

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Периодический научный сборник



2016 № 4-4
ISSN 2413-0869

ПО МАТЕРИАЛАМ XIII МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
Г. БЕЛГОРОД, 30 АПРЕЛЯ 2016 Г.

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2016 • № 4-4

Периодический научный сборник

*по материалам
XIII Международной научно-практической конференции
г. Белгород, 30 апреля 2016 г.*

ISSN 2413-0869

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2016 • № 4-4

Периодический научный сборник

Выходит 12 раз в год

Учредитель и издатель:

ИП Ткачева Екатерина Петровна

Главный редактор: Ткачева Е.П.

Адрес редакции: 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а

Телефон: +7 (919) 222 96 60

Официальный сайт: issledo.ru

E-mail: mail@issledo.ru

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)** по договору № 301-05/2015 от 13.05.2015 г.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте: **www.issledo.ru**

По материалам XIII Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 30 апреля 2016 г.).

Редакционная коллегия

Духно Николай Алексеевич, директор юридического института МИИТ, доктор юридических наук, профессор

Васильев Федор Петрович, профессор МИИТ, доктор юридических наук, доцент, чл. Российской академии юридических наук (РАЮН)

Тихомирова Евгения Ивановна, профессор кафедры педагогики и психологии Самарского государственного социально-педагогического университета, доктор педагогических наук, профессор, академик МААН, академик РАЕ, Почётный работник ВПО РФ
Алиев Закир Гусейн оглы, Институт эрозии и орошения НАН Азербайджанской республики к.с.-х.н., с.н.с., доцент

Стариков Никита Витальевич, директор научно-исследовательского центра трансфера социокультурных технологий Белгородского государственного института искусств и культуры, кандидат социологических наук

Ткачев Александр Анатольевич, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», кандидат социологических наук

Шаповал Жанна Александровна, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», кандидат социологических наук

Трапезников Сергей Викторович, начальник отдела аналитики и прогнозирования Института региональной кадровой политики (г. Белгород)

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	5
<i>Egamberdiyev B.B.</i> THE NUMERICAL CALCULATION OF THE PROBLEM OF JET FLOW OF HIGH-SPEED PASSENGER TRAIN FLOW OF AN IDEAL COMPRESSIBLE FLUID (AIR) MOVING IN A HORIZONTAL PLANE AT A CONSTANT SPEED.....	5
<i>Асталюхина А.С.</i> ТЕРМОСТОЙКИЙ ГЕРМЕТИК С ПОВЫШЕННЫМИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИОРГАНОСИЛОКСАНА	11
<i>Бородин А.В., Паршин Е.В.</i> АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕРВЕРОВ ВРЕМЕНИ SYMMETRICOM СЕРИИ TRUETIME NTS-100	14
<i>Бурдуковский Н.П., Храпов С.Д., Латипов О.О.</i> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАССАЖИРОПОТОКА.....	17
<i>Грубич Т.Ю.</i> СОЗДАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ И ВЫЯВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АРХИТЕКТУРЫ ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	19
<i>Демин Е.С.</i> АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКИХ ТРАКТОВ МПУиП НА ОСНОВЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.....	22
<i>Дорняк О.Р., Попов В.М., Внуков А.Н., Карпов А.А.</i> КОНТАКТНЫЙ ТЕПЛООБМЕН В ДЛИТЕЛЬНОНАГРУЖЕННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	27
<i>Ерёмина В.В., Онищенко Е.Ю., Тарасенко О.И.</i> ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ШИРОКОДИАПАЗОННОГО СПЕКТРА ПОЛЯРНОЙ ЖИДКОСТИ	32
<i>Жажга Е.Ю., Суцепин В.А., Суэтина Т.А.</i> ЗАДАЧИ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА.....	36
<i>Исаков К., Алтыбаев А.Ш., Чоноев А.Б.</i> ПРИВЕДЕНИЕ ЖЕСТКОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ БУЛЬДОЗЕРА-ПОГРУЗЧИКА	39
<i>Исаков К., Бейшеналиев А.А., Алтыбаев А.Ш.</i> СИЛОВОЙ АНАЛИЗ БУЛЬДОЗЕРА-ПОГРУЗЧИКА С ТРАНСФОРМИРУЮЩИМСЯ РАБОЧИМ ОБОРУДОВАНИЕМ.....	45
<i>Казанцев И.С., Шитиков А.С., Кудряков С.Д.</i> АНАЛИЗ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА В ПРОЦЕССАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ, ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДМЕНЫ ОПЕРАТОРА.....	51
<i>Кашапова Л.М., Ахмедзянова В.Н.</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ.....	54
<i>Котов Ю.А., Шаповалов А.В.</i> ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОСТОЙ ЗАМЕНЫ БУКВ ТЕКСТА.....	57
<i>Красный В.А.</i> РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОННОГО ТЬЮТОРА ПУТЕМ ДОБАВЛЕНИЯ (В МОДЕЛИРУЕМЫЕ СЛУЧАИ) ОПЕРАЦИИ ПЕРЕНОСА	60
<i>Куланин В.В., Бочаров А.В.</i> РАЗРАБОТКА МАШИНЫ ОЧИСТКИ ПОГРУЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ УЗЛА НАНЕСЕНИЯ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ В ЛИНИИ АНГЦ-4 В ПДС ПАО «НЛМК»	63

Лобанова Т.В. ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КАЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	65
Мали В.А., Аксенов А.А., Алексеев Д.С., Тихомиров П.А. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ-ПРИМАНОК.....	71
Мельников Т.А., Мельников Г.А., Сташевский П.С. ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕГРЕССИИ С ПРЕДОБУЧЕНИЕМ И НЕЛИНЕЙНЫМИ ЛОКАЛЬНЫМИ МОДЕЛЯМИ	74
Мельников Ф.А. ПОСТРОЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ СЕТКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЛОКАЦИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА	79
Новиков В.Ф., Снигирева Ю.В., Хабабутдинов Д.А., Ялалов И.Ф. ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОЛОНОЧНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	85
Попов В.М., Латынин А.В., Григорьев Д.С. ИНТЕНСИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ КЛЕЕВ, ПОДВЕРГНУТЫХ СОВМЕСТНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ.....	89
Размологов Д.М., Панина А.С., Захаров П.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ HTML5 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА.....	92
Русаков В.А. СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ СЕТЕВОГО ДОСТУПА К УДАЛЕННЫМ РЕСУРСАМ	95
Сизиков В.П. ДИС-КОМПЬЮТЕР О ПРИРОДЕ КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА	98
Степанов А.С., Маркин Д.А., Тухтаназарова К.Р. СОЗДАНИЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ КАРТ ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	108
Хоняк М.Е., Гадиева Ф.М., Лумбунова И.Б. БЕЗОПАСНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА РЕНТГЕНОВСКОЙ ДОСМОТРОВОЙ ТЕХНИКЕ	112
Храпов С.Д., Бурдуковский Н.П., Старичихин М.Г., Графова Н.С. АНАЛИЗ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	115
Шинкин В.Н. ВЫЧИСЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОСЬМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРАВКЕ СТАЛЬНОГО ЛИСТА.....	118
Шинкин В.Н. КРИВИЗНА ЛИСТА ПРИ ПРАВКЕ НА ВОСЬМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ	127
Яковлев П.Н., Бочаров А.В. СНИЖЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ ВАЛКОВЫХ МАШИН АГРЕГАТА ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ №3 В ПДС ПАО «НЛМК»	137

THE NUMERICAL CALCULATION OF THE PROBLEM OF JET FLOW OF HIGH-SPEED PASSENGER TRAIN FLOW OF AN IDEAL COMPRESSIBLE FLUID (AIR) MOVING IN A HORIZONTAL PLANE AT A CONSTANT SPEED

Egamberdiyev B.B.

The assistant of «Information and computing graphs» faculty,
The Institute Tashkent Railway Engineering, Uzbekistan, Tashkent

There is obtained in the numerical solution of a jet steam of air at the perfect motion flow high speed train. An analytical expression for the velocity distribution and the force of the flow of air traffic high speed train.

Keywords: calculation, calculation, high-speed passenger train.

The considered problem, solved analytically earlier, published in [1]. Below is a numerical calculation of the velocity distribution is displayed in the flow G_z (Fig. 1). Assuming that the train rail is in horizontal position and the origin on the front of the train.

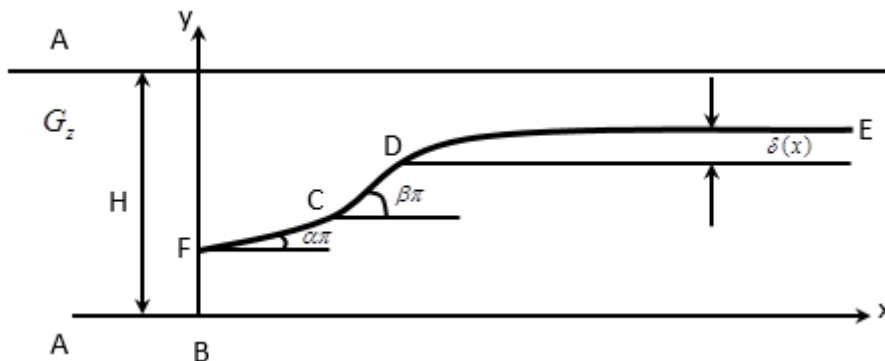


Fig. 1.

The area of flow G_z has along with solid boundaries, the free surface of DE, tear off at point D, from the surface of the wagon, along which will take the pressure constant. In this regard, we conducted mapping of currents G_z to flow G_0 corresponding to the boundary area of Figure 2.

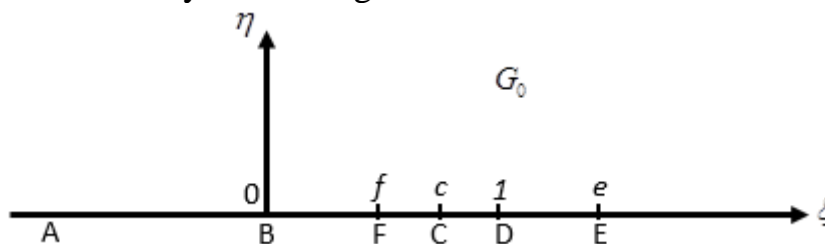


Fig. 2.

Then introduced the velocity potential function $\varphi(x, y)$ and stream function $\psi(x, y)$ satisfies the Laplace equation and the complex potential

$w(z) = \varphi(x, y) + i\psi(x, y)$ is an analytic function, both in the current G_z and in the canonical domain G_0 where $\zeta = \xi + i\eta$.

Using the principle of correspondence of boundaries and entering, as a function of Zhukovsky:

$$\omega(\zeta) = \ln \frac{V_0}{\bar{V}(\zeta)} = \ln \frac{V_0}{V(\zeta)} + i\theta,$$

where $\bar{V}(\zeta) = u - iv$ conjugate complex velocity; u, v the components of the velocity vector $\vec{V} = u\vec{i} + v\vec{j}$; θ – the inclination angle of the velocity vector of the air particles to the horizon.

To determine the function of Zhukovsky $\omega(\zeta)$ in the area G_0 have the boundary conditions given in [1]. Using the boundary conditions we obtain the equation for the desired function:

$$\omega_1(\zeta) = \frac{1}{\pi} \left\{ \int_0^f \frac{\frac{\pi}{2} dt}{\sqrt{1-t}\sqrt{e-t}(t-\zeta)} + \int_f^c \frac{\alpha\pi dt}{\sqrt{1-t}\sqrt{e-t}(t-\zeta)} + \int_c^1 \frac{\beta\pi dt}{\sqrt{1-t}\sqrt{e-t}(t-\zeta)} \right\}$$

By calculating the integrals, we obtain an analytic expression for the desired function $\omega_1(\zeta)$ in the area G_0 .

$$\omega_1(\zeta) = -\frac{2}{\sqrt{\zeta-e}\sqrt{\zeta-1}} \left\{ \ln F(0, \zeta) [F(f, \zeta)]^{1-2\alpha} [F(c, \zeta)]^{2(\beta-\alpha)} \right\}$$

$$\begin{cases} F(0, \zeta) = \frac{\sqrt{1-\xi}\sqrt{e-f} + \sqrt{e-\xi}\sqrt{1-f}}{\sqrt{f-\xi}} \cdot \frac{\sqrt{-\xi}}{\sqrt{1-\xi}\sqrt{e+\sqrt{e-\xi}}}; \\ F(f, \zeta) = \frac{\sqrt{1-\xi}\sqrt{e-c} + \sqrt{e-\xi}\sqrt{1-c}}{\sqrt{c-\xi}} \cdot \frac{\sqrt{f-\xi}}{\sqrt{1-\xi}\sqrt{e-f} + \sqrt{e-\xi}\sqrt{1-f}}; \\ F(c, \zeta) = \frac{\sqrt{1-\xi}\sqrt{e-1} + \sqrt{e-\xi}}{\sqrt{1-\xi}} \cdot \frac{\sqrt{c-\xi}}{\sqrt{1-\xi}\sqrt{e-c} + \sqrt{e-\xi}\sqrt{1-c}}. \end{cases} \quad (1)$$

Considering equality (1) we obtain the expression for the function of Zhukovsky $\omega_1(\zeta) = -\ln F(\zeta)$ where:

$$F(\zeta) = F(0, \zeta) \cdot F(f, \zeta)^{1-2\alpha} F(c, \zeta)^{2\beta-2\alpha} \quad (2)$$

Considering equation (2) we obtain expressions for the conjugate complex velocity distribution in the area G_0

$$u - iv = \bar{V}(\zeta) = V_0 F(\zeta) \quad (2.1)$$

where $\zeta = \xi + i\eta$. Now we define the velocity of the particles on the free surface of the conditions $V_n = V_0 \lim_{\zeta \rightarrow \infty} F(\xi, 0)$. Using equation (2), and setting $\eta = 0$ and calculating the limit $\xi \rightarrow \infty$, we obtain the equation $V_n = V_0 \Phi_0(f, c, e)$ where

$$\Phi_0 = \frac{\sqrt{e-f} + \sqrt{1-f}}{\sqrt{e+1}} \cdot \left(\frac{\sqrt{e-c} + \sqrt{1-c}}{\sqrt{e-f} + \sqrt{1-f}} \right)^{1-2\alpha} \cdot \left(\frac{\sqrt{e-1} + 1}{\sqrt{e-c} + \sqrt{1-c}} \right)^{2\beta-2\alpha} \quad (3)$$

Hence equation (2.1) will be written in the form:

$$\bar{V}(\zeta) = \frac{V}{\Phi_{00}} F(\zeta) \quad (4)$$

In [1] shows the relationship between the variables, z and ζ in the fields, G_z and G_0 thus we obtain

$$z(\zeta) = \frac{H\Phi_0}{\pi} \int_0^\zeta \frac{d\xi}{(e^{-\xi})F(\xi)} \quad (4.1)$$

where it is necessary to find the coefficients f , c , e for the specified function

$$\hat{l}_{BF} = \frac{\Phi_0}{\pi} \int_0^f \frac{d\xi}{(e^{-\xi})|F(\xi)|} \quad (5)$$

$$\hat{l}_{FC} = \frac{\Phi_0}{\pi} \int_f^c \frac{d\xi}{(e^{-\xi})|F(\xi)|} \quad (6)$$

$$\hat{l}_{CD} = \frac{\Phi_0}{\pi} \int_c^1 \frac{d\xi}{(e^{-\xi})|F(\xi)|} \quad (7)$$

For this we calculated the integrals (5), (6), (7) an approximate method of Simpson in the programming language Delphi, and found the coefficients f , c , e . Which are listed below (in the code of the program are given only the main part of the algorithm) procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);

The algorithm input of power features:

```
function daraja(w1,w2:real):real;
begin
  if (w2=0) or (w2=1) then daraja:=w2
  else daraja:=(exp(w1*(ln(w2)))));
end;
function F1(q:real):real;
begin
```

The algorithm input function (2), determined the separation point and by passing these points in different parameters f , c , e :

```
if (ff2=0) or (ff7=0) or (ff8=0) or (ff10=0) or (ff11=0) then
begin
  Kff2:=ff2+epsilon;
  Kff7:=ff7+epsilon;
  Kff8:=ff8+epsilon;
  Kff10:=ff10+epsilon;
  Kff11:=ff11+epsilon;
  F1:=(ff*ff1*ff9*ff12)/(kff2*kff7*kff8*kff10*kff11);
end;
F1:=(ff*ff1*ff9*ff12)/(ff2*ff7*ff8*ff10*ff11);
```

Simpson's method:

```
function Sim(a,b:real):real;
var H,x,S1:real; i:integer;
begin
```



```

H:=(b-a)/(2*n);
S1:=F1(a)+F1(b);
i:=1;
x:=a+H;
While x<=(b-h) do begin
  S1:=S1+(3+i)*F1(x);
  x:=x+H;
  i:=-i;
end;
Sim:=S1*(H/3);
end;

```

In this part of the program algorithm we check for each value of f , c , e coincidence predefined values LBF, LFC, LCD and finding the most approximate result of this configuration trains Talgo-Afrosiyob.

```

min:=minLBF+minLFC+minLCD;
f:=a1;
while f<=a2 do
begin
  c:=b1;
  while c<=b2 do
  begin
    e:=c1;
    while e<=c2 do
    begin
      fef := daraja(1/2,abs(e-f));
      flf := daraja(1/2,abs(1-f));
      feflf := daraja(1-2*alfa,fef+flf);
      fe1 := daraja(1/2+alfa-beta,abs(e-1));
      fee := daraja(1/2,abs(e));
      fec := daraja(1/2,abs(e-c));
      flc := daraja(1/2,abs(1-c));
      fec1c := daraja(2-2*beta,fec+flc);
      fe11 := 1+fee;
      if (fe11=0) or (fec1c=0) then
      begin
        kfe11 := fe11+epslon;
        kfec1c := fec1c+epslon;
        F0:=(fe1*feflf)/(kfe11*kfec1c);
      end;
      F0:=(fe1*feflf)/(fe11*fec1c);
      Lbf:=Hpoyezd*Sim(0+epslon,f-epslon)*F0/pi;
      Lfc:=Hpoyezd*Sim(f+epslon,c-epslon)*F0/pi;
      Lcd:=Hpoyezd*Sim(c+epslon,1-epslon)*F0/pi;
      minLBF:=abs(Lbf-Lbf1);
      minLFC:=abs(Lfc-Lfc1);
    end;
  end;
end;

```

```

minLCD:=abs(Lcd-Lcd1);
min1:=minLBF+minLFC+minLCD;
if min>min1 then
begin
  min:=min1;
  kF:=F;
  kC:=C;
  ke:=e;
  KLbf:=Lbf;
  KLfc:=Lfc;
  KLcd:=Lcd;
  KF0:=F0;
  Kmin:=min;
end;
Conclusion results:
cou := StringGrid1.RowCount;
StringGrid1.RowCount := cou + 1;
cou:=cou-1;
StringGrid1.Cells[0,cou] := IntToStr(cou);
StringGrid1.Cells[1,cou] := floattostr(f);
StringGrid1.Cells[2,cou] := floattostr(c);
StringGrid1.Cells[3,cou] := floattostr(e);
StringGrid1.Cells[4,cou] := floattostr(Lbf);
StringGrid1.Cells[5,cou] := floattostr(Lfc);
StringGrid1.Cells[6,cou] := floattostr(Lcd);
StringGrid1.Cells[7,cou] := floattostr(F0);
kLcd,' KF0=', kF0);
  e:=e+HqadamE;
end;
  c:=c+HqadamC;
end;
  f:=f+HqadamF;
end;
      edit15.Text:=floattostr(KLBF);
      edit16.Text:=floattostr(KLFC);
      edit17.Text:=floattostr(KLCD);
StringGrid1.Cells[0,cou] := IntToStr(cou);
StringGrid1.Cells[1,cou] := floattostr(kf);
StringGrid1.Cells[2,cou] := floattostr(kc);
StringGrid1.Cells[3,cou] := floattostr(ke);
StringGrid1.Cells[4,cou] := floattostr(kLbf);
StringGrid1.Cells[5,cou] := floattostr(kLfc);
StringGrid1.Cells[6,cou] := floattostr(kLcd);
StringGrid1.Cells[7,cou] := floattostr(kF0);
end; end.
Starting the program and the results obtained:

```

Form1

H Tal'go 5
Alfa pi/9
Beta pi/4
N 50

Lbf 1.1
Lfc 2.3
Lcd 2.1

Start
Clear
STOP

Minimum

0.01 <=<f=< 0.3 HF 0.01 1.15073128132448
0.31 <=<c=< 0.91 HC 0.01 2.28241486930221
1.01 <=<e=< 1.21 HE 0.01 2.09885071608089

#	f	c	e	Lbf	Lfc	Lcd	Φ0
34788	0.29	0.9	1.08	2.40234638263029	2.12894638692039	0.292505061726864	0.560616101881235
34789	0.29	0.9	1.09	2.25883545187493	1.9876968240039	0.267106841345877	0.560300972637481
34790	0.29	0.9	1.1	2.13714777698911	1.86793671513525	0.245974352863448	0.559699665769782
34791	0.29	0.9	1.11	2.03222088929176	1.76472576775397	0.228089566982216	0.558884646200154
34792	0.29	0.9	1.12	1.9405005275306	1.67458595933955	0.212740042595941	0.557907830240986
34793	0.29	0.9	1.13	1.85940778374056	1.59498704038836	0.199410895798057	0.556807353816242
34794	0.29	0.9	1.14	1.78701968919925	1.5240375738365	0.187719964030238	0.555611809797432
34795	0.29	0.9	1.15	1.72186903148395	1.4602909553541	0.177377148438757	0.554343004041953
34796	0.29	0.9	1.16	1.6628141323908	1.40261899892479	0.168157964486185	0.553017805960067
34797	0.29	0.9	1.17	1.60895140939623	1.35012690191988	0.159885790363595	0.551649425067341
34798	0.29	0.9	1.18	1.5595550404292	1.30209446303046	0.152419628764448	0.550248312193565
34799	0.29	0.9	1.19	1.5140343300492	1.25793447184173	0.145645470246347	0.548822808617131
34800	0.08	0.44	1.08	1.15073128132448	2.28241486930221	2.09885071608089	0.424006708096376

The result shows that the coefficients f, c, e are, respectively: f = 0.08; c = 0.44; e = 1.08.

References

- Loitsyansky L.G. Fluid Mechanics. Fizmatgiz, Moscow, Nauka, 1973.
- Hamidov A.A., Balabin V.N., Isanov R.Sh., Yaronova N.V. "Plane problem of a jet flow of high-speed trains". Tashkent "Problems of Mechanics » № 1-2., 2013.
- Fayzybaev Sh.Sh., Hamid A.A., Isanov R.Sh., Egamberdiev B.B. "The problem of ash solids with the earth's surface formed by high-speed trains. "Proceedings of the conference" Security train" Moscow Engineering 2012. , Page 44.
- Hamidov A.A., Isanov R.Sh., Egamberdiev B.B." Jet flow around a high-speed train ", Herald TashIITa 2011 number 3 p.14-16.
- Hamidov A.A., Isanov R.Sh., Egamberdiev B.B. "Determination of forces on the motion of the air resistance of high-speed trains," Problems of 2011. № 3-4, pp. 30-33.
- A full-scale experimental and modeling study of ballast flight under high-speed trains / D. Quinn, M. Hayward, C. J. Baker et al. // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F : Journal of Rail and Rapid Transport. – 2010. – Vol. 224, № 2. – P. 61–74.
- Baker, C. The flow around high speed trains / C. Baker // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2010. – Vol. 98, № 6. – P. 277–298.
- Muld, T. W. Flow structures around a high-speed train extracted using Proper Orthogonal Decomposition and Dynamic Mode Decomposition / T. W. Muld, G. Efrimsson, D. S. Henningson // Computers & Fluids. – 2012. – № 57. – P. 87–97.
- Raghunathan, R. S., Aerodynamics of high-speed railway train / R. S. Raghunathan, H. D. Kim, T. Setoguchi // Progress in Aerospace sciences. – 2002. – Vol. 38, № 6. – P. 469–514.
- Abbott, R. A. S. The Fairlie Locomotive. / Rowland A. S. Abbott. -Devon, UK: David & Charles Ltd., 1970. – 100 p.
- Allen, G. F. The world's fastest trains from age of steam to the TGV / G. F. Allen. Sparkford: Patrick Stephens Ltd., 1992. – 192 p.
- Allen, G. F. The world's fastest trains from age of steam to the TGV / G. F. Allen. Sparkford: Patrick Stephens Ltd., 1992. – 192 p.
- Collins, J. High Speed Trains. / J. Collins London, 1978. – 62 p.
- Design, Reliability and Maintenance for Railways. Selected Papers from Railtech 96 (IMEchE Seminar Publications): Diagonal Window Pillars A New Vision for Passengers / – London: Wiley-Blackwell, – 1996. – 124 p.

15. Harwell, F. T. Some speculations on the future of railway mechanical engineering. / F. T. Harwell. London, 1962.
16. JR-East prepares to test Series E6 electronic resource // Railway Gazette International. 2010. – March. – well in the electronic site: <http://www.railwaygazette.com/news/single-view/view/jr-east-prepares-to-test-series-e6.html>.
17. Koschinski, K. ICE. / K. Koschinski // Eisenbahn Journal. 2008. – №2.
18. Marin, E. Luxury trains / E. Marin. Kempen: teNeues Verlag GmbH., 2008. – 220 p.
19. M e g e P., Ferschneider G. Numerical modelling of turbulent gas-solid flow. PHOENICS Journal of Computational Fluid Dynamics. 1992, vol. 6, №2. P. 155-169.
20. Kendall J.M. Wind tunnel experiments relating to supersonic and hypersonic boundary-layer transition//AIAA J. -1975. V.13. – N 3. – P.290-299.
21. Robinson D.F., Harris J.E., Hassan H.A. Unified turbulence closure model for axisymmetric and planar free shear flows // AIAA J., 1995. V.33. N 12. PP.2324-2331.
22. Roshko A. On the drag and shedding frequency of two-dimensional bluff bodies // NACA Tech. Note. 1954. № 3169. 29 p.
23. Rubesin M.W. Turbulence modeling of aerodynamic flows // AIAA Paper 89-606.
24. Saffman P.G. A model for inhomogeneous turbulent flow // Proc.R.Soc. Lond., 1970. V.A317. PP.417-433.
25. Saffman P.G., Wilcox D.C. Turbulence-model predictions for turbulent boundary layers // AIAA J, 1974. V.12. N 4. PP.541-546.
26. Wilcox D.C. Turbulence modeling for CFD. La Canada, California: DCW Industries, Inc., 1998. 537p.
27. Sterling, M., Baker, C.J., Jordan, S. C., Johnson, T. (2008) ‘A study of the slipstreams of high speed passenger trains and freight trains’, Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers Part F: Journal of Rail and Rapid Transport, 122, pp.177-19.
28. Quinn, A. D., Hayward, M., Baker, C. J., Schmid, F., Priest, J., Powrie, W. (2009) ‘A full-scale experimental and modelling study of ballast flight under high speed trains’, Journal of Rail and Rapid Transit DOI 10.1243/09544097JRRT294.
29. Baker, C. J. (2009) ‘The flow around high speed trains’ accepted for publication in the Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics.
30. CEN, EN 14067-1:2003 Railway applications – Aerodynamics – Part 1: Symbols and units; EN 14067-2:2003 Railway applications – Aerodynamics – Part 2: Aerodynamics on open track; EN 14067-3:2003 Railway applications – Aerodynamics – Part 3: Aerodynamics in tunnels; EN 14067-4:2005 Railway applications – Aerodynamics – Part 4: Requirements and test procedures for aerodynamics on open track; EN 14067- 5:2006 Railway applications – Aerodynamics – Part 5: Requirements and test procedures for aerodynamics in tunnels.

ТЕРМОСТОЙКИЙ ГЕРМЕТИК С ПОВЫШЕННЫМИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИОРГАНОСИЛОКСАНА

Асталохина А.С.

магистрант 1 курса кафедры химических технологий,
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
Россия, г. Владимир

В данной статье представлена разработка композиции на основе низкомолекулярного диметилсилоксанового каучука и ценосфер благодаря низкой плотности и высоким физико-механическим характеристикам является перспективным материалом для герметизации элементов конструкций, работающих в сверхвысокочастотном радиодиапазоне.

Ключевые слова: олигодиметилсилоксан, ценосферы, термостойкость, коэффициент термического линейного расширения.

Интенсивное развитие науки и техники требует создания герметизирующих композиций с новыми свойствами. Так для герметизации радиоэлектронных устройств используемых в авиационной технике, композиции должны выдерживать вибрации, ударные нагрузки и иметь при этом достаточные диэлектрические характеристики. Естественно не малую роль будет играть и плотность герметизирующего состава. В связи этим особый интерес вызывает использование композиций на основе кремнийорганических полимерных материалов, обладающих высокой устойчивостью к внешним воздействиям и работоспособностью в экстремальных условиях.

Целью представленной работы являлась разработка герметизирующего состава работоспособного в течение длительного времени до температуры 250°C и сочетающего в себе низкую плотность и высокие диэлектрические характеристики.

В качестве объекта исследования был выбран герметик на основе низкомолекулярного диметилсилоксанового каучука СКТН-1 – олигодиметилсилоксана [ОДМС] с концевыми гидроксильными группами, наполненного ценосферами [5, с. 3].

Получение герметика сводилось к перемешиванию низкомолекулярного диметилсилоксанового каучука и ценосфер с помощью лабораторного смесителя.

Проведенные с помощью низкочастотного вибрационного вискозиметра исследования показали, что в связи с небольшой вязкостью исходного олигомера и сферической формой ценосфер реологические характеристики герметика остаются на приемлемом уровне даже при значительном содержании наполнителя [1, с. 123].

Отверждение герметика проводят при комнатной температуре в присутствии катализатора отверждения. Превращение линейного низкомолекулярного органосилоксана с концевыми ОН – группами в трехмерную структуру проходит под действием тетраэтоксисилана, продуктов его частичного гидролиза (этилсиликат 40) и других кремнийорганических соединений. Катализаторами реакции являются оловоорганические соединения. В нашем случае использовался катализатор диэтилдикаприлат олова. Механизм действия оловоорганических катализаторов объясняют образованием промежуточного активированного комплекса с последующим отщеплением спирта, регенерацией катализатора и образованием силоксановой связи [6, с. 7].

Влияние наполнителя на процесс поликонденсации диметилсилоксана и тетраэтоксисилана может проявиться вследствие наличия гидроксильных групп на поверхности микросфер.

Ценосферы в отличие от аэросила, вследствие более крупных размеров, не оказывают существенного влияния на скорость реакции поликонденсации.

Отверждение проводилось при комнатной температуре в течение 72 часов.

При наполнении СКТН-1 ценосферами отмечается возрастание прочностных характеристик при растяжении. При содержании ценосфер более

70 %_{об}, наблюдается резкое снижение прочностных характеристик композиции, обусловленное недостатком связующего.

Оптимальное соединение герметика с подложкой достигается при содержании ценосфер 50, 55%_{об}. Прочностные характеристики герметика при отрыве в значительной степени зависят от материала подложки.

С целью повышения адгезионных свойств композиции на поверхность подложки предварительно наносился подсло́й герметика Виксинт 2-28 толщиной 40 – 50 мкм [2, с. 117]. Подсло́й наносился пневмораспылителем в виде 40 % раствора герметика в толуоле с добавками отверждающего агента и последующим отверждением в соответствии с ГОСТ 38.032.38-81. Применение адгезионного подсло́я значительно увеличивает предел прочности при отрыве независимо от используемых материалов подложки. Таким образом, варьируя соотношение связующего и наполнителя можно в широких пределах менять и физико-механические свойства герметика.

Одна из важных характеристик герметизирующего материала это коэффициент термического линейного расширения (КТЛР). На КТЛР в значительной степени влияет объемная доля ПДМС в герметике. Если ценосферы имеют невысокий КТЛР (7×10^{-6} град⁻¹), то для кремнийорганических эластомеров он составляет 4×10^{-4} град⁻¹ [5, с. 7]. Высокие значения КТЛР кремнийорганического полимера связаны с высокой гибкостью силоксановой цепи.

На изменение электрических свойств ПДМС в значительной степени влияет лишь переход полимера из стеклообразного в высокоэластическое. В этой области диэлектрическая проницаемость достигает своего максимального значения.

В отличие от связующего, ценосферы обладает хорошей термической устойчивостью. Температура размягчения оболочки микросфер составляет около 1300 °С. Однако на поверхности ценосфер имеются гидроксильные группы, которые являются дополнительными центрами деполимеризации основной цепи и замедляют окисление органического обрамления макроцепей.

Поэтому использование термообработки микросфер с целью снижения влияния силанольных групп наполнителя на термическую устойчивость эластомера не представляется возможным [4, с. 26].

Таким образом, проведенные исследования показали возможность практического применения разрабатываемых композиций в качестве герметизирующих составов небольшой плотности эксплуатирующихся до температуры 250 °С и имеющих повышенные диэлектрические характеристики в сверхвысокочастотном радиодиапазоне.

Автор выражает благодарность научному руководителю профессору, д.т.н. Чухланову В.Ю.

Список литературы

1. Electrical Properties of Polymers – by Tony Blythe and David Bloor. Cambridge University Press; 2 edition (June 19, 2008) 496 pages.
2. V. Yu. Chukhlanov, E. N. Tereshina "Polyorganosiloxane-Based Heat-Resistant Sealant with Improved Dielectric Characteristics" Polymer Science, Ser. C, 2007, Vol. 49, No. 3, pp. 288-291.

3. Чухланов В.Ю., Дуденкова Л.А., Акчурина И.С. Термическая деструкция синтактных пенопластов с полиорганосилоксановым связующим // Пластические массы, 1999. – № 12. – С.26-27.

4. Чухланов В.Ю., Алексеенко А.Н. Применение синтактных пенопластов с кремнийорганическими связующими в строительстве // Строительные материалы. – 2001. – № 6. – С. 26-27.

5. Чухланов В.Ю., Сысоев Э.П. Применение полых микросфер в кремнийорганических синтактных пенопластах. Стекло и керамика. – 2000. – № 2. – С. 11.

6. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г. Диэлектрические свойства герметизирующей композиции на основе эпоксидиановой смолы, модифицированной полиметилфенилсилоксаном, в сантиметровом СВЧ-радиодиапазоне // Клеи. Герметики. Технологии. – 2015. – № 3. – С. 6-10.

АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕРВЕРОВ ВРЕМЕНИ SYMMETRICOM СЕРИИ TRUETIME NTS-100

Бородин А.В.

заведующий кафедрой информатики и системного программирования,
канд. эконом. наук, профессор, Поволжский государственный
технологический университет, Россия, г. Йошкар-Ола

Паршин Е.В.

студент группы ПС-31 факультета информатики и вычислительной техники,
Поволжский государственный технологический университет,
Россия, г. Йошкар-Ола

В статье описаны архитектура разработанного программного обеспечения подсистемы мониторинга серверов точного времени компании Symmetricom (в настоящее время Microsemi) серии Truetime NTS-100 и некоторые основные используемые структуры данных. Представленное программное обеспечение предназначено для отладки антенной подсистемы серверов времени, а также для сбора данных, необходимых, как для оценки различных параметров точности подсистемы синхронизации времени, так и для измерения показателей деградации параметров серверов во времени. Намечено дальнейшее направление исследований, связанное с автоматизацией формирования плана технического обслуживания и графика плановой замены оборудования.

Ключевые слова: база данных, безопасность, временной ряд, деградация, доминирование, лексикографический порядок, мониторинг, сервер времени, совокупная стоимость владения, точность синхронизации, NTP, TELNET.

Американская компания Symmetricom является лидером на рынке разработки и производства серверов времени. Сервера серии NTS-100 являются вполне доступными эталонами времени при весьма неплохих характеристиках. В то же время эти изделия предъявляют повышенные требования к качеству антенн в сравнении, например, с доступными решениями другой американской компании – Communication Systems Solutions. С другой стороны сервера этой компании имеют меньшие функциональные возможности и, глав-

ное, существенно уступают серверам компании Symmetricom по идеологии и реализованным механизмам безопасности. Для установки и настройки антенн компания Symmetricom рекомендует использовать специальное оборудование собственного производства. Стоимость простейшего (минимального) такого комплекта оборудования достигает нескольких десятков тысяч долларов. В этой связи значительный интерес представляет задача разработки альтернативных инструментов настройки оборудования.

Таким образом, необходимо разработать набор инструментов для получения информации о качестве выбора места установки и настройки приемной антенны по совокупности косвенных признаков, программно доступных в серверах времени компании Symmetricom серии NTS-100.

Рассмотрим основные технические решения, положенные в основу предлагаемой разработки. Для доступа к параметрам состояния сервера времени был выбран стандартный протокол TELNET, поддерживаемый оборудованием сервера на Ethernet-интерфейсе управления.

Основой разработки является специальный демон, собирающий (с заданным интервалом времени) и сохраняющий в базу данных (БД) ряд параметров системы. Каждая запись БД содержит: текущее системное время, булевый признак состояния антенны, булевый признак «захвата» времени, количество «захваченных» спутников, признак состояния захвата спутника и уровень принимаемого сигнала по каждому из каналов, фазу осциллятора, смещение и дневной дрейф частоты осциллятора, ошибку худшего случая отклонения времени из-за дрейфа частоты в условиях недоступности спутников.

Вторым программным продуктом является анализатор «видимости» спутников, который для идущих друг за другом промежутков времени заданной длины выполняет следующий алгоритм. На первом этапе для каждой записи БД происходит упорядочивание по возрастанию уровня принимаемого сигнала спутников. Затем среди записей БД, соответствующих данному промежутку времени, находится нижняя грань относительно лексикографического порядка на (упорядоченных) массивах уровней. На втором этапе экспертно заданный массив уровней принимаемого сигнала, упорядоченный по возрастанию, проверяется на доминирование вычисленной нижней гранью. Если доминирование обеспечивается с заданным уровнем вероятности на периодах времени не менее суток, то считается, что приемная антенна установлена и настроена правильно, иначе установка и настройка требуют корректировки. Следует отметить, что процедуру такой проверки целесообразно проводить неоднократно: для основных сезонных периодов и в разных погодных условиях.

Третий программный продукт предназначен для исследования временных рядов, представляемых базой данных. Анализ этих временных рядов может проводиться с целью исследования погодной девиации и сезонных колебаний точности эталона, зависимости точности эталона от количества «захваченных» спутников и т. п. Также этот программный продукт позволяет рассчитать основные характеристики эталонов для нужд имитационного моделирования систем дистрибуции точного времени в мультисервисных сетях

передачи данных (МСПД). Основными рассчитываемыми характеристиками здесь являются вероятности элементарных событий в системе [1]: снижения точности ниже заданного порога, потери синхронизации, отказа системы и т. д. В дальнейшем эти параметры могут быть использованы при оценке совокупной стоимости владения подсистемой синхронизации времени при заданных параметрах [7]. Среди этих параметров могут присутствовать: требуемая дисциплина точности эталона и функция потерь при отклонении от требуемой дисциплины. Для соответствующих расчетов удобно использовать пакет прикладных программ «МультиМИР» [5, 6]. Пример подобных расчетов приведен в работе [4].

В заключение остановимся на основных полученных результатах. Разработанное программное обеспечение позволяет не только должным образом отладить антенную подсистему эталона времени, но и организовать постоянный мониторинг состояния отдельного сервера времени.

Дальнейшее развитие проекта связано с реализацией методов анализа очень длинных временных рядов с целью выявления процессов временной деградации эталона и оценки параметров этой деградации. Эффективная оценка параметров временной деградации элементов системы дистрибуции точного времени позволит оптимизировать не только топологию системы, но и график замены оборудования по критерию совокупной стоимости владения МСПД [2, 3]. Также предполагается интеграция описанного программного обеспечения с подсистемами мониторинга состояния среды серверного помещения и погодного мониторинга.

Список литературы

1. Бородин А. В. Теоретико-игровые модели процессов риска над сетями Петри // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Труды международной научной школы МАБР-2006. – СПб.: ГОУ ВПО «СПбГУАП», 2006. – С. 305-307.
2. Бородин А. В. Оптимизация стоимости владения объектно-ориентированной метасистемой в условиях заданной модели угроз // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2006. – Т. 13. – В. 5. – С. 843-844.
3. Бородин А. В. Стоимость владения как критерий архитектуры первичного NTP-сервера на основе GPS-приемников коммерческой точности // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2009. – Т. 16. – В. 3. – С. 507-508.
4. Бородин А. В., Зубьяк Д. Р. Стохастическое моделирование в задачах синтеза оптимальных топологий сетей дистрибуции точного времени // Технические науки – от теории к практике. Сборник статей по материалам XXXIV международной научно-практической конференции. № 5 (30). – Новосибирск: Издательство «СибАК», 2014. – С. 7–15.
5. Уразаева Т. А. О функциональности пакета прикладных программ «МультиМИР» // Современные проблемы и перспективы социально-экономического развития предприятий, отраслей, регионов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – С. 261-265.
6. Уразаева Т. А. Пакет прикладных программ «МультиМИР»: архитектура и применение // NB: Кибернетика и программирование. – 2014. – № 5. – С. 34-61. – DOI: 10.7256/2306-4196.2014.5.12962.
7. Hornby D., Pepple K. Consolidation in the data center: simplifying IT environments to reduce total cost of ownership. – Santa Clara, CA: Sun Microsystems, 2003. – 205 p.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПАССАЖИРОПОТОКА

Бурдуковский Н.П., Храпов С.Д., Латипов О.О.
магистры по направлению прикладная информатика,
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом аппаратной части разрабатываемой системы мониторинга пассажиропотока.

Ключевые слова: мониторинг пассажиропотока, видеофиксация, тензометрические датчики.

Проектируемая информационная система мониторинга пассажиропотока, учитывая требования к системе, должна состоять из трех логических частей:

- подсистема видеофиксации;
- подсистема автоматического подсчета объема пассажиропотока;
- программное обеспечение.

Система видеофиксации

Система видеофиксации на автобусе состоит из мобильного видеорежистратора, видеокамер и линий связи.

У предприятия уже есть опыт использования различных видеорежистраторов. Регистраторы, работающие с жесткими дисками, показали свою неэффективность, так как, вследствие вибраций при движении, в короткие сроки выходят из строя жесткие диски. Опытным путем было установлено, что целесообразнее использовать видеорежистраторы с записью на SD-карты.

Бортовое напряжение в сети транспортных средств нестабильно и колеблется 10-16В для автобусов малой вместимости Mercedes-Benz Sprinter и 22-34В для автобусов. Соответственно, необходимо использование стабилизаторов напряжения, работающих в диапазоне 9-36 Вольт на входе, выдаваемое им напряжение должно составлять 12В так как это стандартное напряжение для работы видеокамер и видеорежистраторов.

Для обеспечения изъятия носителей информации по необходимости видеорежистратор должен иметь функцию циклической записи, то есть при заполнении носителя информации для продолжения записи удаляются наиболее ранние записи.

С учетом предыдущего опыта использования и на основе полученных данных были разработаны следующие требования к системе видеофиксации:

1. Видеорежистратор должен поддерживать на SD-карты объемом не менее 64 Гб.
2. Обладать не менее чем тремя каналами видеозаписи.
3. Требуемый температурный режим для работы видеорежистратора от -30 до +50 градусов Цельсия.
4. Наличие возможности ремонта в Москве.
5. Возможность синхронизации времени с компьютером.

Для нашей разрабатываемой информационной системы подходит видеорегистратор EverFocus EMV-400S.

Еще один компонент системы видеофиксации – видеокамера. Она должна удовлетворять следующим характеристикам:

1. Камера должна поддерживать разрешение 352x288 пикселей;
2. Камера должна обладать функцией инфракрасной подсветки, дальностью не менее 10 метров, для съемки в условиях плохой освещенности, например в темное время суток, или днем в тоннеле;
3. Камера должна обладать металлическим антивандальным корпусом;
4. Питание камеры 12В;
5. Диапазон рабочих температур от -30 до +50 градусов Цельсия.

Для нашей системы видеофиксации подходит камера Rvi-123ME.

Для автоматического подсчета пассажиропотока будет использоваться счетчик пассажиропотока, основанный на тензометрическом датчике, также включающий в себя преобразующее устройство и электронно-вычислительную машину.

Тензометрический датчик – это датчик, который преобразует величину деформации в аналоговый сигнал для измерения. Конструкция тензодатчика представляет собой упругий элемент, на котором зафиксирован тензорезистор. Под воздействием силы происходит деформация упругого элемента вместе с тензорезистором. Информацию о весе груза мы получаем в результате измерения изменения сопротивления тензорезистора. Существуют различные тензометрические датчики, а именно: датчики силы, датчики давления, датчики ускорения, датчики перемещения и датчики крутящего момента. В проектируемой информационной системе необходима разновидность датчиков силы, а именно – датчики веса.

При условии создания антивандального корпуса для датчиков веса, и ограничения доступа водителю к преобразующему устройству и компьютеру данная система будет наиболее устойчива к посторонним вмешательствам.

Применение данной системы в подсчете пассажиропотока обусловлено тем, что, по результатам проведенного мной исследования 98.6 процентов людей, заходящих и выходящих из автобуса, наступают на первую ступень автобуса. А ширина одностворчатой двери ограничивает поток входящих людей так, что люди заходят в двери автобуса по одному. В двустворчатых дверях возможна установка двух датчиков, для разделения потока людей будет использоваться перилла, установленная посередине. Иными словами необходимо нестандартное применение тензометрического датчика, так как будет измеряться не сила давления на датчик, а количество его срабатываний. Но при этом, введя в систему такой параметр, как средний вес человека, будет возможно учитывать те случаи, когда на ступень встают два человека одновременно.

Датчик пассажиропотока будет представлять собой две жесткие пластины, которые с помощью направляющих будут сближаться друг с другом. При этом необходимо между пластинами разместить демпфирующие элементы, которые будут приводить пластины в исходное состояние. Также

нельзя сильно увеличивать высоту первой ступени автобуса, что накладывает ограничения на размер датчика по высоте. При этом возможно менять размеры датчика в зависимости от модели автобуса и размера ступени.

На основе предположений были разработаны следующие требования к датчику:

- Измеряемый диапазон веса от 15 до 250 килограмм;
- Разрушающая нагрузка не менее 300 килограмм;
- Датчик должен быть пыле- и влагозащищенным.

Наиболее оптимальным для использования в системе автоматического мониторинга это тензометрический датчик MLB20. Его необходимо установить в центре платформы. Для получения сигнала с датчика необходим весовой преобразователь.

Итоги:

В данной статье была рассмотрена и представлена аппаратная часть разрабатываемой системы мониторинга пассажиропотока. Сформулированы требования к аппаратуре видео фиксации и Тензометрическим датчикам.

Произведен выбор аппаратной составляющей на основе выдвинутых требований.

Список литературы

1. Большая советская энциклопедия: В 30 т. – М.: "Советская энциклопедия", 1969-1978. «Городской транспорт»
2. Пассажиропоток [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пассажиропоток>
3. Официальный сайт [Электронный ресурс] // Компания, Арсенал СБ URL: <http://www.arsenal-sb.ru/>
4. Официальный сайт [Электронный ресурс] // Компания RVI URL: <http://www.rvi-cctv.ru/>
5. Официальный сайт [Электронный ресурс] // Онлайн магазин систем безопасности URL: <http://www.telecamera.ru/>
6. Официальный сайт [Электронный ресурс] // Компания по производству тензодатчиков «ТЕНЗОМ» <http://www.tenso-m.ru/tenzodatchiki/>

СОЗДАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ И ВЫЯВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АРХИТЕКТУРЫ ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Грубич Т.Ю.

ст. преподаватель кафедры системного анализа и обработки информации, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», Россия, г. Краснодар

В статье рассматриваются два этапа разработки архитектуры приложения: создание экономической модели системы и выявление требований. Детальная проработка данной информации позволяет перейти к непосредственному процессу разработки архитектуры и дальнейшему созданию программного продукта. Проведен обзор функционала существующих программных продуктов-аналогов, выявлены достоинства и недостатки существующих

ющих систем. Также определены функционал и условия реализации нового программного продукта.

Ключевые слова: проектирование, архитектура приложения, организационная структура, оценка, экономическая модель, выявление требований, Alfa HRMS, BizDiagnostics, Fox Manager Оргструктура, стоимость продукта, требования к взаимодействию, целевой сегмент.

Под архитектурой системы понимается структура компонентов программной системы, взаимосвязи, а также принципы и нормы их проектирования и развития во времени [3].

При проектировании архитектуры приложения реализуется ряд этапов, которые в совокупности представляют собой программный процесс, это такие этапы, как [3]: создание экономической модели системы; выявление требований; создание новой или выбор существующей архитектуры; документирование и распространение сведений об архитектуре; анализ или оценка архитектуры; реализация системы на основе архитектуры; проверка соответствия реализации архитектуре.

Проведем анализ аналогов, которые существуют на рынке на сегодняшний день, их функционал, стоимость.

1. Система Alfa HRMS.

Данная система позволяет реализовать ряд возможностей, а именно поддержку сложных организационных структур, работу с большими объемами данных, ведение справочника физических лиц, многовариантную аналитику, настройку оповещений, хранение истории, формирование отчетности.

Стоимость системы зависит от приобретаемых модулей, масштабов внедрения и определяется индивидуально.

2. BizDiagnostics Система организационной диагностики.

Система предназначена для самостоятельного проведения организационной диагностики компании и оценки качества управления.

Система BIZDIAGNOSTICS с помощью специальных тестов позволяет провести диагностику таких элементов системы управления компании, как бизнес-процессы и организационная структура. В результате формируется объективная оценка системы управления компании.

Стоимость услуги по бизнес-диагностике зависит от количества опрашиваемых сотрудников предприятия. Цена колеблется в следующих пределах: до 10 человек – 10 000 рублей, более 100 человек – 100 000 рублей.

3. Fox Manager Оргструктура [2].

Модуль Fox Manager «Оргструктура» – один из тех инструментов, которые предназначены исключительно для построения, анализа и оптимизации организационной структуры предприятия.

Модуль «Оргструктура» позволяет наглядно построить и отобразить построенную структуру в виде графической схемы, автоматизирует рутинную часть работы кадровика. Стоимость системы колеблется от 3 500 рублей до 8 000 рублей.

Далее определим целевой сегмент разрабатываемого приложения, ориентировочную стоимость продукта и требования к взаимодействию с другими приложениями.

Определение целевого сегмента рынка: целевой сегмент будут составлять крупные предприятия с разветвленной многоуровневой организационной структурой (не менее трех уровней). Непосредственными пользователями программного продукта могут быть ТОП-менеджеры, архитекторы бизнес-процессов, бизнес-аналитики, IT-менеджеры, специалисты по организационному развитию, менеджеры, руководители проектов, руководители и специалисты, занимающиеся совершенствованием и развитием деятельности предприятия [1].

Стоимость продукта: первоначально продукт планируется распространять на бесплатной основе для его эксплуатационного тестирования и сбора истории ошибок. После устранения возникающих ошибок будет произведен расчет стоимости продукта и определены условия распространения.

Требования к взаимодействию разрабатываемой системы с другими приложениями не предъявляются.

Не требуется установка приложения на персональный компьютер. Необходимо наличие браузера и выхода в интернет. Для работы приложения требуется минимальная аппаратная платформа.

Для решения вопроса об отражении в разрабатываемой системе функционала, реализованного в других программных решениях, сравним функционал, запланированный для разрабатываемого приложения с существующими решениями (таблица).

Таблица

Сравнение функционала существующих решений с функционалом разрабатываемого приложения

Функционал системы	Регистрация объекта исследования	Построение существующей организационной структуры	Проведение оценки: метод теории массового обслуживания, метод теории информационного поля, метод процессно-стоимостного подхода, метод теории нечетких множеств	Проведение комплексной оценки организационной структуры	Построение альтернативных организационных структур и их оценивание	Сохранение результатов проведенной оценки в виде отчетов	Формирование общего вывода по результатам оценки при помощи системы нечеткого вывода
Alfa HRMS	+	-	-	-	-	+	-
BizDiagnostics	-	-	-	-	-	-	-
Fox Manager Орг-структура	-	+	-	-	-	+	-
Разрабатываемое приложение	+	+	+	+	+	+	+

Из таблицы можно сделать вывод, что функционал запланированного к разработке приложения в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к оценке организационных структур и лишь несколькими функциями

схож с существующими решениями. Существующие решения призваны автоматизировать кадровый учет и другие связанные с ним функции, и не нацелены именно на оценку организационной структуры предприятия, что не удовлетворяет выводам, полученным и опубликованным в статье «Анализ проблемы и постановка задачи на разработку приложения по оценке организационной структуры предприятия» [1].

По итогам реализации первых двух этапов по планированию архитектуры приложения можно переходить к непосредственной разработке архитектуры. Выявленные требования к разрабатываемому приложению будут учитываться при реализации последующих этапов. Создание экономической модели позволит избежать ненужных расходов и определить стоимость услуг по распространению, внедрению и сопровождению системы.

Список литературы

1. Грубич Т.Ю. Анализ проблемы и постановка задачи на разработку приложения по оценке организационной структуры предприятия. Техника и технологии: роль в развитии современного общества. 2016. № 7. С. 5.
2. Грубич Т.Ю., Масалькина А.А. Web-приложение для оценки домена «Организационная структура» архитектуры предприятия. Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. 2015. № 18. С. 87-93.
3. Якунин Ю.Ю. Технологии разработки программного обеспечения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Ю. Ю. Якунин, И. С. Почкутов, С. В. Якунина. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008.

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКИХ ТРАКТОВ МПУиП НА ОСНОВЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Демин Е.С.

аспирант кафедры физики,

Пензенский государственный технологический университет,

Россия, г. Пенза

В статье приведены результаты анализа информационных сигналов акустических трактов магнитострикционных преобразователей уровня и плотности жидких сред на ультразвуковых волнах кручения с использованием вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: математические модели, магнитострикционные преобразователи уровня и плотности, вычислительный эксперимент.

В настоящее время магнитострикционные преобразователи уровня и плотности (МПУиП) применяются в различных отраслях промышленности для высокоточного непрерывного измерения параметров h_{1-3} различных жидких сред. Этому послужили их специфические свойства, которыми в совокупности не обладают другие известные преобразователи физических величин [1, 2].

Они имеют протяженный акустический тракт с одним или несколькими сигнальными электроакустическими преобразователями (ЭАП) и магнито-стрикционными преобразователями Видемана (МПВ) [1], где носителем акустических сигналов выступает прямолинейный или специальной формы звукопровод из магнито-стрикционного ферросплава, обычно нагруженный некоторым продольным усилием P , как показано на рисунке 1.

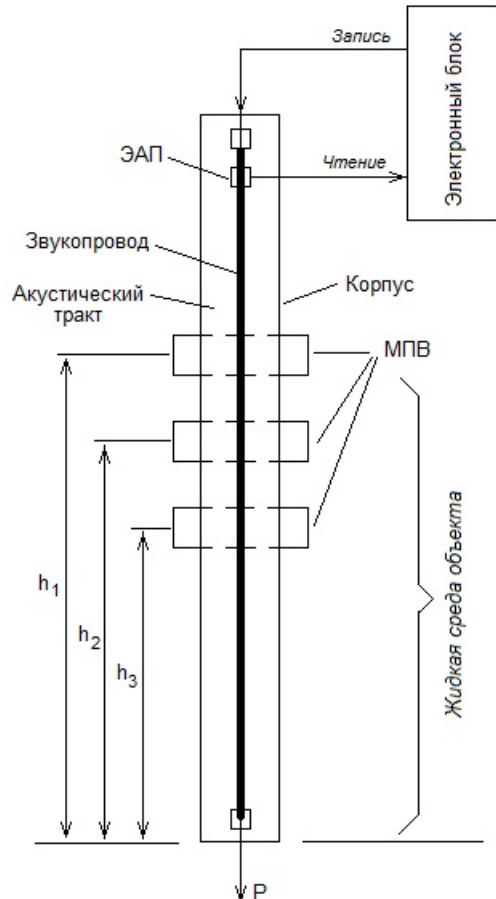


Рис. 1. Обобщенная схема МПУиП

Анализ информационных сигналов акустических трактов МПУиП на основе многовариантного прогнозирования позволяет лучше изучить объект и получить информацию о взаимной зависимости его параметров, свойств и поведения в различных условиях. Для этого необходимо иметь адекватную математическую модель исследуемого объекта. Получим такую математическую модель информационных сигналов акустического тракта МПУиП.

Импульсные магнитные поля, сформированные в зонах расположения МПВ при подаче импульсов записи длительности τ_u в момент времени t_1 , создают в среде звукопровода МПУиП с сечением $S_{зп}$, элементарные механические напряжения:

$$\sigma_{x,j}(t_1) = K_\mu \lambda E \int_0^{S_{зп} + \tau_\Pi / 2} \int_{-\tau_\Pi / 2}^{\tau_\Pi / 2 - \tau_u} H_{x,j}(t_1) e^{(\tau_\Pi / 2 - \tau_u)} dt dS, \quad (1)$$

где $K_\mu = \mu_{ср} / \mu \leq 1$ – коэффициент магнитной проницаемости материала звукопровода, $\mu, \mu_{ср}$ – его магнитная проницаемость и ее усредненное значение,

$\lambda = 3/2 \cdot \lambda_s J_s^2 / J$ – коэффициент магнитоstrictionии, λ_s – магнитоstrictionия насыщения, J, J_s – начальная и конечная намагниченность материала звукопроводов, E – модуль Юнга, $\tau_{\Pi} = h_{\text{эф.м}} / v_{\text{кр}}$ – время преобразования, $v_{\text{кр}}$ – скорость ультразвуковой волны (УЗВ) кручения.

Их совокупность (1) образует в среде звукопровода групповые напряжения в виде УЗВ кручения:

$$\sigma_{x.o.j}(t_1) = \sum \sigma_{x.j}(t_1), \quad (2)$$

которые, как известно, могут изменяться под действием остаточных напряжений $\sigma_{\text{ост}}$ и внешних принудительных продольных напряжений $\sigma_{\Pi} = P / S_{\text{зп}}$, а также в результате воздействия температурных полей t° и подмагничивания $H_{\text{оп}}$, вызывая магнитоstrictionионный гистерезис.

Теория ферромагнетизма это объясняет влиянием указанных факторов на упорядоченное расположение атомных магнитных моментов, которые изменяются. В ряде случаев, например, при T_c упорядоченная структура атомных магнитных моментов магнитоstrictionионного ферромагнетика разрушается [1, 3, 4]. Можно предположить [5], что характер этих изменений задает закон изменения магнитоstrictionии насыщения λ_s материала звукопровода:

$$\lambda_1 = \lambda_{T,H} = \lambda_s \sqrt{1 - \frac{t^{\circ}}{T_c}} \cdot \frac{k_c}{H_c} \left[\frac{(H_{\text{оп}} - H_c)^2}{K_3 + (H_{\text{оп}} - H_c)^2} \right], \quad (3)$$

где T_c – температура Кюри, k_c – нормирующий коэффициент, H_c – коэрцитивная сила, K_3 – коэффициент сглаживания характеристики.

Известна формула Бэккера, которая устанавливает взаимосвязь механических напряжений σ_1 в теле магнитоstrictionионного ферромагнетика с его магнитными и магнитоstrictionионными параметрами:

$$\chi = \frac{J_s^2}{2\lambda_s \sigma_1}, \quad (4)$$

здесь χ – магнитная восприимчивость материала, J_s – его намагниченность насыщения, а именно, для индукции $B = \mu_0 (1 + \chi) H$, и магнитной проницаемости материала $\mu = (1 + \chi)$, где μ_0 – магнитная постоянная.

При выполнении условия $\tau_{\Pi} = \tau_u$, в среде звукопровода в зонах расположения МПВ МПУиП, совокупность (2) механических напряжений создает УЗВ кручения заданной формы и значения:

$$\sigma_{x.i}(t_1) = \sum_{i=1}^{i=4} \sigma_{x.j}(t_1) = \sigma_{x.1}(t_1) - \sigma_{x.2,3}(t_1) + \sigma_{x.4}(t_1 - 2\tau_u). \quad (5)$$

Распространяясь вдоль прямолинейного звукопровода акустического тракта МПУиП со скоростью $v_{кр}$ нулевой моды в сторону индуктивного ЭАП, УЗВ кручения испытывает известные поверхностное и частотное затухания $\beta_1 = \beta_{\Pi} + \beta_{\chi}$. Первое вызвано соприкосновением поверхности звукопровода с элементами акустического тракта МПУиП, а второе – с поглощением энергии волны на кристаллах ферромагнетика (звукопровода).

Следовательно, погонное затухание падающих УЗВ кручения определяется, собственно, полным затуханием β_1 и расстоянием L_j , пройденным волной по среде прямолинейного звукопровода МПУиП:

$$\sigma_{x.1}(t_i) = \sigma_{x.1}(v_{кр}t_i - L_j) \exp(-\beta_1 L_j). \quad (6)$$

В следующие моменты времени $(t_2 - t_6)$ УЗВ кручения (5), (6), пойдя рабочие участки звукопровода МПУиП, достигает зоны расположения сигнального индуктивного ЭАП и им будет считана в соответствии с законом электромагнитной индукции. На его выводах будут сформированы информационные Э.Д.С. сигналы заданной формы и амплитуды:

$$e_{x.1}(t_2 - t_6) = -W_1 \frac{d\Phi_1}{dt} = -W_1 B_{o\delta}(t_2 - t_6) l_1 \cdot v_{пр}, \quad (7)$$

где W_1, l_1 – эффективное число витков и ширина обмотки индуктивного ЭАП, $v_{пр} = 1,6v_{кр}$ – фазовая скорость продольной УЗВ в среде звукопровода.

Магнитная индукция $B_{o\delta}$, создаваемая в зонах магнитоупругого преобразования (эф. Виллари), с учетом (4), может быть описана следующим выражением вида: $B_{o\delta}(t_2 - t_6) = \mu_0 \mu_1 H_1(t_2 - t_6)$, здесь $\mu_1 = (1 + \chi) = 1 + k_n J_s^2 / (3\lambda_1 \sigma_1)$ – магнитная проницаемость материала звукопроводов в зоне магнитоупругого преобразования, $\sigma_1, H_1(t_2 - t_6)$ – механические напряжения и напряженность магнитных полей в этой зоне, $k_n, [(м/В \cdot с)^2 Н]$ – нормирующий коэффициент. На рисунке 2 приведены результаты вычислительного эксперимента выходных информационных сигналов акустического тракта МПУиП с прямолинейным звукопроводом и индуктивным сигнальным ЭАП на основе полученной математической модели (7).

Анализ полученных результатов показывает, что, например, эффективное число W_1 витков обмоток ЭАП индуцирует меньшую Э.Д.С. информационного сигнала МПУиП, чем фактическое число W витков, поскольку учитывает влияние краевых эффектов и плотность намотки обмоток (рис. 2, а).

Увеличение продольного напряжения P в звукопроводе МПУиП в некотором допустимом диапазоне и считая его нормально равномерным, позволяет повысить амплитуду информационных сигналов $e_x(t)$ по возрастающей кривой (рис. 2, б). Полученные данные хорошо согласуются с экспери-

ментальными результатами. Расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 10-15%.

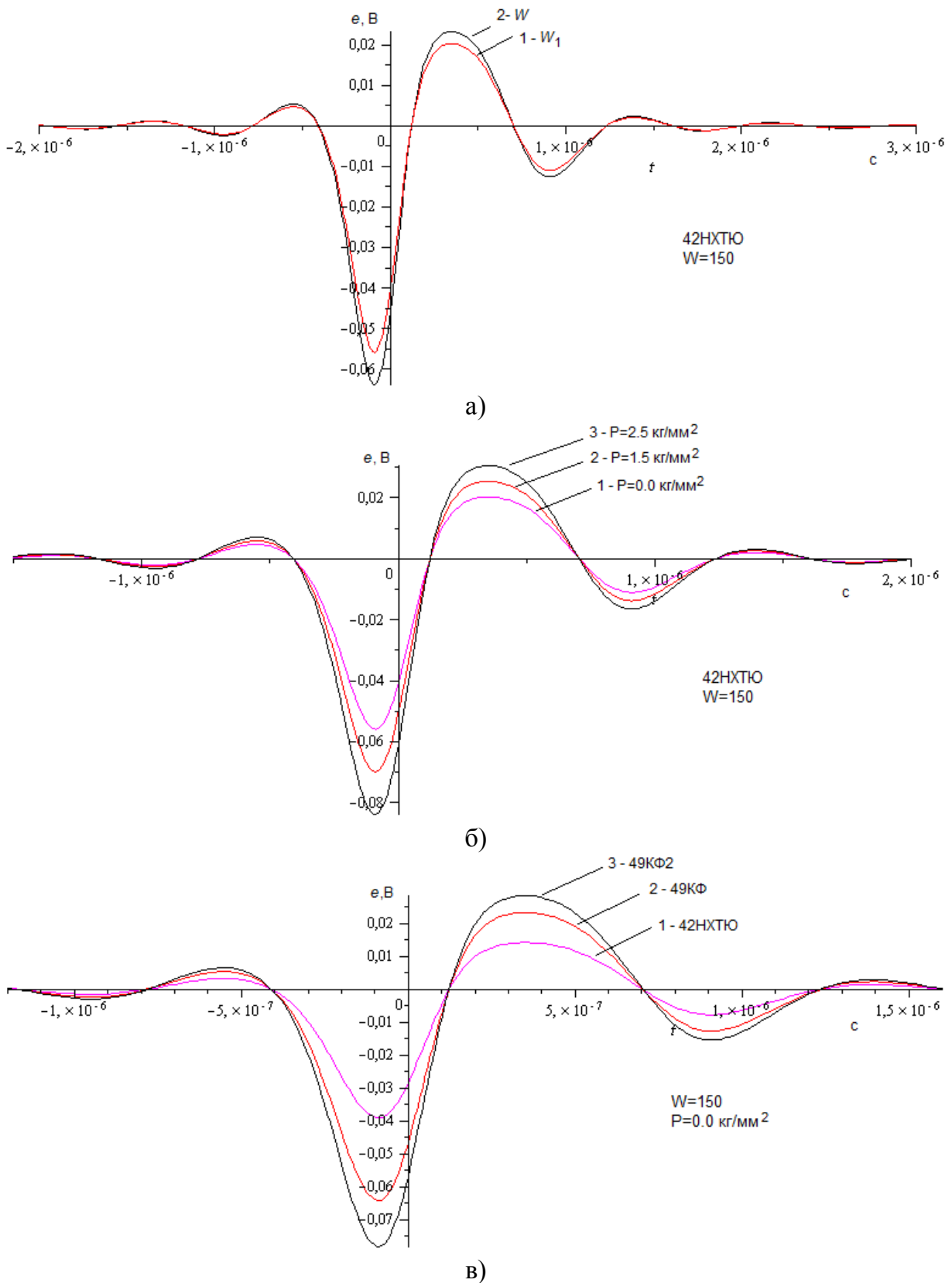


Рис. 2. Форма выходного сигнала на выводах ЭАП при:
 а) разной эффективности числа W витков обмоток, б) приложенных к звукопроводам продольных напряжений, в) разных коэффициентах магнитострикции ферромагнитных материалов

В электронном блоке МПУиП считанные информационные сигналы (7) акустического тракта усиливаются линейным усилителем до требуемых значений и преобразуются в коды текущих значений уровня и плотности жидкой среды технического объекта.

Список литературы

1. Белов, К.П. Магнитострикционные явления и их технические приложения. – М.: Наука, 1987. – 160 с.
2. Ультразвук. Маленькая энциклопедия/ Под ред. И.П. Голяминой. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.
3. Белов, К.П. Упругие, тепловые и электрические свойства металлов. – М.: Гостехиздат, 1951. – 315 с.
4. Лившиц, Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов/ Б.Г.Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линецкий. – М.: Металлургия, 1980. – 380 с.
5. Калинин, Е.Н. Математическое моделирование факторов влияния на параметры магнитострикционных приборов [Текст]/ Е.Н. Калинин, Е.С. Демин, С.Б. Демин – XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2011, – №3. – С. 161-167.

КОНТАКТНЫЙ ТЕПЛООБМЕН В ДЛИТЕЛЬНОНАГРУЖЕННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Дорняк О.Р.

заведующий кафедрой электротехники, теплотехники и гидравлики,
докт. техн. наук, профессор, Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Россия, г. Воронеж

Попов В.М.

профессор кафедры электротехники, теплотехники и гидравлики,
докт. техн. наук, профессор, Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Россия, г. Воронеж

Внуков А.Н.

начальник отдела, канд. техн. наук, Военный учебно-научный центр
Военно-воздушных сил, Военно-воздушная академия имени
проф. Жуковского и Ю.А. Гагарина, Россия, г. Воронеж

Карпов А.А.

ст. преподаватель кафедры автомобилей и сервиса, канд. техн. наук,
Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова, Россия, г. Воронеж

Исследуется процесс формирования контактного термосопротивления в зоне раздела между металлическими поверхностями при прохождении теплового потока в зависимости от механической нагрузки и времени нагружения. Получены расчетные зависимости, позволяющие определять контактные термосопротивления для длительнонагруженных соединений из металлических поверхностей.

Ключевые слова: тепловой поток, контактное термосопротивление, нагрузка, фактический контакт.

В процессе эксплуатации теплонагруженных технических систем зачастую необходимо учитывать влияние возникающих в зоне контакта металлических поверхностей контактных термосопротивлений (КТС). По этой проблеме проведены обширные исследования как теоретического, так и прикладного характера [1-3]. Однако, вместе с тем на ряд вопросов и, в частности, на вопрос, связанный с формированием КТС при длительном нагружении разъемных соединений, до настоящего времени ответы отсутствуют.

Из теории механического контактирования тел известно [4], что за счет наличия на сопрягаемых плоских поверхностях микронеровностей их контакт носит дискретный характер, причем фактическая площадь контакта составляет незначительную часть номинальной площади. При контактировании металлических поверхностей, имеющих значительно более высокую теплопроводность, чем теплопроводность среды (газ, вакуум) в межконтактных полостях, большая часть теплового потока через зону контакта стягивается к площадкам фактического контакта. Перенос тепла через зону контакта сопровождается падением температуры ΔT_k , которое зависит от плотности теплового потока q . Коэффициент теплопроводности считается контактным термическим сопротивлением

$$R_k = \frac{\Delta T_k}{q} \quad (1)$$

Ввиду того, что тепловой поток при подходе к поверхности контакта раздваивается, то логично связать значение общего КТС с двумя составляющими, а именно сопротивлением межконтактной среды R_c и сопротивлением фактического контакта R_m , которые действуют параллельно и тогда согласно правилу сложения параллельных сопротивлений имеем

$$\frac{1}{R_k} = \frac{1}{R_m} + \frac{1}{R_c} \quad (2)$$

Составляющие общего КТС согласно (2) имеют различную природу. Первая составляющая R_c представляет собой внешнее сопротивление и является следствием наличия малотеплопроводной среды в зазоре. В общем виде оно представляется суммой сопротивлений за счет объемной теплопроводности.

$$R_o = \frac{\bar{\delta}}{\lambda_c} \quad (3)$$

Здесь $\bar{\delta}$ – толщина прослойки, эквивалентной по объему межвыступному пространству; λ_c – коэффициент теплопроводности среды в зазоре.

Вторая составляющая полного КТС, т.е. сопротивление фактического контакта или сопротивление «стягивания» является внутренним сопротивлением, которое можно заменить внешним. Ранее рассмотрена модель процесса теплопроводности теплового контакта двух полуограниченных тел сферической формы [1]. Получена формула сопротивления контакта в виде

$$R_m = \frac{1}{\pi \cdot \lambda_m} \int_0^\infty \frac{dr}{r} = \frac{1}{\pi \cdot a \cdot \lambda_m}, \quad (4)$$

где a – радиус пятна контакта; λ_m – коэффициент теплопроводности материала контактной пары; r – радиус вершин микронеровностей.

Если принять условие, что площадь фактического контакта образована большим количеством круглых площадок радиусом a , то число площадок контакта на номинальной площади 1 м^2 запишется

$$n = \frac{\eta}{\pi \cdot a^2}, \quad (5)$$

где η – относительная площадь контакта.

Тогда термосопротивление фактического контакта (в вакууме) будет

$$R_m = \frac{a}{\eta \cdot \lambda_m} \quad (6)$$

После подстановки (3) и (6) в (2) получим значение КТС для контактных пар в газовой среде

$$\frac{1}{R_k} = \frac{1}{\frac{\delta}{\lambda_c}} + \frac{\eta \cdot \lambda_m}{a} \quad (7)$$

Основываясь на положениях механического контактирования твердых тел [4], можно полагать, что время контактирования взаимосвязано с процессом формирования фактической площади контакта и сближения поверхностей. Особо следует отметить, что практически во всех работах по контактному теплообмену величина радиуса пятна контакта a , входящая в формулу (7) принимается постоянной, причем его величина колеблется от 20 и 77 мкм. Вместе с тем специальными исследованиями установлено, что на размеры единичного пятна контакта оказывают влияние деформация под влиянием нагрузки и форма неровностей и поэтому принимать их постоянным некорректно.

Так, по данным автора [5] средний радиус пятна контакта для моделей выступа микронеровности в виде сферического сегмента можно найти как радиус пятна контакта выступа, имеющего среднюю деформацию, т.е.

$$a = \left(\frac{1,2r \cdot \check{h}_{cp} \cdot \varepsilon}{v} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Здесь ε – относительное сближение поверхностей под нагрузкой; v – параметр опорной кривой поверхности; \check{h}_{cp} – гостированная высота микронеровностей.

Входящие в (8) параметры r, v, \check{h}_{cp} – можно находить из снятых с поверхностей продольных и поперечных сечений профилограмм.

Специальными исследованиями установлено [6], что временная зависимость фактической площади касания при пластическом контакте определяется свойствами материала контактной пары и давлением и описывается выражением

$$\eta_\tau = \frac{P}{HB \cdot \tau_{HB}^m} \tau^m, \quad (9)$$

где τ – время приложения нагрузки; τ_{HB}^m – время выдержки индектора под нагрузкой при измерении твердости по Бринеллю; m – постоянная материала

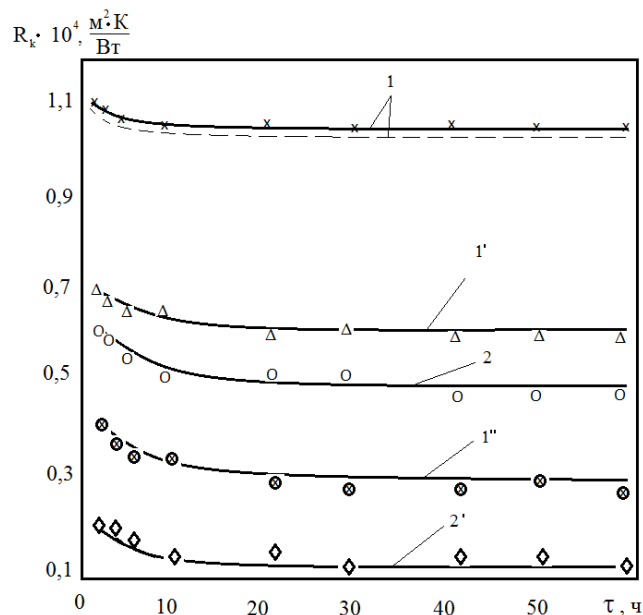
при данной температуре, характеризующая скорость изменения контактного давления во времени (реологическая константа материала, данные по которой затабулированы в [5]). Входящая в формулу (9) относительная площадь фактического контакта, зависящая от времени приложения нагрузки, может быть определена из модернизированного варианта формулы, представленной в работе [5]

$$\eta_{\tau} = \left(\frac{2,12 \cdot 0,5^{\frac{1}{2\nu}} \cdot b^{\frac{1}{2\nu}} \cdot r^{\frac{1}{2\nu}} \cdot HB \cdot \tau_{HB}^m}{h_{\max}^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{2\nu}{2\nu+1}} \quad (10)$$

Относительное сближение поверхностей может быть найдено из выражения, приведенного в работе [6].

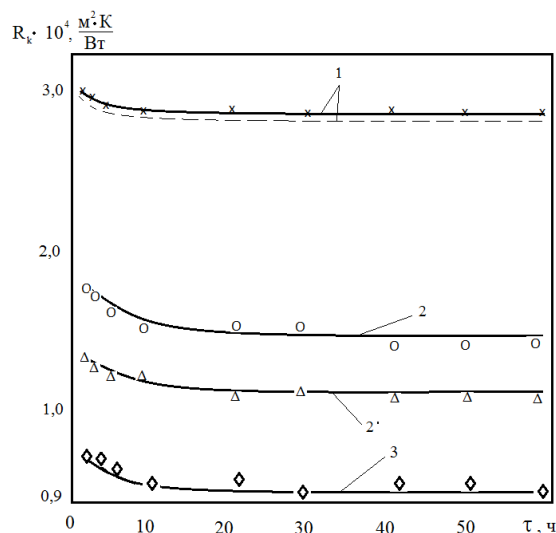
Данные по коэффициентам a , b , α , ω , и ν затабулированы в монографии [5], h_{\max} – максимальная высота микронеровностей.

Для апробации полученной зависимости КТС от времени воздействия нагрузки на установке для исследования контактного теплообмена проведены экспериментальные исследования на контактных парах из сплава Д16Т и стали 35ХМ, функционирующих в воздушной среде. В процессе испытаний изменялись чистота и способы обработки поверхностей контакта, удельная нагрузка и температура. Полученные результаты приведены на рис. 1 и 2.



1 – контактная поверхность обработана шлифованием с $\bar{h}_{\text{ср}} \approx 13,4$ мкм, $T_k = 373$ К, $P = 0,5$ МПа; 1' – то же, $T_k = 473$ К, $P = 0,5$ МПа; 1'' – то же, $\bar{h}_{\text{ср}} \approx 19,4$ мкм, $T_k = 373$ К, $P = 2$ МПа; 2 – шлифование с $\bar{h}_{\text{ср}} \approx 2,2$ мкм, $T_k = 373$ К, $P = 0,5$ МПа; 2' – то же $T_k = 373$ К, $P = 2$ МПа. Штриховая линия – расчет по формуле (7)

Рис. 1. Зависимость КТС от времени воздействия механической нагрузки для контактной пары из сплава Д16Т



1 – контактная поверхность обработана торцевым фрезерованием с $\bar{h}_{\text{ср}} \approx 15,1$ мкм, $T_k = 473$ К, $P = 0,5$ МПа; 2 – то же, торцевое фрезерование с $\bar{h}_{\text{ср}} \approx 3,6$ мкм, $T_k = 473$ К, $P = 0,5$ МПа; 3 – то же, плоское шлифование, $T_k = 473$ К, $P = 5$ МПа. Штриховая линия – расчет по формуле (7)

Рис. 2. Зависимость КТС от времени воздействия механической нагрузки для контактной пары из стали 35ХМ

Из приведенных графиков видно, что КТС снижается при длительном приложении механической нагрузки. При этом снижение КТС особенно заметно в начальной стадии приложения нагрузки (до 30 ч), а затем этот процесс замедляется и при $\tau > 50$ ч величина R_k практически остается постоянной. Такое изменение зависимости $R_k = f(\tau)$ можно объяснить увеличением фактической площади касания контактирующих поверхностей за счет повышенной скорости пластической составляющей от деформации микровыступов. Увеличение нагрузки, чистоты обработки поверхностей контактной пары и температуры в зоне контакта ускоряют этот процесс. В определенной степени снижает R_k и уменьшение межвыступного пространства, что особенно заметно для высокопластичных металлов.

Список литературы

1. Шлыков Ю.П., Ганин Е.А., Царевский С.Н. Контактное термическое сопротивление. М.: Энергия, 1977. – 328 с.
2. Попов, В.М. Теплообмен в зоне контакта разъемных и неразъемных соединений М.: Энергия, 1971. – 216 с.
3. Меснянкин С.Ю., Викулов А.Г., Викулов Д.Г. Современный взгляд на проблемы теплового контактирования твердых тел / Успехи физических наук. 2009. – Т. 179. – № 9. – С. 945–970.
4. Демкин Н.Б., Рыжов Э.В. Качество поверхности и контакт деталей машин. М.: Машиностроение, 1981. – 244 с.
5. Демкин Н.Б. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей. М.: Наука, 1970. – 226 с.
6. Демкин В.М., Алексеев В.М., Киршин Н.Н. Влияние микрогеометрии и времени контактирования на тепловую проводимость контакта / Метрологические и технологические исследования качества поверхности. Рига: Знание. – 1976. – С. 64-72.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ШИРОКОДИАПАЗОННОГО СПЕКТРА ПОЛЯРНОЙ ЖИДКОСТИ

Ерёмина В.В.

доцент кафедры информационных и управляющих систем,
канд. физ.-мат. наук, доцент, Амурский государственный университет,
Россия, г. Благовещенск

Онищенко Е.Ю.

аспирант кафедры информационных и управляющих систем,
Амурский государственный университет, Россия, г. Благовещенск

Тарасенко О.И.

Амурский государственный университет, Россия, г. Благовещенск

В статье рассматриваются виды поляризационных процессов, происходящих под действием внешнего поля с жидким диэлектриком. Приводится их математическое описание, на основании которого строится кибернетическая модель. Рассматривается способ определения численных значений динамических параметров поляризационных процессов.

Ключевые слова: полярная жидкость, поляризационный процесс, упругая ионная поляризация, упругая дипольная поляризация, релаксационная поляризация, частота резонанса, частота собственных колебаний, коэффициент затухания колебаний.

Сегодня в науке является актуальным изучение свойств воды, параметров как одной ее молекулы, так и молекулярных образований. Исследования ведутся для лучшего понимания процессов, происходящих в полярной жидкости – воде; для получения единой точки зрения в вопросе структуры исследуемой жидкости.

В данной работе интерес представляют поляризационные процессы, происходящие на различных уровнях структуры воды в широком диапазоне частот.

Так, на внутримолекулярном уровне рассматриваются изменения внутренних координат под действием внешнего электрического поля: длин связей в молекуле (валентные колебания) и угла между ними (деформационные колебания).

На межмолекулярном уровне выделяют две разновидности колебаний, при которых молекула движется как единое целое, то есть изменяются ее внешние координаты относительно исходного состояния равновесия. Поступательные движения молекулы воды называются трансляционными колебаниями, повороты молекулы относительно координатных осей – либрационными.

Колебания внутримолекулярного характера обуславливают упругую ионную поляризацию, колебания межмолекулярного характера – дипольную поляризацию.

На рисунке 1 схематично представлены указанные виды колебаний.

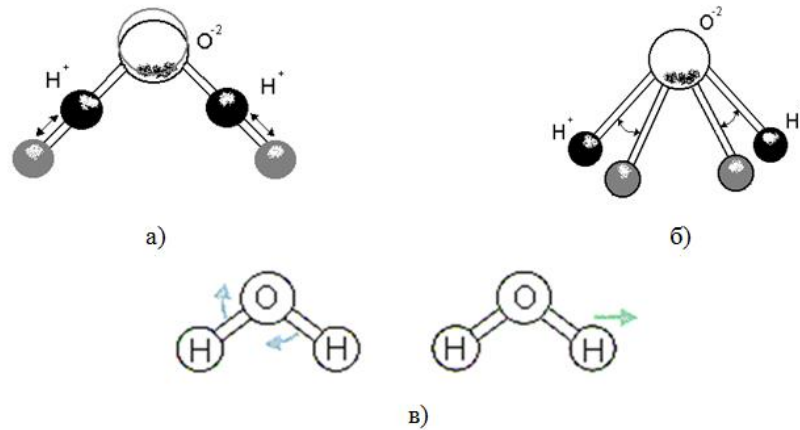


Рис. 1. Молекулярные колебания при ионной (а), (б) и дипольной поляризации (в)

Также выделяются колебания многомoleкулярных образований воды, определяющих релаксационную поляризацию воды. В этом случае при моделировании рассматриваются либрации таких соединений как самостоятельной единицы.

Каждый из рассмотренных видов колебаний происходит в своем диапазоне длин волн. Покажем эти диапазоны в таблице.

Таблица

Виды колебаний	Длины волн, м
Валентные	$\lambda_v = [1..4.9] \cdot 10^{-6}$
Деформационные	$\lambda_d = [5..7] \cdot 10^{-6}$
Трансляционные	$\lambda_t = [7..34] \cdot 10^{-6}$
Либрационные	$\lambda_l = [35..90] \cdot 10^{-6}$
Колебания многомoleкулярных образований	$\lambda_r = [90..90 \cdot 10^4] \cdot 10^{-6}$

Получение математического описания названных процессов подробно описывается в статьях [1], [2], [3], [4]. В них были получены адекватные модели, но не было общего системного подхода к расчету динамических параметров поляризационных процессов. Задачей данного исследования явился синтез модели широкодиапазонного спектра полярной жидкости с использованием единого метода ко всем видам поляризации воды.

Результатом синтеза и коррекции моделей, полученных в указанных работах, явилось наиболее адекватное математическое описание совокупности названных поляризационных процессов, происходящих с водой под действием внешнего электрического поля. Математическое описание представлено системой уравнений (1):

$$\frac{d^2 \mu_1(t)}{dt^2} + 2b_1 \frac{d\mu_1(t)}{dt} + \omega_{01}^2 \mu_1(t) = 0 \cdot E(t),$$

$$\frac{d^2 \mu_2(t)}{dt^2} + 2b_2 \frac{d\mu_2(t)}{dt} + \omega_{02}^2 \mu_2(t) = \frac{e^2}{m_H} \frac{2}{\pi} (\sin \alpha) E(t),$$

$$\begin{aligned}
\frac{d^2 \mu_l(t)}{dt^2} + 2b_l \frac{d\mu_l(t)}{dt} + \omega_{0l}^2 \mu_l(t) &= \frac{\mu_{OH}^2}{I_{OH}} \frac{1}{2} E(t), l = \overline{3,4}, \\
\frac{d^2 \mu_5(t)}{dt^2} + 2b_5 \frac{d\mu_5(t)}{dt} + \omega_{05}^2 \mu_5(t) &= \frac{\mu_0^2}{I_y} E(t), \\
\frac{d^2 \mu_6(t)}{dt^2} + 2b_6 \frac{d\mu_6(t)}{dt} + \omega_{06}^2 \mu_6(t) &= \frac{\mu_0^2}{I_x} E(t), \\
\frac{d^2 \mu_7(t)}{dt^2} + 2b_7 \frac{d\mu_7(t)}{dt} + \omega_{07}^2 \mu_7(t) &= \frac{\mu_\Sigma^2}{2I_\Sigma} E(t); \\
E(t) = E_\infty + E_0(t) - \frac{2}{3\varepsilon_0} \sum_{i=1}^7 \mu_i(t) N_i,
\end{aligned} \tag{1}$$

где $\mu_i(t)$ – наведенные дипольные моменты соответствующих частиц; b_i и ω_{0i} – соответственно коэффициент затухания и частота собственных колебаний; e – заряд электрона; m_H – масса иона водорода; α – величина валентного угла НОН; μ_{OH} и I_{OH} – собственный дипольный момент и осевой момент инерции химической связи ОН; μ_0 – собственный дипольный момент молекулы H_2O ; I_y и I_x – моменты ее инерции относительно молекулярных осей y и x ; μ_Σ – суммарный дипольный момент водного ассоциата; I_Σ – суммарный момент инерции рассматриваемой молекулярной связки; $E_0(t)$ и $E(t)$ – функции напряженности внешнего и эффективного полей; ε_0 – электрическая постоянная; N_i – концентрации одинаковых частиц; E_∞ – относительная диэлектрическая проницаемость на высоких частотах ($E_\infty = 1.8$). Согласно (1), упругая ионная поляризация характеризуется процессами 1 – 4, процессы 5 – 6 описывают упругую дипольную поляризацию, а процесс 7 обуславливает релаксационную поляризацию.

Динамические параметры поляризационных процессов ω_0 и β определяются по следующему разработанному численному методу.

Для нахождения параметров использовалась модель вида (2):

$$\varepsilon_{lm}(\omega) = \frac{2q^2 N}{3\varepsilon_0 m} \cdot \frac{2\beta\omega}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 - (2\beta\omega)^2}, \tag{2}$$

где $\varepsilon_{lm}(\omega)$ – мнимая частотная характеристика комплексной диэлектрической проницаемости; q , m – энергетический и инерциальный параметры объекта (заряд и масса частицы, или собственный электрический момент и момент инерции диполя).

Получение представленной базовой модели описано в работе [5, с. 63], где она применялась в других численных методах нахождения параметров.

Найдем первую производную указанной модели:

$$\frac{d\varepsilon_{lm}(\omega)}{d\omega} = \frac{4q^2 N}{3\varepsilon_0 m} \cdot \frac{\beta(\omega_0^4 + 2\omega_0^2\omega^2 - 3\omega^4 - 4\omega^2\beta^2)}{((\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\beta\omega)^2)^2}. \tag{3}$$

Подставив вместо некоторого абстрактного значения ω ее физически фиксируемую величину – частоту резонанса $\omega_{рез}$, определяемую на основе обработки контрольного массива $\varepsilon_{lm}(\omega)$, сформируем уравнение:

$$\omega_0^4 + 2\omega_0^2\omega_{рез}^2 - 3\omega_{рез}^4 - 4\omega_{рез}^2\beta^2 = 0. \quad (4)$$

Далее предполагаем наличие связи между параметрами ω_0 и β :

$$\beta = k\omega_0, \quad (5)$$

где k – некоторый подбираемый для каждого вида поляризационных процессов коэффициент.

Подставим полученное соотношение (5) в уравнение (4), решим последнее относительно переменной ω_0 , тем самым получая уравнение для нахождения этого динамического параметра:

$$\omega_0 = \omega_{рез} \sqrt{2k^2 - 1 + \sqrt{(2k^2 - 1)^2}}. \quad (6)$$

Таким образом, получены уравнения (5) и (6) для нахождения динамических параметров: коэффициента затухания и частоты собственных колебаний соответственно.

Результаты моделирования по полученной модели показаны на рис. 2. Зависимости характеризуют такие параметры воды как диэлектрика, как диэлектрическая проницаемость, оптический показатель преломления и поглощения.

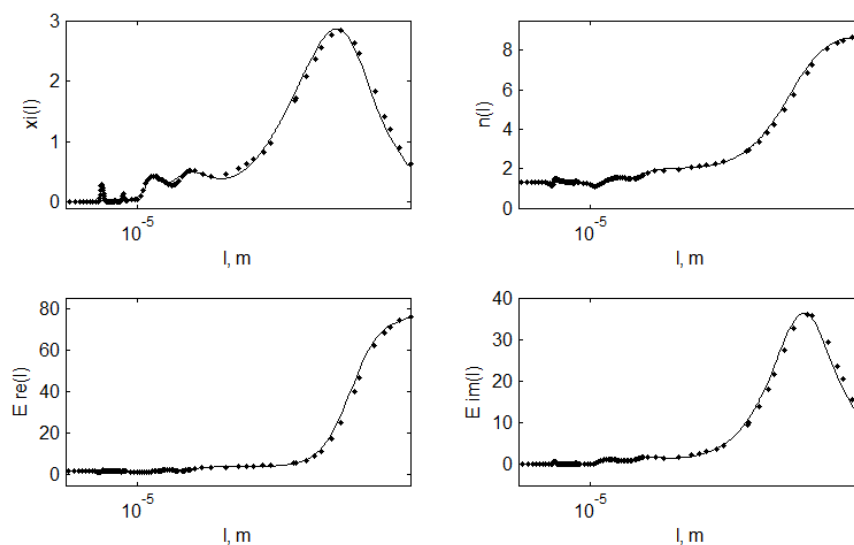


Рис. 2. Результаты моделирования

На рисунке 3 показаны в увеличении результаты для варианта упругой ионной поляризации.

Точками обозначены экспериментальные данные. Данные эксперимента для показателя преломления и поглощения являются табличными, набор данных экспериментальный вещественных и мнимых частей диэлектрической проницаемости высчитывается по известным формулам [5, с. 62].

Как видно по рисунку, величина расхождения между теоретическими и экспериментальными данными весьма мала. Следовательно, модель является более эффективной.

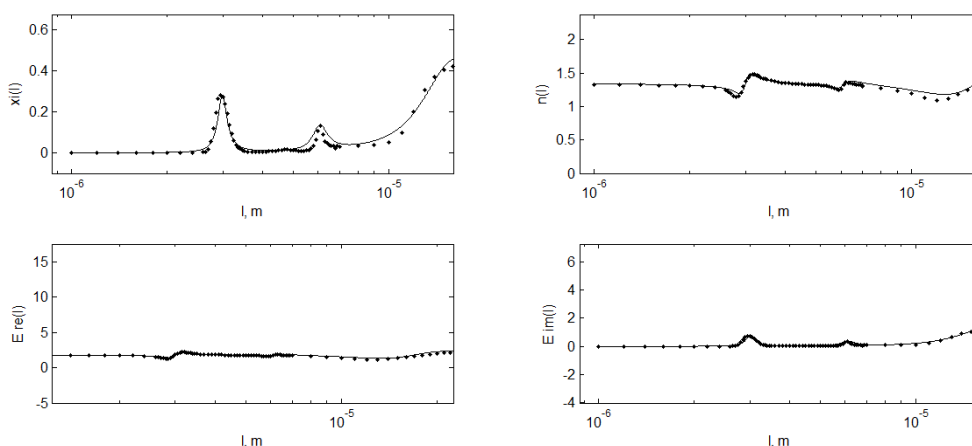


Рис. 3. Результаты моделирования для упругой ионной поляризации

Список литературы

1. Еремина В.В. Имитационные модели релаксационной поляризации воды. II // Информатика и системы управления. 2008. № 3. С. 34-39.
2. Еремина В.В. Имитационные модели релаксационной поляризации воды. III // Информатика и системы управления. 2008. № 4. С. 21-32.
3. Еремина В.В. Систематизация математических моделей упругих видов поляризации воды. I // Информатика и системы управления. 2007. № 1. С. 12-21.
4. Еремина В.В. Систематизация математических моделей упругих видов поляризации воды. II // Информатика и системы управления. 2007. № 2. С. 78-89.
5. Еремина В.В., Еремин И.Е., Уляхина Д.А. Метод расчета динамических параметров поляризационных процессов // Информатика и системы управления. 2011. №3. С. 60-69.

ЗАДАЧИ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Жажа Е.Ю.

доцент кафедры гидравлики, канд. техн. наук,
Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ), Россия, г. Москва

Суцелин В.А.

доцент кафедры гидравлики, канд. техн. наук, доцент,
Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ), Россия, г. Москва

Суэтина Т.А.

заведующая кафедрой гидравлики, д-р техн. наук, профессор,
Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ), Россия, г. Москва

В статье рассмотрены основные задачи кадрового обеспечения предприятий транспортного комплекса. Основное внимание уделено вопросам организации подготовки, повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов и рабочих транспортного комплекса.

Ключевые слова: кадровое обеспечение, транспортный комплекс, профессиональная подготовка, переподготовка, повышение квалификации, информационные технологии, учебные программы.

Для решения задачи кадрового обеспечения предприятий транспортно-го комплекса целесообразно рассмотреть следующие направления:

- увеличение выпуска специалистов с высшим и средним образованием;
- повышение требований к качеству подготовки работников массовых профессий (водителей автомобилей, ремонтных рабочих и др.);
- обновление содержания образования и его учебно-методического обеспечения с учетом использования в обучении новейших информационных технологий, подготовки и издания современных учебников и учебных пособий;
- укрепление и развитие материально-технической базы в высших и средних специальных учебных заведениях, учебно-курсовых комбинатах;
- повышение уровня подготовки научно-педагогических кадров, с учетом современных требований;
- создание системы и обеспечение переподготовки и повышения квалификации руководителей предприятий и операторов.

В отрасли должна быть обеспечена комплексная система непрерывного образования и переподготовки кадров на основе целевых заказов и освоения новейших достижений отечественной и зарубежной теории и практики обучения специалистов.

Из-за большого количества предприятий с идентичными потребностями профессиональных рабочих целесообразно создать единый центр разработки учебных программ по подготовке и переподготовке специалистов и передать функции управления обучением отделу кадров. В свою очередь, отделу кадров необходимо согласовать и утвердить учебные программы по рабочим специальностям, подготовить образовательную базу для подготовки и переподготовки рабочих ведущих профессий. Для реализации указанных мероприятий необходимо разработать комплекс задач по автоматизации процесса организации адаптивных учебных программ по ведущим специальностям. Необходимо составить учебные программы, включающие в себя минимальное количество специализированных и общеобразовательных дисциплин, строго связанных между собой по модулям для достижения максимального эффекта уровня образованности рабочих ведущих специальностей и при этом снизить непосредственно время разработки самих образовательных программ.

Информационно-образовательная среда системы переподготовки представляет собой системно организованную совокупность методов и средств передачи данных, информационных ресурсов, протоколов взаимодействия, аппаратно-программного и организационно-методического обеспечения, и ориентируется на удовлетворение образовательных потребностей пользователей.

Признание индивидуальности рассматривается как главная цель и результат применения информационных технологий обучения, учитывается в конструировании педагогических систем при обосновании требований к содержанию обучающего пространства.

Основными задачами, связанными с созданием системы переподготовки, являются:

- определение и закрепление принципов организации и функционирования системы;
- разработка теоретических, научно-психологических основ и конкретных методик открытого обучения с учетом социокультурной, профессиональной, этической, возрастно-психологической и иной специфики обучающихся;
- создание специализированных информационно-образовательных сред и курсов;
- разработка критериев, средств и систем контроля качества разработки и репродуцирования методических материалов, программ, курсов и их сопровождения;
- структурирование учебного материала и проектирования автоматизированных тестовых заданий различной степени сложности для интеллектуальной загрузки обучаемых с индивидуальными склонностями и уровнем подготовленности;
- комплексное использование мультимедийных компонентов при формировании методического наполнения курсов (движение, наглядность, цвет и т.д.).

Информатизация обучения требует изменения содержания обучения на основе структурирования знаний. Масштабы информатизации образования ставят задачи разработки стандартов, определяющих привязку новых техно-логий к специфике деятельности образовательных учреждений, выбора и разработки концептуальной модели среды открытых систем учебного назначения.

При организации системы переподготовки необходимо обеспечить возможность заниматься в удобное время, в удобном месте и темпе; возможность из набора независимых модулей учебных курсов сформировать учебный план, отвечающий индивидуальным или групповым потребностям; обеспечить обучение без отрыва от производства.

Необходимо также обеспечить возможность одновременного обращения к различным источникам учебной информации (электронным библиотекам, банкам данных, базам знаний и т.д.); связь обучаемых с преподавателями, использование новейших достижений информационных и телекоммуникационных технологий; очень важно обеспечить равные возможности получения образования независимо от места проживания, состояния здоровья и материальной обеспеченности обучаемого.

Список литературы

1. Жажа Е.Ю., Суэтина Т.А., Ягудаев Г.Г. Анализ и выбор механизмов моделей управления персоналом // Методы и модели автоматизации поддержки управленческих решений: сб. науч. тр. МАДИ. – М.: МАДИ, 2011. – С. 4-14.

ПРИВЕДЕНИЕ ЖЕСТКОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ БУЛЬДОЗЕРА-ПОГРУЗЧИКА

Исаков К.

к.т.н., Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек

Алтыбаев А.Ш.

и.о. доц. кафедры «Организация дорожного движения», Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек

Чопоев А.Б.

ст. преподаватель кафедры «Организация дорожного движения», Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек

В данной статье приведена методика приведения жесткостей к необходимым точкам их приведения для решения динамических задач. В частности, в данной работе рассмотрена жесткость металлоконструкций с учетом гидропривода в предлагаемой конструкции бульдозера-погрузчика многоцелевого назначения с трансформирующимся рабочим оборудованием. Получена окончательная суммарная жесткость рабочего оборудования, приведенной к точке Д (место, где возможно фиксироваться максимальное перемещение в зависимости от веса рабочего оборудования и груза).

Ключевые слова: жесткость, динамика, бульдозер-погрузчик.

Одним из методов упрощения решения динамических задач является приведение жесткостей $C_{пр}$ к необходимым местам.

Как известно, жесткость характеризуется перемещением тела по некоторой траектории при приложении силы, допустим от положения B_1 в положение B_2 как на рис. 1 и после снятия действий сил P восстанавливается в исходное положение (упругая сила).

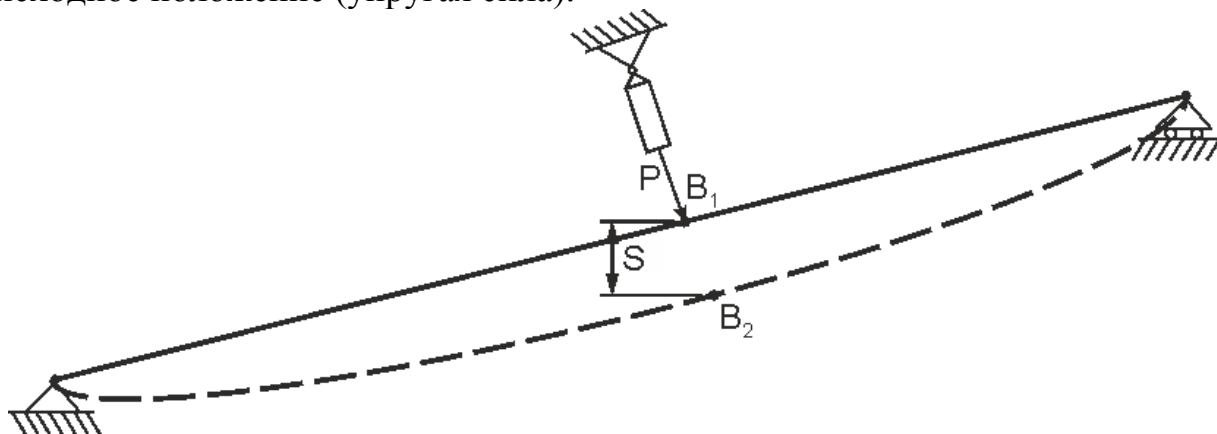


Рис. 1. Перемещение тела по некоторой траектории при приложении силы

При этом закон изменения действующей силы от жесткости имеет вид

$$P=CS \quad (1)$$

где, P – действующая сила, C – коэффициент пропорциональности, или так называемый коэффициент жесткости, S – перемещение точки приложения силы или

$$C = \frac{P}{S} \quad (2)$$

Таким образом, коэффициент жесткости определяет необходимую величину силу для того чтобы сообщить упругому телу единичную деформацию.

При определении динамических нагрузок важное место занимает именно жесткость конструкций, который характеризуется степенью деформированности, соответственно по которым можно определить, как отметили, величину динамических нагрузок и коэффициент динамичности.

Приведение жесткостей имеет те же цели, что и приведение других динамических параметров – упростить расчетную схему и вместо учета жесткостей большого числа звеньев ввести в расчет некоторую приведенную жесткость, которая с точки зрения динамического эффекта была бы эквивалентна жесткостям, которые они заменяют. Для этого жесткости отдельных элементов нужно привести к одному, к которому приводились другие динамические параметры путем сложения жесткостей отдельных элементов по определенному правилу заменив их одной суммарной приведенной жесткостью.

Для нашего случая, механизм в основном состоит из четырех частей как показано на рис. 2. Согласно порядку решения динамических задач приведем жесткостей к точке D.

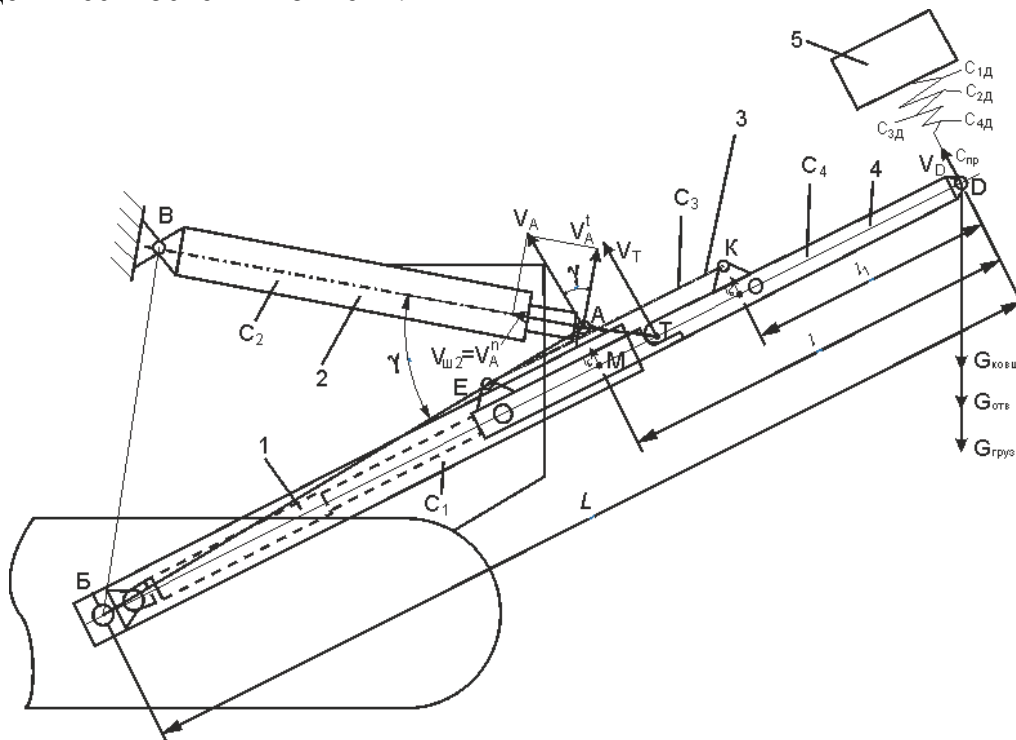


Рис. 2. Расчетная схема для определения приведенных жесткостей: 1 – неподвижные части телескопических толкающихся брусьев; 2 – гидроцилиндры подъема и опускания рабоче-

го оборудования; 3 – гидроцилиндры управления выдвигаемых частей; 4 – выдвигаемые части телескопических толкающихся брусьев; 5 – рабочий орган

Согласно правилу, суммарная жесткость последовательно расположенных упругих элементов определяется по известной формуле

$$C = \frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \dots + \frac{1}{c_n}} \quad (3)$$

Суммарная жесткость параллельно расположенных упругих элементов определяется по формуле $C=C_1+C_2+\dots+C_n$

В данном случае, как показана на рис. 2, C_1 – жесткость неподвижного толкающего брусья; C_2 – жесткость гидроцилиндра подъема и опускания рабочего оборудования; C_3 – жесткость выдвигаемой части толкающего брусья; C_4 – жесткость гидроцилиндра поворота выдвигаемой части телескопического толкающего брусья.

Определяем жесткость системы гидропривода.

Тогда, жесткость C_1 гидроцилиндра подъема и опускания рабочего оборудования по известной формуле [1]:

$$C_2 = \frac{0,785D_{n2}^2}{\frac{1,02S_{n2}}{E_{ж}} + 1,17\left(\frac{d_{ш}}{D_{n2}}\right)^2 \frac{l_{ш}}{E_{ш}}} \quad (4)$$

где, D_{n2} – диаметр поршня, м; S_{n2} – ход поршня, м; $d_{ш}$ – диаметр шлангов (рукава), м; $l_{ш}$ – длина шлангов, м; $E_{ш}$ – модуль упругости шлангов гидросистемы, $E_{ш} \approx 0,11 \cdot 10^3$ МПа; $E_{ж}$ – модуль упругости жидкости, $E_{ж} = (1,20 \dots 1,25) \cdot 10^3$ МПа.

Для двух гидроцилиндров

$$\sum C_i = 2C_2 \quad (5)$$

Аналогично определяется жесткость C_3 гидроцилиндра управления выдвигаемой части телескопического толкающего брусья:

$$C_3 = \frac{0,785D_{n3}^2}{\frac{1,02S_{n3}}{E_{ж}} + 1,17\left(\frac{d_{ш}}{D_{n3}}\right)^2 \frac{l_{ш}}{E_{ш}}} \quad (6)$$

Для двух гидроцилиндров

$$\sum C_i = 2C_3 \quad (7)$$

Определяем жесткость неподвижной части телескопического толкающего брусья:

$$C_1 = \frac{3EJ_1}{L(L-l)^2} \text{ или } C_1 = \frac{3EJ_1}{БД(БД-МД)^2} \quad (8)$$

Для двух брусьев

$$\sum C_i = 2C_1 \quad (9)$$

где L – общая длина (БД) телескопического толкающего брусья, м; l – длина телескопического толкающего брусья от Д до М, м; J_1 – момент инерции сечения, м⁴; E – модуль упругости материала телескопического толкающего брусья, Па.

Определяем жесткость подвижной части телескопического толкающего бруска:

$$C_4 = \frac{3EJ_4}{L(L-l_1)^2} \text{ или } C_4 = \frac{3EJ_4}{BD(BD-MD)^2} \quad (10)$$

Для двух брусков

$$\sum C_i = 2C_4 \quad (11)$$

где l_1 – длина телескопического толкающего бруска от Д до О, м.

Согласно расчетной схеме (рис.2) все приведенные детали расположены последовательно, тогда преобразуя формулу (3) имеем:

$$C_{npD} = \frac{C_{1D} \cdot C_{2D} \cdot C_{3D} \cdot C_{4D}}{C_{1D} + C_{2D} + C_{3D} + C_{4D}} \quad (12)$$

По правилам приведения жесткостей величину C_1 (жесткость рассматриваемой детали) нужно умножить на квадрат передаточного числа и КПД механизма. Тогда, если жесткость C_1 приведем к точке Д, получим

$$C_{1D} = C_1 \cdot u^2 \cdot \eta \quad (13)$$

где η – КПД механизма; u – передаточное число, которое определяется через скорости точек М и Д по зависимости

$$u = \frac{V_M}{V_D} \quad (14)$$

где V_D – скорость точки Д; V_M – скорость точки М, которая определяется с определением скорости штока гидроцилиндра, т.е. скорость штока равно V_A^n и согласно расчетной схеме скорость штока равна:

$$V_A^n = V_{um2} = V_A \sin \gamma \quad (15)$$

где $V_A^n = V_{um2}$ – скорость штока гидроцилиндра подъема и опускания рабочего оборудования; γ – угол между направлениями движения штока гидроцилиндра и осевой линией телескопического толкающего бруска, который определяется из треугольника БАВ.

Для определения скорости точек М и Д необходимо определить скорость точки А, т.к. телескопические толкающие бруска полностью привязаны к точке А.

С другой стороны, если определим скорость точки А (V_A), тогда по осевой линии где находится точка А через пропорцию определяем скорость точки Т, находящаяся на пересечении двух осевых линий (ВТ и БД). Если будет известно скорость точки Т в зависимости от скорости точки А, тогда легко определяются скорости остальных точек, находящиеся на осевой линии БД. Из (15) находим

$$V_A = \frac{V_{um2}}{\sin \gamma} \quad (16)$$

Находим скорость точки Т

$$\frac{V_A}{BA} = \frac{V_T}{BT} \Rightarrow V_A = \frac{V_A BT}{BA} \quad (17)$$

С другой стороны

$$\frac{V_T}{BD} = \frac{V_D}{BD} \Rightarrow V_T = \frac{V_D BT}{BD} \quad (18)$$

Тогда с учетом (17) и (18) имеем

$$\frac{V_{ABT}}{BA} = \frac{V_{Д·BT}}{БД} \Rightarrow V_{Д} = \frac{V_{ABT} \cdot БД}{BA \cdot BT} \quad (19)$$

Аналогично определяем скорость точки М

$$\frac{V_M}{BM} = \frac{V_T}{BT} \Rightarrow V_M = \frac{V_T \cdot BM}{BT} \quad (20)$$

С учетом (17) имеем

$$V_M = \frac{V_{ABT} \cdot BM}{BA \cdot BT} \quad (21)$$

Тогда, подставляя (21) и (19) в (14) получим:

$$u = \frac{BM}{БД} \quad (22)$$

(22) подставляем в (13) и получим

$$C_{1Д} = C_1 \left(\frac{BM}{БД} \right)^2 \cdot \eta \quad (23)$$

Согласно зависимости (9) зависимость (23) принимает вид:

$$C_{1Д} = 2C_1 \left(\frac{BM}{БД} \right)^2 \cdot \eta \quad (24)$$

Зависимость (24) является жесткости неподвижных частей телескопических толкающихся брусьев приведенной к точке Д.

Далее приведем жесткости системы гидропривода, в частности, жесткости гидроцилиндров подъема и опускания рабочего оборудования к точке Д.

Согласно правилам приведения жесткостей имеем

$$C_{2Д} = C_2 u^2 \cdot \eta \quad (25)$$

С учетом (5) и (16)

$$C_{2Д} = 2C_2 \left(\frac{V_a}{V_D} \right)^2 \cdot \eta = 2C_2 \left[\frac{BA \cdot BT}{BT \cdot БД} \right]^2 \cdot \eta \quad (26)$$

Зависимость (26) является жесткости гидроцилиндров подъема и опускания рабочего оборудования, приведенные к точке Д.

Приведение жесткостей гидроцилиндров поворота выдвигаемых частей телескопических толкающихся брусьев к точке Д осуществляется со следующими допущениями:

- скорость точки К и точки О примерно равны ($V_K \approx V_O$), т.к. расстояние между точками достаточно маленькое относительно длины БК и БО, соответственно маленький угол образованный между БК и БО;

- на таком положении как показано на рис.2, выдвигаемых частей телескопических толкающихся брусьев удерживает гидроцилиндры (на рисунке показана в виде линии с двумя проушинами для избежание загромождения чертежа).

С учетом допущений приведем жесткостей гидроцилиндров поворота выдвигаемых частей телескопических толкающихся брусьев и зависимости (7)

$$C_{зД} = 2C_3 u^2 \cdot \eta \quad (27)$$

где

$$u = \frac{V_0}{V_D} \quad (28)$$

V_0 – скорость точки О.

Аналогично определения скоростей предыдущих точек определяем V_0 , с учетом (17)

$$V_0 = \frac{V_{АБО}}{ВА} \quad (29)$$

Подставляя в (29) и (19) в (28) имеем

$$u = \frac{БО \cdot БТ}{ВТ \cdot БД} \quad (30)$$

С учетом (27) получим

$$C_{зД} = 2C_3 \left[\frac{БО \cdot БТ}{ВТ \cdot БД} \right]^2 \cdot \eta \quad (31)$$

Подставляя (24), (26), (31) и (10) в (12) окончательно получим

$$C_{прД} = \frac{2\eta \left\{ C_1 \left(\frac{БМ}{БД} \right)^2 \cdot C_2 \left(\frac{ВА \cdot БТ}{ВТ \cdot БД} \right)^2 \cdot C_3 \left(\frac{БО \cdot БТ}{ВТ \cdot БД} \right)^2 \right\} \frac{3EJ_4}{БД(БД-ОД)^2}}{2\eta \left\{ C_1 \left(\frac{БМ}{БД} \right)^2 + C_2 \left(\frac{ВА \cdot БТ}{ВТ \cdot БД} \right)^2 + C_3 \left(\frac{БО \cdot БТ}{ВТ \cdot БД} \right)^2 \right\} + \frac{3EJ_4}{БД(БД-ОД)^2}} \quad (32)$$

С учетом геометрических параметров металлоконструкций и свойств жидкостей гидросистемы, а также параметров гидроаппаратуры, первоначально определяем числовые значения жесткостей (C_1, C_2, C_3, C_4) и подставляя в (32) находим $C_{прД}$.

Таким образом, зависимость (32) дает возможность определить величину приведенной жесткости к точке Д с учетом геометрических параметров металлоконструкций бульдозера-погрузчика с трансформирующимся рабочим оборудованием. В зависимости от полученных результатов, при решении динамических задач с учетом жесткостей отдельных деталей, будет возможным обеспечить запас прочности, тем самым обеспечивается надежность оборудования.

Список литературы

1. Гоберман Л.А. Основы теории, расчета и проектирования строительных и дорожных машин. М.: Машиностроение, 1988. – 464 с.
2. Патент ЕАПВ. Бульдозер-погрузчик с трансформирующимся рабочим органом / Исаков К., Тургумбаев Ж.Ж., Алтыбаев А.Ш., Бейшеналиев А.А. // Бюллетень № 9, 2014.
3. Балонев В.И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия. М.: Машиностроение, 1981. – 223 с.
4. К.Исаков, А.Ш.Алтыбаев, А.А.Бейшеналиев. Определение действующих динамических нагрузок на механизм поворота отвала бульдозера с трансформирующимся рабочим оборудованием // Фундаментальные и прикладные проблемы науки. Том 9. – Материалы VIII международного симпозиума. – М.: РАН, 2013. – С. 67-74.

СИЛОВОЙ АНАЛИЗ БУЛЬДОЗЕРА-ПОГРУЗЧИКА С ТРАНСФОРМИРУЮЩИМСЯ РАБОЧИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Исаков К.

к.т.н., Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек

Бейшеналиев А.А.

и.о. доц. кафедры «Организация дорожного движения», Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек

Алтыбаев А.Ш.

и.о. доц. кафедры «Организация дорожного движения», Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек

В данной работе приведена актуальность разработки и создания бульдозера-погрузчика многоцелевого назначения с трансформирующимся рабочим оборудованием, а так же приведены методика проведения силового анализа при переходе из бульдозерного рабочего органа к рабочему органу погрузчика.

Ключевые слова: силовой анализ, бульдозер-погрузчик, рабочий орган, конструкция.

В условиях рыночной экономики потребность к машинам и оборудованию с увеличенными функциональными возможностями, по результатам анализа заметно возросли. Движущимся силам роста потребностей к многофункциональным, высокопроизводительным, компактным и высокоманевренным машинам на наш взгляд являются растущие большими размахами частная собственность, а так же строгий спрос работодателей к качествам и оперативностям выполняемых работ.

При этом существующий метод механизация дорожно-строительных и других работ, как комплексная механизация, которая при выполнении работ средних и малых объемах, экономически не оправдываются наряду с существующими достоинствами и недостатками.

При такой организации механизации производства наблюдаются прикладные и непредвиденные затраты, которые связаны частыми простоями машин ожидающие своего часа применения, в зависимости от последовательности технологического процесса, так же связаны из-за сложности, порой не возможности на организации механического парка для временной дислокации машин и оборудований на полевых условиях, на их транспортировку к месту дислокаций и обратно и др. С другой стороны, в настоящее время, как практика показывает, что при выполнении работ с небольшими объемами, требуются несколько единиц машин различного назначения, это

связана тем, что как выше отметили, растет требования со стороны работодателей, к качествам и темпам их выполнения. Такие виды работ часто встречаются на частном секторе, небольших предприятиях, сельской местности и др. Согласно результата анализа конструкций машин и оборудования и мониторинга потребностей к дорожно-строительным и коммунальным машинам и оборудованию, со стороны работодателей частных секторов, сельских управ, коммунальных предприятий и других организаций, и по результатам анализа, наиболее встречающихся технологических процессов в целом, выполняемые дорожно-строительными, коммунальными, сельскохозяйственными машинами, определены и обоснованы актуальность разработки и создания машин и оборудования нового направления, как машины и оборудование с трансформирующимся рабочим оборудованием.

К конструктивным особенностям машин и оборудования с трансформирующимся рабочим оборудованием относится, возможность оперативного перехода из одного вида рабочего оборудования к другим видам совершенно другого назначения рабочего оборудования, путем манипуляции рабочими органами из кабины машиниста, за короткий промежуток времени.

К особенностям проведения исследовательских работ, относится восстребованность дополнительных исследовательских работ, как изучения процесса перехода из одного вида к другим видам рабочего оборудования и др. В данной работе, кроме актуальности создания рабочего оборудования, приведена методика проведения силового анализа переходного процесса, т.к. при переходном процессе некоторые механизмы и узлы несут определенные нагрузки и требуются обосновании их параметров, с целью уменьшения энергоемкости переходных процессов из одного вида рабочего оборудования к другому виду, соответственно будут уменьшаться энергоемкости в процессе работы в целом.

Конструкция бульдозера-погрузчика с трансформирующимся рабочим оборудованием состоит из следующих основных механизмов и узлов (рис.1), как отвал 1, ковш 2, гидроцилиндры управления отвалом 3 и 4, ось 5, пазами для шпонок на местах соединения цилиндрическими проушинами 6,7, жестко закрепленные на верхней части отвала, с целью их совместной работы. Таким же образом на верхней части ковша жестко закреплены опорные цилиндрические проушины 8, 9, 10 вокруг которых отвал с осью совершают вращательное движение. Поворот отвала вокруг опорных цилиндрических проушин 8, 9, 10 осуществляется гидроцилиндрами управления отвала 3, 4 штоки которых шарнирно соединены к кронштейнам блочного типа 11, 12 отвала, в свою очередь кронштейны жестко закреплены к проушинам отвала. Цилиндрические части гидроцилиндров управления отвалом шарнирно соединены к проушинам 13, 14 жестко закрепленные к верхней донной части ковша. Гидроцилиндры управления отвалом расположены симметрично, относительно поперечной оси симметрии ковша.

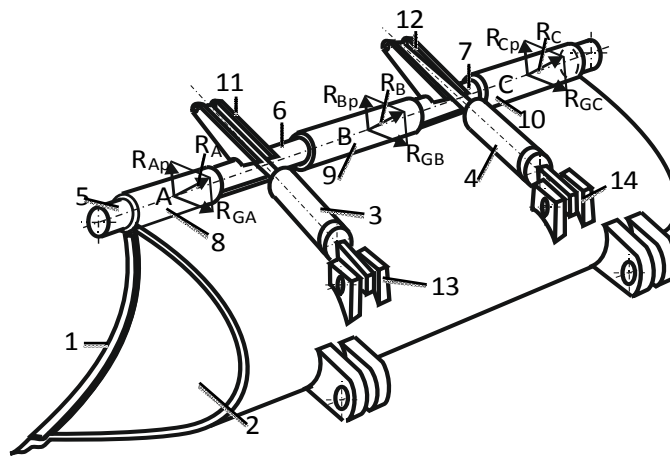


Рис. 1. Конструкция трансформирующегося рабочего оборудования бульдозера-погрузчика

Как видно на рис.1, рабочее оборудование является навесным, в качестве базовой машины могут служить гусеничные, колесные, промышленные тракторы, а также грузовые автотранспортные средства, используемые в коммунальных предприятиях. Другие усовершенствованные конструкции опубликованы в работах [1], и другие.

Предложенное рабочее оборудование может работать в режиме бульдозера и в режиме погрузчика. В режиме бульдозера передняя часть ковша полностью закрыто отвалом, как показано на рис.1.

В режиме погрузчика, передняя часть ковша открывается полностью, путем поворота отвала почасовой стрелке вокруг шарнирных соединений расположенных на верхних частях ковша и отвала в виде цилиндрических проушин.

Нам необходимо определить величину сил трения между отвалом с осью и цилиндрическими проушинами ковша, т.к. величины действующих сил трения являются одним из главных факторов влияющие на величину движущих усилий гидроцилиндров управления отвалом. Исходя из величины действующих сил $G_{от}$, со стороны отвала и от действующих сил P_d , со стороны гидроцилиндров управления отвалом, будут рекомендованы геометрические параметры кронштейнов блочного типа, жестко соединенные к отвалу, параметры самих гидроцилиндров управления отвалом, геометрические параметры цилиндрических проушин (шарниры) отвала и ковша, а также параметры оси, присоединенные к цилиндрическим проушинам отвала, через шпоночные соединения.

При приложении кронштейнам силы P_d , при помощи гидроцилиндров управления отвалом, отвал поворачивается по часовой стрелке. Согласно расчетной схеме приведенной на рис.2, для составления уравнений и для дальнейшего расчета, разложим силы P_d на две составляющие: окружное усилие P'_d и радиальное усилие P''_d . Противоположно к составляющим силам P''_d действуют реакции опоры А, В и С (R_{AP}, R_{BP}, R_{CP} , Рис.1, Рис.3).

Реакция опоры, А, В и С, так же действуют против направления действий силы возникающей от веса отвала $G_{от}$, сосредоточенный к точке О цен-

Составляем уравнение равновесия по плоскости $AR_{AP}R_{CP}C$

$$\Sigma M_A = R_{CP} * (2a + 2b) - P''_{D1} * (a + 2b) + R_{BP} * (a + b) - P''_{D2} * a = 0 \quad (3)$$

$$\Sigma M_C = -R_{AP} * (2a + 2b) + P''_{D2} * (a + 2b) - R_{BP} * (a + b) + P''_{D1} * a = 0 \quad (4)$$

При решении уравнений учитываем, что величины сил P''_{D1} и P''_{D2} равны, как показана на рис.2.

$$P''_{D1} = P''_{D2} = P''_D \quad (5)$$

из (3) находим R_{BP}

$$R_{BP} = \frac{P''_{D1} * (a + 2b) + P''_{D2} * a - R_{CP} * (2a + 2b)}{a + b} =$$

$$= \frac{P''_{D1} * a + P''_{D1} * 2b + P''_{D2} * a - R_{CP} * (a + b)}{a + b};$$

С учетом (5) имеем

$$R_{BP} = \frac{2 * P''_D * (a + b) - 2 * R_{CP} * (a + b)}{a + b} = \frac{2 * (a + b) * [P''_D - R_{CP}]}{a + b}$$

$$= 2 * (P''_D - R_{CP})$$

$$R_{BP} = 2 * (P''_D - R_{CP}) \quad (6)$$

из (4) находим R_{AP} с учетом (5) и (6)

$$R_{AP} * (2 * a + 2 * b) = P''_{D2} * (a + 2 * b) - 2 * (P''_D - R_{CP}) * (a + b) + P''_{D1} * a$$

$$R_{AP} = \frac{P''_{D2} * a + P_{D2} * 2 * b - P''_D * 2a - 2P''_D * b + 2 * R_{CP} * a + 2 * R_{CP} * b + P''_{D1} * a}{2 * (a + b)}$$

$$= \frac{P''_D * (a + 2 * b - 2 * a - 2 * b + a) + 2 * R_{CP} * (a + b)}{2 * (a + b)} = \frac{2 * (a + b) * R_{CP}}{2 * (a + b)}$$

$$= R_{CP}$$

$$R_{AP} = R_{CP} \quad (7)$$

Зависимость (6) с учетом (7) перепишем

$$R_{BP} = 2 * (P''_D - R_{AP}) \quad (8)$$

Составляем уравнение равновесия по плоскости $AR_{GA}R_{GC}C$

$$\Sigma M_A = -R_{CG} * (2 * a + 2 * b) - R_{BG} * (a + b) + G''_{от} * (a + b) = 0 \quad (9)$$

$$\Sigma M_C = R_{AG} * (2 * a + 2 * b) + R_{BG} * (a + b) - G''_{от} * (a + b) = 0 \quad (10)$$

из (9) определим R_{BG}

$$R_{BG} * (a + b) = G''_{от} * (a + b) - R_{CG} * (2 * a + 2 * b) \Rightarrow$$

$$R_{BG} = \frac{(a + b) * (G''_{от} - 2 * R_{CG})}{(a + b)} = G''_{от} - 2 * R_{CG}$$

$$R_{BG} = G''_{от} - 2 * R_{CG} \quad (10)$$

С учетом (11) из (10) определим R_{AG}

$$-2 * R_{AG} * (a + b) - [(G''_{от} - 2 * R_{CG}) * (a + b)] + G''_{от} * (a + b) = 0$$

$$R_{AG} = \frac{G''_{от} * (a + b) - G''_{от} * (a + b) + 2 * R_{CG} * (a + b)}{2 * (a + b)} = R_{CG}$$

$$R_{AG} = R_{CG} \quad (12)$$

Решая уравнения (3), (4), (11) и (12) определили силы реакций R_{AP} , R_{BP} и R_{CP} по плоскости $A R_{AP} R_{CP} C$, силы реакции R_{AG} , R_{BG} и R_{CG} по плоскости $A R_{AG} R_{CG} C$

В дальнейшем нам необходимо определить величину момента сил трения M_{TP} через сил реакций от сил $G_{от}$ и $P_{д}$, путем суммирования возникающих сил трения на каждом шарнирном сочленении А, В и С, т.е.

$$\Sigma M_{TP} = M_{TPA} + M_{TPB} + M_{TPC} \quad (13)$$

Для этого воспользуемся известной методикой определения сил трения для каждой опоры (А,В,С) по отдельности.

При геометричном сложении реакций каждого шарнирного сочленения получим суммарные реакции:

$$\overline{R_A} = \overline{R_{AP}} + \overline{R_{AG}}; \overline{R_B} = \overline{R_{BP}} + \overline{R_{BG}}; R_C = \overline{R_{CP}} + \overline{R_{CG}};$$

или с учетом (7) и (12)

$$R_A = R_C = \sqrt{R_{AP}^2 + 2R_{AP} * R_{AG} \cos\beta + R_{AG}^2}; \quad (14)$$

$$R_B = \sqrt{R_{BP}^2 + 2R_{BP} * R_{BG} \cos\beta + R_{BG}^2}; \quad (15)$$

Согласно рис.4, если известны R_A , R_B и R_C можно определить Q для каждого шарнирного сочленения по известной зависимости.

$$Q = \sqrt{R^2 + F_{TP}^2} \quad (16)$$

где R -суммарная реакция (для каждой опоры по отдельности), т.е. значения Q для шарнирных сочленений А и С равны (см.завис.(7)), т.е. подставляются значения зависимости (14), а для шарнирного сочленения В подставляется значение (16).

Момент от сил трения определим по известной зависимости:

$$M_{TPi} = \frac{2*Q_i*d*\mu}{\pi} \quad (17)$$

где Q_i -сила давления на образующую посадочного отверстия ось с отвалом; d -диаметр оси; μ -коэффициент трения пары опоры скольжения; i -буквенное обозначение шарнирных сочленений по порядку-А, В, С.

Используя зависимость (17) определяем моменты сил трений действующие на шарнирные сочленения, каждого по отдельности. Далее используя зависимость (13) находим суммарную величину момента сил трения.

Закон движения отвала с весом $G_{от}$ в зависимости от перемещения штоков описывается по следующей зависимости

$$- P_{д} * S - G * K + M_{TP} = 0 \quad (18)$$

где, S – плечо действующей силы $P_{д}$, определяется как высота треугольника АМР; K – плечо действия сил $G_{от}$, определяется как высота треугольника АОЕ.

$$P_{д} = \frac{M_{TP} - GK}{S} \quad (19)$$

В дальнейшем для проведения силового анализа, когда известен вес отвала $G_{от}$ и усилия в гидроцилиндрах $P_{д}$, определяем величину момента сил трения, руководствуясь методикой влияния и изменения сил трений на процесс поворота отвала. После определения суммарный момент сил трений, легко можно определить через зависимости (19), характер изменения усилий $P_{д}$ в гидроцилиндрах поворота отвала, в зависимости от величины угла поворота отвала вокруг точки А, от величины изменения угла α , между

кронштейном l и гидроцилиндров поворота отвала и в зависимости от геометрических параметров кронштейнов, а так же оптимизируются координаты мест шарнирных сочленений цилиндрических частей гидроцилиндров управления отвалом.

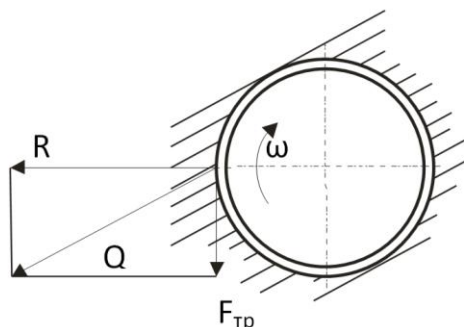


Рис. 4. Схема действия сил в отдельной опоре скольжения

Список литературы

1. Патент КР № 936 от 28.02.2007 г.
2. Гоберман А.А. Основы теории, расчета и проектирования строительных и дорожных машин. М.: Машиностроение. 1988. 464 с.
3. Баловнев В.И. Методы физического моделирования рабочих процессов дорожно-строительных машин. М.: Машиностроение, 1974. 232 с.

АНАЛИЗ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА В ПРОЦЕССАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ, ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДМЕНЫ ОПЕРАТОРА

Казанцев И.С.

студент кафедры информатики и систем управления,
Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва

Шитиков А.С.

научный сотрудник,
ФГУП «18 Центральный научно-исследовательский институт»
Министерства обороны Российской Федерации, Россия, г. Москва

Кудряков С.Д.

начальник лаборатории,
ФГУП «18 Центральный научно-исследовательский институт»
Министерства обороны Российской Федерации, Россия, г. Москва

В статье клавиатурный почерк рассматривается в качестве одной из динамических поведенческих биометрических характеристик человека. Развитие новых моделей, методов, алгоритмов распознавания клавиатурного почерка на основе анализа существующих экспериментов и программных средств позволят повысить точность и качество функционирования систем идентификации и аутентификации.

Ключевые слова: клавиатурный почерк, оператор ключевой системы, биометрическая характеристика, нажатие на клавиши.

Проведено исследование методов идентификации и аутентификации по клавиатурному почерку. Использование методов поведенческой биометрии, основанной на клавиатурном почерке, в отличие от методов физиологической биометрии не требует приобретения дополнительных биометрических устройств. Образец клавиатурного почерка может быть получен с помощью существующих систем, таких как стандартная клавиатура. Это делает эти методы недорогими и ненавязчивыми для оператора, а также может быть применено тайно, что позволит улучшить существующие компьютерные системы обеспечения безопасности.

Отмечено, что основу исследованию клавиатурного почерка положило исследование работы операторов телеграфа. В середине 19-ого столетия, когда телеграф часто использовался, было замечено, что операторы телеграфа могли идентифицировать других операторов по их ритму набора. Метод «Fist of the Sender» («Кулак отправителя») использовался во время второй мировой войны для идентификации отправителя телеграфного сообщения по ритму, темпу и времени нажатия телеграфного ключа [1]. Bryan и Harter [2] провели ряд экспериментов на тридцати семи телеграфных операторах, имеющих различные степени умения набора. Они отметили, что телеграфные операторы могли узнать других операторов по стилю набора.

Проведен анализ исследований в области распознавания клавиатурного почерка. В начале 80-ых Национальный научный фонд и Национальное Бюро Стандартов в Соединенных Штатах провели исследования, устанавливающие, что образцы клавиатурного почерка содержат уникальные особенности, которые могут быть идентифицированы [3]. Shaffer [4] показал, что набор текста является запрограммированным умением и, что движения при печати организуются до их фактического выполнения. Иванов А.И. в своих трудах показал, что при наборе текста на клавиатуре одной рукой оказываются задействованы около 50 мышц пальцев руки и пальцев предплечья и еще примерно 20 мышц плеча и плечевого пояса [5], т.е. при печати двумя руками человек управляет примерно 140 мышцами. Поэтому образец почерка человека является поведенческой особенностью, которая развивается с течением времени и, таким образом, не может быть изменена, потеряна или забыта. В любой поведенческой биометрической характеристике могут наблюдаться большие изменения в особенностях характеристики. Однако они предоставляют достаточно информации, чтобы идентифицировать и определять подлинность личности по шаблону почерка [6].

Купер [7] был первым исследователем машинописного набора текста, который разбил процесс набора текста на четыре стадии: восприятие человеком текста, сохранение его в памяти, перевод человеком сохраненных в его памяти символов в команды, передаваемые мышцам, непосредственно набор текста с процедурой обратной связи, необходимой для проверки точности набора текста.

Salthouse [8] доработал и улучшил предложенную Купером модель процесса набора текста машинистом. Butsch [9] определил, что «интервал копирования», т.е. количество текста сохраняемое в памяти оператора при наборе зависит от опытности и умений оператора. Использование памяти в

качестве краткосрочного буфера перед печатанием было доказано экспериментами, проводимыми Thomas и Jones [10]. Купер продемонстрировал в своих исследованиях, что операторы разбивают текст на маленькие предсказуемые группы, из-за ограничений на размер буферной памяти. В исследовании, проводимом Shaffer [4], он выявил, что существует внутренний регулярный ритм набора определенных последовательностей символов. Он предположил, что клавиатурный почерк не является фиксированной характеристикой человека, а постоянно изменяется. Он также заметил, что процесс набора основан на знании переходов и движений между клавишами, и, что движения мышц при нажатии на клавиши организованы до их фактического выполнения. Интервалы между последовательными нажатиями клавиши для опытных операторов, как показали наблюдения, были меньшими, чем у операторов с низкой квалификации. Gaines R.S., Lisowski W., Press S.J. and Shapiro N. доказали, что скорость, с которой перемещаются пальцы вдвое быстрее у опытных машинистов, чем у неопытных [11].

На основании проведенного анализа вышеперечисленных исследований предложено считать клавиатурный почерк индивидуальной и уникальной для каждого человека поведенческой биометрической характеристикой. Предложено использовать шаблон клавиатурного почерка в качестве идентификатора оператора ключевой системы.

Список литературы

1. J. R. Vacca, Biometric Technologies and Verification System. / J.R. Vacca // Butterworth. – Heinemann, 1 edition, 2007. – 656 p.
2. W.L. Bryan, Studies in the physiology and psychology of the telegraphic language. / W.L. Bryan, N. Harter. // Psychological Review. – 4(1), 1987 – pp. 27 – 53.
3. L.F. Coppentrath and Associates Biometric Solutions By Classification. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.lfca.net/Reference%20Documents/Biometric%20Solutions%20By%20Classification.pdf>, 2001, свободный – Яз. англ. (дата обращения: 1.04.2016).
4. L. H. Shaffer, Timing in the motor programming of typing. / L. H. Shaffer // Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1978. – V. 30. N 2. – pp. 333 – 345.
5. Иванов А.И., Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений / Иванов А.И. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. –188 с.
6. Jain A.K., An Introduction to Biometric Recognition / Jain A.K., Ross A., Prabhakar S. // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Special Issue on Image – and Video – Based Biometrics. – Vol. 14, No.1, January 2004. – pp. 4 – 20.
7. Cooper W.E., Studies of typing from the LNR research group / Cooper W.E., Norman D. A., Rumelhart D.E. // Cognitive aspects of skilled typing. – New York: Springer –Verlag; 1983. – pp. 45 – 65.
8. Salthouse T.A., Perceptual, Cognitive, and Motoric Aspects of Transcription Typing. / Salthouse T.A. // Psychological Bulletin – 99(3), 1986 – pp. 303 – 319.
9. Butsch R., Eye movements and the eye-hand span in typewriting. / Butsch R. // Journal of Education Psychology – 23(2), 1932. – pp. 104 – 121.
10. Jones R.G., A model for subjective grouping in typewriting. / Thomas E.A.C, Jones R. G. // Quarterly Journal of Experimental Psychology – 22(3), 1970. – pp. 353 – 367.
11. Gaines R.S., Authentication by Keystroke Timing: Some Preliminary Results. / Gaines R.S., Lisowski W., Press S.J., Shapiro N. // Technical Report R-2526 – NSF, – Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1980. – 113 p.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ

Кашипова Л.М.

магистрант первого обучения кафедры энергообеспечение предприятий и энергоресурсосберегающих технологий, ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», Россия, г. Казань

Ахмедзянова В.Н.

ассистент кафедры энергообеспечение предприятий и энергоресурсосберегающих технологий, ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», Россия, г. Казань

В статье ставится задача рассмотреть воздействие пульсационных технологий на показатели работы фильтрационных установок на примере ионообменного умягчителя воды. Рассмотрена классификация ионообменного оборудования. Выяснено, что сегодня стоит задача по внедрению пульсационных технологий в виду их эффективности, надежности и экономичности. Тем не менее, не смотря на очевидные преимущества этих аппаратов и процессов, они являются мало изученными и, следовательно, остается открытым широкое поле деятельности для научных исследований. Наша деятельность в данной области заключается в увеличении рабочей зоны, а именно уменьшении «мертвых зон» ионообменного слоя благодаря воздействию пульсаций.

Ключевые слова: умягченная вода, ионообменный фильтр, ионообменная смола, пульсация жидкой фазы, интенсификация процесса, жидкая и твердая фаза.

Оборудование для промышленной очистки воды призвана обеспечить работу предприятий всех отраслей промышленности, где используется специально подготовленная вода. Промышленная водоподготовка включает в себя различные процессы как: умягчения, обессоливание, обезжелезивание, удаление запахов, цветности, механических и органических примесей, масел, нефтепродуктов. Все эти задачи решаются с помощью оборудования промышленной очистки воды путём ионного обмена, сорбции и осветления [1].

Остановимся на этапе умягчения воды. Загрязнение воды ионами кальция и магния приводят к засорению водоподающих трубопроводов, преждевременному износу оборудования. Для умягчения воды существуют различные методы: термический, ионообменный, мембранный, магнитный, электромагнитный, комбинированный. Каждый из них позволяет в той или иной степени подготовить воду для использования её для технических нужд.

Ионообменный фильтр – это яркий пример умягчителей для воды. Вода фильтруется через специальные материалы, в качестве которых используют специальные мелкозернистые смолы, которые не подвергаются залипанию оксидом железа. Подобные системы очистки функционируют за счет обратимой химической реакции замещения, заключается в замене ионов магния и кальция, которые в дальнейшем дают нерастворимые соединения, на ионы натрия, хлора или иные легко растворимые соединения [2].

Преимуществом метода ионного обмена можно считать возможность обеспечить достаточно большую производительность и высокий уровень умягчения.

В настоящее время существуют большое разнообразие вариантов конструкций аппаратов с улучшенными показателями. Однако предложенные методы имеют недостатки, поэтому модификация существующего ионообменного оборудования является актуальной задачей.

Мы своей научной работой хотим увеличить рабочую зону благодаря воздействию пульсаций. Так как даже улучшенные конструкции распределительных коллекторов не обеспечивают равномерного распределения очищаемой жидкости. Что приводит к образованию «слепых» зон, где ионообменная смола не используется и со временем подвергается удалению.

Проблема нашла удовлетворительное решение с использованием пульсации жидкой фазы. Этот способ значительно влияет на технико-экономические показатели процессов, в том числе на расход реагентов.

При наложении пульсаций на жидкую фазу происходит интенсификация процесса массопереноса между ионообменной смолой и жидкостью за счет нестационарной гидродинамики жидкого потока и за счет увеличения поверхности контакта фаза при пульсационных колебаниях частиц твердой фазы [3].

При наложении пульсаций на жидкую фазу скорость W увеличивается [4], [5]. Зависимость скорости дисперсии от скорости жидкости при различных соотношениях высот дисперсии представлена на рисунке.

$$\delta = 0,2 \cdot R \cdot \tau / (1 + 70 \cdot W \cdot R \cdot \tau) \quad (1)$$

$$D_{ж} = 0,33 \cdot \beta_1 \cdot R \cdot \tau \cdot \delta \quad (2)$$

Исходя из формул, можно сказать, что с повышением скорости потока W , увеличивается площадь толщины пленки δ , следовательно, увеличивается коэффициент диффузии $D_{ж}$.

Значит, при наложении пульсаций на жидкую фазу происходит интенсификация процесса массопереноса между ионообменной смолой и жидкостью за счет нестационарной гидродинамики жидкого потока и за счет увеличения поверхности контакта фаза при пульсационных колебаниях частиц твердой фазы.

Процесс обмена катионов начинается и заканчивается в некотором слое катиона, который называется рабочей зоной. На рисунке представлена схема фильтра в разрезе в какой-то период его работы. Выше плоскости расположен истощенный катионит, между плоскостями – рабочая зона, ниже плоскости – неистощенный катионит.

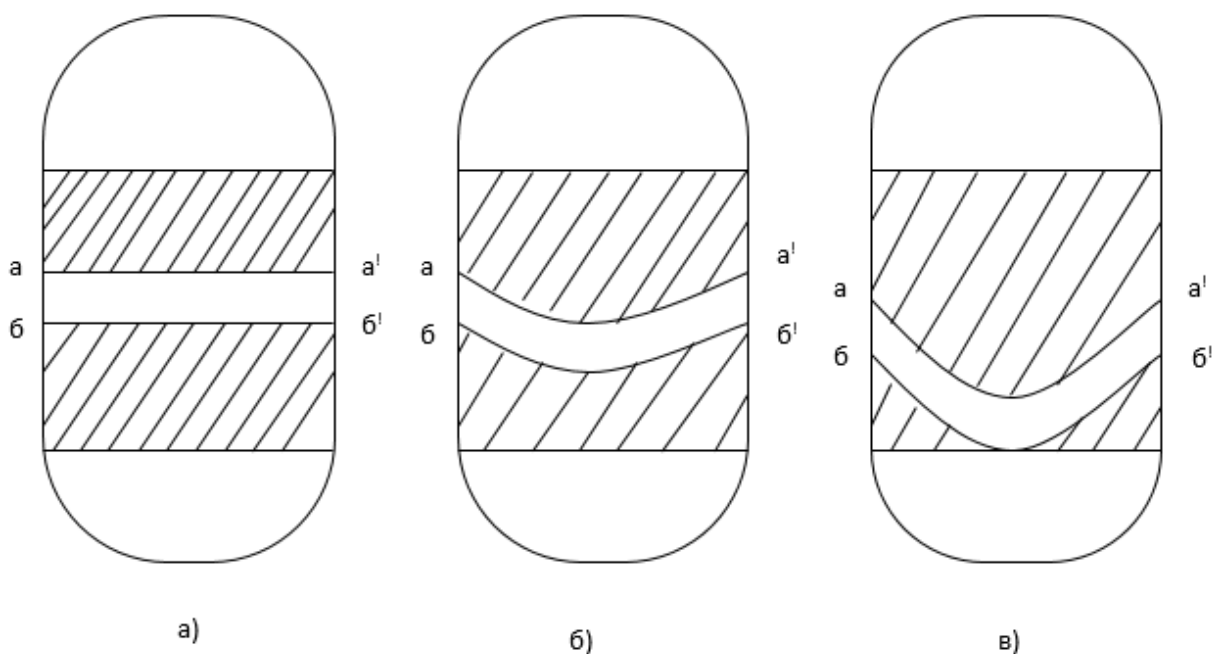


Рис. Рабочая зона в нормально работающем фильтре без наложения пульсации (а), с наложением пульсации (б) и искривленная в фильтре с неравномерной фильтрацией

В процессе работы фильтра рабочая зона опускается вниз и в момент, когда плоскость совпадает с нижней плоскостью слоя катионита, начинается проскок жесткости и фильтр выводится на регенерацию [б].

При наложении пульсаций на жидкую фазу: увеличивается область активной рабочей зоны за счет колебаний жидкой и твердой фазы, образуется стабильная равномерная структура плотного слоя, обладающая хорошими фильтрационными характеристиками.

Список литературы

1. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
2. Чмутов К.В. Ионообменная технология. М.: Наука, 1965. 280 с. Челищев Н.Ф. Ионообменные свойства минералов. М.: Наука, 1973. 234 с.
3. Карпачева С. М., Рябчиков Б. Е. Пульсационная аппаратура в химической технологии // Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. М.: Химия, 1983. 224 с.
4. Антипов С.Ю. Приближенное математическое моделирование гидродинамики аппарата с пульсационным транспортированием твердой фазы в виде плотного слоя: дис. магист. Казань, 2004. 152 с.
5. Деменев С.В. Экспериментальные исследования движения твердой дисперсии в аппарате пульсационного транспортирования твердой фазы в виде плотного слоя: дис. магист. Казань, 2004. 169 с.
6. Синявин М.М. Ионный обмен в технологии и анализе неорганических веществ. М.: Химия, 1980. 271 с.

ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОСТОЙ ЗАМЕНЫ БУКВ ТЕКСТА

Котов Ю.А.

доцент кафедры защиты информации, канд. физ.-мат. наук,
Новосибирский государственный технический университет,
Россия, г. Новосибирск

Шановалов А.В.

магистрант кафедры вычислительной техники,
Новосибирский государственный технический университет,
Россия, г. Новосибирск

В статье рассмотрен интерфейс программной реализации экспертной системы для восстановления простой замены букв текста. Описаны базовые элементы интерфейса, включающие выбор функциональных методов и базовых операций (замена, сдвиг, перебор).

Ключевые слова: интерфейс, класс, программа, простая замена.

Для решения задач восстановления простой замены букв текста [1, 2] была разработана программная система, реализующая метод проб и ошибок [3, 4]. Интерфейс программной реализации этой системы [3, 4] обеспечивает главный модуль системы. Он реализован на языке программирования C# с использованием методологии объектно-ориентированного программирования. Интерфейс представлен как графическое окно встроенного класса Form для организации удобного для пользователя взаимодействия с системой.

Для каждого обрабатываемого текста создается экземпляр пользовательского класса MyText. Сам текст и его характеристики хранятся в полях данного класса. В числе характеристик: объем исследуемого текста (число символов), код текста (реализован через пользовательский класс MyDictionary), мощность кода (число символов в кодирующем алфавите).

Класс MyDictionary описывает словарь частот символов кодирующего алфавита.

Операции интерфейса (рис. 1) “По частоте” и “Аппроксимация” позволяют пользователю выбрать для применения предустановленные в системе функциональные методы обработки текстов [3, 4]. Функциональные методы системы реализованы как методы класса MyText. Система реализует базовые операции “Замена”, “Сдвиг”, “Перебор”, “Цепочка”, позволяющие пользователю произвести дополнительную обработку текста самостоятельно. Операция “Замена” позволяет поменять местами два любых символа в упорядоченном алфавите замены. Операция “Сдвиг” обеспечивает перестановку одной буквы на новое место в упорядоченном алфавите замены. При этом сдвигается группа символов, находящихся между изначальной позицией и новой. Эта группа сдвигается на одну позицию влево, если новая позиция переставляемой буквы лежит правее изначальной, и на одну позицию вправо, если новая

позиция переставляемой буквы лежит левее изначальной. Операция “Перебор” позволяет провести перебор трех или четырех соседних букв. При использовании операции “Цепочка” можно переставить символы в произвольно выбранной пользователем группе.

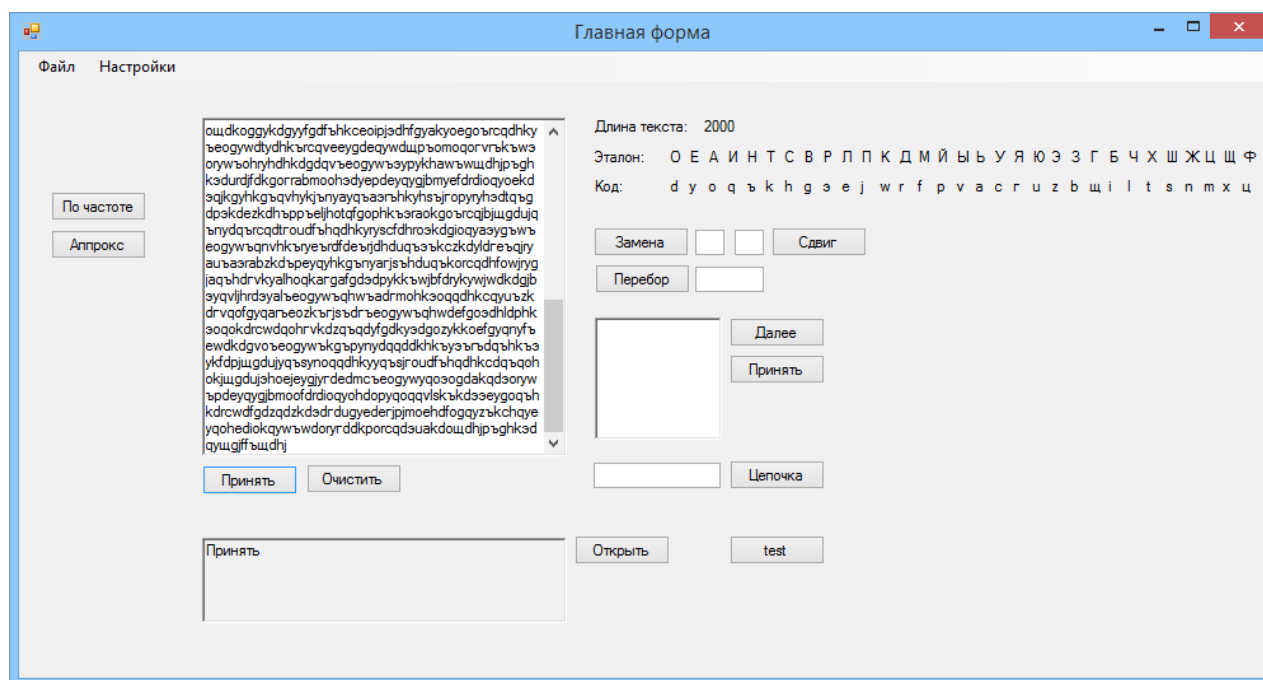


Рис. 1. Главное окно программы

Для выполнения базовых операций необходимо знать только кодирующий алфавит, поэтому они реализованы как методы пользовательского класса MyDictionary.

Результат выполнения каждой операции выводится в нижнем окне (элемент управления RichTextBox). История операций сохраняется в виде дерева решений. В каждый момент решение можно продолжить с любой вершины дерева. Дерево решений реализовано как структура данных «упорядоченное дерево».

На рис. 2 представлен пример выполнения операций: функциональный метод упорядочения по частоте, замена двух символов «Й» и «Д», сдвиг цепочки символов «БЖВР».

Для операции перебора используется среднее окно, в котором отображаются все возможные варианты (рис. 3). Пользователь может выбрать любой один вариант, либо просмотреть все предложенные варианты последовательно.

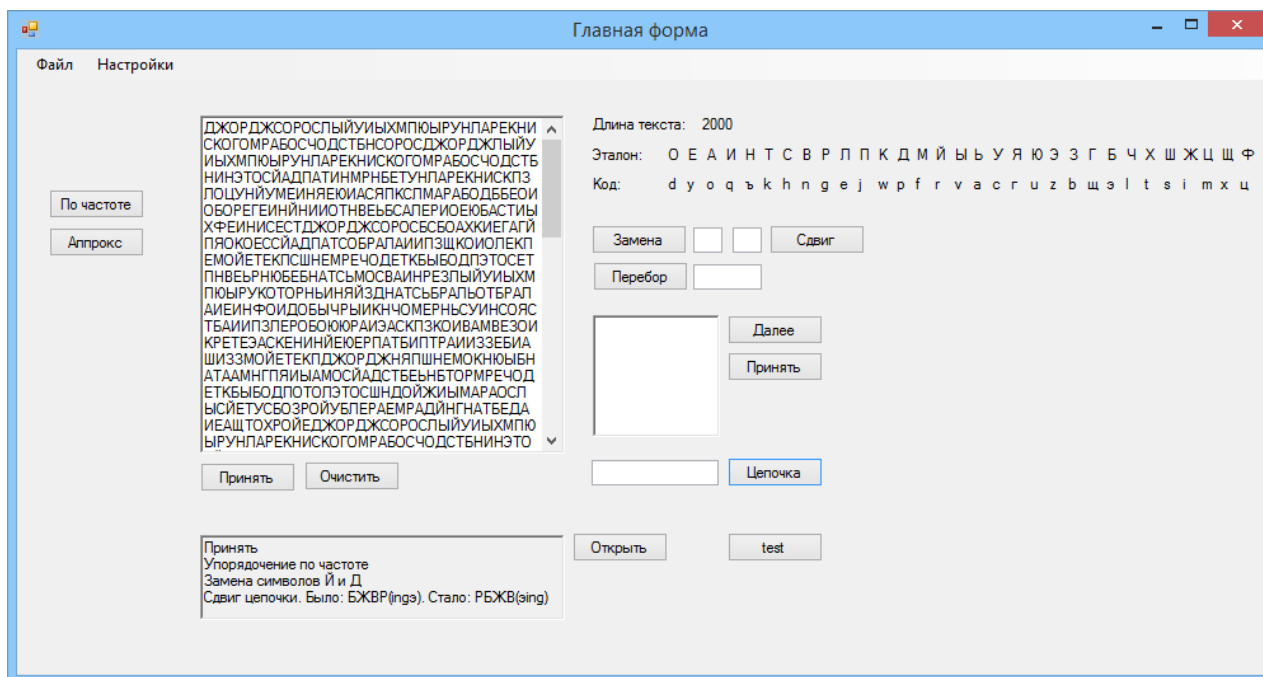


Рис. 2 Пример выполнения замен

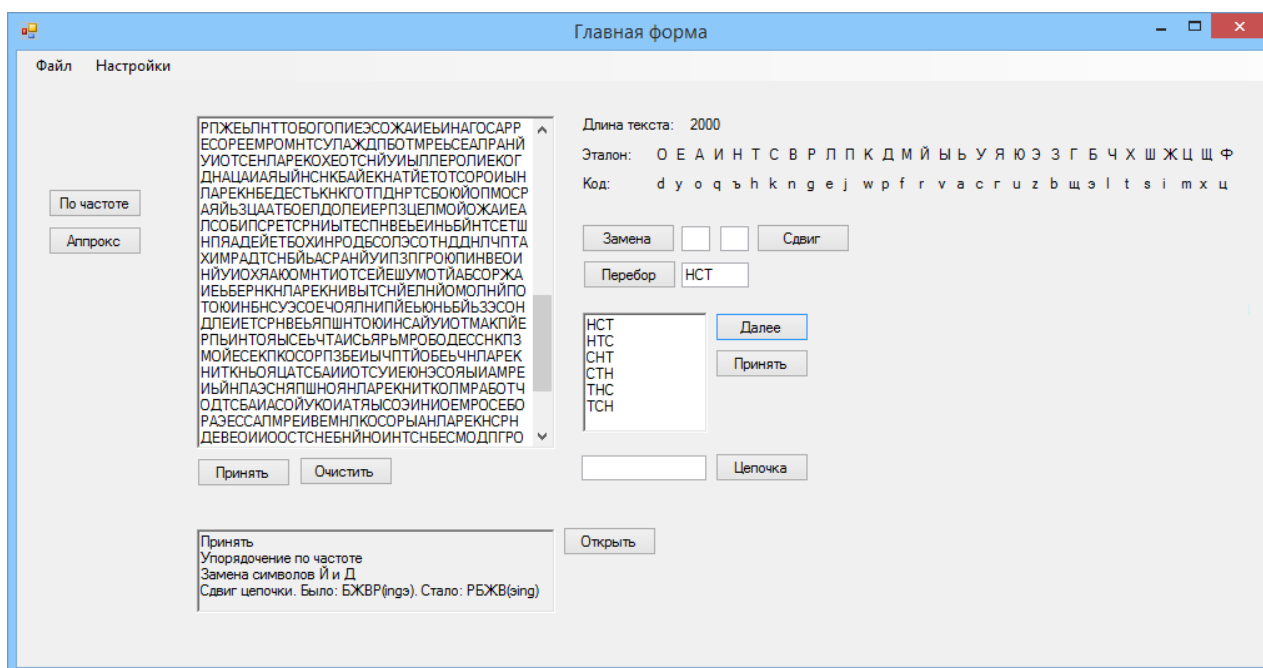


Рис. 3. Пример выполнения перебора

Список литературы

1. Бабаш А.В., Шанкин Г.П. Криптография // М.: СОЛОН-ПРЕСС. 2007. 512 с.
2. Бабенко Л.К., Ищукова Е.А. Анализ симметричных криптосистем // Известия ЮФУ. Технические науки. 2012. № 12, Т. 137. С. 136-147.
3. Котов Ю.А., Шаповалов А.В. Программная реализация метода проб и ошибок для решения задачи простой замены букв русскоязычных текстов // Современные тенденции развития науки и технологий: периодический научный сборник. – Белгород, 2016. – № 3-2. С. 123-125.
4. Шаповалов А.В. Программная реализация метода проб и ошибок для решения задачи простой замены букв русскоязычных текстов // Материалы 54-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2016: Информационные технологии / Новосибир. гос. ун-т. Новосибирск, 2016.

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОННОГО ТЮТОРА ПУТЕМ ДОБАВЛЕНИЯ (В МОДЕЛИРУЕМЫЕ СЛУЧАИ) ОПЕРАЦИИ ПЕРЕНОСА

Красный В.А.

студент, Московский технологический университет, Россия, г. Москва

В статье рассматривается возможность инструментального комплекса, поддерживающего технологию опережающего обучения. Анализируются операции, необходимые для разрешения множества ситуаций. Предлагается расширение моделируемых ситуаций и макет расширения.

Ключевые слова: обучение пользователей ИУС, модель ИУС, допустимые операции пользователя.

В приказе министерства связи от 01.04.2015 принят план перехода государственных и муниципальных учреждений на свободное программное обеспечение. При переходе на новые информационные управляющие системы (ИУС) возникает задача срочного переобучения большого количества пользователей, для которых информационная система является инструментом их профессиональной деятельности [1].

Для решения этой задачи необходимо использовать эффективные методы и технологии, позволяющие в короткое время без отрыва от производства с заранее известным качеством проводить эффективное переобучение большого количества пользователей.

Этим требованиям удовлетворяет технология электронного обучения [2], базирующаяся на методологии опережающего ситуационного обучения и поддерживаемая такими программными инструментами, как редактор, проигрыватель, захватчик и администратор.



Рис. 1. Модель процессов технологии опережающего обучения пользователей

Модель процессов технологии опережающего обучения пользователей представлена на рис. 1. Одним из основных процессов в модели является перехват и моделирование правильных действий пользователя по разрешению

ситуации. В имеющейся версии инструментального средства создания обучающих программ “Tutor” [3] поддерживаются и моделируются следующие события: клик мышкой, прокрутка колёсика мышки, нажатие клавиши клавиатуры. Однако, анализ ИУС показал, что существенным и часто используемым является перенос мышкой элементов.

Для расширения возможностей системы “Tutor” был предложен механизм моделирования процесса переноса и его реализация в обучающей системе. Суть механизма заключается в следующем: основываясь на свойствах обучаемых пользователей (класс массовых профессиональных пользователей), запоминается правильная траектория переноса (эталонная), а затем предлагается повторить ее с некоторыми допустимыми отклонениями.

Допустимые отклонения определяются задаваемым в редакторе параметром D . Данный параметр располагается в таблице параметров сценария, которая включает в себя: идентификатор сценария, заголовок, ширину и высоту изображения, максимальное отклонение (параметр D), временной коэффициент и состояние. Для определения области отклонения от предлагаемого движения переноса (рис.2) используются набор точек эталонной траектории и параметр D , показывающий максимально допустимое отклонение.

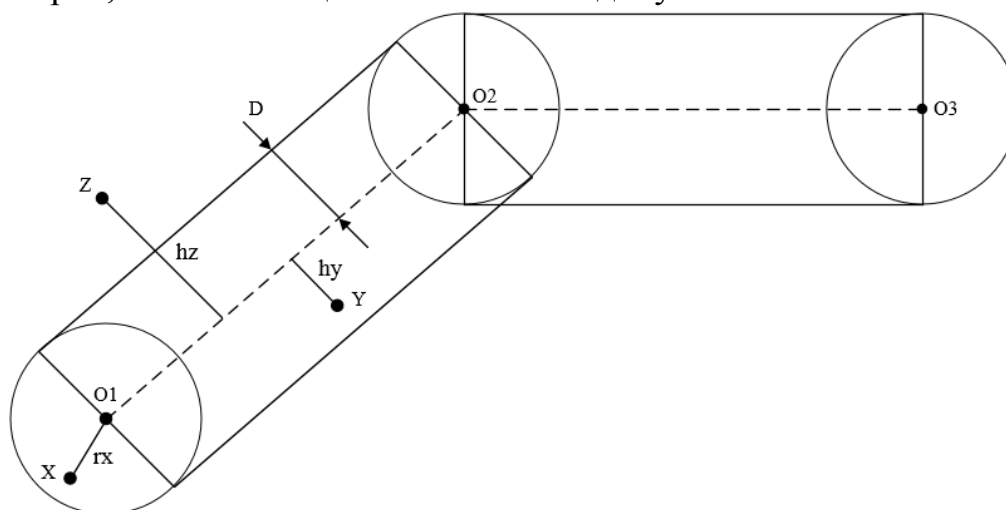


Рис. 2. Пример положения точек относительно эталонного переноса

Допустимыми являются следующие положения мыши:

- Если расстояние между точкой эталонной траектории и текущими координатами мыши меньше D (точка “X” на рис.2);
- Если расстояние между текущим положением мыши и прямой, соединяющей соседние точки эталонной траектории, меньше D (точка “Y” на рис.2).

Неправильные положения мыши – если расстояние между текущим положением мыши и прямой, соединяющей соседние точки эталонной траектории, больше D (например, точка “Z” на рис.2). Для запоминания траектории движения мыши на шаге сценария, было проведено расширение возможностей базы данных (табл. 1.a), путём включения понятия траектория в виде дополнительной динамической таблицы (табл. 1.b).

Таблица 1а. Параметры шага сценария

Раздел
Номер шага
Триггер
Изображение
Текст задания
Текст подсказки
Озвучка задания
Озвучка подсказки
Информационный элемент

Таблица 1б. Параметры снимков траектории

Раздел
Номер шага
Индекс снимка
Изображение

В процессе запоминания шага переноса в захватчике, эталонные точки запоминаются при смещении мыши больше 32-ух пикселей. Параметры каждой точки запоминаются в дополнительной динамической таблице (табл. 1.б) и содержат: номер шага, в котором осуществляется перенос, индекс снимка (фактически номер эталонной точки) и изображение экрана ИУС. Запоминание траектории используется в редакторе для её визуализации и для того, чтобы методист мог подобрать параметр D. В проигрывателе, для помощи обучаемому, при повторении ошибки визуализируется эталонная траектория.

Заключение

Было установлено, что процесс моделирования операции выделения ничем не отличается от переноса. Класс, построенный для операции переноса, можно использовать и для решения задачи выделения.

Таким образом, был расширен класс ИУС, для которого, с помощью технологии опережающего обучения, можно строить обучающие программы. В обучающую программу добавлено моделирование двух новых элементов: перенос и выделение.

Список литературы

1. Григорьев В.К. Опережающее обучение МПП, как способ повышения эффективности внедрения ИУС. Дистанционное и виртуальное обучение. 2011. № 4. С. 47-55 (4).
2. Григорьев В.К. Технология опережающего обучения массовых профессиональных пользователей распределенных информационных систем. Информатизация образования и науки. 2012. № 16. С. 183-195.
3. Григорьев В.К. Обобщенный интерфейс системы для обучения массовых профессиональных пользователей. Открытое образование. 2010. № 1. С. 11-18.

РАЗРАБОТКА МАШИНЫ ОЧИСТКИ ПОГРУЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ УЗЛА НАНЕСЕНИЯ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ В ЛИНИИ АНГЦ-4 В ПДС ПАО «НЛМК»

Куланин В.В.

магистр кафедры «Металлургическое оборудование»,
Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

Бочаров А.В.

доцент кафедры «Металлургическое оборудование», канд. тех. наук, доцент,
Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

В статье рассматривается устройство и принцип работы погружного оборудования узла нанесения цинкового покрытия в линии АНГЦ-4 В ПДС ПАО «НЛМК», предлагается несколько методов удаления слоя цинка с деталей и определяются наиболее эффективный, после чего предлагается использовать для этого специальную машину.

Ключевые слова: погружное оборудование, цинк, удаление, ролик, очистка.

Для защиты проката от коррозии и придания декоративных свойств на поверхность полосы могут наноситься цинковое и лакокрасочное (полимерное) покрытие. Нанесение цинкового покрытия на холоднокатаный прокат производится в линиях агрегатов непрерывного горячего цинкования. Участки нанесения цинкового покрытия аналогичны для всех агрегатов и состоят из: ванны, приводных стабилизирующих и обводных роликов, аппарата азотного обдува для формирования покрытия заданной толщины, участка охлаждения полосы.

Цинк наносится на полосу в индукционной ванне, где он находится в жидком состоянии. Погружное роликовое оборудование ванны цинкования предназначено для погружения полосы в расплав ванны цинкования, изменения направления движения полосы в ванне цинкования на вертикальное и обеспечения стабильности прохождения полосы относительно вертикальной оси на выходе из ванны цинкования.

Комплект погружного оборудования состоит из одного погружного и двух стабилизирующих роликов. Погружной ролик, а также стабилизирующие ролики, закрепляются на траверсе с помощью керамических подшипников и втулок из сплава «Стеллит», расположенных в прижимных рычагах. Узел оборудуется устройством регулирования положения консольной опоры погружного ролика в горизонтальном направлении. Это позволяет должным образом отцентрировать положение ролика по отношению к вертикальной осевой линии, когда оно изменяется в результате износа (рисунок).

Блок погружного ролика и заднего стабилизирующего ролика представляет собой комбинированное устройство, используемое для обеспечения ввода полосы в ванну цинкования и вывода полосы из ванны, и работающее совместно с узлом переднего стабилизирующего ролика для стабилизации положения полосы относительно сопел газовых ножей. Погружная часть узла

выполнена из стойких к воздействию коррозии материалов для обеспечения износостойкости материала. Погружной ролик служит для изменения направления движения полосы на вертикальное на выходе из цинковальной ванны. Рабочая поверхность ролика бочкообразная с двухзаходными спиральными канавками. Ролики выполнены из коррозионно-стойкой конструкционной криогенной стали марки AISI 316L, устойчивой к термическим и механическим воздействиям возникающими в ходе эксплуатации. Погружной ролик полый, максимальный диаметр 610 мм, минимальный 575 мм, длина бочки 1900 мм. При работе из-за поверхностной диффузии и напекания расплавленного цинка он со временем выходит из строя из-за увеличения диаметра за счет цинка. Поэтому существует необходимость очистки ролика от цинка с периодичностью в 21 сутки.

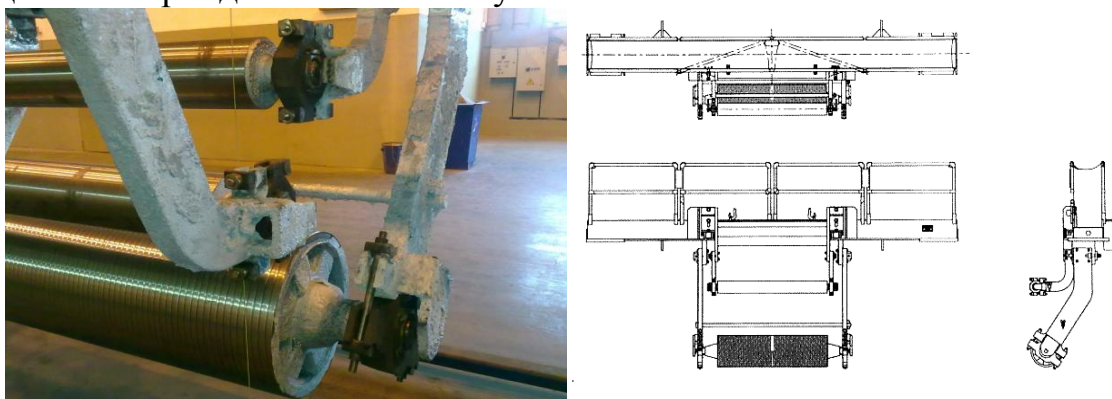


Рис. Комплект погружного оборудования

Существует несколько методов удаления слоя цинка с деталей.

1. Удаление небольшого слоя хрома специальными средствами. Они используются для удаления определенного слоя с металлических и неметаллических деталей, что не практично для решения существующей проблемы.

2. Удаление хромирования специализированной техникой – метод восстановления который сейчас используется. Спиральная канавка на ролике зашлаковывается смесью цинка и алюминия и ролик отправляется на перешлифовку. В результате данного процесса удаляется налипший слой, но восстановление геометрии двухзаходной спиральной канавки после этого требует дополнительной обработки. Это дорогостоящий и длительный процесс и его осуществление возможно только в условиях участка цеха ремонта прокатного оборудования квалифицированными работниками.

3. Удаление химическими растворами. Данные методы самые действенные из доступных для удаления цинкового сплава. Могут полностью удалить толстый слой цинкового сплава, даже если произошла поверхностная диффузия. Цинк активнее большинства металлов (железа, меди и т. д.), поэтому снятие его не представляет особых затруднений. Цинковое покрытие со стали и магния удаляют в цианистых растворах. Наибольшее распространение получили 20%-ный раствор NaOH, 10%-ный раствор H₂SO₄ и 10%-ный раствор нитрата аммония. Обычно в таких растворах скорость удаления цинка достигает 100 мкм/ч при комнатной температуре. Скорость можно увеличить в несколько раз если использовать специальное ультразвуковое оборудование.

Для очистки погружного узла возможно использовать специальную машину очистки с ультразвуковым очистителем и щеточно моечным оборудованием. Такую моечную машину возможно смонтировать вблизи агрегата непосредственно в цехе. После очистки ролики не потребуют дополнительную механическую обработку. В результате реализации этой технологии восстановления получится существенно снизить эксплуатационные и ремонтные затраты на обслуживание погружных и стабилизирующих роликов оборудования ванн цинкования.

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОХРАНЯЕМЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КАЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Лобанова Т.В.

научный руководитель НИЦ «Геомеханика», д-р техн. наук,
Сибирский государственный индустриальный университет,
Россия, г. Новокузнецк

Обобщены горно-геологические и геодинамические условия отработки Южной зоны участка «Центральные штоки» Казского месторождения. Приведены результаты расчетов и оценок геомеханических параметров массива горных пород и земной поверхности при полной отработке запасов. Разработаны рекомендации по безопасной эксплуатации охраняемых объектов на земной поверхности.

Ключевые слова: охраняемые объекты, слепые рудные тела, устойчивость обнажений, математическое моделирование, ожидаемые сдвигения и деформации, рекомендации.

Казское месторождение железной руды открыто в 1930 г. и входит в состав Тельбесской группы железорудных месторождений Горной Шории, располагаясь на её восточном фланге в 120 км к югу от г. Новокузнецка.

Месторождение отнесено к 3 группе сложности, в которую включены участки и зоны с крупными, мелкими и средними по размерам линзовидными залежами с резко изменяющимися мощностью и качеством руд. Рудные залежи имеют сложную и разнообразную форму и весьма сложное внутреннее строение. Рудные тела неправильной формы, удлиненной по простиранию и падению, с многочисленными ответвлениями, разделенными вмещающими породами на ряд параллельных рудных линз, которые по простиранию и падению то сливаются вместе, образуя рудные узлы, то вновь разъединяются. Внутри рудных тел часто включены различные по форме и мощности гнезда и линзы вмещающих пород.

Месторождение разрабатывается подземным способом с 1961 г. и состоит из нескольких участков рудных тел. Участки, образующие верхний структурный этаж, отработаны. В настоящее время отрабатываются слепые рудные тела Северной и Южной зон участка «Центральные штоки», образующего нижний структурный этаж, со средней глубиной отработки 600-750 м. Шахтное поле вскрыто четырьмя вертикальными стволами и этажными

квершлагами. Высота этажа составляет 70 м. Для отработки запасов приняты системы этажного принудительного обрушения и этажно-камерная.

Отработка слепых рудных тел участка «Центральные штоки» Казского месторождения осуществляется в основном в условиях локализации процессов сдвижения горных пород в массиве. Однако, в 2001 г. над очистной выемкой блоков № 1, 2 в этаже (+50) – (+145) м Северной зоны произошло локальное обрушение пород свода с выходом на земную поверхность. Размер зоны обрушения составил: в плане 90 × 70 м, по высоте – с гор. -20 м до поверхности (+530 м). При обследовании зоны обрушения и рассмотрении геолого-маркшейдерской документации по этому участку выявлена локальная зона выветривания на глубину до 100 м от поверхности, сложенная крупно-обломочными выветрелыми диоритами. Согласно выводам комиссии по расследованию причин обрушения, разрушение пород свода над блоками № 1, 2, очистная выемка запасов которых была завершена в 1984 г., вызвано наличием этой зоны. За период 2001-2015 гг. размеры зоны обрушения на поверхности увеличились незначительно и обусловлены влиянием процессов выветривания пород в бортах воронки.

При отработке запасов руды Южной зоны до гор. -300 м (лицензионная граница согласно лицензии на пользование недрами) в зону опасных сдвижений под рекомендуемыми [3] углами сдвижения попадают ручей «Восточный Каз» и одноэтажные деревянные дома. Эти объекты подлежат охране от вредного влияния горных работ. Актуальность оценки опасного влияния горных разработок Южной зоны обусловлена также решением вопросов обеспечения безопасности горных работ при выемке слепых рудных тел в лицензионных границах.

Особенности отработки Казского месторождения, в том числе и Южной зоны участка «Центральные штоки», определяются горно-геологическими и геодинамическими условиями. Массив горных пород Южной зоны представлен в основном породами кремнисто-вулканогенной толщи, в которой преобладают порфириты разнообразного состава и их переходные разности, микрокварциты. Карбонатная толща прослеживается по поверхности и представлена преимущественно мраморами доломитовыми и кальцитовыми. Верхнепротерозойско-нижнекембрийский габбро-сиенитовый комплекс располагается в северной части Южной зоны и образует довольно крупный субвулканический массив, вытянутый в широтном направлении.

Породы кристаллического фундамента практически повсеместно перекрыты рыхлыми образованиями, среди которых выделяются мезокайнозойские отложения карстовых полостей и покровные четвертичные отложения (современный отдел). Рыхлые отложения практически не оказывают отрицательного воздействия на отработку участка «Центральные штоки». Карст развит только с поверхности до глубины 140-200 м и отделяется от горных выработок толщей прочных пород, мощностью 250-450 м. Четвертичные отложения представлены суглинками и аллювиальными осадками. Мощность покровных отложений достигает 50 м, аллювиальных – 3-5 м.

Руды и вмещающие породы Южной зоны рассечены дайковыми телами, представленными диабазами и диоритовыми порфиритами, которые характеризуются высокой крепостью. Породы месторождения являются высокомодульными (модуль упругости составляет $(5,5-10,0) \times 10^4$ МПа), отличаются высокой крепостью (коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Прото-дьяконова изменяется от 9,9 до 19,9) и прочностью (предел прочности на одноосное сжатие достигает 278,2 МПа). Породы и руды месторождения обладают высокой устойчивостью, о чем свидетельствует высокий выход керна разведочных скважин, составляющий в рудной зоне в среднем 90 % и по вмещающим породам 87 %.

Казское месторождение, как и другие месторождения Горной Шории, расположено в регионе, характеризуемом повышенной сейсмической активностью. Структурно-тектоническая обстановка в районе отрабатываемых железорудных месторождений, характеризуемая направленностью геологических разломов и действующих тектонических усилий, определяется геодинамическими процессами, происходящими в Алтае-Саянской складчатой области.

Месторождение расположено в зоне повышенного геодинамического риска, которая характеризует наиболее вероятное положение областей развития опасных сейсмических и геодинамических процессов. Геодинамическая опасность Казского месторождения обусловлена сочленением разломов Темиртаусского и Безымянного № 4, выделенных по данным геодинамического районирования Кемеровской области [1].

На основе геодинамического районирования Казского месторождения (ВостНИГРИ, к.г.-м.н. А.И. Веселов) на Южной зоне участка «Центральные штоки» выделен Южный взброс, который расположен в южной части рудного поля и отделяет Центральный блок от Южного. Нарушение имеет северо-восточное ($60-65^\circ$) простирание, длину по простиранию 1300 м, крутое ($80-85^\circ$) падение и сдвиговый характер. Амплитуда смещения пород по нарушению составляет 250-260 м. Мощность нарушения 2-5 м, ширина зоны влияния составляет 45-48 м. В зоне влияния данного нарушения расположены охраняемые объекты на земной поверхности Южной зоны.

Отработка слепых рудных тел Южной зоны осуществляется с 2004 г. Запасы верхнего этажа (-90) – (-20) м полностью отработаны. В настоящее время отрабатываются запасы руды на горизонтах -160 и -230 м. Протяженность отработки по простиранию Южной зоны достигла 670 м. Глубина залегания выработанного пространства и рудных тел изменяется от 544 до 738 м. При полной отработке запасов до гор. -300 м общая проекция выработанного пространства по всем рудным телам с учетом породных целиков между ними достигнет 517 м при глубине залегания 628 м.

Участок «Центральные штоки» по инженерно-геологическим условиям отнесен к группе простых до глубины 600 м. К настоящему времени глубина ведения горно-капитальных работ достигла 750 м (гор. -300 м), подготовительных и очистных – 680 м (гор. -230 м). Согласно приложению 2 [4] для Казского месторождения критическая глубина по условию удароопасности составляет 600 м, которая превышена. Однако по интенсивности и характеру

проявления динамических явлений на достигнутых глубинах, а также по данным локального прогноза удароопасности, оснований для возможного отнесения месторождения к опасным по горным ударам нет. Казское месторождение отнесено к склонным к горным ударам [2].

Достигнутые и проектируемые параметры выработанного пространства в сочетании с горно-геологическими и геодинамическими условиями определяют особенности развития геомеханических процессов Южной зоны участка «Центральные штоки» и их влияние на эксплуатацию охраняемых объектов на земной поверхности.

Для оценки влияния горных разработок на земную поверхность и расположенные на ней охраняемые объекты выполнены расчеты устойчивости фактических и проектируемых обнажений и математическое моделирование процессов разрушения вмещающих пород вокруг выработанного пространства.

Расчет устойчивости налегающей толщи и боковых пород при отработке слепых рудных тел Южной зоны до гор. -300 м, выполненный в разрезах по характерным разведочным линиям по методу эквивалентных пролетов, по критическим деформациям и по критическому напряжению [3] с учетом конкретных горно-геологических условий, показывает устойчивое состояние налегающей толщи и боковых пород. Высокие показатели выхода керна, изменяющиеся от 86,2 до 87,1 %, обуславливают устойчивое состояние обнажений при полной отработке запасов участка с коэффициентом запаса прочности 4,5-5,0 и коэффициентом запаса устойчивости 3,0-3,75.

Расчет (выполнен д.т.н. В.М. Серяковым (ИГД СО РАН)) напряженно-деформированного состояния и процесса разрушения массива горных пород в окрестности выработанного пространства в сечении разреза по разведочной линии 22, где ожидаются максимальные объемы выработанного пространства при отработке Южной зоны до гор. -300 м, со значениями пределов прочности горных пород на растяжение, полученными при лабораторных испытаниях сплошных образцов, показал, что вмещающая толща над выработанным пространством сохраняет устойчивое состояние.

Уменьшение же значений пределов прочности горных пород на растяжение в реальном массиве может привести к существенному изменению характера деформирования и разрушения массива в окрестности выработанного пространства. Для установления особенностей геомеханического состояния массива при отработке Южной зоны был проведен ряд расчетов с различными значениями пределов прочности горных пород на растяжение.

Установлено, что в случае уменьшения пределов прочности горных пород на растяжение в два раза в подработанном массиве происходит существенный рост размеров области разрушенных пород. Высота области разрушения достигает 60 м, но остальная часть налегающей толщи сохраняет свою сплошность. Мощность не разрушенных пород над выработанным пространством можно оценить в 500 м, что позволяет сделать вывод об отсутствии вредное влияние горных разработок на земную поверхность.

Кроме области разрушения непосредственно над выработанным пространством, в подработанной толще формируются еще две зоны растягива-

ющих напряжений: они располагаются в дайках диоритовых порфиритов и распространяются на высоту, составляющую около половины мощности налегающей толщи. Разрушение пород в районе расположения крутопадающих даек диоритовых порфиритов можно рассматривать как явление, предшествующее процессу деформирования подработанных пород над выработанным пространством.

На основе оценки устойчивости вмещающих пород и результатов математического моделирования геомеханических процессов в горном массиве Южной зоны определено проектное положение границы вредного влияния горных разработок на земной поверхности, представленной границей зоны опасных сдвижений. Угловые параметры сдвижения для Казского месторождения рекомендованы [3] для развития процессов обрушения земной поверхности и не отвечают условиям устойчивого её состояния, но могут быть использованы для оценки влияния горных разработок на охраняемые объекты.

В потенциально опасную зону влияния горных разработок при полной отработке запасов Южной зоны попадают ручей «Восточный Каз» и одноэтажные деревянные дома (всего 16 домов).

Исходя из характеристики охраняемых объектов, все охраняемые объекты являются объектами III категории охраны, параметры безопасной эксплуатации которых определяются развитием фактических границ зон трещин, определяемых на земной поверхности по появлению трещин и результатам исследований процессов деформирования горного массива.

Для оценки сдвижений и деформаций в налегающей толще над образованным выработанным пространством на основе решения плоских задач теории упругости о распределении смещений и напряжений вокруг выработки для условий отработки слепых рудных тел (к.т.н. Г.Л. Линдин) в разрезе вкрест простираения рудной зоны (рисунок) выполнен расчет ожидаемых параметров.

Максимальные величины оседаний, ожидаемые при полной отработке запасов Южной зоны, составляют: в точке максимального оседания – 134 мм, в районе Южного взброса – 62-72 мм, в районе ручья – 35-39 мм, в районе домов – 23-62 мм. Горизонтальные сдвижения не превышают 10 мм. Максимальные деформации наклонов земной поверхности, полученные в районе тектонической зоны даже с учетом их возможного увеличения в 3 раза, не превышают 3 мм/м.

Ожидаемые сдвижения и деформации на земной поверхности Южной зоны существенно меньше критериев возможного образования трещин и не опасны для охраняемых объектов.

На основе применения комплекса различных методов: расчетов устойчивости обнажений слепых рудных тел, разрушения горных пород, ожидаемого развития зон опасного влияния горных разработок, предрасчета ожидаемых величин сдвижений и деформаций установлена возможность безопасной эксплуатации охраняемых объектов на земной поверхности Южной зоны участка «Центральные штоки».

Опасное проявление процессов сдвижения локализуется в массиве горных пород на значительной глубине от земной поверхности (рисунок). Ожидаемая граница зоны опасных сдвижений с критическими деформациями растяжения 2 мм/м и наклона 4 мм/м расположена на глубине 204 м, а ожидаемая граница зоны трещин – на глубине 374 м от земной поверхности.

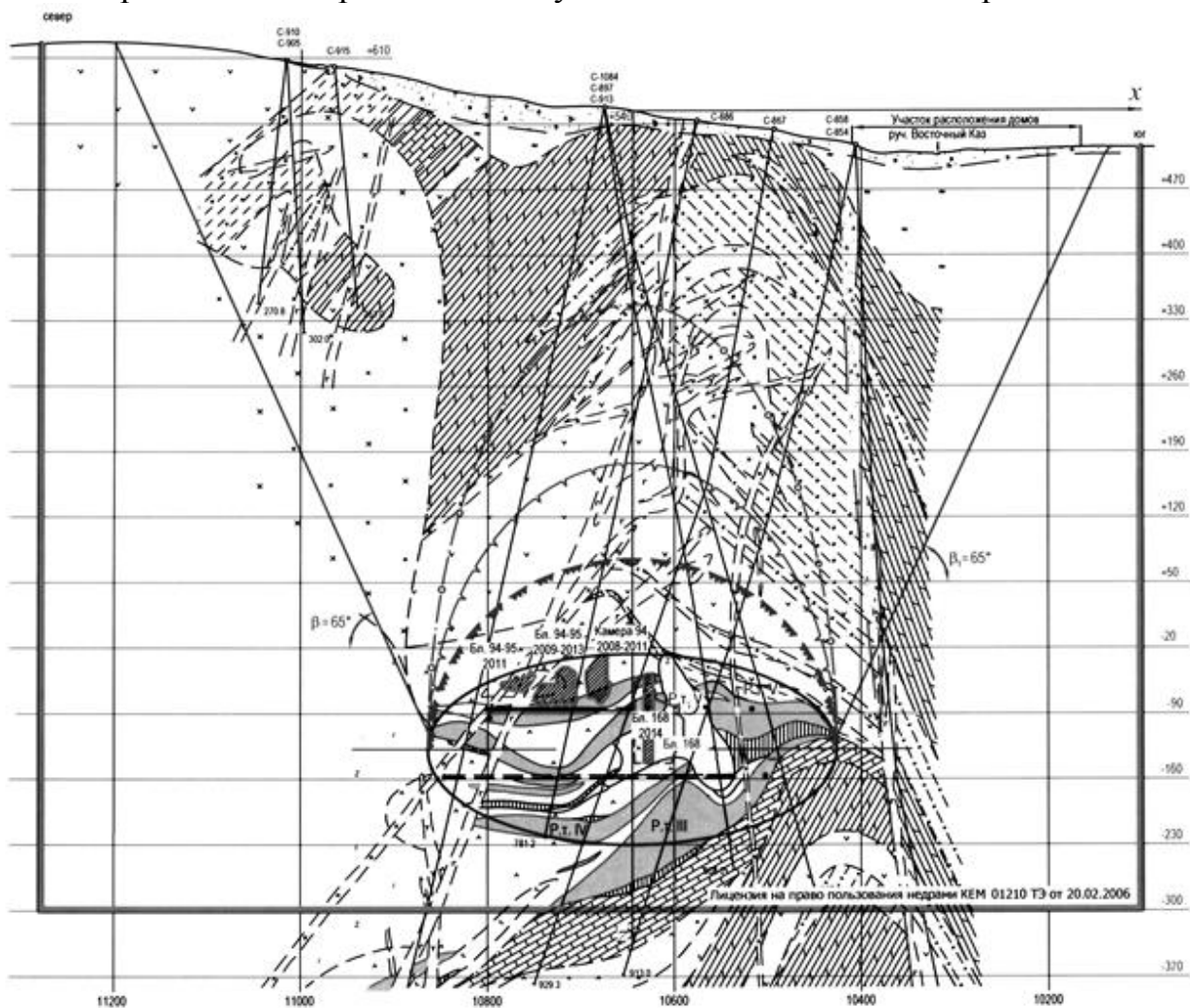


Рис. Ожидаемые границы опасного влияния горных разработок в разрезе по разведочной линии

Для оценки фактического влияния горных разработок участка и для обеспечения безопасной эксплуатации охраняемых объектов на земной поверхности рекомендовано:

- разработать меры охраны одноэтажных деревянных домов и ручья «Восточный Каз»;
- организовать инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности участка в районах расположения охраняемых объектов;
- произвести оценку сейсмического влияния массовых взрывов на земную поверхность и охраняемые объекты с целью определения мощности взрывов, допустимой для безопасной эксплуатации одноэтажных деревянных домов;
- в паспортах на проведение массовых взрывов предусмотреть оповещение жильцов домов о дате и времени планируемого взрыва, а также вывод жильцов из домов на период проведения взрыва;

- заключить со специализированной научной организацией договор на исследование процессов сдвижения земной поверхности Южной зоны участка «Центральные штоки» в районах расположения охраняемых объектов;

- при планировании развития горных работ на следующий год выполнять (ежегодно) поверочные расчеты устойчивости фактических и проектируемых обнажений Южной зоны;

- организовать гидрогеологические наблюдения за расходом воды ручья «Восточный Каз» в характерные фазы водного режима – половодье, межень, паводок.

В соответствии с этими рекомендациям ОАО «Евразруда» для Казской шахты заключен договор с ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» на исследование процессов сдвижения земной поверхности Южной зоны участка «Центральные штоки» в районах расположения охраняемых объектов. Согласно договору запроектирована и заложена наблюдательная станция, по которой в 2015 г. выполнено 3 наблюдения. Влияния очистных работ на сдвижение земной поверхности не установлено.

Список литературы

1. Геодинамическое районирование Южного Кузбасса / Т.И. Лазаревич [и др.]. Кемерово: НИИ горной геомеханики и маркшейдерского дела – межотраслевой научный центр ВНИМИ. Кемеровское Представительство, 2006. 184 с.

2. Указания по безопасному ведению горных работ на месторождениях Горной Шории, склонных и опасных по горным ударам / ИГД СО РАН ; сост.: А.А. Еременко, В.А. Еременко, В.К. Клишко, Т.И. Лазаревич, Т.В. Лобанова [и др.] : введ. в действие взамен Указаний 2001 г. Новосибирск-Новокузнецк, 2015. 73 с.

3. Указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на железорудных месторождениях ОАО «Евразруда» / ВостНИГРИ ; сост.: В.А. Квочин, Т.В. Лобанова [и др.]: согл. Управлениями по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Кемеровской обл. 09.10.2006 и по Республике Хакасия РФ 16.11.2006. Новокузнецк, 2006. 95 с.

4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Положение по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам». Серия 06. Выпуск 7 : утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 декабря 2013 г. № 576; зарегистр. Минюстом России 4 апреля 2014 г., регистрационный № 31822; введ. в действие с 03.09.2014. М.: ЗАО «НТЦ исследований проблем промышленной безопасности», 2014. 80 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ-ПРИМАНОК

Мали В.А.

доцент кафедры «Информационная безопасность систем и технологий», канд. техн. наук, Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

Аксенов А.А., Алексеев Д.С., Тихомиров П.А.

студенты кафедры «Информационная безопасность систем и технологий», Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

В последние годы в организациях уделяют большое внимание политике безопасности информационной системы. Одним из эффективных методов защиты автоматизированных систем, а также обнаружения и анализа деятельности злоумышленника являются системы-

приманки. Цель данного исследования – классификация систем-приманок, которая позволит выбрать и использовать именно ту систему-приманку, которая необходима для конкретной автоматизированной системы, и как следствие усилить её общую безопасность.

Ключевые слова: система-приманка, трафик, сервер, информация, нарушитель, уязвимость, атака.

Система-приманка (Honeypot) – ресурс, представляющий собой приманку для злоумышленников. Задача Honeypot – подвергнуться атаке или несанкционированному исследованию, что впоследствии позволит изучить стратегию злоумышленника и определить перечень средств, с помощью которых могут быть нанесены удары по реально существующим объектам безопасности [1].

Ценность приманки зависит от того, какую информацию можно получить с ее помощью. Мониторинг данных, поступающих на приманку и покидающих ее, позволяет собрать сведения, которые нельзя добыть с помощью IDS [2]. В свою очередь системы обнаружения вторжений (IDS) занимаются анализом использования вверенных им ресурсов и, в случае обнаружения каких-либо подозрительных или просто нетипичных событий, способны предпринимать некоторые самостоятельные действия по обнаружению, идентификации и устранению их причин [3].

Классификация систем-приманок.

1. По назначению системы-приманки подразделяют на производственные и исследовательские.

Производственные системы-приманки применяются для защиты ресурсов отдельных компьютеров и компьютерных сетей, в том числе снижения риска их компрометации. Как правило, данные системы легче реализовать, так как они обладают меньшей функциональностью, чем исследовательские.

Исследовательские системы-приманки применяются для изучения действий нарушителей, используемых ими стратегий и средств с целью построения более эффективных механизмов защиты. Системы данного типа характеризуются гораздо более высоким уровнем взаимодействия с нарушителем, чем производственные. Они более сложны и используют не эмулируемые, а реальные ОС и приложения. Это позволяет получать больше информации о нарушителях.

2. По уровню взаимодействия с нарушителем, т.е. по тому, какие возможности предоставляет система-приманка атакующему по реализации атак, системы-приманки подразделяют на с низким уровнем взаимодействия, со средним уровнем взаимодействия и с высоким уровнем взаимодействия [4].

Чем большую свободу имеет атакующий, тем больше информации можно собрать о его действиях, и тем больше объем работ по установке и поддержке системы, а также выше риск ее компрометации.

3. По типу реализации системы-приманки подразделяют на реальные и виртуальные [5].

Реальная система т.е. созданная на выделенном сервере приманка работает с производственным программным обеспечением (например, Windows Server 2003/2008, Microsoft Internet Information Service) на выделенном аппаратном оборудовании внутри существующей сети. Она выглядит и ведет себя

как настоящий производственный ресурс, и если данные на ней обновляются по аналогии с реальной сетью, то с достаточно большой вероятностью злоумышленник не сможет обнаружить что это ловушка.

Виртуальные системы-приманки, т.е. программно-эмулируемые, – представляют собой не программно-аппаратный комплекс, а среду эмуляции, программное обеспечение которой ограничивает возможности взломщика в соответствии с настройками. Как правило, при таком подходе потенциальный ущерб для производственных ресурсов существенно уменьшается или исключается полностью.

4. По размещению системы-приманки подразделяют на размещенные в локальной сети и в демилитаризованной зоне [1].

Система-приманка может быть установлена внутри локальной сети (после firewall) – то есть на компьютерах локальной сети и серверах. Если не производится удаленное администрирование сети, то следует перенаправлять весь входящий ssh-трафик на honeypot. Принимая сетевой трафик, система-ловушка должна протоколировать все события, причем на низком уровне.

Размещение на общедоступных серверах сети или в сетях DMZ дает представление об атаках на незащищенные сетевые службы, такие как: почтовые сервисы, SMB, ftp-серверы и т.д.

5. По типу использования системы-приманки подразделяют на открытые и коммерческие.

Открытые системы-приманки – это Honeypots, которые распространяются бесплатно, безвозмездно. А коммерческие системы-приманки, наоборот распространяются за деньги, т.е. продаются.

Краткое пояснение некоторых реализаций открытых систем-приманок [6].

Back Officer Friendly (в дальнейшем, BOF) – один из простейших Honeypot, первая версия которого была разработана в 1998 году Marcus Ranum. BOF может быть запущен как на UNIX, так и на Windows платформах.

BOF не осуществляет детальную имитацию сервисов. Как только происходит соединение, BOF выводит сообщение о недоступности сервиса и через небольшой таймаут производит разрыв соединения. Цель BOF – мониторинг событий и сохранение протокола взаимодействия.

Honeyd – разработан и поддерживается автором NuelsProvos. Впервые выпущенный в апреле 2002 года, Honeyd является OpenSourceHoneypot для Unix платформ. Honeyd был разработан как производственный Honeypot, используемый для обнаружения атак или несанкционированной активности. Honeyd обнаруживает активность на всех TCP-портах; имитируемые сервисы спроектированы только для введения злоумышленника в заблуждение и сбора его активности.

Краткое пояснение некоторых реализаций коммерческих систем-приманок.

Specter – коммерческое средство Honeypot, созданное и поддерживаемое компанией NetSec. Программа устанавливается в систему и имитирует набор сервисов, с которыми злоумышленник может взаимодействовать. Злоумышленник ограничен функциональностью, предоставляемой Specter.

HoneyPot KFSensor – разработан компанией KeyFocus. KFSensor спроектирован для использования на Windows-системах и содержит некоторые инновационные и уникальные возможности, такие как:

- удаленное администрирование;
- совместимость с системой обнаружения вторжений Snort;
- эмуляция сетевых Windows-протоколов.

ManTrap – коммерческое средство HoneyPot сильного взаимодействия, созданное компанией RecourseTechnologies. RecourseTechnologies создала логически контролируемое окружение (“ловушку”), из которого невозможно выйти атакующему для нападения на реальную систему. ManTrap создает “ловушки”, которые являются зеркалами, копирующими непосредственно операционную систему. Каждая “ловушка” – полноценно функциональная операционная система, которая имеет все те же возможности, что и настоящая система.

Разработанная классификация позволяет осуществлять выбор системы-приманки в соответствии с требованиями политики безопасности информационной системы организации. Это позволит обеспечить наиболее полную защиту реализованной информационной системы.

Список литературы

1. Википедия. HoneyPot. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/HoneyPot>.
2. Провос Н., Торстен Х. Как для повышения безопасности использовать приманки URL: <http://www.pcweek.ru/numbers/detail.php?ID=115072>.
3. Мали В.А., Аксенов А.А., Алексеев Д.С., Тихомиров П.А. Классификация систем обнаружения вторжений. URL: http://issledo.ru/wp-content/uploads/2016/02/Sb_k-1-1.pdf.
4. Котенко И. В., Степашкин М. В. Обманные системы для защиты информационных ресурсов в компьютерных сетях. URL: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:IvOr2ITdHg4J:proceedings.spiiras.nw.ru/ojs/index.php/sp/article/download/1163/1027+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru>.
5. Пескова О.Ю., Шериева В.М. Использование обманных систем для защиты локальной сети организации от внешних угроз. URL: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:E_7bWYchFNQJ:ojs.ifmo.ru/index.php/IMS/article/download/205/201+&cd=2&hl=ru&ct=clnk&gl=ru.
6. Тарасенко А. Технология HoneyPot. Часть 3: Обзор существующих HoneyPot. URL: <http://www.securitylab.ru/contest/283103.php>.

ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ РЕГРЕССИИ С ПРЕДОБУЧЕНИЕМ И НЕЛИНЕЙНЫМИ ЛОКАЛЬНЫМИ МОДЕЛЯМИ

Мельников Т.А., Мельников Г.А.

Новосибирский государственный технический университет,
Россия, г. Новосибирск

Сташевский П.С.

доцент кафедры вычислительной техники, к.т.н.,
Новосибирский государственный технический университет,
Россия, г. Новосибирск

Деревья регрессии являются одним из инструментов регрессионного анализа. Они позволяют осуществить разделение входного пространства на сегменты с последующим

построением для каждого из них собственной модели и представить кусочно-заданную функцию регрессии в интуитивно понятной и наглядной форме. В этой статье мы представляем алгоритм построения деревьев моделей на основе моделирования клонового отбора иммунных клеток и его модификацию с использованием предобучения и нелинейных локальных моделей. Алгоритм сравнивается как с жадными алгоритмами, так и с эвристическими алгоритмами глобального поиска. Результаты экспериментов показывают, что предложенный алгоритм превосходит аналоги по среднеквадратичной адекватности идентификации и приводит к менее сложным моделям.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, машинное обучение, деревья моделей, нелинейная регрессия, предобучение.

Введение

Рост количества и многообразия доступных данных порождает необходимость в эффективных, робастных и гибких методах их анализа с целью извлечения полезной информации из данных и использования её при принятии решений. К тому же зачастую изучаемые объекты имеют сложную неоднородную структуру и поэтому не могут быть адекватно описаны простой моделью, построенной по всему диапазону данных.

Одним из подходов, позволяющем найти многофункциональную модель является построение дерева регрессии, т.е. рекурсивное разделение объясняющих переменных и данных на сегменты. Узлы дерева содержат правила разделения пространства объясняющих переменных, а дуги – правило перехода по ним, в листьях находятся локальные регрессионные модели.

В анализе данных деревья регрессии могут быть использованы для решения следующих задач:

- 1) описание данных: описание данных в компактной форме;
- 2) кластеризация: объединение объектов в группы (кластеры) на основе схожести признаков для объектов одной группы и их отличий между группами;
- 3) регрессия: определение характера и формы зависимости между исследуемыми переменными (включая прогнозирование).

Многообразие решаемых задач не единственная привлекательная сторона деревьев регрессии. Они:

- практически не требуют никаких априорных знаний и\или допущений об исходных данных;
- обладают высоким уровнем автоматизации;
- способны работать с различными типами шкал, как с метрическими, так и с неметрическими;
- способны обрабатывать пропуски;
- интуитивно понятны и просты в интерпретации;
- прозрачны для анализа.

Целью данной работы является изложение сути модификации нового метода построения деревьев регрессии на базе иммунных алгоритмов.

Предлагаемый алгоритм

Алгоритм выглядит следующим образом:

1. Инициализация. Начальная популяция из N деревьев генерируется случайным образом. Рассчитывается значение целевой функции для каждого дерева. Процесс обучения. Выполняются шаги 3.1 – 3.5. Отбор. Отбирается S наилучших деревьев.

3.2. Репродукция. Создаются клоны ДР по правилу «чем лучше каждое дерево, тем больше клонов такого дерева создается». В разработанном алгоритме упорядоченная выборка отобранных деревьев делится на 3 части, для деревьев первой части делается 3 клона, для второй – 2, а для третьей – 1.

3.3. Осуществление мутаций. Для каждого дерева произвести мутации по инверсивно-пропорциональному правилу: чем лучше дерево, тем меньше уровень мутации. Все упорядоченное по значению целевой функции множество клонов делится на три части, к лучшей части применяется только 1 случайная мутация, ко второй – 2, к третьей – 3.

3.4. Создание новой популяции. Из популяции убирается M худших деревьев и добавляется до N случайно сгенерированных деревьев.

3.5. Проверка критерия останова алгоритма. В качестве критерия останова в алгоритме используется достижение заданного числа итераций без изменения лучшего решения.

4. Завершение работы, отбор и оформление результата решения.

В качестве целевой функции в алгоритме используется расширенный байесовский информационный критерий из [1]. В нем осуществляется минимизация статистики:

$$EBIC = n \cdot \ln \frac{SSE}{n} + J \cdot (\ln n + \ln p), \quad (1)$$

где SSE – сумма квадратов остатков модели на обучающих данных; J – количество настраиваемых параметров модели; n – количество примеров в обучающей выборке; p – величина, характеризующая сложность пространства моделей (в нашем случае она равна произведению размера дерева на количество объясняющих переменных). В выражении (1) первое слагаемое – это максимальное значение логарифмической функции правдоподобия модели, а второе слагаемое представляет собой штраф за сложность модели. Данный критерий учитывает не только точность дерева, но и оценивает его сложность, благодаря чему алгоритм не должен переобучаться.

Виды мутаций используемые в алгоритмы:

1. Превращение листа в узел. Выбранный случайный лист заменяется на случайное дерево.

2. Превращение узла в лист. Узел превращается в лист, строится линейная регрессия от многих переменных для этого листа.

3. Обмен правилами между узлами. Выбираются два случайных узла, которые меняются правилами разделения данных.

4. Изменение переменной, выбранной для разделения в узле. Выбирается случайная объясняющая переменная, со случайной точкой разделения.

5. Изменение точки деления при той же объясняющей переменной в узле. Объясняющая переменная остается той же, но случайным образом выбирается новая точка деления.

6. Удаление переменной из локальной регрессионной модели.

Модификация алгоритма

В модификации выполнены следующие изменения по сравнению с оригинальным алгоритмом:

1. Перед началом работы алгоритма данные кластеризуются и для каждого кластера строится локальная модель, таким образом формируется банк моделей. Затем в процессе построения деревьев регрессии локальные модели будут выбираться из сформированного банка моделей.

2. В качестве локальных моделей используется нелинейная регрессия по включаемым в нее объясняющим переменным, в конечном итоге нелинейная регрессия выглядит как полином 3-й степени.

Такой подход позволяет защититься от переобучения, поскольку кластеризация берет во внимание данные и находит закономерности в данных на основе их сходства, в то время как иммунный алгоритм перебирает варианты и выбирает лучшее дерево, что может привести к некоторой подгонки под данные. А нелинейная регрессия должна улучшить адекватность деревьев.

Эксперименты и результаты

Алгоритм был протестирован на 6 наборах данных из UC Irvine Machine Learning Repository [2] и KEEL-dataset repository [3]. Для алгоритма CSMT, описанного в начале, были выбраны следующие параметры: $N = 120$, $S = 50$, $M = 60$, количество узлов в деревьях начальной популяции варьировалось от 5 до 25. При тестировании модификации (CSMT_M) были выбраны следующие параметры: $N = 120$, $S = 50$, $M = 60$, количество узлов в деревьях начальной популяции варьировалось от 5 до 25, количество кластеризаций – 50, в них случайным образом определялось количество кластеров от 2 до 10. Для оценки выбраны два показателя – корень из среднего квадрата ошибки (RMSE) и размер деревьев регрессии. Все результаты получены с помощью 10-слойной перекрестной проверки и усреднены по 20 запускам. Результаты приведены в таблице.

По точности разработанные алгоритмы превосходят другие алгоритмы на всех наборах данных, за исключением набора Stock, на 1% – 34%. Если сравнивать разработанные алгоритмы друг с другом, то видно, что на четырех наборах модификация уступает по точности на 1% – 10%, скорее всего это связано с тем, что по размеру дерева получаются меньше чем у оригинального алгоритма.

Если говорить о сложности моделей, то размер деревьев у оригинального алгоритма клонового отбора обычно меньше, чем у остальных алгоритмов. Можно отметить, что на больших наборах данных, таких как Ailerons, конкуренты строят сравнительно большие модели, анализ которых достаточно труден.

Сравнение производительности алгоритмов построения деревьев регрессии			
Набор данных	Алгоритм	RMSE	Size
Abalone	M5	2.24	34.9
	RETTIS	2.16	18.4
	GMT	2.24	6.7
	AntMT	2.14	10.8
	CSMT	2.16	4.0
	CSMT_M	2.12	3.02
Ailerons	M5	0.000192	126.1
	RETTIS	0.000186	38.6
	GMT	0.000200	24
	AntMT	0.000164	17.2
	CSMT	0.000163	4.84
	CSMT_M	0.000169	3.16
Auto-mpg	M5	3.34	11.0
	RETTIS	3.18	12.8
	GMT	3.23	4.7
	AntMT	3.06	11.4
	CSMT	2.64	7.36
	CSMT_M	2.65	3.5
CPU	M5	74.2	7.6
	RETTIS	57.08	7.1
	GMT	63.4	6.1
	AntMT	52.14	5.5
	CSMT	48.95	4.38
	CSMT_M	53.91	2.62
Housing	M5	4.35	23.8
	RETTIS	4.31	10.2
	GMT	4.21	6.6
	AntMT	3.91	12.1
	CSMT	4.23	5.96
	CSMT_M	3.63	3.3
Stock	M5	1.08	65.2
	RETTIS	1.03	32.2
	GMT	1.22	18
	AntMT	1.02	22.4
	CSMT	1.17	8.3
	CSMT_M	1.23	4.52

В то время как разработанный алгоритм составляет модели на этом же наборе данных, в среднем из 4.84 узлов, что на 12 – 121 узел меньше. Так же стоит обратить внимание на то что модификация алгоритма строит модели с еще меньшим количеством узлов, обычно модели меньше в 1.3 – 2 раза, чем у оригинального алгоритма. Такое упрощение стало возможным благодаря предобучению и использованию нелинейных локальных моделей.

Заключение

В данной работе представлены два алгоритма построения деревьев регрессии на основе клонового отбора иммунных клеток. Эксперименты показывают, что алгоритм CSMT строит простые модели, которые не уступают по

адекватности идентификации эвристическим алгоритмам глобального поиска (AntMT, GMT) и превосходят модели, построенные жадными алгоритмами. А представленная модификация этого алгоритма, строит еще более простые деревья, которые в некоторых случаях дают неплохое преимущество по точности даже перед алгоритмом-оригиналом, что показывает нам перспективность предобучения и нелинейных локальных моделей.

В качестве дальнейших направлений исследований можно выделить следующие:

- исследование и разработка различных компонент иммунных алгоритмов для решения задачи построения деревьев регрессии;
- введение внутренних регрессионных узлов для выделения общих факторов, одинаково влияющих на несколько сегментов.

Список литературы

1. Chen J. Extended Bayesian information criteria for model selection with large model spaces / J. Chen, Z. Chen // *Biometrika*. – 2008. – P. 759-771.
2. Frank, A. Asuncion “UCI Machine Learning Repository [http://archive.ics.uci.edu/ml]”, Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science, 2010.
3. J. Alcalá-Fdez, A. Fernandez, J. Luengo, J. Derrac, S. García, L. Sánchez, F. Herrera “KEEL Data-Mining Software Tool: Data Set Repository, Integration of Algorithms and Experimental Analysis Framework”, *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, 2011, №17, pp. 255-287.

ПОСТРОЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ СЕТКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЛОКАЦИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

Мельников Ф.А.

Новосибирский государственный технический университет,
Россия, г. Новосибирск

Мониторинг ГРП позволяет оптимизировать мероприятия по повышению нефтеотдачи месторождений на поздних стадиях эксплуатации. В статье обосновано использование наземного микросейсмического мониторинга ГРП и предложен алгоритм построения виртуальной сетки локации, который исключает возможность неоднозначной привязки источника сейсмических возмущений к узлу сетки. Алгоритм призван обеспечить наибольшую точность определения координат источников сейсмических возмущений, сохранив при этом приемлемую разрешающую способность сейсмической антенны.

Ключевые слова: гидроразрыв пласта, сейсмический сигнал, микросейсмический мониторинг, локация.

Введение

Метод гидравлического разрыва пласта играет значительную роль в современной нефтегазодобывающей индустрии. Раньше бурильщики взрывали в скважине небольшие заряды взрывчатки, чтобы увеличить приток добыва-

емого флюида. Начиная же с 1940-х годов американские нефтегазовые компании начали применять для этих целей подаваемый в скважину под большим давлением поток воды. Только в США с 1940-х годов более миллиона скважин подверглись гидравлическому разрыву пласта. После проведения ГРП приток добываемого флюида резко увеличивается. Метод позволяет восстановить полноценную добычу на тех скважинах, где добыча традиционными методами уже невозможна или малорентабельна.

ГРП осуществляется по следующей схеме. В скважине, путем закачки больших объемов воды, нагнетается давление, под действием которого происходит разрыв продуктивного пласта по направлениям минимальных напряжений горного давления. В результате в объеме продуктивного пласта образуется так называемая зона трещиноватости. Расклинивающий агент, который подается в трещины вместе с водой удерживает трещины от схлопывания после остановки нагнетания избыточного давления. Таким образом закрепленные трещины образуют каналы для поступления добываемого флюида.

Неконтролируемое распространение трещин может привести к негативным последствиям, таким как обводнение скважины, что ведет к значительным убыткам. Для того чтобы снизить риск возникновения подобных ситуаций, специалистам по проведению ГРП необходима актуальная информация о форме, размерах и направлении распространения образующихся трещин.

Краткий обзор методов мониторинга ГРП

Такие методы анализа свойств скважины, как исследование кривой восстановления давления, анализ данных добычи в переходных режимах, моделирование добычи позволяют оценить параметры, очень важные для исследования условий коллектора и их влияния на эффективность ГРП. Но, во-первых, чтобы получить достоверную и надежную информацию о продуктивности необходимы данные добычи за достаточно продолжительный период времени после ГРП. Во-вторых, хотя подобные методы позволяют получить надежную оценку параметров конкретного пласта и свойств проницаемости трещин ГРП, невозможно с их помощью восстановить картину распространения зоны трещиноватости и построить ее трехмерную модель.

Проверенные технические решения, такие как термометрия, исследование методом радиоактивных изотопов, наклономер и др., позволяют определить геометрию трещин ГРП. Но, к сожалению, все они обладают существенными недостатками. К примеру, термометрия позволяет получить данные о породах в пределах нескольких десятков сантиметров от ствола скважины, но эти данные позволяют лишь до некоторой степени оценивать высоту искусственных трещин. Метод радиоактивных изотопов также дает информацию о высоте трещин только для области, находящейся в непосредственной близости от стенок скважины. Исследование с применением скважинных и наземных наклономеров – это более современная технология, позволяющая получить ценные данные относительно азимута искусственных трещин и их асимметрии. Тем не менее указанные методы не дают полного представления о таких параметрах трещин, как высота, длина, ширина и асимметрия.

Микросейсмический мониторинг [1] позволяет получать сведения о развитии (во времени) и геометрии (длина, ширина, высота) искусственных трещин (пространственные параметры). Такой мониторинг позволяет также получить ценнейшую геологическую информацию по стимулируемому пласту (данные о напряженно деформированном состоянии в целом и в отдельных зонах, структуры, геометрия осадочных комплексов, влияние геологических тел и пр.).

Разрыв породы сопровождается микроземлетрясениями – кратковременными микросейсмическими колебаниями частиц породы. Сейсмическая антенна [3], состоящая из набора сейсмоприемников, регистрирующих сейсмические волны, осуществляет сбор необходимых данных, характеризующих эти волны. На основании этих данных, помимо прочего, осуществляется локация точечных источников сейсмических сигналов, что позволяет восстановить картину распространения зоны трещиноватости и построить ее трехмерную модель.

Обычно антенна располагается в другой скважине, находящейся на расстоянии от 500 до 2500 м от исследуемой [2]. Сейсмоприемники располагаются в скважине группами на разных глубинах с целью редукации шума и улучшения выделения высокочастотных сигналов.

Положение источника сейсмических возмущений определяется по временам вступления продольных и поперечных волн. Чтобы эффективно осуществлять мониторинг необходимо предварительно произвести настройку антенны, задав определенную пространственную ориентацию сейсмоприемников. Настройка проводится с помощью мониторинга взрывов при перфорации скважины.

Среди недостатков такого мониторинга можно отметить следующие.

1. Вступления продольной и поперечной волн при обработке сейсмических данных трудно привязать к одному сейсмическому событию. Необходимо обеспечить точность фиксации времен первых вступлений и оценку движения частиц в скважине.

2. Существенные затраты, связанные с калибровкой, ориентацией и цементированием сейсмоприемников в скважинах.

3. В скважинах, занятых под сейсмостанции добыча приостанавливается, что влечет за собой простой скважин и риски, связанные с их потерей.

Наземный микросейсмический мониторинг

В этом свете гораздо более заманчивым кажется альтернативный, менее затратный метод наземного мониторинга ГРП. Такой мониторинг осуществляется с поверхности Земли нерегулярной системой сейсмоприемников.

Распространение трещин при ГРП сопровождается быстро затухающими колебаниями на границах трещин, которые в свою очередь сопровождаются излучением сейсмических волн, которые возможно регистрировать на поверхности Земли.

Итак, в период проведения ГРП регистрируется множество сейсмических событий (микросейсмических), гипоцентры которых можно отождествлять с пространственными и временными координатами подвижек по-

роды в исследуемом пласте. Это значит, что по ним можно определить форму, оценить размеры и ориентацию трещин, а также проследить за динамикой их распространения.

В процессе микросейсмического мониторинга происходит сканирование сейсмической антенной узлов, предварительно наложенной на исследуемое пространство виртуальной сетки локации.

Количество узлов сетки локации составляет несколько миллионов. В случае, если есть основания полагать, что в окрестности узла сетки произошло сейсмическое событие, узел отождествляется с точечным источником сейсмических колебаний.

Однако, естественные шумы, искусственные помехи, а также погрешности измерения координат датчиков антенны и времен вступления сейсмического сигнала делают проблематичной однозначную привязку точечного источника сейсмического сигнала к узлу сетки локации.

Для того, чтобы решить эту проблему, и тем самым минимизировать погрешность измерения положения и геометрических размеров трещины продуктивного пласта, при этом обеспечив максимально возможную разрешающую способность антенны, необходимо определить корректный шаг дискретизации пространства продуктивного пласта по трем координатам.

Перед нами стоит задача выяснить для текущей конфигурации антенны, на каком минимальном расстоянии друг от друга по трем координатам должны отстоять узлы виртуальной сетки локации, чтобы на основании данных, аккумуляруемых антенной однозначно привязать точечный источник сейсмических волн к одному единственному узлу координатной сетки локации.

Алгоритм

Имеется конфигурация N датчиков, местоположение каждого из которых определяется 3-мя координатами (x_j, y_j, z_j) , $j=1 \dots N$. Исследуется объем, который, содержит трещину продуктивного пласта.

Для каждого узла сетки

1. вычисляются расстояния до каждого из датчиков антенны

$$R_{0j} = \sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2 + (z_0 - z_j)^2}, j=1 \dots N;$$

2. вокруг узла строится клетка, имеющая форму прямоугольного параллелепипеда, высотой $2H$, шириной и длиной $2A$. H и A – шаги дискретизации соответственно по высоте и латералям.

3. для каждого узла клетки вычисляются расстояния до датчиков

$R_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2}$, $i=1 \dots M$, $j=1 \dots N$, M – количество дискрет в клетке.

4. если какой-либо узел клетки удовлетворяет системе неравенств $R_{0j} - e \leq R_{ij} \leq R_{0j} + e$, $j=1 \dots N$, e – заданная погрешность то клетка признается неудовлетворительной и ее размеры увеличиваются, до тех пор пока все ее узлы не будут удовлетворять системе приведенных неравенств.

Алгоритм позволяет построить сетку локации, так чтобы сигнал, исходящий из исследуемой области, мог быть однозначно привязан к одному из

узлов сетки. Также алгоритм позволяет выработать рекомендации относительно количества сейсмоприемников и их наилучшего расположения, относительно исследуемой области.

Выбранный нами метод требует большого количества вычислений. То, что метод подразумевает исполнение одной и той же процедуры для множества точек, окружающих предполагаемый источник сейсмического сигнала, заставило нас задуматься о средствах распараллеливания, которые позволят применять одну и ту же процедуру к множеству однотипных данных.

Для достижения приемлемого быстродействия было принято решение использовать параллельную обработку при помощи технологии Cuda на графическом процессоре. В результате удалось достичь ускорения порядка 76 раз.

Результаты

Был поставлен эксперимент, целью которого было выявить зависимость размеров «клетки» от удаленности исследуемых узлов от антенны. Эксперимент был проведен для 3-х различных конфигураций антенны, состоящих из 48 датчиков, расставленных:

1) двумя перпендикулярными прямыми, сходящимися в точке с условными координатами (0, 0, 0), на которых равномерно размещались 24 сейсмоприемника;

2) крестом с центром в центре зоны локации и с линиями, параллельными ее сторонам, протяженностью по 1000 м, на которых равномерно размещались 24 сейсмоприемника;

3) квадратом со сторонами, совпадающими со сторонами зоны локации, на которых равномерно размещались 12 сейсмоприемников.

На рис. 1 и 2 изображены графики изменения размеров «клеток» виртуальных сеток локации в зависимости от удаления центра зоны локации до фокуса антенны. График для конфигурации антенны 1 обозначен непрерывной линией, для 2 – пунктирной линией, для 3 – штриховой линией.

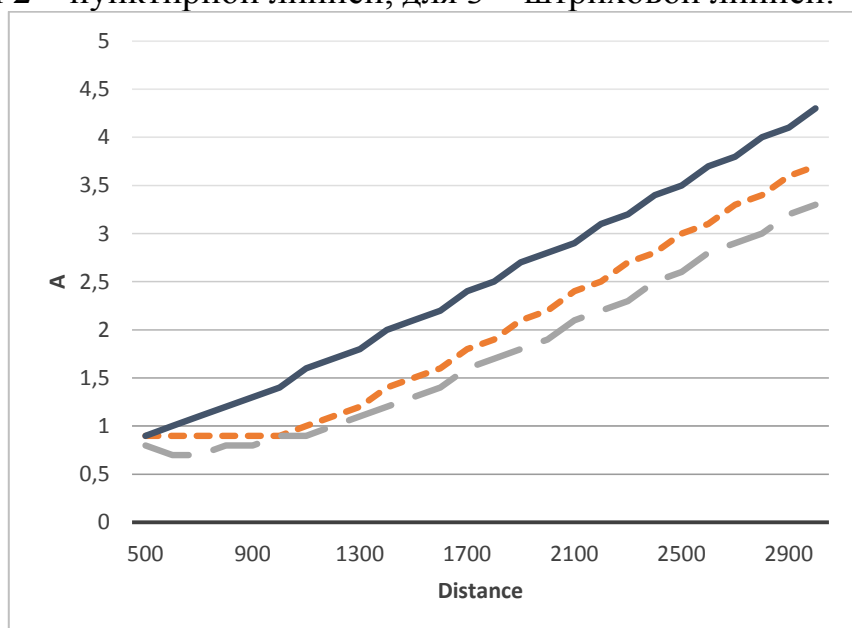


Рис. 1. Зависимость размеров сторон основания «клетки» (м) от удаления (м)

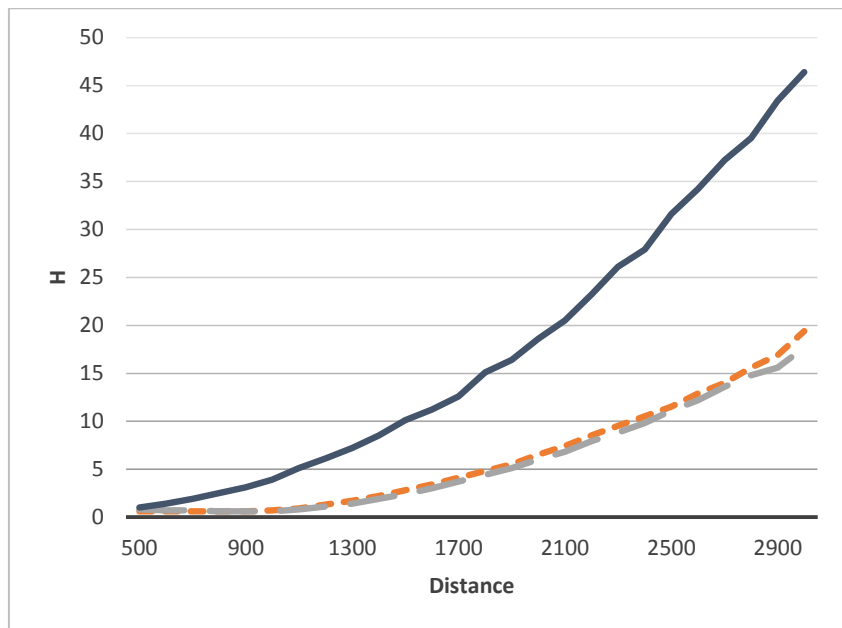


Рис. 2. Зависимость высоты «клетки» (м) от удаления (м)

Как следует из графиков, существует прямая зависимость размеров «клетки» от удаленности от антенны. Это значит, что по мере удаления от антенны, точность обнаружения сейсмического сигнала постепенно падает.

Что касается конфигураций антенны худшие результаты показала антенна, составленная двумя пересекающимися линиями датчиков. Остальные конфигурации показали примерно одинаковые результаты, с небольшим преимуществом квадратной.

Заключение

В рамках метода микросейсмического мониторинга предложен алгоритм построения сетки локации, исключая неоднозначность привязки обнаруженного сейсмического импульса к узлу сетки. Алгоритм позволяет минимизировать погрешность измерения положения и геометрических размеров трещины продуктивного пласта, при этом обеспечив максимально возможную разрешающую способность антенны.

Проведено сравнение нескольких конфигураций антенны по критерию величины шага сетки локации.

Список литературы

1. Ле-Кливе Дж., Ле-Бенне, Таннер К. В., Грант У. Д., Ле-Нютт, Валери Жошен, Андерхилл У., Дрю Дж. Микросейсмический мониторинг развития трещин ГРП для оптимизации мероприятий по повышению нефтеотдачи месторождений на поздних стадиях эксплуатации // Научно технический журнал Технологии ТЭК 2005 № 4. URL: http://www.slb.ru/userfiles/REW_TT_2005_4.pdf, (дата обращения: 22.04.2016).
2. Рабинович Е. В., Туркин А. С., Новаковский Ю. Л Наземная локация микросейсмических сигналов для мониторинга гидравлического разрыва пласта // Доклады ТУСУРа, № 1 (25), часть 1, июнь 2012. URL: <http://www.tusur.ru/filearchive/reports-magazine/2012-25-1/104.pdf>, (дата обращения: 25.04.2016).
3. Rabinovich E.V., Turkin A.S., Fokin G.O. The resolution power of hydraulic fracturing monitoring seismic antenna // in Proc. 12th Conf. on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering APEIE-2014. Novosibirsk. 2014. Vol. 7. pp. 381 – 385.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОЛОНОЧНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Новиков В.Ф.

профессор кафедры «Энергообеспечение предприятий и энергоресурсосберегающих технологий», д-р хим. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», Россия, г. Казань

Снигирева Ю.В.

заведующая лабораторией кафедры «Энергообеспечение предприятий и энергоресурсосберегающих технологий», магистр «Теплоэнергетика и теплотехника», ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», Россия, г. Казань

Хабабутдинов Д.А., Ялалов И.Ф.

студенты группы ТТ-6-14,
ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»,
Россия, г. Казань

В статье рассматриваются полярность растворителей используемых в колоночной жидкостной хроматографии по отношению к природному сорбенту, полученному из цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашановского месторождения. Определены времена удерживания различных по физико-химической природе растворителей.

Ключевые слова: растворители, адсорбент, сорбция, полярность, сорбционная ёмкость, время удерживания, хроматографическая колонка.

Как известно, хроматографию как новый метод разделения сложных смесей открыл русский ученый ботаник М.С. Цвет в 1903 году при защите в Казанском государственном университете магистерской диссертации «Физико-химическое строение хлорофильного зерна», в ходе экспериментальных исследований состава листьев растений и механизма поглощения ими солнечной энергии [1-2]. Результаты своих исследований об открытии нового метода разделения сложных смесей Михаил Семёнович доложил на заседании общества естествоиспытателей 14 марта 1903 года, которые впоследствии были опубликованы в научно-технической литературе [3-6].

В последнее время хроматографические методы разделения интенсивно развиваются. Это связано с тем, что огромное число «степеней свободы», присуще хроматографическому методу, делает его перспективным для анализа самых различных объектов.

Классический вариант жидкостной колоночной хроматографии, предложенной М.С. Цветом заключается в том, что через стеклянную колонку, заполненную соответствующим сорбентом, сверху подается растворитель вместе с анализируемой пробой, которая разделяется на компоненты по мере продвижения по длине сорбционного слоя. Наряду с определенными достоинствами этот метод имеет и определенные недостатки, заключающиеся в

больших объемах подаваемого растворителя, сложности детектирования и окончания процесса разделения.

Определенный интерес представляет способ оценки сорбционной емкости адсорбентов и физико-химических свойств растворителей путем проведения процесса хроматографического разделения подачи растворителя снизу колонки за счет естественных капиллярных сил. Это позволяет достаточно точно определить удерживание растворителя и анализируемых веществ, кроме того четко определить конечное время окончания процесса разделения, чему и посвящена настоящая работа.

Для выполнения экспериментальной работы была сконструирована лабораторная установка, представляющая собой виалу, в которую вставлены стеклянные трубочки различного диаметра, заполненные сорбентом. В виалу помещается растворитель, который за счет капиллярных сил сорбента поднимается вверх. Через каждые 10 миллиметров фиксируется время подъема растворителя и по разности веса хроматографической колонки до и после поглощения рассчитывается сорбционная емкость адсорбента по отношению к различным по физико-химической природе растворителям, свойства которых приведены в таблице.

Таблица

Физико-химические свойства растворителей [7-8]

№ п/п	Растворитель	Формула	Температура кипения $T_{\text{кип}}$, °C	Плотность d_4^{20} , г/см ³	Показатель преломления n_d^{20}	Диэлектрическая постоянная ϵ_{20}	Вязкость мПа, при $t=20$ °C,	Молярная масса, г/моль	Дипольный момент, D, при $t=20$ °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ацетон	C_3H_6O	56,0	0,79	1,36	21,4	0,32	58,08	2,70
2.	Диэтиламин	$C_4H_{11}N$	55,5	0,71	1,39	3,80	0,38	73,14	1,20
3.	Хлороформ	$CHCl_3$	61,2	1,49	1,45	4,81	0,57	119,38	1,15
4.	Н. Гексан	C_6H_{14}	68,0	0,66	1,42	1,90	0,32	86,18	0,05
5.	Углерод четыреххлористый	CCl_4	76,7	1,59	1,46	2,24	0,99	153,82	0
6.	Этилацетат	$C_4H_8O_2$	77,1	0,90	1,37	6,00	0,45	88,11	2,48
7.	Этанол	C_2H_6O	78,4	0,81	1,36	25,80	1,20	46,08	1,68
8.	Бензол	C_6H_6	80,1	0,88	1,50	2,23	0,65	78,11	0
9.	Метилэтилкетон	C_4H_8O	79,6	0,80	1,38	19,00	0,30	72,11	2,84
10.	Изо.Пропанол	C_3H_8O	82,6	0,78	1,38	18,00	1,38	60,1	1,78
11.	Дихлорэтан	$C_2H_4Cl_2$	83,6	1,26	1,44	10,40 (25°C)	0,84	98,97	1,75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12.	Трихлорэтилен	C_2HCl_3	87,2	1,46	1,48	3,40	0,36	131,4	0,85
13.	Изо.Октан	C_8H_{18}	99,0	0,69	1,39	1,94	0,30	114,2 3	0
14.	Вода	H_2O	100, 0	1,00	1,33	81,00	1,00	18,01	1,70
15.	Изо.Бутанол	$C_4H_{10}O$	108, 0	0,80	1,40	18,50	3,95	74,12	1,79
16.	Толуол	C_7H_8	110, 6	0,87	1,50	2,30	0,58	92,14	0,06
17.	Этилендиамин	$C_2H_8N_2$	116, 6	0,90	1,46	14,20 (18°C)	1,70	60,10	1,89
18.	Н. Бутанол	$C_4H_{10}O$	117, 4	0,81	1,39	7,80	33,80	74,12	1,62
19.	Уксусная кислота	$C_2H_4O_2$	118, 0	1,05	1,37	6,42	1,21	60,05	1,74
20.	Н. Бутилацетат	$C_6H_{12}O_2$	126, 0	0,88	1,49	5,10	0,68	116,1 6	1,85
21.	Изо.Аминол	$C_5H_{12}O$	132, 0	0,81	1,41	14,70	3,69	88,15	1,82
22.	2-Этоксиэтанол	$C_4H_{10}O_2$	135, 6	0,93	1,41	-	-	90,04	
23.	Пара-Ксилол	C_8H_{10}	138, 3	0,86	1,50	2,37	0,64	106,1 6	0,60
24.	Мета-Ксилол	C_8H_{10}	139, 1	0,86	1,50	2,47	0,61	106,1 6	0,37
25.	Орто-Ксилол	C_8H_{10}	144, 0	0,88	1,50	2,60	0,81	106,1 6	0,52
26.	Фурфуроловый спирт	$C_5H_6O_2$	170, 0	1,13	1,48	90,00	4,62	98,10	1,92
27.	Бензил хлористый	C_7H_7Cl	179, 0	1,15	1,54	6,40	-	126,5 8	1,87
28.	Диметилсульфоксид	C_2H_6OS	189, 0	1,15	1,48	45,00 (25°C)	2,47	78,13	3,90
29.	Этиленгликоль	$C_2H_6O_2$	197, 3	1,11	1,35	34,50	19,90	62,07	2,28
30.	Додекан	$C_{12}H_{26}$	216, 2	0,75	1,42	2,00	1,38	170,3 3	0

Как видно из таблицы, все исследуемые растворители характеризуются самыми различными значениями физико-химических характеристик. При этом наиболее низкая температура кипения характеризуется для ацетона и диэтиламина, а высокая – для этиленгликоля и додекана. При этом все предельные углеводороды характеризуются нулевым значением дипольных моментов. Наиболее существенный разброс при оценке полярных свойств растворителей наблюдается для диэлектрической проницаемости

(от 1,90 для Н. Гексана до 90,0 для фурфуролового спирта) и вязкости (от 0,30 для Изо.Октана до 33,80 для Н. Бутанола).

Известно, что с увеличением полярности растворителя повышается степень диссоциации и теплота сольватации. При этом по мере роста полярности растворителя его молекулы начинают конкурировать за реакционный центр поверхности адсорбента. Кроме того увеличение полярности растворителя приводит к усилению поляризации молекул, имеющих полярные функциональные группы. В то же время взаимодействие растворителя с поверхностью адсорбента может привести к разрыву молекулярных связей, что способствует понижению свободной энергии адсорбции.

Определена зависимость времени удерживания ацетона и хлороформа, имеющих близкие температуры кипения, от длины сорбционного слоя. В качестве адсорбента использовали пористый природный материал, приготовленный на основе цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашановского месторождения [9]. При этом хлороформ имеет более высокие времена удерживания, чем ацетон, несмотря на то, что он имеет меньший дипольный момент (1,20 D), чем ацетон (2,70 D).

Поэтому предварительную оценку растворителей, используемых в качестве элюэтов для жидкостной хроматографии, необходимо проводить по полярности и сорбционным характеристикам, по простоте индивидуального состава, нетоксичности, отсутствию примесей загрязняющих веществ и др. Кроме того, после проведения процесса хроматографического разделения, растворитель должен испариться, то есть иметь низкую температуру кипения. Отдельные компоненты растворителя не должны слишком сильно различаться по полярности и не образовывать отдельных фронтов разделения.

Выводы

Таким образом, полярность растворителей, используемых в жидкостной колоночной хроматографии играет определённую роль в сорбционных процессах, которую следует учитывать при разработке конкретных методик анализа сложных смесей.

Список литературы

1. Цвет М.С. Труды Варшавского общества естествоиспытателей. Отделение биологии. 1903. Т. 14. С. 1.
2. Цвет М.С. «Физико-химическое исследование хлорофильного зерна». Экспериментальное и теоретическое исследование // Труды Казанского общества естествоиспытателей. Казань, 1901. Т. 35, вып. 3. С. 268.
3. Москвин Л.Н., Горшков А.И., Гумеров М.Ф. В книге «Хроматография на благо России» / Под ред. А.А. Курчатова. М.: Граница. 2007. С. 215.
4. Сенченкова Е.М., М.С. Цвет – создатель хроматографии. М.: «Янус-К», 1997. 434 с.
5. Яшин Я.И. 90-летие истории хроматографии (1903-1993) // Журнал аналитической химии. 1994. Т.49, №10. С. 1047-1058.
6. Яшин Я.И., Яшин Е.Я., Яшин А.Я. Газовая хроматография. М.: Издательство «Транс-Лит», 2009. 528 с.
7. Осипов О.А., Минкин В.И., Гарновский А.Д. «Справочник по дипольным моментам» Изд. 3-е., переработ. и доп. М.: «Высшая школа», 1971.

8. Лурье А.А. Хроматографические Материалы. Справочник. М.: Изд-во «Химия», 1978. 440 с.

9. Новиков В.Ф., Каратаев О.Р., Карташова А.А., Каратаева Е.С., Танеева А.В. Способ получения адсорбента // Патент на изобретение № 2566141, опубл. 20.10.2015. Бюлл. №29.

ИНТЕНСИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ КЛЕЕВ, ПОДВЕРГНУТЫХ СОВМЕСТНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Попов В.М.

профессор кафедры электротехники, теплотехники и гидравлики, докт. техн. наук, профессор, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Россия, г. Воронеж

Латынин А.В.

аспирант кафедры электротехники, теплотехники и гидравлики, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Россия, г. Воронеж

Григорьев Д.С.

студент, Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

Предлагается технологический прием создания клеевых соединений повышенной прочности путем совместного воздействия на полимерные клеи постоянным магнитным полем и ультразвуком. За счет упорядочения структуры полимерного компонента клея под воздействием комбинированного физического поля значительно снижаются внутренние напряжения в клеевых швах соединений, что приводит к повышению их прочности.

Ключевые слова: клеевые соединения, прочность, магнитное поле, ультразвук.

За последние три десятилетия как в мировой, так и в отечественной практике широкое применение при создании неразъемных соединений находят полимерные клеи [1-3]. Особенно перспективными показали себя в этом плане клеевые соединения в таких наукоемких отраслях техники, как авиация, космонавтика, энергетика, судостроение.

Как свидетельствует практика эксплуатации конструкций с соединениями на клеях основным критерием их качества является прочность [4]. Для повышения этого показателя постоянно разрабатываются новые марки клеев, совершенствуются технологии склеивания. Однако эти мероприятия нельзя назвать перспективными и тем более прорывными. Более перспективными представляются технологические приемы, сопровождаемые структурными преобразованиями полимерной составляющей клеев, позволяющих осуществлять направленное изменение свойств полимерных клеев. Принимая во внимание последние

исследования по воздействию магнитных и электрических полей на полимеры [5], можно ожидать позитивных результатов по прочности соединений на клеях, подвергнутых обработке в физических полях.

Поскольку повышение прочностных характеристик полимерных материалов при воздействии на расплав полимера физическими полями объясняется упорядочением в расположении макромолекул и их кинетических фрагментов [6], то можно ожидать, что этот эффект будет еще более выражен при совместном воздействии нескольких физических полей. Здесь должно проявиться суммарное энергетическое воздействие физических полей.

Предлагается способ, в основу которого положено совместное воздействие на полимерный компонент клея постоянным магнитным полем (ПМП) и ультразвуком (УЗ). Для подтверждения высказанного положения использовалась установка, позволяющая создавать ПМП напряженностью H до $30 \cdot 10^4$ А·м⁻¹ с частотой колебаний УЗ до 22 кГц. Установка состоит из электромагнитного индуктора с подвижными башмаками. Ток силой 12 А подается на обмотку катушки электромагнита. Напряженность магнитного поля регулируется величиной подаваемого тока и расстоянием между полюсами электромагнита. Ультразвуковое воздействие осуществлялось с помощью ультразвукового излучателя в комплекте с генератором ИЛ10-0,63.

Рабочая ячейка в виде кюветы из фторопласта с исследуемым клеем или его полимерным компонентом помещалась между полюсами электромагнита. Специальное нагревательное устройство позволяет поддерживать в зоне рабочей ячейки заданную температуру, фиксируемую теплоизмерительным блоком. Обработку клеев проводили в течении 20 мин.

В качестве объектов исследований применялись эпоксидный клей К-153 (ТУ 6-05-1584-86) и эпоксиполиамидный клей ВК-9 (ТУ 1-595-14-842-2004), которые используются для склеивания металлов. Модифицированный в результате воздействия ПМП и УЗ клей наносился на поверхности образцов из стали марки 20, применяемые для испытаний предела прочности клеевого соединения при сдвиге. Отверждение клеевых швов осуществляли при температуре 40 °С в термошкафу в течение суток. Приготовленные таким способом образцы подвергались испытаниям на разрывной машине ИР-50-3. Особо следует отметить, что для большинства образцов разрыв осуществлялся непосредственно по клеевой прослойке, т.е. носил когезионный характер. Полученные в процессе испытаний данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты экспериментов по зависимости прочности клеевых соединений на основе модифицированных клеев от напряженности ПМП и частоты УЗ

Марка клея	Частота УЗ ν , кГц	Предел прочности клеевого соединения при сдвиге τ , МПа при напряженности ПМП $H \cdot 10^{-4}$, А·м ⁻¹					
		0	5	10	14	20	24
ВК-9	12	13,1	13,4	14,8	16,1	16,9	17,4
	22	14,3	15,6	16,2	17,3	17,9	18,4
К-153	0	7,1	8,2	8,9	9,8	10,0	10,5
	12	8,3	9,3	10,3	11,4	12,3	12,9
	22	9,4	10,1	11,4	12,5	13,4	13,8

Из приведенных в табл. 1 данных опытов видно, что для разных по природе клеев обработка последних в магнитном поле и ультразвуком приводит к значительному повышению прочности клеевого соединения. При этом совместное воздействие ПМП и УЗ дает больший эффект, чем обработка только одним ПМП.

Отмеченный эффект повышения прочности клеевых соединений на основе модифицированных клеев можно объяснить структурными изменениями в полимерной матрице клеев под энергетическим воздействием физических полей.

Ранее проведенными исследованиями [4] установлена жесткая связь прочности клеевых соединений и сформировавшимся в процессе отверждения клеевого шва внутренними напряжениями. Повышение внутренних напряжений в клеевом шве снижает прочность соединений. Закономерно возникает вопрос о совместном влиянии физических полей на процесс формирования внутренних напряжений. Для установления характера формирования внутренних напряжений в клеевых соединениях на основе модифицированных клеев проведены специальные исследования на запатентованной установке [7], позволяющей по методике, изложенной в работе [8], проследить кинетику формирования внутренних напряжений в процессе отверждения клеевого шва. Полученные в процессе испытаний данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования по формированию внутренних напряжений клеевых соединений для клеев, модифицированных воздействием ПМП и УЗ

Марка клея	Частота УЗ ν , кГц	Внутренние напряжения σ , МПа при напряженности ПМП $H \cdot 10^{-4}$, А·м ⁻¹					
		0	5	10	14	20	24
ВК-9	0	4,8	4,52	4,15	3,9	3,72	3,56
	15	4,1	3,82	3,62	3,32	3,05	2,85
	22	3,92	3,61	3,42	3,1	2,9	2,78
К-153	15	3,51	3,31	2,98	2,92	2,75	2,69
	22	3,36	3,12	2,81	2,7	2,62	2,55

Из табл. 2 следует, что воздействие на клеи ПМП и УЗ сопровождается снижением внутренних напряжений, что соответственно приводит к повышению прочности соединений. Особенно эффективным выглядит операция по комбинированному воздействию на клеи физическими полями.

Предлагаемый технологический прием получения клеевых соединений повышенной прочности представляет практический интерес и может быть реализован в условиях производства.

Список литературы

1. Кардашов Д. А, Петрова А.П. Полимерные клеи. М.: Химия, 1993. 256 с.
2. Кейгл Ч. Клеевые соединения. М.: Мир, 1971. 286 с.
3. Вильнав Ж. Ж. Клеевые соединения. М.: Техносфера, 2007. 384 с.
4. Фрейдин А. С. Прочность и долговечность клеевых соединений. М.: Химия, 1971. 272 с.

5. Воронежцев Ю. И., Гольдаде В. А., Пинчук Л. С., Снежков В. В. Электрические и магнитные поля в технологии полимерных композитов. Мн.: Наука и техника, 1990. 263 с.

6. Молчанов Ю. М., Кисис Э. Р., Родин Ю. П. Структурные изменения полимерных материалов в магнитном поле // Механика полимеров. 1973. № 4. С. 737-738.

7. Пат 2456586 РФ 601№27/22. Способ снижения внутренних напряжений / В. М. Попов, А. В. Иванов, А. П. Новиков, М. А. Шендриков, А. В. Латынин. Оpubл. 20.07.2012. Бюл. № 2. 5 с.

8. Попов В. М., Песков Н. Е., Лушникова Е. Н. Метод контроля качества композиционных материалов класса «препег» // Дефектоскопия. 1994 № 1. С. 50-51.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ HTML5 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА

Размологов Д.М., Панина А.С.

студенты 2 курса физико-математического факультета,
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический
университет имени В.М. Шукшина, Россия, г. Бийск

Захаров П.В.

доцент кафедры физики и информатики, канд. физ.-мат. наук,
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический
университет имени В.М. Шукшина, Россия, г. Бийск

В работе рассматриваются возможности языка разметки гипертекста HTML5 для создания макета электронного учебника. Приведен разработанный макет, а также часть таблицы стилей для дизайна макета.

Ключевые слова: электронный учебник, HTML5.

В настоящее время тема создания электронных учебников становится всё более востребованной. Оснащение образовательных учреждений компьютерной техникой и наличие персональных компьютеров с выходом в интернет дома у большинства учеников способствует тому, что электронные учебники становятся доступнее и лучше обычной печатной литературы по многим показателям. Во-первых, в материальном плане, так как покупка печатных книг намного дороже просмотра их же с помощью компьютерной техники. Во-вторых, ученику не нужно всё время носить с собой книги, достаточно лишь прийти в образовательное учреждение или домой и включить компьютер или другое устройство, позволяющее открыть электронный учебник. В-третьих, электронные книги адекватны уровню развития современных научных знаний.

Также развитие технологий предоставило новую, уникальную возможность проведения занятий – дистанционная форма обучения. Благодаря дистанционному образованию ученик может сам выбрать время и место для обучения, появляется возможность получить образование тем лицам, которые не могут традиционно обучаться в силу тех или иных причин. Дистанци-

онное обучение позволяет использовать различные современные информационные технологии, в том числе электронных учебников, которые могут объединить в себе как информационный материал в виде текста, рисунков, графиков, видео и т.д., так и практический материал с динамической проверкой: тесты, проверочные работы и т.д. Всё это наилучшим образом можно сделать в виде web-сайта, верстка которого будет выполнена с помощью современного языка гипертекстовой разметки HTML5 и каскадных таблиц стилей третьего поколения CSS3.

Язык гипертекстовой разметки HTML5 – это не продолжатель языка разметки гипертекста, а новая открытая платформа, предназначенная для создания веб-приложений, использующих аудио, видео, графику, анимацию и многое другое [1]. Те, кто перешел на HTML5 уже увидел одним из достоинств кода простоту создания, использование чистого кода. Пятое обновление лучше прежних версий языка HTML тем, что таблицы и блоки div были вычеркнуты навсегда. Теперь используются такие элементы как footer, aside, а также nav, article, header. Самым глобальным изменением, которые почувствуют даже пользователи далекие от программирования, стало воспроизведение flash анимации, видео, а также онлайн прослушивание музыки без дополнительных драйверов в самом окне интернет браузера. Передача данных на сервер также для удобства ввода была улучшена и оптимизирована. Теперь в HTML5 все ошибки в срочном порядке будут уведомлять пользователя, что облегчает работу с сайтом. Расширить границы удалось и в web дизайне: настолько богатый выбор оформления игр, собственных сайтов, что доказывает эффективность 5 версии. Как и говорилось выше теперь без дополнительного софта можно реализовать красивую анимацию или оригинальную игру на своем сайте с помощью нововведения canvas [2].

Все вышеперечисленные преимущества HTML5 позволяют с максимальным удобством создать макет электронной книги и наполнить её совершенно разным материалом: текст, картинки, анимации, видео, различные проверочные материалы. При грамотном использовании всех этих инструментов можно создать учебный материал, во много раз, превосходящий обычные книги и с которым будет очень интересно работать. И самое главное, что его можно открыть на любом устройстве, всего лишь зайдя в браузер.

В качестве примера рассмотрим электронный учебник по HTML5 для студентов, созданный по книге Хуана Диего Гоше «HTML5 для профессионалов» [3]. Его макет был полностью создан на HTML5 с подключением CSS3 стилей, в которых прописано, где на странице должен находиться каждый блок.

Макет состоит из 4 блоков: header, nav, article, footer. Для каждого из них написан соответствующий код. Например, для блока header он следующий:

```
header {
    font-size: 1.1em;
    padding:3px 3px 3px 200px;
    background: #8fa09b;
    color: #ffe;
}
```

В итоге макет электронного учебника, представленный на рисунке.

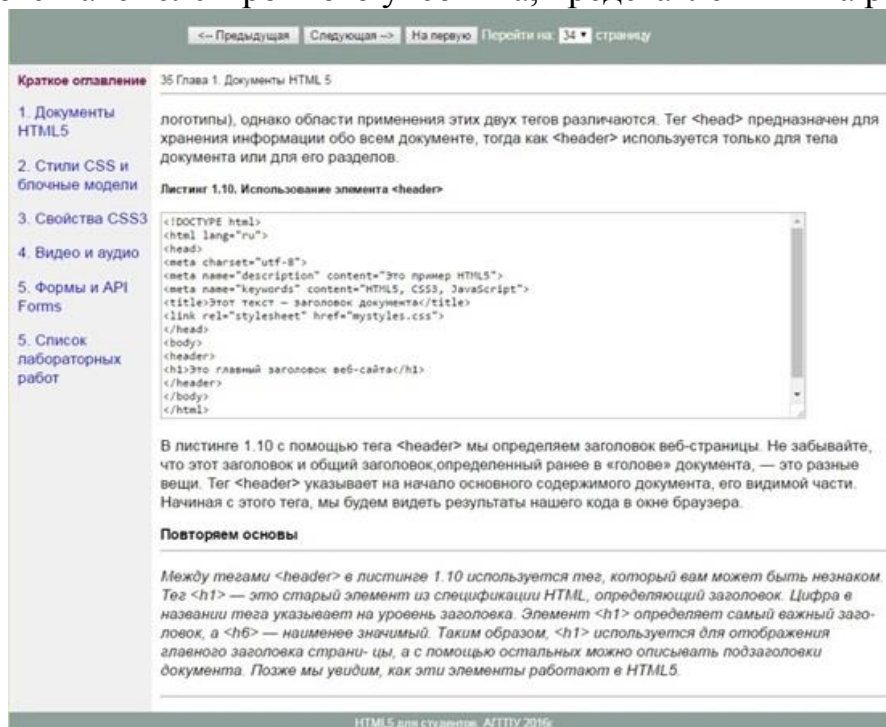


Рис. Вид макета электронного учебника

Для того чтобы сократить время по заполнению текстом нужно использовать HTML редакторы, которые генерируют код по уже вставленному тексту, после небольшого ручного редактирования можно быстро получить текст, который будет хорошо отображаться в браузере. Различные динамические блоки необходимо вставлять вручную. Навигация по книге осуществляется в левом меню навигации по оглавлению и в шапке сайта – навигация постранично или же можно выбрать любую страницу из выпадающего списка. Боковая навигация реализована с помощью обычных гиперссылок, а для обработки нажатий кнопок в верхнем меню используется несколько строк JavaScript.

Исходя из вышесказанного видно, что электронные книги, разработанные при помощи HTML5, удобны по ряду причин. К которым можно отнести следующие:

- создав один раз такой макет, можно очень много печатной литературы сделать доступной в удобном электронном виде;
- гибкий язык HTML5 позволяет выводить в браузере абсолютно любую информацию, что делает учебник интерактивным;
- для того чтобы его открыть необходим всего лишь компьютер или другое устройство с выходом в интернет, а это значит, его можно использовать практически везде.

Список литературы

1. HTML5 Электронный учебник // URL: <http://htmlbook.ru/html5> (дата обращения: 28.04.2016).
2. HTML5 плюсы и минусы // URL: <http://onehead.ru/articles/html-css/HTML5-plus-minus/> (дата обращения: 28.04.2016).
3. Гоше Х. Д. HTML5. Для профессионалов. СПб.: Питер, 2013. 496 с.: ил.

СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ СЕТЕВОГО ДОСТУПА К УДАЛЕННЫМ РЕСУРСАМ

Русаков В.А.

доцент кафедры «Кибернетика», к.т.н., с.н.с., доцент,
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
Россия, г. Москва

Рассматриваются особенности организации сетевого доступа к удаленным ресурсам установок. Описываются принятые проектные решения задачи организации удаленного доступа к физической установке – электронному микроскопу-нанолитографу.

Ключевые слова: удаленный доступ, Интернет, видеопоток, электронный микроскоп, видеозахват, удаленное администрирование.

К настоящему времени сетевая инфраструктура и предоставляемые сетевые сервисы превратились в существенный фактор общественного развития. Представляется, что в будущем их роль будет только возрастать.

Наряду с этим существуют и будут появляться в дальнейшем системы с таким компьютерным управлением, доступ к которому ограничен местом их расположения. Подобная локализация может быть обусловлена целым рядом причин – экономическими, юридическими, временными, а также требованиями безопасности.

С течением времени практика эксплуатации таких систем нередко выявляет потребность в удаленном доступе к ним. Стремление предоставить их зачастую уникальные ресурсы возможно большему числу пользователей начинает перевешивать значимость упомянутых причин локализации.

Сложные современные установки различных прикладных областей, например, медицины, физических исследований, промышленных технологий, позволяют проводить требуемые наблюдения, измерения и манипуляции с исследуемыми объектами с высокой механической и иной точностью, в широком диапазоне временных, частотных, энергетических интервалов. Характерной особенностью таких установок является большой объем получаемых данных, которые должны быть математически обработаны, представлены пользователю в наглядной форме и сохранены для дальнейшей работы. Представления включают в себя графику, текст, а также различные форматы аудио и видео.

Типовыми узлами такой установки являются: исполнительный блок с датчиками и манипуляторами, автономная управляющая система реального времени (УСРВ) и система сбора/обработки данных (ССОД). В качестве ССОД используются IBM PC-совместимые персональные компьютеры (ПК) под управлением операционных систем общего назначения семейств MS Windows и Linux.

Применение ПК обеспечивает ряд преимуществ по сравнению со специализированными вычислителями: при высокой доступности они обладают ресурсами для сложнейших вычислений и накопления больших объемов

данных. Использование ПК упрощает и удешевляет разработку программного обеспечения дорогостоящей установки, поскольку операционная система имеет поддержку ввода-вывода и средства обработки мультимедиа; существуют пакеты научного и офисного программного обеспечения (ПО).

Наряду с этим для обеспечения бесперебойной работы установки в её состав включают УСРВ, поскольку операционные системы общего назначения не гарантируют адекватную работу ПК в течение длительного времени. Взаимодействие ССОД и УСРВ обеспечивается посредством стандартных интерфейсов, но, в общем случае, по закрытым протоколам, в чем по ряду причин заинтересованы сами разработчики установки.

Обеспечение удаленного доступа к установке возможно рядом способов: внедрением управляющей системы в разрыв канала ССОД-УСРВ, внедрением в низкоуровневое системное обеспечение ССОД или же средствами удаленного администрирования ПК в составе ССОД.

Первые два способа трудно реализуемы в силу закрытости протоколов и ПО.

Третий способ опирается на использование программных средств удаленного администрирования [2,3]. Операционные системы (ОС) сами располагают встроенными подобными средствами – Remote Desktop (Windows), SSH (Linux), Rlogin (UNIX). Достоинством таких средств является использование сервисов управления доступом самой ОС, что упрощает управление пользователями и доступом к системе. Другое достоинство – их большая доступность по сравнению с описанными далее аппаратными KVM.

Недостатком является функциональная ограниченность таких средств в части поддержки устройств, активно использующих аппаратное ускорение вместо стандартных (и менее эффективных) средств вывода графики операционной системы, например, некоторых моделей видеокамер и тому подобных устройств. Применение таких программных средств может также приводить к возникновению проблем безопасности и совместимости. Существует потенциальная подверженность ОС атакам злоумышленников в случае, если средства удаленного администрирования не используют защищенные протоколы передачи данных и/или имеют уязвимости в программном коде.

От указанных недостатков свободны средства четвертого типа – аппаратные комплексы IP KVM. Они независимы от целевой системы и обеспечивают доступ к ней на уровне базовой системы ввода-вывода (BIOS), что позволяет, например, удаленно управлять параметрами аппаратуры ПК и параметрами загрузки ОС, просматривать результаты самотестирования системы, устанавливать операционные системы. По сути, модуль KVM полноценно эмулирует работу локального пользователя ПК с обычной клавиатурой, мышью и дисплеем в части упомянутых задач.

Недостатки проявляются здесь в виде невозможности использования средств ОС для управления доступом пользователей – необходимы дополнительные усилия по настройке и администрированию, а также в виде известной функциональной ограниченности – выбор типов устройств сравнительно

невелик. Кроме того, для таких средств пока характерно сочетание относительно высокой стоимости и малой доступности.

Наибольшей гибкостью и разнообразием отличаются программные средства удаленного администрирования. Рассмотрим поэтому далее более подробно средства именно этой группы.

Программы удаленного администрирования – это программы или функции операционных систем, позволяющие получить удаленный доступ к компьютеру через сеть и производить управление удаленным компьютером в режиме реального времени. Программы удаленного администрирования предоставляют практически полный контроль над удаленным компьютером: управление рабочим столом компьютера, возможность управления файлами, запуска приложений и т.д. Типичным примером использования этих средств является удаленное администрирование серверов, когда получение физического доступа к серверу невозможно.

Существует множество реализаций программ удаленного администрирования для различных операционных систем [2]. Реализации отличаются по ряду параметров:

- интерфейс пользователя (визуальный или консольный);
- используемый протокол (RDP, VNC, X11, а также ряд других протоколов, в том числе закрытых);
- методы шифрования;
- методы сжатия передаваемых данных;
- поддержка трансляции видео, звука и 3D-графики;
- возможность передачи файлов;
- возможность одновременной работы нескольких пользователей (мультисессия);
- управление доступом пользователей;
- лицензия, возможность бесплатного использования в коммерческих и некоммерческих целях.

В ряде случаев работоспособным и самым простым решением будет именно установка на компьютер ССОД подходящей системы удаленного администрирования. Однако больший интерес представляют гибридные решения [1]. Их основу составляют структуры, которые реализуют подобие аппаратного KVM при использовании промежуточного локализованного сервера-ретранслятора.

В рамках таких структур видеоданные с видеоинтерфейса ССОД снимаются обычным устройством видеозахвата и затем отображаются в полноэкранный режим на рабочий стол сервера-ретранслятора. Далее передачу этого видеоряда удаленному пользователю обеспечивают уже средства программы удаленного администрирования.

Поток управления от удаленного пользователя сначала передается на сервер-ретранслятор, и лишь потом – на компьютер ССОД. Эта последняя трансляция использует закрытую (доверенную) локальную сеть и программную поддержку устройств взаимодействия с человеком (HID) – клавиатуры,

мыши и т.п. При такой схеме ССОД отделена по управлению от агрессивной сетевой среды, так как не имеет непосредственного доступа в Интернет.

При этом локальный оператор ССОД сохраняет полный контроль над действиями удаленного пользователя по контрасту, например, со случаем применения Windows Remote Desktop в рамках простейшей системы, допускающей утерю такого контроля.

Наконец, гибридные решения позволяют всю описанную выше дополнительную нагрузку по обеспечению удаленного доступа пользователей возложить на сервер-ретранслятор.

Описанная структура была использована для организации удаленного доступа к сложной физической установке. Эксперименты проводились с электронным микроскопом-наноитографом высокого разрешения [4]. Эта часть работы включала в себя, среди прочего, замеры для принятия последующих проектных решений. Среди исследованных особенностей и характеристик были как собственно типы средств удаленного администрирования, так и параметры их оптимальных настроек. В частности, изучалось влияние типов компрессоров программных средств удаленного администрирования в динамическом режиме и режима цветности на порождаемый видеопоток.

В целом на примере этой физической установки была продемонстрирована возможность организации адекватного удаленного доступа к локализованным ресурсам сложной системы, большая часть которых закрыта от внешнего вмешательства.

Список литературы

1. Крамин А.Г., Русаков В.А. Об организации сетевого доступа к удаленным специализированным ресурсам // Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации: Сборник трудов XXI Международного научно-технического семинара, 18 – 25 сентября 2012 г., Алушта. М.: Изд-во ГУП Академиздат центр “Наука” РАН. С. 33-34.

2. Comparison of remote desktop software [Электронный ресурс]: Wikipedia Foundation, Inc. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_remote_desktop_software (дата обращения: 14.04.2016) – Загл. с экрана. – Яз. англ.

3. Richardson T., Stafford-Fraser Q., Wood K.R. and Hopper A. Virtual Network Computing. IEEE Internet Computing, Vol.2, N1, Jan/Feb 1998, pp.33-38.

4. Ultra high resolution Electron Beam Lithography and Imaging [Электронный ресурс]: Raith GmbH, URL: <https://www.raith.com/products/raith150-two.html> (дата обращения: 14.04.2016) – Загл. с экрана. – Яз. англ.

ДИС-КОМПЬЮТЕР О ПРИРОДЕ КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

Сизиков В.П.

доцент кафедры высшей математики, канд. техн. наук, доцент,
Омский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Омск

Приведена серия фундаментальных фактов, показывающих, что значительная часть фантазий и неопределённостей является следствием отсутствия системного подхода в

науке. Нет должного внимания учёту конфигурации и внутренней жизни объектов, а также использованию натуральных характеристик. Для избавления от этого предлагается использовать аппарат ДИС-технологии как системной методологии нового уровня. Показано, что природа квантового компьютера вполне укладывается в представления о ДИС-компьютере и через это получает возможность стать повсеместным технологическим инструментарием.

Ключевые слова: внутренняя жизнь, дальное действие, ДИС-технология, параллельный мир, суперпозиция состояний, шифр.

1. Введение. Не редко в современных разработках и представлениях используются понятия и термины, насыщенные разного рода фантазиями, неопределённостями. С одной стороны, считается, что всё понимается и используется до идеала точно и верно, и успехи в русле научно-технического прогресса – тому подтверждение. С другой стороны, всё больше говорится о законах в ранге неопределённостей, оправдываются разные гадалки и подгонки.

Вот и статья [1] не обошлась без термина «запутанного» даже в её заголовке. Хотя тут же в статье говорится не просто о существовании, но и о целенаправленном использовании неких строгих закономерностей с перспективой на квантовые компьютеры (К-*К). Где же пролегает истинная граница между запутанностью и строгими закономерностями? Какова её суть?

Для ответа на поставленные вопросы придётся провести краткий обзор по главным источникам неопределённостей в подходах к исследованию и толкованию физических явлений. В целом это получит объяснение как следствие отсутствия системного подхода в науке. Актуальным явится обращение к ДИС-технологии как системной методологии качественно нового уровня [2]. А уж в её рамках найдут обоснование особенности, свойственные К-*К [1].

Представленный материал будет одновременно свидетельством о важности использования ДИС-технологии в исследовании и толковании физических явлений. Этот инструментарий способствует единению всей науки, в частности, самой физической науки.

2. Откуда берутся неопределённости? Здесь изложим вскрытые автором в хронологическом порядке недостатки в подходах к исследованиям и толкованиям физических явлений и рекомендации по преодолению этих недостатков.

Ещё в диссертации автора в 1993 году указывалось на необходимость объединения блоков наблюдения и управления в единый комплекс с самим управляемым объектом. А чуть позднее обосновывалось, что феномены полных наблюдаемости и управляемости есть выражение факта связности такого комплекса. Более того, при выполнении такого факта отпадает необходимость в знаниях самого уравнения движения комплекса [3], в том числе в формировании исходных громоздких, не всегда до конца надёжных, выражений для энергий. К 1998 году выяснилось, что отсутствие знаний об уравнении движения комплекса повышает риск стохастичности и выхода на сбои в управлении. Но не более. А главное, что попутно начали выявляться качественно другие источники куда более серьёзных и многообразных рисков.

Так, многочисленные представления не обходятся без введения тех или иных числовых характеристик физических систем. Но оказывается, что в случаях, требующих изменчивости характеристик, велик риск встретиться с фактами рассогласования характеристик [4], а то и расходимости при вычислении их значений. Из-за таких фактов представляется невозможным составлять единое уравнение для изменчивых ситуаций, либо в ходе численного решения уравнения неволью возникнет расходимость, оставшаяся зачастую незамеченной, но всерьёз искажившая результаты. Эти моменты явно указывают на необходимость выстраивания характеристик, исходя из общих представлений о конфигурации системы в целом, а не из спонтанных формальных соображений. Надо придерживаться естественных, натуральных характеристик, к каковым относятся, например, полные дифференциалы. И, наоборот, избегать искусственных, зависящих от способа описания, характеристик, примером чего являются производные.

С выходом на натуральные характеристики, привязанные к представлениям о конфигурации, выявляется общность тех явлений, что до этого, наоборот, служили поводом для деления физики на части. Так, небесная механика зиждется на представлениях о точечных телах, тогда как учёт формы небесных тел коренным образом меняет закономерности их взаимодействия и движения [5] вплоть до результатов, характерных для релятивистской физики. Необходим курс к проработкам, учитывающим конфигурацию, своего рода, курс физической геометрии.

А то, что конфигурация может существенно изменяться, пусть даже и под влиянием внешних условий, указывает на необходимость признавать наличие внутренней организованности у систем. Это вовсе не чёрные ящики, но у них есть внутренние атрибуты и механизмы, некая своя внутренняя жизнь. Традиция сама загоняет себя в тупик, когда, с одной стороны, допускает наличие и использование каких-то тайн у чёрных ящиков, а с другой стороны, отказывает в возможности распознавания этих тайн, устраивая в итоге разного рода гадалки и подгонки. Не составляет здесь исключения даже общеизвестный метод Лагранжа составления дифференциальных уравнений движения. В нём, например, ничего не говорится об учёте производных по времени порядка 3 и выше, хотя кое-где решающую роль играет характеристика, выражаемая производной порядка 5 по времени. И вообще, с какой стати из недоступных тайн чёрных ящиков вдруг появляются строго определённые уравнения для их функционирования. Суть в том, что эти уравнения описывают работу вовсе не того X , что скрывается под чёрным ящиком, а работу содержащей его субстанции Y . Работа Y может вовсе не волновать представителя X , хотя традиционно делается акцент именно на X , на его перемещения в Y . Фактически здесь игнорируется внутренняя жизнь и преувеличивается роль внешних показателей, причём это относится и к X и к Y .

Последний момент служит основой искажений и в квантовой механике. Если не видеть, тем более игнорировать, внутреннюю жизнь представителя X , любая попытка воздействия на X , в принципе, должна выдавать непредсказуемую картину ответных реакций и этим напоминать случайный процесс,

богатый неопределённостями. И это работает повсюду, а не только в микромире. В частности, суть проблем квантовой механики проистекает далеко не из того, что в ней объекты малые. На деле внутренняя жизнь у X далеко не случайна, насыщена закономерностями, их то и важно познать, и использовать целенаправленно при работе с X , а не винить Природу за неопределённость.

В параллель с идеологией чёрных ящиков тормозилось и адекватное представление о системе. Понятие системы тоже считалось непостижимой тайной. Но этот тупик удалось преодолеть к 2005 году [6]. Причём не удивительно, что такое впервые свершилось в рамках теории динамических информационных систем (ДИС, ТДИС), где основой были построения моделей-прототипов объектов с ориентирами на их внутренние атрибуты и механизмы [7]. Более того, статус системы сначала удалось выявить у процесса информационного функционирования (ПИФ) ДИС, благодаря математической аксиоматике перераспределения ресурса, а уж потом разобраться со статусом системы на структурном уровне. По сути, понятие системы и есть то, что должно быть началом всего. Всё, что не имеет статуса системы, может быть формальным знаком, но никак не физической реальностью. В частности, здесь актуализируется проблема натуральных по природе вещей.

Возьмём, к примеру, представления о статистиках из математики и её приложений. С чего ради их считать натуральными, актуальными для физической реальности, если они не терпят перемен, постоянно подчиняются фиксированному закону распределения? Необходимо работать со статистиками, закон распределения у которых регулярно меняется, и важно отслеживать и осмысливать режимы таких изменений. По сути, здесь имеем аналог потребностей к изучению внутренней жизни системы. Но традиционная математическая статистика к такому не готова, тем более что при этом могут утратить значение серии её великих теорем. В итоге физике больше навязываются утопические методы и представления на языке вероятностей и статистик.

Серьёзный недостаток имеется и у подхода по описанию физической реальности на языке дифференциальных уравнений. Несколько слов про это уже было сказано выше, применительно к методу Лагранжа. Главное в том, что почти всюду за основу берутся не сами полные дифференциалы как натуральные характеристики, а производные, зависящие от выбора описания. В частности, где те полные дифференциалы, к которым привязаны дифференцирования по времени? Согласно традиции, здесь нечего выбирать, кроме траектории объекта X и каким-то образом привязанных к ней полных дифференциалов по времени. Но что такое полный дифференциал у линии в пространстве? При независимых координатах его ещё можно понимать как вектор из покоординатных полных дифференциалов. А как быть при зависимых координатах, что, как правило, имеет место? Видимо, придётся считать систему координат изменчивой, жёстко привязанной к объекту X , чтобы координаты при этом оставались независимыми. Но это, по сути, означает, что смысл натурального может иметь лишь то, что привязано к внутренней жизни объекта X . Так что те дифференциальные уравнения, что по традиции основываются на внешних атрибутах си-

стемы, не отражают натуральных по природе вещей. В частности, процедуры дифференцирования по времени, которые используются при составлении дифференциальных уравнений, не характерны для Природы. Природа дифференцирует и интегрирует по-другому [8].

Привычка о каждой системе X судить исключительно по её внешним показателям, игнорируя её внутреннюю жизнь, выступает главным препятствием на пути к преодолению многообразия выявленных недостатков. И это несмотря на то, что внешние показатели системы X можно отнести к результатам внутренней жизни некой более широкой системы Y . Внутренние атрибуты всё же не то, что внешние, в частности, у них нет аналога заранее определённой абсолютной системы отсчёта для описания пространственно-временных показателей. Получается, что ситуация не сводится просто к поправке каких-то формул, но нужен переход к новой парадигме – к информационно-полевой вместо вещественно-энергетической. В новой парадигме первооснову составляют не материальные точки в пространстве-времени, а информационно-полевая субстанция, производящая пространство-время в процессе своей внутренней жизни.

3. Инструментарий по актуализации систем. Указанные масштабы перемен знаний и методов в физике, конечно, велики, но они продиктованы целью избавления от многообразия выявленных недостатков и заблуждений. Это служит вызовом не только для физики, но и для других отраслей науки. Более того, это серьёзно сближает все отрасли, в том числе, физика вполне может присоединяться и к исследованиям гуманитарного профиля.

И главное, что, несмотря на большие масштабы перемен, уже есть определённая опора для их развёртывания. Такой опорой можно счесть ДИС-технологии как системную методологию нового уровня [2]. Её применение на уровне процесса рассуждений позволяет формировать проекты через проведение организационно-деловой игры, названной «Инсейфингом», в частности, здесь удалось развернуть проект «Сибирский тракт» туристической направленности [9]. А через проведение анализа ПИФ ДИС уже удалось выявить серии качественно новых моментов в различных отраслях науки, в том числе, исторической [10–11] и физической [12–13] направленности.

Конечно, имеющиеся традиционные наработки и подходы тоже могут и должны применяться, но в определённых здравых рамках, без устремлений к подмене сути вещей. В рамках ДИС-технологии возникновение пространства-времени как результата от ПИФ ДИС ассоциирует, например, с картиной пузырьков у кипящей жидкости. А природа K -* K [1] представляется здесь даже вполне естественной, а не фантастической.

4. Специфика ДИС-компьютеров. ДИС-компьютеры (ДИС-* K) это специальный класс ДИС, у которых не только ПИФ, но и структура обладает статусом системы [2]. Не менее важно теперь то, что множество V всех вершин ДИС-* K делится на три равных блока V_0, V_1, V_2 таких, что ресурс в ПИФ перераспределяется по замкнутому циклу: $V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_0$. В каждом из таких блоков вершины не имеют между собой прямых связей. Влиять друг на

друга они могут лишь опосредованно и больше выступают как некие конкуренты по отношению друг к другу, пребывающие в параллельных мирах.

Однако, как показывают многочисленные эксперименты с ПИФ ДИС-*К при организации ПИФ на принципах взаимодействия [2], графики ПИФ в вершинах каждого блока оказываются, как правило, весьма сходными, часто буквально копирующими друг друга с точностью до пропорции. Если в какой-то из вершин блока поменялись функциональные параметры, всерьёз изменив график ПИФ в этой вершине, то такие же серьёзные перемены автоматически проявляются и у графиков ПИФ в других вершинах блока. Другими словами, на уровне ПИФ вершины блока ведут себя весьма согласованно, как будто видят друг друга в деталях, несмотря на отсутствие между ними прямых связей. Причём это относится к каждому из трёх блоков вершин V_0 , V_1 , V_2 .

Итак, получается, что параллельные миры, как внутренние составляющие в каждом из блоков V_0 , V_1 , V_2 , оказываются копиями друг друга. А не параллельные, напрямую контактирующие миры, что располагаются в разных блоках V_0 , V_1 , V_2 , могут иметь сколь угодно серьёзные контрасты.

В целях общности можно допускать систему, структура которой представляет часть ДИС-*К. Главное, чтобы у этой части тоже выделялись три блока V_0 , V_1 , V_2 , не обязательно с одинаковым количеством вершин, но с перераспределением ресурса по замкнутому циклу: $V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_0$.

К сказанному следует добавить очень важный момент, когда допускается наличие вершин-зомби, у которых нет актуального принятия решений из-за нулевого значения уровня трансформации пассива в актив. Тем более что именно такой случай невольно предполагает традиционное представление об обмене энергией, не привлекающее деление ресурса на активы и пассивы.

Так, оказывается, что вершины-зомби имеют большой риск терять ресурс с экспоненциальной скоростью и скоро, по сути, выбывать из работы системы. Проявится, своего рода, эффект поглощения вершины-зомби другими вершинами. Вместо всего ДИС-*К работать скоро будет лишь его часть, а в критических случаях, когда все вершины хотя бы одного из блоков V_0 , V_1 , V_2 являются зомби, перераспределение ресурса в системе может и вовсе прекратиться, система окажется обречённой. Вероятность такого исхода тем выше, чем ярче проявляется в ПИФ системы режим электромагнетизма [10–13].

Правда, в последнем случае система может ожить при добавке в неё ресурса в вершину-зомби. Если ресурса не велико, то скоро снова наступит обречение. Однако при достаточно большом объёме добавленного ресурса и сохранении прежних абсолютных значений у уровней трансформации пассива в актив у других вершин факт обречения может отступить. Впрочем, при таких условиях имеет место всё больший уход ПИФ системы от ярко выраженного режима электромагнетизма в сторону режима гравитации [10–13].

Таким образом, параллельные миры оказываются надёжными на условиях либо наличия в них настроя на актуальное принятие решений, либо достаточно хорошего ухода ПИФ системы в целом от режима электромагнетизма в сторону режима гравитации. В последнем случае для жизни параллельных миров нужен необычайно большой объём свободного, не трансформируемого ресурса.

Впрочем, обречение системы может наступить и от противоположной крайности с принятием решений. Это случай, когда уровни трансформации у вершин ДИС-*К в сумме набирают излишне большую величину, явно превышающую объём всего имеющегося в системе ресурса. Тогда скоро весь ресурс системы сосредоточивается в пассиве, у ПИФ наступает некий режим вакуума. Здесь тоже факт обречения может отступить при добавлении в систему достаточно большого объёма ресурса. Однако начало оживления при этом, как правило, сопровождается проявлениями типа взрыва, и система рискует оказаться разрушенной.

Так что в целом для надёжности системы важно, чтобы принятие решений в ней работало эффективно. Это, конечно, выступает требованием и для параллельных миров.

Наконец, примем во внимание ещё возможности серьёзного внешнего вмешательства в жизнь системы. Примеры такого дают случаи возмущения электронов в атоме посредством атак извне. Так, в этих вариантах теряет смысл говорить о ведущей роли взаимодействия между всеми частями системы, по крайней мере, на первых порах. У некоторых рёбер в ДИС-*К ведущей станет работа в ранге стационарной связи, и это скажется на режиме ПИФ ДИС-*К. Но у каких именно рёбер и какой мощности будет стационарная проводимость? – редко когда надёжно определится. Ещё меньше определённости будет в судьбе параллельных миров. Не исключены ситуации, когда перераспределение ресурса в системе и вовсе перестанет укладываться в замкнутый цикл типа $V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_0$, и система скоро распадётся на части.

Не следует, однако, думать, что стационарная связь всегда ведёт к плохим результатам. Если она надёжно доступна для тонкого регулирования, то и эффекты от неё могут быть великолепными. Но для этих целей лучше использовать внешние по отношению к системе стационарные связи. Другими словами, лучше подключаться к системе, а не стараться переделывать, по сути, разрушать характерные для неё внутренние функции.

5. А вот и квантовый компьютер. Соотнесём теперь особенности ДИС-*К с тем, что приводится в [1] относительно К-*К. Убедимся, что фантазии, приписываемые К-*К, характерны и для ДИС-*К.

Среди моментов, приводимых в [1], особо выделяются: квантовый катализ; парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, толкуемый иногда как феномен дальнего действия; параллельные миры; суперпозиция состояний; шифр-блокнот. Отмечается, что эти моменты противоречат классическим представлениям, чем и дают повод говорить о запутанном свете. Но так ли всё запутано в Природе на деле? Не наводим ли мы путаницу здесь сами?

Выше уже не раз приводились ассоциации с параллельными мирами в ДИС-*К. Все элементы в каждом из блоков V_0 , V_1 , V_2 ДИС-*К выступают друг по отношению к другу как параллельные миры. Но на деле это не более как вполне естественный момент устройства распределительной функции в системе. Ничего фантастического в этом нет.

В свою очередь, каждый блок в деле перераспределения ресурса по циклу $V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_0$ работает как единое целое. Элементы в каждом блоке,

помечающие параллельные миры, предстают в данной работе со своими графиками ПИФ как неразрывное объединение. В этом объединении и состоит суть суперпозиции состояний.

Также ничего парадоксального на деле нет и в феномене дальнего действия. Поведение ПИФ сразу во всех элементах каждого из блоков V_0 , V_1 , V_2 ДИС-*К устойчиво стремится быть, как правило, одинаковым с точностью до пропорции, несмотря на отсутствие прямых связей между этими элементами. При этом целенаправленное изменение режима ПИФ в одном из элементов блока скоро приводит к такому же изменению режима ПИФ в остальных элементах блока, т.е. получается, что действие, свершённое в каком-то одном месте блока, как будто свершается сразу и в других местах блока. Но на деле никакой передачи действия в другие места не производится, и в этом смысле никакого феномена дальнего действия нет. Решающим здесь является факт перемещения ресурса по замкнутому циклу $V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_0$, ввиду чего все элементы одного блока находятся в «равной» зависимости от всего предшествующего блока, отличие практически полностью сводится к весовым коэффициентам в распределении ресурса, которые у каждого элемента блока зависят, в главном, от величин его функциональных параметров.

Далее, факты сходства режимов ПИФ у всех элементов блока в ДИС-*К и, одновременно, возможности изменять этот режим через любой отдельно взятый элемент блока делают актуальным шифр-блокнот. График, которым представляется стабилизировавшийся режим ПИФ во всех вершинах блока с точностью до пропорции, и есть конкретный шифр у блока на данном этапе. Количество таких шифров потенциально не ограничено, с этим моментом, по сути, и связаны разговоры о запутанности света, в том числе, не случайно в [1] оговаривают, что фотон представляет лишь одно из возможных состояний света, а работать приходится с практически неисчислимым многообразием состояний света. Фотон в работе [1] больше согласуется с ПИФ у элемента-зомби в ДИС-*К.

В свою очередь, при необходимости шифр всегда можно сменить на другой желаемый через любой из элементов блока и этим информировать из такого элемента весь блок, в том числе и избранные в нём другие элементы. Иное дело, что другой желаемый шифр вряд ли может быть однозначно определённым, если не известны заранее все без исключения функциональные параметры ДИС-*К. Так что решающими в шифре должны быть какие-то заранее договорённые особенности в нём. На то и нужны шифр-блокнот и квантовый анализ. Но основой здесь является задача распознавания графиков, а не просто анализ случайных процессов.

Здесь уместно обратить внимание на заметку в [1], объясняющую, почему мы никогда не увидим параллельного мира. В [1] со ссылкой на уравнение Шрёдингера показывают, что члены суперпозиции, в принципе, не могут как-либо влиять друг на друга. Но о каком влиянии тут на деле идёт речь? Если влияние предполагает изменение непосредственно функциональных параметров у элементов системы, то это по самой сути является пустой, разрушительной затеей, достижимой через воздействие на систему извне. И во все не зря в [1] рекомендуется избегать таких воздействий на К-*К. Однако,

если речь идёт о влиянии в уровне изменений режима ПИФ в элементах системы, то это, наоборот, не просто возможно, но и вполне естественно. На деле режим ПИФ и есть то самое окно, через которое параллельные миры надёжно видят друг друга и могут даже общаться между собой, используя режим ПИФ как шифр.

Описанная картина с ДИС-*К выявляет те самые преимущества К-*К над простым, что указаны в [1]. В частности, здесь работают факты и записи в одну строку вместо целой таблицы, и только одного изменения вместо всей базы данных. А то, что количество элементов в блоке ДИС-*К тоже потенциально может быть сколь угодно большим, соответствует сказанному в [1] о возможности решать параллельно практически любое число задач. Но вслед за этим возникают и особые проблемные вопросы, тоже отмечаемые в [1]. Так, на примере ДИС-*К их можно понять гораздо лучше, и через это отделить реальное от наивного.

Прежде всего, означает ли на деле рост количества параллельных миров в ДИС-*К (и в К-*К) возможность роста количества одновременно решаемых им качественно разных задач? Ведь сами шаги в решении задачи определяются шифрами, а шифр оказывается одинаковым во всех параллельных мирах, т.е. на деле всё обстоит как при одной задаче. Можно договориться о чередовании шифров под серию разных задач, и в каждом параллельном мире будет забота о работе с соответствующей его задаче частью в общей последовательности шифров. При этом целенаправленная интеллектуальная нагрузка будет распределена между параллельными мирами, а вот сама сеть в целом останется под суммарной нагрузкой, и это вынудит ограничивать количество задач.

Кроме того, остаётся проблема необходимости очереди по передаче информации от разных элементов, по сути, по смене шифров. Ведь каждая смена шифра требует время для стабилизации ПИФ ДИС-*К на новом режиме. Это и является главным ограничением на мощность сети в целом. В принципе, можно допускать варианты наложения действий сразу от нескольких элементов с целью внесения каждым из них особых информирующих перемен в шифр. Но каков будет итог таких не согласованных действий? Разве что для каких-то особых задач ситуация может оставаться ясной, как оно и отмечается в [1].

6. Как воплотить технологию квантового компьютера? Как приводится в завершении статьи [1], эксперименты с К-*К размещаются на одном столе и по сложности не превосходят автомобиль. Пример с ДИС-*К позволяет воспринимать это без удивлений. Более того, есть все основания для доведения размеров до микро-уровня.

На данный момент эксперименты с К-*К базируются исключительно на работе со светом. Но в примере с ДИС-*К вообще ничего не предполагается о природе ресурса, она, в принципе, может быть любой. Работа по примеру ДИС-*К распространена практически повсеместно, и от микро- до мегамасштабов, и от простых до социальных объектов. Так что и эффекты, приписываемые К-*К, тоже на деле распространены повсеместно.

По сути, следует заботиться о системном описании и анализе явлений, используя аппарат ДИС-технологии. Тогда фантазии, приписываемые К-*К, перестанут быть тайными, обретут статус естественных правил и закономерностей. А возможности регулирования режимов ПИФ ДИС-*К позволят выйти на К-*К, возможности которого существенно превзойдут те, что приведены в [1]. Более того, К-*К перестанет быть просто прибором, но он станет естественной составляющей механизма развития у любой системы. И, конечно, использовать К-*К придётся в соответствии с системными требованиями, что изложены выше.

7. Выводы и заключение. Таким образом, значительная часть фантазий и неопределённостей в науке продиктована отсутствием в ней здравого системного подхода. Практически все методы строятся на условиях полного игнорирования внутренней жизни у системы, низведения её до чёрного ящика, точки, не имеющих собственных механизмов и натуральных характеристик. Всё системе навязывается извне, обычно без заботы об инвариантности и согласовании. А то, что внутренняя жизнь системы иногда выдаёт о себе, объясняется непреодолимыми неопределённостями, нелинейностями и прочими фантазиями. Причём методы раскрытия неопределённостей тоже оказываются из разряда навязанных извне законов распределения. Не оставляют в стороне эти моменты и изложенную в [1] тематику К-*К.

Необходим подход, в котором первоосновой выступает развёртывание внутренней жизни системы. Традиционные методы работы с системой следует перевести на уровень внутренней жизни её окружения как более широкой системы. Это требует перехода от вещественно-энергетической парадигмы к информационно-полевой. Инструментарием для осуществления таких преобразований вправе выступить аппарат ДИС-технологии как системной методологии нового уровня.

В статье продемонстрирован вариант использования ДИС-технологии для преодоления фантазий и неопределённостей, изложенных в [1] вокруг природы К-*К. Достаточно обращения к ДИС-*К как рабочему объекту ДИС-технологии. Природа К-*К вполне укладывается в представления о ДИС-*К, становясь при этом более доступной для восприятия и практического использования. В частности, преодолены фантазии вокруг представлений о дальности, параллельных мирах, шифрах. Сам К-*К перестаёт быть экзотикой, доступной только лабораторным экспериментам со светом. На деле К-*К оказывается повсеместно распространённой естественной составляющей механизма развития у любой системы. Кое-где он несознательно уже используется.

Список литературы

1. Львовский, А. На языке запутанного света. «Квантовая магия» стала ресурсом новых технологий [текст] / А. Львовский // Наука и жизнь. – 2016. – № 2. – С. 44–53. – То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.nkj.ru>.
2. Сизиков, В.П. Турбулентность: системный статус и управление [Текст] / В.П. Сизиков // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции 31 марта 2015 г.: в 6 ч. / Под общ. ред. М.Г. Петровой. – Белгород : ИП Петрова М.Г., 2015. – Ч. II. – С. 129–137. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.

3. Сизиков, В.П. Модель дискретного управления движением космического аппарата [текст] / В.П. Сизиков // Спутниковая Связь: Докл. 2-й Междун. конф. – М. : МЦНТИ, 1996. – Т. 1. – С. 109–114.

4. Сизиков, В.П. Конфигурация объекта как интерфейс между математическим и физическим содержанием модели [текст] / В.П. Сизиков // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2003. – № 1. – С. 104–110.

5. Сизиков, В.П. Конфигурация приоткрывает завесы в физике [текст] / В.П. Сизиков // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. – 2003. – № 4 (25). – С. 74–78.

6. Сизиков, В.П. Рациональный инструмент отражения принципа причинности [текст] / В.П. Сизиков // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. – 2005. – № 4 (33). – С. 92–96.

7. Разумов, В.И. Основы теории динамических информационных систем [Электронный ресурс] / В.И. Разумов, В.П. Сизиков. – Режим доступа: <http://www.omsu.ru/file.php?id=4264>.

8. Сизиков, В.П. К имитационному моделированию на базе ДИС-технологии [текст] / В.П. Сизиков // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. – 2010. – № 1 (87). – С. 186–190.

9. Разумов, В.И. Инсейфинг – технология интерактивной интеллектуальноёмкой коммуникации [текст] / В.И. Разумов, Л.И. Рыженко, В.П. Сизиков // Вестник Омского университета. – 2015. – № 4 (78). – С. 94–100.

10. Разумов, В.И. Системный анализ роли истории [текст] / В.И. Разумов, В.П. Сизиков // Вестник Омского университета. – 2015. – № 2 (76). – С. 83–89.

11. Сизиков, В.П. Системный анализ модернизаций в обществе [текст] / В.П. Сизиков, В.И. Разумов // Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции 31 января 2016 г.: в 6 ч. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачёва Е.П., 2015. – Ч. III. – С. 139–147. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.

12. Сизиков, В.П. Системный анализ фактов электромагнитной индукции [текст] / В.П. Сизиков // Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам X Международной научно-практической конференции 31 января 2016 г. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачёва Е.П., 2015. – № 1-1. – С. 117–127. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.

13. Сизиков, В.П. Системный анализ взаимодействия двух тел на базе ДИС-технологии [текст] / В.П. Сизиков // Омский научный вестник. Сер. Информатика, вычислительная техника и управление. – 2016. – № 1 (145). – С. 99–104.

СОЗДАНИЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ КАРТ ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Степанов А.С.

ст. преподаватель кафедры экологии и природопользования, канд. техн. наук,
Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

Маркин Д.А., Тухтаназарова К.Р.

студенты кафедры экологии и природопользования,
Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

В статье описывается практика создания модели инструмента, работающего на платформе ArcGIS, для автоматического построения карт динамики состояния атмосфер-

ного воздуха в городе Оренбург. Данная модель может найти практическое применение в экологических службах города, как удобный инструмент экологического мониторинга.

Ключевые слова: геосистемный мониторинг, ГИС, ArcGIS, ModelBuilder, мониторинг, атмосфера, карта, инструмент.

Одним из приоритетных направлений природоохранной деятельности является совершенствование действующих и развитие новых принципов и методов оценки состояния природных объектов и экологического нормирования всех видов антропогенных воздействий. Важный шаг на пути к эффективному решению этой задачи – создание геоинформационной среды экологического мониторинга, в частности атмосферного воздуха [1].

Пространственная информация, её представление и обработка всегда занимали важное место в самых разных сферах деятельности, а её ассоциация с базой данных привела к созданию качественно нового вида организации информации – геоинформационных систем (ГИС). Преимущества ГИС были поняты и теми, кто работал с традиционными бумажными картами, и теми, кто главный упор делал на создание обширной базы данных [2].

Экологической службой города Оренбурга осуществляется мониторинг атмосферного воздуха с помощью автоматических станций СКАТ.

Станции оснащены современными газоанализаторами и обеспечивают постоянное автоматическое измерение, сбор, обработку, регистрацию и передачу результатов измерения массовых концентраций таких загрязняющих веществ, как диоксид азота (NO_2), оксид азота (NO), оксид углерода (CO), сероводород (H_2S), диоксид серы (SO_2), углеводородов, а также метеопараметров.

Станции мониторинга загрязнения атмосферы являются ключевым звеном системы управления качеством воздуха, средством измерений, предоставляющим практическую информацию для принятия управленческих решений. Неудивительно, что от уровня оснащения станций мониторинга, их аппаратного и программного обеспечения зависит эффективность системы в целом [3].

Целью работы являлось создание модели инструмента для платформы «ArcGIS», главной функцией которого, было бы построение комплексных динамических карт состояния атмосферного воздуха в г. Оренбург.

Материалы и методы исследования.

Для автоматизации процесса мониторинга была разработана модель обработки данных и построения карт в ArcGIS ModelBuilder.

ModelBuilder – это приложение, используемое для создания, редактирования и управления рабочими процессами, которые соединены друг с другом в последовательности применяемых инструментов геообработки. ModelBuilder можно рассматривать как визуальный язык программирования для построения моделей и алгоритмов рабочих потоков [4, 5].

В модели созданного инструмента используется метод обратных взвешенных расстояний.

Необходимость создание подобного решения возникла ввиду отсутствия подобных моделей геосистемного мониторинга в природоохранной системе города Оренбурга.

Разработка модели инструмента подразумевало собой объединение стандартных методик программы «ArcGIS», выстроенных в нужную последовательность, с заданными параметрами, конкретно необходимыми для решения поставленных задач.

Выполненный инструмент «Мониторинг атмосферного воздуха», использует значения результатов контроля атмосферного воздуха автоматических станций СКАТ, расположенных в различных функциональных районах города, и выполняет следующие операции: расчет доли ПДК, построение интерполяции для каждого загрязняющего вещества (NO_2 , SO_2 , H_2S , CO), наложение изолиний температур, обозначение направления и скорости ветра. В качестве выходных данных получается комплексная карта среднесуточного состояния атмосферного воздуха на примере одной из выбранных загрязняющих примесей (рис.).

Кроме того, модель инструмента, можно применять и на основе данных станций автоматического контроля атмосферного воздуха других городов.

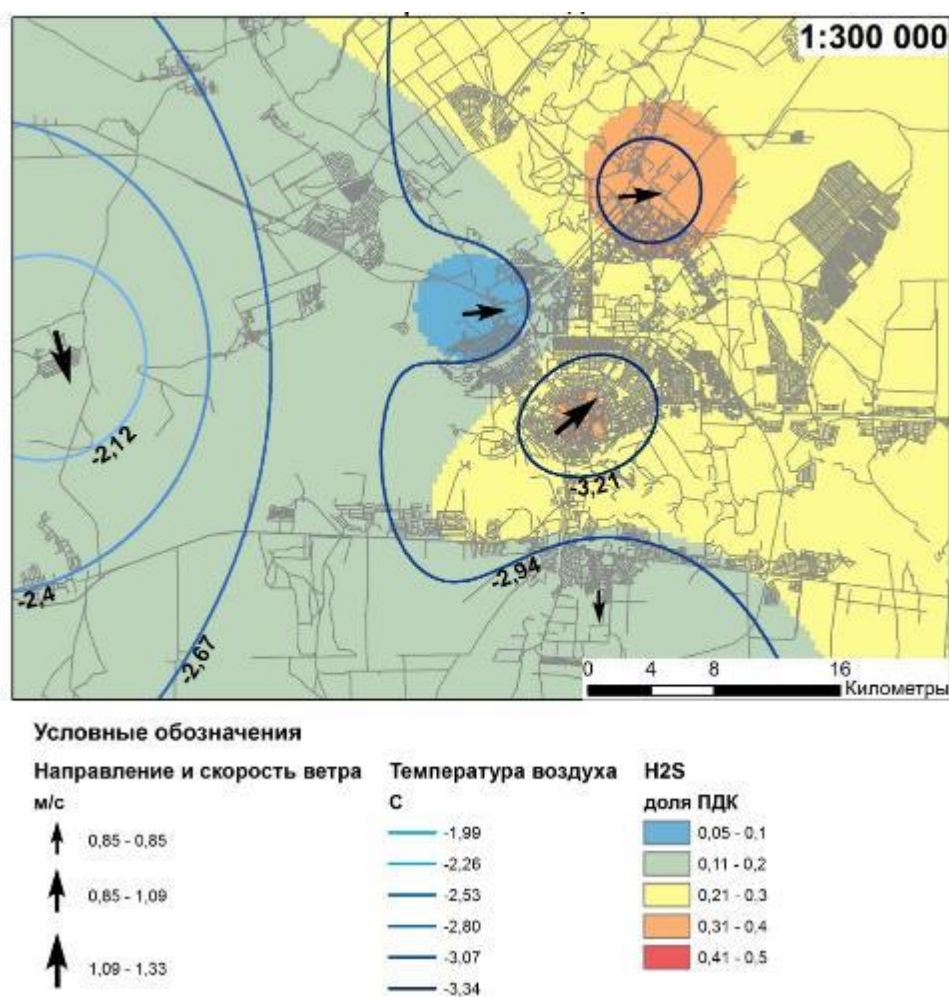


Рис. Среднесуточная концентрация сероводорода в атмосферном воздухе 1 апреля 2015 года

Создания подобной карты, которая отображала бы среднесуточное состояние атмосферного воздуха – процесс многозадачный. Его реализация с применением только стандартных инструментов и операций платформы «ArcGIS», занимает много времени. Если же речь идет об отображении динамики состояния атмосферного воздуха за продолжительный период (месяц или год), то работа становится достаточно трудоемкой. Так как, «Мониторинг атмосферного воздуха» включает в себя комплекс стандартных инструментов и операций (создание интерполяции методом обратно взвешенных расстояний, построение линий из геостатистического слоя, применение установленных символов слоя), настроенных на выполнение поставленных нами задач мониторинга, то процесс построения комплексных динамических карт становится автоматическим.

От аналитика требуется лишь загрузить исходные данные, и указать имя и путь для сохранения выходных данных. Инструмент сам вычислит долю ПДК, построит карту распространения исследуемой концентрации загрязняющего вещества и произведет наложение метеоданных (температура воздуха, скорость и направление ветра).

Преимущества использования такого инструмента заключаются в его простоте и скорости выполнения поставленной задачи.

Таким образом, инструмент «Мониторинг атмосферного воздуха», полноправно может найти практическое применение в экологических службах для просмотра динамики и выявления взаимосвязей, на основе данных, полученных с автоматических станций контроля качества атмосферы.

Список литературы

1. Никитина Н., Евсеева Н. Геоинформационная система экологического мониторинга атмосферного воздуха на территории городского округа Самара [Электронный ресурс] / Н. Никитина, Н. Евсеева. – Электрон. текстовые дан. – ФГБУ "Приволжское УГМС", 2012. – Режим доступа: <http://pogoda-sv.ru/publications/482/>, свободный.
2. Лунгул, О.А. Применение ГИС-технологий при изучении инженерно-геологических условий и макросейсмических проявлений в зоне Олюторского землетрясения (20(21). 04. 2006 г. , Mw=7. 6) [Текст] / О.А. Лунгул // Инновации в науке. – 2014. – № 39. – С. 64-67;
3. Исаев, Л. Автоматические станции контроля качества атмосферы СКАТ [Текст] / Л. Исаев // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2011. – № 2. – С. 128-131;
4. Куракина Н.И., Зайцев В.М., Зорохов А.А. ГИС оценки экологической ситуации в районах подводных отвалов грунта акватории Финского залива [Электронный ресурс] / Куракина Н.И., Зайцев В.М., Зорохов А.А. – Электрон. текстовые дан. – ArcReview, 2015. №4 (75) – Режим доступа: <http://www.dataplus.ru/news/arcreview/>, свободный.
5. Курочкин Ю.А., Фомин В.Н. ОАО «РАО ЭС Востока»: ГИС как инструмент поиска перспективных проектов ВИЭ [Электронный ресурс] / Курочкин Ю.А., Фомин В.Н. – Электрон. текстовые дан. – ArcReview, 2015. №4 (75) – Режим доступа <http://www.dataplus.ru/news/arcreview/>, свободный.

БЕЗОПАСНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА РЕНТГЕНОВСКОЙ ДОСМОТРОВОЙ ТЕХНИКЕ

Хоняк М.Е., Гадиева Ф.М., Лумбунова И.Б.

студентки 3 курса факультета таможенного дела Института права и национальной безопасности, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Россия, г. Москва

Научный руководитель – доцент кафедры таможенного дела Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, канд. полит. наук Руденок В.П.

Данная статья посвящена проблеме безопасности и охраны здоровья граждан, пассажиров при стандартном таможенном сканировании с применением рентгеновских досмотровых установок в момент прохождения таможенного контроля. Авторы рассказывают об изобретении британской компании «Thruvision systems», портативной камеры «Thruvision T5000», технология работы которой основывается на неинвазивном терагерцовом излучении. В статье приведены основные характеристики данного устройства, выделены его основные преимущества. В заключение авторы приходят к выводу о существовании необходимости использования более совершенных и безопасных технических средств таможенного контроля при досмотре граждан и их багажа, каким и является «Thruvision T5000».

Ключевые слова: терагерцовое излучение, ThruVision T5000, рентгеновская досмотровая техника, радиационная безопасность, неинвазивный метод, интраскопические устройства.

На сегодняшний день международная обстановка характеризуется комплексом острых противоречий политического, экономического, социального и исторического характера. Одним из ярких свидетельств нестабильности на международной арене является активизация террористической деятельности группировки «Исламское государство». Так, недавние события, связанные с крушением самолёта российской авиакомпании в небе над Синаем из-за взрыва самодельного взрывного устройства, изготовленного террористом-смертником, последующими террористическими актами во Франции, Турции, Бельгии, привлекли внимание общественности к проблеме обеспечения безопасности граждан в условиях растущей угрозы терроризма. Об этом свидетельствует усиление контроля в общественных местах, особенно в аэропортах и метрополитене, где проводится тщательная проверка пассажиров и их багажа с использованием досмотровой рентгеновской техники. Правоохранительные и инспекционные органы считают данные средства сканирования эффективным дополнением своей достаточно сложной ручной проверки. Из этого следует, что стандартное таможенное сканирование широко распространено и должно соответствовать всем современным требованиям безопасности. Однако возникает вопрос о негативном влиянии ионизирующего излучения во время рентгеновского сканирования людей, используемого при досмотре. Велико ли отрицательное воздействие досмотровых рентге-

новских установок на здоровье человека? И существует ли более безопасная альтернатива рентгеновскому сканированию [5]?

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека сообщает о росте использования лучевых установок для персонального досмотра граждан и их багажа, что является одной из причин необходимости обеспечения радиационной безопасности населения и увеличения надзора в этой области, так как частое подвержение людей радиационному излучению при использовании досмотровой рентгеновской техники может привести к лучевым и онкологическим заболеваниям [2].

Среди инспекционных досмотровых комплексов особенно широко распространено использование интраскопической техники для персонального досмотра, которая создана на основе проходного рентгеновского излучения, представляющего угрозу для здоровья человека [1, с. 20-34]. Однако британские учёные компании «Thruvision systems» разработали устройство «ThruVision T5000», принцип работы которого основывается не на рентгеновском радиационном излучении, а на сигналах, излучаемых человеком, что является наиболее безопасным аналогом интраскопических устройств.

Портативная камера «ThruVision T5000» может распознавать как металлические, так и неметаллические объекты, которые скрыты, например, под одеждой или внутри багажа. «T5000» предназначен для обеспечения безопасности жизни человека и имущества на ключевых объектах инфраструктуры.

В основе нового устройства лежит Т-лучевая технология, используемая астрономами при изучении гаснущих звезд. Такая технология позволяет улавливать слабые электромагнитные импульсы, испускаемые человеческим телом. Эти сигналы проходят через одежду, бумагу, керамику и дерево, но не пробивают металл и воду. Камера регистрирует волны, излучаемые телом, обрабатывает полученную информацию и выдает картинку, на которой видно, есть ли у человека под одеждой что-то подозрительное или нет [4].

«ThruVision T5000» является одной из самых передовых технологий, используемых для обнаружения скрытых объектов. В отличие от многих активных технологий, применяемых при таможенном досмотре, «ThruVision T5000» использует пассивный подход, который основан на неинвазивном методе, следовательно, является безопасным для жизни и здоровья человека. Выполнение функций данного устройства обеспечивается в реальном времени, что ускоряет процесс прохождения таможенного контроля.

Выделим ключевые особенности «ThruVision T5000»:

- высокое качество видимого диапазона изображений благодаря терагерцевому излучению, которое используется для обнаружения скрытых объектов;
- безопасная и неинвазивная технология пассивного скрининга;
- надежное обнаружение металлов, пластмасс, керамики, жидкостей, гелей и порошков в режиме реального времени;
- мощная камера может различать скрытые предметы с расстояния до 25 метров, даже если человек движется;

- мобильность и портативность устройства «Т5000» [6].

Его компактный форм-фактор, простота установки и универсальность в использовании делают его идеальным для целого ряда ситуаций, которые могут возникнуть при таможенном контроле.

Учитывая все вышеперечисленные характеристики «ThruVision T5000», а также безопасность терагерцевого сканирования по сравнению с рентгеновским, ныне используемого при проведении таможенного контроля, считаем необходимым внедрить данное устройство в работу таможенных служб ЕАЭС. Для этого необходимо установить его соответствие всем действующим международным правилам и стандартам, результаты сканирования «Т5000» должны признаваться такими международными организациями, как Всемирная таможенная организация (ВТО), Международной организацией здравоохранения (ВОЗ), Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ), Международной организацией труда (МОТ), Европейской комиссией (ЕК). При применении данного устройства также следует гарантировать, что сотрудники таможенных органов и операторы оборудования имеют надлежащую подготовку по вопросам функционирования сканеров и возникновения рисков, владеют необходимой информацией по вопросам техники безопасности, утверждаемой инструкциями, что позволит им обеспечить надлежащую работу (настройку) и использование терагерцевого оборудования, каким и является «ThruVision T5000» [3].

Таким образом, несмотря на заметные успехи таможенных органов в организации таможенного контроля с использованием технических средств таможенного контроля, данное направление контроля находится в процессе совершенствования. В настоящее время особенно остро стоит вопрос о необходимости введения более безопасных для жизни и здоровья человека способов и средств проведения таможенного досмотра. Одной из таких разработок является портативная камера «ThruVision T5000», технология работы которой основана на терагерцевом сканировании.

Список литературы

1. Бейсенбаева А.К. Технические средства таможенного контроля / А.К. Бейсенбаева. – Алматы: «Нур-пресс», 2006. 98 с.
2. Гайко П.Н. Основы технологий и средств таможенного контроля / П.Н. Гайко, М.Б. Казуров, В.С. Карлин, В.П. Руденок. – М.: Проспект, 2016. 464 с.
3. Рентген-сканирование пассажиров вредит здоровью – Роспотребнадзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ria.ru/society/20110305/342543297.html>.
4. Приказ ФТС РФ от 21.12.2010 № 2509 «Об утверждении перечня и порядка применения технических средств таможенного контроля в таможенных органах Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/CGI/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=111393>.
5. «ThruVision» – камера видит сквозь одежду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://secfishka.ru/oxrana/25-thruvision-kamera-vidit-skvoz-odezhdu.html>.
6. Шевчук П.С. Теория и практика применения технических средств таможенного контроля / П.С. Шевчук, О.Р. Попов. – М.: Феникс, 2006, 288 с.
7. Standoff Object Detection «ThruVision TS4» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cornestech.co.jp/images/uploads/file/products/pdf/ts4_en.pdf.

АНАЛИЗ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Храпов С.Д., Бурдуковский Н.П., Старичихин М.Г., Графова Н.С.
магистры по направлению прикладная информатика,
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с кратким анализом технологией Li-Fi. Проанализированы достоинства и недостатки данной технологии.

Ключевые слова: технология LI-FI, Wi-Fi, WiMAX.

В настоящее время передача данных является неотъемлемой частью нашей жизни. Важнейшим процессом в телекоммуникационных системах является процесс передачи данных, то есть процесс физического переноса цифровых данных в виде сигналов от устройства к устройству [1, 2]. Современные беспроводные сети (Wi-fi, WiMax, LTE) становятся все медленней, с ростом их числа, из-за взаимной интерференции и помехах, снижающих скорость передачи данных в этих сетях [3, 4].

Технология Li-Fi (Light Fidelity) – это новейшая оптическая технология беспроводной передачи информации [2].

Основными компонентами Li-Fi являются:

1. Светодиод, являющейся источником передачи данных;
2. Кремневый фотодиод, способный реагировать на видимый свет, являющийся приемником передаваемых данных [4].

Принцип работы Li-Fi-систем заключается в кодировании данных и модуляции светового сигнала, который потом передается светодиодными осветительными приборами. Светодиоды включаются, и выключаются для формирования двоичных последовательностей, генерируя различные комбинации 0 и 1. Все довольно просто. Если светодиод загорается, то фотодетектор регистрирует 1, или если светодиод не горит, то фотодетектор регистрирует 0. То есть информация кодируется посредством мерцания светодиода. Скорость такой передачи данных зависит только от частоты мерцания светодиода [4]. Модулируемый свет мерцает так быстро, что человеческий глаз этого не замечает. Следовательно, можно использовать не только один светодиод, а целый массив светодиодов для параллельной передачи данных. Таким образом, технология Li-Fi может обеспечивать коммуникацию в двух направлениях. Есть ещё один подход для увеличения скорости передачи данных, с помощью массива трех основных цветов – красный, зеленый, синий, которые в совокупности сформируют белый свет. Такая многопоточность позволит передавать еще больший объем данных.

Система-излучатель Li-Fi состоит из четырех основных компонентов:

1. Лампочка;
2. Высокочастотный (ВЧ) усилитель;
3. Печатная плата;
4. Корпус.

Печатная плата предназначена для соединения входов и выходов светодиодов, а встроенный микроконтроллер позволяет использовать различные функциями светодиода. Радиочастотный сигнал формируется твердотельным ВЧ усилителем цепи питания и преобразуется в электрическое поле вблизи светодиода [5]. Высокая плотность энергии электрического поля доводит содержимое светодиода до состояния плазмы. Эта управляемая плазма и является интенсивным источником света. Все эти компоненты обрамлены алюминиевым корпусом.

Проведем анализ новой беспроводной технологии передачи данных Li-Fi видимой области спектра:

1. Связь Li-Fi сформирована на базе светодиодов, то есть использует световые импульсы в видимой области спектра, в диапазоне от 400 ТГц до 800 ТГц [10].

2. Ограниченный радиус действия сетей Li-Fi т.е. только в прямой видимостью, что позволяет полностью покрыть закрытое помещение (комнату, офис). Ограничение данной технологии является её неспособность проникнуть сквозь стены или другие преграды, не пропускающие свет [6]. Но в тоже время она становится более защищенной, так как снижается возможность несанкционированного доступа к среде передачи данных и является ещё одним достоинством сети Li-Fi [7].

Качественные характеристики локальных сетей на основе технологии передачи данных при помощи светодиодов видимого излучения занесены в сравнительную таблицу вместе с параметрами стандартизированных протоколов передачи данных.

Таблица

Показатели	Современные беспроводные радиочастотные технологии передачи данных	Li-fi
1	2	3
Пропускная способность	До 450 Мбит/с (Wi-Fi 802.11n), до 75 Мбит/с (WiMax 802.16d), до 1 Гбит/с (сети LTE – Long Term Evolution) [6]	До 96 Мбит/с по стандарту 802.15.7 [7] и до 1 Гбит/с на практике [7]
Радиус действия	До 300 м (Wi-Fi 802.1x) [6], до 80 км (WiMax 802.16d), до 150 км (сети LTE)	До 10 м ² (без потерь) [7]
Ограничение допустимой полосы частот	Свободное использование беспроводной радиосвязи на высоких частотах запрещено законом	Не регламентирована законодательством
Основные источники помех	Рабочий диапазон частот технологий – 0,7–11 ГГц, пересекается с промышленными, научными, медицинскими сетями и сетями СМТ (в LTE-сетях). Сигналы технологий могут конфликтовать между собой	Естественное и постороннее искусственное освещение вносят помехи
Многолучевой эффект	Сигнал отражается от металлических поверхностей	Интерференция воспринимается как шум
Способ связи	Дуплекс	Симлекс

1	2	3
Защищённость/ конфиденциальность	Конструкции зданий и сооружений проницаемы для сигналов	Данные могут передаваться только в пределах прямой видимости
Надежность (резервирование пунктов доступа)	Обеспечивается многочисленными пунктами доступа	Обеспечивается массивом светодиодов
Встраиваемость в инфраструктуру	Отсутствует (необходимо построение передающих станций, установка сетевого оборудования)	Присутствует (необходимо добавление лишь пары компонентов)

Таким образом, был проведен сравнительный анализ преимуществ и недостатков беспроводных сетей и сетей Li-Fi.

К преимуществам можно отнести:

1. Емкость. Свет имеет в 10000 раз большую пропускную способность, чем радиоволны без необходимости лицензирования.
2. Эффективность. Передача данных с помощью светодиода является очень дешёвой т.к. светодиод потребляет мало энергии.
3. Безопасность. Световые волны не проникают сквозь стены. Таким образом, предотвращен несанкционированный доступ.

К недостаткам можно отнести то что световой поток не может передать информацию сквозь препятствие. Выше она отнесена к безопасности, однако, с точки зрения удобства это большой недостаток. Сети Li-Fi безусловно перспективные но они не смогут вытеснить с рынка другие беспроводные технологии, а станет отличным дополнением к ним.

Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации: монография [Текст] / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, В. М. Белюченко и др. – Королев: Изд-во ГБОУ ВПО МО «ФТА», 2014. – 174 с.
2. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Ю. В. Стреналюк и др. – М.: Изд-во «Научный консультант», 2015. – 184 с.
3. Артюшенко, В. М. Эффективность защиты от внешних помех электропроводных каналов структурированных кабельных систем для передачи высокоскоростных информационных приложений / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова // Информационные технологии. – 2014. – №5. – С. 52-57.
4. Петрусь, И.П. Основные тенденции становления сетей Li-Fi [Текст] / И.П. Петрусь, Перспективы развития информационных технологий: сб. статей – Екатеринбург – 2014. – С. 73-78.
5. Храпов, С. Д. Анализ технологии Li-Fi [Текст] / С.Д. Храпов, М. Г. Старичихин, Н.П. Бурдуковский. Современные тенденции развития науки и технологий: сб. статей. – Белгород – 2015. – № 8(2). – С. 129-132.
6. Старичихин, М. Г. Различия 4G от современных стандартов беспроводных сетей [Текст] / М. Г. Старичихин С.Д. Храпов, Н.П. Бурдуковский. Современные тенденции развития науки и технологий: сб. статей. – Белгород – 2015. – № 8(2). – С. 111-116.
7. Храпов, С. Д. Анализ высокоскоростных беспроводных оптических систем нового поколения [Текст] / С.Д Храпов, О.О Латипов, Н.С. Графова, А.Д. Храпов. Современные тенденции развития науки и технологий: сб. статей. – Белгород. – 2015. – № 9(3). – С. 83-86.

ВЫЧИСЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОСЬМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРАВКЕ СТАЛЬНОГО ЛИСТА

Шинкин В.Н.

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Россия, г. Москва

Предложен математический метод определения силовых параметров холодной правки стального листа на восьмироликовой листопрямительной машине.

Ключевые слова: стальной лист, листопрямительная машина, знакопеременный изгиб, упругопластическая среда.

Введение. Ранее автором работы была предложена методика определения формы и кривизны ε (радиуса кривизны ρ) стального листа при правке в листопрямительной машине. Поэтому далее будем считать, что при правке листа кривизна листа, радиус кривизны листа, углы и координаты точек касания листа с роликами нам уже известны. В данной работе мы рассмотрим методику определения силовых факторов, действующих на стальной лист при правке в листопрямительной машине.

Пусть t – шаг между нижними правильными роликами; H_i – величина обжатия срединной поверхности стального листа на i -ом правильном ролике (для нижних роликов положительным направлением обжатия считается направление вверх, для верхних роликов – вниз), h – толщина стального листа, R – радиус рабочих роликов, $R_0 = R + h/2$; σ_t , E , Π_p и Π_c – предел текучести, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии; ρ_i и $\varepsilon_i = 1/\rho_i$ – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с роликами, φ_i – углы точек касания листа и роликов ($i = 1 \dots 8$) (рис. 1). Неограничивая общности будем считать, что нижние правильные ролики лежат на одном уровне ($H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$ м).

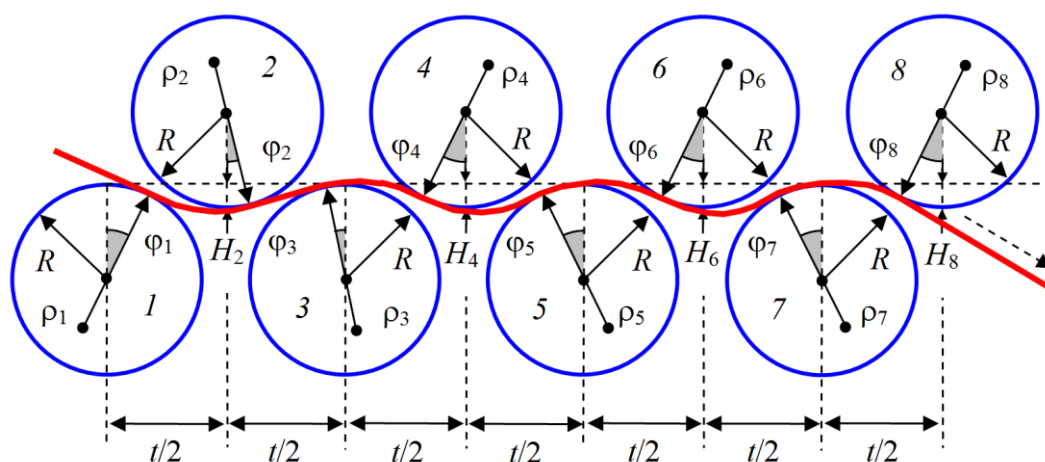


Рис. 1. Форма листа между восьмью рабочими роликами

При упругом изгибе стального листа при радиусе кривизны ρ коэффициент пружинения нейтральной линии листа $\beta(\rho) = \infty$, $\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$. При пластическом изгибе стального листа коэффициент пружинения нейтральной линии листа при радиусе кривизны ρ равен

$$\beta(\rho) = \frac{1}{\left(1 - \frac{\Pi_p + \Pi_c}{2E}\right) \left(1 - 2\frac{\rho\sigma_T}{hE}\right)^2 \left(1 + \frac{\rho\sigma_T}{hE}\right)}, \quad \rho < \rho_T = \frac{hE}{2\sigma_T}.$$

При пластическом изгибе стального листа ($\rho < \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) изгибающий момент в поперечном сечении листа равен

$$M(\rho) = \frac{bh^2\sigma_T}{12} \left(3 - 4\left(\frac{\sigma_T\rho}{hE}\right)^2\right) + \frac{bh^3(\Pi_p + \Pi_c)}{24\rho} \left(1 - 2\frac{\sigma_T\rho}{hE}\right)^2 \left(1 + \frac{\sigma_T\rho}{hE}\right).$$

При упругом изгибе стального листа изгибающий ($\rho \geq \rho_T = hE/(2\sigma_T)$) момент в поперечном сечении листа равен

$$M = \int_{-h/2}^{h/2} y \sigma(y) b dy = 2b \int_0^{h/2} y \left(\frac{E}{\rho} y\right) dy = \frac{2bE}{\rho} \int_0^{h/2} y^2 dy = \frac{bh^3E}{12\rho}.$$

Пусть M_i – изгибающий момент стального листа в точках его касания с рабочими роликами листопрямильной машины:

$$M_1 = 0; \quad M_i = M(\rho_i), \quad i = 2 \dots 7; \quad M_8 = 0.$$

Расчет силовых параметров восьмироликовой листопрямильной машины. Пусть N_i , M_{pi} и F_{ni} ($F_{ni} = M_{pi}/R$) – соответственно реакция опоры, вращательный момент (передаваемый от редуктора) и подающее усилие (сила подачи) i -го ролика ($i = 1 \dots 8$) (рис. 2).

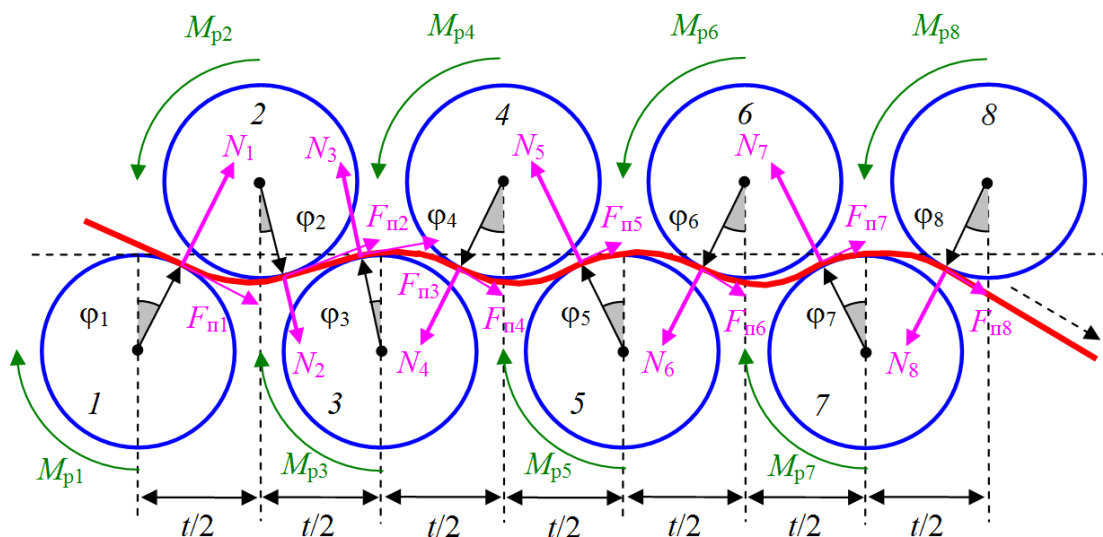


Рис. 2. Силовые факторы, действующие на лист

Введем восемь локальных декартовых прямоугольных систем координат $y-z$ в точках касания листа с рабочими роликами. Оси z направим по касательной к поверхности роликов слева направо, а оси y – перпендикулярно к оси z в сторону центров соответствующих роликов. Пусть y_{ji} и z_{ji} – координаты касания листа с i -ым роликом в j -ой системе координат.

$$\begin{aligned}
z_{21} &= \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \sin \varphi_2 \right) \cos \varphi_1 - [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \sin \varphi_1, \\
y_{21} &= \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \sin \varphi_2 \right) \sin \varphi_1 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \cos \varphi_1, \\
z_{31} &= (t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_3) \cos \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_1, \\
y_{31} &= -(t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_3) \sin \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_1, \\
z_{41} &= \left(\frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \cos \varphi_1 - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_1, \\
y_{41} &= \left(\frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \sin \varphi_1 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_1, \\
z_{51} &= (2t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_5) \cos \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_1, \\
y_{51} &= -(2t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_5) \sin \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_1, \\
z_{61} &= \left(\frac{5t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \cos \varphi_1 - [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_1, \\
y_{61} &= \left(\frac{5t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \sin \varphi_1 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_1, \\
z_{71} &= (3t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_7) \cos \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_1, \\
y_{71} &= -(3t - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_7) \sin \varphi_1 + [-R_0(1 - \cos \varphi_1) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_1, \\
z_{81} &= \left(\frac{7t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \cos \varphi_1 - [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_1, \\
y_{81} &= \left(\frac{7t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \sin \varphi_1 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_1; \\
z_{32} &= \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_3 \right) \cos \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_2, \\
y_{32} &= -\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_3 \right) \sin \varphi_2 + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_2,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
z_{42} &= (t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_4) \cos \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_2, \\
y_{42} &= -(t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_4) \sin \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_2, \\
z_{52} &= \left(\frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_5 \right) \cos \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_2, \\
y_{52} &= -\left(\frac{3t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_5 \right) \sin \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_2, \\
z_{62} &= (2t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_6) \cos \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_2,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
y_{62} &= -(2t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_6) \sin \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_2, \\
z_{72} &= \left(\frac{5t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_7 \right) \cos \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_2, \\
y_{72} &= - \left(\frac{5t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_7 \right) \sin \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_2; \\
z_{82} &= (3t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_8) \cos \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_2, \\
y_{82} &= -(3t - R_0 \sin \varphi_2 - R_0 \sin \varphi_8) \sin \varphi_2 + \\
&+ [H_2 - H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_2) + R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_2, \\
z_{43} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \cos \varphi_3 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \sin \varphi_3, \\
y_{43} &= - \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_4 \right) \sin \varphi_3 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_4)] \cos \varphi_3, \\
z_{53} &= (t + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_5) \cos \varphi_3 - [-R_0(1 - \cos \varphi_3) + R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_3, \\
y_{53} &= (t + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_5) \sin \varphi_3 + [-R_0(1 - \cos \varphi_3) + R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_3, \\
z_{63} &= \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \cos \varphi_3 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_3, \\
y_{63} &= - \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_6 \right) \sin \varphi_3 + [H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_3, \\
z_{73} &= (2t + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_7) \cos \varphi_3 - [-R_0(1 - \cos \varphi_3) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \sin \varphi_3, \\
y_{73} &= (2t + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_7) \sin \varphi_3 + [-R_0(1 - \cos \varphi_3) + R_0(1 - \cos \varphi_7)] \cos \varphi_3, \\
z_{83} &= \left(\frac{5t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \cos \varphi_3 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \sin \varphi_3, \\
y_{83} &= - \left(\frac{5t}{2} + R_0 \sin \varphi_3 - R_0 \sin \varphi_8 \right) \sin \varphi_3 + [H_8 - R_0(1 - \cos \varphi_3) - R_0(1 - \cos \varphi_8)] \cos \varphi_3; \\
z_{54} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_5 \right) \cos \varphi_4 - [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \sin \varphi_4, \\
y_{54} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_5 \right) \sin \varphi_4 + [H_4 - R_0(1 - \cos \varphi_4) - R_0(1 - \cos \varphi_5)] \cos \varphi_4, \\
z_{64} &= (t + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_6) \cos \varphi_4 - \\
&- [H_4 - H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_4) + R_0(1 - \cos \varphi_6)] \sin \varphi_4, \\
y_{64} &= (t + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_6) \sin \varphi_4 + \\
&+ [H_4 - H_6 - R_0(1 - \cos \varphi_4) + R_0(1 - \cos \varphi_6)] \cos \varphi_4, \\
z_{74} &= \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin \varphi_4 - R_0 \sin \varphi_7 \right) \cos \varphi_4 -
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -[H_4 - R_0(1 - \cos\varphi_4) - R_0(1 - \cos\varphi_7)]\sin\varphi_4, \\
y_{74} &= \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin\varphi_4 - R_0 \sin\varphi_7\right)\sin\varphi_4 + \\
& + [H_4 - R_0(1 - \cos\varphi_4) - R_0(1 - \cos\varphi_7)]\cos\varphi_4; \\
z_{84} &= (2t + R_0 \sin\varphi_4 - R_0 \sin\varphi_8)\cos\varphi_4 - \\
& - [H_4 - H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_4) + R_0(1 - \cos\varphi_8)]\sin\varphi_4, \\
y_{84} &= (2t + R_0 \sin\varphi_4 - R_0 \sin\varphi_8)\sin\varphi_4 + \\
& + [H_4 - H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_4) + R_0(1 - \cos\varphi_8)]\cos\varphi_4, \\
z_{65} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin\varphi_5 - R_0 \sin\varphi_6\right)\cos\varphi_5 + [H_6 - R_0(1 - \cos\varphi_5) - R_0(1 - \cos\varphi_6)]\sin\varphi_5, \\
y_{65} &= -\left(\frac{t}{2} + R_0 \sin\varphi_5 - R_0 \sin\varphi_6\right)\sin\varphi_5 + [H_6 - R_0(1 - \cos\varphi_5) - R_0(1 - \cos\varphi_6)]\cos\varphi_5, \\
z_{75} &= (t + R_0 \sin\varphi_5 - R_0 \sin\varphi_7)\cos\varphi_5 - [-R_0(1 - \cos\varphi_5) + R_0(1 - \cos\varphi_7)]\sin\varphi_5, \\
y_{75} &= (t + R_0 \sin\varphi_5 - R_0 \sin\varphi_7)\sin\varphi_5 + [-R_0(1 - \cos\varphi_5) + R_0(1 - \cos\varphi_7)]\cos\varphi_5, \\
z_{85} &= \left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin\varphi_5 - R_0 \sin\varphi_8\right)\cos\varphi_5 + [H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_5) - R_0(1 - \cos\varphi_8)]\sin\varphi_5, \\
y_{85} &= -\left(\frac{3t}{2} + R_0 \sin\varphi_5 - R_0 \sin\varphi_8\right)\sin\varphi_5 + [H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_5) - R_0(1 - \cos\varphi_8)]\cos\varphi_5; \\
z_{76} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin\varphi_6 - R_0 \sin\varphi_7\right)\cos\varphi_6 - [H_6 - R_0(1 - \cos\varphi_6) - R_0(1 - \cos\varphi_7)]\sin\varphi_6, \\
y_{76} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin\varphi_6 - R_0 \sin\varphi_7\right)\sin\varphi_6 + [H_6 - R_0(1 - \cos\varphi_6) - R_0(1 - \cos\varphi_7)]\cos\varphi_6; \\
z_{86} &= (t + R_0 \sin\varphi_6 - R_0 \sin\varphi_8)\cos\varphi_6 - \\
& - [H_6 - H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_6) + R_0(1 - \cos\varphi_8)]\sin\varphi_6, \\
y_{86} &= (t + R_0 \sin\varphi_6 - R_0 \sin\varphi_8)\sin\varphi_6 + \\
& + [H_6 - H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_6) + R_0(1 - \cos\varphi_8)]\cos\varphi_6, \\
z_{87} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin\varphi_7 - R_0 \sin\varphi_8\right)\cos\varphi_7 + [H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_7) - R_0(1 - \cos\varphi_8)]\sin\varphi_7, \\
y_{87} &= -\left(\frac{t}{2} + R_0 \sin\varphi_7 - R_0 \sin\varphi_8\right)\sin\varphi_7 + [H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_7) - R_0(1 - \cos\varphi_8)]\cos\varphi_7; \\
z_{78} &= \left(-\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_7 + R_0 \sin\varphi_8\right)\cos\varphi_8 - \\
& - [H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_7) - R_0(1 - \cos\varphi_8)]\sin\varphi_8, \\
y_{78} &= \left(-\frac{t}{2} - R_0 \sin\varphi_7 + R_0 \sin\varphi_8\right)\sin\varphi_8 + \\
& + [H_8 - R_0(1 - \cos\varphi_7) - R_0(1 - \cos\varphi_8)]\cos\varphi_8;
\end{aligned}$$

Вычислим силовые факторы – реакций опор роликов на стальной лист.

$$N_1 = \frac{M_2 - F_{п1}y_{21}}{z_{21}}, \quad N_8 = -\frac{M_7 + F_{п8}y_{78}}{z_{78}},$$

$$N_2 = -\frac{M_3 - N_1z_{31} - F_{п1}y_{31} + F_{п2}y_{32}}{z_{32}},$$

$$N_3 = \frac{M_4 - N_1z_{41} - F_{п1}y_{41} + N_2z_{42} + F_{п2}y_{42} - F_{п3}y_{43}}{z_{43}},$$

$$N_4 = -\frac{M_5 - N_1z_{51} - F_{п1}y_{51} + N_2z_{52} + F_{п2}y_{52} - N_3z_{53} - F_{п3}y_{53} + F_{п4}y_{54}}{z_{54}},$$

$$N_5 = \frac{\left(M_6 - N_1z_{61} - F_{п1}y_{61} + N_2z_{62} + F_{п2}y_{62} - \right. \\ \left. - N_3z_{63} - F_{п3}y_{63} + N_4z_{64} + F_{п4}y_{64} - F_{п5}y_{65} \right)}{z_{65}},$$

$$N_6 = -\frac{\left(M_7 - N_1z_{71} - F_{п1}y_{71} + N_2z_{72} + F_{п2}y_{72} - N_3z_{73} - F_{п3}y_{73} + \right. \\ \left. + N_4z_{74} + F_{п4}y_{74} - N_5z_{75} - F_{п5}y_{75} + F_{п6}y_{76} \right)}{z_{76}},$$

$$N_7 = \frac{\left(M_8 - N_1z_{81} - F_{п1}y_{81} + N_2z_{82} + F_{п2}y_{82} - N_3z_{83} - F_{п3}y_{83} + \right. \\ \left. + N_4z_{84} + F_{п4}y_{84} - N_5z_{85} - F_{п5}y_{85} + N_6z_{86} + F_{п6}y_{86} - F_{п7}y_{87} \right)}{z_{87}}.$$

Заключение. Получен метод расчета силовых параметров правки стального листа на восьмироликовой листопрямительной машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству широкого толстого стального листа [1–72].

Список литературы

1. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатирولیковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатирولیковой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой

ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.

10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.

11. Шинкин В.Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.

12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.

13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.

14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.

15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.

16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.

17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.

18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.

19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.

20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.

21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.

22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семироликовой листопрямильной машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228–237.

23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.

24. Шинкин В.Н., Уандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110–112.

25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54–58.

26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.

27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.

28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53–56.

29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.

30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство

проката. 2011. № 10. С. 12–19.

31. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Барыков А.М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // *Металлург*. 2011. № 11. С. 77–81.

32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // *Steel in Translation*. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.

33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // *Steel in Translation*. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.

34. Шинкин В.Н., Барыков А.М., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // *Производство проката*. 2012. № 2. С. 14–16.

35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // *Производство проката*. 2012. № 7. С. 25–29.

36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // *Производство проката*. 2012. № 9. С. 21–26.

37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с рисккой» // *Производство проката*. 2012. № 12. С. 19–24.

38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // *Metallurgist*. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.

39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 3–1. С. 64–67.

40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 4–1. С. 114–119.

41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 5–1. С. 96–99.

42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 6–1. С. 115–118.

43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 7–1. С. 74–78.

44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 8–1. С. 78–83.

45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 9–1. С. 73–77.

46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 10–1. С. 153–157.

47. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11–1. С. 252–257.

48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11–1. С. 257–262.

49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирولیковой машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*.

2015. № 12–2. С. 246–251.

50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 251–258.

51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямительной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. С. 134–141.

52. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.

53. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 145–151.

54. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43–48.

55. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7–15.

56. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного пресса SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5. Часть 3. С. 112–115.

57. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироликовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.

58. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.

59. Шинкин В.Н., Борисевич В.Г., Федотов О.В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямительной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Т. 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 119–121.

60. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатироликовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.

61. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.

62. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. С. 7–11.

63. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57–64.

64. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50–58.

65. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.

66. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.

67. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом изгибе // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 141–149.

68. Шинкин В.Н. К вопросу о правке листа на семироликовой машине // В сборни-

ке: Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. № 3. С. 64–70.

69. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения при упругопластическом изгибе круглого бруса // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 49–56.

70. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения круглого бруса при упругопластическом изгибе // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 56–63.

71. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60–76.

72. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.

КРИВИЗНА ЛИСТА ПРИ ПРАВКЕ НА ВОСЬМИРОЛИКОВОЙ МАШИНЕ

Шинкин В.Н.

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Россия, г. Москва

Предложен математический метод определения оптимальных технологических параметров холодной правки стального листа на восьмироликовой листопрямительной машине.

Ключевые слова: стальной лист, листопрямительная машина, знакопеременный изгиб, упругопластическая среда.

Введение. Гидравлическая восьмироликовая правильная машина (рис. 1) предназначена для холодной правки листа шириной 1500÷4850 мм, толщиной 7÷50 мм, длиной до 40 м, с пределом текучести металла до 1000 МПа при температуре листа до 150°. Максимальное усилие правки 4000 т.

Правка стального листа осуществляется восьмью приводными правильными роликами – 4-мя верхними правильными роликами и 4-мя нижними правильными роликами. Нижние входные и выходные правильные ролики снабжены отдельными системами настройки их вертикального положения с помощью клиновых пар и гидроцилиндров с позиционным управлением. Раздельное регулирование правильных роликов позволяет вывести отдельные верхние и нижние ролики из процесса правки путем их вертикального перемещения с помощью системы регулирования клиньев [1–6]. Подобным образом можно уменьшить количество активных правильных роликов, например,

с 8 до 5, что позволяет использовать более крупный шаг правильных роликов и увеличить диапазон правки приблизительно на 50% (рис. 2).

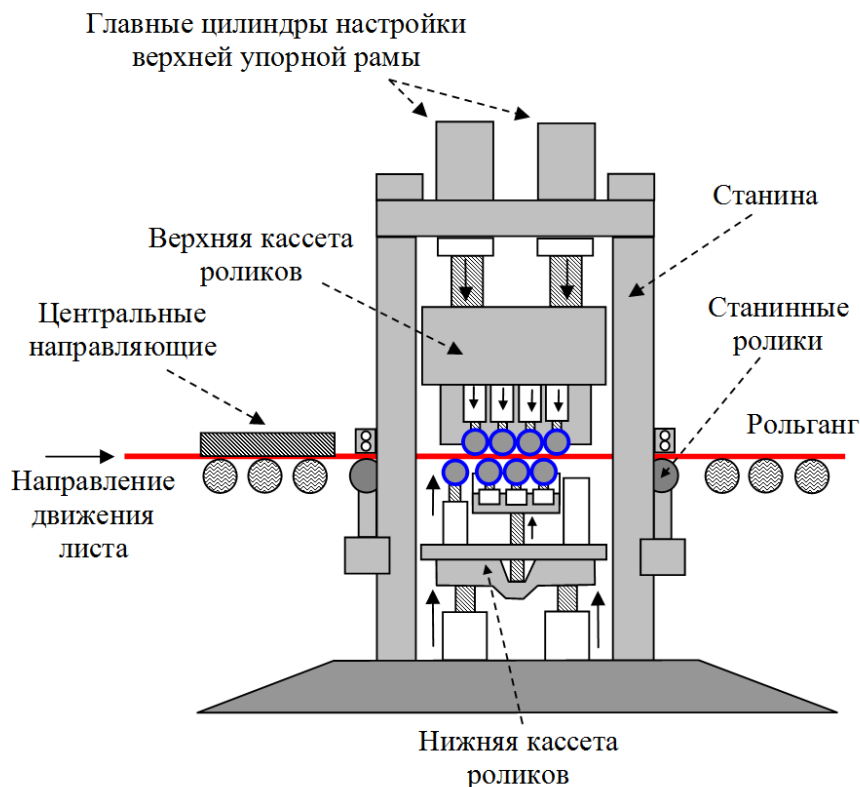


Рис. 1. Восьмироликовая листопрямляющая машина

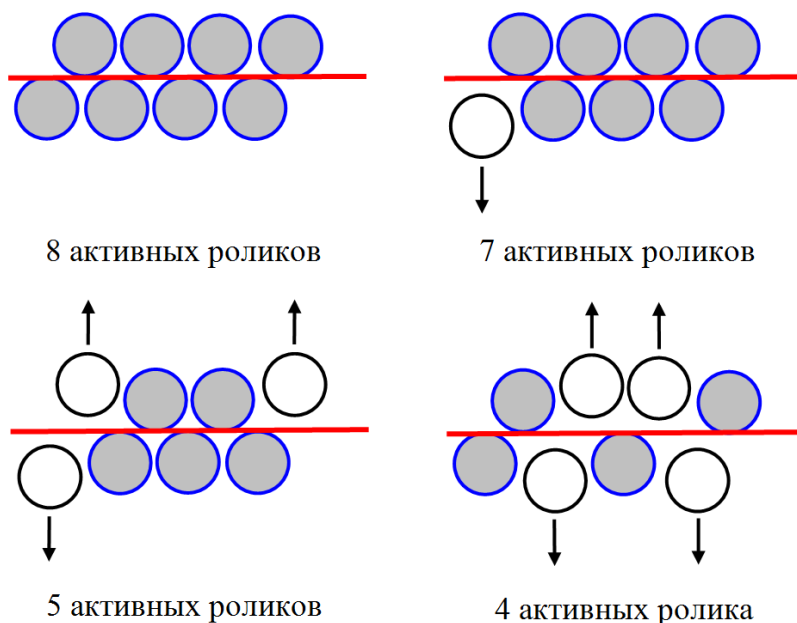


Рис. 2. Варианты расположения активных правильных роликов

Правка листа на восьмироликовой листопрямляющей машине.

Пусть t – шаг между нижними правильными роликами; H_i – величина обжатия срединной поверхности стального листа на i -ом правильном ролике (для нижних роликов положительным направлением обжатия считается

направление вверх, для верхних роликов – вниз), h – толщина стального листа, R – радиус рабочих роликов, $R_0 = R + h/2$; σ_T , E , Π_p и Π_c – предел текучести, модуль Юнга и модули упрочнения стали при растяжении и сжатии; ρ_i и $\varepsilon_i = 1/\rho_i$ – радиусы кривизны и кривизна срединной линии листа в точках касания листа с роликами, φ_i – углы точек касания листа и роликов ($i = 1 \dots 8$) (рис. 3).

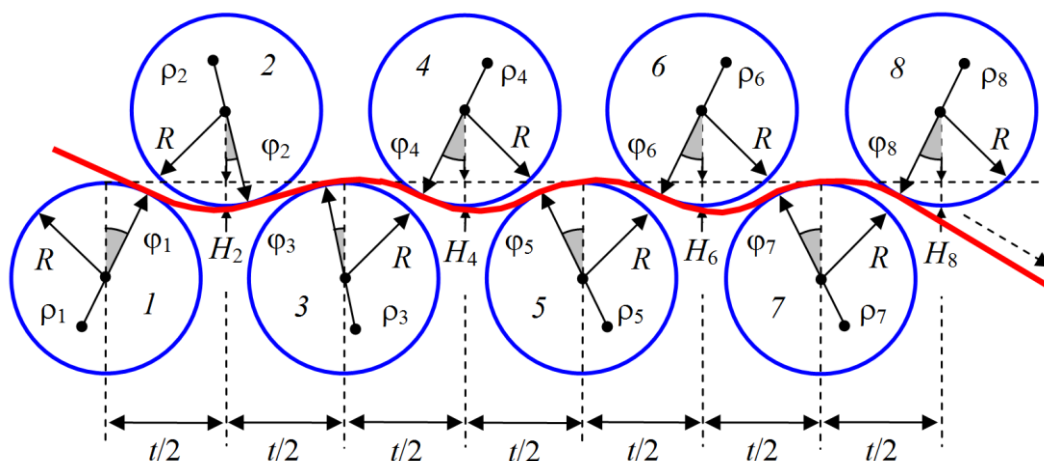


Рис. 3. Правка листа восьмью роликами листопрямительной машины

Далее будем считать, что нижние правительные ролики лежат на одном уровне ($H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$ м). Коэффициент пружинения нейтральной линии листа при радиусе кривизны ρ равен [3–6]

$$\beta(\rho) = \frac{1}{\left(1 - \frac{\Pi_p + \Pi_c}{2E}\right) \left(1 - 2 \frac{\rho \sigma_T}{hE}\right)^2 \left(1 + \frac{\rho \sigma_T}{hE}\right)}.$$

Введем восемь локальных декартовых прямоугольных систем координат y – z в точках касания листа с рабочими роликами. Оси z направим по касательной к поверхности роликов слева направо, а оси y – перпендикулярно к оси z в сторону центров соответствующих роликов. Будем аппроксимировать в этих системах координат нейтральную линию листа (между соседними точками касания листа и роликов) с помощью кубических полиномов вида $y(z) = a z^2 - b z^3$ (метод Шинкина [5, 6]).

Обозначим a_i и b_i – коэффициенты кубических полиномов в i -ой системе координат. Составим уравнения для коэффициентов кубических полиномов, кривизны и радиусов кривизны нейтральной линии листа в точках касания листа с роликами.

Первый и второй ролики

$$z_2 = \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2 \right) \cos \varphi_1 + \\ + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \sin \varphi_1,$$

$$\begin{aligned}
& y_2 = -\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_1 + R_0 \cos \varphi_2\right) \sin \varphi_1 + \\
& \quad + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_1) - R_0(1 - \cos \varphi_2)] \cos \varphi_1, \\
a_1 &= \frac{3y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^2}, \quad b_1 = \frac{2y_2 + \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2)z_2}{z_2^3}, \quad \varepsilon_{1,2} = 2a_1, \\
\varepsilon_{2,1} &= \frac{2a_1 - 6b_1z_2}{\left[1 + (2a_1z_2 - 3b_1z_2^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_{1,2} = \frac{1}{2a_1}, \quad \rho_{2,1} = \frac{1}{\varepsilon_{2,1}};
\end{aligned}$$

Второй и третий ролики

$$\begin{aligned}
& z_3 = \left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 + R_0 \cos \varphi_3\right) \cos \varphi_2 + \\
& \quad + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \sin \varphi_2, \\
& y_3 = -\left(\frac{t}{2} - R_0 \sin \varphi_2 + R_0 \cos \varphi_3\right) \sin \varphi_2 + \\
& \quad + [H_2 - R_0(1 - \cos \varphi_2) - R_0(1 - \cos \varphi_3)] \cos \varphi_2, \\
a_2 &= \frac{3y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^2}, \quad b_2 = \frac{2y_3 + \operatorname{tg}(\varphi_2 - \varphi_3)z_3}{z_3^3}, \quad \varepsilon_{2,3} = 2a_2, \\
\varepsilon_{3,2} &= \frac{2a_2 - 6b_2z_3}{\left[1 + (2a_2z_3 - 3b_2z_3^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \quad \rho_2 = \rho_{2,3} = \frac{1}{2a_2}, \quad \rho_3 = \rho_{3,2} = \frac{1}{\varepsilon_{3,2}};
\end{aligned}$$

(2j - 1)-ый и 2j-ый ролики (j = 2, 3, 4)

$$\begin{aligned}
& z_{2j} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j-1} + R_0 \cos \varphi_{2j}\right) \cos \varphi_{2j-1} - \\
& \quad - [H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j-1}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j})] \sin \varphi_{2j-1}, \\
& y_{2j} = \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j-1} + R_0 \cos \varphi_{2j}\right) \sin \varphi_{2j-1} + \\
& \quad + [H_{2j} - R_0(1 - \cos \varphi_{2j-1}) - R_0(1 - \cos \varphi_{2j})] \cos \varphi_{2j-1}, \\
& a_{2j-1} = \frac{3y_{2j} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j-1} + \varphi_{2j})z_{2j}}{z_{2j}^2}, \\
b_{2j-1} &= \frac{2y_{2j} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j-1} + \varphi_{2j})z_{2j}}{z_{2j}^3}, \quad \varepsilon_{2j-1,2j} = 2a_{2j-1}, \\
\varepsilon_{2j,2j-1} &= \frac{2a_{2j-1} - 6b_{2j-1}z_{2j}}{\left[1 + (2a_{2j-1}z_{2j} - 3b_{2j-1}z_{2j}^2)^2\right]^{\frac{3}{2}}}, \\
\rho_{2j-1,2j} &= \frac{1}{2a_{2j-1}}, \quad \rho_{2j,2j-1} = \frac{1}{\varepsilon_{2j,2j-1}};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 2j\text{-ый и } (2j + 1)\text{-ый ролики } (j = 2, 3, 4) \\
z_{2j+1} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j} + R_0 \cos \varphi_{2j+1} \right) \cos \varphi_{2j} - \\
& - \left[H_{2j} - R_0 (1 - \cos \varphi_{2j}) - R_0 (1 - \cos \varphi_{2j+1}) \right] \sin \varphi_{2j}, \\
y_{2j+1} &= \left(\frac{t}{2} + R_0 \sin \varphi_{2j} + R_0 \cos \varphi_{2j+1} \right) \sin \varphi_{2j} + \\
& + \left[H_{2j} - R_0 (1 - \cos \varphi_{2j}) - R_0 (1 - \cos \varphi_{2j+1}) \right] \cos \varphi_{2j}, \\
a_{2j} &= \frac{3y_{2j+1} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j} + \varphi_{2j+1})z_{2j+1}}{z_{2j+1}^2}, \\
b_{2j} &= \frac{2y_{2j+1} - \operatorname{tg}(\varphi_{2j} + \varphi_{2j+1})z_{2j+1}}{z_{2j+1}^3}, \quad \varepsilon_{2j,2j+1} = 2a_{2j}, \\
\varepsilon_{2j+1,2j} &= \frac{2a_{2j} - 6b_{2j}z_{2j+1}}{\left[1 + \left(2a_{2j}z_{2j+1} - 3b_{2j}z_{2j+1}^2 \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}, \\
\rho_{2j} = \rho_{2j,2j+1} &= \frac{1}{2a_{2j}}, \quad \rho_{2j+1} = \rho_{2j+1,2j} = \frac{1}{\varepsilon_{2j+1,2j}}.
\end{aligned}$$

Граничные условия задачи имеют вид

$$\begin{aligned}
\rho_{1,2} = \rho_1, \quad \rho_{2,1} = -\rho_{2,3}, \quad \rho_{3,2} = -\rho_{3,4}, \quad \rho_{4,3} = -\rho_{4,5}, \\
\rho_{5,4} = -\rho_{5,6}, \quad \rho_{6,5} = -\rho_{6,7}, \quad \rho_{7,6} = -\rho_{7,8}, \quad \rho_{8,7} = \beta(\rho_{7,8})\rho_{7,8}.
\end{aligned}$$

Результаты расчетов. Решая систему уравнений при $t = 0,27$ м, $R = 0,125$ м, $h = 0,01$ м, $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па, $\sigma_T = 500 \cdot 10^6$ Па, $H_1 = H_3 = H_5 = H_7 = 0$ м, $H_2 = 0,012$ м, $H_4 = 0,006$ м, $H_6 = 0,003$ м, $H_8 = -0,001$ м и $\rho_1 = -1$ м, получаем $\rho_2 = 0,320$ м, $\rho_3 = -0,355$ м, $\rho_4 = 0,490$ м, $\rho_5 = -0,675$ м, $\rho_6 = 1,042$ м, $\rho_7 = -2,524$ м, $\rho_8 = -1000$ м, $\varphi_1 = 6,60^\circ$, $\varphi_2 = 1,16^\circ$, $\varphi_3 = 2,29^\circ$, $\varphi_4 = 0,75^\circ$, $\varphi_5 = 1,37^\circ$, $\varphi_6 = 0,67^\circ$, $\varphi_7 = 1,48^\circ$, $\varphi_8 = 0,09^\circ$, $\varepsilon_1 = -1$, $\varepsilon_2 = 3,127$, $\varepsilon_3 = -2,817$, $\varepsilon_4 = 2,040$, $\varepsilon_5 = -1,481$, $\varepsilon_6 = 0,959$, $\varepsilon_7 = -0,396$, $\varepsilon_8 = 0$ (рис. 4, 5).

На первых четырех рабочих роликах доля пластической деформации по толщине листа должна составлять от 67% до 80%. На четырех последних роликах обжатия стального листа подбираются так, чтобы свести кривизну стального листа на последнем 8-ом ролике практически к нулю.

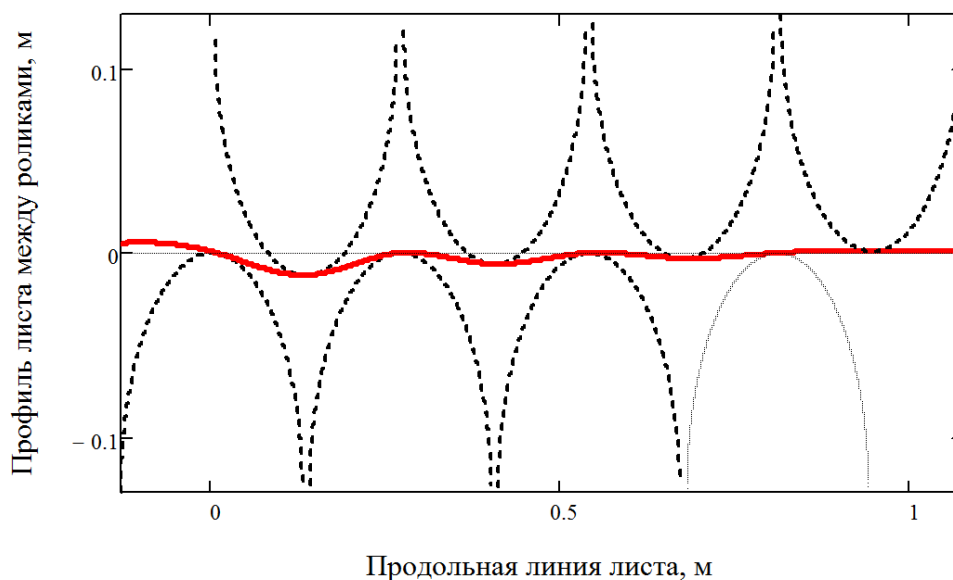


Рис. 4. Профиль листа между восьмью роликами машины

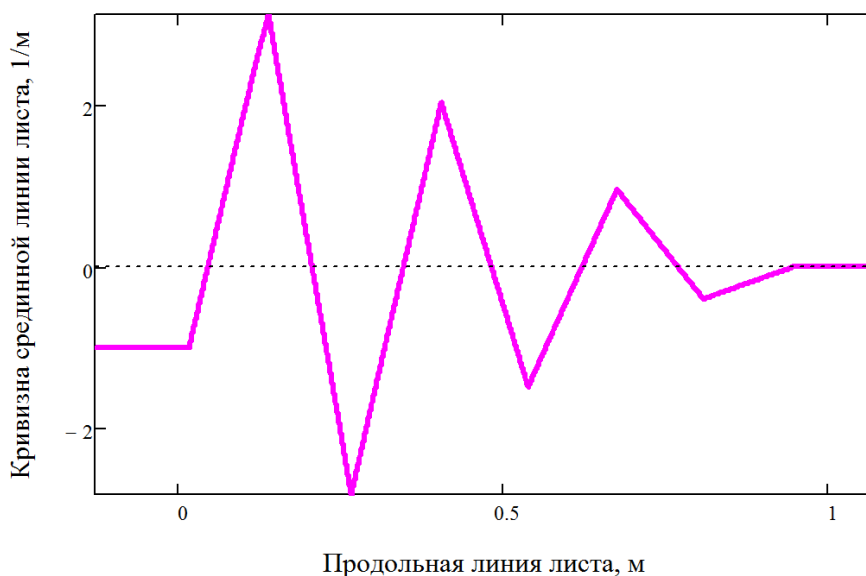


Рис. 5. Кривизна листа между восьмью роликами машины

Заключение. Получен метод расчета технологических параметров правки стального листа на восьмироликовой листопрямительной машине. Результаты исследований могут быть использованы на металлургических заводах по производству широкого толстого стального листа [1–72].

Список литературы

1. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.

4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Соппротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироликовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироликовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.
15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.
16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.
18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.
19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.
22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семироликовой листопрямительной машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228–237.
23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
24. Шинкин В.Н., Уандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромко-

гибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110–112.

25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54–58.

26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.

27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.

28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53–56.

29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.

30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидротестирования труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.

31. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Барыков А.М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.

32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.

33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.

34. Шинкин В.Н., Барыков А.М., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // Производство проката. 2012. № 2. С. 14–16.

35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. С. 25–29.

36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. С. 21–26.

37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // Производство проката. 2012. № 12. С. 19–24.

38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.

39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3–1. С. 64–67.

40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. С. 114–119.

41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. С. 96–99.

42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного прессы SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–1. С. 115–118.
43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного прессы SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7–1. С. 74–78.
44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного прессы SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8–1. С. 78–83.
45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–1. С. 73–77.
46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10–1. С. 153–157.
47. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 252–257.
48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликковой листопрямительной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 257–262.
49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатироликковой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 246–251.
50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 251–258.
51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликковой листопрямительной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. С. 134–141.
52. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 139–145.
53. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения в поперечном сечении круглого бруса при изгибе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3–1. С. 145–151.
54. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликковой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43–48.
55. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликковой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7–15.
56. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного прессы SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5. Часть 3. С. 112–115.
57. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироликковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
58. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.

59. Шинкин В.Н., Борисевич В.Г., Федотов О.В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямительной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Т. 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 119–121.
60. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатирولیковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.
61. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.
62. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. С. 7–11.
63. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57–64.
64. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50–58.
65. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.
66. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при пластическом изгибе круглого бруса. // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 133–141.
67. Шинкин В.Н. Пружинение круглого бруса при пластическом изгибе. // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 2–3. С. 141–149.
68. Шинкин В.Н. К вопросу о правке листа на семироликовой машине // В сборнике: Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. № 3. С. 64–70.
69. Шинкин В.Н. Коэффициент пружинения при упругопластическом изгибе круглого бруса // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 49–56.
70. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения круглого бруса при упругопластическом изгибе // В сборнике: Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2016. С. 56–63.
71. Shinkin V.N. The mathematical criterion of the origin of the inflection defect under the steel sheet blank's bend on the step-by-step O-forming press by SMS Meer under the manufacturing technique of the thick single-weld tubes for the main pipelines // Nauka i studia. 2015. Т. 4. С. 60–76.
72. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.

СНИЖЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ ВАЛКОВЫХ МАШИН АГРЕГАТА ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ №3 В ПДС ПАО «НЛМК»

Яковлев П.Н.

магистр кафедры «Металлургическое оборудование»,
Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

Бочаров А.В.

доцент кафедры «Металлургическое оборудование», канд. тех. наук, доцент,
Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

В статье рассматривается устройство и принцип работы валковой машины агрегата полимерных покрытий №3 в ПДС ПАО «НЛМК», анализируется парк запасных частей и определяются наиболее изнашиваемые узлы, после чего предлагаются способы уменьшения затрат на обслуживание валковых машин.

Ключевые слова: металлургия, металлургическое оборудование, производство проката, полимерные покрытия, снижение затрат.

В условиях производства динамной стали ПАО «НЛМК» прокат с полимерным покрытием производится на агрегате полимерных покрытий № 3 фирмы «Sundwig» (Германия), этот агрегат является одним из важнейших в данном производстве. Сталь с полимерным покрытием, получаемая на АПП-3 находит широкое применение не только в России и за рубежом.

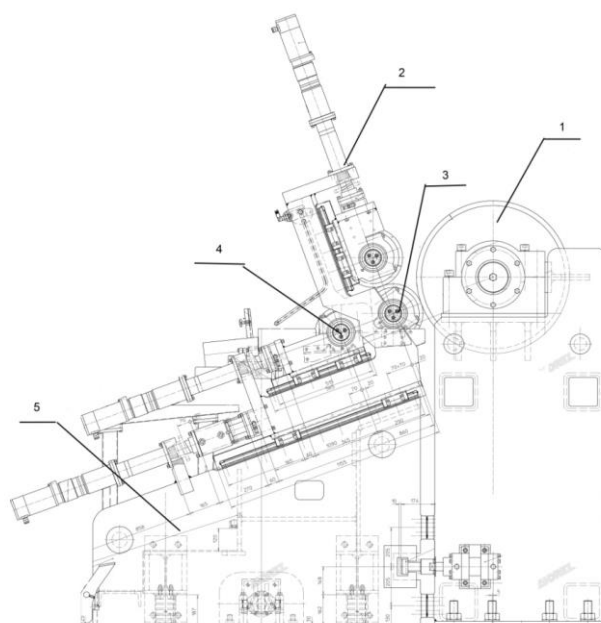
Для обеспечения непрерывности производства и высокого качества продукции парк запасных частей агрегата должен полностью обеспечивать потребность агрегата в расходных материалах, деталях подверженных интенсивному износу и узлах, выход которых из строя может прервать технологический процесс.

Агрегат полимерных покрытий №3 состоит из нескольких участков: входного участка, участка химической подготовки полосы, технологического участка и выходного участка агрегата. Узел нанесения АПП-3 располагается на технологическом участке и предназначен для непрерывного нанесения полимерных покрытий на стальную полосу. После прохождения участка подготовки полосы, стальной лист попадает в валковую машину нанесения покрытий. На рисунке 1 приведена схема валковой машины.

Основными неисправностями возникающими при эксплуатации валковой машины являются аварийный выход из строя гидроцилиндров и подшипниковых узлов.

На данный момент гидроцилиндры и подшипниковые узлы закупаются у зарубежных поставщиков.

В связи с ростом курса иностранных валют, на данный момент покупка запасных частей за рубежом экономически не целесообразна и оправдывается только в случаях отсутствия отечественных аналогов.



1 – валок противодействия, 2 – гидроцилиндр, 3 – наносящий валок,
4 – захватывающий валок, 5 – статина

Рис. 1. Схема валковой машины

К примеру, самоустанавливающийся роликоподшипник типа 22224 производимый «ГПЗ» имеет цену порядка 3900 рублей, что в несколько раз ниже стоимости, по которой детали закупаются на данный момент у компании «SKF». Ниже указаны ориентировочные цены на роликоподшипник 22224 нескольких российских и зарубежных производителей, таких как: SKF (Швеция), FAG (Германия), NTN (Япония), ЕРК (Европейская подшипниковая корпорация (Россия), УВР (Курский подшипниковый завод (Россия), ГПЗ (Государственный подшипниковый завод (Россия)).

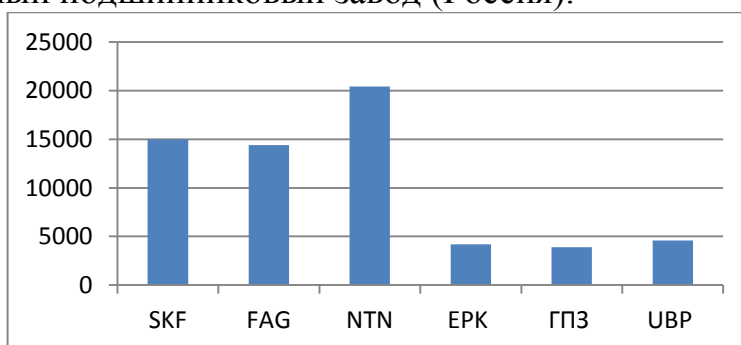


Рис. 2. Стоимость подшипников

Единственной преградой для обширной замены иностранных деталей на отечественные является их не стандартное исполнение и меньший срок службы, что затрудняет поиск подходящих поставщиков. Ниже приведен ориентировочный срок службы подшипника при непрерывной эксплуатации в узлах валковой машины, для производителей указанных ранее.

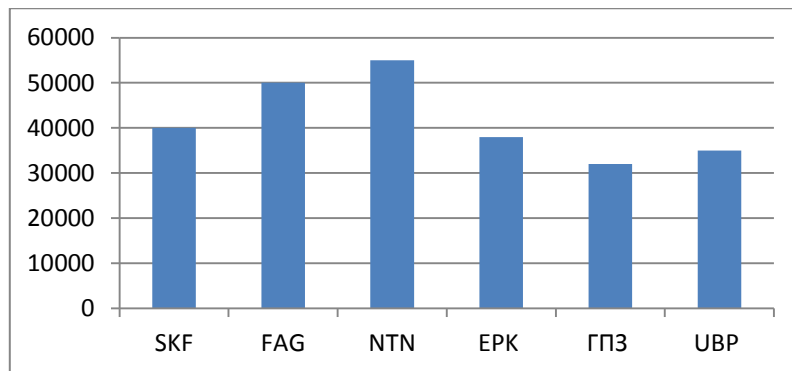


Рис. 3. Ожидаемый срок службы

Проанализировав данные, полученные в ходе анализа парка запасных частей агрегата полимерных покрытий №3 производства динамной стали ПАО «НЛМК», можно прийти к выводу, что система закупки запасных частей узла нанесения может быть модернизирована путем перехода на закупку запасных частей у российских. Данные меры не только могут сократить расходы на сами запасные части, но и значительно снизить расходы на транспортировку запасных частей агрегата.

Список литературы

1. Синицкий В.М. Машины и агрегаты металлургического производства // Энциклопедия «Машиностроение». 2014. 230 с.

Подписано в печать 12.05.2016. Гарнитура Times New Roman.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,14. Тираж 100 экз. Заказ № 143
ООО «ЭПИЦЕНТР»
308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1
ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а