М) АА= 0.5000

КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА (М/М) МЮ= 0.265

ДЛИНА ДВУХ МЕЖОПОРНЫХ ПРОЛЕТОВ (М) L= 5.6000

РАДИУС АВТОКЛАВА (М) R= 1.8000

ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ (М) АН=0.0250

ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ НА CF10,F11) (8/PI T= 14

РЕАКЦИЯ ОПОРЫ (Н) С=450000.000

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ (МПА) Е= 0.265000 05

ВНУТРЕННЕЕ ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ (МПА) Р2= 1.200

ЧИСЛО ГАРМОНИК В РЯДЕ ФУРЬЕ:
ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ Ч1= 18
ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ Н3= 15

(УГОЛ ОХВАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ)/2 F10= 15.00
(УГОЛ ОХВАТА ОПОРЫ)/2 F11= 45.00

Р Е З У Л Ь Т А Т Ы Р А С Ч Е Т А :

РЕЖИМ РАБОТЫ-ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ ПРОФИЛЯ КОНСОЛЬНОЙ ЧАСТИ ОПОРЫ С ПАРАМЕТРАМИ

(УГОЛ ОХВАТА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ)/2=F12= 15.00
(УГОЛ ОХВАТА ОПОРЫ)/2=F11= 45.00

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

ТОЧКА СЕТКИ (ГРАД)	ТОЛЩИНА (М)	ЖЕСТКОСТЬ (Н*М2)
15.00	0.395050	0.5266200 11
17.14	0.219407	0.9821730 10
19.29	0.171484	0.4307530 10
21.43	0.143330	0.2515510 10
23.57	0.122340	0.1564960 10
25.71	0.104821	0.9837690 09
27.86	0.089686	0.6162020 09
30.00	0.076677	0.3858670 09
32.14	0.065445	0.2415270 09
34.29	0.056328	0.1534590 09
36.43	0.048546	0.9652260 08
38.57	0.041214	0.5979870 08
40.71	0.034250	0.3432380 08
42.86	0.026024	0.1585410 08
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

I. Исходные данные

$P = 1{,}2$	$E = 2.05.10^5$	$M = 10$
$a = 0.50$	$\nu = 0.27$	$K = 30$
$h = 0.028$	$R_i = 452000$	$\varepsilon_1 = 1.10^{-3}$
$R = 1{,}80$	$N = 30$	$\varepsilon_2 = 1.10^{-5}$
$\omega_0 = 5.60$	$H = 10$	$\varphi_0 = 15$
	$N_1 = 20$	$\varphi_1 = 24$

2. Подготовка блока данных

Каждая строка перфорируется на отдельной перфокарте

␣ R = 0.18000D 0 1,

␣ H = 0.28000D - 01,

␣ A = 0.50000D 00,

␣ L = 0.56000D 01,

␣ E = 0.20500D 06,

␣ U = 0.27000D 00,

␣ G = 0.45200D 06,

␣ P = 0.12000D 01,

␣ N0 = 30,

␣ M1 = 10,

```
␣ N 5 = 2Ø,
␣ H I = Ø.IØØØØD  ØØ,
␣ N  = 3Ø,
␣ E I = Ø.IØØØØD -Ø2,
␣ E 2 = Ø.IØØØØD -Ø4,
␣ F Ø = Ø.I5ØØØD  02,
␣ F I = Ø.24ØØØD  02,
```

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

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ
==========

РАДИУС АВТОКЛАВА R= 0.180000 01 (М)

ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ H= 0.280000-01 (М)

ШИРИНА ОПОРЫ A= 0.500000 00 (М)

ДЛИНА ДВУХ МЕЖОПОРН. ПРОЛЕТОВ L= 0.560000 01 (М)

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ E= 0.295000 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 ФИ= 30

ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО КСИ= 10

ЧИСЛО УЗЛОВ В КВАДРАТУРЕ ГАУССА= 20

ТОЛЩИНА КОНСОЛИ H1= 0.100000 00 (М)

ЧИСЛО СЛОЕВ М.З.Р. M= 30

ТОЧНОСТЬ М.П.П. E1= 0.100000-02

ТОЧНОСТЬ М.З.Р. E2= 0.100000-04

ВНУТРЕННИЙ УГОЛ РАСТВОРА КОНСОЛИ F0= 0.150000.02 (ГРАД)

ВНЕШНИЙ УГОЛ РАСТВОРА КОНСОЛИ F1= 0.240000 02 (ГРАД)

КЛЮЧ ПЕЧАТИ IPRT= 0

РЕЗУЛЬТАТЫ СЧЕТА

ОБЩЕЕ ЧИСЛО ПРИБЛИЖЕНИЙ= 2938

ЧИСЛО ШАГОВ Н.З.Р.= 241

УДЕЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОПОРЫ Q= 9.726220 00 (МПА

УДЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ КОНСОЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ОПОРЫ

УГОЛ (РАД)	РЕАКЦИЯ (МПА)
0.154310 02	0.0
0.155820 02	0.0
0.157330 02	0.0
0.158840 02	0.0
0.160350 02	0.198560-01
0.161860 02	0.125300 00
0.163370 02	0.155170 00
0.164880 02	0.165150 00
0.166390 02	0.118850 00
0.167900 02	0.115580-01
0.169410 02	0.0
0.170920 02	0.0
0.172430 02	0.0
0.173940 02	0.0
0.175450 02	0.355820-01
0.176960 02	0.241300 00
0.178470 02	0.486020 00
0.179980 02	0.575670 00
0.181490 02	0.842330 00
0.183000 02	0.939710 00

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

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

I. Расчет проведен для автоклава АПI2-3,6х27. Расчет выполнен в двух вариантах:

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

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

Учитывались все составляющие нагрузок (К9 = КI0 = КII = I)

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

M = 70	h = 0.028	p = I.20
K = 90	L = 26.40	G_A = 4520000.0
M1 = I0	a = 0.50	G_B = 3200000.0
K1 = I5	φ_1 = 30.000	n = I0
M2 = 3	α = I.20E-05	E = 2.I0E + 05
K2 = 2	τ_0 = 23.000	ν = 0.30
NT = 3	τ_1 = 28.000	
R = I.80		

$x_{пр}$ = 0.600, 2.000, 3.400, 4.800, 6.200, 7.600, 9.000, I0.400, II.800, I3.200

$\varphi_{попер}$ = 0, I0, I7, 22, 26, 40, 50, 60, 80, 90, II0, I30, I50, I70, I80

$x_{попер}$ = -0.I00, - 0.I00, I3.200 (в примере расчета для демонстрации удобства использования программы специально выб

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

$\varphi_{пр}$ = Ø,I8Ø

Z_i = Ø.6Ø, 3.4Ø, 6.2Ø, 9.ØØ, II.8Ø, I4.6Ø, I7.4Ø, 2Ø.2Ø, 23.ØØ, 25.8Ø.

R_i = 459620.ØØ, 45477Ø.ØØ, 45Ø59Ø.ØØ, 44764Ø.ØØ, 446I3Ø.ØØ, 446I3Ø.ØØ, 44764Ø.ØØ, 45Ø59Ø.ØØ, 45477Ø,ØØ, 459280.ØØ (I833ØØØ.ØØ, 427ØØØ.ØØ, Ø.ØØ, Ø.ØØ, Ø.ØØ, Ø.ØØ, Ø.ØØ, Ø,ØØ, 427ØØØ.ØØ, I833ØØØ.ØØ)

Текстовые константы

t_0 = Ø (I78)

t_1 = Ø (-33)

t_2 = Ø (-I7)

t_3 = Ø (-6)

K_9 = I

K_{10} = I

K_{11} = I

3. Подготовка блока данных

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

29

ØØ

IØ

I5

3

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 IØ I7 22 26 4Ø 5Ø 6Ø 8Ø 9Ø II Ø I3Ø I5Ø I7Ø I8Ø

-IØ -IØ I3.2

Ø IØ

Ø.6 3.4 6.2 9.Ø II.8 I4.6 I7.4 2Ø.2 23.Ø 25.8

45982Ø 45477Ø 45Ø59Ø 44764Ø 446I3Ø 446I3Ø 44764Ø 45Ø59Ø

45477Ø 45982Ø

(I833ØØØ 427ØØØ Ø Ø Ø Ø Ø Ø Ø 427ØØØ I833ØØØ)

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

Параметры напряженно-деформированного состояния

(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 :

Ø␣␣Ø␣␣Ø

(I78␣␣- 33␣␣ - I7␣␣ - 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.

Вариант I - "холодный" режим

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

РЕЖИМЫ РАБОТЫ | K9= 1 K10= 1 K11= 1
РАДИУС АВТОКЛАВА R= 1,80(М)
ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ H= 0.028(М)
ДЛИНА АВТОКЛАВА LA=25.40(М)
ШИРИНА ОПОРЫ A= 0,50(М)
ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ PI1=30,000(ГРАД.)
УГЛОВЫЕ КООРДИНАТЫ РЕЛЬСОВЫХ ПУТЕЙ
TAU2=23.000(ГРАД.) TAU1=28,300(ГРАД.)
ИЗБЫТОЧНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ДАВЛЕНИЕ P= 1,20(МПА)
ВЕС ЗАГРУЖЕННОГО АВТОКЛАВА GA= 4520000.0(Н)
ВЕС ВАГОНЕТОК С ИЗДЕЛИЯМИ GB= 3200000,0(Н)
ЧИСЛО ЦЕНТРОВ ОПОР N= 10
КОЭФФИЦИЕНТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ AL0= 1.2E-05(1/ГРАД)
ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ M0= 60
ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ K0= 80
МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА E= 2,10E+05(МПА)
КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА MU= 0,30(Н/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 NT= 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:N)
455820.00 454770.00 450590.00 447640.00 446130.00
446130.00 447640.00 450590.00 454770.00 459280.00
ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ T(1:NT)
0.0000 0.0000 0.0000 0.1000 0.0000
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
0.0000
РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ СЕЧЕНИЯ XP(1:M1)
(ЕСЛИ XP<0, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАСЧИТЫВАЕТСЯ)
-3.100 -0.100 13,200
РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПРОДОЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ PI(1:K2)
(ЕСЛИ PI>0, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАСЧИТЫВАЕТСЯ)
0 180
ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ X(1:M1)
3.600 2.000 3.400 4.800 6.200
7.600 9.000 10.400 11.800 13.200
ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ F(1:K1)
0 10 17 22 26
40 50 60 80 90
110 130 150 170 180

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

X	W	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.600	0.003	619008	1421423	3041	4612	45	-1	86	15	0	0	0	0
2.000	0.008	606533	2315596	3371	11541	47	-4	171	-6	0	0	0	0
3.400	0.013	369597	1459147	6239	14920	61	-55	166	-62	0	0	0	0
4.800	0.017	572839	2353917	4815	17102	57	-18	215	-47	0	0	0	0
6.200	0.020	377905	1471955	7258	18558	69	-42	195	-69	0	0	0	0
7.600	0.022	591535	2360422	5571	19632	64	-21	235	-66	0	0	0	0
9.000	0.024	408651	1590707	7717	20318	73	-45	209	-102	0	0	0	0
10.400	0.025	618524	2351896	5999	20878	68	-24	244	-76	0	0	0	0
11.800	0.026	415467	1584237	7872	21078	75	-45	215	-108	0	0	0	0
13.200	0.026	617918	2347254	6145	21262	69	-25	247	-79	0	0	0	0

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОКЛАВА(ПРОДОЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ F1= 180(ГРАД.))

X	H	T1	T2	H1	H2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.000	0.331	1026243	2151259	86	258	37	36	79	75	0	-0	-0	0
2.000	0.333	983249	2152675	272	853	34	38	83	78	0	-0	-0	0
3.000	0.335	799571	2153457	633	1827	32	25	88	76	-0	-0	-0	0
4.000	0.338	699706	2153818	638	1967	30	20	92	82	-0	-0	-0	0
6.000	0.810	687403	2154286	706	2463	28	16	96	88	-0	-0	-0	0
7.500	0.812	523460	2154185	938	2923	26	12	99	95	-0	-0	-0	0
9.000	0.813	452476	2154423	1070	3347	24	8	103	91	-0	0	-0	0
10.000	0.814	399262	2154778	1195	3698	23	5	105	89	-0	-0	-0	0
11.000	0.815	366347	2155099	1279	3932	23	3	107	87	-0	0	-0	0
12.000	0.815	355335	2155337	1303	4016	23	3	108	86	-0	0	-0	0

РД 26-01-87-86 Стр. 129

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОКЛАВА(ОКРУЖНОЕ СЕЧЕНИЕ X=13,28(M))

FI	W	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.000	0.026	617918	2347258	6143	21262	69	-75	247	-79	0	0	0	0
10.200	0.023	653426	2326975	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	2255843	571	2584	31	22	108	01	-5	0	-0	-0
26.800	0.012	778418	2247189	-821	-2319	22	34	62	78	-6	0	0	-0
40.200	-0.003	955445	2173861	-1376	-5092	24	45	39	117	-5	0	-0	-0
56.200	-0.010	1179650	2142625	-2099	-7293	26	58	21	132	-4	0	-0	-0
60.000	-0.016	1428565	2137274	-2518	-8249	32	70	13	139	-4	0	-0	-0
0.000	-0.019	1717908	2153621	-2131	-6772	45	78	25	129	-4	-0	-0	-0
0.000	-0.018	1728269	2157098	-1675	-5252	49	79	37	117	-3	-0	-0	-0
0.000	-0.011	1538265	2159764	-612	-1824	50	59	63	91	-1	-0	-0	0
0.000	-0.000	1121345	2160876	350	1218	45	37	86	68	2	-0	0	0
0.000	0.009	674424	2159201	906	3117	32	17	101	33	2	0	0	0
0.000	0.014	397696	2155741	1260	5975	24	4	107	07	1	0	0	0
0.000	0.015	305335	2155357	1380	4016	23	3	108	06	-0	0	0	-0

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

X	W	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.600	0.893	619288	1421425	3841	4612	45	-1	86	15	0	0	0	0
2.200	0.888	686533	2315586	3371	11341	47	-4	171	-6	0	0	0	0
3.400	0.813	369597	1489147	6239	14928	61	-35	166	-82	0	0	0	0
4.600	0.817	572819	2359917	4815	17182	57	-16	215	-47	0	0	0	0
6.200	0.828	377905	1471955	7260	19558	69	-42	195	-69	0	0	0	0
7.600	0.822	591535	2364622	5571	19632	64	-21	235	-86	0	0	0	0
9.800	0.824	488651	1493797	7717	23318	73	-45	289	-102	0	0	0	0
10.400	0.825	618524	2351836	5999	22878	68	-24	244	-76	0	0	0	0
11.600	0.826	415497	1564237	7872	21878	73	-45	215	-108	0	0	0	0
12.200	0.826	617913	2347258	6145	21262	69	-25	247	-79	0	0	0	0

Вариант 2 – "горячий" режим

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

РЕЖИМЫ РАБОТЫ : K9= 1 K10= 1 K11= 1
РАДИУС АВТОКЛАВА R= 1.80(М)
ТОЛЩИНА ОБЕЧАЙКИ H= 0.020(М)
ДЛИНА АВТОКЛАВА LA=26.40(М)
ШИРИНА ОПОРЫ A= 0.50(М)
ПОЛОВИНА УГЛА ОХВАТА ОПОРЫ FI1=30.000(ГРАД.)
УГЛОВЫЕ КООРДИНАТЫ ПОДРЕЛЬСОВЫХ ПОЛОС
TAU0=23.000(ГРАД.) TAU1=28.200(ГРАД.)
ИЗБЫТОЧНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ДАВЛЕНИЕ P= 1.20(МПА)
ВЕС ЗАГРУЖЕННОГО АВТОКЛАВА GA= 4520000.0(Н)
ВЕС ВАГОНЕТОК С ИЗДЕЛИЯМИ GB= 3200000.0(Н)
ЧИСЛО ЦЕНТРОВ ОПОР N= 16
КОЭФФИЦИЕНТ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ AL0= 1.20E-05(1/ГРАД
ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ M0= 60
ЧИСЛО ЧЛЕНОВ РЯДА ФУРЬЕ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ M9= 80
МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА АВТОКЛАВА E= 2.10E+05(МПА)
КОЭФФИЦИЕНТ ПУАССОНА NU= 0.30(Ч/Ч)
ЧИСЛО ТОЧЕК СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ M1= 19
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 NT= 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

КООРДИНАТЫ ЦЕНТРОВ ОПОР Z(1:N)
0.60 3.40 6.20 9.00
14.96 17.40 20.20 23.00
РЕАКЦИИ ОПОР R1(1:N)
1833200.00 427000.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 427000.00 1833200
ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ T(0:NT)
178.0000 -33.0000 -17.2000 -8.3000
РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ СЕЧЕНИЯ XP(1:M2)
(ЕСЛИ XP<2, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАССЧИТЫВАЕТСЯ)
-0.100 -0.100 13.200
РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПРОДОЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ FIP(1:K2)
(ЕСЛИ FIP>FI, ТО СЕЧЕНИЕ НЕ РАССЧИТЫВАЕТСЯ)
0 180
ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОСЕВОЙ КООРДИНАТЕ X(1:M1)
0.000 2.200 3.429 4.800 6.229
7.600 9.000 10.400 11.800 13.200
ТОЧКИ СЕТКИ ПО ОКРУЖНОЙ КООРДИНАТЕ FI(1:K1)
0 10 17 22 86
40 50 60 80 90
110 120 130 170 180

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

X	W	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.600	0.002	-97961	-746325	4727	4937	33	-40	11	-94	0	0	0	0
2.000	0.007	803974	2299671	4281	13438	61	-4	185	-21	0	0	0	0
3.400	0.008	1664384	1533725	6650	12999	118	9	154	-85	0	0	0	0
4.800	0.007	2812724	2307575	1780	9397	114	87	154	10	0	0	0	0
6.200	-0.004	3611024	2228512	2039	6660	151	106	131	29	0	0	0	0
7.600	0.002	4126601	2260116	414	3469	151	144	107	94	0	0	0	0
9.000	0.000	4470847	2226543	543	1736	164	156	93	66	0	0	0	0
10.400	-0.001	4696642	2222024	304	462	170	165	83	76	0	0	0	0
11.800	-0.002	4825281	2237394	-838	-575	166	179	75	84	0	0	0	0
13.200	-0.003	4864480	2207540	389	-442	177	171	75	92	0	0	0	0

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОКЛАВА(ПРОДОЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ F1= 180(ГРАД.))

X	W	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.600	-0.007	1836650	2352528	-4914	-1898	-1	75	69	99	0	-0	0	0
2.800	-0.009	963483	2387322	-630	-1661	30	39	66	85	-0	-0	-0	-0
3.400	-0.012	923112	2256386	508	-916	37	28	73	97	-0	-0	-0	-0
4.000	-0.014	942488	2036235	-1576	-1697	20	44	60	86	-0	0	-0	-0
6.200	-0.016	893894	2252265	599	-1129	39	29	71	98	-0	0	-0	-0
7.600	-0.018	891339	2183452	-971	-1425	24	39	64	86	-0	0	-0	-0
9.000	-0.019	920280	2168159	-270	-991	30	34	70	95	-0	0	-0	-0
10.400	-0.022	917652	2179852	-74	-676	33	33	73	99	-0	0	-0	-0
11.800	-0.020	934357	2187152	-769	-775	27	39	70	91	-0	0	-0	-0
13.200	-0.020	941370	2213451	490	-310	37	31	77	91	-0	0	0	-0

ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОКЛАВА (ОКРУЖНОЕ СЕЧЕНИЕ X=13,20(M))

FI	W	T1	T2	M1	M2	SGM1+	SGM1-	SGM2+	SGM2-	S	M12	SGM12+	SGM12-
0.000	-0.003	4864480	2207540	389	-442	177	171	75	82	0	0	0	0
10.000	-0.002	4634722	2206567	-48	-1971	165	166	64	74	-0	-0	-0	0
17.000	-0.002	4218511	2206104	-859	-4785	144	157	42	115	-1	-0	-0	-0
22.000	-0.002	3818385	2207637	-1684	-7603	123	149	21	137	-2	0	-0	-0
26.000	-0.001	3490913	2227374	-2053	-8753	108	139	13	147	-3	0	-0	-0
40.000	0.004	1959117	2259160	742	944	76	64	88	73	-1	-0	-0	-0
50.000	0.007	896769	2256746	1989	4795	47	17	117	44	-0	-0	-0	0
60.000	0.008	74210	2246477	2479	6180	28	-18	128	39	-0	0	0	-0
80.000	0.006	-809755	2223060	1989	4603	-13	-44	113	46	-0	-0	-0	-0
90.000	0.003	-748928	2213335	1419	2580	-16	-38	99	59	-0	-0	-0	-0
110.000	-0.005	-85422	2201899	603	-511	8	-6	75	83	0	-0	-0	0
130.000	-0.013	639849	2202009	3	-1608	23	23	64	91	-0	0	0	-0
150.000	-0.018	942252	2208115	132	-1137	35	33	70	88	-0	0	-0	-0
170.000	-0.020	950368	2213142	362	-423	37	31	76	82	-0	0	-0	-0
180.000	-0.020	941370	2213851	400	-310	37	31	77	81	-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 - I м,

внутренний радиус цилиндрической оболочки рубашки - I,I м,

толщина стенки корпуса - 0,02 м,

толщина стенки рубашки - 0,0I м

температура теплоносителя: между рубашкой и корпусом - +I30 ^{0}C, внутри аппарата - +II5 ^{0}C, температура окружающей среды - +20 ^{0}C.

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^{2}.К). Для коэффициентов теплоотдачи от стенки корпуса к среде внутри рубашки и от стенки корпуса к среде внутри аппарата приняты соответственно значения I00 Вт/(м^{2}.К) и 45 Вт/(м^{2}.К). Приведенные характеристики теплообмена на границах определены по методике, приведенной в книге-Михеев М.А. "Основы теплопередачи", М.-Л., Госэнергоиздат, I956.

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

турбостроении", Л., ЦКТИ, вып.16, 1966: К = 50 Вт/(м.°С), С = 460 Дж/(кг.°С), ρ = 780 кг/м^3.

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

Порядок подготовки исходных данных первой группы

1. Перфокарта, являющаяся титульной картой задачи (формат 20А4).

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	001	000	002	000
004	005	000	003	000
005	006	000	004	000

ØØ6	ØØ7	ØØØ	ØØ5	ØØØ
ØØ7	ØØØ	ØØØ	ØØØ	ØØØ
ØØ8	ØØ9	ØØØ	ØØ4	ØØØ
ØØ9	ØIØ	ØØØ	ØØ8	ØØØ
ØIØ	ØII	ØØØ	ØØ9	ØØØ
ØII	ØØØ	ØØØ	ØIØ	ØØØ

4. Перфокарты координат граничных узлов (вводятся в порядке следования номеров узлов) (6 E I2.6).

п.ч	XF	YP	XP	YP	XF	YP
	ØØ	Ø.2ØØØØØE-Ø1	ØØ	ØØ	Ø.7Ø71Ø7E-ØØØ.312893E-ØØ	
	ØØ	ØØ	Ø.1ØØØØØE+Ø1Ø.1Ø2ØØØF+Ø1			
.1ØØØØØE+Ø1Ø.122ØØØE+Ø1				Ø.1ØØØØØE+Ø1Ø.1235ØØE+Ø1		
		Ø.1ØØØØØE+Ø1Ø.212ØØØE+Ø1				
.7Ø71Ø7ØØØØØ.282711E+Ø1					Ø.312ØØØE+Ø1	
Ø						
Ø						
7						
		Ø.721249E+ØØØØ.298751E+ØØ		Ø.1Ø2ØØØE+Ø1Ø.122ØØØE+Ø1		
.1Ø2ØØØE+Ø1Ø.1Ø2ØØØE+Ø1						
		Ø.1Ø2ØØØE+Ø1Ø.1235ØØE+Ø1		Ø.721249E-ØØØ.284125E+Ø1		
.1Ø2ØØØE+Ø1Ø.212ØØØE+Ø1						
			Ø.314ØØØE+Ø1	Ø.11ØØØØE+Ø1Ø.212ØØØE+Ø1		
.11ØØØØE+Ø1Ø.1335ØØE+Ø1						
		Ø.777818E-ØØØ.289782F+Ø1				
	Ø.322ØØØE+Ø1					
.Ø						
.111ØØØE+Ø1Ø.133ØØØE+Ø1				Ø.111ØØE+Ø1Ø.212ØØØE+Ø1		
		Ø.7844489E-ØØØ.29Ø489E3Ø1				
	Ø.323ØØØE+Ø1					

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	NRG	NROWS	NOOL	NDN	LRT	LROOT	NTR	NG	NTM	I
ØØ1	ØØ3	ØØ3	Ø26Ø17ØØ3ØØ2ØØ1Ø1	6Ø24Ø25	1212	1212	Ø4Ø1	ØØØØ	ØØØØ	1
	Ø	Ø.1Ø2ØØØE+Ø1Ø.1ØØØØØE+Ø1		окружность						
	ØØ.1Ø2ØØØE+Ø1Ø.1Ø2ØØØE+Ø1									
ØØ2	ØØ3	ØØ3	Ø28Ø18ØØ5ØØ4ØØ3Ø1	7Ø26Ø27	1212	1212	Ø4Ø1	ØØØØ	ØØØØ	1
	Ø.1Ø2ØØØE+Ø1Ø.1ØØØØØE+Ø1			окружность						
	Ø.1Ø2ØØØE+Ø1Ø.1Ø2ØØØE+Ø1									
ØØ3	ØØ3	ØØ3	Ø3ØØ19ØØ7ØØ6ØØ5Ø1	8Ø28Ø29	1111	1111	Ø4Ø1	ØØØØ	ØØØØ	11
ØØ4	ØØ3	ØØ3	Ø32Ø2ØØØ9ØØ8ØØ7Ø1	9Ø3ØØ31	1111	1111	Ø4ØØ	ØØØØ	ØØØØ	1
Ø5	ØØ5	ØØ3	Ø34Ø21Ø11Ø1ØØØ9Ø2	ØØ32Ø33	1111	1111	Ø4Ø2	ØØØØ	ØØØØ	1
	Ø.212ØØØE+Ø1Ø.1ØØØØØE+Ø1			1Ø34Ø35	1212	1111	Ø4Ø2	ØØØØ	ØØØØ	1
	Ø.2120ØØE+Ø1Ø.1Ø2ØØØE+Ø1			окружность						
ØØ7	ØØ3	ØØ3	Ø38Ø23Ø15Ø14Ø13Ø2							
	Ø.212ØØØE+Ø1Ø.1ØØØØØE+Ø1			2Ø36Ø37	1212	1111	Ø4Ø2	ØØØØ	ØØØØ	1
	Ø.212ØØØE+Ø10.1Ø2ØØØE+Ø1			окружность						
ØØ8	ØØ3	ØØ3	Ø52Ø47Ø4ØØ39Ø32Ø3							
ØØ9	ØØ5	ØØ3	Ø54Ø48Ø42Ø41Ø4ØØ4	1Ø3ØØ51	1111	1111	Ø3Ø1	ØØØØ	ØØØØ	1
Ø1Ø	ØØ3	ØØ3	Ø56Ø49Ø44Ø43Ø42Ø4	7052Ø53	1111	1111	Ø3Ø1	ØØØØ	ØØØØ	1
	Ø.212ØØØE+Ø1Ø.11ØØØØE+Ø1			8Ø54Ø55	1212	1111	Ø3Ø1	ØØØØ	ØØØØ	1
	Ø.212ØØØE+Ø1Ø.111ØØØE+Ø1			окружность						
Ø11	ØØ3	ØØ3	Ø58Ø5ØØ46Ø45Ø44Ø4	9Ø56Ø57	1212	1111	Ø3Ø1	ØØØØ	ØØØØ	1
	Ø.212ØØØE+Ø1Ø.11ØØØØE+Ø1			окружность						
	Ø.212ØØØE+Ø1Ø.111ØØØE+Ø1									

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 А4)

"ТЕПЛОВАЯ ЗАДАЧА"

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

NRGM= I; NPCH= I5; NM= I

NRGM	NPCN	NM
ØØØI	ØØI5	ØØØI

8. Перфокарта теплофизических характеристик материалов (4EI0.4) вводится в соответствии с NM

AKX	AKY	SH	SW
Ø.5ØØØE + Ø2Ø	. 5ØØØE + Ø2Ø	. 46ØØE + Ø3Ø	. 78ØØE + Ø4

9. Если NTR ≠ Ø, то вводят характеристики границ с конвективным теплообменом (4EI0.4)

TINF	H	DT	TO
Ø.2ØØØ E+Ø2	Ø.5ØØØ E+Ø2	Ø	Ø
Ø.Ø2ØØ E+Ø3	Ø.IØØØ E+Ø3	Ø.83ØØE-ØI	Ø.I32Ø E+Ø4
Ø.Ø2ØØ E+Ø3	Ø.IØØØ E+Ø3	Ø.83ØØE-ØI	Ø.I32Ø E+Ø4
Ø.Ø2ØØ E+Ø3	Ø.45ØØ E+Ø2	Ø.83ØØE-ØI	Ø.II4Ø E+Ø4

IO. Если NQ ≠ Ø, то вводят значения тепловых потоков SQS (E I0.4).

II. Если NTM ≠ Ø, то вводят значения постоянных температур на границах TE (E I0.4).

```
  КОНСТРУКЦИЯ-АВТОКЛАВ R1=1М,R2=1.1М,CL=1.1М КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР
ЧИСЛО ЗОН LRG= 11
ЧИСЛО ГРАНИЧНЫХ УЗЛОВ KBP= 58
ЧИСЛО ТРАКТОВ ОХЛАЖДЕНИЯ NTR=  4
ЧИСЛО ГОТОКОВ НА ГРАНИЦЕ NG=  0
ЧИСЛО ГОСТОЯННЫХ ТЕМПЕРАТУРНА ГРАНИЧЕ NTE=  0
ВИД ЗАДАЧИ NSIM=  1
ПЕЧАТЬ NPC=   0


ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ ЗАДАЧА

ДАННЫЕ СОЕДИНЕННЯ
З/С   1   2   3   4

 1    2   0   0   0
 2    3   0   1   0
 3    4   0   2   0
 4    5   0   3   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  12   0

КООРДИНАТЫ ГРАНИЧНИХ УЗЛОВ
 1 0.0           0.2000000-01   2 0.0           0.0            3 0.7071070 00 0.3120930 00
 4 0.0           0.0            5 0.1000000 01 0.1020000 01   6 0.0           0.0
 7 0.1000000 01 0.1220000 01   8 0.0           0.0            9 0.1000000 01 0.1035000 01
10 0.0           0.0           11 0.1000000 01 0.2120000 01  12 0.0           0.0
13 0.7071070 00 0.2827110 01  14 0.0           0.0           15 0.0           0.3120000 01
16 0.0           0.0           17 0.0           0.0           18 0.0           0.0
19 0.0           0.0           20 0.0           0.0           21 0.0           0.0
22 0.0           0.0           23 0.0           0.0           24 0.0           0.0
25 0.0           0.0           26 0.7212490 00 0.2987510 00  27 0.0           0.0
28 0.1020000 01 0.1020000 01  29 0.0           0.0           30 0.1020000 01 0.1220000 01
31 0.0           0.0           32 0.1020000 01 0.1235000 01  33 0.0           0.0
34 0.1020000 01 0.2120000 01  35 0.0           0.0           36 0.7212490 00 0.2844250 01
37 0.0           0.0           38 0.0           0.3142020 01  39 0.0           0.0
40 0.1120000 01 0.1335000 01  41 0.0           0.0           42 0.1100000 01 0.2120000 01
43 0.0           0.0           44 0.7778180 00 0.2897820 01  45 0.0           0.0
46 0.0           0.3220000 01  47 0.0           0.0           48 0.0           0.0
49 0.0           0.0           50 0.0           0.0           51 0.0           0.0
52 0.1110000 01 0.1330000 01  53 0.0           0.0           54 0.1110000 01 0.2120000 01
55 0.0           0.0           56 0.7844890 00 0.2924850 01  57 0.0           0.0
58 0.0           0.3230000 01
```

ДАННЫЕ ПО ЗОНАМ

```
ЗОНА NRG=  1 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 26 17  3  2  1 14 24 25 LG=1212 LROOT=1212 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР=  0.0                  0.1020000 01  0.1000000 01
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС ОКР=  0.0                  0.1020000 01  0.1020000 01
ЗОНА NRG=  2 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 28 18  5  4  3 17 26 27 LG=1212 LROOT=1212 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=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 NRG=  3 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 30 19  7  6  5 18 28 29 LG=1111 LROOT=1111 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1
ЗОНА NRG=  4 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 32 23  9  8  7 19 30 31 LG=1111 LROOT=1111 NTRI=0400 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1
ЗОНА NRG=  5 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 34 21 11 10  9 20 32 33 LG=1111 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1
ЗОНА NRG=  6 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 36 22 13 12 11 21 34 35 LG=1212 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NTEI=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 NRG=  7 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 38 23 15 14 13 22 36 37 LG=1212 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NTEI=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 NRG=  8 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 52 47 43 39 32 31 30 41 LG=1111 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1
ЗОНА NRG=  9 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 54 48 42 41 40 47 52 53 LG=1111 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM= 1
ЗОНА NRG= 10 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 56 49 44 43 42 48 54 55 LG=1212 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=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 NRG= 11 NRGWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 58 50 46 45 44 49 56 57 LG=1212 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=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
```

УЗЛЫ	КООРДИНАТЫ		УЗЛЫ	КООРДИНАТЫ		УЗЛЫ	КООРДИНАТЫ	
1	0.0	0.2000000-01	2	0.3535534D 00	0.8458587D-01	3	0.7071070D 00	0.3120930D 00
4	0.8535534D 00	0.4000000 00	5	0.1000000D 01	0.1020000D 01	6	0.1000000D 01	0.1120000D 01
7	0.1020000D 01	0.1220000 01	8	0.1000000D 01	0.1220000 01	9	0.1000000D 01	0.1220000 01
10	0.1000000D 01	0.1677500 01	11	0.1000000D 01	0.2120000 01	12	0.8535534D 00	0.2841810 01
13	0.7071070 00	0.2827110 01	14	0.3535534D 00	0.3855410 01	15	0.0	0.3120000 01
16	0.0	0.1000000-01	17	0.7141780 00	0.3056220 00	18	0.1010000 01	0.1020000 01
19	0.1010000 01	0.1220000 01	20	0.1010000 01	0.1235000 01	21	0.1010000 01	0.2120000 01
22	0.7141780 00	0.2834180 01	23	0.0	0.3130000 01	24	0.0	0.0
25	0.3606250 00	0.6557740-01	26	0.7212490 00	0.2987510 00	27	0.8704240 00	0.4065750 00
28	0.1020000 01	0.1020000 01	29	0.1020000 01	0.1128000 01	30	0.1020000 01	0.1220000 01
31	0.1020000 01	0.1227500 01	32	0.1020000 01	0.1235000 01	33	0.1220000 01	0.1677500 01
34	0.1020000 01	0.2120000 01	35	0.8756240 00	0.2651430 01	36	0.7212490 00	0.2841250 01
37	0.3606250 00	0.3074120 01	38	0.0	0.3140000 01	39	0.1060000 01	0.1205000 01
40	0.1100000 01	0.1335000 01	41	0.1100000 01	0.1727500 01	42	0.1100000 01	0.2120000 01
43	0.9359090 00	0.2693110 01	44	0.7778180 00	0.2897820 01	45	0.3869090 00	0.3148960 01
46	0.0	0.3220000 01	47	0.1105000 01	0.1332500 01	48	0.1105000 01	0.2120000 01
49	0.7811540 00	0.2531350 01	50	0.0	0.3225000 01	51	0.1065000 01	0.1275000 01
52	0.1110000 01	0.1330000 01	53	0.1110000 01	0.1725000 01	54	0.1110000 01	0.2120000 01
55	0.9472440 00	0.2698640 01	56	0.7844090 00	0.2904890 01	57	0.3922450 00	0.3156390 01
58	0.3	0.3230000 01						

```
ЧИСЛО УЗЛОВ NP=  81
ЧИСЛО ЭЛЕМЕНТОВ NEL= 104
ШИРИНА ПОЛОСЫ NBW=  34 НАЙДЕНА В ЭЛЕМЕНТЕ=  64
НОМЕР ТРАКТА=  1 ЧИСЛО УЗЛОВ= 17
НОМЕРА УЗЛОВ:
  1   4   7  10  13  16  19  52  55  58  61  64  67  70  73  76  79
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  54  57  60  63  66  69  72  75  78  81
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              2 0.0            0.100000D-01   3 0.0            0.200000D-01
  4 0.3636250 00   0.6587740-01     5 0.3570890 00   0.752315D-01   6 0.3535540 00   0.845857D-01
  7 0.7212490 00   0.2987510 00     8 0.7141780 00   0.305822D 00   9 0.7071070 00   0.312893D 00
 10 0.8736240 00   0.4885750 00    11 0.3620890 00   0.493785D 00  12 0.8535540 00   0.498995D 00
 13 0.1020000 01   0.1020000 01    14 0.1010000 01   0.102000D 01  15 0.1000000 01   0.102000D 01
 16 0.1020000 01   0.1120000 01    17 0.1010000 01   0.112000D 01  18 0.1000000 01   0.112000D 01
 19 0.1020000 01   0.1220000 01    20 0.1010000 01   0.122000D 01  21 0.1000000 01   0.122000D 01
 22 0.1020000 01   0.1227500 01    23 0.1010000 01   0.122750D 01  24 0.1000000 01   0.122750D 01
 25 0.1020000 01   0.1235000 01    26 0.1010000 01   0.123500D 01  27 0.1000000 01   0.123500D 01
 28 0.1020000 01   0.1456250 01    29 0.1010000 01   0.145625D 01  30 0.1000000 01   0.145625D 01
 31 0.1020000 01   0.1677500 01    32 0.1010000 01   0.167750D 01  33 0.1000000 01   0.167750D 01
 34 0.1020000 01   0.1898750 01    35 0.1010000 01   0.189875D 01  36 0.1000000 01   0.189875D 01
 37 0.1020000 01   0.2120000 01    38 0.1010000 01   0.212000D 01  39 0.1000000 01   0.212000D 01
 40 0.8736240 00   0.2651430 01    41 0.8622890 00   0.264622D 01  42 0.8535540 00   0.264101D 01
 43 0.7212490 00   0.2841250 01    44 0.7141780 00   0.283418D 01  45 0.7071070 00   0.282711D 01
 46 0.3636250 00   0.3074120 01    47 0.3570890 00   0.306477D 01  48 0.3535540 00   0.305541D 01
 49 0.0            0.3140000 01    50 0.0            0.313000D 01  51 0.0            0.312000D 01
 52 0.1065000 01   0.1275000 01    53 0.1062500 01   0.128000D 01  54 0.1060000 01   0.128500D 01
 55 0.1110000 01   0.1330000 01    56 0.1125000 01   0.133250D 01  57 0.1100000 01   0.133500D 01
 58 0.1110000 01   0.1527500 01    59 0.1125000 01   0.152938D 01  60 0.1100000 01   0.153125D 01
 61 0.1110000 01   0.1725000 01    62 0.1125000 01   0.172625D 01  63 0.1100000 01   0.172750D 01
 64 0.1110000 01   0.1922500 01    65 0.1125000 01   0.192312D 01  66 0.1100000 01   0.192375D 01
 67 0.1110000 01   0.2120000 01    68 0.1125000 01   0.212000D 01  69 0.1100000 01   0.212000D 01
 70 0.9472440 00   0.2698640 01    71 0.9430770 00   0.269587D 01  72 0.9389290 00   0.269311D 01
 73 0.7844890 00   0.2904890 01    74 0.7811540 00   0.290136D 01  75 0.7778180 00   0.289782D 01
 76 0.3922450 00   0.3158390 01    77 0.3925770 00   0.315367D 01  78 0.3889090 00   0.314896D 01
 79 0.0            0.3230000 01    80 0.0            0.322500D 01  81 0.0            0.322000D 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	3	4	5	3	2	5	7	8	5
6	7	5	4	7	8	9	6	8	*	6	5	9	10	11	8	10	10	8	7
11	11	12	9	12	11	9	8	13	13	14	11	14	13	11	10	15	14	11	12
16	14	12	11	17	16	17	14	18	16	14	13	19	17	18	15	20	17	15	14
21	19	20	17	22	19	17	16	23	20	21	18	24	23	18	17	25	22	21	20
26	22	20	19	27	23	24	21	20	23	21	20	29	25	26	23	30	25	23	22
31	26	27	24	32	26	24	23	33	28	29	26	34	29	26	25	35	29	30	27
36	29	27	26	37	31	32	29	30	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	40	38	36	35	49	43	41	38	50	40	38	37
51	41	42	39	52	41	39	38	53	43	44	41	54	43	41	40	55	44	45	42
56	44	42	41	57	46	47	44	50	46	42	43	59	47	48	45	60	47	45	44
61	49	50	47	62	49	47	46	63	50	51	48	64	50	48	47	65	52	53	50
66	52	20	19	67	53	54	25	40	53	25	22	69	55	56	53	70	55	53	52
71	56	57	54	72	56	54	53	73	58	59	56	74	58	56	55	75	59	60	57
76	59	57	56	77	61	62	59	70	61	59	58	79	62	63	60	80	62	60	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	80	68	66	65	89	72	71	68	90	70	68	67
91	71	72	69	92	71	69	68	93	73	74	71	94	73	71	70	95	74	75	72
96	74	72	71	97	76	77	74	90	76	74	73	99	77	78	75	100	77	75	74
101	79	80	77	102	79	77	76	103	80	81	78	104	83	78	77				

ТЕПЛОВАЯ ЗАДАЧА
РЕЖИМ NRGM= 3 ЧИСЛО МОМЕНТОВ ПЕЧАТИ NPCH= 1
ЧИСЛО ЗАПОЛНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА A NEND= 2997
ЧИСЛО МАТЕРИАЛОВ NM= 1
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ
1 AKX=0.5000E 02 AKY=0.5000E 02 SN=0.4600E 03 SN=0.7800E 04
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОВ ОХЛАЖДЕНИЯ
1 TINF=0.2000E 02 H=0.5000E 01 CT=0.0 T0=0.0
2 TINF=0.1300E 03 H=0.1200E 03 CT=0.8300E-01 T0=0.1320E 04
3 TINF=0.1300E 03 H=0.1200E 03 CT=0.8300E-01 T0=0.1320E 04
4 TINF=0.1150E 03 H=0.4500E 02 CT=0.8300E-01 T0=0.1140E 04
ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

1	0.1251D 03	2	0.1252D 03	3	0.1253D 03	4	0.1250D 03	5	0.1251D 03	6	0.1252D 03	7	0.1249D 03	8	0.1250D 03
9	0.1251D 03	10	0.1245D 03	11	0.1246D 03	12	0.1247D 03	13	0.1279D 03	14	0.1282D 03	15	0.1281D 03	16	0.1118D 03
17	0.1119D 03	18	0.1119D 03	19	0.1193D 03	20	0.1192D 03	21	0.1192D 03	22	0.1198D 03	23	0.1197D 03	24	0.1196D 03
25	0.1202D 03	26	0.1201D 03	27	0.1200D 03	28	0.1256D 03	29	0.1255D 03	30	0.1254D 03	31	0.1259D 03	32	0.1254D 03
33	0.1253D 03	34	0.1255D 03	35	0.1254D 03	36	0.1253D 03	37	0.1255D 03	38	0.1254D 03	39	0.1253D 03	40	0.1255D 03
41	0.1254D 03	42	0.1254D 03	43	0.1255D 03	44	0.1254D 03	45	0.1254D 03	46	0.1255D 03	47	0.1254D 03	48	0.1254D 03
49	0.1255D 03	50	0.1254D 03	51	0.1253D 03	52	0.1230D 03	53	0.1231D 03	54	0.1233D 03	55	0.1239D 03	56	0.1246D 03
57	0.1240D 03	58	0.1246D 03	59	0.1247D 03	60	0.1247D 03	61	0.1246D 03	62	0.1247D 03	63	0.1247D 03	64	0.1246D 03
65	0.1247D 03	66	0.1247D 03	67	0.1246D 03	68	0.1246D 03	69	0.1247D 03	70	0.1246D 03	71	0.1246D 03	72	0.1247D 03
73	0.1246D 03	74	0.1246D 03	75	0.1247D 03	76	0.1246D 03	77	0.1246D 03	78	0.1247D 03	79	0.1246D 03	80	0.1247D 03
81	0.1247D 03														

СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1192E 03
MAX TEMP=0.1256E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 28
MIN TEMP=0.1245E 03 НАЙДЕНА В УЗЛЕ= 12

```
  КОНСТРУКЦИЯ-АВТОКЛАВ R1=1М,R2=1,1М,CL=1,1М КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР
ЧИСЛО ЗОН LRC=  11
ЧИСЛО ГРАНИЧНЫХ УЗЛОВ NBP=  58
ЧИСЛО ТРАКТОР СХЛАЖДЕНИЯ NTR=   4
ЧИСЛО ГОТОКОВ НА ГРАНИЦЕ NG=   0
ЧИСЛО ГОСТОЯННЫХ ТЕМПЕРАТУРНА ГРАНИЦЕ NTE=   8
ВИД ЗАДАЧИ NSIM=   1
ПЕЧАТЬ NPC=   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    3    0
 5    6    0    4    0
 6    7    0    5    0
 7    0    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 0.0           0.2000000-01    2 0.0           0.0             3 0.7071070 00 0.3120930 00
 4 0.0           0.0             5 0.1000000 01 0.1020000 01     6 0.0           0.0
 7 0.1000000 01 0.1020000 01     8 0.0           0.0             9 0.1000000 01 0.1935800 01
10 0.0           0.0            11 0.1000000 01 0.2120000 01    12 0.0           0.0
13 0.7071070 00 0.2920110 01    14 0.0           0.0            15 0.0           0.3120000 01
16 0.0           0.0            17 0.0           0.0            18 0.0           0.0
19 0.0           0.0            20 0.0           0.0            21 0.0           0.0
22 0.0           0.0            23 0.0           0.0            24 0.0           0.0
25 0.0           0.0            26 0.7211249 00 0.2987510 00    27 0.0           0.0
28 0.1000000 01 0.1070000 01    29 0.0           0.0            30 0.1020000 01 0.1920000 01
31 0.0           0.0            32 0.1000000 01 0.1235000 01    33 0.0           0.0
34 0.1020000 01 0.2120000 01    35 0.0           0.0            36 0.7211249 00 0.2041250 01
37 0.0           0.0            38 0.0           0.3140000 01   39 0.0           0.0
40 0.1100000 01 0.1335000 01    41 0.0           0.0            42 0.1100000 01 0.2120000 01
43 0.0           0.0            44 0.7770180 00 0.2897820 01    45 0.0           0.0
46 0.0           0.3220000 01   47 0.0           0.0            48 0.0           0.0
49 0.0           0.0            50 0.0           0.0            51 0.0           0.0
52 0.1110000 01 0.1330000 01    53 0.0           0.0            54 0.1110000 01 0.2120000 01
55 0.0           0.0            56 0.7844690 00 0.2904690 01    57 0.0           0.0
58 0.0           0.3230000 01
```

```
                    ДАННЫЕ ПО ЗОНАМ

ЗОНА NRG=  1 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 26 17  3  9  1 16 24 25 LR=1212 LROOT=1212 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.1000000 01  0.1000000 01
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.1000000 01  0.1000000 01
ЗОНА NRG=  2 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 28 18  5  6  3 17 26 27 LR=1212 LROOT=1212 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.1000000 01  0.1000000 01
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.1000000 01  0.1000000 01
ЗОНА NRG=  3 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 30 19  7  8  9 18 28 29 LR=1111 LROOT=1111 NTRI=0401 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
ЗОНА NRG=  4 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 32 20  9  8  7 19 30 31 LR=1111 LROOT=1111 NTRI=0400 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
ЗОНА NRG=  5 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 34 21 11 10  9 20 32 33 LR=1111 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
ЗОНА NRG=  6 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 36 22 13 12 11 21 34 35 LR=1212 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.2100000 01  0.1000000 01
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.2100000 01  0.1000000 01
ЗОНА NRG=  7 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 38 23 15 14 13 22 36 37 LR=1212 LROOT=1111 NTRI=0402 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.2100000 01  0.1000000 01
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.2100000 01  0.1000000 01
ЗОНА NRG=  8 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 52 47 43 39 32 31 38 41 LR=1111 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
ЗОНА NRG=  9 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 54 48 42 41 40 47 53 53 LR=1111 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
ЗОНА NRG= 10 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 56 49 44 43 42 46 54 55 LR=1212 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.2100000 01  0.1100000 01
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.2100000 01  0.1100000 01
ЗОНА NRG= 11 NRCWS=  3 NCOL=  3 УЗЛЫ NCN= 58 50 46 45 44 49 56 57 LR=1212 LROOT=1111 NTRI=0301 NQI=0000 NTEI=0000 IM=  1
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.2100000 01  0.1100000 01
 КООРДИНАТЫ ЦЕНТРА И РАДИУС СКР=  0.0                  0.2100000 01  0.1100000 01

УЗЛЫ          КООРДИНАТЫ          УЗЛЫ          КООРДИНАТЫ          УЗЛЫ          КООРДИНАТЫ
   1  0.0             0.2000000-01    2  0.3535534 00  0.8535534-01    3  0.7071070 00  0.3125930 00
   4  0.8535534 00    0.8535534 00    5  0.1000000 01  0.1000000 01    6  0.1000000 01  0.1125000 01
   7  0.1000000 01    0.1125000 01    8  0.1000000 01  0.1275000 01    9  0.1000000 01  0.1425000 01
  10  0.1000000 01    0.1575000 01   11  0.1000000 01  0.2125000 01   12  0.8535534 00  0.2641810 01
  13  0.7071070 00    0.2827110 01   14  0.3535534 00  0.3085340 01   15  0.0           0.3125000 01
  16  0.0             0.1000000-01   17  0.7141780 00  0.3085220 00   18  0.1010000 01  0.1000000 00
  19  0.1010000 01    0.1225000 01   20  0.1010000 01  0.1425000 01   21  0.1010000 01  0.2125000 01
  22  0.7141780 00    0.2834180 01   23  0.0           0.3135000 01   24  0.0           0.2
  25  0.3606250 00    0.6587740-01   26  0.7219490 00  0.2987510 00   27  0.8706240 00  0.4885750 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    0.1275000 01   32  0.1220000 01  0.1235000 01   33  0.1020000 01  0.1677500 01
  34  0.1020000 01    0.2120000 01   35  0.8726240 00  0.2651430 01   36  0.7219490 00  0.2841250 01
  37  0.3606250 00    0.3074120 01   38  0.0           0.3140000 01   39  0.1060000 01  0.1285000 01
  40  0.1120000 01    0.1335000 01   41  0.1160000 01  0.1727500 01   42  0.1100000 01  0.2120000 01
  43  0.9239900 00    0.2693110 01   44  0.7778810 00  0.2897820 01   45  0.3889290 00  0.3140960 01
  46  0.0             0.3220000 01   47  0.1100000 01  0.1332500 01   48  0.1100000 01  0.2120000 01
  49  0.7811540 00    0.2931360 01   50  0.0           0.3225000 01   51  0.1065200 01  0.1275000 01
  52  0.1110000 01    0.1330000 01   53  0.1110000 01  0.1725000 01   54  0.1110000 01  0.2120000 01
  55  0.9472440 00    0.2698540 01   56  0.7844890 00  0.2984890 01   57  0.3922450 00  0.3158390 01
  58  0.0             0.3230000 01

 ЧИСЛО УЗЛОВ NP=  81
 ЧИСЛО ЭЛЕМЕНТОВ NEL= 104
 ШИРИНА ПОЛОСЫ NBW=  34 НАЙДЕНА В ЭЛЕМЕНТЕ=  66
 НОМЕР ТРАКТА=  1 ЧИСЛО УЗЛОВ= 17
НОМЕРА УЗЛОВ:
  1  4  7 10 13 16 19 52 55 58 61 64 67 70 73 76 79
 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 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81
 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	2	0.0		0.100000D-01	3	0.0		0.200000D-01
4	0.360625D	00	0.658774D-01	5	0.357089D	00	0.752315D-01	6	0.353554D	00	0.845857D-01
7	0.721249D	00	0.298751D	00	0.714178D	00	0.305822D	00	0.707107D	00	0.312893D	00
10	0.870624D	00	0.488575D	00	0.862089D	00	0.493785D	00	0.853554D	00	0.498995D	00
13	0.102000D	01	0.102000D	01	0.101000D	01	0.102000D	01	0.100000D	01	0.102000D	01
16	0.102000D	01	0.112000D	01	0.101000D	01	0.112000D	01	0.100000D	01	0.112000D	01
19	0.102000D	01	0.122000D	01	0.101000D	01	0.122000D	01	0.100000D	01	0.122000D	01
22	0.102000D	01	0.122750D	01	0.101000D	01	0.122750D	01	0.100000D	01	0.122750D	01
25	0.102000D	01	0.123500D	01	0.101000D	01	0.123500D	01	0.100000D	01	0.123500D	01
28	0.102000D	01	0.145625D	01	0.101000D	01	0.145625D	01	0.100000D	01	0.145625D	01
31	0.102000D	01	0.167750D	01	0.101000D	01	0.167750D	01	0.100000D	01	0.167750D	01
34	0.102000D	01	0.189875D	01	0.101000D	01	0.189875D	01	0.100000D	01	0.189875D	01
37	0.102000D	01	0.212000D	01	0.101000D	01	0.212000D	01	0.100000D	01	0.212000D	01
40	0.870624D	00	0.265143D	01	0.862089D	00	0.264622D	01	0.853554D	00	0.264101D	01
43	0.721249D	00	0.284125D	01	0.714178D	00	0.283418D	01	0.707107D	00	0.282711D	01
46	0.360625D	00	0.307412D	01	0.357089D	00	0.306477D	01	0.353554D	00	0.305541D	01
49	0.0		0.314000D	01	0.0		0.313000D	01	0.0		0.312000D	01
52	0.106500D	01	0.127500D	01	0.106250D	01	0.128000D	01	0.106000D	01	0.128500D	01
55	0.111000D	01	0.133000D	01	0.110500D	01	0.133250D	01	0.110000D	01	0.133500D	01
58	0.111000D	01	0.152750D	01	0.110500D	01	0.152938D	01	0.110000D	01	0.153125D	01
61	0.111000D	01	0.172500D	01	0.110500D	01	0.172625D	01	0.110000D	01	0.172750D	01
64	0.111000D	01	0.192250D	01	0.110500D	01	0.192312D	01	0.110000D	01	0.192375D	01
67	0.111000D	01	0.212000D	01	0.110500D	01	0.212000D	01	0.110000D	01	0.212000D	01
70	0.947244D	00	0.269864D	01	0.943077D	00	0.269587D	01	0.938909D	00	0.269311D	01
73	0.784489D	00	0.290489D	01	0.781154D	00	0.292136D	01	0.777818D	00	0.289782D	01
76	0.392245D	00	0.315839D	01	0.390577D	00	0.315367D	01	0.388909D	00	0.314896D	01
79	0.0		0.323000D	01	0.0		0.322500D	01	0.0		0.322000D	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	3	4	5	3	2	5	7	8	5
6	7	5	4	7	8	9	6	8	8	6	5	9	10	11	8	10	10	8	7
11	11	12	9	12	11	9	8	13	13	14	11	14	13	11	10	15	14	15	12
16	14	12	11	17	16	17	14	18	16	14	13	19	17	18	15	20	17	19	14
21	19	20	17	22	19	17	16	23	20	21	18	24	20	18	17	25	22	23	20
26	22	20	19	27	23	24	21	28	23	21	20	29	25	26	23	30	25	23	22
31	26	27	24	32	26	24	23	33	28	29	26	34	28	26	25	35	29	30	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	43	44	41	54	43	41	40	55	44	45	42
56	44	42	41	57	46	47	44	58	46	44	43	59	47	48	45	60	47	45	44
61	49	50	47	62	49	47	46	63	50	51	48	64	50	48	47	65	52	53	22
66	52	22	19	67	53	54	25	68	53	25	22	69	55	56	53	70	55	53	52
71	56	57	54	72	56	54	53	73	58	59	56	74	55	56	55	75	59	60	57
76	59	57	56	77	61	62	59	78	61	59	58	79	62	63	60	80	62	60	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	65	88	68	66	65	89	70	71	68	90	70	68	67
91	71	72	69	92	71	69	68	93	73	74	71	94	73	71	70	95	74	75	72
96	74	72	71	97	76	77	74	98	76	74	73	99	77	78	75	100	77	75	74
101	79	80	77	102	[illegible]	77	76	103	82	81	78	104	80	78	77				

```
ТЕПЛОВАЯ ЗАДАЧА
РЕЖИМ NRGM=  2  ЧИСЛО МОМЕНТОВ ПЕЧАТИ NPCM=    50
ЧИСЛО ЗАПОЛНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА А NEND=  4545
ЧИСЛО МАТЕРИАЛОВ NM=  1
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ
  1  AKX=0.500E 02  AKY=0.500E 02  SH=0.460E 03  SN=0.780E 04
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОВ ОХЛАЖДЕНИЯ
  1    TINF=0.200E 02  H=0.500E 01  CT=0.0          TP=0.0
  2    TINF=0.200E 02  H=0.100E 03  CT=0.830E-01  TP=0.132E 04
  3    TINF=0.200E 02  H=0.120E 03  CT=0.830E-01  TP=0.132E 04
  4    TINF=0.200E 02  H=0.450E 02  CT=0.830E-01  TP=0.114E 04
ШАГ ПО ВРЕМЕНИ TS=0.1200E 03  НАЧ.ТЕМП. TIN=0.2000E 02
МОМЕНТЫ ПЕЧАТИ
   5   10   15   20   25   30   35   40   45   50   55   60   65   70   75   80   85   90   95  100
  ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
  ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
РЕЖИМ РЕШЕНИЯ
NRGM=  2  NPCM=  50  TS=0.1200E 03
МОМЕНТ ВРЕМЕНИ NTIME=     0

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.0000E 00 ШАГ=     1
  1 0.25140 02    2 0.25500 02    3 0.25430 02    4 0.29360 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 0.29650 02   13 0.29720 02   14 0.29840 02   15 0.30140 02   16 0.30420 02
 17 0.30710 02   18 0.30590 02   19 0.30240 02   20 0.30170 02   21 0.30390 02   22 0.30820 02   23 0.30810 02   24 0.30930 02
 25 0.30880 02   26 0.30660 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 0.43650 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 0.44080 02
 49 0.34920 02   50 0.34710 02   51 0.34900 02   52 0.45420 02   53 0.45630 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 0.47980 02
 65 0.47760 02   66 0.47550 02   67 0.48550 02   68 0.48610 02   69 0.48790 02   70 0.47920 02   71 0.48200 02   72 0.48200 02
 73 0.48760 02   74 0.48630 02   75 0.49210 02   76 0.48970 02   77 0.48150 02   78 0.48340 02   79 0.37980 02   80 0.38160 02
 81 0.38330 02
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.3900E 02
MAX TEMP=0.49210 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    75
MIN TEMP=0.25140 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=     1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.1200E 04 ШАГ=    10
  1 0.38360 02    2 0.38480 02    3 0.38830 02    4 0.49580 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 0.56060 02
 17 0.56150 02   18 0.56330 02   19 0.72570 02   20 0.72470 02   21 0.72610 02   22 0.73980 02   23 0.73630 02   24 0.73710 02
 25 0.75480 02   26 0.74840 02   27 0.74780 02   28 0.86110 02   29 0.85580 02   30 0.85550 02   31 0.85110 02   32 0.84590 02
 33 0.84560 02   34 0.85060 02   35 0.84550 02   36 0.84520 02   37 0.86050 02   38 0.86030 02   39 0.85970 02   40 0.85620 02
 41 0.85170 02   42 0.85180 02   43 0.86590 02   44 0.84050 02   45 0.86020 02   46 0.85650 02   47 0.85180 02   48 0.85180 02
 49 0.86880 02   50 0.86580 02   51 0.86670 02   52 0.85820 02   53 0.86170 02   54 0.86780 02   55 0.89240 02   56 0.89350 02
 57 0.89660 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 0.91480 02   67 0.92560 02   68 0.92650 02   69 0.92870 02   70 0.91690 02   71 0.91880 02   72 0.92040 02
 73 0.92860 02   74 0.92970 02   75 0.93190 02   76 0.91980 02   77 0.92280 02   78 0.92320 02   79 0.73760 02   80 0.73940 02
 81 0.74260 02
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.7456E 02
MAX TEMP=0.93190 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    75
MIN TEMP=0.38360 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=     1
```

```
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.1800E 04СЕК        15
  1 0.52310 02    2 0.52450 02    3 0.52750 02    4 0.66170 02    5 0.66260 02    6 0.66520 02    7 0.67720 02    8 0.67840 02
  9 0.66120 02   10 0.66110 02   11 0.66240 02   12 0.66530 02   13 0.67300 02   14 0.67420 02   15 0.67660 02   16 0.67830 02
 17 0.67640 02   18 0.67850 02   19 0.69750 02   20 0.69740 02   21 0.69740 02   22 0.69840 02   23 0.69870 02   24 0.69850 02
 25 0.10030 03   26 0.69890 02   27 0.69790 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 0.11220 03   47 0.11140 03   48 0.11170 03
 49 0.98280 02   50 0.95120 02   51 0.95180 02   52 0.11080 03   53 0.11110 03   54 0.11150 03   55 0.11530 03   56 0.11540 03
 57 0.11560 03   58 0.11620 03   59 0.11810 03   60 0.11820 03   61 0.11790 03   62 0.11860 03   63 0.11810 03   64 0.11820 03
 65 0.11860 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=0.9817E 02
MAX TEMP=0.11890E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   75
MIN TEMP=0.59310E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.2402E 04СЕК        20
  1 0.63970 02    2 0.64100 02    3 0.64360 02    4 0.77220 02    5 0.77290 02    6 0.77480 02    7 0.78820 02    8 0.78920 02
  9 0.78120 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 0.91760 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 0.10980 03   26 0.10960 03   27 0.10950 03   28 0.11000 03   29 0.11980 03   30 0.11970 03   31 0.11990 03   32 0.11970 03
 33 0.11960 03   34 0.11690 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 0.12220 03   42 0.11690 03   43 0.12240 03   44 0.12020 03   45 0.12210 03   46 0.12000 03   47 0.11990 03   48 0.11970 03
 49 0.11720 03   50 0.11210 03   51 0.11810 03   52 0.11750 03   53 0.11780 03   54 0.11810 03   55 0.12040 03   56 0.12090 03
 57 0.12160 03   58 0.12300 03   59 0.12310 03   60 0.12310 03   61 0.12300 03   62 0.12310 03   63 0.12310 03   64 0.12300 03
 65 0.12310 03   66 0.12310 03   67 0.12310 03   68 0.12320 03   69 0.12320 03   70 0.12300 03   71 0.12310 03   72 0.12320 03
 73 0.12300 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=0.1070E 03
MAX TEMP=0.1233E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   78
MIN TEMP=0.6297E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.3002E 04СЕК        25
  1 0.73240 02    2 0.73370 02    3 0.73580 02    4 0.84460 02    5 0.84680 02    6 0.84830 02    7 0.86030 02    8 0.86130 02
  9 0.86050 02   10 0.85490 02   11 0.85410 02   12 0.85750 02   13 0.91280 02   14 0.91360 02   15 0.91480 02   16 0.98760 02
 17 0.98970 02   18 0.98650 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 0.11240 03   29 0.12230 03   30 0.12220 03   31 0.12240 03   32 0.12230 03
 33 0.12210 03   34 0.12040 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 0.11760 03   50 0.11240 03   51 0.11830 03   52 0.11990 03   53 0.12010 03   54 0.12030 03   55 0.12230 03   56 0.12240 03
 57 0.12250 03   58 0.12400 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 0.12420 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 0.12140 03   80 0.12160 03
 81 0.12170 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1105E 03
MAX TEMP=0.12410 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   78
MIN TEMP=0.73040 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1
```

```
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.3600E 04СЕК      38
  1 0.8844D 02    2 0.8851D 02    3 0.8869D 02    4 0.8937D 02    5 0.8964D 02    6 0.8977D 02    7 0.8974D 02    8 0.9085D 02
  9 0.9059D 02   10 0.8956D 02   11 0.8967D 02   12 0.8983D 02   13 0.9022D 02   14 0.9026D 02   15 0.9036D 02   16 0.1027D 03
 17 0.1026D 03   18 0.1029D 03   19 0.1143D 03   20 0.1142D 03   21 0.1142D 03   22 0.1151D 03   23 0.1149D 03   24 0.1149D 03
 25 0.1158D 03   26 0.1156D 03   27 0.1155D 03   28 0.1932D 03   29 0.1231D 03   30 0.1232D 03   31 0.1232D 03   32 0.1236D 03
 33 0.1229D 03   34 0.1232D 03   35 0.1231D 03   36 0.1229D 03   37 0.1233D 03   38 0.1232D 03   39 0.1234D 03   40 0.1233D 03
 41 0.1233D 03   42 0.1231D 03   43 0.1233D 03   44 0.1232D 03   45 0.1231D 03   46 0.1232D 03   47 0.1231D 03   48 0.1236D 03
 49 0.1234D 03   50 0.1227D 03   51 0.1227D 03   52 0.1228D 03   53 0.1218D 03   54 0.1232D 03   55 0.1224D 03   56 0.1229D 03
 57 0.1236D 03   58 0.1241D 03   59 0.1242D 03   60 0.1243D 03   61 0.1242D 03   62 0.1242D 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242D 03   66 0.1243D 03   67 0.1241D 03   68 0.1242D 03   69 0.1242D 03   70 0.1241D 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1241D 03   74 0.1242D 03   75 0.1242D 03   76 0.1241D 03   77 0.1242D 03   78 0.1242D 03   79 0.1233D 03   80 0.1233D 03
 81 0.1234D 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1139E 03
MAX ТЕМР=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN ТЕМР=0.8844E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.4200E 04СЕК      35
  1 0.8581D 02    2 0.8551D 02    3 0.8965D 02    4 0.9293D 02    5 0.9388D 02    6 0.9312D 02    7 0.9389D 02    8 0.9398D 02
  9 0.9418D 02   10 0.9256D 02   11 0.9335D 02   12 0.9322D 02   13 0.9917D 02   14 0.9923D 02   15 0.9934D 02   16 0.1049D 03
 17 0.1058D 03   18 0.1051D 03   19 0.1154D 03   20 0.1153D 03   21 0.1153D 03   22 0.1161D 03   23 0.1160D 03   24 0.1159D 03
 25 0.1167D 03   26 0.1166D 03   27 0.1165D 03   28 0.1935D 03   29 0.1234D 03   30 0.1233D 03   31 0.1234D 03   32 0.1233D 03
 33 0.1232D 03   34 0.1234D 03   35 0.1233D 03   36 0.1232D 03   37 0.1235D 03   38 0.1234D 03   39 0.1235D 03   40 0.1235D 03
 41 0.1236D 03   42 0.1233D 03   43 0.1235D 03   44 0.1234D 03   45 0.1233D 03   46 0.1235D 03   47 0.1234D 03   48 0.1233D 03
 49 0.1233D 03   50 0.1222D 03   51 0.1222D 03   52 0.1213D 03   53 0.1215D 03   54 0.1216D 03   55 0.1234D 03   56 0.1231D 03
 57 0.1239D 03   58 0.1242D 03   59 0.1242D 03   60 0.1243D 03   61 0.1242D 03   62 0.1242D 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242D 03   66 0.1243D 03   67 0.1241D 03   68 0.1242D 03   69 0.1243D 03   70 0.1241D 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1241D 03   74 0.1242D 03   75 0.1242D 03   76 0.1241D 03   77 0.1242D 03   78 0.1242D 03   79 0.1239D 03   80 0.1239D 03
 81 0.1240D 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1143E 03
MAX ТЕМР=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   58
MIN ТЕМР=0.8581E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.4800E 04СЕК      40
  1 0.8537D 02    2 0.8551D 02    3 0.8924D 02    4 0.9521D 02    5 0.9528D 02    6 0.9535D 02    7 0.9597D 02    8 0.9686D 02
  9 0.9614D 02   10 0.9527D 02   11 0.9537D 02   12 0.9549D 02   13 0.1029D 03   14 0.1012D 03   15 0.1014D 03   16 0.1062D 03
 17 0.1063D 03   18 0.1063D 03   19 0.1160D 03   20 0.1159D 03   21 0.1159D 03   22 0.1166D 03   23 0.1165D 03   24 0.1164D 03
 25 0.1170D 03   26 0.1171D 03   27 0.1170D 03   28 0.1936D 03   29 0.1235D 03   30 0.1234D 03   31 0.1235D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1232D 03   34 0.1235D 03   35 0.1234D 03   36 0.1233D 03   37 0.1236D 03   38 0.1234D 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235D 03   42 0.1234D 03   43 0.1236D 03   44 0.1235D 03   45 0.1234D 03   46 0.1236D 03   47 0.1235D 03   48 0.1233D 03
 49 0.1232D 03   50 0.1226D 03   51 0.1226D 03   52 0.1215D 03   53 0.1217D 03   54 0.1219D 03   55 0.1231D 03   56 0.1232D 03
 57 0.1237D 03   58 0.1242D 03   59 0.1243D 03   60 0.1243D 03   61 0.1242D 03   62 0.1242D 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242D 03   66 0.1243D 03   67 0.1241D 03   68 0.1242D 03   69 0.1242D 03   70 0.1241D 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1242D 03   74 0.1242D 03   75 0.1243D 03   76 0.1241D 03   77 0.1242D 03   78 0.1242D 03   79 0.1241D 03   80 0.1241D 03
 81 0.1240D 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1151E 03
MAX ТЕМР=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN ТЕМР=0.8982E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1
```

```
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.5488Е 04СЕК      45
  1 0.9277D 02    2 0.9285D 02    3 0.9256D 02    4 0.9476D 02    5 0.9684D 02    6 0.9693D 02    7 0.9734D 02    8 0.9744D 02
  9 0.9754D 02   10 0.9567D 02   11 0.9668D 02   12 0.9699D 02   13 0.1020D 03   14 0.1028D 03   15 0.1021D 03   16 0.1078D 03
 17 0.1079D 03   18 0.1071D 03   19 0.1164D 03   20 0.1163D 03   21 0.1162D 03   22 0.1178D 03   23 0.1168D 03   24 0.1168D 03

 25 0.1175D 03   26 0.1174D 03   27 0.1173D 03   28 0.1237D 03   29 0.1235D 03   30 0.1234D 03   31 0.1235D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1233D 03   34 0.1235D 03   35 0.1234D 03   36 0.1233D 03   37 0.1236D 03   38 0.1235D 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235D 03   42 0.1234D 03   43 0.1236D 03   44 0.1235D 03   45 0.1234D 03   46 0.1236D 03   47 0.1235D 03   48 0.1234D 03
 49 0.1233D 03   50 0.1232D 03   51 0.1231D 03   52 0.1217D 03   53 0.1218D 03   54 0.1220D 03   55 0.1219D 03   56 0.1233D 03
 57 0.1233D 03   58 0.1242D 03   59 0.1243D 03   60 0.1243D 03   61 0.1242D 03   62 0.1242D 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242D 03   66 0.1243D 03   67 0.1241D 03   68 0.1242D 03   69 0.1243D 03   70 0.1241D 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1242D 03   74 0.1242D 03   75 0.1243D 03   76 0.1241D 03   77 0.1242D 03   78 0.1242D 03   79 0.1242D 03   80 0.1242D 03
 81 0.1242D 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=0.6082Е 04СЕК      50
  1 0.9491D 02    2 0.9469D 02    3 0.9589D 02    4 0.9783D 02    5 0.9791D 02    6 0.9808D 02    7 0.9824D 02    8 0.9836D 02
  9 0.9845D 02   10 0.9770D 02   11 0.9787D 02   12 0.9758D 02   13 0.1026D 03   14 0.1027D 03   15 0.1027D 03   16 0.1074D 03
 17 0.1075D 03   18 0.1075D 03   19 0.1165D 03   20 0.1165D 03   21 0.1164D 03   22 0.1171D 03   23 0.1174D 03   24 0.1169D 03
 25 0.1177D 03   26 0.1176D 03   27 0.1175D 03   28 0.1237D 03   29 0.1235D 03   30 0.1234D 03   31 0.1235D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1233D 03   34 0.1235D 03   35 0.1234D 03   36 0.1233D 03   37 0.1236D 03   38 0.1235D 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235D 03   42 0.1234D 03   43 0.1236D 03   44 0.1235D 03   45 0.1234D 03   46 0.1236D 03   47 0.1235D 03   48 0.1234D 03
 49 0.1233D 03   50 0.1232D 03   51 0.1231D 03   52 0.1217D 03   53 0.1219D 03   54 0.1221D 03   55 0.1232D 03   56 0.1233D 03
 57 0.1234D 03   58 0.1242D 03   59 0.1243D 03   60 0.1243D 03   61 0.1242D 03   62 0.1242D 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242D 03   66 0.1243D 03   67 0.1241D 03   68 0.1242D 03   69 0.1243D 03   70 0.1241D 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1242D 03   74 0.1242D 03   75 0.1243D 03   76 0.1241D 03   77 0.1242D 03   78 0.1242D 03   79 0.1242D 03   80 0.1242D 03
 81 0.1243D 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1156E 03
MAX TEMP=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.9491E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.6682Е 04СЕК      55
  1 0.9646D 02    2 0.9653D 02    3 0.9662D 02    4 0.9856D 02    5 0.9864D 02    6 0.9872D 02    7 0.9889D 02    8 0.9896D 02
  9 0.9906D 02   10 0.9843D 02   11 0.9852D 02   12 0.9862D 02   13 0.1030D 03   14 0.1032D 03   15 0.1031D 03   16 0.1077D 03
 17 0.1077D 03   18 0.1078D 03   19 0.1167D 03   20 0.1166D 03   21 0.1165D 03   22 0.1172D 03   23 0.1171D 03   24 0.1170D 03
 25 0.1176D 03   26 0.1177D 03   27 0.1176D 03   28 0.1237D 03   29 0.1235D 03   30 0.1234D 03   31 0.1235D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1233D 03   34 0.1235D 03   35 0.1234D 03   36 0.1233D 03   37 0.1236D 03   38 0.1235D 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235D 03   42 0.1234D 03   43 0.1236D 03   44 0.1235D 03   45 0.1234D 03   46 0.1236D 03   47 0.1235D 03   48 0.1234D 03
 49 0.1233D 03   50 0.1234D 03   51 0.1233D 03   52 0.1218D 03   53 0.1219D 03   54 0.1222D 03   55 0.1232D 03   56 0.1233D 03
 57 0.1234D 03   58 0.1242D 03   59 0.1243D 03   60 0.1243D 03   61 0.1242D 03   62 0.1242D 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242D 03   66 0.1243D 03   67 0.1241D 03   68 0.1242D 03   69 0.1243D 03   70 0.1241D 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1243D 03   74 0.1242D 03   75 0.1242D 03   76 0.1241D 03   77 0.1242D 03   78 0.1242D 03   79 0.1242D 03   80 0.1242D 03
 81 0.1243D 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1161E 03
MAX TEMP=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.9646E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1
```

```
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.72000E 04СЕК       64
  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 0.99340 02    8 0.99380 02
  9 0.99470 02   10 0.99580 02   11 0.99650 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 0.12350 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 0.12220 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 0.12490 03   80 0.12420 03
 81 0.12430 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.11638 03
MAX TEMP=0.12438 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.97578 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.78000E 04СЕК       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 0.99650 02
  9 0.99740 02   10 0.99810 02   11 0.99220 02   12 0.99220 02   13 0.10340 03   14 0.10340 03   15 0.10350 03   16 0.10790 03
 17 0.10880 03   18 0.10880 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 0.11780 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 0.12220 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 0.12490 03   80 0.12420 03
 81 0.12430 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.11640 03
MAX TEMP=0.12438 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.97578 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.84000E 04СЕК       66
  1 0.98930 02    2 0.99000 02    3 0.99080 02    4 0.99660 02    5 0.99740 02    6 0.99820 02    7 0.99740 02    8 0.99830 02
  9 0.99900 02   10 0.99910 02   11 0.99640 02   12 0.99500 02   13 0.10350 03   14 0.10350 03   15 0.10340 03   16 0.10800 03
 17 0.10880 03   18 0.10880 03   19 0.11660 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 0.12220 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 0.12490 03   80 0.12420 03
 81 0.12430 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.11640 03
MAX TEMP=0.12438 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0,98930 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1
```

```
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.9000E 04СЕК        75
  1 0.9534D 02    2 0.9940D 02    3 0.9948D 02    4 0.9983D 02    5 0.9991D 02    6 0.9995D 02    7 0.9998D 02    8 0.9995D 02
  9 0.1000D 03   10 0.9943D 02   11 0.9952D 02   12 0.9961D 02   13 0.1035D 03   14 0.1036D 03   15 0.1034D 03   16 0.1000D 03
 17 0.1001D 03   18 0.1001D 03   19 0.1116D 03   20 0.1167D 03   21 0.1167D 03   22 0.1174D 03   23 0.1173D 03   24 0.1172D 03
 25 0.1179D 03   26 0.1178D 03   27 0.1177D 03   28 0.1237D 03   29 0.1236D 03   30 0.1234D 03   31 0.1233D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1233D 03   34 0.1235D 03   35 0.1234D 03   36 0.1233D 03   37 0.1236D 03   38 0.1235D 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235D 03   42 0.1234D 03   43 0.1236D 03   44 0.1235D 03   45 0.1234D 03   46 0.1236D 03   47 0.1234D 03   48 0.1234D 03
 49 0.1235D 03   50 0.1234D 03   51 0.1233D 03   52 0.1218D 03   53 0.1222D 03   54 0.1222D 03   55 0.1233D 03   56 0.1233D 03
 57 0.1234D 03   58 0.1242D 03   59 0.1243D 03   60 0.1243D 03   61 0.1242D 03   62 0.1242D 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242D 03   66 0.1243D 03   67 0.1241D 03   68 0.1242D 03   69 0.1243D 03   70 0.1241D 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1242D 03   74 0.1242D 03   75 0.1243D 03   76 0.1241D 03   77 0.1242D 03   78 0.1242D 03   79 0.1242D 03   80 0.1242D 03
 81 0.1243D 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1116E 03
MAX TEMP=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.9934E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.9402E 04СЕК        80
  1 0.9562D 02    2 0.9949D 02    3 0.9976D 02    4 0.9994D 02    5 0.1000D 03    6 0.1001D 03    7 0.9999D 02    8 0.1000D 03
  9 0.1001D 03   10 0.9955D 02   11 0.9964D 02   12 0.9969D 02   13 0.1035D 03   14 0.1036D 03   15 0.1034D 03   16 0.1000D 03
 17 0.1001D 03   18 0.1001D 03   19 0.1116D 03   20 0.1167D 03   21 0.1167D 03   22 0.1174D 03   23 0.1173D 03   24 0.1172D 03
 25 0.1179D 03   26 0.1178D 03   27 0.1177D 03   28 0.1237D 03   29 0.1236D 03   30 0.1234D 03   31 0.1233D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1233D 03   34 0.1235D 03   35 0.1234D 03   36 0.1233D 03   37 0.1236D 03   38 0.1235D 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235D 03   42 0.1234D 03   43 0.1236D 03   44 0.1235D 03   45 0.1234D 03   46 0.1236D 03   47 0.1234D 03   48 0.1234D 03
 49 0.1235D 03   50 0.1234D 03   51 0.1233D 03   52 0.1218D 03   53 0.1222D 03   54 0.1222D 03   55 0.1233D 03   56 0.1233D 03
 57 0.1234D 03   58 0.1242D 03   59 0.1243D 03   60 0.1243D 03   61 0.1242D 03   62 0.1242D 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242D 03   66 0.1243D 03   67 0.1241D 03   68 0.1242D 03   69 0.1243D 03   70 0.1241D 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1242D 03   74 0.1242D 03   75 0.1243D 03   76 0.1241D 03   77 0.1242D 03   78 0.1242D 03   79 0.1242D 03   80 0.1242D 03
 81 0.1243D 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1116E 03
MAX TEMP=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.9956E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.1080E 05СЕК        85
  1 0.9583D 02    2 0.9959D 02    3 0.9996D 02    4 0.1002D 03    5 0.1001D 03    6 0.1002D 03    7 0.1000D 03    8 0.1001D 03
  9 0.1003D 03   10 0.9955D 02   11 0.9965D 02   12 0.9974D 02   13 0.1036D 03   14 0.1036D 03   15 0.1037D 03   16 0.1001D 03
 17 0.1001D 03   18 0.1002D 03   19 0.1116D 03   20 0.1167D 03   21 0.1167D 03   22 0.1174D 03   23 0.1173D 03   24 0.1172D 03
 25 0.1179D 03   26 0.1178D 03   27 0.1177D 03   28 0.1237D 03   29 0.1236D 03   30 0.1234D 03   31 0.1233D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1233D 03   34 0.1235D 03   35 0.1234D 03   36 0.1233D 03   37 0.1236D 03   38 0.1235D 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235D 03   42 0.1234D 03   43 0.1236D 03   44 0.1235D 03   45 0.1234D 03   46 0.1236D 03   47 0.1234D 03   48 0.1234D 03
 49 0.1235D 03   50 0.1234D 03   51 0.1233D 03   52 0.1218D 03   53 0.1222D 03   54 0.1222D 03   55 0.1233D 03   56 0.1233D 03
 57 0.1234D 03   58 0.1242D 03   59 0.1243D 03   60 0.1243D 03   61 0.1242D 03   62 0.1242D 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242D 03   66 0.1243D 03   67 0.1241D 03   68 0.1242D 03   69 0.1243D 03   70 0.1241D 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1242D 03   74 0.1242D 03   75 0.1243D 03   76 0.1241D 03   77 0.1242D 03   78 0.1242D 03   79 0.1242D 03   80 0.1242D 03
 81 0.1243D 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1116E 03
MAX TEMP=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.9955E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=    1
```

```
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.1000E 05СЕК        00
  1 0.9597C 02    2 0.1000 03    3 0.1000 03    4 0.1001C 03    5 0.1002D 03    6 0.1002C 03    7 0.1000 03    8 0.1001D 03
  9 0.1000C 03   10 0.9962C 02   11 0.9971C 02   12 0.9958C 02   13 0.1036C 03   14 0.1037C 03   15 0.1037D 03   16 0.1001D 03
 17 0.1001C 03   18 0.1002D 03   19 0.1160D 03   20 0.1160C 03   21 0.1167D 03   22 0.1174C 03   23 0.1173D 03   24 0.1172D 03
 25 0.1180C 03   26 0.1178C 03   27 0.1177D 03   28 0.1937C 03   29 0.1236D 03   30 0.1234C 03   31 0.1235D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1233D 03   34 0.1235C 03   35 0.1234D 03   36 0.1933C 03   37 0.1236D 03   38 0.1235C 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235C 03   42 0.1234C 03   43 0.1236D 03   44 0.1935C 03   45 0.1234D 03   46 0.1236C 03   47 0.1239D 03   48 0.1234D 03
 49 0.1235C 03   50 0.1234C 03   51 0.1233D 03   52 0.1918C 03   53 0.1222D 03   54 0.1222C 03   55 0.1233D 03   56 0.1233D 03
 57 0.1234C 03   58 0.1242C 03   59 0.1243D 03   60 0.1242C 03   61 0.1242D 03   62 0.1242C 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242C 03   66 0.1243C 03   67 0.1241D 03   68 0.1942C 03   69 0.1242D 03   70 0.1241C 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1242C 03   74 0.1242C 03   75 0.1243D 03   76 0.1941C 03   77 0.1242D 03   78 0.1242C 03   79 0.1249D 03   80 0.1242D 03
 81 0.1243C 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1165E 03
MAX TEMP=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.9596E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   10

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.1142E 05СЕК        95
  1 0.1001C 03    2 0.1001C 03    3 0.1002D 03    4 0.1001C 03    5 0.1002D 03    6 0.1002C 03    7 0.1001D 03    8 0.1001D 03
  9 0.1002C 03   10 0.9961C 02   11 0.9978C 02   12 0.9975C 02   13 0.1036C 03   14 0.1036C 03   15 0.1037D 03   16 0.1001D 03
 17 0.1001C 03   18 0.1002D 03   19 0.1160D 03   20 0.1160C 03   21 0.1167D 03   22 0.1174C 03   23 0.1173D 03   24 0.1172D 03
 25 0.1180C 03   26 0.1178C 03   27 0.1177D 03   28 0.1937C 03   29 0.1236D 03   30 0.1234C 03   31 0.1235D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1233D 03   34 0.1235C 03   35 0.1234D 03   36 0.1933C 03   37 0.1236D 03   38 0.1235C 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235C 03   42 0.1234C 03   43 0.1236D 03   44 0.1935C 03   45 0.1234D 03   46 0.1236C 03   47 0.1239D 03   48 0.1234D 03
 49 0.1235C 03   50 0.1234C 03   51 0.1233D 03   52 0.1918C 03   53 0.1222D 03   54 0.1222C 03   55 0.1233D 03   56 0.1233D 03
 57 0.1234C 03   58 0.1242C 03   59 0.1243D 03   60 0.1242C 03   61 0.1242D 03   62 0.1242C 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242C 03   66 0.1243C 03   67 0.1241D 03   68 0.1942C 03   69 0.1242D 03   70 0.1241C 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1242C 03   74 0.1242C 03   75 0.1243D 03   76 0.1941C 03   77 0.1242D 03   78 0.1242C 03   79 0.1249D 03   80 0.1242D 03
 81 0.1243C 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1165E 03
MAX TEMP=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.9561E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   10

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ          ВРЕМЯ=0.1200E 05СЕК       100
  1 0.1001C 03    2 0.1002D 03    3 0.1002D 03    4 0.1001C 03    5 0.1002D 03    6 0.1002C 03    7 0.1001D 03    8 0.1002D 03
  9 0.1000C 03   10 0.9962C 02   11 0.9971C 02   12 0.9958C 02   13 0.1036C 03   14 0.1037C 03   15 0.1037D 03   16 0.1001D 03
 17 0.1001C 03   18 0.1002D 03   19 0.1160D 03   20 0.1160C 03   21 0.1167D 03   22 0.1174C 03   23 0.1173D 03   24 0.1172D 03
 25 0.1180C 03   26 0.1178C 03   27 0.1177D 03   28 0.1937C 03   29 0.1236D 03   30 0.1234C 03   31 0.1235D 03   32 0.1234D 03
 33 0.1233D 03   34 0.1235C 03   35 0.1234D 03   36 0.1933C 03   37 0.1236D 03   38 0.1235C 03   39 0.1233D 03   40 0.1236D 03
 41 0.1235C 03   42 0.1234C 03   43 0.1236D 03   44 0.1935C 03   45 0.1234D 03   46 0.1236C 03   47 0.1239D 03   48 0.1234D 03
 49 0.1235C 03   50 0.1234C 03   51 0.1233D 03   52 0.1918C 03   53 0.1222D 03   54 0.1222C 03   55 0.1233D 03   56 0.1233D 03
 57 0.1234C 03   58 0.1242C 03   59 0.1243D 03   60 0.1242C 03   61 0.1242D 03   62 0.1242C 03   63 0.1243D 03   64 0.1242D 03
 65 0.1242C 03   66 0.1243C 03   67 0.1241D 03   68 0.1942C 03   69 0.1242D 03   70 0.1241C 03   71 0.1242D 03   72 0.1242D 03
 73 0.1242C 03   74 0.1242C 03   75 0.1243D 03   76 0.1941C 03   77 0.1242D 03   78 0.1242C 03   79 0.1249D 03   80 0.1242D 03
 81 0.1243C 03
СРЕДНЯЯ ПО ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРА=0.1165E 03
MAX TEMP=0.1243E 03  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   60
MIN TEMP=0.9562E 02  НАЙДЕНА В УЗЛЕ=   10
```

I2. Если NRGM ≠ 0, то на этом ввод исходной информации заканчивается. Если NRGM ≠ 0, то вводят TS, TIN (2EI0,4)

TS	TIN
Ø.I2ØØ E+Ø3	Ø.2ØØØ E+Ø2

I3. Вводят массив NPR (20I4)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ØØØ5	ØØ10	ØØ15	ØØ2Ø	ØØ25	ØØ3Ø	ØØ35	ØØ4Ø	ØØ45	ØØ5Ø	ØØ55	ØØ6Ø	ØØ65	ØØ7Ø	ØØ75

I4. Вводят параметр NTIME (20I4).

В рассматриваемом случае NTIME = Ø.

I5. Если NTIME ≠ Ø, то вводят температурное поле, соответствующее моменту времени NTIME (8 F 6.2).

В рассматриваемом случае NTIME = Ø и температурное поле не вводится.

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

При расчете нестационарного температурного поля скорость изменения температуры теплоносителя принята равной 5 ^{o}C/мин, шаг для расчета – I2Ø с, выдача результатов на печать через 5 шагов, то есть через 6ØØ 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 rOz в виде набора нагруженных оболочек и колец (черт.I4). Строят структурную схему (черт.I6). 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.

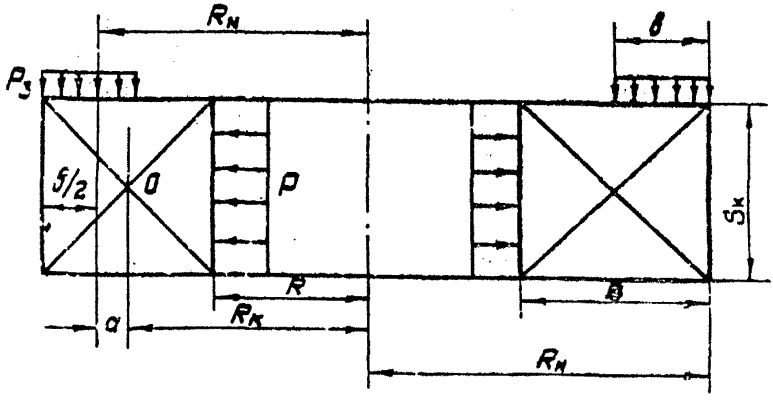
Расчетная схема корпуса автоклава с байонетным затвором (черт.I4) выбрана таким образом, что она включает все основные элементы задания исходной информации. Для определенности задачи относительно осевых смещений за неподвижную точку выбрана точка A_{10} соединения корпуса с крышкой. В этой точке помещено фиктивное кольцо, чтобы сформулировать условия закрепления не в точке срединной поверхности участка оболочки A_{24},

а в центре кольца – точке A_{10} . Свободными концами являются точки A_{11} и A_{12} .

Внутри корпуса автоклава давление составляет p = I,6 МПа, под рубашкой p_2 = Ø,2 МПа. Результирующее давление на оболочки корпуса, находящиеся под рубашкой, составляет

$P_1 = P - P_2$ = I,4 МПа. Давление со стороны герметизирующей прокладки составляет P_3 = 3,Ø МПа. Нагрузкой от собственного веса пренебрегаем (Ww = Ø). На структурной схеме разветвленной оболочки (черт.I6) цифрами в кружочках обозначены номера девяти узлов (NU = 9), а также проведена нумерация четырех колец (NK = 4), двенадцати ответвлений (KO = I2), шестнадцати участков (NO = I6).

На разветвленную оболочку действуют поверхностные нагрузки шести видов (NQ = 6) с интенсивностями Ø; Ø,2; I,4; I,6; 3,Ø МПа. Считаем, что внутреннее давление I,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

$$M^* = -\frac{P_3 b a R_н}{R_к} = -\frac{3.0 \cdot 0{,}014 \cdot 1{,}247 \cdot 0{,}003}{1{,}244} = -0{,}12 \cdot 10^{-3} \text{ МН};$$

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

$$V^* = -\frac{P_3 b R_н}{R_к} = -\frac{3.0 \cdot 0{,}014 \cdot 1{,}247}{1{,}244} = -0{,}042 \text{ МН/м},$$

где $S_к$ = 0,03 м – высота кольца,

b = 0,024 м – ширина прокладки в радиальном направлении;

a = 0,003 м – плечо результирующей силы давления P_3 = 3,0 МПа относительно центра кольца;

$R_к$ = 1,244 м; R = 1,233 м – соответственно радиусы центра кольца и его внутренней поверхности;

$R_н$ = 1,247 м – радиус середины прокладки.

На свободных концах ответвлений сформулированы следующие граничные условия:

в точке A_{10} $M_2 = H_2 = W = 0$ (моментом и радиальным усилием со стороны крышки на зубья байонетного фланца корпуса пренебрегаем);

в точке A_{11} $M_2 = H_2 = 0$,

$V_2 = p\pi(R_1^2 - R_3^2) = -1{,}6 \cdot 3{,}14 \cdot (1{,}24^2 - 1{,}233^2) = -0{,}01386$ МН

(торец цилиндрической оболочки нагружен давлением p = 1,6 МПа, а остальные компоненты нагрузки равны нулю);

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

Поскольку только одна компонента граничных условий конструкции отлична от нуля, KNL = I и массив HL состоит из одного числа - .Ø I386.

В конструкции имеется шесть различных толщин (NH = 6) участков оболочек, из которых пять принимают постоянные значения, равные соответственно Ø,ØØ6; Ø,ØI7; Ø,Ø62; Ø,Ø44; Ø,ØØ7 м и одна (для участка номер два) меняется по линейному закону от Ø,Ø4 до Ø,Ø54 м.

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

$$F^* = H \ln \frac{R_н}{R} \; ; \quad S^* = \emptyset \; ; \quad J^* = \frac{H^3}{12} \ln \frac{R_н}{R} .$$

Для тонких колец ($\frac{H}{R_к} << I$) произвольного сечения можно пользоваться приближенными формулами

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

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.I4).

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

для I, 2 и 3 кольца

$$F_1^* = \frac{\text{Ø,ØØ2I.Ø,ØØ3}}{\text{I,244}} = \text{Ø,5Ø5.IØ}^{-3}\ \text{м};\quad S_1^* = \text{Ø};$$

$$J_1^* = \frac{\text{Ø,ØØ2I.Ø,ØØ3}^3}{\text{I2.I,244}} = \text{Ø,378.IØ}^{-7}\ \text{м}^3;$$

$$F_2^* = \frac{\text{Ø,Ø054.Ø,Ø062}}{\text{I,3I9}} = \text{Ø,254.IØ}^{-2}\ \text{м};\quad S_2^* = \text{Ø};$$

$$J_2^* = \frac{\text{Ø,Ø062.Ø,Ø054}^3}{\text{I2.I,3I9}} = \text{Ø,6I7.IØ}^{-6}\ \text{м}^3;$$

$$F_3^* = \frac{\text{Ø,Ø062.Ø,ØØ44}}{\text{I,3I9}} = \text{Ø,2Ø7.IØ}^{-2}\ \text{м};\quad S_3^* = 0;$$

$$J_3^* = \frac{\text{Ø,Ø062.Ø,ØØ44}^3}{\text{I2.I,3I9}} = \text{Ø,334.IØ}^{-6}\ \text{м}^3.$$

для 4 (фиктивного) кольца

$$F_4^* = \text{Ø};\qquad S_4^* = \text{Ø};\qquad J_4^* = \text{Ø}:$$

Координаты центров колец имеют следующие значения

A_2 (I,244; I,465); A_3 (I,3I9; I,477);
A_4 (I,3I9; I,579); A_{10} (I,278; I,556).

Конструкция состоит из одного материала. Температурное воздействие не рассматривается. Свойства материала от температуры не зависят и принимаются равными; $\alpha = \text{Ø}$; $\nu = 0{,}3$; $E = 2.\text{IØ}^5$ МПа; $\rho = \text{Ø}$. Масштаб выдачи результатов MG примем равным I/. При этом напряжения выдаются в десятых

долях МПа.

Для задания геометрии срединной поверхности участков приведем координаты точек A_i:

A_1 (I,24I5; I,25); A_5 (I,4Ø; Ø,9); A_6 (I,4; Ø,2);
A_7 (I,24I5; I,I); A_8 (I,24I5; Ø,3); A_{11} (I,2365; I,5Ø4);
A_{13} (I,4; I,I); A_{14} (I,4; Ø,Ø5); A_{16} (I,24I5; 0,I5);
A_{17} (I,24I5; I,45); A_{18} (I,2365;I,48); A_{19} (I,254; I,47);
A_{20} (I,288; I,477); A_{21} (I,3I9; I,5Ø4); A_{22}(I,3I9; I,556).
A_{23} (I,288; I,577); A_{24}(I,275; I,5777):

Данные, определяющие геометрию участков эллипсоидных и тороидальной оболочек:

для I0-го участка: R = I,4 м; r_0 = Ø; z_0 = Ø,Ø5 м;
$\varphi_н$ = 9Ø°; $\varphi_к$ = I6I,2°;

для II-го участка: R = Ø,2Ø6 м; r_0 = Ø,4 м; z_0 = -Ø,4Ø5 м;
$\varphi_н$ = I66°; $\varphi_к$ = 256°

для I5-го участка: R = I,24I5 м; r_0 = Ø; z_0 = Ø,I5 м;
$\varphi_н$ = 9Ø°; $\varphi_к$ = I7Ø,7°;

для I6-го участка: R = I,24I5м; r_0 = Ø; z_0 = Ø,I5 м;
$\varphi_н$ = I7Ø,7°; $\varphi_к$ = I79,9°.

При наличии полюса оболочку следует закончить несколько раньше полюса, так как на оси вращения (r = Ø) при интегрировании дифференциальных уравнений оболочки произойдет деление на нуль. Поэтому для I6 участка $\varphi_к$ принято близким к I8Ø°.

Остановимся подробнее на заполнении данных для массивов NKU, E, DO, HA, NMK, MO, KOD

Массив NKU

Число чисел в массиве NKU равно числу узлов. Первое число - это номер кольца в первом узле (черт.I6). Так как в первом узле кольца нет, первый элемент массива NKU равен нуло. Во втором узле находится кольцо под номером I, поэтому второй элемент массива NKU равен I, в третьем узле находится кольцо под номером 2, поэтому третье число в массиве NKU равно 2 и т.д.

Массив E(4xNM+1, NT)

Так как конструкция состоит из одного материала, то первый размер массива (число строк) равен 5 (4 x I + I), а предположив, что свойства материала не зависят от температуры, получим NT = 1, и массив вырождается в одномерный E (5,I) - Ø␣ Ø␣ ␣.3␣ 2E5␣ Ø. 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.I2.

Таблица 12

Материал	Характеристика	Значение характеристики материала при приращении температуры t, °С		
		Ø	2ØØ	3ØØ
I	α, $^{o}C^{-1}$	Ø	Ø	Ø
	ν	Ø,3	Ø,3Ø8	Ø,3I3
	E, МПа	$2.I\emptyset^{5}$	$I,96.I\emptyset^{5}$	$I,9.I\emptyset^{5}$
	ρ, МПа.$с^{2}.м^{-2}$	Ø	Ø	Ø
2	α, $^{o}C^{-1}$	Ø	Ø	Ø
	ν	Ø,28	Ø,285	Ø,29
	E, МПа	$I,6.I\emptyset^{5}$	$I,5.I\emptyset^{5}$	$I,37.I\emptyset^{5}$
	ρ, МПа.$с^{2}.м^{-2}$	Ø	Ø	Ø

Массив E (9,3) имеет следующий вид:

E (9,3)

t α_1 ν_1 E_1

Ø␣2Ø␣3ØØ␣ Ø␣ Ø␣Ø ␣.3␣3Ø8␣ .3I3 ␣ 2E5␣I.96E5␣I.9E5

ρ_1 α_2 ν_2 E_2

Ø␣Ø␣Ø␣ Ø␣Ø␣Ø ␣.28␣.265␣.29 ␣I.6E5␣I.5E5␣I.37E5

ρ_2

Ø␣Ø␣Ø

Массив DO(NO,ND)

Первый размер массива NO = I6, 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_{17} - 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 RM, параллельной оси z, второе и третье числа - координаты центра участка оболочки с криволинейным меридианом (RNO , ZNO), четвертое и пятое числа - значения углов, отложенных в направлении обхода оболочки от оси r до радиусов-векторов, проведенных из центра дуги в начальную и конечную точку окружности, определяющей криволинейный участок меридиана (RKO , ZKO), шестое число - коэффициент эллиптичности (EL). Для II участка строка массива DO имеет вид

.Ø2Ø6 ␣ .4␣ -.4Ø5 ␣ I66␣2.56␣Ø

Если бы имело место температурное воздействие, то размеры массива DO были бы равны DO (I6,IØ), для каждого участ-

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

Массив HL(KNL)

В данном примере KNL = I и массив состоит из одного числа - Ø,ØI386 МН.

Однако, если бы в точке A_{10} со стороны крышки были заданы ненулевые силовые воздействия, например, $M_t = -0,12.10^{-3}$ МНм и $H_t = -Ø,1.1Ø^{-3}$ МН, то KNL = 3, а массив HL (3) имел бы вид

-.I2E -3␣ -.IE -3␣ .Ø I386,

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 = I,244 м; ZK = I,465 м; FK = Ø,5Ø5.1Ø$^{-3}$ м; SK = Ø; FF = Ø,378.1Ø$^{-7}$ м^3. Приращение температуры равно Ø. Интенсивность внешнего момента, радиальной и осевой нагрузки равны соответственно PM = -Ø,12.1Ø$^{-3}$ МН; PH = Ø,475.1Ø$^{-1}$ МН/м; PV = -Ø,42 МН/м.

Для I кольца строка массива DK (4,9) имеет вид

I.244␣ I.465␣ .5Ø5E-3␣Ø␣ .378E-7␣Ø␣ -.12E-3␣ .475E-I ␣-.Ø42

Массив NMK(NK)

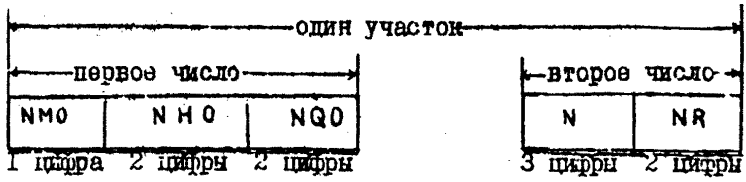
Массив NMK (4) состоит из четырех единиц, так как все четыре кольца изготовлены из первого материала.

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

Массив MO (N ,2)

Так как общее число участков N 0 = I6, то массив MO(I6,2) состоит из I6 пар целых чисел. Информацию задают по строкам в порядке нумерации участков.

Структура записи информации в массиве MO следующая:



Если NH0 , NQ0 и NR 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 MO (I6,2) заполняется следующим образом.

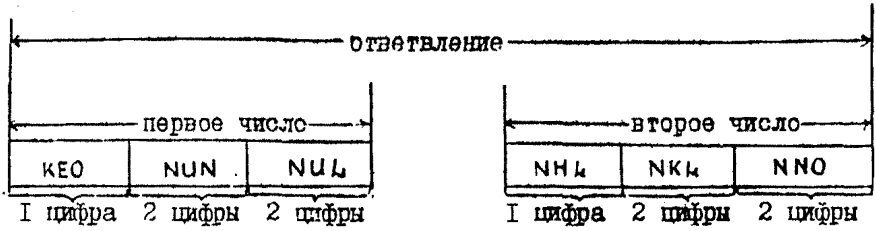
Данные для первого участка. Первое число I0205 означает, что участок изготовлен из материала номер I (NM0), толщина его задана второй в массиве H (NH0),(т.е. равна Ø,I7 и .Ø,I7), а поверхностная нагрузка - пятой в массиве Q (NQ0)(т.е. равна -I.6␣-I.6). Второе число 8ØIØ означает, что для этого участка число шагов интегрирования принято равным 8Ø (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 (KO,2)

Массив KOD (KO,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 (NHL).

На конце ответвления в порядке их следования могут быть заданы только три компоненты по одной из каждой пары ($M_{\text{ч}}$ - V , $H_{\text{ч}}$ - U , $V_{\text{ч}}$ - 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.

Таблица 13

Двоичное представление	ØØØ	ØØI	ØIØ	ØII	IØØ	IØI	IIØ	III
Восьмеричное представление	Ø	I	2	3	4	5	6	7

Числа по перфокартам могут быть распределены произвольным образом, но число знаков на одной перфокарте, включая пробелы, не должно превышать 8Ø. Массивы H , Q , E в данном примере располагаются на отдельных перфокартах. Для массива DO одна перфокарта приходится на два участка оболочки.

Текст исходных данных для автоклава

```
NU  NK  NO  ND  KO  NH  NQ  NT  NM  KNU  NW  W
9␣  4␣  I6␣  6␣  I2␣  6␣  5␣  I␣  I␣  I␣  Ø␣  Ø

MG                 NKU(NU)
IØ␣  Ø␣  I␣  2␣  3␣  Ø␣  Ø␣  Ø␣  Ø␣  Ø

                                  H(NH2)
      1          2          3          4          5          6
.ØØ6␣.ØØ6␣.ØI7␣.ØI7␣.Ø62␣.Ø62␣.Ø44␣.Ø44␣.ØØ7␣.ØØ7␣.Ø4␣.Ø54

                    Q(NQ2)
      1      2      3      4      5
Ø␣Ø␣ 2␣2␣I.4␣I.4␣I.6␣I.6␣-I.6␣-I.6

E(4×NM+1,NT)

t  α  ν  E  ρ
Ø␣Ø␣.3␣2E5␣Ø
```

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⌴.9⌴I.4⌴ .2⌴Ø

Ø⌴I.4Ø⌴.2Ø⌴I.4Ø⌴.Ø5⌴Ø⌴I.4Ø⌴Ø⌴Ø5⌴9Ø⌴I6I.2⌴Ø 5⌴

.2Ø6⌴.4⌴ -.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⌴ HL

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⌴.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⌴I⌴IØ2Ø5⌴8ØIØ⌴IØ6ØI⌴36I2⌴IØ3ØI⌴3ØIØ⌴IØ4ØI⌴2ØIØ

IØ5ØI⌴24Ø8⌴IØIØ2⌴8Ø2Ø⌴IØIØ2⌴6Ø2Ø⌴IØIØ2⌴I4Ø2Ø⌴

IØIØ2⌴6Ø2Ø⌴IØIØ2⌴IØØ2Ø⌴IØIØ2⌴9ØI5⌴IØ2Ø3⌴6ØI5

IØ2Ø3⌴I6Ø4Ø⌴IØ2Ø3⌴6ØI5⌴IØ2Ø3⌴I6ØI6⌴IØ2Ø4⌴4ØIØ

KOD (KO,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 -

Mr	, U	, Hr	,	U	, Vr	, W	NUL
I	Ø	I		Ø	I	Ø	52

Пример 2. На конце ответвления заданы только перемещения

M_2	V	H_2	U	V_2	W	NUL
Ø	I	Ø	I	Ø	I	25

Пример 3. На конце ответвления (в полосе) заданы величины V, U, V_2

M_2	V	H_2	U	V_2	W	NUL
Ø	I	Ø	I	I	Ø	26

Рассмотрим порядок определения NHL для приведенных выше примеров определения NUL.

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

M_2	H_2	V_2	NHL
I	I	Ø	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

V	U	W	NHL
Ø	I	Ø	2

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

V	U	W	NHL
Ø	Ø	Ø	Ø

```
NU=        9          NK=        4          NO=       16          NO=        6          KO=       12
NH=        6          NQ=        5          NT=        1          NM=        1          KNL=        1
NW= 0.000000E+00      WW= 0.000000E+00      MG= 1.000000E+01;
МАССИВ NKU   0   1   2   3   0   0   0   0   0
МАССИВ W
   6.000E-03   6.000E-03   1.700E-02   1.700E-02   6.200E-02   6.200E-02   4.400E-02   4.400E-02   7.000E-03   7.000E-03
   4.000E-02   5.400E-02
МАССИВ Q
   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)= 0.000000E+00    E(3,1)= 2.999999E-01    E(4,1)= 2.000000E+05    E(5,1)= 0.000000E+00;
МАССИВ DO
   0.000E+00   1.241E+00   1.250E+00   1.241E+00   1.450E+00   0.000E+00
   0.000E+00   1.254E+00   1.470E+00   1.288E+00   1.477E+00   0.000E+00
   0.000E+00   1.319E+00   1.504E+00   1.319E+00   1.556E+00   0.000E+00
   0.000E+00   1.288E+00   1.577E+00   1.275E+00   1.577E+00   0.000E+00
   0.000E+00   1.236E+00   1.480E+00   1.236E+00   1.504E+00   0.000E+00
   0.000E+00   1.250E+00   1.250E+00   1.400E+00   1.100E+00   0.000E+00
   0.000E+00   1.400E+00   1.100E+00   1.400E+00   9.000E-01   0.000E+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
   2.060E-01   4.000E-01  -4.050E-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
МАССИВ HL
   1.386E-02
МАССИВ DK
   1.244E+00   1.465E+00   5.050E-04   0.000E+00   3.780E-08   0.000E+00  -1.200E-04   4.750E-02  -4.200E-02
   1.319E+00   1.477E+00   2.540E-03   0.000E+00   6.170E-07   0.000E+00   0.000E+00   0.000E+00   0.000E+00
   1.319E+00   1.578E+00   2.070E-03   0.000E+00   3.340E-07   0.000E+00   0.000E+00   0.000E+00   0.000E+00
   1.278E+00   1.556E+00   0.000E+00   0.000E+00   0.000E+00   0.000E+00   0.000E+00   0.000E+00   0.000E+00
МАССИВ NMK   1   1   1   1
МАССИВ MO
 10205   8013 10601   3612 10301   3010 10401   2010 10501   2408 10102   8220 10102   6020 10102 14022 10102   6020 10102 10020
 10102   9015 10203   6015 10203 16042 10203   6215 10203 16016 10204   4210
МАССИВ KOD
 10102    101 10203    202 10304    303 10351    404 10152 10005 20105      6 10506      8 32629      9 10107     12 10708     13
 20809     14 10926     16
-1.784E-03 8.485E-04-3.092E-04 8.177E-03 3.901E-04-2.764E-04 7.826E-03 2.914E-04 3.207E-04 7.724E-03-4.936E-04 3.222E-04
 8.390E-04 3.273E-04-2.233E-03-2.020E-04 2.993E-04-2.258E-03-1.069E-03 5.862E-04-3.192E-04-1.872E-03 4.864E-04-4.026E-04
 1.839E-03 7.654E-05-2.779E-03
```

500E	5		795	31	217-4,10E-03	1,89E-05	2,27E-03	1291E-03	2253E-04	1229E-07	3686E-08	1291E-03	6729E-0
0E	6		795	31	217-4,10E-03	1,89E-05	2,27E-03	1291E-03	2253E-04	1229E-07	3686E-08	1291E-03	6729E-0
124F	4		170	-324	507 9,91E-04	2,56E-04	2,28E-03	1391E-03	1847E-03	3732E-07	1001E-07	1245E-03	6221E-0
148F	5		979	-35	-298 1,20E-03	7,98E-05	2,44E-03	1633E-03	2496E-04	3841E-08	3744E-08	1187E-03	1281E-0
172F	1		315	209	-278 1,03E-03	9,63E-05	2,70E-03	1849E-03	1211E-03	4332E-08	4474E-08	8802E-04	1626E-0
196E	4		312	451	-400 8,86E-04	1,34E-04	2,96E-03	1818E-03	2653E-03	5485E-08	5595E-08	5634E-04	1729E-0
120F	2		46	331	418-3,21E-03	8,10E-05	2,73E-03	9447E-04	2439E-03	6693E-07	4529E-07	1139E-04	9398E-0
0E	2		45	332	419-3,21E-03	8,10E-05	2,73E-03	9413E-04	2444E-03	6713E-07	4583E-07	1133E-04	9418E-0
58FE	4		144	224	563-1,03E-03	6,49E-05	2,63E-03	7797E-04	2228E-03	2846E-06	8547E-07	1458E-05	7881E-0
190F	5		67	353	-325 2,29E-03	5,86E-05	2,73E-03	5489E-04	1934E-03	1478E-07	1864E-07	9782E-05	5429E-0
5A0E	3		282	176	-247 1,22E-03	1,03E-04	2,88E-03	4179E-04	5445E-04	1277E-06	5115E-07	2211E-04	3549E-0
10CE	2		172	-9	-177 2,38E-06	7,62E-06	2,82E-03	4824E-04	2188E-04	5543E-07	1665E-07	3493E-04	3299E-0
30CE	3		343	208	-299-1,25E-03	1,33E-05	2,80E-03	5425E-04	8925E-04	1517E-06	3554E-07	4059E-04	2693E-0
30DF	5		2198	121	-2253 1,84E-03	7,65E-05	2,78E-03	3754E-04	4772E-03	1352E-05	3979E-06	5563E-04	6787E-0
0E	1		836	1618	-1491-1,78E-03	8,48E-04	3,09E-04	8813E-03	2588E-02	1531E-05	4593E-06	8813E-03	5229E-0
758E	5		522	1484	-1229-2,08E-03	7,74E-04	3,11E-04	8813E-03	2304E-02	1695E-07	5086E-08	8813E-03	2959E-0
78DF	7		360	1233	1151-1,90E-03	6,99E-04	3,13E-04	8813E-03	2177E-02	7652E-06	2296E-06	8813E-03	1328E-0
125F	6		381	1112	1082-1,51E-03	6,34E-04	3,16E-04	8813E-03	2001E-02	1847E-05	3140E-06	8813E-03	2093E-0
38DF	1		305	1036	1019-1,07E-03	5,86E-04	3,19E-04	8813E-03	1969E-02	1926E-05	3077E-06	8813E-03	3152E-0
0F	1		305	1036	1019-1,07E-03	5,86E-04	3,19E-04	8813E-03	1969E-02	1926E-05	3077E-06	8813E-03	3152E-0
10CE	4		303	994	870 6,39E-05	5,24E-04	3,42E-04	8813E-03	1698E-02	7470E-07	2241E-07	8813E-03	2570E-0
30AE	5		511	1019	886 6,55E-05	5,37E-04	3,62E-04	8813E-03	1736E-02	3338E-07	1001E-07	8813E-03	9108E-0
30DF	9		528	1272	-928 2,19E-04	5,67E-04	3,82E-04	8813E-03	1817E-02	4589E-07	1377E-07	8813E-03	3898E-0
00CF	1		986	1279	-1036-1,87E-03	4,86E-04	4,03E-04	8813E-03	1596E-02	2250E-05	6750E-06	8813E-03	1348E-0
0E	1		986	1279	-1036-1,87E-03	4,86E-04	4,03E-04	8813E-03	1596E-02	2250E-05	6750E-06	8813E-03	1348E-0
750E	9		1265	962	-1017-2,90E-03	3,97E-04	4,27E-04	8813E-03	1353E-02	2634E-05	7903E-06	8813E-03	5706E-0
50DF	5		1052	747	-938-4,01E-03	2,68E-04	4,13E-04	8813E-03	9979E-03	2571E-05	7714E-06	8813E-03	1892E-0
125F	4		863	419	-747-4,93E-03	9,92E-05	4,22E-04	8813E-03	5361E-03	1660E-05	4980E-06	8813E-03	4002E-0
58DF	7		390	-34	626-5,20E-03	9,36E-05	4,29E-04	8813E-03	8054E-05	6196E-06	1859E-06	8813E-03	8422E-0
0F	7		390	-34	626-5,20E-03	9,36E-05	4,29E-04	8813E-03	8054E-05	6196E-06	1859E-06	8813E-03	8422E-0
670F	5		-938	-820	1503-2,48E-03	4,54E-04	4,12E-04	9878E-03	9838E-03	3717E-05	1115E-05	8723E-03	2469E-0
614F	8		60	-865	1451 8,60E-04	5,30E-04	4,24E-04	9676E-03	1221E-02	2452E-05	7360E-06	8475E-03	4672E-0
421F	4		277	-535	1118 2,63E-03	3,99E-04	5,74E-04	1072E-02	8776E-03	7385E-06	9447E-07	8963E-03	7073E-0
228F	3		741	-140	-820 2,95E-03	7,10E-04	8,42E-04	1222E-02	3196E-03	1641E-06	7299E-06	7492E-03	9398E-0
035F	5		868	192	-790 2,60E-03	5,15E-05	1,14E-03	1337E-02	2162E-03	3927E-06	3115E-06	6783E-03	1152E-0
842F	9		939	443	-814 2,11E-03	5,00E-05	1,47E-03	1469E-02	6472E-03	3621E-06	2999E-06	5952E-03	1343E-0
649F	2		991	624	-868 1,70E-03	9,82E-05	1,75E-03	1621E-02	9575E-03	2399E-06	2645E-06	5013E-03	1520E-0
456F	2		1211	759	914 1,64E-03	1,09E-04	2,21E-03	1745E-02	1211E-02	7420E-07	2226E-06	4817E-03	1699E-0
263F	7		1454	964	1063 2,35E-03	1,02E-04	2,34E-03	1921E-02	1437E-02	3694E-06	4032E-06	3903E-03	1899E-0
070F	1		1794	1457	-1652 1,84E-03	7,65E-05	2,78E-03	2296E-02	1926E-02	2705E-05	1562E-05	2162E-03	2083E-0
0F	9		1472	1368	-1419 1,84E-03	7,65E-05	2,78E-03	2024E-02	1924E-02	1357E-05	1155E-05	1605E-03	2017E-0
30CF	2		1449	1383	-1417 1,27E-03	6,12E-05	2,86E-03	2049E-02	1985E-02	1172E-05	1043E-05	1213E-03	2045E-0
60DF	6		1425	1394	-1418 7,95E-04	4,24E-05	2,91E-03	2066E-02	2038E-02	1208E-05	9418E-06	813CE-04	2064E-0
990F	6		1408	1397	-1423 3,85E-04	2,21E-05	2,94E-03	2077E-02	2067E-02	8956E-06	8746E-06	4152E-04	2077E-0
2A0F	2		2150	645	-1911 3,13E-16	1,18E-17	2,95E-03	3198E-02	9594E-03	1296E-05	3889E-06	1381E-15	3198E-0
X			G1-	G2-	G1	Y	U	W	T1	T2	M1	M2	V	M

X	G1	G2	G1	G2	G1	Y	U	W	T1	T2	M1	M2	V	H
0E+00	1969	1608	88	1393	1479	1.78E-03	8.48E-04	3.89E-04	9837E-03	2619E-02	2361E-05	7084E-06	9837E-03	-1835E-04
2500E-05	1809	1729	149	1471	1504	1.18E-03	8.85E-04	3.68E-04	9837E-03	2720E-02	2271E-05	6219E-06	9837E-03	-4533E-05
5002E-05	1725	1769	133	1502	1539	5.99E-04	9.04E-04	3.87E-04	9837E-03	2780E-02	2148E-05	6444E-06	9837E-03	1991E-04
7502E-05	1123	1810	34	1484	1583	5.47E-05	9.15E-04	3.05E-04	9837E-03	2808E-02	2623E-05	7870E-06	9837E-03	2717E-04
1000E-04	1308	1847	-149	1418	1645	8.97E-04	9.03E-04	3.85E-04	9837E-03	2769E-02	3536E-05	1052E-05	9837E-03	4333E-04
1250E-04	1571	1862	-414	1273	1739	2.24E-03	8.67E-04	3.73E-04	9837E-03	2670E-02	4779E-05	1434E-05	9837E-03	5822E-04
1500E-04	1906	1857	-749	1061	1882	3.58E-03	7.98E-04	3.82E-04	9837E-03	2490E-02	6393E-05	1918E-05	9837E-03	7826E-04
1750E-04	2292	1789	-1134	762	2086	5.61E-03	6.84E-04	3.80E-04	9837E-03	2168E-02	8251E-05	2475E-05	9837E-03	7729E-04
2000E-04	2695	1634	-1538	365	2351	8.18E-03	5.13E-04	2.97E-04	9837E-03	1699E-02	1219E-04	3654E-05	9837E-03	7853E-04
0E+00	32	872	99	331	806	8.18E-03	3.40E-04	1.95E-04	2636E-03	2307E-02	-8925E-06	6545E-05	1815E-02	6807E-04
1157E-05	-308	711	476	389	999	8.18E-03	3.30E-04	1.92E-04	2824E-03	2412E-02	-1207E-04	9595E-05	1881E-02	8112E-04
2314E-05	-506	636	628	373	991	7.78E-03	3.18E-04	1.13E-05	3217E-03	2488E-02	-2381E-04	5343E-05	9975E-03	1024E-03
3471E-05	-634	584	753	357	1255	7.81E-03	2.91E-04	7.81E-05	3211E-03	2539E-02	-3378E-04	5508E-05	9987E-03	1249E-03
0E+00	-214	57	214	185	247	7.83E-03	2.01E-04	3.21E-04	1815E-12	7926E-03	-1368E-04	-4125E-05	1819E-12	2803E-03
1733E-05	-159	-131	159	-36	-180	7.79E-03	-5.52E-05	3.21E-04	1819E-12	-5196E-03	-1217E-04	-3852E-05	1819E-12	2818E-03
3467E-05	-106	-319	106	-236	-322	7.74E-03	-1.99E-04	3.21E-04	1819E-12	-1783E-02	-6784E-05	-2335E-05	1819E-12	1867E-03
5200E-05	-59	-589	59	-473	-525	7.72E-03	-3.24E-04	3.22E-04	1819E-12	-3243E-02	-3800E-05	-1140E-05	1819E-12	1598E-03
0E+00	-317	-1125	302	-685	-1005	7.83E-03	-6.91E-04	7.81E-05	-3415E-04	-3566E-02	-9984E-05	-1162E-04	9987E-03	3415E-04
6500E-06	-113	-1870	105	-858	-1018	7.81E-03	-4.92E-04	2.73E-05	-1722E-04	-3383E-02	-3522E-05	-9704E-05	9937E-03	1720E-04
1300E-05	93	-1815	-93	-931	-1864	7.82E-03	-4.93E-04	2.35E-05	2334E-19	-3401E-02	2997E-05	-7809E-05	9983E-03	-2338E-19
0E+00	299	1462	-267	1292	-1446	-1.78E-03	8.48E-04	3.89E-04	1121E-04	9640E-03	2313E-06	6938E-07	1121E-04	-1914E-04
8000E-06	142	1437	-110	1361	-1419	-1.58E-03	8.62E-04	3.11E-04	1121E-04	9791E-03	1033E-04	3395E-07	1121E-04	-1285E-04
1600E-05	48	1428	-16	1487	-1417	-1.50E-03	8.74E-04	3.12E-04	1121E-04	9938E-03	2593E-07	7779E-08	1121E-04	-4466E-05
2400E-05	16	1438	16	1438	0	-1.49E-03	8.86E-04	3.14E-04	1121E-04	1007E-02	-1565E-21	-4695E-22	1121E-04	1267E-19
0E+00	-1518	896	1993	1962	2113	-1.78E-03	8.48E-04	3.89E-04	1427E-03	8573E-03	-1953E-05	-3196E-06	1123E-03	8903E-04
5103E-05	-568	686	1103	1243	-1191	-1.14E-02	9.76E-04	5.78E-04	1632E-03	5846E-03	-5214E-04	-1733E-04	1169E-03	1098E-03
1021E-04	-195	-45	747	344	-648	-1.66E-02	4.40E-05	1.11E-03	1657E-03	3954E-04	2825E-06	-1166E-06	1218E-03	1131E-03
1531E-04	849	-681	-331	838	1328	-1.69E-02	6.82E-04	1.77E-03	1557E-03	-4836E-03	3548E-04	7468E-07	1251E-03	9509E-04
2121E-04	3948	-294	3405	-2461	4003	-1.49E-03	1.21E-03	2.70E-03	1526E-03	-5245E-03	2176E-05	6501E-06	1291E-03	5873E-04
0E+00	3842	-291	3412	-2467	3996	-1.49E-03	1.01E-03	2.70E-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	2.22E-03	1291E-03	-3568E-03	-1280E-04	-3841E-07	1291E-03	1442E-04
1333E-04	-443	59	874	494	757	5.63E-03	1.34E-04	2.23E-03	1291E-03	1530E-03	-3951E-06	-1185E-06	1291E-03	-2329E-05
2000E-04	-59	458	489	614	562	8.39E-04	3.27E-04	2.23E-03	1291E-03	3193E-03	-1645E-06	-4934E-07	1291E-03	-3308E-05
0E+00	-59	458	489	614	562	8.39E-04	3.27E-04	2.23E-03	1291E-03	3193E-03	-1645E-06	-4934E-07	1291E-03	-3308E-05
1200E-04	233	511	198	581	443	4.81E-04	3.02E-04	2.24E-03	1291E-03	3036E-03	1055E-07	3166E-08	1291E-03	-4530E-05
2000E-04	233	471	197	461	408	9.81E-05	2.81E-04	2.24E-03	1291E-03	2796E-03	1081E-07	3242E-08	1291E-03	1638E-04
3000E-04	215	464	215	464	432	1.95E-05	2.80E-04	2.24E-03	1291E-03	2795E-03	4798E-12	1439E-12	1291E-03	4323E-04
4000E-04	214	465	216	466	-404	-4.12E-07	2.81E-04	2.25E-03	1291E-03	2794E-03	-4354E-09	-1936E-09	1291E-03	-1838E-04
5002E-04	221	468	212	465	405	2.47E-05	2.81E-04	2.25E-03	1291E-03	2796E-03	3335E-08	1003E-09	1291E-03	5892E-04
6000E-04	223	481	227	476	417	1.61E-04	2.98E-04	2.25E-03	1291E-03	2873E-03	4692E-08	1407E-08	1291E-03	1205E-04
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	1088E-04
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	1088E-04
5334E-05	27	393	403	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	1803E-03	-1449E-06	-4344E-07	1291E-03	-5070E-04

Для вторых чисел в массиве KOD (KO,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 KOD (KO,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 (NUK = Ø2). Второе число IØI означает, что конец ответвления подсоединен к узлу и граничные условия не задаются (NHK = Ø), что в конце участка находится кольцо под номером I (NKK = ØI), а данные об оболочках этого ответвления в массиве MO и DO начинаются с первого участка (NNO = ØI). Таким образом, второе число для первого участка в массиве KOD (K O,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 NUK следует определить признак заданных компонент граничных условий. На свободном конце заданы только усилия, поэтому в соответствии с таблицей I4 NUK = 52: $\underbrace{\overset{M_z}{I}\ \overset{\vartheta}{Ø}\ \overset{H_z}{I}}$ $\underbrace{\overset{U}{Ø}\ \overset{V_z}{I}\ \overset{W}{Ø}}$. Для второго числа заданы только силовые граничные условия, из которых только $V_z \neq Ø$.

$\underbrace{\overset{M_z}{Ø}\ \overset{H_z}{Ø}\ \overset{V_z}{1}}$

Поэтому в соответствии с таблицей NHK = I. Так как в конце ответвления кольцо отсутствует, то NKK = 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	ρ = 0,1
B_1 = 0,983	ν = 0,27	α = 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_1	H	L	ν	E	
Исходные данные	0.10	9.0					
Формат	F 6.3	F 63					
Обозначение	ρ_1	x					

Результаты расчета приведены ниже.

ТАБЛИЦА

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЙ В ОВАЛЬНОЙ ОБОЛОЧКЕ АВТОКЛАВА , ТОЛЩИНОЙ СТЕНКИ = С УЧЕТОМ ДЕЙСТВИЯ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ

ОВАЛЬНОСТЬ E,X	БОЛЬШАЯ ПОЛУОСЬ A, М	МАЛАЯ ПОЛУОСЬ B, М	ДАВЛЕНИЕ P, МПА	ЦЕНТР. УГОЛ ,РАД	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ	МЕРИДИОНАЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ		КОЛЬЦЕВЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ	
						НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МПА	НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ МПА	НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МПА	НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ МПА
3.00597	1.01300	0.98308	0.1	0.0	0.00315	11.53758	-0.24115	30.68925	-12.02948
				3.1416	-0.00149	-13.24151	2.37969	-19.51796	37.42613
2.53895	1.01151	0.98715	0.2	0.0	0.00577	21.25275	-0.54628	3.21426	20.91155
				3.1416	-0.00274	-24.38274	4.49344	-34.00267	4.19256
2.14928	1.01226	0.98877	0.3	0.0	0.00797	29.45726	-0.87439	27.88972	-27.12956
				3.1416	-0.00380	-33.77597	5.35712	-46.21358	33.79254
1.82275	1.00920	0.99097	0.4	0.0	0.00982	36.48173	-1.20883	50.25945	-31.08720
				3.1416	-0.00468	-41.71471	7.99283	-54.65132	60.24179
1.54515	1.00832	0.99282	0.5	0.0	0.01139	42.29751	-1.51891	70.67252	-33.12632
				3.1416	-0.00543	-48.44280	9.42894	-62.48283	84.11113
1.31043	1.00757	0.99439	0.6	0.0	0.01271	47.29741	-1.79651	89.42210	-33.53214
				3.1416	-0.00606	-54.13976	10.66648	-64.18518	85.79278
1.12048	1.00693	0.99571	0.7	0.0	0.01384	51.55571	-2.05335	106.75504	-32.54816
				3.1416	-0.00660	-58.97656	11.74970	-65.85156	125.61447
0.95428	1.00643	0.99684	0.8	0.0	0.01480	55.18346	-2.28181	122.88164	-33.37954
				3.1416	-0.00705	-63.08438	12.65266	-66.38391	143.06386
0.81316	1.00595	0.99788	0.9	0.0	0.01562	58.27781	-2.48092	137.97986	-33.42785
				3.1416	-0.00743	-66.57657	13.56722	-66.29598	163.76833
0.69312	1.00557	0.99862	1.0	0.0	0.01632	60.91218	-2.65262	152.19768	-33.15866
				3.1416	-0.00775	-69.54437	14.21536	-62.43691	178.81281

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА БАЙОНЕТНОГО ФЛАНЦА КРЫШКИ С КОНИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ С НАРУЖНЫМ КОНУСОМ

I. Исходные данные:

$\nu = 0{,}3$ $\quad H_1 = 0{,}065$ м

$P = 0{,}6$ МПа $\quad S_1 = 0{,}065$ м

$P_1 = 0{,}6$ МПа $\quad S_0 = 0{,}06$ м

$R = 0{,}74$ м $\quad S = 0{,}032$ м

$l_3 = 0{,}70$ м $\quad K = 1{,}0$

$l_2 = 0{,}101$ м $\quad \gamma = 41{,}5$ м$^{-1}$

$l_1 = 0{,}064$ м $\quad \eta_1 = 0$

$H_2 = 0{,}03$ м $\quad \eta_2 = 0$

2. Результаты расчета по BRP/247 (стр. 236)

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

$\sigma'_{11} = 14{,}7$ МПа

$\sigma'_{12} = 14{,}9$ МПа

$\sigma'_{1b} = -0{,}8$ МПа

$\sigma'_{1n} = 10{,}3$ МПа

То же в сечении конической втулки с наибольшей толщиной

$\sigma'_{21} = 2{,}8$ МПа

$\sigma'_{22} = 6{,}1$ МПа

$\sigma'_{2b} = 0{,}5$ МПа

σ'_{24} = 5,4 МПа

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

$\sigma_{11} = K_1 \sigma'_{11}$ = 2Ø,6 МПа

$\sigma_{12} = K_1 \sigma'_{12}$ = 2Ø,9 МПа

$\sigma_{13} = K_1 \sigma'_{13}$ = -I,I МПа

$\sigma_{14} = K_1 \sigma'_{14}$ = I4,4 МПа

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

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

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

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

BRP/247 EC-1022 ЛЕННИИХИММАШ

РАСЧЕТ БАЙОНЕТНОГО ЗАТВОРА С КОНИЧЕСКОЙ ВТУЛКОЙ

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=	142.575
G13=	-70.411	G14=	78.929
G21=	65.204	G22=	27.192
G23=	-44.210	G24=	-5.632

РАСЧЕТ BRP/247 ОКОНЧЕН

BRP/248 EC-1022 ЛЕННИИХИММАШ

РАСЧЕТ БАЙОНЕТНОГО 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=	0.019
K=	0.268
G=	5.4000
J1=	0.0
J2=	0.0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

G11=	124.555	G12=	93.792
G13=	-80.155	G14=	32.379
G21=	36.486	G22=	11.650
G23=	-22.829	G24=	-5.945

РАСЧЕТ BRP/248 ОКОНЧЕН

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА БАЙОНЕТНОГО ФЛАНЦА КРЫШКИ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ

I. Исходные данные

ν	= Ø,3	s'	= Ø,Ø25 м
P	= Ø,6 МПа	s_o	= Ø,ØII м
p_i	= Ø,6 МПа	s	= Ø,ØI м
R	= Ø,74 м	γ	= 5,4 $м^{-I}$
L_1	= Ø,Ø3 м	J_1	= Ø
L_3	= Ø,Ø53 м	J_2	= Ø
H_1	= Ø,Ø37 м	$T_н$	= Ø,ØI м
H_2	= Ø,Ø42 м	T_{zz}	= Ø,Ø349
H_3	= Ø,Ø55 м	D_S	= Ø

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

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

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

$\sigma_1 = K_1 N(I)$ = 686 МПа
$\sigma_2 = K_1 N(2)$ = 26Ø МПа
$\sigma_3 = K_1 N(3)$ = -624 МПа
$\sigma_4 = K_1 N(4)$ = -I33 МПа

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА БАЙОНЕТНОГО ФЛАНЦА КРЫШКИ С КОНИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ С ВНУТРЕННИМ КОНУСОМ

1. Исходные данные

$\nu = 0{,}3$

$P = 0{,}6$ МПа

$P_1 = 0{,}6$ МПа

$R = 0{,}74$ м

$R_1 = 0{,}70$ м

$\ell_3 = 0{,}101$ м

$\ell_2 = 0{,}084$ м

$\ell_1 = 0{,}03$ м

$H_2 = 0{,}053$ м

$H_1 = 0{,}065$ м

$S' = 0{,}06$ м

$S_0 = 0{,}032$ м

$S = 0{,}01$ м

$K = 0{,}415$

$\delta = 5{,}4\ м^{-1}$

$\mathfrak{I}_1 = 0$

$\mathfrak{I}_2 = 0$

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

$\sigma'_{11} = 137$ МПа

$\sigma'_{12} = 96$ МПа

$\sigma'_{13} = -93$ МПа

$\sigma'_{14} = 27$ МПа

То же в сечении конической втулки с наибольшей толщиной

$\sigma'_{21} = 22$ МПа

$\sigma'_{22} = 3$ 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 АЛЛ БАЙОНЕТНОГО ЗАТВОРА С ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ КРЫШКОЙ
          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

I. Общие положения 3
I.I. Условия применения руководящего документа 3
I.2. Порядок расчета 4
2. Расчет на прочность при статических нагрузках. Определение главных условных упругих напряжений в узлах и элементах автоклавов 5
2.I. Цилиндрические обечайки корпусов 5
2.I.I. Цилиндрические обечайки корпусов вне краевых зон 5
2.I.2. Зоны крепления несущих ушек, опорных лап и опорных стоек 6
2.I.3. Соединения с седловыми опорами 6
2.I.4. Соединения со сварными неразъемными рубашками 62
2.I.5. Влияние овальности I2I
2.I.6. Соединения с патрубками I33
2.I.7. Конические, эллипсоидные и сферические переходы I34
2.2. Выпуклые днища I34
2.3. Фланцевые соединения I36
2.4. Байонетные затворы I36
2.4.I. Типы байонетных затворов I36
2.4.2. Байонетные затворы под действием внутреннего избыточного давления I37

2.4.3. Байонетные затворы под действием стационарных и нестационарных температурных полей 164
Приложение 1 165
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

gost.e-ecolog.ru