

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНАЯ
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО
РАСЧЕТУ ДЛИТЕЛЬНОСТИ
СРАБАТЫВАНИЯ ПНЕВМОПРИВОДОВ

РД 302-07- 277 -89

Дата введения 1.02.90г

Настоящий руководящий документ устанавливает методику расчета длительности срабатывания поршневых, мембранных и сильфонных пневмоприводов с постоянной нагрузкой и нагрузкой, зависящей от положения и скорости перемещения поршня. Настоящая методика может быть использована также для расчета времени наполнения и опорожнения емкости постоянного объема.

203-89 25 XII 1989 -

I. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

I.I. Перечень основных обозначений указан в табл. I

Таблица I

Обозначение	Идентификатор	Определение
I	2	3
t , с	T	Время
x , м	X	Ход поршня
x_m , м	X_{MAX}	Максимальный ход поршня
x_{01} , м	$X\phi 1$	Координата, определяющая начальное положение поршня
x_{02} , м	$X\phi 2$	Координата, определяющая конечное положение поршня (в тексте программы даны сокращенные определения параметров x_{01} , x_{02})
$\frac{dx}{dt}$, м/с	V	Скорость поршня
P_M , МПа	PM	Давление в магистрали (перед распределителем)
P_a , МПа	PA	Давление на выходе распределителя
P_1 , МПа	$P1$	Давление в I-й (левой) полости пневмопривода
P_2 , МПа	$P2$	Давление во 2-ой (правой) полости пневмопривода

203-89 25 XII 1989

Продолжение таблицы I

I	2	3
$f_{Э1}, \text{ м}^2$	FE1	Эффективная площадь отверстия распределителя, через которое воздух из магистрали поступает в первую полость
$f_{Э2}, \text{ м}^2$	FE2	Эффективная площадь отверстия распределителя, через которое воздух из магистрали сбрасывается в атмосферу
$d_p, \text{ м}$	DP	Диаметр поршня
$d_1, \text{ м}$	D1	Диаметр первого штока
$d_2, \text{ м}$	D2	Диаметр второго штока
$m, \text{ кг}$	MS	Приведенная масса подвижных частей пневмопривода
$Q, \text{ кН}$	Q	Полезная нагрузка
$Q_T, \text{ кН}$	QT	Сила трения покоя
$Q_0, \text{ кН}$	Q0	Постоянная составляющая полезной нагрузки
$Q_x, \text{ кН}$	QX	Коэффициент пропорциональности при x
$Q_V, \text{ кН}$	QV	Коэффициент пропорциональности при V
$R, \text{ Дж/кг К}$	R	Газовая постоянная
k	K	Показатель адиабаты

203-89-85-ХТ/РД

Продолжение таблицы I

I	2	3
$T_M, ^\circ\text{C}$	T_M	Температура воздуха в магистрали
	G_1	Расход воздуха через отверстие с эффективной площадью $f_{Э1}$
	G_2	Расход воздуха через отверстие с эффективной площадью $f_{Э2}$

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА .

2.1. Расчет длительности срабатывания пневмопривода, а также процессы опорожнения и наполнения емкости постоянного объема производится путем интегрирования базовых уравнений динамики пневмопривода, схема которого представлена на черт. I:

$$\frac{dP_1}{dt} = \frac{k \cdot f_{Э1} \cdot K \cdot P_M \sqrt{RT_M}}{F_1(x_{01} + x)} \gamma(\sigma_1) - \frac{k \cdot P_1}{(x_{01} + x)} \cdot \frac{dx}{dt};$$

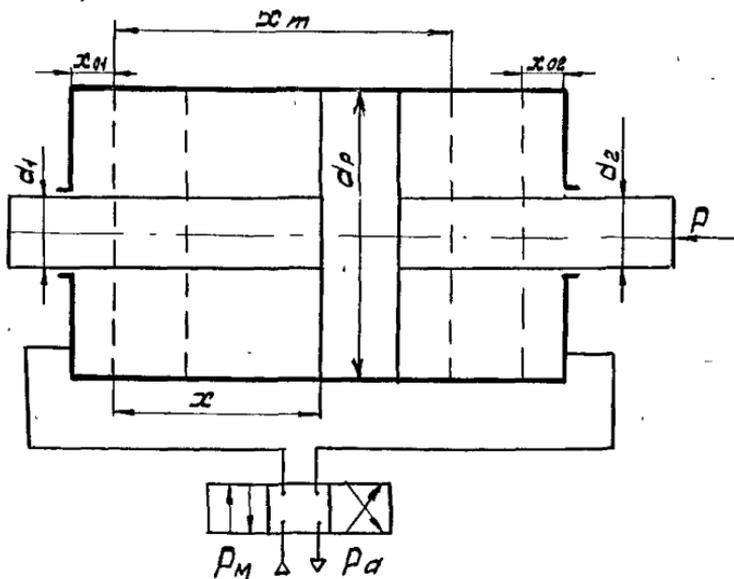
$$\frac{dP_2}{dt} = - \frac{k \cdot f_{Э2} \cdot K \cdot P_2 \sqrt{RT_M}^{\frac{3k-1}{2k}} \gamma(\sigma_2)}{F_2(x_M + x_{02} - x) P_M^{\frac{k-1}{2k}}} \frac{k \cdot P_2}{x_M + x_{02} - x} \cdot \frac{dx}{dt};$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = P_1 F_1 - P_2 F_2 - P \cdot P_T$$

где $\sigma_1 = \frac{P_1}{P_M}$; $K = \left(\frac{2g \cdot k}{k-1} \right)^{0,5}$

2023-89-25 XII/103

Схема пневмопривода



203-89 25 XII 1989

$$\gamma(\sigma) = \sqrt{\sigma^{\frac{2}{\kappa}} - \sigma^{\frac{\kappa+1}{\kappa}}}, \quad \text{при } 0,528 \leq \sigma < 1;$$

$$\gamma(\sigma) = 0,2588, \quad \text{при } 0 \leq \sigma < 0,528;$$

$$\sigma_2 = P_2/P_M; \quad \sigma_a = P_a/P_M; \quad \rho = \rho_0 + \rho_x \cdot X + \rho_V \cdot V;$$

$$F_1 = \frac{\pi (d_p^2 - d_1^2)}{4}; \quad F_2 = \pi (d_p^2 - d_2^2) / 4;$$

2.2. При выводе базовых уравнений приняты следующие допущения:

- воздух - идеальный газ;
- процессы, протекающие в пневмоприводе, являются квази-статическими;
- теплообмен с окружающей средой и утечки воздуха не учитываются;
- параметры воздуха в магистрали постоянны.

3. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Общие сведения

3.1.1. Методика расчета длительности срабатывания пневмоприводов реализована в программе *RP*. Программа *RP* является главной, из нее происходит обращение к подпрограмме *RPSUB*. В программе *RP* производится численное интегрирование базовых уравнений пневмопривода, а также организован ввод исходных и начальных данных и вывод результатов расчета. Подпрограмма *RPSUB* предназначена для вычисления на каждом шаге интегрирования текущего значения полезной нагрузки. Программы написаны на стандартном алгоритмическом языке Фортран применительно к ДБК-2М и могут быть адаптированы с небольшими изменениями для ЕС ЭВМ. Размеры загрузочных модулей не превышают 30 Кбайт.

203-89 25 XII 1989

Работа ведется в диалоговом режиме. Исходные и начальные данные вводятся с экрана дисплея в той последовательности, в какой они запрашиваются ЭВМ. Результаты расчета выводятся в виде таблицы на экран дисплея и АЦПУ.

3.1.2. Для проведения расчетов по данной методике необходимо знание основ пневмопривода и элементов программирования на алгоритмическом языке Фортран.

3.1.3. Тексты программ приведены в Приложении I.

3.2. Подготовка исходных данных

3.2.1. При подготовке исходных данных необходимо учитывать, что за положительное направление движения поршня принято направление слева направо. Предполагается, что нагрузка, преодолеваемая приводом, может иметь постоянную составляющую, а также составляющие, пропорциональные положению и скорости перемещения поршня. Положительным направлением действия постоянной нагрузки и нагрузки, пропорциональной положению поршня, считается направление по стрелке, указанной на схеме пневмопривода, то есть навстречу движению. При этом коэффициент Q_x положителен. Нагрузка, пропорциональная положению поршня, создается за счет деформации пружин, а также за счет гидродинамического усилия, приложенного к затвору арматуры. Нагрузка, пропорциональная скорости перемещения поршня, создается гидравлическими демпферами и всегда направлена против направления движения поршня. При этом коэффициент Q_v всегда больше либо равен нулю.

3.2.2. При расчете пневмоприводов одностороннего действия усилие пружины учитывается в нагрузке Q , причем усилие, создаваемое за счет предварительного поджатия пружины, должно быть

учтено в постоянной нагрузке Q_0 , а жесткость пружины в коэффициенте Q_x .

3.2.3. Для расчета по настоящей методике мембранных приводов, которые характеризуются эффективной площадью мембраны, необходимо предварительно вычислить диаметр, соответствующий эффективной площади по формуле:

$$d_p = \frac{4F}{\pi} ,$$

где F - эффективная площадь мембраны.

Рассчитываются также параметры x_{01} и x_{02} , которые можно приближенно определить по формулам:

$$x_{01} = \frac{V_{01}}{F} , \quad x_{02} = \frac{V_{02}}{F} ,$$

где V_{01} , V_{02} - объемы мембранных камер слева и справа от мембраны соответственно.

Дополнительное усилие, возникающее при деформации мембраны, учитывается в нагрузке Q .

3.2.4. Отмеченные в п.3.2.3 рекомендации также к расчету сильфонных приводов.

3.2.5. В том случае, когда какой-либо параметр, относящийся к исходным данным, точно не известен, рекомендуется выполнить серию расчетов при различных значениях этого параметра. Это позволит определить степень влияния данного параметра на время срабатывания пневмопривода.

3.2.6. При использовании настоящей методики для расчета времени опорожнения и наполнения емкости постоянного объема, в качестве емкости может рассматриваться первая (левая) полость пневмопривода. Объем этой полости равен $V = x_{01} \cdot \frac{\pi d_p^2}{4}$

при $d_1 = 0$ и $x = 0$.

Для того, чтобы обеспечить неподвижность поршня, нагрузку необходимо задать таким образом, чтобы она была заведомо больше усилия, развиваемого приводом при максимальном давлении в рассматриваемой полости.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

4.1. Результаты расчета выводятся на экран дисплея и АЦПУ в виде таблицы, в которой в зависимости от времени представлены текущие значения хода и скорости поршня, давлений в полостях пневмопривода, нагрузки, а также расходов воздуха втекающего или вытекающего из первой и второй полости. Время срабатывания пневмопривода определяется в момент, когда ход поршня достигает своего максимального значения при движении в положительном направлении или становится равным нулю при движении в отрицательном направлении.

4.2. Погрешность вычисления по настоящей методике - 5+15%.

5. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

5.1. В Приложении 2 приведены исходные данные и результаты расчета длительности срабатывания пневмопривода двухстороннего действия при постоянной нагрузке. Время срабатывания составляет 0,4 с.

5.2. В Приложении 3 приведены исходные данные и результаты расчета длительности срабатывания пневмопривода одностороннего действия при обратном ходе, когда движение происходит под воздействием пружины в отрицательном направлении, а воздух из первой полости вытесняется через распределитель в атмосферу. Время срабатывания составляет 0,48 с.

203-89-25-11/198

```

C ***
100 FORMAT (//10X,'РАСЧЕТ ПНЕВМОПРИВОДА *RP*',
> /10X,'=====')
102 FORMAT ( / 5X,' *? * ДУБИЛИРОВАТЬ ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ'.
> *? * <Y/N> 'N)
104 FORMAT ( / 5X,' *! * ПОДГОТОВТЕ ПЕЧАТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО'.
> *! * <BK> 'N)
106 FORMAT (//10X,'ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:',
> /10X,'-----')
108 FORMAT ( /10X,' ПОКАЗАТЕЛЬ АДИАБАТЫ ( ) : '.E13.5)
110 FORMAT ( /10X,' ГАЗОВАЯ ПОСТОЯННАЯ (ДЖ/КГ*К) : '.E13.5)
112 FORMAT ( /10X,' ТЕМПЕРАТУРА В МАГИСТРАЛИ(ГРАД С) : '.E13.5)
114 FORMAT ( /10X,' ДАВЛЕНИЕ В МАГИСТРАЛИ ( МПА ) : '.E13.5)
116 FORMAT ( /10X,' ДАВЛЕНИЕ НА ВЫХОДЕ ( МПА ) : '.E13.5)
118 FORMAT ( /10X,' ЭФФ. ПЛОЩАДЬ НА ВХОДЕ ( М**2 ) : '.E13.5)
120 FORMAT ( /10X,' ЭФФ. ПЛОЩАДЬ НА ВЫХОДЕ ( М**2 ) : '.E13.5)
122 FORMAT ( /10X,' МАССА ПРИВОДА ( КГ ) : '.E13.5)
124 FORMAT ( /10X,' ДИАМЕТР ПОРШНЯ ( М ) : '.E13.5)
125 FORMAT ( /10X,' ДИАМЕТР ПЕРВОГО ШТОКА ( М ) : '.E13.5)
126 FORMAT ( /10X,' ДИАМЕТР ВТОРОГО ШТОКА ( М ) : '.E13.5)
128 FORMAT ( /10X,' МАКСИМАЛЬНЫЙ ХОД ( М ) : '.E13.5)
130 FORMAT ( /10X,' ПАРАМЕТР "X01" ( М ) : '.E13.5)
132 FORMAT ( /10X,' ПАРАМЕТР "X02" ( М ) : '.E13.5)
134 FORMAT ( /10X,' СИЛА ТРЕНИЯ ПОКОЯ ( Н ) : '.E13.5)
136 FORMAT ( /10X,' F1=' .E13.5.3X,' ВТК=' .F7.4.
> 3X,' K1=' .F7.4 .3X,' K3=' .F7.4
> /10X,' F2=' .E13.5.3X,' FIK=' .F7.4.
> 3X,' K2=' .F7.4 .3X,' KK=' .F7.4)
140 FORMAT (//10X,'НАЧАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ:',
> /10X,'-----')
142 FORMAT ( /10X,' ХОД ПОРШНЯ ( М ) : '.E13.5)
144 FORMAT ( /10X,' СКОРОСТЬ ПОРШНЯ ( М/С ) : '.E13.5)
146 FORMAT ( /10X,' ДАВЛЕНИЕ В 1-Я ПОЛОСТИ ( МПА ) : '.E13.5)
148 FORMAT ( /10X,' ДАВЛЕНИЕ ВО 2-Я ПОЛОСТИ ( МПА ) : '.E13.5)
150 FORMAT ( /10X,' ШАГ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ( С ) : '.E13.5)
152 FORMAT ( /10X,' ЧЕРЕЗ СКОЛЬКО ШАГОВ ИНТЕГРИРОВАНИЯ :
> 'ВЫПОЛНЯТЬ ВЫВОД /10X.' НА ДИСПЛЕЯ :')
154 FORMAT ( /10X,' НА ПЕЧАТЬ :')
160 FORMAT ( / ' Т (С) ' . ' X (М) ' . ' V(М/С) ' . ' P1(МПА) ' .
> ' P2(МПА) ' . ' PP(КН) ' . ' G1(КГ/С) ' . ' G2(КГ/С) ' )
162 FORMAT (F9.3,F8.3,2F10.5)
166 FORMAT (/' *? * <BK>-ПРОДОЛЖИТЬ, N+<BK>-НОВ.НАЧ.ДАННЫЕ.,
> E+<BK>-ЗАКОНЧИТЬ => 'N)
180 FORMAT (80X)
C ***
200 FORMAT (A1)
C =====
DIMENSION Y(4),YY(4),DY(4)
REAL MS,KA,K1,K2,K3,KK
INTEGER REPLY
LOGICAL VVOD,DUBL
COMMON /VD/ VVOD,DUBL
VVOD=.TRUE.
DUBL=.FALSE.
C =====
TYPE 100
TYPE 102
ACCEPT 200.REPLY
IF (REPLY.EQ.'Y') DUBL=.TRUE.
IF (.NOT.DUBL) GO TO 5
TYPE 104
ACCEPT 200.REPLY
PRINT 100
PRINT 106
5 TYPE 106
C ***** ВВОД ПАРАМЕТРОВ *****
CALL RFSUB (T,X,V,PP)
TYPE 108
ACCEPT *.KA
TYPE 110
ACCEPT *.R
TYPE 112
ACCEPT *.TMP

```

203-89 25 XII 1989

```

TYPE 114
ACCEPT *.PM
TYPE 116
ACCEPT *.PA
TYPE 118
ACCEPT *.FE1
TYPE 120
ACCEPT *.FE2
TYPE 122
ACCEPT *.MS
TYPE 124
ACCEPT *.D1
TYPE 125
ACCEPT *.D2
TYPE 126
ACCEPT *.D3
TYPE 128
ACCEPT *.XMAX
TYPE 130
ACCEPT *.X01
TYPE 132
ACCEPT *.X02
TYPE 134
ACCEPT *.TRP

```

```

C ***
VVOD=.FALSE.
FP1 =3.1415*0.25*(D1**2-D3**2)
FP2 =3.1415*0.25*(D1**2-D2**2)
K1 =2./KA
K2 =(KA+1.)/KA
K3 =(KA-1.)/KA
VK =SQRT(2.*KA/(KA-1.))
BTK =(2./(KA+1.))**(KA/(KA-1.))
FIK =SQRT(BTK**K1-BTK**K2)
TYPE 136.FP1.BTK.K1.K3.FP2.FIK.K2.KK
IF (.NOT.DUBL) GO TO 7

```

```

C ***** ПЕЧАТЬ ПАРАМЕТРОВ ***
PRINT 108.KA
PRINT 110.R
PRINT 112.TMP
PRINT 114.PM
PRINT 116.PA
PRINT 118.FE1
PRINT 120.FE2
PRINT 122.MS
PRINT 124.D1
PRINT 125.D2
PRINT 126.D3
PRINT 128.XMAX
PRINT 130.X01
PRINT 132.X02
PRINT 134.TRP
PRINT 136.FP1.BTK.K1.K3.FP2.FIK.K2.KK
7 PM=(PM+0.1)*1.E6
PA=(PA+0.1)*1.E6
TMP=TMP+273.

```

```

C ***
10 IF (.NOT.DUBL) GO TO 20
DO 15 I=1,6
15 PRINT 130
TYPE 134
ACCEPT 200.REPLY
20 CONTINUE

```

```

C ***** НАЧАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ***
TYPE 140
TYPE 142
ACCEPT *.X
TYPE 144
ACCEPT *.V
TYPE 146
ACCEPT *.P1
TYPE 148
ACCEPT *.P2

```

203-89 25 XI 1988

```

TYPE 150
ACCEPT *.DT
TYPE 152
ACCEPT *.NSD
IF (NSD.LE.0) NSD=1
IF (.NOT.DUBL) GO TO 25
TYPE 154
ACCEPT *.NSP
IF (NSP.LE.0) NSP=1
PRINT 140
PRINT 142.X
PRINT 144.V
PRINT 146.P1
PRINT 148.P2
PRINT 150.DT
DO 22 I=1.6
22 PRINT 180
TYPE 184
ACCEPT 200.REPLY
PRINT 160
PRINT 180
C ***** ДАВЛЕНИЕ В "СИ" **
25 P1=(P1+0.1)*1.E6
P2=(P2+0.1)*1.E6
ISD=0
ISP=0
ISS=0
T =0.
TYPE 160
TYPE 180
GO TO 40
C ***** ВВОД РЕЗУЛЬТАТОВ ***
30 TYPE 160
TYPE 180
33 IF (ISD.NE.0) GO TO 35
TYPE 162.T.X.V.P1OUT.P2OUT.PPOUT.G1.G2
ISS=ISS+1
35 IF (.NOT.DUBL) GO TO 40
IF (ISP.NE.0) GO TO 40
PRINT 162.T.X.V.P1OUT.P2OUT.PPOUT.G1.G2
C ***** НАЧАЛО СЧЕТА ***
40 CALL RPSUB (T.X.V.PP)
PS =P1*FP1-P2*FP2-PP
IF (V.EQ.0.) W=PS-SIGN(TRP.PS)
IF (V.NE.0.) W=PS-SIGN(TRP.V)
W=W/MS
C ***** ПОРШЕНЬ МОЖЕТ ПЕРЕМЕШАТЬСЯ ***
IF (ABS(PS).GT.TRP) GO TO 55
DV=W*DT
IF (DV*V.LT.0..AND.ABS(DV).LT.ABS(V)) GO TO 55
C ***** ПОРШЕНЬ В ПОКДЕ ИЗ-ЗА ТРЕНИЯ ***
V=0.
W=0.
C ***
55 V(1)=X
DY(1)=V
Y(2)=V
DY(2)=W
IF (P1.GT.PM) GO TO 65
C ***** 1-Я ПОЛОСТЬ *** ВТЕКАНИЕ ***
BT=P1/PM
FI=FIK
IF (BT.GT.BTK) FI=SQRT(BT**K1-BT**K2)
G1=FE1*KK*PM*FI/SQRT(R*TMP)
DY(3)=KA*R*TMP*G1-KA*P1*FP1*V
DY(3)=DY(3)/(FP1*(X01+X))
Y(3)=P1
GO TO 70
C ***** 1-Я ПОЛОСТЬ *** ВЫТЕКАНИЕ ***
65 BT=PM/P1
TMP1=TMP*(P1/PM)**K3
FI=FIK
IF (BT.GT.BTK) FI=SQRT(BT**K1-BT**K2)
G1=-FE1*KK*P1*FI/SQRT(R*TMP1)
DY(3)=-KA*R*TMP1*(-G1)-KA*P2*FP2*V
DY(3)=DY(3)/(FP1*(X01+X))
Y(3)=P1

```

203-89-86 XH-10

```

C ***
  70 IF (P2.GT.PA) GO TO 75
C ***** 2-Я ПОЛОСТЬ *** ВТЕКАНИЕ ***
  BT=P2/PA
  FI=FIK
  IF (BT.GT.BTK) FI=SQRT(BT**K1-BT**K2)
  G2=FE2*KK*PA*FI/SQRT(R*TMP)
  DY(4)=KA*R*TMP*G2+KA*P2*FP2*V
  DY(4)=DY(4)/(FP2*(X02+XMAX-X))
  Y(4)=P2
  GO TO 80
C ***** 2-Я ПОЛОСТЬ *** ВЫТЕКАНИЕ ***
  75 BT=PA/P2
  TMP2=TMP*(P2/PK)**K3
  FI=FIK
  IF (BT.GT.BTK) FI=SQRT(BT**K1-BT**K2)
  G2=-FE2*KK*P2*FI/SQRT(R*TMP2)
  DY(4)=-KA*R*TMP2*(-G2)+KA*P2*FP2*V
  DY(4)=DY(4)/(FP2*(X02+XMAX-X))
  Y(4)=P2
C ***** ШАГ ИНТЕГРИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ЭЙЛЕРА ***
  80 DO 81 I=1,4
  81 Y(I)=Y(I)+DY(I)*DT
  T=T+DT
  X=Y(1)
  V=Y(2)
  P1=Y(3)
  P2=Y(4)
C ***
  P1OUT=P1*1.E-6-0.1
  P2OUT=P2*1.E-6-0.1
  PPOUT=PP*1.E-3
  PSOUT=PS*1.E-3
  IF (X.GT.0.) GO TO 85
C ***** ОГРАНИЧЕНИЕ ХОДА СЛЕВА ***
  X=0.
  IF (V.LT.0.) V=0.
  GO TO 90
  85 IF (X.LT.XMAX) GO TO 90
C ***** ОГРАНИЧЕНИЕ ХОДА СПРАВА ***
  X=XMAX
  IF (V.GT.0.) V=0.
C ***
  90 ISD=ISD+1
  ISP=ISP+1
  IF (ISD.GE.NSD) ISD=0
  IF (ISP.GE.NSP) ISP=0
  IF (ISS.LT.20 ) GO TO 33
  ISS=0
  TYPE 166
  ACCEPT 200.REPLY
  IF (REPLY.EQ.'E') RETURN
  IF (REPLY.NE.'N') GO TO 30
  GO TO 10
END

```

203-89-25-171-10

```
      SUBROUTINE RPSUB (T,X,V,PP)
      LOGICAL      VVDD,DUBL
      COMMON /VD/  VVDD,DUBL
100  FORMAT (/10X,'ПОЛЕЗНАЯ НАГРУЗКА:'
      > /10X,'ПОСТОЯННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ( H      ) :'.E13.5)
105  FORMAT ( 10X,'КОЭФФИЦИЕНТ ПРИ "X"      ( H/M ) :'.E13.5)
110  FORMAT ( 10X,'КОЭФФИЦИЕНТ ПРИ "V"      ( H*C/M) :'.E13.5)
      IF (.NOT.VVDD) GO TO 10
C ***  ВВОД *****
      TYPE 100
      ACCEPT *.PP0
      TYPE 105
      ACCEPT *.PPX
      TYPE 110
      ACCEPT *.PPV
      IF (.NOT.DUBL) RETURN
      PRINT 100.PP0
      PRINT 105.PPX
      PRINT 110.PPV
      RETURN
C ***  РАСЧЕТ ***
10  PP=PP0+PPX*X+PPV*V
      RETURN
      END
```

203-89 25 XII 1989

Приложение 2

РАСЧЕТ ПНЕВМОПРИВОДА *RP*

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

ПОЛЕЗНАЯ НАГРУЗКА:
 ПОСТОЯННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ (Н) : 0.90000E+03
 КОЭФФИЦИЕНТ ПРИ "X" (Н/М) : 0.00000E+00
 КОЭФФИЦИЕНТ ПРИ "V" (Н+С/М) : 0.00000E+00

ПОКАЗАТЕЛЬ АДИАБАТЫ : 0.14000E+01
 ГАЗОВАЯ ПОСТОЯННАЯ (ДЖ/КГ*К) : 0.28710E+03
 ТЕМПЕРАТУРА В МАГИСТРАЛИ(ГРАД С) : 0.20000E+02
 ДАВЛЕНИЕ В МАГИСТРАЛИ (МПА) : 0.60000E+00
 ДАВЛЕНИЕ НА ВЫХОДЕ (МПА) : 0.00000E+00
 ЭФФ. ПЛОЩАДЬ НА ВХОДЕ (М**2) : 0.80000E-04
 ЭФФ. ПЛОЩАДЬ НА ВЫХОДЕ (М**2) : 0.80000E-04
 МАССА ПРИВОДА (КГ) : 0.40000E+03
 ДИАМЕТР ПОРШНЯ (М) : 0.10000E+00
 ДИАМЕТР ПЕРВОГО ШТОКА (М) : 0.50000E-01
 ДИАМЕТР ВТОРОГО ШТОКА (М) : 0.00000E+00
 МАКСИМАЛЬНЫЙ ХОД (М) : 0.60000E+00
 ПАРАМЕТР "X01" (М) : 0.10000E+00
 ПАРАМЕТР "X02" (М) : 0.10000E+00
 СИЛА ТРЕНИЯ ПОКОЯ (Н) : 0.10000E+03

F1= 0.78537E-02 ВTK= 0.5283 K1= 1.4286 K3= 0.2857
 F2= 0.58903E-02 FIK= 0.2588 K2= 1.7143 KK= 2.6458

НАЧАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ:

ХОД ПОРШНЯ (М) : 0.00000E+00
 СКОРОСТЬ ПОРШНЯ (М/С) : 0.00000E+00
 ДАВЛЕНИЕ В 1-Я ПОЛОСТИ (МПА) : 0.00000E+00
 ДАВЛЕНИЕ ВО 2-Я ПОЛОСТИ (МПА) : 0.00000E+00
 ШАГ ИНТЕГРИРОВАНИЯ (С) : 0.50000E-02

203-89 25 XII 1989

T (C)	X (M)	V (M/C)	P1 (MПа)	P2 (MПа)	PP (KH)	G1 (KG/C)	G2 (KG/C)
0.010	0.000	0.000	0.198	0.000	0.900	0.13221	0.00000
0.020	0.000	0.029	0.396	0.000	0.900	0.13176	0.00000
0.030	0.000	0.095	0.559	0.000	0.900	0.09993	0.00021
0.040	0.002	0.189	0.590	0.000	0.900	-0.01587	-0.00123
0.050	0.004	0.286	0.587	0.000	0.900	-0.02290	-0.00203
0.060	0.007	0.383	0.594	0.000	0.900	-0.00613	-0.00288
0.070	0.011	0.479	0.592	0.001	0.900	0.02494	-0.00373
0.080	0.016	0.575	0.589	0.001	0.900	0.03129	-0.00459
0.090	0.022	0.670	0.585	0.001	0.900	0.03680	-0.00546
0.100	0.029	0.765	0.581	0.002	0.900	0.04206	-0.00632
0.110	0.037	0.858	0.576	0.002	0.900	0.04714	-0.00719
0.120	0.046	0.950	0.571	0.003	0.900	0.05202	-0.00806
0.130	0.055	1.042	0.566	0.003	0.900	0.05669	-0.00894
0.140	0.066	1.132	0.560	0.004	0.900	0.06115	-0.00982
0.150	0.078	1.221	0.554	0.005	0.900	0.06541	-0.01071
0.160	0.090	1.309	0.548	0.006	0.900	0.06945	-0.01160
0.170	0.103	1.395	0.542	0.006	0.900	0.07328	-0.01250
0.180	0.117	1.480	0.536	0.007	0.900	0.07691	-0.01341
0.190	0.132	1.564	0.529	0.008	0.900	0.08034	-0.01433
0.200	0.148	1.646	0.523	0.010	0.900	0.08358	-0.01526
0.210	0.165	1.727	0.516	0.011	0.900	0.08663	-0.01621
0.220	0.182	1.806	0.510	0.012	0.900	0.08951	-0.01717
0.230	0.201	1.884	0.504	0.014	0.900	0.09221	-0.01814
0.240	0.220	1.960	0.497	0.015	0.900	0.09476	-0.01914
0.250	0.239	2.035	0.491	0.017	0.900	0.09715	-0.02016
0.260	0.260	2.109	0.485	0.019	0.900	0.09940	-0.02120
0.270	0.281	2.181	0.479	0.021	0.900	0.10151	-0.02227
0.280	0.303	2.251	0.473	0.023	0.900	0.10349	-0.02337
0.290	0.326	2.320	0.467	0.026	0.900	0.10535	-0.02451
0.300	0.349	2.387	0.461	0.029	0.900	0.10709	-0.02570
0.310	0.373	2.453	0.455	0.032	0.900	0.10873	-0.02693
0.320	0.398	2.518	0.450	0.035	0.900	0.11026	-0.02823
0.330	0.423	2.580	0.444	0.039	0.900	0.11169	-0.02960
0.340	0.449	2.641	0.439	0.044	0.900	0.11304	-0.03105
0.350	0.476	2.700	0.434	0.049	0.900	0.11430	-0.03262
0.360	0.503	2.758	0.429	0.055	0.900	0.11548	-0.03432
0.370	0.531	2.813	0.424	0.063	0.900	0.11658	-0.03620
0.380	0.559	2.867	0.419	0.072	0.900	0.11761	-0.03831
0.390	0.588	2.917	0.414	0.085	0.900	0.11857	-0.04076
0.400	0.600	0.000	0.425	0.062	0.900	0.11946	-0.04372
0.410	0.600	0.000	0.449	0.019	0.900	0.11410	-0.02986
0.420	0.600	0.000	0.473	-0.001	0.900	0.10786	-0.01243
0.430	0.600	0.000	0.495	-0.002	0.900	0.10077	-0.00904
0.440	0.600	0.000	0.515	-0.002	0.900	0.09287	-0.00957
0.450	0.600	0.000	0.534	-0.002	0.900	0.08422	-0.00954
0.460	0.600	0.000	0.550	-0.002	0.900	0.07486	-0.00954
0.470	0.600	0.000	0.565	-0.002	0.900	0.06484	-0.00954
0.480	0.600	0.000	0.577	-0.002	0.900	0.05421	-0.00954
0.490	0.600	0.000	0.587	-0.002	0.900	0.04300	-0.00954
0.500	0.600	0.000	0.594	-0.002	0.900	0.03118	-0.00954

203-89 45 XII 1989

Приложение 3

РАСЧЕТ ПНЕУМОПРИВОДА *RP*

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

ПОЛЕЗНАЯ НАГРУЗКА:

ПОСТОЯННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ (Н) : 0.30000E+03

КОЭФФИЦИЕНТ ПРИ "X" (Н/М) : 0.70000E+04

КОЭФФИЦИЕНТ ПРИ "V" (Н*С/М) : 0.00000E+00

ПОКАЗАТЕЛЬ АДИАБАТЫ : 0.14000E+01

ГАЗОВАЯ ПОСТОЯННАЯ (ДХ/КГ*К) : 0.28710E+03

ТЕМПЕРАТУРА В МАГИСТРАЛИ (ГРАД С) : 0.20000E+02

ДАВЛЕНИЕ В МАГИСТРАЛИ (МПА) : 0.00000E+00

ДАВЛЕНИЕ НА ВЫХОДЕ (МПА) : 0.00000E+00

ЭФФ. ПЛОЩАДЬ НА ВХОДЕ (М**2) : 0.40000E-04

ЭФФ. ПЛОЩАДЬ НА ВЫХОДЕ (М**2) : 0.40000E-02

МАССА ПРИВОДА (КГ) : 0.40000E+02

ДИАМЕТР ПОРШНЯ (М) : 0.10000E+00

ДИАМЕТР ПЕРВОГО ШТОКА (М) : 0.50000E-01

ДИАМЕТР ВТОРОГО ШТОКА (М) : 0.20000E+00

МАКСИМАЛЬНЫЙ ХОД (М) : 2.60000E+00

ПАРАМЕТР "X01" (М) : 0.10000E+00

ПАРАМЕТР "X02" (М) : 0.10000E+00

СИЛА ТРЕНИЯ ПОКОЯ (Н) : 0.10000E+03

F1= 0.78537E-02 ВТК= 0.5283 K1= 1.4286 K3= 0.2857

F2= 0.58903E-02 FIK= 0.2588 K2= 1.7143 KK= 2.6458

НАЧАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ:

ХОД ПОРШНЯ (М) : 0.60000E+00

СКОРОСТЬ ПОРШНЯ (М/С) : 0.00000E+00

ДАВЛЕНИЕ В 1-Я ПОЛОСТИ (МПА) : 0.60000E+00

ДАВЛЕНИЕ ВО 2-Я ПОЛОСТИ (МПА) : 0.00000E+00

ШАГ ИНТЕГРИРОВАНИЯ (С) : 0.10000E-04

203-89 25 N1108

Z (C)	X (M)	V (M/C)	P1 (MПа)	P2 (MПа)	PP (KH)	G1 (KГ/C)	G2 (KГ/C)
0.010	0.600	0.000	0.582	0.000	4.500	-0.04893	0.00000
0.020	0.600	0.000	0.564	0.000	4.500	-0.04783	0.00000
0.030	0.600	0.000	0.546	0.000	4.500	-0.04676	0.00000
0.040	0.600	-0.002	0.530	0.000	4.500	-0.04571	0.03806
0.050	0.600	-0.029	0.513	0.000	4.499	-0.04470	0.03816
0.060	0.599	-0.087	0.498	0.000	4.495	-0.04371	0.03835
0.070	0.598	-0.174	0.482	0.000	4.486	-0.04275	0.03847
0.080	0.596	-0.287	0.468	0.000	4.470	-0.04183	0.03837
0.090	0.592	-0.423	0.454	0.000	4.446	-0.04094	0.03799
0.100	0.587	-0.579	0.440	0.000	4.411	-0.04008	0.03726
0.110	0.581	-0.751	0.427	0.000	4.364	-0.03925	0.03621
0.120	0.572	-0.935	0.415	0.000	4.305	-0.03845	0.03480
0.130	0.562	-1.127	0.403	0.000	4.233	-0.03768	0.03292
0.140	0.550	-1.321	0.391	0.000	4.147	-0.03694	0.03047
0.150	0.535	-1.515	0.380	0.000	4.048	-0.03622	0.02681
0.160	0.519	-1.704	0.369	-0.000	3.935	-0.03553	0.01189
0.170	0.501	-1.883	0.359	-0.000	3.810	-0.03486	0.01315
0.180	0.482	-2.050	0.349	-0.000	3.672	-0.03421	0.01442
0.190	0.460	-2.200	0.339	-0.000	3.523	-0.03357	0.01538
0.200	0.438	-2.330	0.330	-0.000	3.365	-0.03295	0.01633
0.210	0.414	-2.438	0.320	-0.000	3.198	-0.03234	0.01709
0.220	0.389	-2.522	0.311	-0.000	3.024	-0.03173	0.01768
0.230	0.364	-2.579	0.302	-0.000	2.845	-0.03113	0.01808
0.240	0.338	-2.610	0.293	-0.000	2.663	-0.03052	0.01826
0.250	0.311	-2.613	0.284	-0.000	2.480	-0.02990	0.01830
0.260	0.285	-2.588	0.274	-0.000	2.298	-0.02927	0.01813
0.270	0.260	-2.537	0.265	-0.000	2.119	-0.02862	0.01777
0.280	0.235	-2.461	0.254	-0.000	1.944	-0.02794	0.01723
0.290	0.211	-2.362	0.244	-0.000	1.775	-0.02723	0.01657
0.300	0.188	-2.243	0.233	-0.000	1.613	-0.02648	0.01574
0.310	0.166	-2.107	0.221	-0.000	1.461	-0.02569	0.01475
0.320	0.146	-1.957	0.209	-0.000	1.319	-0.02485	0.01369
0.330	0.127	-1.798	0.196	-0.000	1.187	-0.02396	0.01260
0.340	0.110	-1.633	0.183	-0.000	1.067	-0.02301	0.01141
0.350	0.094	-1.467	0.168	-0.000	0.959	-0.02201	0.01031
0.360	0.080	-1.305	0.153	-0.000	0.862	-0.02096	0.00917
0.370	0.068	-1.149	0.138	-0.000	0.776	-0.01986	0.00797
0.380	0.057	-1.003	0.122	-0.000	0.701	-0.01874	0.00701
0.390	0.048	-0.871	0.107	-0.000	0.635	-0.01759	0.00617
0.400	0.040	-0.754	0.091	-0.000	0.578	-0.01644	0.00535
0.410	0.033	-0.655	0.076	-0.000	0.529	-0.01525	0.00454
0.420	0.027	-0.574	0.061	-0.000	0.486	-0.01393	0.00378
0.430	0.021	-0.510	0.047	-0.000	0.448	-0.01250	0.00356
0.440	0.016	-0.463	0.035	-0.000	0.414	-0.01097	0.00309
0.450	0.012	-0.429	0.025	-0.000	0.383	-0.00937	0.00356
0.460	0.008	-0.407	0.017	-0.000	0.354	-0.00775	0.00356
0.470	0.004	-0.391	0.010	-0.000	0.326	-0.00619	0.00126
0.480	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.300	-0.00474	-0.00535
0.490	0.000	0.000	0.001	-0.000	0.300	-0.00192	-0.00535
0.500	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.300	0.00000	-0.00535

203-89 25 NITR

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РД МУ 30: 07-277-89

Изм.	Номера листов (страниц)				Номер доку-мента	Под-пись	Дата	Срок введения изменения
	изме-ненных	замене-нных	НОВЫХ	аннулиро-ванных				

203-89 от 17.08.89 -