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.

gost.e-ecolog.ru

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	$XMAX$	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 программ 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

Продолжение таблицы I

I	2	3
$f_{э1}$, м^2	FE1	Эффективная площадь отверстия распределителя, через которое воздух из магистрали поступает в первую полость
$f_{э2}$, м^2	FE2	Эффективная площадь отверстия распределителя, через которое воздух из магистрали сбрасывается в атмосферу
d_p, м	DP	Диаметр поршня
d_1, м	D1	Диаметр первого штока
d_2, м	D2	Диаметр второго штока
m, кг	MS	Приведенная масса подвижных частей пневмопривода
Q, кН	Q	Полезная нагрузка
Q_T, кН	QT	Сила трения покоя
Q_0, кН	Q0	Постоянная составляющая полезной нагрузки
Q_x, кН	QX	Коэффициент пропорциональности при x
Q_V, кН	QV	Коэффициент пропорциональности при V
R, Дж/кг К	R	Газовая постоянная
k	K	Показатель адиабаты

203-89 25-XII

Продолжение таблицы I

I	2	3
$T_м$, °С	TM	Температура воздуха в магистрали
	$G1$	Расход воздуха через отверстие с эффективной площадью $f_{э1}$
	$G2$	Расход воздуха через отверстие с эффективной площадью $f_{э2}$

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

2.I. 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:

$$\frac{dP_1}{dt} = \frac{k \cdot f_{э1} \cdot K \cdot P_м \sqrt{R \cdot T_м}}{F_1(x_{01}+x)} \varphi(\sigma_1) - \frac{k \cdot P_1}{(x_{01}+x)} \cdot \frac{dx}{dt};$$

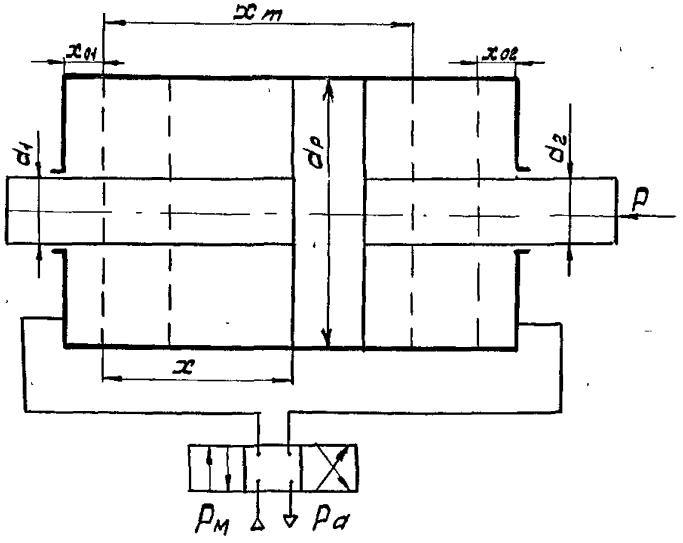
$$\frac{dP_2}{dt} = -\frac{k f_{э2} \cdot K \cdot P_2^{\frac{3K-1}{2K}} \sqrt{RT_м}}{F_2(x_м + x_{02} - x) P_м^{\frac{K-1}{K}}} \varphi\left(\frac{\sigma_a}{\sigma_2}\right) \frac{k \cdot P_2}{x_m + x_{02} - x} \cdot \frac{dx}{dt};$$

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

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

203-89 25-XII

Схема пневмопривода



303-89 АС XII

$$\psi(\sigma)=\sqrt{\sigma^{\frac{2}{k}}-\sigma^{\frac{k+1}{k}}}, \qquad \text{при } 0{,}528 \leq \sigma < 1;$$

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

$$\sigma_2 = P_2/P_M \; ; \; \sigma_a = P_a/P_M \; ; \; P = P_0 + P_x \cdot x + P_v \cdot V \; ;$$

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

2.2. При выводе базовых уравнений приняты следующие допущения:

- воздух - идеальный газ;
- процессы, протекающие в пневмоприводе, являются квазистатическими;
- 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 ДВК-2М и могут быть адаптированы с небольшими изменениями для ЕС ЭВМ. Размеры загрузочных модулей не превышают 30 Кбайт.

203-89 25 XII

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.I.2. Для проведения расчетов по данной методике необходимо знание основ пневмопривода и элементов программирования на алгоритмическом языке Фортран.

3.I.3. Тексты программ приведены в Приложении I.

3.2. Подготовка исходных данных

3.2.I. 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 $V = x_{01} \cdot \frac{\pi d_p^2}{4}$

203-89 26 XII 89

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 III

Приложение I

```
C ***
  100 FORMAT (//10X,'РАСЧЕТ ПНЕВМОПРИВОДА *RP*'.
     >          /10X,'==================== ====')
  102 FORMAT ( / 5X,' *?* ДУБЛИРОВАТЬ ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ'.
     >          ' *?* <Y/N> '$)
  104 FORMAT ( / 5X,' *!* ПОДГОТОВТЕ ПЕЧАТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО'.
     >          ' *!* <ВК> '$)
  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-Й ПОЛОСТИ ( МПА  ) : '.E13.5)
  148 FORMAT ( /10X,'ДАВЛЕНИЕ ВО 2-Й ПОЛОСТИ ( МПА  ) : '.E13.5)
  150 FORMAT ( /10X,'ШАГ ИНТЕГРИРОВАНИЯ        ( С    ) : '.E13.5)
  152 FORMAT ( /10X,'ЧЕРЕЗ СКОЛЬКО ШАГОВ ИНТЕГРИРОВАНИЯ '.
     >          'ВЫПОЛНЯТЬ ВЫВОД '/10X,'НА ДИСПЛЕЙ :')
  154 FORMAT ( /10X,'НА ПЕЧАТЬ :')
  160 FORMAT ( /'    T (С)'.'    X (М)'.'   V(М/С)'.'  P1(МПА)'.
     >          ' P2(МПА)'.' PP(КН)'.' G1(КГ/С)'.' G2(КГ/С)')
  162 FORMAT (F9.3.5F8.3.2F10.5)
  166 FORMAT (/' *?* <ВК>-ПРОДОЛЖИТЬ, N+<ВК>-НОВ.НАЧ.ДАННЫЕ.'.
     >                               E+<ВК>-ЗАКОНЧИТЬ  => '$)
  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

```
      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
      KK  =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  180
      TYPE   104
      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
```

```
      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   104
      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 ************** ВЫВОД 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 ПОКОЕ ИЗ-ЗА ТРЕНИЯ ***
      V=0.
      W=0.
C ***
   55  Y(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 25 XII

```
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/PM)**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 АС-ХП

```
      SUBROUTINE RPSUB (T.X.V.PP)
      LOGICAL      VVOD.DUBL
      COMMON /VD/ VVOD.DUBL
  100 FORMAT (/10X.'ПОЛЕЗНАЯ НАГРУЗКА:'.
     >          /10X.'ПОСТОЯННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ( Н     ) :'.E13.5)
  105 FORMAT ( 10X.'КОЭФФИЦИЕНТ ПРИ "X"      ( Н/М   ) :'.E13.5)
  110 FORMAT ( 10X.'КОЭФФИЙИЕНТ ПРИ "V"      ( Н*С/М) :'.E13.5)
      IF (.NOT.VVOD) 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

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 BTK= 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-Й ПОЛОСТИ (МПА) : 0.00000E+00

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

ШАГ ИНТЕГРИРОВАНИЯ (С) : 0.50000E-02

023-89 20 XII

T (С)	X (М)	V(М/С)	P1(МПА)	P2(МПА)	PP(КН)	G1(КГ/С)	G2(КГ/С)
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

303-89 48 XII

Приложение 3

РАСЧЕТ ПНЕВМОПРИВОДА *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	(ДЖ/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)	:	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	BTK= 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-Й ПОЛОСТИ	(МПА)	:	0.60000E+00
ДАВЛЕНИЕ ВО 2-Й ПОЛОСТИ	(МПА)	:	0.00000E+00
ШАГ ИНТЕГРИРОВАНИЯ	(С)	:	0.10000E-04

203-89 25 VI

T (C)	X (M)	V(M/C)	P1(МПА)	P2(МПА)	PP(КН)	G1(КГ/С)	G2(КГ/С)
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	0.006	-0.000	0.300	-0.00474	-0.00535
0.490	0.000	0.000	0.001	-0.000	0.300	-0.00193	-0.00535
0.500	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.300	0.00000	-0.00535

203-89 26 XII

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РД МУ 30 07-277-89

Изм.	Номера листов (страниц)				Номер документа	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

203-89 АС XII

gost.e-ecolog.ru