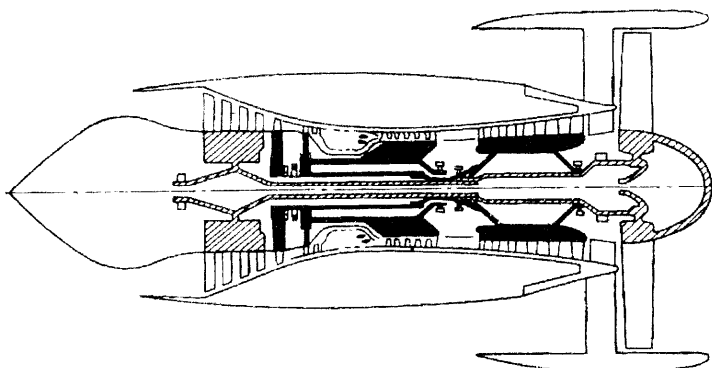


**PROCEEDINGS OF
VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON
THE IMPROVEMENT OF THE QUALITY,
RELIABILITY AND LONG USAGE OF
TECHNICAL
SYSTEMS AND TECHNOLOGICAL PROCESSES**

*December 5 -12, 2009
Hurghada, Egypt*



**СБОРНИК ТРУДОВ
VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
«ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА,
НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

*5 – 12 декабря 2009 г.
г. Хургада, Египет*

**National Council of Ukraine for Mechanism and Machine
Science (Member Organization of the International
Federation for Promotion of Mechanism and Machine
Science)**

**Национальный Совет Украины по Машиноведению
(Украинский Национальный комитет ИФТоММ)**

**Khmel'nitsky National University
Хмельницкий национальный университет**

**THE IMPROVEMENT OF THE QUALITY,
RELIABILITY AND LONG USAGE OF
TECHNICAL
SYSTEMS AND TECHNOLOGICAL PROCESSES**

**VI INTERNATIONAL CONFERENCE
*December 5 -12, 2009
Hurghada, Egypt***

**«ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА,
НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

**СБОРНИК ТРУДОВ V МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**5 – 12 декабря 2009 г.
г. Хургада, Египет**

УДК 61.2+68.1:62.755

Повышение качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процессов: Сборник трудов международной научно-технической конференции, 5 – 12 декабря 2009 г. – Хмельницкий: ХНУ, 2009. – 173 с.

В сборник включены материалы международной конференции «Повышение качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процессов», проведенной в Египте в декабре 2009 г. в г. Хургада.

Рассмотрены проблемы повышения качества и производительности технических систем и технологических процессов, представлены доклады по контролю, диагностике и прогнозированию состояния этих систем, освещены некоторые проблемы вибрационной техники, динамической и статической прочности, а также экономические и образовательные аспекты проблем.

Сборник рассчитан на научных и инженерных работников, аспирантов, специализирующихся в области повышения качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процессов.

Редакционная коллегия:

Богорош А.Т., д.т.н. (Украина), Бубулис А. д.т.н. (Литва), Силин Р.И., д.т.н. (Украина), Ройзман В.П., д.т.н. (Украина), Сокол В.М., д-р (Израиль).

Ответственный за выпуск проф. Ройзман В.П.

Утверждено к печати совместным заседанием Исполкома Хмельницкой областной организации Союза научных и инженерных объединений Украины и Украинского Национального комитета ИГТоММ. Протокол №6 от 21 ноября 2009 г.

ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ РОТОРНЫХ СИСТЕМ

КОЛЕБАНИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМЫ «РОТОР-ЖИДКОСТЬ-ФУНДАМЕНТ»

*Кыдырбекулы А.Б., Рахметолла А.Ш., Хаджиева Л.А.
Институт механики и машиноведения МОН РК,
050010, Казахстан, г. Алматы, ул. Курмангазы, 29
E-mail: almatbek@list.ru*

При проектировании и оценке вибрационных характеристик роторных машин необходимо учитывать колебания корпуса, т.е. рассматривать динамическую систему «ротор-корпус-фундамент» в целом [1-2]. Во многих теоретических и практических исследованиях по динамике роторных систем, содержащих жидкость, рассматриваются только колебания ротора с жидкостью и при этом станина (фундамент) считается неподвижной. Такое допущение приводит к существенным погрешностям при оценке динамических и кинематических характеристик роторной системы в целом [2-3]. Экспериментальные исследования таких динамических систем как роторные системы, показывают важность учёта вибрации фундамента и необходимость разработки мер по их снижению [4]. Здесь предложена обобщённая математическая модель, позволяющая исследовать взаимосвязанные колебания системы «ротор-жидкость-фундамент» при наличии упругих связей между ними и фундаментом машины.

Рассмотрим вертикальный ротор, установленный на гибком валу с анизотропными упругими опорами, вращающийся с постоянной угловой скоростью Ω_0 . Посредством этих опор вал ротора прикреплён к упругому фундаменту. Ротор имеет цилиндрическую полость, частично заполненную вязкой жидкостью с кинематическим коэффициентом вязкости ν , и установлен на валу несимметрично относительно опор и имеет перекося – наклонён на некоторый угол относительно плоскости, перпендикулярной оси вала. Угловая скорость вращения вала считается достаточно большой так, что гравитационная сила пренебрежимо мала по сравнению с центробежной силой, и жидкость принимает форму цилиндрического жидкого слоя с внешним радиусом R и радиусом свободной поверхности r_0 . В состоянии динамического равновесия ротор и жидкость вращаются как единое твёрдое тело. Ротор имеет также и статическую неуравновешенность. Предполагается, что в движении

системы фундамент перемещается в горизонтальной плоскости. Система координат A_0xyz неподвижна в пространстве; оси x и y фиксируют положение точки s , а ось z проходит через ось недеформированного вала (ось вращения). Углы поворота вала в точке s в плоскостях xu и yz обозначены соответственно через α и β . Все прогибы в направлении осей x и y полагаются малыми, а перемещениями в направлении оси z пренебрегается. Вторая система координат $O\zeta\eta\xi$ связана с ротором. Ось ζ есть полярная ось, ось ξ произвольно проведена через вектор эксцентриситета массы цилиндра. Фундамент считается задемпфированным. В равновесном положении центр тяжести фундамента с координатами x_k, y_k совпадает с началом неподвижной системы координат. Движение жидкости описывается в подвижной системе координат (r, φ, z) , жёстко связанной с ротором. Отклонения жидкости от положения равновесия, производные по времени от всех амплитуд колебаний принимаются малыми. С учётом сил внешнего и внутреннего трения, сил реакции жидкости на стенки цилиндра уравнения движения неуравновешенного ротора с полостью, частично заполненной жидкостью и фундамента, имеют вид

$$\begin{aligned}
 m\ddot{x} + (n_e + n_i)\dot{x} + p_1x + \Omega_0 n_i y - q_1\alpha + \sigma_1 x_k &= m\varepsilon\Omega_0^2 \cos\Omega_0 t + F_x, \\
 m\ddot{y} + (n_e + n_i)\dot{y} + p_2y - \Omega_0 n_i x - q_2\beta + \sigma_2 y_k &= m\varepsilon\Omega_0^2 \sin\Omega_0 t + F_y, \\
 A\ddot{\alpha} + C\Omega_0\dot{\beta} + (\mu_e + \mu_i)\dot{\alpha} - r_1x + \Omega_0\mu_i\beta + s_1\alpha + \sigma_3 x_k &= \\
 = (C - A)\delta\Omega_0^2 \sin(\Omega_0 t - \chi) + M_\alpha, \\
 A\ddot{\beta} - C\Omega_0\dot{\alpha} + (\mu_e + \mu_i)\dot{\beta} - r_2y - \Omega_0\mu_i\alpha + s_2\beta + \sigma_4 y_k &= \\
 = (A - C)\delta\Omega_0^2 \cos(\Omega_0 t - \chi) + M_\beta, \quad M\ddot{x}_k + p_3x_k + r_3x + s_3\alpha + n_1\dot{x}_k &= 0, \\
 M\ddot{y}_k + p_4y_k + r_4y + s_4\beta + n_2\dot{y}_k &= 0.
 \end{aligned}$$

Уравнения движения жидкости имеют вид

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial U}{\partial t} - 2\Omega_0 v &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial r} - \ddot{Q}e^{-i(\Omega_0 t + \varphi)} + iz\ddot{\theta}e^{-i(\Omega_0 t + \varphi)}, \\
 \frac{\partial v}{\partial t} + 2\Omega_0 U &= -\frac{1}{\rho r} \frac{\partial P}{\partial \varphi} + \ddot{Q}e^{-i(\Omega_0 t + \varphi)} + z\ddot{\theta}e^{-i(\Omega_0 t + \varphi)}, \\
 \frac{\partial W}{\partial t} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} - (i\ddot{\theta} + 2\Omega_0\dot{\theta})re^{-i(\Omega_0 t + \varphi)}, \\
 \frac{\partial(rU)}{\partial r} + \frac{\partial v}{\partial \varphi} + \frac{\partial W}{\partial z} &= 0 \quad n\mu_i \quad \rho = const,
 \end{aligned}$$

с граничными условиями: на стенке, верхней и нижней границах цилиндра $U = W = 0$; на свободной поверхности жидкости

$$\left(\frac{\partial P}{\partial t} - \rho \Omega_0^2 r_0 U \right)_{/r=r_0} = 0. \text{ Здесь } Q = x + iy, \theta = \alpha + i\beta.$$

В случае вынужденных колебаний ротора, обусловленных его линейной и угловой неуравновешенностью, и автоколебаний, вызываемых неконсервативными силами (гидродинамическая сила, силы внутреннего трения и др.), закон движения представляется в виде

$$\left. \begin{aligned} x &= A_1 e^{i\Omega_0 t} + B_1 e^{i\omega t}, \\ y &= A_2 e^{i\Omega_0 t} + B_2 e^{i\omega t}, \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} \alpha &= A_3 e^{i\Omega_0 t} + B_3 e^{i\omega t}, \\ \beta &= A_4 e^{i\Omega_0 t} + B_4 e^{i\omega t}, \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} x_k &= A_5 e^{i\Omega_0 t} + B_5 e^{i\omega t}, \\ y_k &= A_6 e^{i\Omega_0 t} + B_6 e^{i\omega t}. \end{aligned} \right\}$$

Вынужденные колебания жидкости можно представить в виде

$$U = U^*(r, z) e^{i(\sigma t - \varphi)}, \quad v = v^*(r, z) e^{i(\sigma t - \varphi)}, \quad W = W^*(r, z) e^{i(\sigma t - \varphi)}.$$

В результате решения уравнений совместного движения неуравновешенного ротора, фундамента и жидкости определены выражения составляющих скорости частицы жидкости и давления в любой точке жидкости, гидродинамическая сила и её момент, амплитуды вынужденных колебаний и сдвиги фаз вынужденных колебаний ротора, обусловленных его линейным и угловым эксцентриситетом, амплитуды вынужденных колебаний фундамента, получено характеристическое уравнение системы относительно искомой частоты ω , по корням которого определяется устойчивость системы.

Список литературы

1. Куменко А.И., Морозова Д.С., Карев А.В. Применение математического моделирования в задачах динамики системы «Турбоагрегат-фундамент-основание» // Вестник МЭИ. – 1994. – №1. – С. 65-73.
2. Gasch R., Maurer J., Sarfeld W. Soil influence on unbalance response and stability of a simple rotor-foundation system // Journal of Sound and Vibration. – 1984. – V.9(34). – PP. 549-566.
3. Павлов Г.М. Взаимосвязанные колебания системы «ротор-корпус» при наличии упругих связей между ними и фундаментом машины // Сб.: Динамика механических систем. – Киев, 1985. – С.70-89.
4. Рахимов Е.Р., Рахматуллаев А.Ш. Колебания и устойчивость неуравновешенного ротора с полостью, частично заполненной жидкостью, на массивном вибрирующем фундаменте // Материалы 2-ой научной сессии отд. физ.-мат. наук НАН РК, посвященной проблемам развития механики машиностроения в Казахстане. – Алматы, 1993. – С.118-121.

К ЗАДАЧЕ ДИНАМИКИ РОТОРНОЙ СИСТЕМЫ, ЧАСТИЧНО ЗАПОЛНЕННОЙ ДВУМЯ НЕСМЕШИВАЮЩИМИСЯ ЖИДКОСТЯМИ

*Кыдырбекулы А.Б., Рахметолла А.Ш., Хаджиева Л.А.
Институт механики и машиноведения МОН РК,
050010, Казахстан, г. Алматы, ул. Курмангазы, 29
E-mail: almatbek@list.ru*

Динамика роторных систем с полостями, частично заполненными стратифицированными жидкостями недостаточно изучена. При исследовании динамики роторных систем большинство авторов считая, что жидкость, содержащаяся в полости однородная, таким образом, пренебрегают многофазностью обрабатываемого материала. Во многих исследованиях, помимо этого, не принимается во внимание движение фундамента (корпуса). В действительности любой фундамент не является абсолютно неподвижным и под действием колебаний ротора совершает движение, и не принятие во внимание колебаний фундамента приводит к серьёзным погрешностям при расчёте динамических и кинематических характеристик роторной системы.

Рассмотрим массивный ротор, установленный на гибком валу и расположенный симметрично относительно опор. Гибкий вал с коэффициентом жёсткости c_0 установлен на упругом фундаменте и закреплён с помощью подшипников качения, обеспечивающих условие плоскопараллельного движения ротора. Упругие характеристики подшипников считаем линейными с одинаковым коэффициентом жёсткости c_2 . Фундамент установлен на упругих изотропных опорах с коэффициентом жёсткости c_1 . Цилиндрическая полость ротора, высоты h и радиуса R , частично заполнена двумя несмешивающимися жидкостями с кинематическими коэффициентами вязкости ν_1 и ν_2 ($\nu_2 > \nu_1$). Угловая скорость вращения ротора $\Omega_0 = const$ достаточно велика так, что жидкости принимают форму кольца с радиусами свободной поверхности r_0 и границы раздела жидкостей r_1 (рис.1). Ротор имеет статическую неуравновешенность. Между упругой опорой ротора и фундаментом установлен демпфер с коэффициентом трения χ_3 . Здесь приняты следующие допущения: эффектом сил поверхностного натяжения пренебрегается; амплитуда колебаний ротора, фундамента и жидкостей считаются малыми; силы тяжести и гироскопические силы достаточно малы по сравнению с остальными силами; толщина слоёв

жидкостей много меньше их высоты. В силу двух последних высказываний движение жидкостей принимается плоским.

Движение ротора и фундамента определяется относительно неподвижной системы координат $Oxyz$, а движение жидкостей – относительно подвижной системы координат $O_1\xi\eta\zeta$, жёстко связанной с ротором, ось ξ направлена вдоль оси вектора эксцентриситета. Начало координат неподвижной системы координат O совпадает с центром тяжести фундамента и через него проходит линия центров подшипников вала при равновесном положении СРЖФ. Через x и y обозначены координаты точки крепления цилиндра к валу (координаты точки O_1 , геометрический центр ротора), через x_s и y_s – координаты центра тяжести ротора, через x_1 и y_1 – координаты центра тяжести фундамента O_0 . Положение частицы жидкости определяется в подвижной системе $O_1\xi\eta\zeta$ координатами r и φ . Движение подвижной цилиндрической системы координат (r, φ, z) определяется вектором скорости начала координат \bar{V}_0 и вектором мгновенной угловой скорости $\bar{\Omega}$. Кроме сил упругости, инерции и сил реакции жидкостей, учитываются силы внешнего трения, которые принимаются пропорциональными первой степени скорости перемещения ротора и фундамента. Уравнения движения ротора и фундамента имеют вид

$$\begin{aligned} m\ddot{x} + c(x - x_1) + \chi_0\dot{x} + k_{11}(\dot{x} - \dot{x}_1) &= me\Omega_0^2 \cos \Omega_0 t + F_x, \\ m\ddot{y} + c(y - y_1) + \chi_0\dot{y} + k_{11}(\dot{y} - \dot{y}_1) &= me\Omega_0^2 \sin \Omega_0 t + F_y, \\ M\ddot{x}_1 + c(x_1 - x) + c_1\dot{x}_1 + \chi_1\dot{x}_1 + k_{11}(\dot{x}_1 - \dot{x}) &= 0, \\ M\ddot{y}_1 + c(y_1 - y) + c_1\dot{y}_1 + \chi_1\dot{y}_1 + k_{11}(\dot{y}_1 - \dot{y}) &= 0, \end{aligned}$$

$$\text{где } k_{11} = \frac{\chi_3 c_0}{c_2 + c_0}, \quad c = \frac{c_0 c_2}{c_2 + c_0}.$$

Течение жидкостей полагается двумерным и описывается линеаризованными уравнениями

$$\begin{aligned} \frac{\partial U_j}{\partial t} + U_j \frac{\partial U_j}{\partial r} + \frac{V_j}{r} \frac{\partial U_j}{\partial \varphi} - \frac{V_j^2}{r} - 2\Omega_0 V_j - v_j \frac{\partial f_j}{\partial \varphi} &= \frac{1}{\rho_j} \frac{\partial P_j}{\partial r} - \ddot{x} \cos(\Omega_0 t + \varphi) - \ddot{y} \sin(\Omega_0 t + \varphi), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial V_j}{\partial t} + U_j \frac{\partial V_j}{\partial r} + \frac{V_j}{r} \frac{\partial V_j}{\partial \varphi} + \frac{1}{r} U_j V_j + 2\Omega_0 U_j + v_j \frac{\partial f_j}{\partial r} = \\ & = -\frac{1}{r\rho_j} \frac{\partial P_j}{\partial \varphi} + \ddot{x} \sin(\Omega_0 t + \varphi) - \ddot{y} \cos(\Omega_0 t + \varphi). \end{aligned}$$

Уравнение неразрывности при $\rho = const$ $\frac{\partial(rU_j)}{\partial r} + \frac{\partial V_j}{\partial \varphi} = 0$;

$$f_j = \frac{1}{r} \frac{\partial U_j}{\partial \varphi} - \frac{\partial V_j}{\partial r} - \frac{V_j}{r}, \quad (j=1,2).$$

Граничные условия задачи:

при $r = r_n = R$ $U_{2|r=R} = 0, V_{2|r=R} = 0$;

при $r = r_1$ $U_1 = U_2, V_1 = V_2$,

$$v_1 \rho_1 \left(\frac{1}{r} \frac{\partial U_1}{\partial \varphi} + \frac{\partial V_1}{\partial r} - \frac{V_1}{r} \right) = v_2 \rho_2 \left(\frac{1}{r} \frac{\partial U_2}{\partial \varphi} + \frac{\partial V_2}{\partial r} - \frac{V_2}{r} \right),$$

$$\left[-P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 \Omega_0^2 (r^2 - r_1^2) - 2v_1 \rho_1 \frac{\partial U_1}{\partial r} \right] \Big|_{r=r_1+\xi_1} =$$

$$= \left[-P_2 + \frac{1}{2} \rho_2 \Omega_0^2 (r^2 - r_1^2) + 2v_2 \rho_2 \frac{\partial U_2}{\partial r} \right] \Big|_{r=r_1+\xi_1},$$

$$\frac{\partial \xi_1(\varphi, t)}{\partial t} = U_1 = U_2;$$

при $r = r_0$ $v_1 \rho_1 \left(\frac{1}{r} \frac{\partial U_1}{\partial \varphi} + \frac{\partial V_1}{\partial r} - \frac{V_1}{r} \right) = 0$,

$$\left[-P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 \Omega_0^2 (r^2 - r_0^2) - 2v_1 \rho_1 \frac{\partial U_1}{\partial r} \right] \Big|_{r=r_0+\xi_0(\varphi, t)} = 0,$$

$$\frac{\partial \xi_0(\varphi, t)}{\partial t} = U_1 \Big|_{r=r_0}.$$

Решения указанных уравнений совместного движения системы разыскиваются в виде рядов по степеням малых возмущений, где в качестве порождающего движения рассматривается вращение жидкости как твёрдого тела, а решения первого приближения разыскиваются методом теории пограничного слоя. При определении гидродинамических сил учитываются нормальные и касательные напряжения на стенках ротора.

Исследование уравнений движения ротора и фундамента и полученного из него характеристического уравнения позволяет определить зоны неустойчивости движения роторной системы и влияние на их конфигурацию различных параметров, таких как, число оборотов ротора, соотношение объёмов жидкостей и др.

ROTOR TO BEARING RUBBING DIAGNOSTICS OF HIGH POWER TURBOUNIT

Vytautas Barzdaitis Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania:
vytautas.barzdaitis@ktu.lt; *Jurgita Grigoniene, Rimatas Didziokas*, Klaipeda University,
Klaipeda, Lithuania: jurgita.grigoniene@gmail.com, Rimantas.Didziokas@ku.lt

1. Introduction. The study concerns high power generating steam turbines-generator bearings failures, causalities that caused bearings failures and analysis results before-after overhauls. The stationary condition monitoring, protection and diagnostic systems (MDS) operation is based on rotor system mechanical vibration and technological parameters measurements and analysis [1, 2]. The object is 110MW power turbo unit at rated speed 3000 rpm and MDS Benly Nevada BNC 3500, Fig. 1.

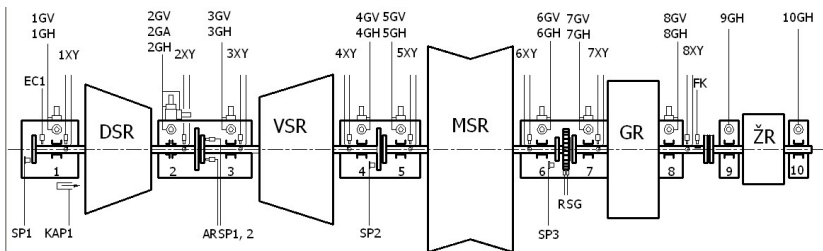


Fig. 1. The turbo unit scheme: high DSR, middle VSR and low MSR pressure steam turbine rotors, generator and exciter rotors (GR, ZR); 1-10 journal bearings; 1XY,..., 8XY- non-contacting sensors (proximity probes); EC1, SP1,..., SP3, ARSP1,2, KAP1 – displacement transducers; RSG – rotation speed two sensors; FK – Keyphasor, 1GV, 2GA,...,10GH – seismic transducers (V vertical, H horizontal and A axial directions)

2. Diagnostics approach and testing methodology. Most often occurring breakdowns in rotor system are bearings failure occurred at run up and coast down, uneven thermal deformations of massive cases and rotors at start up after long term stoppages. Early experience on steam turbines and generators was restricted to the measurement of bearing housing absolute and shaft vibration using shaft-riding transducers. Modern MDS based on non-contacting sensors (proximity probes) measured relative shaft vibration displacement - peak-to-peak displacement values [1]. Proximity probes measure shaft dynamic motion – vibration displacement magnitude s_{p-p} and shaft position in the bearing (gap) relative to the probe mounting location. The

maximum values of peak-to-peak displacement $s_{(p-p)\max}$ and maximum values of vibration displacements s_{\max} is approximated:

$$s_{(p-p)\max} = 2 s_{\max} .$$

This relation will be correct when the two orthogonal measurements $s_X(t)$ and $s_Y(t)$ are of single – frequency sinusoidal form. s_{\max} – is the main parameter of the shaft kinetic orbit.

The monitoring and diagnostics of machine was provided continuously during 5 years between two overhauls. At the end of 5th year exploitation period before the overhaul the most sensitive was 3rd bearing.

3. Rotor to stationary part rubbing at 110 MW turbounit

Rub is a dangerous contact between a rotating and stationary part, but it usually doesn't happen by itself, it is a secondary effect to some initial machine malfunctions. Rub causes extreme ware of contacting parts, scratched or smeared babbitt, damaged seals and provide highly nonlinear transient behavior of the rotor.

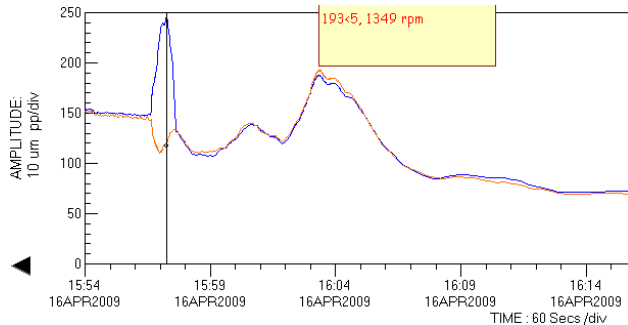


Fig. 2. The damaged 3rd bearing's shaft relative vibration displacement s_{p-p3Y} trend plot versus time at shutdown (rubbing at ~2758-2773 rpm, direct $s_{p-p3YDirect}=250 \mu\text{m}$ and large changes in $1X=46,22 \text{ Hz}$ frequency vibration displacement $s_{p-p3Y1X}=118\mu\text{m} \angle 40^\circ$; $s_{p-p3Yrez}=193 \mu\text{m} \angle 5^\circ$ at resonance speed ~1349 rpm)

Partial radial rub occurred once per turn of the rotor and **produced a self-excited**, large vibration amplitude of the damaged 3rd bearing ($s_{p-p3YDirect}=250 \mu\text{m}$, Fig. 2) at subharmonics 1/2X frequencies, Fig. 3. Because the rub involves tangential friction forces acting against the direction of rotation, full spectrum plots will often show significant reverse precession components at the subsynchronous frequency. The 3rd bearing shaft rubbing at shutdown occurs at ~2758 rpm and excited vibration frequencies with forward (+22.983Hz) $s_{p-p3+22.983Hz}=108 \mu\text{m}$ and reverse (-22.983 Hz) precession

amplitudes $s_{p-p3-22.983Hz}=55 \mu\text{m}$, Fig. 3. After rub the rotor moves away from the bearing, the spring stiffness of the rotor will decrease, producing a change (increased vibration magnitude) in vibration response.

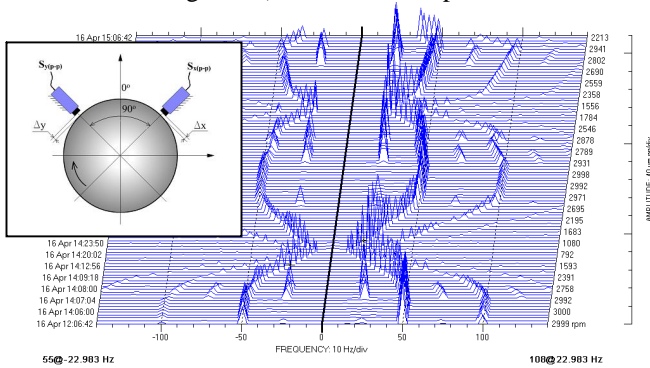


Fig. 3. The full spectrum waterfall plot measured at “shutdowns-start ups” indicated subsynchronous self-excited free vibration at 1/2X Hz frequencies

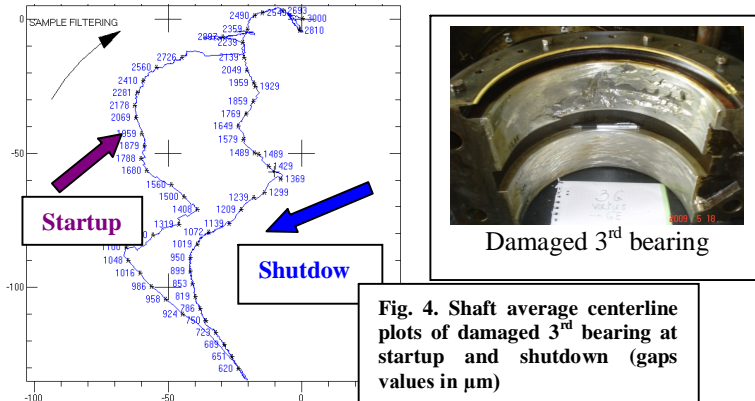


Fig. 4. Shaft average centerline plots of damaged 3rd bearing at startup and shutdown (gaps values in μm)

The 3rd bearing shaft average centerline plots in Fig. 4 show valuable centerline position sudden changes when rubbing happens at $\sim 2720\text{-}2800$ rpm. The shaft centerline behavior below 1100 rpm is normal at start up and is slightly different at shutdown. Extreme average shaft centerline position was caused by excessive radial loads associated with internal misalignment.

In practice it is not possible to verify that vibration frequency 1/2X is an exact integer ratio by using only vibration signal spectrum data, because of the limited resolution of the spectrum (Fig. 3). To avoid such uncertainty a direct orbit with keyphasor dot display should be used to verify the integer relationship, Fig. 6.

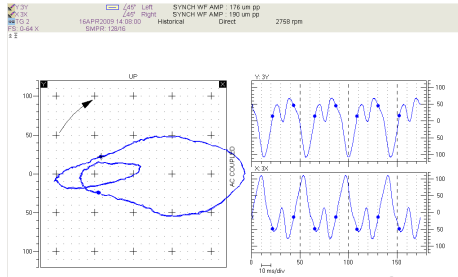


Fig. 5. The rub orbit/time base plot taken from the damaged 3rd bearing, during shutdown at 2758 rpm (the rub orbit is extremely elliptical)

Locked Keyphasor two dots on the direct orbit indicate exact 1/2X frequency at rotor running speed 2758 rpm. The complicated shape orbit shows the path of the shaft centerline for eight shaft revolutions. The rub in Fig. 6 results in very high vibration displacements, e. g. $S_{y(p-p)\max}=176 \mu\text{m}$ and $S_{x(p-p)\max}=190 \mu\text{m}$ at 2758 rpm when the rub starts.

4. Conclusions

Rub produces changes in both the Forces and the Dynamic Stiffness of the rotor system and results as complex rotor dynamic response.

1. Symptoms of Rub. Changes in 1X vibration; Abnormal orbit shape; Subharmonic 1/2X,...frequencies vibration; Reverse precession components; Harmonics in spectrum. Sudden changes in average shaft centerline position during startup, shutdown, or steady state operation.
2. Diagnosis of rub. Correlation of different vibration data formats acquired at transient speeds: vibration displacement trend plots, full spectrum waterfall and cascade plots, direct orbits, and average shaft centerline plots.
3. Partial radial rub occurs at ~2758 rpm that is greater than 2 times the first balance resonance speed ~1379 rpm of turbo unit rotating system.

References

1. Bently, D.E., Hatch Ch. T. *Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics*. Library of Congress Control Number 2002094136, Bently Pressurized Bearing Company, printed in Canada, 2002.-726p.
 2. Barzdaitis V., Bogdevičius M. *The dynamic behavior of turbine rotating system //Strojniski Vestnik - Journal of Mechanical Engineering*. ISSN 0039-2480. 2006, Vol. 52, no. 10. p. 653-661.
- Acknowledgement.** Research was supported by the Lithuanian State Science Foundation, Grant Nr.51/08 and JSC "Kaunas Thermopower Plant" Grant Nr. 8464.

THE INVESTIGATION OF DYNAMICS OF ROTOR TYPE MACHINES AND DEVELOPMENT OF MONITORING SYSTEM

*Algimantas BUBULIS, Remigijus JONUSAS, Vytautas JURENAS, Kestutis ZEBELYS,
Kaunas University of Technology, Kestucio 27, Kaunas, LT- 44025, Lithuania,
E-mail: remjon@ktu.lt, kzebelys@takas.lt*

1. Introduction

Condition monitoring is the process of parameter of condition in machinery, such that a significant change is indicative of developing failure. The use of condition monitoring allows maintenance to be scheduled, or other actions to be taken to avoid the consequences of failure. It is typically much more cost effective than allowing machinery to fail. Serviceable machinery include rotating machines and plant. The benefits of condition monitoring are recognized when results from the measurements and analysis are actually used to support the correct maintenance activity. Condition monitoring is the foundation for getting pre-warning time needed to carry out the maintenance work at the scheduled stop and avoid stop in –between [1]. The condition monitoring strategy can be easily established right from the start –initial period of exploitation.

The challenge is to find suitable Condition monitoring tools and supplier that can give relevant results. It is known from experience that choice of Condition monitoring technology also decides the complexity in the evaluation of the results and the resources needed for making routine measurements. Technologies also determines to what degree the Condition monitoring program will depend on external consultants or internal experts. This aspect is important when we consider the long term commitment and ability to continue with Condition monitoring. The results from Condition monitoring must be easily understood by key personnel of departments and suppliers [2].

2. Monitoring and diagnostics

During last few years there were built and introduced some new enterprises in Lithuania. Data from diagnostics and experience with condition monitoring in companies: JSC “ORION GLOBAL PET” – PET raw material factory, JSC “GIRIŲ BIZONAS”, JSC “KLAIPEDOS MEDIENA” – wooden chipboards and furniture factories was used for this article.

The most commonly used method for rotating machines is called vibration analysis. This method was used not only to examine levels of vibrations be compared with baseline values and standards and utilizing FFT to

interpret information contained in a vibration signals. Enterprises employ various machines: pumps, fans, blowers, mills, gear boxes, etc. with rolling and journal bearings, fast and low rotational speeds. During initial diagnostics of machines we also used other factors and additional diagnostic tools, such as time signal, SPM Method and others.

Initial analysis of vibrations enabled us to investigate machines according their shaft misalignment (foundation deformations), unbalance, rolling bearing condition-lubrication, features of construction – resonances, belt tension and alignment, overgrowth of temperatures, stiffness of foundations and building ceilings, noise. Received initial data from measurements was used not only like a base to eliminate errors of mounting and construction but also as input data for Condition Monitoring System implemented there.

Further production process with introduced condition monitoring and diagnostics was concentrated on problems seeking to identify weak places in machinery when production level reached project figures and also maximal possible, to eliminate noise sources.

Problems which were identified during exploitation in JSC “ORION GLOBAL PET” while initial stage: shaft misalignment, unbalance, poor lubrication of bearings of electric motors, resonances –stiffness of ceilings, vibrations of product tanks and piping, large noise level of heating system weather inlet, cavitation of pumps. After 3 months of exploitation: rolling bearing damages of electric motors, serious damage of cooling tower fan gearbox .

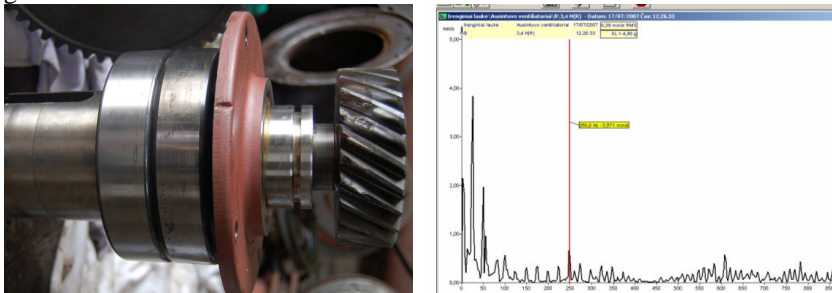


Fig.1. Damaged input shaft with pinion of cooling tower fan gearbox and vibration spectrum when damage was identified. Vibration signal was measured on gearbox case, bearing condition value, RMS value, with unit “g” achieved level 4,98 from 1,25. [JSC “OGP”]

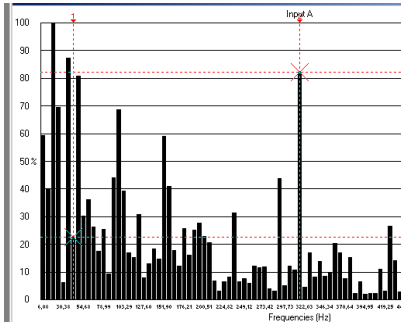


Fig.2. Spectrum of noise signal, JSC „KLAIPEDOS MEDIENA“ territory, strongly expressed 322 Hz frequency component



Fig.3. Source of 322 Hz frequency measured outside on the roof of production shop, with resonance of the cyclone construction.

3. Centralized monitoring system.

The knowledge from specialists involved in Condition monitoring is an important factor when enterprise decides to introduce Condition monitoring. Other problem is that today many of companies can not purchase instruments as they are expensive. But they more and more need for effective maintenance of their equipment. They can solve this problem while getting service from external suppliers. That's why the establishing and development of centralized monitoring system with experienced specialists, instruments, tools, programs and other means is important while seeking to satisfy wishes and demands of clients to introduce and maintain Condition monitoring in their companies. The Kaunas University of technology during many years is involved in various activities according problems which are there discussed. There are specialists in vibration diagnostics, there are used many high quality vibration and bearing condition measuring instruments and tools from world known firms like PRUFTECHNIK AG, VMI AB, SPM INSTRUMENT, ADASH and others, PC programs for data collection and analysis.

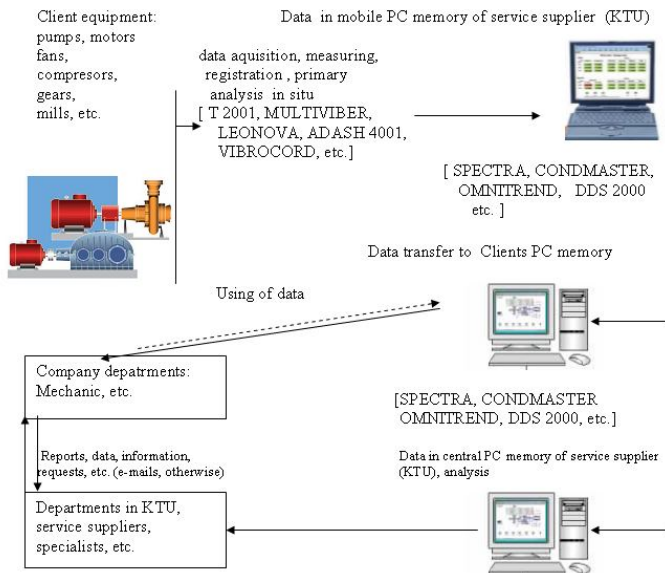


Fig.3 Prototype of centralized rotating machines vibration monitoring system, used today when we provide high quality services for companies.

Conclusions

1. Collected data during initial period of exploitation create good base for the Condition Monitoring System implementation.
2. Further condition monitoring and diagnostics in companies can be arranged by suppliers from outside organizations, such like centralized monitoring system owners.

References

1. *Preventive maintenance and condition monitoring. "Maintenance and reliability", "IDHAAMMAR FORLAG" AB issue, 1986, Sweden*
2. *The success of Condition monitoring at Stora Enso, Grycksbo in Sweden. Micael Koch. Pulp and Paper, Reliability and Maintenance, Conference and Exhibit, October 18-22, 2004, Atlanta, GA.*

CONCEPT OF ACTIVE ROTATIONAL JOINT

Bauriene G., Fedaravicius A., Pilkauskas K. Kaunas University of Technology, Kestucio 27, Kaunas, LT-44025, Lithuania, E-mail: genovaitė.bauriene@ktu.lt, algimanats.fedaravicius@ktu.lt, kestutis.pilkauskas@ktu.lt

In recent decades significant achievements of hi-tech developments and their application in majority of fields of engineering and technology as manufacturing technologies, exploration of space, deep water, defense technologies, civil security etc., can be observed. For all of them there is a need of equipment developed on modular approach, based on simple in structure, reliable, cost effective units.

Already traditionally piezoelectric actuators as simple in structure and compact in size are attractive for such applications. Input-output link interaction in them is of frictional nature and to ensure stability of the generated motion is important task. A novel concept of active rotational joint the operational principle of which is based on high frequency travelling wave excited to generate motion of an output link is presented in the paper.

Structure of the proposed active joint is shown in Fig. 1. It consists of piezoelectric ring shaped element 1, rigidly attached to it contact ring 2 (input link), balls 3 evenly distributed along circumference with the help of separator 4, and output link 5 which is composed of two discs 6 and 7 with conical contact surfaces being pressed one to another by elastic elements 8.

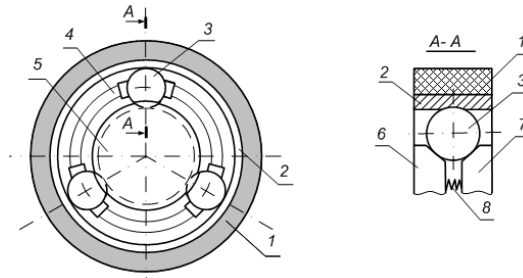


Fig. 1. Structure of active joint

Using multiphase voltage source (not shown in Fig. 1) and the necessary pattern of electrodes on piezoelement high frequency travelling wave is excited in the input link (stator) in such a way that its length is equal to the distance between the adjacent balls. Due to this fact all contact points (stator – balls) make in-phase elliptical motion. Because of composite structure of the output link reliable contact between a ball and the output link is ensured what in turn guarantees motion stability of the output link.

For theoretical analysis of the proposed active joint a simplified dynamical model as shown in Fig. 2 was used. The input link 1 in it is represented by a point moving according the defined law and output link 2 which can rotate and which is pressed to the input link with the help of elastic element. Interaction forces between the links are assumed to be dry friction forces.

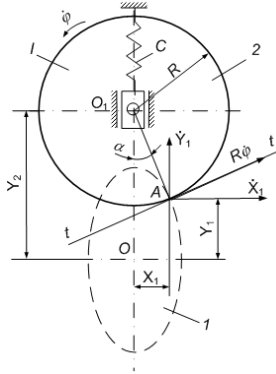


Fig. 2. Dynamical model of contact interaction

Contact point of the input link is assumed to move by elliptical trajectory the coordinates of which are $X_1 = A \sin(\omega t + \psi_0)$ and $Y_1 = B \cos \omega t$, where X_1 and Y_1 – coordinates of the point, A and B – amplitudes of vibrations of the point, ω – angular frequency of vibrations, ψ_0 – phase shift.

The ball (output link) starts rotational motion under the effect of dry friction force moment:

$$M_R = Rf_0 N \text{sign} \cdot v_{21} \quad (1)$$

Here: $N = [M\ddot{Y}_2 + C(Y_2 + \Delta)] \cdot 1/\cos \alpha$ – normal reaction force at contact point between the links, M – mass of the rotational (output) link, $C(Y_2 + \Delta)$ – elasticity force, Δ – initial deformation of elastic element, $v_{21} = v_2 - v_1$ – is velocity difference of the points of input and output links at contact, $v_1 = \dot{X}_1 \cos \alpha + \dot{Y}_1 \sin \alpha$, $v_2 = R\dot{\varphi} + \dot{Y}_2 \sin \alpha$ and $\sin \alpha = X_1/R$, $\cos \alpha = Y_2 - Y_1/R$

Taking into account the expressions given above equation of motion of the output link can be written in the following form:

$$y'' + h\varphi' + rf_0(\mu y_2'' + cy_2 + f) \cdot 1/\cos \alpha \cdot \text{sign}[r\varphi' + (y_2' - y_1') \sin \alpha - x_1' \cos \alpha] = 0 \quad (2)$$

Here: $x_1 = X_1/A$, $y_1 = Y_1/A$, $y_2 = Y_2/A$, $r = R/A$, $h = H/I\omega$, $h_0 = H_0/I\omega^2$, $\mu = MA^3/I$, $c = CA^2/I\omega^2$, $f = A/I\omega^2$, $\tau = \omega t$

For the determination of conditions and parameters necessary for steady state regime of the output link there were analysed four possible types of

motion – two types of motion with a slip in contact and two types of slip less motion. The results of performed dynamical analysis are presented in Fig. 3.

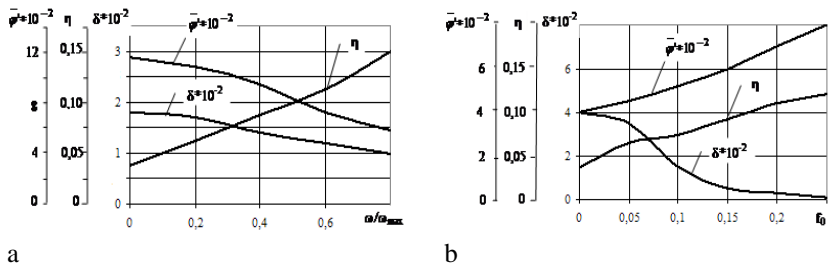


Fig. 3 Dependences of mean angular velocity $\bar{\varphi}'$, efficiency η , coefficient of motion unevenness δ on frequency ω/ω_{\max} (a) and coefficient of dry friction f_0 (b).

The obtained results of the theoretical analysis proves the proposed structure “active joint” to have sufficient performance characteristics for precise positioning applications or as the actuators of relatively low output power.

References

1. Baurienė G., Pilkauskas K. Concept of rotor-stator three point contact interaction in vibrodriives for robotic applications // *Mechanika 2009 : proceedings of 14th international conference, Kaunas : Technologija. ISSN 1822-2951. 2009, p. 34-37.*
2. Baurienė G., Bubulis A.; Pilkauskas K. High frequency piezoelectric actuators for automotive applications // *Transport Means - 2007 : proceedings of the 11th international conference, Kaunas : Technologija. ISSN 1822-296X. 2007, p. 153-156.*

РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ РІДИННИХ АВТОБАЛАНСИРІВ НА РОТОРІ З ГОРИЗОНТАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ

В.П. РОЙЗМАН, В.П. ТКАЧУК, О.О. НИКІТІН
Хмельницький національний університет, Україна
E-mail: royzman_V@mail.ru

Для машин із змінним дисбалансом ротора (пральні машини, сепаратори, центрифуги та ін.) традиційні методи балансування малоефективні. Ротори цих машин, які мають переважно горизонтальну вісь обертання, необхідно балансувати безпосередньо в процесі

експлуатації, а саме необхідне автоматичне балансування за допомогою автобалансуючих пристроїв (АБП).

Перші найпростіші зразки пасивних АБП з'явилися більше 120 років тому. У подальшому були розроблені різні типи таких пристроїв у тому числі і рідинні. Огляд сучасного стану теорії і практики автоматичного балансування дозволяє зробити висновок про те, що в існуючій літературі відсутній аналіз особливостей роботи автобалансирів, встановлених на роторах з горизонтальною віссю обертання із врахуванням сили ваги і тертя.

Щоб побачити ці особливості було вирішено провести експериментальні дослідження автобалансування горизонтального ротора і швидкісну відеозйомку поведінки рідини в камері АБП, подібно тому як це було зроблено раніше для ротора з вертикальною віссю обертання [1].

Експериментальна установка для дослідження роботи рідинного АБП була розроблена на базі прально-віджимної машини “В'ятка-автомат” і представляє собою жорсткий консольний горизонтальний ротор у вигляді пустотілого циліндра, виготовленого із нержавіючої сталі із днищем на одному кінці, що забезпечує необхідну жорсткість ротора рис 1.

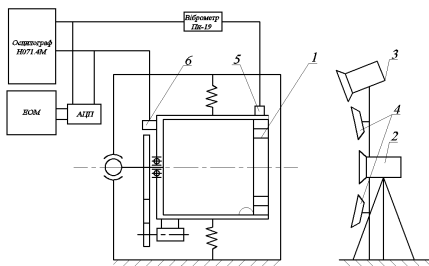


Рисунок 1 – Схема стенда для дослідження поведінки рідини в АБП

**1 – АБП; 2 – відеокамера; 3 – стробоскоп;
4 – лампи освітлення; 5 – акселерометр; 6 – відмітчик обертів**

Під час експериментальних досліджень було встановлено, що процес автобалансування рідиною горизонтального ротора, на відзнаку від вертикального [1], є менш ефективним [2].

Крім того для процесу автобалансування рідиною горизонтального ротора необхідно, щоб рідина “включилась” в обертання роторної системи, а не проковзувала відносно стінки АБП. Це “включення”

відбувається пізніше ніж у вертикального ротора внаслідок дії сили ваги.

З метою збільшення діапазону роботи АБП, встановленого на горизонтальному роторі, за рахунок зниження кутової швидкості захвату рідини було створено автобалансир з радіальними перегородками рис. 2. Перегородки розділяють камеру АБП на окремі сектори (судини), які по периферії з'єднані між собою тонким каналом (зазором).

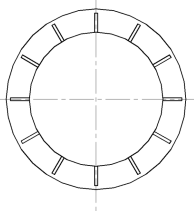
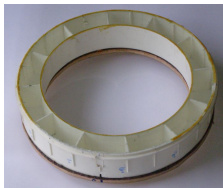


Рис. 2 Конструкція АБП з перегородками

Таким чином загалом конструкція автобалансира є система судин, сполучених каналом, який виконує роль дроселя при перетіканні рідини із однієї комірки в іншу. Вода при розгоні ротора не встигає перетікати в сусідні судини. Перегородки утримують її,

змушуючи обертатись разом із камерою АБП по колу ще до захоплення. Під час автобалансування рідина перетікає через канал і розташовується навпроти дисбалансу.

З метою перевірки ефективності роботи АБП такої конструкції, було проведено порівняльні експериментальні дослідження на розробленому стенді (рис. 1) із застосуванням методу швидкісної відеозйомки.

Під час проведення відеозйомки в кадрі перебував електронний годинник, тому вдалося зафіксувати час і визначити кутову швидкість захвату рідини камерою АБП з перегородками і без них. Фрагмент відеозйомки захвату рідини камерою АБП з перегородками зображено на рис. 3.



Рис. 3 Фрагмент відеозйомки захвату рідини камерою АБП з перегородками

Застосування автобалансира з перегородками дозволило зменшити мінімальну кутову швидкість, при якій відбувається захоплення рідини з $\omega_3=24 \text{ c}^{-1}$ до $\omega_3=19 \text{ c}^{-1}$. Хоча суттєво знизити кутову швидкість захоплення рідини не вдалось проте час розгону ротора до робочих обертів знизився з 15 до 8 с.

Під час проведення експериментів було помічено, що автобалансира з перегородками проходить резонанс із значно меншими вібраціями.

Тому було проведено додаткові експериментальні дослідження ефективності автобалансування рідинним АБП з перегородками і без.

За матеріалами досліджень вдалось встановити, що ротор із встановленим на ньому АБП без перегородок не може пройти резонанс, якщо автобалансира заповнити рідиною, об'єм якої більший або дорівнює 500 мл. На перехідних режимах, а саме при розгоні ротора, особливо під час проходження резонансу, через відставання площини прогину від площини дисбалансу рідина перебуває у русі відносно АБП та змінює

своє положення. Рухаючись за інерцією рідина може співпадати із положенням дисбалансу, що в свою чергу призводить до збільшення вібрацій. Це особливо небезпечно при наповненні автобалансира великим об'ємом рідини. При застосуванні автобалансира з перегородками таких проблем не виникає оскільки вузький канал виконує роль дроселя і ротор легко проходить резонанс навіть при наповненні камери АБП рідиною об'ємом 1000 мл. У випадку, якщо при проходженні резонансу рідина ще не встигла встановитись навпроти дисбалансу, то при наявності перегородок її рівномірний розподіл по колу автобалансира майже не порушується і не впливає на вібрації ротора.

У машинах із змінним дисбалансом ротора неможливо передбачити величину незрівноваженості під час виконання кожної технологічної операції [3]. Тому об'єм рідини у камері повинен бути таким, що зможе зрівноважити найбільший можливий дисбаланс. Однак як було встановлено при великих об'ємах рідини в АБП без перегородок на резонансі виникають великі вібрації ротора, тому автобалансири з перегородками є більш ефективними оскільки при їх застосуванні таких проблем не виникає.

Література

1. Чоловський Р.Г. Вібрації та автоматичне балансування машин з вертикальною віссю обертання і змінним дисбалансом ротора: Автореф. Дис. канд.техн.наук / Технологічний ун-т Поділля. – Хмельницький, 1999. – 19 с.
2. Ройзман В.П., Ткачук В.П., Драч І.В., Барздайтис В. Експериментальні дослідження процесу автоматичного балансування роторів з горизонтальною віссю обертання // Сборник трудов междунар. научно-технической конференции «Повышение качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процессов». – г.Шарм эль Шейх, Египет. – 2006. – С.161-167.
3. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин / А.С. Гольдин. –М: Машиностроение, 2000. – С. 20.

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ВИБРАЦИИ РОТОРНЫХ СИСТЕМ

*Сокол В.М., Институт прогрессивных исследований,
ул. Раанан 1/27, Арад 89044, Израиль.
Тел.: +972 72 211 32 05; +972 776 56 58. E-mail: vmsokol@gmail.com*

Вибрация роторных систем может быть вызвана различными причинами [1]. Наиболее распространенной причиной вибрации является механический дисбаланс, обусловленный эксцентриситетом массы ротора. Причинами вибрации могут быть также эллипсность ротора, его

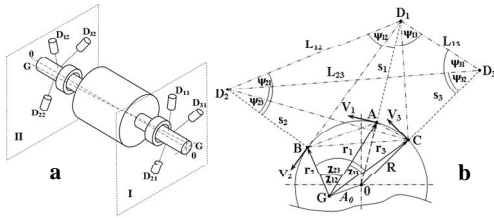


Рис. 1. Системное измерение механических параметров ротора

идентификация которой основана на измерении расстояний между датчиками и контролируемыми точками поверхности ротора или его вала (далее – ротора), измерении линейных скоростей этих точек и последующем вычислении их радиус-векторов r_{kx} (рис. 1).

Механический дисбаланс ротора является причиной возникающих при вращении ротора центробежных сил, вызывающих смещение геометрической оси симметрии ротора относительно его оси вращения и создающих вынужденные колебания с частотой вращения. Амплитуда A_0 вынужденных колебаний (рис. 1, b) в плоскости расположения датчиков может быть определена в виде [4, 5]:

$$A_0 = \sqrt{R^2 + r_3^2 - 2Rr_3 \cos(\alpha - \beta)};$$

$$\alpha = \arcsin \frac{r_1^2 - r_1r_2 \cos \chi_{12} - r_1r_3 \cos \chi_{13} + r_2r_3 \cos \chi_{23}}{\sqrt{(r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \chi_{12})(r_1^2 + r_3^2 - 2r_1r_3 \cos \chi_{13})}}; \quad (1)$$

$$\beta = \arcsin \frac{r_2 \sin \chi_{23}}{\sqrt{r_2^2 + r_3^2 - 2r_2r_3 \cos \chi_{23}}}$$

где r_1, r_2, r_3 – радиус-векторы контролируемых датчиками D_1, D_2, D_3 точек A, B, C на поверхности ротора, χ_{12} – угол между радиус-векторами r_1 и r_2 , χ_{13} – угол между радиус-векторами r_1 и r_3 , χ_{23} – угол между радиус-векторами r_2 и r_3 , R – радиус окружности, ограничивающей сечение ротора плоскостью расположения датчиков D_{kx} , определяемый, согласно [4, 5], в виде:

$$R = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{r_2^2 + r_3^2 - 2r_2r_3 \cos \chi_{23}}{1 - \frac{r_1^2 - r_1r_2 \cos \chi_{12} - r_1r_3 \cos \chi_{13} + r_2r_3 \cos \chi_{23}}{\sqrt{(r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \chi_{12})(r_1^2 + r_3^2 - 2r_1r_3 \cos \chi_{13})}}}}. \quad (2)$$

Величины $r_1, r_2, r_3, \chi_{12}, \chi_{13}, \chi_{23}$ могут быть найдены при решении системы уравнений, определяемой приведенным на рис. 1, b

остаточный прогиб,
несоосность опор,
вызывающая угловые
колебания оси вращения, и
т.д.

Будем считать
параметры вибрации
элементами единой системы
механических параметров
роторной системы [2, 3],

геометрическим построением. Определение величин $r_1, r_2, r_3, \chi_{12}, \chi_{13}, \chi_{23}$ позволяет вычислить радиус R окружности, ограничивающей сечение ротора плоскостью расположения датчиков D_{kx} , и амплитуду вибрации A_0 , обусловленной механическим дисбалансом ротора.

Очевидно, что выражение (1) позволяет не только вычислить амплитуду вибрации, определяемой механическим дисбалансом ротора, но и однозначно идентифицирует причину вибрации.

Если сечение ротора плоскостью расположения датчиков ограничивается окружностью, то независимо от угла поворота ротора радиус этой окружности, определяемый согласно (2), является постоянной величиной: $R = const$.

Изменение величины R в процессе поворота ротора на некоторый угол φ свидетельствует о том, что замкнутая кривая, ограничивающая сечение ротора плоскостью расположения датчиков, отличается от окружности (рис. 2). При этом мгновенное значение величины R , вычисляемой согласно (2), представляет собой радиус кривизны в контролируемой точке поверхности.

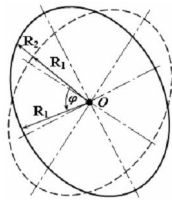


Рис. 2. Вибрация, обусловленная эллипсностью ротора

Очевидно, что изменение радиуса кривизны в процессе вращения ротора определяет виброперемещение точки поверхности ротора при его повороте на некоторый угол φ :

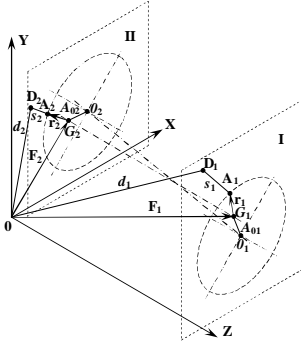
$$\rho_R = \frac{dR}{d\varphi}. \quad (3)$$

При этом согласно (3) определяется вибрация ротора, определяемая нарушением формы поверхности ротора (в частности, его эллипсностью) и идентифицируется соответствующая причина вибрации.

Для определения пространственного положения оси вращения ротора выберем неподвижную (или условно неподвижную) систему координат OXYZ (рис. 3), жестко связанную с фундаментом (и/или корпусом) машины. Ориентируя относительно начала координат один из датчиков D_{kx} в каждой плоскости их расположения, найдем векторы \vec{d}_1 и \vec{d}_2 , представляющие собой расстояния от соответствующего датчика (D_1 или D_2) до начала системы координат OXYZ. Положение точек G_1 и G_2 пересечения оси вращения с плоскостями I и II расположения датчиков D_{kx} определяется при этом векторами \vec{F}_1 и \vec{F}_2 соответственно, каждый из которых может быть найден в виде:

$$\vec{F}_1 = \vec{A}_{01} + \vec{r}_1 + \vec{s}_1 + \vec{d}_1, \quad (4)$$

$$\vec{F}_2 = \vec{A}_{02} + \vec{r}_2 + \vec{s}_2 + \vec{d}_2, \quad (5)$$



где векторы \vec{A}_{01} и \vec{A}_{02} суть расстояния между осью симметрии и осью вращения в плоскостях I и II расположения датчиков D_{kx} , \vec{r}_1 и \vec{r}_2 – радиус-векторы точек A_1 и A_2 , \vec{s}_1 и \vec{s}_2 расстояния между точками A_1 и A_2 и датчиками A_1 и A_2 соответственно.

Нахождение векторов \vec{F}_1 и \vec{F}_2 позволяет однозначно определить координаты их конечных точек $G_1(g_{1x}, g_{1y}, g_{1z})$ и $G_2(g_{2x}, g_{2y}, g_{2z})$ в системе координат OXYZ и, следовательно, найти каноническое уравнение прямой, совпадающей с осью G_1G_2 вращения [6]:

$$\frac{g_x - g_{1x}}{g_{2x} - g_{1x}} = \frac{g_y - g_{1y}}{g_{2y} - g_{1y}} = \frac{g_z - g_{1z}}{g_{2z} - g_{1z}}. \quad (6)$$

При идеальной соосности опор (практически не имеющей места в реальных машинах) пространственное положение оси вращения ротора при его вращении остается неизменным. И уравнение (6) не претерпевает изменений при изменении угла φ поворота ротора. Несоосность опор может стать причиной угловых колебаний ротора, приводящих к изменению пространственного положения оси G_1G_2 вращения при изменении угла φ поворота ротора и, следовательно, к изменению координат $g_{1x}, g_{1y}, g_{1z}, g_{2x}, g_{2y}, g_{2z}$, определяющих уравнение (6). При этом величины $\Delta g_{1x}, \Delta g_{1y}, \Delta g_{1z}, \Delta g_{2x}, \Delta g_{2y}, \Delta g_{2z}$, определяемые при повороте ротора на угол $\Delta\varphi$, характеризуют вибрацию ротора, вызываемую несоосностью опор.

Остаточный прогиб ротора может быть определен при расположении дополнительных комплектов датчиков (рис. 4, а) вдоль оси вращения. При этом участок оси вращения между каждой парой соседних групп датчиков D_{kx} может быть определен согласно уравнениям (4), (5) и (6). Величина остаточного прогиба ротора по всей его длине может быть определена суммированием пространственных положений всех таких участков. При этом также могут быть идентифицированы собственные формы гибких (квазигибких) роторов – первая основная (рис. 4, б) вторая (рис. 4, с), третья (рис. 4, д) и т.д. [1, 7], причем амплитуда собственных

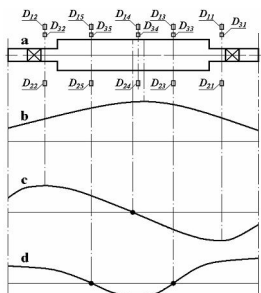


Рис. 4. Вибрация, обусловленная остаточным прогибом и собственными формами гибкого ротора

продольных колебаний определяет вибрацию, обусловленную прогибом ротора.

Аналогичным образом можно идентифицировать несоосность валов сложного агрегата, включающего ряд последовательно соединенных роторов (например, турбогенератор), и определить вызванную несоосностью вибрацию.

Из изложенного следует, что метод измерения параметров ротора, предложенный в [2, 3], позволяет дифференцировать причину вибрации в процессе ее измерения.

Литература

1. Гольдин А.С. *Вибрация роторных машин.* – Москва: Машиностроение, 1999. – 344 с. [ISBN 5-217-02927-7]
2. Сокол В.М. “Комплексная система непрерывного измерения динамических параметров роторов,” Сб. трудов Международной научной конференции “Современные достижения в науке и образовании”, Натания (Израиль), 9 – 17 сентября 2007 г. – С. 96-101. [ISBN 966-330-025-6].
3. Сокол В.М. “Непрерывное измерение механических параметров роторов – системный подход,” Системные исследования и управление открытыми системами. – Выпуск 4. – Хайфа (Израиль), 29 октября 2008 г. – С. 74-79. [ISSN 1565-8147].
4. Сокол В.М. “Системное измерение параметров ротора. Метод измерения вибрации,” Сб. трудов 3-й Международной научной конференции «Современные достижения в науке и образовании», Тель-Авив (Израиль), 16 – 23 сентября 2009 г.
5. Сокол В.М. “Метод измерения вибрации ротора,” Ученые записки Израильской независимой академии развития наук. – 6. 2009 (принято к публикации). [ISSN 1565-7965].
6. Привалов И.И. *Аналитическая геометрия.* – Москва: Физматгиз, 1959. – 300 с.
7. Сокол В.М. “Математические методы идентификации динамических параметров и характеристик роторных систем,” Труды Института прогрессивных исследований. – Вып. 6. – Арад: Изд-во ИПИ, 2006. – С. 19 - 34. [ISBN 965-90599-5-7].

ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

УДК 538.95:537.311.322:535

МЕТОДЫ РАСЧЕТА СПЕКТРОВ И ПРОЦЕССОВ РЕЛАКСАЦИИ КВАЗИЧАСТИЦ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУРАХ

¹Богорош А.Т., ¹Воронов С.А., ²Бубулис А., ³Сокол В.М.

¹Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»,

²Каунасский технологический университет (Литва),

³Институт прогрессивных исследований (Израиль)

В последние годы прогресс в области опто- и микроэлектроники в основном связан с разработкой новых приборов, действие которых базируется на эффекте размерного квантования. Эти приборы за многими параметрами преобладают аналогами, созданные на основе традиционных объемных полупроводников. В этом плане особенно интригующей является перспектива использования наноприборов в компьютерных технологиях и в наноэлектронике, которая постепенно приходит на замену микроэлектронике. Вследствие этого на данное время подавляющее большинство научных исследований в области полупроводникового приборостроения касается полупроводниковых наносистем.

Известно, что открытые наногетеросистемы (открытые квантовые точка (КТ) и провода) могут служить в качестве резонансных туннельных диодов и квантовых нанотранзисторов. В квазистационарных состояниях (зонах) таких систем время жизни квазичастиц зависит от квазиимпульса, что создает дополнительные возможности в управлении их динамическими характеристиками, а значит и характеристиками приборов, построенных на основе открытых наносистем.

Взаимодействие электронов с донорной примесью в квантовой точке и с внешними полями может увеличивать вероятность межзонных квантовых переходов, а значит увеличивать эффективность оптических наноприборов.

Из экспериментальных исследований сложных полупроводниковых квантовых проводов следует, по наличию тонкой внешней оболочки значительно улучшает интенсивность фотолюминесценции наноприборов.

Однако, невзирая на большое количество теоретических и экспериментальных работ, посвященных исследованию полупроводниковых квантово-размерных структур, целый ряд проблем в данной области остаются нерешенными.

Например, на данное время не исследовалось влияние размывания границы деления сред на положение энергетических уровней квазичастиц в наносистемах.

Исследование резонансных и квазистационарных состояний в открытых полупроводниковых наногетеросистемах находится в начальной стадии развития.

Мало исследованным остается влияние формы квантового провода на спектральные характеристики наноприборов, что созданы на его основе.

Это и составляет спектр задач, что решаются в рамках данной научно-исследовательской работы.

Объект исследования - спектры квазичастиц в открытых и закрытых полупроводниковых наносистемах сферической, цилиндрической и эллиптической симметрий.

Цель работы: построить теорию спектров и взаимодействия квазичастиц в сложных сферических, цилиндрических и эллиптических наногетеросистемах.

Методы исследования - метод эффективных масс, модифицированный метод матрицы рассеивания, численные методы.

В научно-исследовательской работе выполнено исследование энергетических спектров квазичастиц в сферических, цилиндрических и эллиптических полупроводниковых наносистемах.

Для сферических КТ рассчитаны энергетические поправки к электронному спектру за счет размывания границы раздела сред. Рассчитан энергетический спектр электрона, что взаимодействует с донорной примесью, размещенной в центре квантовой точки. Для открытых КТ построена теория взаимодействия электронов и дырок с фононами на примере двухямной КТ.

Исследованы энергии и времена жизни квазистационарных состояний квазичастиц в открытом сложном цилиндрическом квантовом проводе. Показано, что в резонансных состояниях исследуемой наносистемы времена жизни квазичастиц экспоненциально уменьшаются с увеличением продольного квазиимпульса. В области энергий выше потенциального барьера наблюдается расталкивание энергетических уровней, которое проявляется в немонотонном поведении времен жизни.

Выполнено исследование электронных энергетических спектров в цилиндрических квантовых проводах с поперечной анизотропией эффективной массы, а также в радиально- и аксиально-модулируемых эллиптических квантовых проводах. Показано, что расчет спектра размерного квантования квазичастиц в цилиндрических квантовых проводах с поперечной анизотропией эффективной массы сводится к задаче

нахождения энергетического спектра квазичастиц с изотропной эффективной массой в эллиптическом квантовом проводе. Установлено, что эллиптичность квантового провода приводит к расщеплению энергетического спектра на серии уровней, что отвечают парным и непарным состояниям электрона, которые имеют разное поведение в зависимости от величины эксцентриситета эллипса.

В ходе решения поставленных задач рассчитан энергетический спектр электрона в сферической КТ HgS/CdS с плавным ограничивающим потенциалом, используя скачкообразный прямоугольный потенциал или параболический потенциал гармоничного осциллятора, для которых существуют точные решения уравнения Шредингера. Вместе с простотой полученных решений, использование таких потенциалов имеет некоторые недостатки.

Основными недостатками параболического потенциала являются: пренебрежение разницы величин эффективной массы квазичастиц внутри квантовой точки и во внешней среде; невозможность получить область непрерывного энергетического спектра квазичастиц с высокими энергиями, а также неограниченность этого потенциала на бесконечности. Принимая во внимание перечисленные недостатки классического параболического потенциала, используют модельный потенциал, который в пределах КТ совпадает с параболическим, а во внешней среде – постоянный. Расчет энергетического спектра в такой модели значительно осложнился и выполнялся приближенными методами.

Одним из недостатков модели прямоугольного потенциала является нефизическое скачкообразное поведение потенциальной энергии и эффективной массы на грани деления полупроводниковых сред. Аналогичной природы нефизичность встречается при исследовании энергии связи заряда силами электростатических изображений, обусловленных скачкообразным изменением диэлектрической проницаемости на границе раздела сред. Рассчитан потенциал сил отображений и поправки к энергиям связи электрона, обусловленные учетом плавных функций диэлектрических проницаемостей, а также погрешности в величинах энергий стационарных состояний электрона, обусловленных плавностью ограничивающего потенциала и функции эффективной массы. Плавная функция диэлектрической проницаемости на плоской границе раздела сред описана формулой

$$\varepsilon(z) = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} \left[1 + \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \tanh\left(\frac{z}{L}\right) \right]. \quad (1)$$

Такой вид диффузного размывания границы раздела сред подтверждаются экспериментальными исследованиями. Для границы раздела «сферическая квантовая точка – внешняя среда» использованы такие плавные функции

$$f(r) = \tanh\left(\frac{r - R_0}{L}\right), \quad (2)$$

$$f(r) = \frac{2}{\pi} \arctan\left(\frac{r - R_0}{L}\right), \quad (3)$$

а также линейная аппроксимационная функция

$$f(r) = \begin{cases} -1, & r < R_0 - \frac{L}{2} \\ \frac{r - R_0}{L}, & R_0 - \frac{L}{2} < r < R_0 + \frac{L}{2}, \\ 1, & R_0 + \frac{L}{2} < r \end{cases} \quad (4)$$

где L - параметр, что будет характеризовать ширину размывания границы раздела сред.

Для учета размытости границы раздела КТ HgS/CdS функциональную зависимость потенциальной энергии электрона и его эффективной массы от расстояния к центру сферической квантовой точке выбрали в таком виде.

$$U(r) = \frac{V}{2} \left[1 + \tanh\left(\frac{r - R_0}{L}\right) \right] \quad (5)$$

$$m(r) = \frac{m_1 + m_2}{2} \left[1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \tanh\left(\frac{r - R_0}{L}\right) \right], \quad (6)$$

где $m_1=0,036 m_0$ и $m_2=0,2 m_0$ – эффективные массы электрона в КТ и внешней среде, m_0 – масса свободного электрона, $V = 1,35$ eV – относительное электронное подопье полупроводников HgS и CdS.

Энергетический спектр квазичастицы с эффективной массой (6) в потенциальной яме (5) находится из решения уравнения Шредингера

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2} \bar{\nabla}^2 \frac{1}{m(r)} \bar{\nabla}^2 + U(r) \right) \Psi(\vec{r}) = E \Psi(\vec{r}). \quad (7)$$

Вполне понятно, что точного решения уравнения (7) не существует, поэтому применяли приближенные вариационные методы. Рассчитан самый низкий энергетический уровень, а для вычисления энергий возбужденных состояний, такая задача становится слишком сложной. Поэтому уравнение (7) решали, используя аппроксимацию плавных функций (5) и (6) ступенчатоподобными функциями.

Чем большее количество ступенек, тем точнее аппроксимированы функции к функциям (5) и (6) и точнее решение уравнения (7). Решение уравнения Шредингера выполнено с учетом сферической симметрии задачи и ступенчатоподобного вида функций

$$m(r) \text{ и } U(r) \quad U(r) = \sum_{i=0}^{N+1} V_i \sigma_i(r) \quad (8)$$

Численными методами найдено оптимальное количество ступенек N в аппроксимационных функциях $m(r)$, $U(r)$ и выполнены расчеты энергий электрона в сферически симметричных состояниях при разных значениях N .

ПРИКЛАДНІ НАНОТЕХНОЛОГІЇ ПОКРИТТЯ

к.т.н. В.Г.Пісаренко КНВО "Форм"
к.т.н. В.Н.Іващенко ТОВ НВП "Sinta"
к.т.н. В.Г.Бородін ТОВ НВП "Sinta"

Вступ.

Відомо, що введення твердих дисперсних частинок (оксидів, нітриду, бориду, карбідів, класичних алмазів) в електрохімічні покриття підвищують їх мікротвердість і зносостійкість. Причина цього - зменшення розміру кристалів осаджуваного металу і наявність в покритті

великої кількості надтвердих частинок. Мікрочастки, осаджувані з металом, грають роль центрів кристалізації, тому, чим менші розміри частинок, тим більше диспергує кристалічна структура покриття. Мікротвердість (і пов'язана з нею зносостійкість) металу росте пропорційно d^{-2} де d – розмір кристала.

У ряді випадків кількість осаджуваних частинок є пасивними наповнювачами і їх вміст доходить до 40% від ваги осаджуваного металу. Будучи, як правило, надтвердими матеріалами, вони додають йому досить високу мікротвердість і зносостійкість. Але із-за свого великого вмісту в покритті і діелектричних властивостей вони сильно впливають на електрофізичні характеристики покриття, а також часто додають покриттю підвищену крихкість. До недоліків такого покриття можна віднести можливий підвищений знос контртіла пари тертя, оскільки більшість наповнювачів – кристали, ріжучі кромки яких виступають з осівшого разом з ними металу.

Завдання дослідників стояло в пошуку нових наповнювачів, здатних при змісті їх в невеликих кількостях в покриттях істотно збільшити зносостійкість, мікротвердість, адгезію і корозійну стійкість при збереженні їх електрофізичних властивостей.

Це завдання ускладнювало те, що електроліти хромування є сильно окислювальними середовищами, тому вибір матеріалу для соосаження з хромом достатньо вузький. Наноалмазні частинки, отримані детонаційним способом, в подібних випадках є найбільш перспективним матеріалом завдяки таким властивостям алмазу, як надтвердість, низький коефіцієнт тертя, висока теплопровідність і хімічна інертність. Крім того, наноалмаз має надтомалі розміри (3 – 10 нм), форму, близьку до сферичної, отже, немає виступаючих ріжучих кромки, а також володіють дуже великою питомою поверхнею (до 450 м²/ г) і високою поверхневою енергією.

Частинки наноалмазів мають досить складну структуру: ядро з класичного кубічного алмазу і вуглецеву оболонку навколо ядра. Ця оболонка, що складається з sp^2 -гібридизованих атомів вуглецю, неоднорідна по ступеню впорядкованості структурних фрагментів. Поверхневий шар, що включає атоми вуглецю, насичений широким спектром різноманітних функціональних груп. При цьому компоненти наноалмазів є не домішками, а органічними складовими продукту, що в значній мірі визначають комплекс його специфічних властивостей.

Надтомалі розміри наноалмазів приводять до того, що роль міжфазних взаємодій надзвичайно зростає. Наявність на поверхні високополярних і реакціоздатних груп, зосереджених в малому об'ємі, визначає високу активність дії частинок на навколишнє середовище.

Наноалмази, на відміну від звичайних дрібнодисперсних порошків-наповнювачів є не наповнювачем, а структуротворним матеріалом. Завдяки гідродинамічним, електростатичним і молекулярним силам зважені частинки наноалмазів під час осадження взаємодіють з поверхнею нарощуваного покриття.

Виходячи з вищесказаного, витікає, що наноалмази завдяки своїм унікальним властивостям можуть змінювати фізико-механічні властивості матеріалів, в структурі яких вони знаходяться. Проведені дослідження підтвердили, що введення водної суспензії наноалмазів в електроліт на основі шестивалентного хрому дозволяє одержати покриття з низьким коефіцієнтом тертя, високою теплопровідністю і зносостійкістю. Розглянемо деякі приклади з наноалмазного покриття:

Нанотехнологія хромоалмазного покриття.

На сьогоднішній день актуальним завданням у всьому світі є створення таких зміцнюючих покриттів, які змогли б об'єднати в собі такі властивості, як висока зносостійкість в умовах абразивного зношування в вузлах тертя, порівняно висока корозійна стійкість, технологічність і порівняно невисока вартість. Для вирішення таких різних технічних завдань широке поширення набуло тверде хромування. Однак технологія хромоалмазного хромування дозволяє в значній мірі поліпшити фізико-технічні показники такого покриття. Вони в порівнянні з твердим хромуванням збільшилися в 2-5 разів, а коефіцієнт тертя зменшився на 15-25%. Завдяки своїй безпористій структурі наноалмазне покриття має також більш високу корозійну стійкість. Таким чином, володіючи поліпшеними властивостями, зміцнюючі покриття при собівартості на 10-15% перевищують тверде хромування, може в два і більше рази підвищили ресурс роботи деталей та вузлів, що працюють в умовах абразивного та корозійного зносу.

Отримання композиційних покриттів методом співосадження дрібнодисперсних часток з металом (наприклад хромом) гальванічним способом відомо давно. Однак оскільки електроліти хромування є сильно окисними середовищами, вибір матеріалу для співосадження з хромом досить вузький. Наноалмазні частинки, отримані детонаційним способом, у подібних випадках є найбільш перспективним матеріалом завдяки властивостям алмазу, як надтвердість, низький коефіцієнт тертя, висока теплопровідність і хімічна інертність. Ці властивості алмазу є одними з визначальних, але ще недостатніми їх у виробі, як модефікатора покриттів. Головним чином дві основні характеристики наноалмазів детонаційного синтезу, а саме – малий розмір (3-10нм), що визначає їхню питому поверхню (до 450м² на один грам порошку) і дуже високу поверхневу активність, обумовлену функціональними групами на

її поверхні, визначають властивості наноалмазу модифікувати різні матеріали в яких вони розподілені, змінюючи фізико-хімічні та механічні властивості самих матеріалів.

Доведено, що наноалмази, які знаходяться в електроліті хромування при протіканні гальванічного процесу, осаджуючись з хромом на струмопровідні поверхні утворюють композит (хромалмаз) що володіє високими протизносними і триботехнічними характеристиками. Саме це і покладено в основу технології одержання композитних наноалмазних хромових покриттів. Наноалмазне хромове покриття перевершує відомий і широкоживаний в самих різних виробничих циклах спосіб твердого хромування, що дозволяє істотно поліпшити технічні характеристики покриттів, а також значно розширити сфери застосування наноалмазного хромування.

Наноалмазне хромове покриття характеризується підвищеною твердістю, зносотривкістю, корозійною стійкістю, низьким коефіцієнтом тертя і забезпечує підвищення терміну служби інструменту і деталей вузлів тертя у 2-15 разів. Висока корозійна стійкість наноалмазного покриття хромування дозволяє виключити у ряді виробництв використання нержавіючих сталей.

Технологія наноалмазного хромування легко адаптується до традиційної лінії хромування без значних фінансових витрат на організацію виробничого процесу.

Призначення хромоалмазного покриття:

Композиційне хромове покриття призначене для підвищення ресурсу роботи:

- дерево і металообробного інструменту (Фрез, свердл, метчиків, зенкерів, протяжок, ножів, ножівкових полотен, тощо);
- деталей вузлів тертя (підшипників, штоків гідроциліндрів, поршневих кілець, плунжера, валів ДВЗ і т.д.);

- деталей обладнання, що працює в умовах інтенсивного зносу і в корозійних середовищах (гільз і шнеків екструдерів; ножів, решіток і шнеків м'ясорубок; штоків насосів та інш.);
- пресформ, матриць, пуансонів;
- медичного інструментарію та інших виробів;
- деталей зброї та іншої точної техніки;

Основні техніко-економічні характеристики технології композиційного хромування:

Мікротвердість покриття, Нv, кг/мм	1000-1400
Рекомендована товщина покриття на робочу поверхню деталі, мкм	5-20
Підвищення терміну служби деталей з покриттям (підвищення зносостійкості деталей вузлів тертя і стійкості інструменту)	в 2-15 разів
Підвищення адгезії до основи, %	на 30-40
Завантаження каталізатора, г / л	10
1кг каталізатора забезпечує сумарну площу покриття (при товщині покриття 5 мкм)	2,5-3,0 тис. м ²

Переваги:

- Композиційне хромове покриття характеризується підвищеною твердістю, зносостійкістю, корозійною стійкістю, низьким коефіцієнтом тертя і забезпечує підвищення терміну служби інструменту і деталей вузлів тертя у 2-15 разів.
- Можливість використання недорогих і недефіцитних металів. Висока корозійна стійкість хромоалмазного покриття дозволяє виключити у ряді виробництва використання нержавіючих сталей.
- Підвищення струмопровідності.
- Можливість реалізації технології на стандартному устаткуванні.

**НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБОЛОЧКИ
КАНАТНОГО БАРАБАНА**

Фидровская Наталья Николаевна

*Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков, ул. Университетская, 16, т.р.
0577337818, д.0573375934, 0997905534, 0973969883, alrion@list.ru*

Расчет прочности оболочки канатного бпрлбпп основан на решение Ламе 1852 года, а устойчивость проверяют используя формулу Р.Мизеса, полученную в 1914 году и воспроизведенную позже в трудах С.П.Тимошенка, А.Н.Динника, П.Ф.Папковича и других специалистов в

теории упругости. Однако то обстоятельство, что данные решения используются на протяжении столетия, еще не говорим об их убедительности. Главным недостатком этих решений является недооценка прочности и устойчивости цилиндрической оболочки, т.к. они получены для бесконечной трубы и не учитывают упругое соединение с лобовинами. Влияние этого фактора значительно, если учитывать небольшую длину барабана. Кроме того, формулы для определения критической нагрузки были получены для цилиндрической оболочки, подверженной гидростатическому давлению, что значительно отличается от давления, которое возникает при навивке каната.

В процессе намотки каната на барабан между ними возникает сила трения, которая значительно уменьшает давление на стенку, но она учитывается только при расчете элементов закрепления каната

Натяжение нити, перебросенной через шкив, изменяется по закону Эйлера

$$T = T_0 e^{-\mu\alpha} \quad (1)$$

Где μ - коэффициент трения

α - угол навивки

Канат представляет собой сложную упругую систему, которая значительно отличается от нерастяжимой нити. Для учета упругих и геометрических параметров каната и барабана мы вводим коэффициент k .

Формула (1) тогда примет вид

$$T = T_0 e^{-k\mu\alpha} \quad (2)$$

Где

$$k = \frac{E_k d_k}{E_b \sqrt{R\delta}} \quad (3)$$

E_k , E_b - модули упругости каната и барабана соответственно

R – радиус срединной поверхности обечайки барабана

δ - толщина обечайки

Для определения усилий в канате, навитом на барабан, используем систему уравнений Кирхгофа

$$\begin{cases} \frac{\partial P_n}{\partial S} + w_t P_b - w_b P_t = -f_n \\ \frac{\partial P_b}{\partial S} + w_n P_t - w_t P_n = -f_b \\ \frac{\partial P_t}{\partial S} + w_b P_n - w_n P_b = -f_n \end{cases} \quad (4)$$

где

P_t - осевое усилие, P_b и P_n - поперечные силы

f_n и f_b - соответственно нормальная и поперечная нагрузка

w_n , w_b , w_t - кривизны

Приняв, что осевое усилие изменяется по закону (2), решаем систему (4) и находим поперечные силы и нормальную нагрузку

$$P_b = T_0 \left[\frac{k^2 \mu^4}{R^2 w_b^2} B e^{\frac{w_b R \alpha}{\mu}} - e^{-k \mu \alpha} \left(\frac{k \mu}{R} \operatorname{tg} \beta - B \right) \right] \quad (5)$$

$$P_n = \frac{k \mu}{R} B T_0 \left(\frac{k \mu^2}{R w_b} e^{\frac{w_b R \alpha}{\mu}} - 1 \right) \quad (6)$$

$$f_n = \frac{k}{R} T_0 \left[e^{-k \mu \alpha} - w_b B \left(\frac{k \mu^2}{R w_b} e^{\frac{w_b R \alpha}{\mu}} - 1 \right) \right] \quad (7)$$

Где

$$B = \frac{\frac{k\mu}{R} \left(1 - \frac{w_b}{w_t} + \frac{k}{Rw_t} \right)}{\frac{k^2\mu^2}{R^2} + \frac{k w_b}{R} + w_t (w_t + w_b)} \quad (8)$$

β -угол свивки элементов каната

Проводим сравнительный расчет при $d_k=16$ мм, $T_0 = 30000$ Н, $R=150$ мм, $\delta =15$ мм, $E_k=120000$ МПа, $E_b=210000$ МПа, $\mu = 0,14$, $\kappa=0,19$.

По формуле (7) получим $f_n=38$ Н/мм, при расчете барабанов радиальную нагрузку стенки определяют по формуле

$$p = \frac{T_0}{R} = \frac{30000}{150} = 200 \text{ Н/мм}$$

Как видим, нагрузка барабана завышена более чем в 5 раз, что ведет к необоснованным запасам прочности и к излишней металлоемкости барабана.

ВЛИЯНИЕ ПОДКРЕПЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ БАРАБАНА ЛЕБЕДКИ

*Нестеренко Виктория Валентиновна, Первомайский политехнический институт
Национального университета кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина, г.
Первомайск Николаевской области, ул. Одесская, 107а, тел. (0516145441, ppi@ukrpost.ua)*

Во многих случаях для обеспечения устойчивости стенки канатного барабана подъемных машин применяют подкрепляющие элементы – кольца или продольные ребра жесткости. Обеспечивая устойчивость конструкции, эти элементы одновременно являются источником концентрации напряжений в зоне их контакта (соединения сваркой) с цилиндрической или другой обечайкой барабана, вызывая достаточно высокие местные напряжения изгиба. Кроме того, элементы барабанов воспринимают циклические нагрузки и местные пиковые

напряжения (особенно в зоне сварных швов) могут служить причиной возникновения и развития усталостных трещин.

Все вышесказанное объясняет важность определения напряженно-деформированного состояния (НДС) стенки цилиндрической оболочки в зоне контакта с подкрепляющим круговым кольцом при нагрузке оболочки витками каната либо другими локальными нагрузками.

Цель исследования состоит в разработке методов оценки напряженного состояния барабана (НДС), усиленного кольцами и ребрами жесткости.

В настоящее время закончен эксперимент на стенде. Были разработаны и созданы модели барабанов трех типов:

- без элементов жесткости;
- с двумя кольцами жесткости, установленными по центру барабана;
- с четырьмя продольными ребрами жесткости, приваренными под углом 90° возле опор барабана.

Деформация обечайки барабанов регистрировалась при помощи тензорезисторов КФ5П1 – 3 – 400 – Б – 12 ТУ 3.06 Украины 7710 - 0001-93. Тензорезисторы подключались по мостовой измерительной схеме. Регистрация и обработка сигналов выполнялась при помощи комплекса ZetLab, который состоит из аналого-цифрового преобразователя АЦП ЦАП ZET–220, двух предварительных усилителей с гальванической развязкой ZET 411 и персонального компьютера. Осциллограммы испытаний в динамике сохранены в файлы на ПК (рис. 3).

Обработка осциллограмм производилась в среде Mathcad. Были получены зависимости напряжения от времени, а после определения тарировочных коэффициентов – зависимости деформации от натяжения каната для отдельных тензомостов и для всего барабана .

Анализ результатов проведенных экспериментов позволяет сделать следующие вывод: деформации резко возрастают в зоне сварных швов около ребер жесткости.

Проведенные эксперименты были смоделированы в среде автоматизированного проектирования SolidWorks. В отчетах, полученных после симуляции выше описанных экспериментов, получены эпюры напряжений, деформаций и перемещений отдельных точек моделей барабанов. Их анализ также позволяет сделать вывод о том, что сварные швы подкрепляющих элементов являются концентраторами напряжений и провоцируют появление трещин.

Для определения НДС оболочек канатных барабанов, подкрепленных системой продольных и поперечных ребер, пользуются известным приемом, который состоит в замене данной изотропной

оболочки с ребрами анизотропной оболочкой без ребер с приведенной толщиной.

Задача определения НДС оболочки с дискретным укрепляющим кольцом под действием нагрузки от витков каната значительно сложнее. Для решения поставленной задачи было использовано уравнение, которое получил П.П.Бейлард для тонкостенной оболочки под действием радиальной нагрузки.

Для решения напряженного состояния использован метод разложения нагрузок и перемещений в двойные ряды Фурье. При этом три уравнения теории оболочек в частных производных сводятся к одному уравнению восьмого порядка для радиального перемещения.

Однако реальные условия работы барабана усложняются наличием трения между барабаном и канатом. С учетом коэффициента трения была получена система уравнений для определения напряжений

$$\begin{cases} \frac{\sigma_x}{p/a} = m_x \gamma^2 + n_x \gamma \\ \frac{\sigma_y}{p/a} = m_\phi \gamma^2 + n_\phi \gamma \end{cases}$$

Были определены величины силовых факторов – изгибающих моментов и мембранных сил:

$$m_x = \frac{M_x}{pa}; \quad m_\phi = \frac{M_\phi}{pa}; \quad n_x = \frac{N_x}{p}; \quad n_\phi = \frac{N_\phi}{p};$$

а также формула для определения прогиба (радиального перемещения)

$$\frac{w}{p/E}.$$

Полученные компоненты позволяют оценить напряженно-деформированное состояние обечайки барабана, подкрепленной кольцом жесткости и нагруженной по витку каната.

INFLUENCE OF ELASTIC-PLASTIC STRAIN ON STEEL MARTENSITIC TRANSFORMATION

Regita Bendikiene, Rasa Vitkeviciene

*International Studies Center, Kaunas University of Technology, Mickeviciaus 37, LT-44244,
Kaunas, Lithuania, Tel. +370 37 323704, E-mail: regbendi@ktu.lt*

The internal stresses occur during cooling. The stresses appear because of the differences in temperatures of specimen surface and the center, because of irregularity of martensitic transformation, and external load during hardening in the stamps. The values of stresses constantly change during

cooling. The stress relaxes because of the high temperature and, especially, the kinetic plasticity during martensitic transformation [1]. The aim of this work is to determine plastic strain and stresses influence on the martensitic transformation of high chromium steel. The test pieces made of steel X12M and 40X13 were used for the tests. The test pieces were heated up to hardening temperature, then bended in kinetic plasticity device for the elastic-plastic deflection $y_F = 1.5$ mm and kept from 5 s till 15 min. The deflection change was registered when unloaded specimens were cooled in the air up to the room temperature. The deflection change shows irregularity of martensitic transformation in compressed and tensioned parts of the test pieces. The complicated processes occur in the specimens during the test: elastic-plastic bend strain, elastic stress relaxation, martensitic transformation; volume changes; kinetic plasticity. The complicated plastic strain and stress state occurs when the specimens are bended or unloaded. This changes the temperature of martensitic transformation and its intensity in the compressed and tensioned parts of the specimen. The processes cause different phase composition and also autodeformation.

The test pieces made of steel 40X13, deformed in austenitic state for 5 seconds, kept bending to the same direction, as they were bended, when the martensitic transformation began. The greater effect was got when the specimens were bended at the lower temperature, which is close to the temperature of the beginning of martensitic transformation (Fig. 1). The stresses relaxed partially at the higher temperature. So martensitic transformation more equally goes in all the volume and autodeformation becomes smaller.

Different results were obtained for the steel X12M test pieces (Fig. 2). When the martensitic transformation starts, bended at austenitic state specimens starts straighten. So, at this moment, the martensitic transformation was more intensive at compressed part.

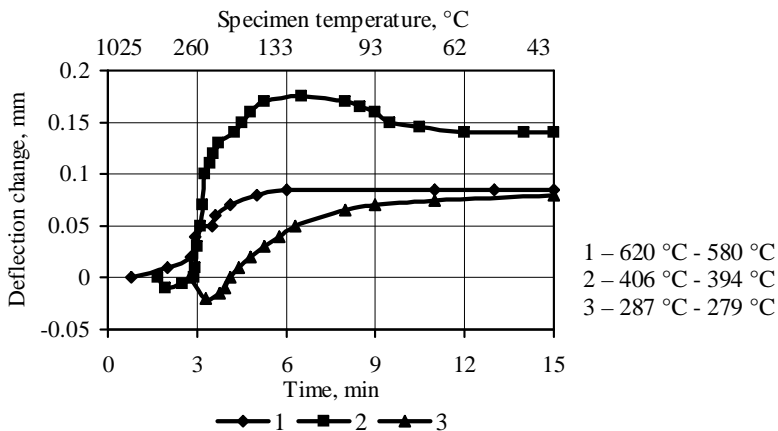


Fig. 1 Influence of austenite plastic strain on autodeformation of steel 40X13. Hardening temperature 1025 °C, $y_f = 1.5$ mm. Deformation time 5 seconds.

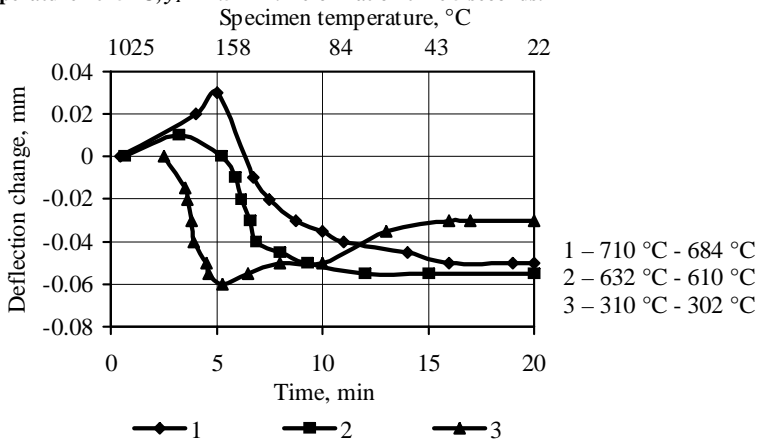


Fig. 2 Influence of austenite plastic strain on autodeformation of steel X12M. Hardening temperature 1025 °C, $y_f = 1.5$ mm. Deformation time 5 seconds.

The deformation time in austenitic state also has an influence on martensitic transformation and autodeformation. As the Fig. 3 shows, all the specimens of steel X12M kept straighten during martensitic transformation, as the martensitic transformation was more intensive at the compressed part. The autodeformation was greater when the specimens were bended in austenitic state for a longer time.

- 1 - $t = 5$ s
- 2 - $t = 15$ s
- 3 - $t = 1$ min 15 s

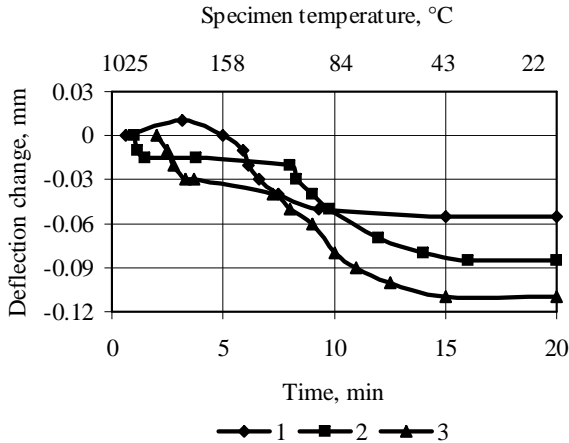


Fig. 3 Influence of austenite plastic strain on autodeformation of steel X12M. Hardening temperature 1025 °C, $y_F = 1.5$ mm.

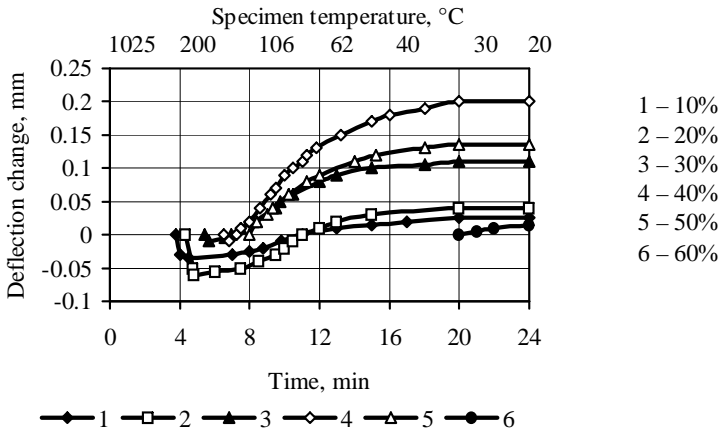


Fig. 4 Dependence of autodeformation kinetics of steel X12M and martensite quantity. Hardening temperature 1025 °C, $y_F = 1.5$ mm.

During longer deformation stresses will have greater influence on the transformation. So for the purpose, the hardened specimens were bended for elastic-plastic deflection of 1.5 mm at 280 °C temperature and were cooled up to the formation of certain martensite quantity (Fig. 4). When during deforming 10 % - 20 % of martensite was formed, initially unloaded specimens straightened insignificantly. Later the direction of autodeformation change and the deflection of specimens start to increase. The greatest deflection increment is obtained for the test piece in which it 40 % of martensite was composed.

Conclusions

1. Austenite plastic deformation above M_S temperature changes the intensity of martensitic transformation. When austenite contains 0.45 % of dissolved carbon and 5 % of chromium (steel X12M) the martensitic transformation is induced by compression and when austenite contains less than 0.35 % carbon and 10 % – 12 % of chromium (steel 40X13) – by tension.
2. The influence of plastic strain on martensitic transformation increases on decreasing the temperature difference between deformation temperature and M_S .
3. Austenite deformation by compression below M_S temperature increases the intensity of transformation at higher temperature. Deformation by tension induces the martensitic transformation at lower temperature therefore initially the test pieces are bent slightly to the direction of straightening later inversely – to deflection increasing one.
4. Elastic-plastic deformation during hardening the test pieces made of steel X12M change their deflection during tempering.

References

1. Senoo, S., Shinoda, K., Sato, M., Maruyama, T., Suzuki, S. *Structural characterization of stress-induced martensitic transformation in a polycrystalline austenitic Fe-Mn-Si-Cr alloy* *Materials Transactions* 49/6 2008: pp. 1229-1234.
2. Han, H.N., Lee, Ch.G., Oh, C-S., Lee, T-H., Kim, S-J. *A model for deformation behavior and mechanically induced martensitic transformation of metastable austenitic steel* *Acta Materialia* 52/17 2004: pp. 5203 - 5214.

IMPROVEMENT OF CYCLIC STRENGTH OF DISTORTED STEEL BY HEAT TREATMENT

Antanas Čiuplys

Kaunas University of Technology

Kęstučio g. 27, LT-44312 Kaunas, Lithuania

Tel.: +370 37 300420, fax: +370 37 323769, E-mail: antanas.ciuplys@ktu.lt

Fatigue strength is one of the most important mechanical properties. Durability and reliability of car parts is often defined by their fatigue strength, since most of them are loaded with dynamic, repeating or variable loads and the main type of failure is metal fatigue [1].

Fatigue crack usually starts on the metal surface. The interrelationship of the surface layer together with the characteristics of internal metal volume

determine the value of fatigue limit and the coefficient level of stresses' intensity, which is required for the start of fatigue crack [2].

Various hardening methods of surface have a huge impact on fatigue strength of structural materials. The choice of surface processing method is determined by properties and microstructure of a material, as well as the purpose and working conditions of part's material. Very often the optimum processing is a combination of several methods, which enables to obtain the required properties (high fatigue strength, wear, etc.) [3].

Investigation of specific fatigue fracture properties enables to determine the kinetic of processes, related with fatigue crack initiation and propagation. Analysing fractures of machine parts and comparing them with the most specific "mode" fractures it is possible to determine the nature of affecting loads and the reason of part failure.

The impact of several combined surfaces processing on the fatigue strength of carbon steel samples is investigated in the work. The surface was hardened using different processing combinations: by hardening with high frequency electricity currents, rolling by rollers, heating and cooling under different temperatures. Fatigue strength was investigated in the experimental facility *VKH-10M* by rotating in cyclic bending. The experiments were carried out at room temperature and at a rate 3000 r/min. Round samples of carbon steel 45 were used. The diameter of operational part was equal to 7.5 mm. After the mechanical processing all samples were annealed at 850°C in the protective environment.

Fatigue strength was investigated using 6 series of samples. The processing regimes are given in the table.

Series No	Hardening regimes of the surface
1	The unhardened sample is annealed for 6 hours at 750 °C
2	The unhardened sample + rolling by rollers
3	The unhardened sample + rolling by rollers + hardening with high-frequency electric current
4	The unhardened sample + rolling by rollers + hardening with high-frequency electric current + 2 h tempering at 200 °C
5	The unhardened sample + rolling by rollers + 6 h tempering at 500 °C + hardening with high-frequency electric current + 2 h tempering at 200 °C
6	The unhardened sample + rolling by rollers + 2 h tempering at 300 °C + hardening with high-frequency electric current + 2 h tempering at 200 °C

According to the surface hardening regimes, presented in table, fatigue curves of treated samples are presented in Fig. 1. The numbers of curves correspond to the numbers of sample series.

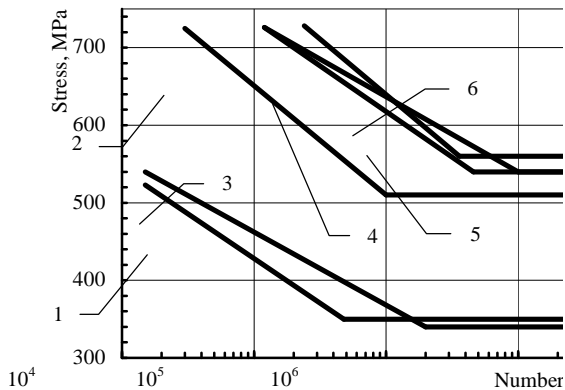


Fig. 1. Fatigue strength of carbon steel samples subject to surface hardening

From the fatigue curves it can be seen that the surface hardening increases fatigue strength and durability of carbon steel samples. Rolling samples of series 2 by rollers, their fatigue strength, comparing with the unhardened samples of series 1, increased by 160 MPa, whereas the durability at 520 MPa stress increased almost 100 times. Plastic deformation changes the structure and density of crystal boundaries defects of the surface layer, besides, the residual compression stresses are formed on the surface therefore fatigue strength increases.

After rolling by rollers and hardening of samples with high-frequency electric current, their fatigue strength decreases. Fatigue limit decreases to 340 MPa, however durability increases, comparing with the unhardened samples of series 1. After treating samples with the regime of series 3 and 2 h tempering at 200°C, fatigue strength and durability significantly increase. The fatigue limit of samples of series 4 – 540 MPa 1.5 times exceed the fatigue limit of unhardened samples, whereas durability at 550 MPa increased by 1000 times.

The additional surface hardening treatment with high (series 5) or low (series 6) tempering, which is performed after rolling by rollers, does not demonstrate a more visible change of fatigue limit, comparing with the samples of series 4. Only after tempering samples for 6 hours at 500 °C, fatigue limit and durability increase insignificantly. Taking into account fatigue strength of samples of series 4, 5, and 6 it is difficult to give importance to any of them. The most economical one is treatment of samples of series 4 since after rolling by rollers tempering is not applied to them, which is used for the samples of series 5 and 6.

Microfractographic testing of the carbon steel fatigue fracture in all amplitudes of loads has revealed that the samples of series 1 and 3 decompose due to the fatigue crack, which appears on their surface and further progresses. In this case, a smooth and glossy segment region was seen in the fracture, where the fatigue crack initiated and slowly grew (Fig.1). The fracture surface gloss in the fatigue crack propagation region is more expressed at the loads similar to the fatigue limit, and it is more emphasized at bigger number of cycles till failure.

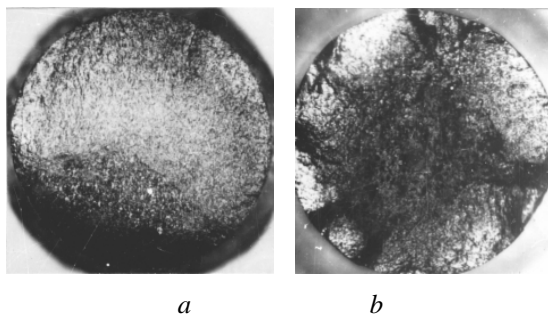


Fig. 1 Fatigue fractures, when the fatigue crack is initiated on the sample surface: *a* – series No 3, $\sigma = 400$ MPa, $N = 9,5 \cdot 10^3$ cycles; *b* – series No 1, $\sigma = 400$ MPa, $N = 1,0 \cdot 10^5$ cycles

Thus according to the nature of the fatigue crack propagation region (its size, gloss, contour, etc.) it may be decided only upon the duration and size of the cyclic load affect. Small loads and a big number of cycles till failure evoke the formation of big, smooth and glossy region. The load increase evokes the glossy region reduction and the contour increase.

According the fracture nature, failure of the samples with the hardened surface in the small load region begins inside the sample, in the boundary, which separates the hardened and unhardened metal (Fig.2). Such kind of fatigue fracture is usually formed in hardened and high strength metals, whereas the ellipse fatigue crack propagation region is called a “fish eye” [4]. The “fish eye” region area reduces with increase of stress and after reaching a certain load range σ_{\max} , the fatigue crack initiation on the surface becomes energetically more beneficial. Stress σ_{\max} , which corresponds to the mechanism variation of the fatigue crack initiation, is a critical parameter and it defines the ability of hardened metal to resist the surface fatigue crack initiation.

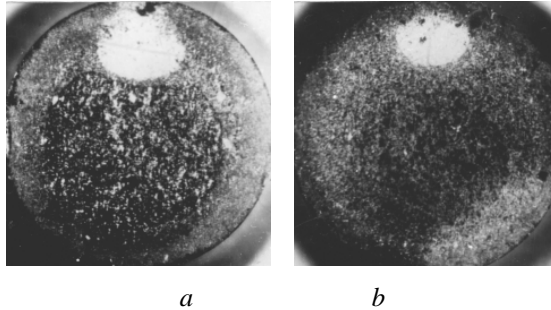


Fig. 2 Fatigue fractures, when the fatigue crack is initiated inside the sample: *a* – series No 6 $\sigma = 680$ MPa, $N = 6,2 \cdot 10^5$ cycles; *b* – series No 2 $\sigma = 630$ MPa, $N = 2,3 \cdot 10^5$ cycles

Fracture analysis of the samples, the fatigue dissociation of which have initiated under the surface, has enabled to highlight some common fractographic patterns.

At stress, similar to the fatigue limit, the maximum “fish eye” region area in the samples of the given series was observed. Final failure of the sample at this stress is brittle, situated on the opposite fracture side of the “fish eye” and occupies major region of the unhardened sample part.

Samples, which fractured with the development of the “fish eye”, always have higher fatigue strength than the samples, the fracture of which begins on the surface. This is due to different stress state crack in the node, which depends on the fact whether the fatigue crack occurs on the sample surface or inside it. When the fatigue crack is developed inside the sample due to small opening when it grows, the conditions of plane deformation are exhibited more clearly than in the situation when the crack initiates on the surface and when propagating it opens up more widely.

CONCLUSIONS

1. Experimentally it is proved that thermal treatment of plastically deformed carbon steel significantly increases fatigue strength.
2. It is proved that after surface hardening with the given regimes, the microstructure and residual stresses are formed in such way that fatigue crack begins to grow under the hardened sample surface.
3. Samples, in which the fatigue crack initiates inside the sample, have higher fatigue strength than the samples, the fatigue crack of which initiates on the surface.

REFERENCES

1. Nascimento M.P., Souza R.C., Pigatin W.L., Voorwald H.J.C. *Effects of Surface Treatments on the Fatigue Strength of AISI 4340 Aeronautical Steel International Journal of Fatigue* 23 2001: pp. 607 – 618.
2. Murakami R., Yonekura D., Ni Z. *Fatigue Fracture Behavior of High-Strength Steel in Super Long Life Range JSME International Journal Series A – Solid Mechanics and Material Engineering* 45(4) 2002: pp. 517 – 522.
3. Dai K., Shaw L. *Analysis of fatigue resistance improvements via surface severe plastic deformation International Journal of Fatigue* 30 2008: 1398 – 1408.
4. Marines-Garcia I., Paris P.C., Tada H., Bathias C., Lados D. *Fatigue Crack Growth from Small to Large Cracks on Very High Cycle Fatigue with Fish-Eye Failures Engineering Fracture Mechanics* 75(6) 2008: pp. 1657 – 1665.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ТЯГОВЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ЛОКОМОТИВОВ

Туманишвили Г. И., Звиадаури В. С., Челидзе М. А., Цоцхалашвили М. Ш.
(Грузинский Технический Университет, 0175, Тбилиси, ул. Костава 68. т. +995 32 36 50 93,
gtumanishvili@yahoo.com)

Для зубчатых колёс локомотивов обычно применяют высококачественные легированные стали с поверхностной закалкой, что значительно повышает их контактную выносливость по сравнению с выносливостью их при изгибе [1]. Для транспортных машин в общем балансе повреждений доминирующим являются повреждения вследствие износа рабочих профилей зубьев. При эксплуатации тяговых передач обычно наблюдается изменение геометрии профиля зуба а ресурс передачи зависит не от изгибной прочности или прочности зубьев, а от их износостойкости. При заводских и депоовских ремонтах локомотивов по предельно допустимому износу зубьев преждевременно бракуется до 95% шестерён и около 60% зубчатых колёс, что связано с значительными материальными затратам. Наиболее напряжёнными являются приповерхностные слои профилей зубьев, где действуют максимальные градиенты напряжений. Нагруженность тяговых передач локомотивов определяют множество факторов: изменение сопротивления движения поезда, непрямолинейность пути в профиле, местные дефекты верхнего строения пути, неравномерность распределения диссипативных, инерционных и упругих свойств пути, нестационарные динамические процессы в электрических цепях тяговых двигателей, погрешности изготовления и степень изношенности профилей зубов колёс, конструктивные особенности ходовой части локомотива и др. Это определяет крайне тяжёлые условия работы тяговых зубчатых передач локомотивов.

Для тяжело нагруженных катящихся со скольжением тел наиболее распространённым и опасным видом изнашивания является заедание. Существующие методы расчёта зубчатых передач на износ непригодны для расчёта тяговых передач локомотивов. Установлены два наиболее важных фактора, негативно отражающиеся на контактную ситуацию – температура и нагрузка. При повышенных скоростях и нагрузках особые проблемы возникают с обеспечением противозадирной стойкости поверхностей. Зубчатые передачи локомотивов смазываются жидкой смазкой. Заедание трущихся смазанных поверхности возникает при разрушении смазочных слоёв гидродинамического и граничного происхождения, разделяющего тела и их непосредственном контакте.

На рис. 1 Показаны результаты экспериментальных исследований, полученные на роликовой машине трения, по определению коэффициента трения скольжения, толщины смазочного слоя и условий возникновения заедания:

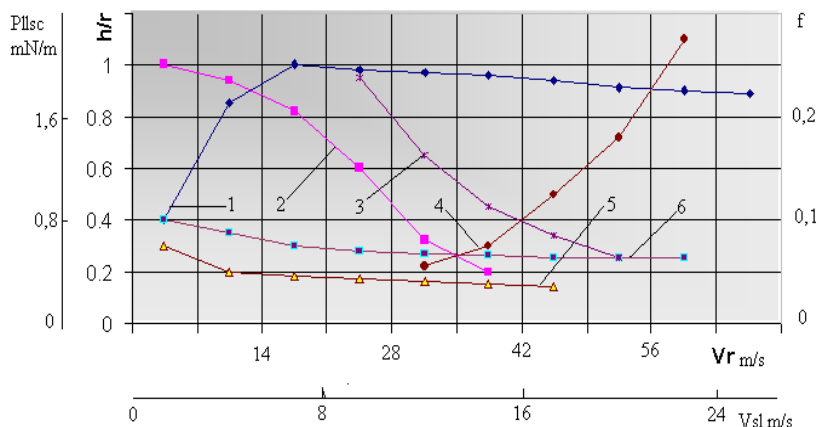


Рис. 1. зависимость погонной нагрузки заедания ($P_{из}$) относительной толщины смазочного слоя (h/R) и коэффициента трения (f) от скорости качения ($V_{\Sigma k}$) и скорости скольжения ($V_{ск}$) при различных вязкостях смазочного материала (ν).

1. $h/R = \varphi(V_{\Sigma k})$; $P_{из} = 10^6$ Н/м; $\nu = 157$ сСт;
2. $h/R = \varphi(V_{ск})$; $P_{из} = 2 \times 10^6$ Н/м; $\nu = 157$ сСт; $V_{\Sigma k} = 50$ м/с;
3. $P_{из} = \varphi(V_{ск})$; $\nu = 49$ сСт; $V_{\Sigma k} = 50$ м/с;
4. $P_{из} = \varphi(V_{\Sigma k})$; $\nu = 157$ сСт; $V_{ск} = 22$ м/с;
5. $f = \varphi(V_{ск})$; $P_{из} = 1,5 \times 10^6$ Н/м; $\nu = 49$ сСт; $V_{\Sigma k} = 50$ м/с;
6. $f = \varphi(V_{\Sigma k})$; $P_{из} = 10^6$ Н/м; $\nu = 157$ сСт.

Следует отметить, что согласно условия (1), при значениях $A=4$, в контакт могут вступить минимальное количество микронеровностей. С уменьшением A допустимая толщина смазочного слоя уменьшается, а количество микронеровностей, вступающие в контакт увеличивается. В обоих случаях, в предельных режимах трения в контакт вступают отдельные микронеровности и глубина их нагревания определяет масштабы повреждения от заедания.

На основе интегро-дифференциальных уравнении ЭГД теории смазки в наиболее полной постановке с учётом тепловых процессов внутри смазочного слоя и на границе с контактирующими телами получен критерий заедания, который имеет вид [2, 3]:

$$K = k \left(\frac{R}{\sqrt{R_{a1}^2 + R_{a2}^2}} \right) \cdot \left(\frac{\mu V_{\Sigma K}}{P_n} \right)^{0,7} \cdot \left(\frac{P_n \beta}{R} \right)^{0,6} \cdot \left(\frac{\lambda}{\alpha \mu V_{CK}^2 P_{e1,2}^2} \right)^e \leq 1, \quad (1)$$

где: R – приведенный радиус кривизны поверхностей, равный $R_{np} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$, R_1 и R_2 – радиусы контактирующих тел; P_n – погонная нагрузка; β – пьезокоэффициент вязкости масла; α – коэффициент зависимости вязкости смазочного материала от температуры; μ_0 – динамическая вязкость масла при температуре вступающих в контакт поверхностей; $V_{\Sigma K}$ – суммарная скорость качения тел $V_{\Sigma K} = V_1 + V_2$, (V_1 и V_2 – скорости контактирующих тел); λ – коэффициент теплопроводности масла; V_{ck} – скорость скольжения $V_{ck} = V_1 - V_2$; E_{np} – приведенный модуль упругости тел; $Pe_{1,2} = (Pe_1 + Pe_2)/2$ среднее число Пекле; $Pe_1 = (b V_1)/a_1$, $Pe_2 = (b V_2)/a_2$, b – полуширина герцевского контакта; R_{a1} и R_{a2} – среднеарифметические отклонения профилей трущихся поверхностей перед возникновением заедания; a_1 и a_2 коэффициенты температуропроводности материалов.

Критерий может быть представлен в следующем виде:

$$K V_{\Sigma K}^a V_{ck}^b P_n^c \mu_0^d R_{np}^e (\sqrt{R_{a1}^2 + R_{a2}^2})^t \beta^g \lambda^h \alpha^I a^j E_{np}^n \leq 1. \quad (2)$$

Принимая β , λ , α , a и E постоянными, критерий можно представить в следующем виде:

$$K_1 V_{\Sigma K}^a V_{ck}^b P_n^c \mu_0^d R_{np}^e (\sqrt{R_{a1}^2 + R_{a2}^2})^t \leq 1, \quad (3)$$

где $K_1 = K \beta^g \lambda^h \alpha^I a^j E_{np}^n$.

Литература

1. И. В. Бирюков, А. И. Беляев, Е. К. Рыбников. Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог. М. Транспорт. 1986, - 256 стр.
2. Туманишвили Г. И.. Расчёт на заедание тяжелоагрессированных механизмов. Тренире и износ, том 3, №4, 1982, 714-722.
3. Дроздов Ю. Н. Туманишвили Г. И. Расчёт на заедание по предельной толщине смазочного слоя. Вестник машиностроения 1982, №2, стр. 19-23.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ И ПРИЛИПАНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА (БЕТОНА) НА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ С ПОМОЩЬЮ ВИБРАЦИЙ

Челидзе М. А., Туманишвили Г. И., Звиадаури В. С.
Институт механики машин, ул. Миндели 10. 0186, Тбилиси
e-mail: merabchelidze@yahoo.com ;
т. (+995 32) 32 11 65

На процесс уплотнения и перемещения пластического материала большое влияние оказывает не только частота и амплитуда вибрации, но и его направление; т.е. действует ли вибрация по направлению силы гравитации или против него.

Действительно, когда рабочий орган вибратора действует на материал (который подвергается уплотнению) с нижней стороны, тогда из-за влияния силы инерции отдельные зерна сразу начинают опускаться вниз и твердо укладываются в нижних слоях материала. В данном случае на отдельное зерно действуют как ускорение силы тяжести, так и ускорение вибраций, которые имеют одинаковое направление, т.е. они складываются. Следовательно, уплотнение материала начинается с нижних слоев. В противном случае, когда вибрация действует сверху на уплотняемый материал, тогда из-за разности сил вибрации и гравитации отдельные зерна в начале сжимаются в верхних слоях, а затем смеиваются как по боковым сторонам, так и в нижних слоях. В связи с инерционностью зерна, складывание и уплотнение начинаются в верхних слоях. Следовательно, складывания отдельных зерен в нижних слоях происходит не так твердо, как это имеет место при воздействии вибраций с нижней стороны.

Процесс транспортировки и уплотнения сыпучих и пластических материалов весьма сложен и по этому не удастся описать его математи-

чески точно. Следовательно, существующие математические модели, которые описывают вышеупомянутых процессов, весьма далеки от реальности. Более того, при экспериментальных исследованиях указанных процессов вибрация часто проявляет себя весьма необычно, часто непредсказуемо. Например, при исследовании процессов перемещения и уплотнения сыпучих и пластических материалов, наблюдается процесс, который нам не известен из научной литературы. В исследованиях развития процесса уплотнения при движении прозрачной пластмассовой бутылки наполненной песком, перемещение бутылки замедляется, после останавливался, а затем начинается движение назад. Следует отметить что, рядом находящийся предметы (в том числе аналогичная песком наполненная стеклянная бутылка), продолжают двигаться по направлению действующей вибрации. При этом днища лотка вибратора была весьма жесткой и не возникала ее собственные колебания в рабочем режиме.

На основе проведенных экспериментальных исследований можно заключить, что процесс уплотнения является функцией времени.

Несмотря на то, что природа затухания амплитуд в глубине материала отличается от природы затухания свободных колебаний, все же и в этом случае имеется возможность определить коэффициент и темп затухания в глубине материала, по кривой огибающей затухающих амплитуд колебаний, рис.1,2. Чем больше амплитуды колебаний, тем больше темп гашения. Естественно темп затухания амплитуд, проникающих в материал, зависит от его физико-механических свойств. Однако, для многих пластических материалов эти свойства в принципе одинаковы. Следовательно, для многих материалов возможно определить проникание вибрации по глубине материала с помощью простых расчетов, что необходимо для определения глубины уплотнения и составление математической модели, описывающей динамику процессов внутри материала.

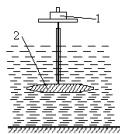


рис. 1

1. вибропреобразователь
2. вибропринимающий фланец.

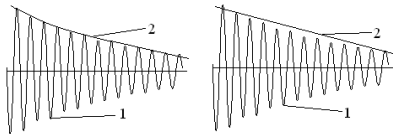


рис.2

1. затухающие амплитуды,
2. огибающий амплитуд.

Практически для многих динамических расчетов достаточно приблизительное определение глубины вибропроникновения. Следовательно, при допущении кривой огибающей затухающих амплитуд

как линейную функцию времени, становится возможным весьма просто определить глубину проникновения вибрации в материале с помощью следующего выражения:

$$s = k_1 \cdot s_1 / k_2 \cdot A_\phi \quad (1)$$

где k_1 -коэффициент величины уплотнения материала, k_2 -коэффициент намачивания (влажности) материала, меняющая его упругость, s_1 - определенная длина уплотненного материала, $A_\phi = A_1 - A_2$ - разность величин амплитуд по длине s_1 после определенных, например 1000 циклов колебаний, соответствующих $c=20$ секунду, при частоту вибрации 50гц. В случае необходимости более уточненную величину проникновения вибрации можно определить с помощью логарифмического декремента

$$\delta = \ln(A_1/A_2) \quad (2)$$

Вышеупомянутый процесс динамики уплотнения особенно важно при нанесении слоя покрытия на вертикальной плоскости (на стене). В данном случае направление действия вибрации к гравитационной силе составляет 90° . Гравитационная сила стремится оторвать со стены все еще не хорошо закрепленные слои покрытия.

Применение вибрации для обработки на стене нанесенного покрытия очень важно, так как движущие частицы снимают со стен мягких примесей и занимают их мест в связи с чем получается почти монолитное присоединение покрытия со стеной. Не уплотненные покрытия содержат множество воздушных пузырьков, которые уменьшают как твердость слоя покрытия, так и площадь присоединения. Особенно это проблематично зимой, когда при морозе ледяные пузыри расширяются, а бетон сжимается, соответственно появляются как разрушающие напряжения бетона, так и отрывающие силы слоя покрытия со стены. Бетон легко впитывает воду.

Литература

1. ВИБРАЦИИ В ТЕХНИКЕ Справочник в 6 томах. Под редакцией М.Д. Генкина. М. «Машиностроение» 1981. т.1., т.4., т.5., т.6.

ВЛИЯНИЕ УПРУГОСТИ ДНИЩА РАБОЧЕГО ОРГАНА ВИБРОТРАНСПОРТЕРА НА ПОВЕДЕНИЕ СЫПУЧЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Звиадаური В.С., Челидзе М.А., Туманишвили Г.И., Бицадзе С.Г.
Институт Механики Машин, ул. С. Эули, 8; 0186, Тбилиси
Грузия. Тел.32-11-65; 30-37-41; v_zviadauri@yahoo.com

Рабочие органы (РО) вибрационных технологических машин с упругими контактными поверхностями могут существенно изменить закономерности технологического процесса, присущие к жестким РО [2,3]; при этом упругость РО может быть использована для увеличения суммарной амплитуды колебаний РО.

Одним из подходов увеличения суммарной амплитуды колебания РО состоит в его расчленении на двух частей – прикрепленной упругой пластинки и единого (вместе с пластинкой) узла (рис. 1). Если рассмотреть первую форму упругих деформаций пластинки 3 (рис.1), при воздействии силы $Q(t)$ она перемещается на амплитуду A_2 и одновременно деформируется на амплитуду A_1 или A_1' .

Рассмотрим схему (рис.1) РО с пластинкой 3 и сыпучим грузом 1. На груз с массой m_2 будут действовать сила инерции РО - 2 и собственная сила инерции самой пластинки.

Уравнения движения единого РО (вместе с пластинкой) по x и z , с учетом ТН 1 имеют вид [2]:

$$\left. \begin{aligned} (m_1 + k m_2) \ddot{x}_1 + k (\ddot{x}_2 \cos \alpha_1 + \ddot{z}_2 \sin \alpha_1) &= Q_x(t) + Q_x'; \\ (m_1 + k m_2) \ddot{z}_1 + k (\ddot{x}_2 \sin \alpha_1 + \ddot{z}_2 \cos \alpha_1) &= Q_z(t) + Q_z', \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где x_1, z_1 и x_2, z_2 - координаты РО и ТН соответственно; $Q_x(t)$ и $Q_z(t)$ - составляющие возбуждающей силы; Q_x' и Q_z' - упругие и демпфирующие силы упругой системы вибровозбудителя и сыпучего груза; $\alpha_1 = \alpha + \beta$; β - угол вибрации; α - угол наклона РО; m_1 - масса РО – 2 (рис.1). k – коэффициент, учитывающий отрыв и присоединение груза к поверхности РО ($k = 0 - 1$) [2,3].

С целью учета деформации пластинки в процессе вибрационного движения груза составим уравнения ее поперечных колебаний.

Рассмотрим прямоугольную пластинку под воздействием инерционных сил РО 2 и расположенного на него груза 1 (рис.1с). Для пластинки со свободно опертыми краями выражение для прогибов при колебаниях можно представить в виде двойного ряда

$$\lambda = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_{mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (2)$$

где a, b – ширина и длина пластинки.

Если подставим (2) в выражения потенциальной и кинетической энергии [2] и представим возможное перемещение в виде

$$\delta \lambda_{mn} = \delta \varphi_{mn} \sin(m\pi x / a) \sin(m\pi y / b)$$

получим дифференциальное уравнение при свободных колебаниях

$$\rho h \ddot{\varphi}_{mn} + \pi^4 D c \varphi_{mn} = 0, \quad (3)$$

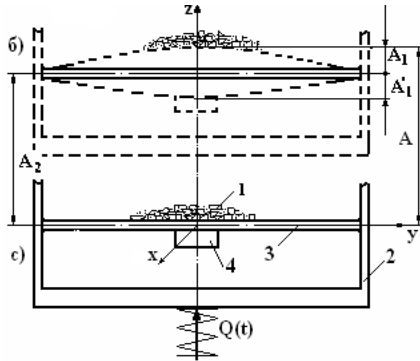


Рис.1. Рабочий орган вибромашины с нагруженными пластинками

где ρh - масса единицы поверхности пластинки; D - жесткость пластинки при изгибе; $c = (m^2 / a^2 + n^2 / b^2)$ [1]; ρ - плотность материала; h - толщина пластинки.

При вынужденных колебаниях в правой части (3) будут появляться инерционные силы РО и технологической нагрузки

$$Q^*(t) = m_1 (\ddot{z}_1 + k\ddot{x}_2). \quad (4)$$

Груз будет двигаться под воздействием инерционных сил РО, как единого целого и инерционных сил непосредственно от пластинки. Уравнения движения груза будут иметь вид:

$$\ddot{x}_2 + (\ddot{x}_1 + \ddot{\varphi} - \ddot{z}_1) \cos \alpha_1 = -\frac{1}{m_2} (f_z N_z - f_y N_y) \text{sign}(\dot{x}_2) + g \sin \alpha;$$

$$\ddot{z}_2 + (\ddot{z}_1 + \ddot{\varphi} + \ddot{x}_1) \sin \alpha_1 = -f_y \frac{1}{m_2} N_y \text{sign}(\dot{z}_2) - g \cos \alpha, \quad (5)$$

где f_z, f_y - коэффициенты трения между грузом и пластинкой и боковой поверхности РО; sign - нелинейная функция, принимающая значения: $\text{sign}(\dot{x}_2) = 1$, при $\dot{x}_2, \dot{z}_2 > 0$ и $\text{sign}(\dot{x}_2) = -1$, при $\dot{x}_2, \dot{z}_2 < 0$; N_z и N_y - реакция груза относительно пластинки и боковой поверхности РО [2,3].

Уравнения движения РО (1), как единого жесткого тела, сыпучего груза (5) и деформации упругой пластинки (3) с учетом (4) являются взаимосвязанными и описывают технологический процесс обработки или транспортировки материала на упругой пластинке.

Принципиальная особенность вибрационного лотка с пластинкой состоит в том, что деформации (повороты) пластинки 3 осуществляются синфазно с колебанием лотка 2, т.е. по направлению перемещения материала 1 (рис.1). С этой целью к пластинкам прикрепляются грузы 4 так, что подбором параметров пластинки и груза частота собственных крутильных колебаний пластинки была кратна частоте возбуждающей силы

$$\omega_{nл} = \omega_B / n; \quad (n = 1, 2, 3).$$

Вертикальная амплитуда A колебаний крайней точки синфазно колеблющейся кромки плоской пластинки 3 относительно неподвижной системы x_{yz} равна: $A = A_k + A_n$,

где A_k –вертикальная амплитуда колебаний лотка, A_n – вертикальная амплитуда колебаний крайней точки кромки пластины относительно каркаса.

Численное исследование представленной математической модели в сочетании с физическими экспериментами даст возможность подобрать оптимальные параметры пластинки и прикрепленного на ней груза 4 (рис.1) для улучшения процесса вибрационной обработки или транспортировки тонкослойных сыпучих материалов.

Литература

1. Филиппов А.П. *Колебания деформируемых систем*. М., “Машиностроение”, 1970. 734 с.
2. Звиадаури В.С. *Динамика вибрационных транспортно-технологических машин*. Тбилиси, “Мецниереба”, 2001. 190 с.
3. Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. *Вибрационное перемещение*. М., “Наука”, 1984. 440 с.

SURFACE RESISTIVITY TUBULAR POLYMERIC GRADIENT MATERIALS

Jozef Stabik, Monika Szczepanik*, Agnieszka Dybowska, Łukasz Suchoń
Silesian University of Technology, Institute of Engineering Materials and Biomaterials, Division of
Metal and Polymer Materials Processing, Gliwice, Poland;

*Corresponding author: e-mail: monika.szczepanik@polsl.pl

1. Introduction

Gradient structure provides possibility to connect two or more materials with different characteristics without boundary problems or at least with significantly diminished interface problems. Gradient polymeric materials are

two or more components polymeric systems in which the concentration of one component varies in a continuous way from point to point. At the turn of XX and XXI century scientists elaborated many methods of functionally Graded Materials (FGMs) preparation that may be applied also to Polymeric FGMs (FGPMs), for instance: diffusion solutions, corona discharge curing, compression moulding, selective laser sintering, in situ polymerization, gravitational or rotational casting, powder metallurgy techniques, reaction bonding and other technologies. One of the effective methods applied in production of FGPMs is the centrifugal technique. Mould with processed mixture is rotated around one or two perpendicular axis. As a consequence of applied centrifugal force one of the components sediments gradually on the tool walls [1-5].

2. Experimental

Materials

Gradient epoxy-graphite composites were searched. Epoxy resin Epidian 6 cured with ZI and produced by „Organika – Sarzyna” Chemical Plant S.A. (Poland) were used as polymeric matrix components. Graphite powder PV60/65 and PAM96/98 produced by Koh-I-Noor (Czech Republic) were used as fillers. Addition of respectively, 3, 6, 9 and 12% vol of graphite was applied. In this research centrifugal casting as one of the most effective methods for polymeric gradient materials creation was chosen. Figure 1 presents shape and diameter of specimens.

Methods

Surface resistivity was applied as a measure of electrical properties. Measurements were performed according to Polish standard PN-88/E-04405. The idea of the test was to define electrical resistivity in sequential layers with different content of conductive component (graphite). First, specimen's thickness was measured and surface resistivity tested.

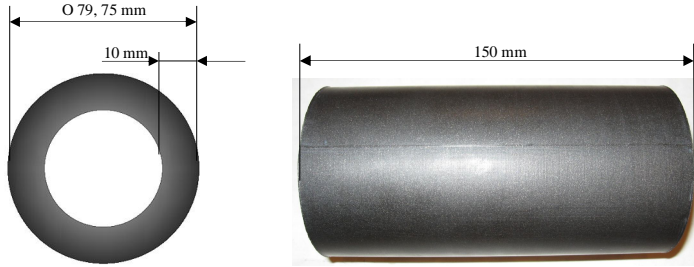


Fig.1. Specimen used in research programme

Next outer layer was removed by turning. Next, following thickness and resistivity measurements were performed. Scheme of system of surface resistance measurements is presented in Figure 2.

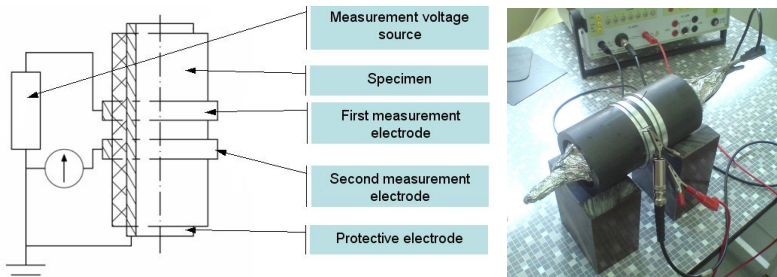


Fig.2. Scheme of system to surface resistance measurement

3. Results and discussion

On the basis of electrical properties tests results the dependence of surface resistivity on graphite contents was determined. The lowest surface resistivity was observed at the outer surface (Fig.3). Almost all amount of graphite was located in the layer about 0,4mm thick. The deeper was the surface of measurement the higher was the surface resistivity.

The results of surface resistivity show that highest electrical resistance was for 6% vol contains of graphite filler. Whereas the least electrical resistance was obtained for specimen with 12%vol of graphite filler. As can be seen in Figure 3, polymeric gradient materials with PV60/65 graphite filler, characterized by lower level of coalification and size reduction, exhibited

lower electrical resistance in comparison with composite with PAM96/98 graphite filler.

Removing layer about 0,4mm thick caused increase of surface resistance over device measuring range $160E+12 \Omega$.

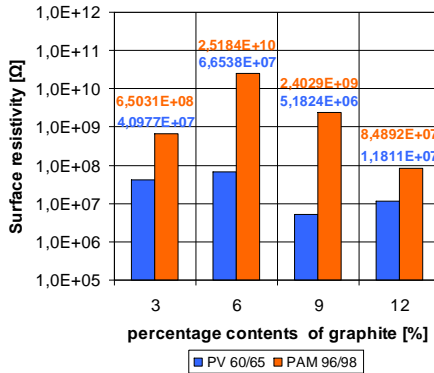


Fig.3. Surface resistivity of specimen with graphite filler PV 60/65 and PAM 96/98

At surface resistivity level reached at outer sample surface static electricity accumulation is not expected, what is very important in many polymeric composites applications.

4. Conclusions

- The graphite fillers with specified concentration changed favourable surface resistivity on outer layer to the level allowing to avoid static electricity accumulation.
- Almost all amount of graphite was located in the layer about 0,4mm thick. The deeper was the surface of measurement the higher was the surface resistivity.

1. References

[1] Kieback B., Neubrand A., Riedel H.: *Processing techniques for functionally graded materials, Materials Science and Engineering A* 362 (2003), 81–105.

[2] Saburo A., Yoshihisa K.: *Gradient Structures Formed in Polymer Materials, High Polymers I* (2000), 32-37.

- [3] Hashmi S., Dwivedi U.: *Estimation of Concentration of Particles in Polymerizing Fluid during Centrifugal Casting of Functionally Graded Polymer Composites, Journal of Polymer Research 1 (2007), 75-81.*
- [4] Shen M., Bever M. B.: *Gradients in polymeric materials, Journal of Materials Science 7 (1972), 741-746.*
- [5] Wena B., Wub G., Yu J.: *A flat polymeric gradient material: preparation, structure and property, Polymer 45 (2004), 3359–3365.*

RESEARCH ON GEOMETRICAL FEATURES OF MINED COAL FILLERS

Józef Stabik, Łukasz Suchoń, Agnieszka Dybowska, Monika Szczepanik.

*Silesian University of Technology, Institute of Engineering Materials and Biomaterials, Division of
Metalic and Polymeric Materials Processing, Gliwice, Poland;
Corresponding author e-mail address: lukasz.suchon@polsl.pl*

Introduction

Widely used construction polymeric materials and their composites are still extensively searched in order to modify their mechanical, thermal, electrical, rheological and other properties [1,2,3]. Surface and interfacial effects occurring between polymer and filler are especially important for all these properties. It is closely connected with filler's particles geometrical characteristics and fundamentally decide about possibility of achieving good adhesion between plastified polymers and fillers during production of this type of composites [4,5]. In recent years a research programme was developed in Silesian University of Technology on application of mined coal particles as a polymeric matrixes fillers. In the present paper results of coal geometric characteristics research are presented.

Materials

Tests were made using two kinds of fossil coal:

A- anthracite coal type 41 derived from „Obuchowska” mine (Russia), its density level is $1,37 \text{ g/cm}^3$ and average content of ash is 3,37%. (assigned as coal “A”);

Z- hard coal type 35 derived from „Zofiowka” mine (Poland) with content of carbon 88,46%, density $1,33 \text{ g/cm}^3$ and average ash content 8,13% (assigned as coal “Z”).

Both analyzed materials originally had mean particle size about 50mm. They were treated in the same manner to achieve powdered state with suitable

to further processing grain size. First of all coals were crushed with impact crusher then they were milled with hammer-mill and finally pulverized with ball-bearing pulveriser. Humidity was removed by drying powders in temperature 90 °C in 1 hour time. Then the samples were placed in exsiccator for 24 hours to achieve thermodynamic equilibrium.

Tests and their analysis.

Particle size distribution was determined using two methods: sieve analysis an laser diffraction analysis. Sieve analysis allowed to determine percentage content of bigger particles. This test was made according to PN-74/Z-04097 standard and using dry method. Vibration sieve analyser was applied. Laser diffraction analysis was made using wet method. Laser diffraction analyser Mastersizer 2000 with attachment Hydro 2000 was used. As a dispersion liquid water with addition of sodium citrate was applied. Results of this reserach allowed to define grain size distribution which is showed in figure 1.

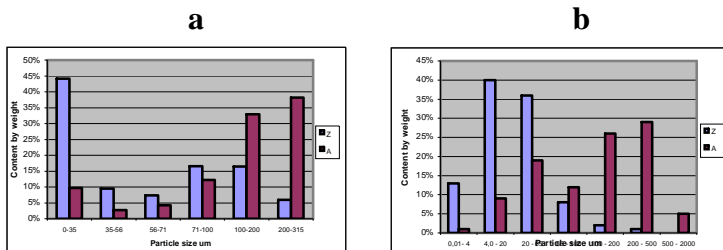


Fig.1 Comparison of particle size distribution of fillers A and Z, a) results of sieve analysis, b) results of laser diffraction analysis

Obtained results indicate that anthracite coal exhibit larger particles than hard coal. It is the result of higher hardness of anthracite and in this way grater resistance to pulverising.

Specific surface was determined using also two methods. One was nitrogen absorption method performed with Micrometrics Gemini 2360 BET analyser and the second was based on particle size distribution determined with Mastersizer tester. Results of specific surface research obtained with laser diffraction set together with the results get from BET method and showed in figure 2.

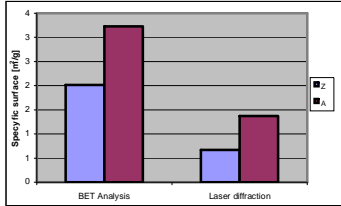


Fig. 2 Value of specific surface fillers A and Z

Results showed that anthracite particles exhibited higher specific surface. Results obtained with particle size distribution help are much lower than obtained with BET method. It is the result of assumption accepted in the first method that all particles are spheres so no pores and shape irregularities are taken into account.

Conclusions

1. Analysis of particle size distribution showed that grains of anthracite coal are much bigger than hard coal grains. Both kinds of coal were disintegrated with the same method, however anthracite grains possess higher hardness.
2. Specific surface of fillers was determined by laser diffraction method and BET analysis. The second method is more precise because it measures surface of most particles pores. Specific surface of anthracite coal is higher than of hard coal.

Literature.

1. A. Boczkowska, J. Kapuściński, Z. Lindermann: *Composites*, OWPW, Warszawa 2003, (in Polish).
2. L. A. Pilato, M. J. Michno, *Advanced composite materials*, Springer-Verlag, Berlin, 1994.
3. D. Ozimina: *Plastics and composite materials*, Kielce University of Technology, Kielce 2006, (in Polish).
4. L. A. Dobrzański, *Foundation of materials knowledge and materials science*, WNT, Warszawa, 2002, (in Polish).
5. G. Modzelewska: *Modern methods of investigation of the non-ferrous metal powders, Ores and Non Ferrous Metals. R44*, 1999, nr 6, (in Polish).

MAGNETIC INDUCTION OF POLYMER GRADIENT COMPOSITE BASED ON EPOXY RESIN FILLED WITH BARIUM AND STRONTIUM FERRITES

J. Stabik, A. Dybowska, J. Pluszyński, M. Szczepanik, E. Suchoń,

Introduction. Polymer gradient materials (PGMs) are composites containing at least one polymeric component and exhibiting gradient of structure or concentration. For such composites frequently thermosetting or thermoplastic polymer are used as a matrix. These materials can be created by many preparation methods e.g.: compression moulding, selective laser sintering, PVD and CVD methods, rotational and gravitational casting or in other technologies [1-5].

Magnetic polymer composites find application as cell separation, cell labeling, nucleic acids concentration enzyme immunoassays, and in drug delivery processes [6].

The goal of present work was to produce polymer gradient composites by centrifugal casting and examine their magnetic induction.

Materials and Methods. In the present work compositions of epoxy resin and curing agent (Organika-Sarzyna, Poland), that was used as matrix, and two kinds of ferromagnetic fillers ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ and $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ – ZAM Trzebinia, Poland) were used. Six mixtures were prepared which contain 10% vol., 20% vol. and 30% vol. of ferrite powders. In this research rotational casting as a method for creating polymer gradient materials was chosen. The rotational velocity was about 1400rpm. Subsequently specimens were magnetized on selenium rectifier and the value of magnetic induction was examined with milliteslometer Elimag P-2, operating on hall's effect base.

Results and discussion. The results of measurements of magnetic induction for regions of specimens that content strontium ferrite or barium ferrite as a filler for this composites are shown in Fig. 1. Respectively Fig 1a presents results for composites that were filled by 10% vol., 20% vol. and 30% vol. of strontium ferrite whereas Fig. 1b presents results for composites that contain 10% vol., 20% vol. and 30% vol. of barium ferrite. As could be expected higher contents of ferrite powders in composites increased magnetic induction. Figure 2a presents results for specimens that content 10% vol. of fillers which were obtained on radius. Measurements were made from interior to exterior surface. The higher values of magnetic induction were achieved for points that are nearer exterior surface. It can be explain by higher amount of fillers what was received by centrifugal force. However figure 2b illustrates comparison of magnetic induction which was obtained on exterior surface of composites with 30% vol. of ferrite powders.

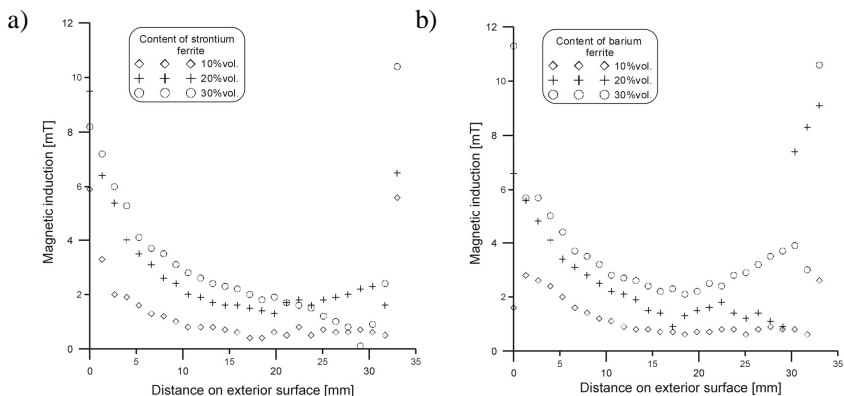


Figure 1 Results of magnetic induction on exterior surface for composition with: a) strontium ferrite, b) barium ferrite

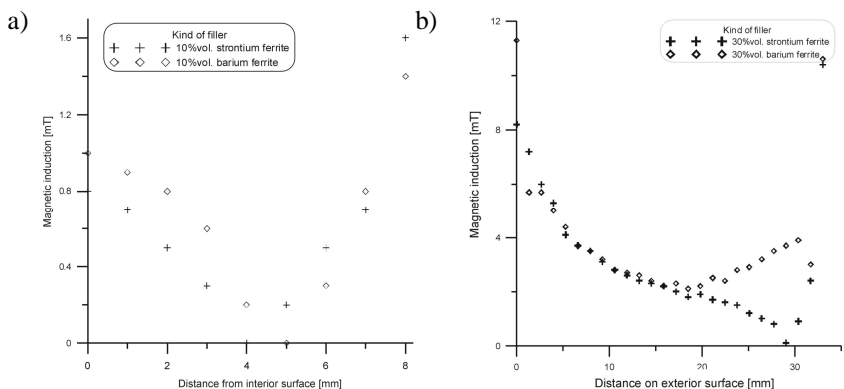


Figure 2 Comparison results of magnetic induction for composition with fillers: a) for 10% vol. of fillers on radius, b) for 30% vol. of fillers on exterior surface

As can be seen the best result for both kind of composite were obtained for contents of 30% vol. of ferrite powders. Results for both fillers are comparable but in some points of specimens with barium ferrite samples show higher value of magnetic induction – 11,3mT whereas for specimens with strontium ferrite – 10,4mT.

Conclusions.

- It is possible to produce polymer gradient composites that present magnetic properties using centrifugal technique.

- Centrifugal casting is possible for preparation compositions that contain 30% vol. of ferrite powders. Higher amount of fillers increase viscosity, which does not allowed casting.
- Maximum levels of magnetic induction for measurements on radius were obtained nearer exterior surface: for 10% vol. of barium ferrite – 1,4mT whereas for 10% vol. of strontium ferrite – 1,6mT.
- Maximum results of magnetic induction for specimens of composites were obtained for 30% vol. of barium ferrite 11,3mT while for strontium ferrite was 10,4mT.
- Comparison between two kinds of ferrite powders shown that the results for both are comparable.

References

- [1] Wen B., Wu G., Yu J., *A flat of polymeric gradient material: preparation, structure and property*, *Polymer* 45 (2004) 3359-3365,
- [2] Kieback B., Neubrand A., Riedel H., *Processing techniques for functionally graded materials*, *Materials Science and Engineering A362* (2003) 81-105.
- [3] Miyamoto Y., Kaysser W.A., Rabin B.H., Kawasaki A., Ford R.B., *Functionally graded materials design, processing and applications*, Boston, Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [4] Stabik J., Dybowska A., *Methods of preparing polymeric gradient composites*, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Vol. 25, Issue 1 (2007) 67-70
- [5] Hashim S.A.R., Dwivedi U.K., *Estimation of concentration of particles in polymerizing fluid during centrifugal casting of functionally graded polymer composites*, *Journal of Polymer Research* 14 (2007) 75-81.
- [6] S. Gu, J. Onishi, Y. Kobayashi, D. Nagao, M. Konno, *Preparation and colloidal stability of monodisperse magnetic polymer particles*, *Journal of Colloid and Interface Science* 289 (2005) 419-426

THERMOGRAPHY APPLIED AS A TOOL IN POLYMER COMPOSITES DIAGNOSIS

M. Rojek^a, J. Stabik^a, G. Wrobel^a, G. Muzia^b

^a*Division of Metal and Polymer Materials Processing, Institute of Engineering Materials and Biomaterials, Silesian University of Technology, Gliwice, Poland*

^b*Institute of Non-ferrous Metals, Gliwice, Poland*

Corresponding author e-mail address: jozef.stabik@polsl.pl

Introduction. In previous research ultrasonic methods were applied to non-destructive evaluation of fatigue and thermal degradation of composites

[1,2]. The aim of the present research is to elaborate the evaluation methodology of the degree of polymer composites thermal degradation using thermography.

The basic idea of thermography is to apply infrared frequency range of electromagnetic radiation emitted by object under research to obtain information concerning its selected physical properties or processes taking place within this object. Depending on experimental conditions, temperature distribution can be an information source about other object properties. Knowing the surface temperature distribution one can formulate the inverse problem: What are the reasons of achieved surface temperature state or given process of surface temperature changes? Especially interesting is what material properties and structural characteristic of experimentally tested material can influence temperature distribution of scanned surface [3-8]. In the described research relations between material changes caused by thermal degradation and surface temperature distribution after short time heating were investigated.

Materials and Methods.

Epoxy-glass composite TSE-3 produced by IZO-ERG Gliwice, Poland was used. Samples were activated by short time heating. Taking into account that the main aim of the research was to find relations between thermal degradation and temperature properties changes, the surface opposite to heated surface were scanned by thermovision camera. Described research programme comprises two stages. In the first stage 3 sets of samples were subjected to ageing in three different temperatures 180°C, 200°C and 220°C. Sets of testing specimens after established time of ageing were heated individually during 40 seconds time in thermography test stand. After 40 seconds of heating the heater was removed and temperature increase on the opposite side of testing sample was measured using precise thermovision camera INFRAMETRICS type 76B, USA. Thermographic images after different time were recorded.

Results and discussion.

Typical dependence of temperature on sample surface opposite to the heated one on time is presented in Fig. 1

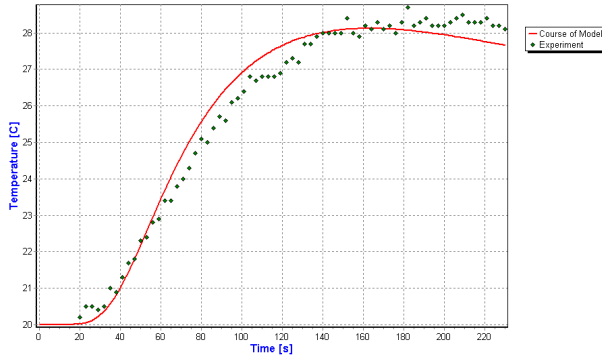


Fig. 1 The dependence of temperature of unheated sample's surface on time after heating ceasion

Different characteristics of curves such as in Fig .1 were analysed:

- Maximum temperature on surface opposite to the heated one,
- Time of temperature increase,
- Rate of temperature increase.

Fig. 2 presents dependence of time necessary to achive equilibrium (constant temperature) on the unheated surface as a function of ageing time.

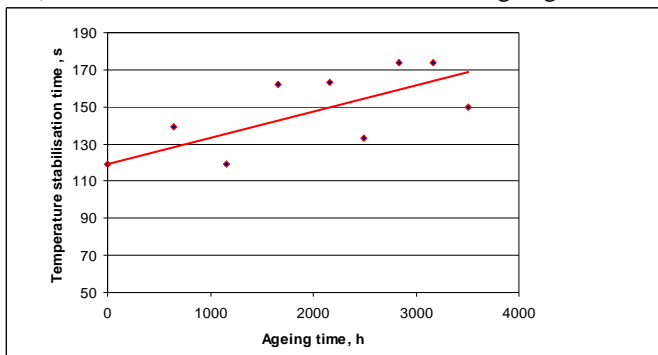


Fig. 2 The dependence of time necessary to constant temperature achievement on ageing time in 200 °C

Conclusions

1. Ageing caused substantial changes of thermal properties of epoxy composite what resulted in differences in behaviour during thermographic testing.

2. The more degraded is composites the more imperfections are cumulated in composite and in the result the longer is time necessary to achieve constant temperature and the lower is the temperature increase rate.
3. In the next stage of research program the dependences between thermal and strength properties are planned.

References

- [1] M. Rojek, J. Stabik, S. Sokół, *Fatigue and ultrasonic testing of epoxy-glass composites*, *J. Achiev. Mater. Manufact. Eng.* 20 (2007) 183-186
- [2] G. Wrobel, J. Stabik, R. Rojek, *Acoustic diagnostic methods of polymer matrix composites degradation*, *Proc. VII Int. Conf. on the Improvement of the Quality, Reliability and Long Usage of technical Systems and Technological Processes. Sharm el Sheikh, Egypt 2008* pp. 81-84
- [3] W. Oliferuk, *Active thermovision in non-destructive testing of materials*, *Proc. XII Conf. Non-destructive testing of materials Zakopane 2006*, pp. 10-25.
- [4] N. P. Avdelidis, B. C. Hawtin, D. P. Almond, *Transient thermography in the assessment of defects of aircraft composites*. *NDT & E International* 36 (2003) 433-439
- [5] N. P. Avdelidis, C. Ibarra-Castanedo, X. Maldague, Z. P. Marioli-Riga, D. P. Almond, *A thermographic comparison study for the assessment of composite patches*. *Infrared Physics&Technology* 45 (2004) 291-299
- [6] M. Krishnapillai, R. Jones, I. H. Marshall, M. Bannister, N. Rajic, *Thermography as a tool for damage assessment*, *Composite Structures* 67 (2005) 149-155
- [7] N. Rajic, *Principal component thermography for flaw contrast enhancement and flaw depth characterization in composites structures*, *Composite Structures* 58 (2002) 521-528
- [8] C. Meola, G. M. Carlomagno, A. Squillace, A. Vitiello, *Non-destructive evaluation of aerospace materials with lock-in thermography*, *Engineering Failure Analysis* 13 (2006) 380-388

ASSESSMENT OF CREEP RATE IN DEPENDENCE ON TEMPERATURE AND STRESS FOR P91 STEEL

Przemysław Osocha
Cracow University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering
al. Jana Pawła II 37, PL-31-864 Krakow, Poland
e-mail: osocha@mech.pk.edu.pl

Abstract

This paper presents methods for a creep strain and creep rate change in time description. The main aim is to prepare an equation modeling creep rate of P91 steel in function of time, stress and temperature based on uniaxial creep strain test data. For this reason, creep phenomenon will be presented and

significant equations will be described. Then, sample calculations, leading to creep rate model establishment, will be performed. The paper finishes with presentation of the equation describing creep rate of P91 steel in dependence on time and stress and temperature, and the equation coefficients are given in a table.

Introduction

Materials characteristics and parameters are changing with increasing temperature. Some of them, like Young modulus and strength are decreasing, while others like ductility are increasing.

It should be noted, that atoms mobility is connected with a diffusion, which is described by Ficks low. Diffusion coefficient D , describing a diffusion rate, could be approximate by Arrhenius' rule (1):

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \quad (1)$$

where D_0 is constant for given process, Q is activation energy for atoms mobility, R is universal gas constant of value 8.314 J/(mol K), and T is an absolute temperature in Kelvin degrees.

Creep phenomenon

Creep is a material nonlinearity, material deforms continuously under a constant load. Also if material is distorted, tension in material will decrease in time as a result of creep processes (relaxation).

Creep process takes place in long term in materials under load (stress, distortion) operating in high temperatures (higher than creep temperature for given material).

Usually there is no sudden crack in creep process [8], but rather the material loaded for long time period eventually fails. Creep strain is time dependent. Creep do not take place as an effect of sudden load, but is an result of creep strain summation in long time period.

Creep processes take place in time for various material in different temperatures. It takes place in absolute temperature higher than half of melt temperature for given material. This relative temperature is called homologous temperature $\theta_{hom}=T/T_{melt}$, where T is considered material temperature in Kelvin degrees, and T_{melt} is melt temperature of the material in Kelvin degrees [5].

According to given above definition, it can be calculated that homologous temperature value is at least 0.5.

- a) ice: $\theta_{hom} = T_{creep}/T_{melt} = (-50^{\circ}\text{C}+273)/(0^{\circ}\text{C}+273) = 223 \text{ K}/273 \text{ K} = 0.83 > 0,5$
- b) steel: $(600^{\circ}\text{C}+273)/(\sim 1500^{\circ}\text{C}+273) = 873/1773 = 0.5$
- c) zinc and lead alloy:
 $(20^{\circ}\text{C}+273)/(200^{\circ}\text{C}+273) = 293/473 = 0.62 > 0,5$

where T_{creep} is creep temperature, that is the minimum temperature at which creep processes take place for given material.

Steam pipelines in power plants are operating at high temperatures (above 500°C) and under high pressure (even above 25 MPa), also jet engine elements may reach high temperatures above 1000°C what initiates creep processes [2,3]. While machine elements are mounted, there also initial tension is used. Nuclear reactors operate in high temperatures in creep conditions, what may leads to initial tighten to be loosen. Initial tight is also very important for concrete constructions, if it be loosen, concrete may be vulnerable. For all these situations – understanding and further researches of a creep processes are very important.

Creep stages

If element operates in creep conditions, that is in temperature equal or higher than homologous temperature and under any kind of load (stress, distortion etc.) the change of creep strain (fig. 1) and creep rate (fig. 2) in time can be noted. Three stages of creep process could be distinguished:

1. Transient creep – primary creep stage when creep rate is transient and decreases $\frac{d\varepsilon^c}{dt} = \dot{\varepsilon}^c$.
2. Steady creep – secondary creep when creep rate is steady (or almost steady) and has the minimal value of all creep process. So this rate is called a minimal creep rate $\dot{\varepsilon}_{min}^c$ or steady stage creep rate. This conditions are relatively best investigated. The term “creep rate” usually means creep rate in secondary stage.
3. Progressive creep – tertiary creep when creep rate increases exponentially. This stage leads to material failure.

There are many researches and analysis of primary and secondary creep. Tertiary creep leads to rupture and as such is less explored.

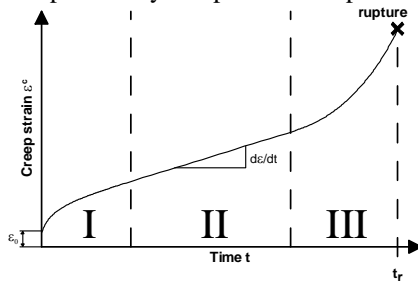


Fig. 1. Creep strain as a function of time; creep stages marked

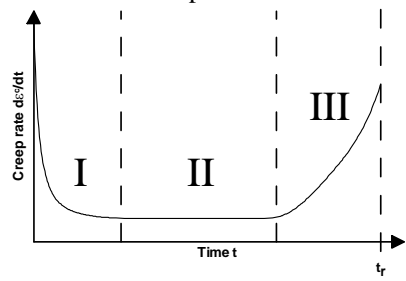


Fig. 2. Creep rate in subsequent stages

Theoretical curve of creep strain in function of time for material under constant stress is presented in figure 1. Change of creep rate in subsequent stages is presented in figure 2.

Experimental data – creep test

The very basic aim of creep tests is to obtain a creep strain change in time curves (fig. 1).

Creep test assumptions are simple: apply a force to test specimen and measure change of dimensions in relatively high temperature. Despite clear conception, practical tests run is complicated. The key significance has the temperature control, its fluctuations have to be below 0.1 to 0.5°K. Also resolution of extensometer have to be at least at 0.5 micrometer level. Surrounding may influence tests leading to earlier failures, so environmental conditions should be controlled.

Temperature and stress change influence

The result of temperature increase or stress value increase is incline and change of shape of creep strain curves, as shown in figure 3.

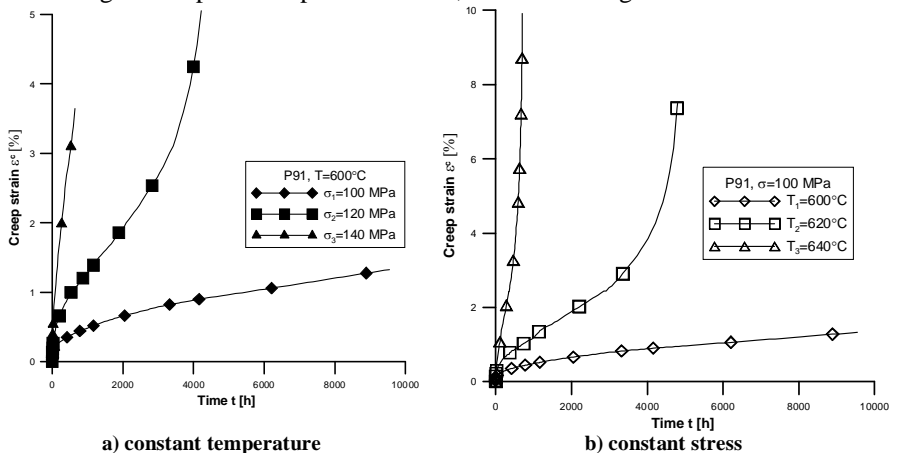


Fig. 3. Change of stress and temperature values influence on shape of creep strain change in time curves; steel P91

Creep strain change in time for constant temperature 600°C in a various load conditions of 100, 120 and 140 MPa for steel P91 is shown in chart in figure 3.a). The creep strain for constant stress value of 100 MPa and various temperature values is presented in figure 3.b).

Interpolation of creep test

There can be made visualization of different creep mechanisms by overlaying some curves representing separate creep stages (fig. 4). The initial

strain [1] is represented by constant function ε_0 . Primary creep ε_I^c (transient creep) begins with high strain rate which decreases when time passes. For secondary creep ε_{II}^c (steady creep) significant is relatively steady strain rate. This rate is represented in figure 4 by straight line with a slope equal creep rate value in secondary stage. The tertiary creep runs with increasing creep rate and end with failure. This stage is often omitted in analysis' and in figure 4 is presented only by summarized creep strain curve [6].

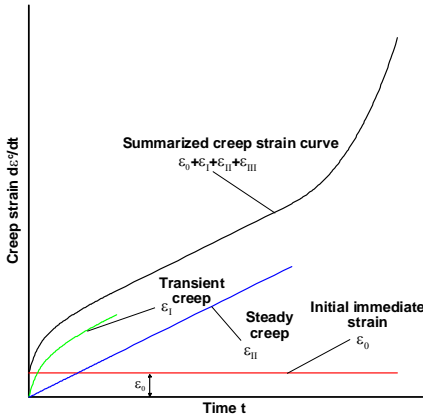


Fig. 4. Superposition of different creep phenomenon

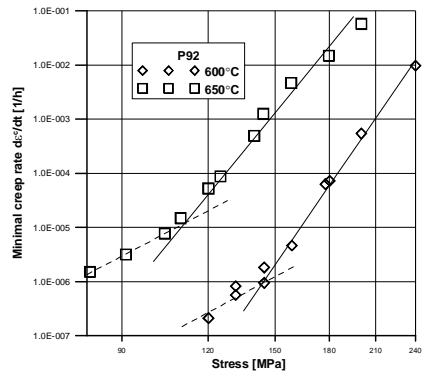


Fig. 5. Log-log chart of minimal creep rate change in function of stress value; it shows existence of two creep mechanisms for small and high stress values; data for P91 steel

Modelling of creep strain

Change of creep strain in time is described by empirical equation (2):

$$\varepsilon^c = \varepsilon_0 \left(1 + bt^{1/3} \right) \exp(kt) \quad (2)$$

where b is constant for a transient creep, k is coefficient of a steady creep rate, ε^c is creep strain observed in creep test, ε_0 represents initial immediate strain, and t represents time.

Better fitting for experimental data is provided by equation (3):

$$\varepsilon^c = \varepsilon_0 + \varepsilon_{I-II} \left(1 - \exp(bt) \right) + \dot{\varepsilon}_{\min}^c t \quad (3)$$

where b is constant, ε_{I-II} is strain in between primary and secondary creep, and $\dot{\varepsilon}_{\min}^c$ is minimal creep rate in a secondary (steady) creep stage.

Stress influence consideration

There are many empirical equations describing nonlinear dependence of creep strain change in time. One of them is equation (4):

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + D\sigma^a(1 - \exp(bt)) + B\sigma^n t \quad (4)$$

where B, n, D, a, b are empirical constants.

If in equation (4) time t is greater than t_{II} , that is $t > t_{II}$ (where t_{II} is time of transition from the primary to the secondary creep), then equation takes the form of equation (5):

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + D\sigma^a + B\sigma^n t \quad (5)$$

and creep rate is a creep rate in steady creep stage, that means the minimal one (6):

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = B\sigma^n = \dot{\varepsilon}_{II}^c = \dot{\varepsilon}_{\min}^c \quad (6)$$

Creep rate in (II) steady stage $\dot{\varepsilon}_{II}^c$, or in other words minimal creep rate $\dot{\varepsilon}_{\min}^c$ is often used as an engineering tool for calculations. For example, from equation (6) it is possible to calculate stress necessary to generate given creep rate, or given distortion in given time.

Creep rate modelling

In an equation (6) to take into account temperature influence, there is used Arrhenius rate equation (1), the result is given by equation (7):

$$\dot{\varepsilon}_{\min}^c = A\sigma^n \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \quad (7)$$

where n is stress exponent, Q is activation energy of creep process, R is universal gas constant, and T is absolute temperature.

To find out values of constants in equation (7) it is necessary to run several creep tests in isothermal and iso-stress conditions.

Isothermal tests

For isothermal tests exponential factor takes constant value and equation (7) may be written in form of Norton-Bailey equation [5,7] (8):

$$\dot{\varepsilon}_{\min}^c = B\sigma^n \quad (8)$$

Equation (8) could be linearized by both side logarithmization (9):

$$\log \dot{\varepsilon}_{\min}^c = \log B + n \log \sigma \quad (9)$$

Log-log charts of a minimal creep rate $\dot{\varepsilon}_{\min}^c$ change in function of stress σ often have form of two straight lines. Their slope coefficient n has smaller value for smaller stresses, and higher for high stresses (fig. 5). this indicates fact of existence of two different creep mechanisms for smaller and higher stress values.

Sample data [4] of creep tests carried out in temperatures of 600°C and 650°C for P92 steel are presented in the graph in figure 5. For small stress values slope coefficient n of line (9) is 7, while for higher stress values it is

about 17. The slope coefficient n is in the same time exponent of stress in Norton-Bailey equation (8).

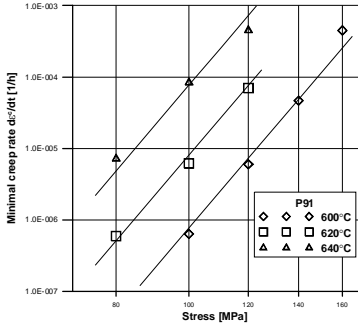


Fig. 6. Minimal creep rate change in stress function $\log(\dot{\epsilon}_{\min}^c) - \log(\sigma)$ for different temperatures for P91 steel

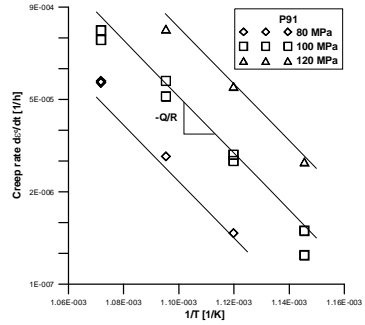


Fig 7. Dependence $\ln(\dot{\epsilon}_{\min}^c) - (1/T)$ of minimal creep rate in function of inverse absolute temperature; data for P91 steel

Constants in equation (8) for P91 steel were find out using linerized equation (9). Average value of exponent n in an analyzed range of temperatures and stresses is 12.34. Creep test data describing minimal creep rate in function of stress for P91 steel are shown in figure 6. Data in fig. 6 were interpolated by lines according to calculated herein equation (12).

Iso-stress tests

For iso-stress tests, the stress factor of equation (7) takes constant value and in the effect equation takes form of (10):

$$\dot{\epsilon}_{\min}^c = C \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \tag{10}$$

Equation (10) could be linearized by both side logarithmization (11):

$$\ln(\dot{\epsilon}_{\min}^c) = \ln(C) - \frac{Q}{R} \frac{1}{T} \tag{11}$$

Logarithm-line chart of minimal creep rate change in function of inverse temperature value is a linear curve. Its slope coefficient $-Q/R$ depends on activation energy Q of creep (fig. 7). Data in fig. 7 were interpolated by lines according to calculated herein equation (12).

The activation energy Q for P91 steel find out by means of above described method is equal $Q=763000$ J/mol.

Results of calculations

When constants n (stress exponent) and Q (activation energy) in equation (7) have been found, it is possible to calculate constant A . Constant values found are given in table 1.

Table 1. Constants in equation (7); values for P91 steel

Constant	A	n	Q
Value	$7.2 \cdot 10^{14}$	12.34	763 000

Equation (7) using constants from table 1 may be written as follows (12):

$$\dot{\epsilon}_{\min}^c = 7.2 \cdot 10^{14} \sigma^{12.34} \exp\left(-\frac{763\,000}{RT}\right) \quad (12)$$

The lines in figures 6 and 7 were drawn according to the above equation (12).

Conclusions

The paper presents creep phenomenon, detailed discussion of problem have been conducted. Definition of a creep and the stages of process were shown. Homologous temperature concept was introduced. Influence of temperature and stress change was discussed. Problems of the creep tests were presented. Several well-known equations were written and discussed.

Calculations of different creep related parameters were conducted. In the end, the parameters of P91 steel, such as stress exponent n and activation energy Q were find out, so that equation (12) describing creep rate of this material could be established.

The paper shows many important problems connected with creep processes calculations for widely used in the power engineering industry contemporary P91 steel material.

References

- [1] Bednarski T.: *Mechanika plastycznego płynięcia w zarysie*. PWN, Warszawa 1995.
- [2] Chmielniak T., Kosman G., Rusin A.: *Pełzanie elementów turbin ciepłych*. WNT, Warszawa 1990.
- [3] Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z.: *Wytrzymałość materiałów*. Wyd.4, WNT, Warszawa 2007.
- [4] Ennis P. J., Czyrska-Filemonowicz A.: *Recent advances in creep resistant steels for power plant applications*. OMMI, Vol 1, No.1, April 2002.
- [5] Jakowluk A.: *Procesy pełzania i zmęczenia w materiałach*. WNT, Warszawa 1993.
- [6] Osocha P., Węglowski B.: *Residual life prediction of selected thick-walled pressure elements in power plants*. EngOpt 2008 – International Conference on Engineering Optimization, Rio de Janeiro, Brazil, 01-05 June 2008.
- [7] Skrzypek J.: *Plastyczność i pełzanie – teoria, zastosowania, zadania*. PWN, Warszawa 1986.
- [8] Wyrzykowski J. W., Pleszakow E., Sieniawski J.: *Odkształcanie i pękanie metali*, WNT, Warszawa 1999.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ И ПРОЦЕССОВ

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

*В.О. Остафьев?, І.А.Ткаченко?, О.П. Ковальчук?, Р.С. Сілін?
Національний технічний університет «КПІ»
03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37, тел. (044) 4549475, 80632615027 vao@ln.ua
Хмельницький національний університет,
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11, тел. (0382) 728076*

Однією із найбільш важливих передумов якісної обробки є точне позиціонування обробляючого інструмента, а саме визначення моменту торкання до деталі.

Відомі способи визначення моменту торкання інструмента до деталі під час механічної обробки та пристрої для їх реалізації мають недоліки:

- складність виготовлення та встановлення на верстаті датчиків (котушок індуктивності),

- необхідність індивідуального розрахунку електричних ланцюгів для кожного типу верстату;

- вирішення проблеми забезпечення температурної стабільності датчиків;

Необхідність виконання індукційних котушок великих розмірів зумовлює застосування порівняно низьких частот, що значно зменшує граничну точність та швидкодію.

Присутнє зусилля торкання, що зменшує точність та надійність пристрою визначення торкання.

За основу для розробки було взято спосіб визначення моменту торкання різального інструмента до деталі та пристрій для його реалізації, в основу якого покладено вимірювання реактивної складової опору між точками підключення системи - шпинделем та деталлю.

Так як інструмент може бути як струмопровідний, так і діелектрик то розроблюється два прилади для позиціонування як одних видів інструменту так і інших.

«Пристрій для точного визначення положення струмопровідного інструменту» Цей пристрій працює наступним чином:

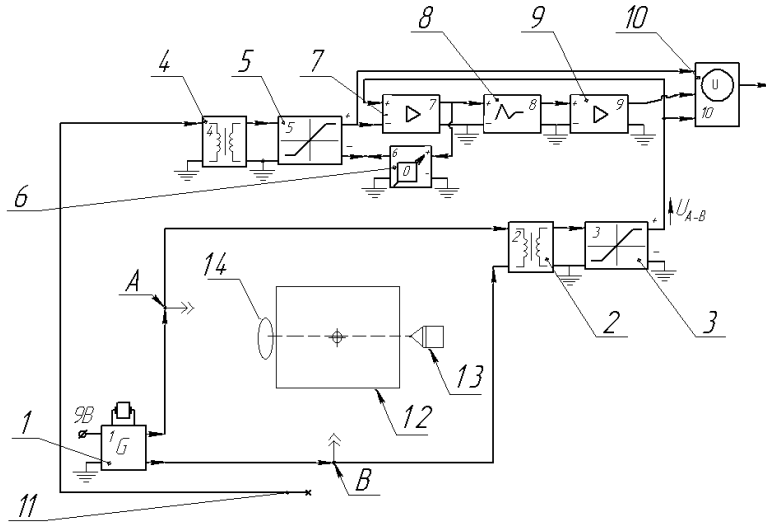


Рис.1 Загальна схема роботи системи

Сигнал, з клем підключення генератора до верстата, надходить до трансформатора 2, що налагоджений на частоту генератора 1. Напряга з вторинної обмотки трансформатора 2 надходить до детектору 3, на виході якого формується постійна напряга U_{A-B} . Для зменшення впливу наводок сигналу, від станини верстата на дроти перетворювачів, до клемі в схемі в одному екрані з дротом основного перетворювача розташовано дріт компенсації зміни рівня наводки 11, що підключений тільки одним кінцем до первинної обмотки другого трансформатора 4, резонансна частота якого дорівнює частоті генератора 1. Другий вивід другого трансформатора підключений до загальної шини пристрою. Сигнал з вторинної обмотки другого трансформатора 4 надходить до другого детектору 5, на виході якого формується постійна напряга, пропорційна напрузі наводок на виводи перетворювача. При цьому негативний вивід другого детектора підключений до виходу пристрою 6 автоналагодження нуля. Позитивний вивід другого детектора 5 підключений до негативного входу диференційного підсилювача 7, на позитивний вхід якого надходить напряга з детектору 3. З виходу підсилювача 7 сигнал надходить на позитивний вхід пристрою 6 автоналагодження нуля, що є диференційним підсилювачем, негативний вхід якого підключений до "0" схеми. При цьому сигнал на вихід підсилювача проходить з затримкою,

достатньою для відпрацювання сигналу торкання (100-200 мс). З виходу підсилювача 7 крізь блок режекторних фільтрів 8 напруга надходить на підсилювач 9. На входи блока 10 визначення сигналів надходять сигнали з детектору 3, другого детектору 5 та підсилювача 9.

Генератор 1 може працювати в режимі джерела напруги або джерела струму.

При роботі схеми в ланцюгу наводки, що компенсує, зміна рівня наводки має той же знак, що й в ланцюгу перетворювача. При зміні опору станини - напруга на виході контуру 4 змінюється в бік, протилежний зміні в ланцюгу перетворювача. Пристрій 6 автоналагодження нуля компенсує повільні зміни рівня сигналу від руху кабелів перетворювачів. На входи блоку 10 визначення сигналу надходять сигнали з детектору 3, другого детектору 5 та підсилювача 9. При цьому логічний пристрій, або процесор за зміною цих сигналів формує на інтерфейс системи ЧПК інформацію про стан системи верстат-деталь.

Також до системи пристрою доданий фотоелемент 14 і лазер 13. Суть роботи пристрою полягає в тому що під час встановлення інструменту в нульову точку 12, ним перетинається промінь лазера і подається сигнал на зменшення подачі інструменту. Таким чином зникає можливість пошкодження інструменту внаслідок сильного удару по деталі і в той же час швидкість процесу позиціонування інструменту майже не зменшується.

Набагато складніша ситуація при позиціонуванні інструменту-діелектрика.

В теорії “Пристрій для позиціонування інструмента-діелектрика” має працювати на основі того, що навіть при наявності діелектрика (ріжучої кромки інструменту), при пропусканні через коло напруги високої частоти відбувається іонізація повітря між струмопровідною частиною інструмента і нульовою точкою до якої дотикається ріжуча кромка – діелектрик, внаслідок цього коло замикається і поступає сигнал на ЧПК та фіксується координата вершини різця з помилкою не більше ніж 0.3 мкм.

Висновки

Пристрій для точного позиціонування координати торкання інструмента дає можливість спростити застосування вимірювального пристрою визначення координат різального інструмента, підвищити надійність, швидкодію вимірів та продуктивність процесу обробки, а також має високу точність, яка задовольняє потреби сучасного машино та приладобудування.

В подальшому планується вдосконалення пристрою.

Перелік використаного матеріалу:

1. Пат. GB2172224, B23B47/24; B23Q17/22C. MACHINE TOOL CONTACT DETECTOR / Tanaka Yuzuru. GB19850022624. Заявл. 12.09.1985; Оубл. 17. 09. 1986. Приорит. док. JP19850053010, 15.03.1985. Daishowa Seiki.
2. Пат. US3975667, B23Q15/14; [B23Q15/22B](#). MACHINE APPARATUS FOR A MACHINE TOOL FOR THE AUTOMATIC GENERATING OF A SWITCHING SIGNAL AND FOR REDUCING THE SPEED OF A TOO / Bory Michael; Grendelmeier Georg. US19740522745. Заявл. 11.11.1974; Оубл. 17. 08. 1976. Приорит. док. CH19730016240, 19.11.1973. OERLIKON BUEHRLE AG.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕМОНТА В ЗОНЕ ОПОР КОТЛА ВАГОНА-ЦИСТЕРНЫ

*Бойко Александр Филиппович, Балцкарс Петр Янович, Аузиньш Янис Петрович
Рижский Технический университет, Калькю 1, Рига LV-1056, Латвия,
boyko_af@yahoo.com, peteris@dzti.edu.lv, auzinsjp@latnet.lv*

В статье рассмотрены часто встречающиеся повреждения опор и котла вагоны-цистерны в зонах закреплений. Выявлены нагрузки вызывающие повреждения этих зон. После ряда расчетных экспериментов разработаны предложения по исправлению некачественного ремонта котла вагона-цистерны в зоне закреплений.

Котел вагона-цистерны опирается на лежневые опоры по концам котла и поджимается стяжными хомутами. Данный вид опор ограничивает перемещение котла в вертикальном и поперечном направлениях. В средней части к котлу приварены 4 фасонные лапы, которые посредством болтового соединения соединены с опорными планками, приваренными к главной раме вагона. Фасонные лапы ограничивают перемещение котла весом порядка 60 тонн в продольном направлении. При эксплуатации в сварных швах фасонных лап и опорных планок часто образуются трещины, которые при ремонте допускается заваривать электросваркой. Также возникают трещины котла, уходящие под фасонные лапы либо распространяющиеся и на фасонные лапы. По правилам капитального ремонта заваривать трещины фасонных лап запрещается, а опорных планок разрешается. Для этого необходимо срезать дефектную фасонную лапу, разделить и заварить трещины котла, установить новую фасонную лапу с перекрытием сварных швов на 50мм.

Результаты нормативного расчета нефтеналивной цистерны при третьем эксплуатационном и первом аварийном режимах показали, что в

зоне фасонных лап напряжения достигают соответственно 90МПа и 200МПа (рис.1).

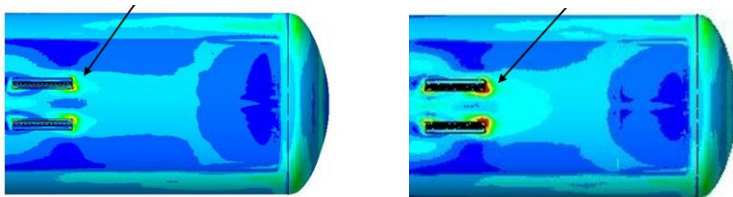


Рис.1. Напряжения при третьем (90МПа) и первом (200МПа) режимах

Для третьего и первого режимов допускаемые напряжения материала ограничены: соответственно $\sigma_{\perp} = 170\text{МПа}$ и $\sigma_{\top} = 245\text{МПа}$. Образование трещин в этих зонах вызвано ослаблением болтового соединения фасонных лап с опорными планками и некачественной приваркой фасонных лап к котлу (рис.2).



Рис.2. Трещины фасонной лапы

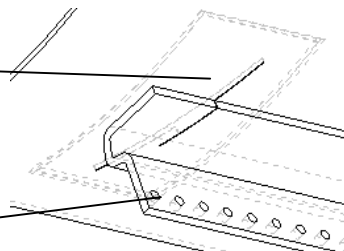


Рис.3. Расчетная модель с трещиной и накладкой

При выполнении ремонта котла с трещинами, уходящими под фасонные лапы, внутри котла устанавливают накладки прямоугольной формы (рис.3.). В результате математического моделирования таких трещин определено, что введение накладки перераспределяет напряжения незначительно, а уровень напряжений увеличивается (рис.4).

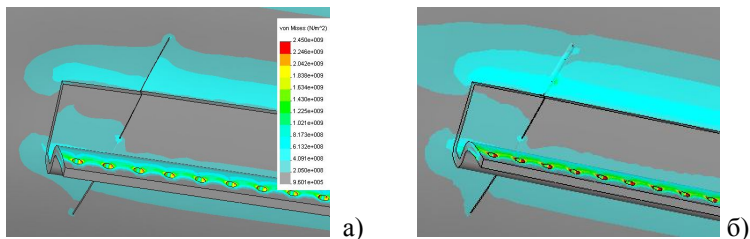


Рис.4. Напряжения в фасонной лапе с трещиной: а) без накладки, б) с накладкой внутри котла

Результаты расчетов показали, что эксплуатация вагона-цистерны с такими повреждениями и усилением в виде накладки недопустима, и требует замены поврежденных фасонных лап с предварительной разделкой и заваркой трещин нижнего листа котла.

ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СИСТЕМЫ КОЛЕСНАЯ ПАРА – РЕЛЬС

*Бойко Александр Филиппович, Янушевский Александр
Рижский Технический университет, Эзермалас 6, Рига LV-1006, Латвия,
+371 67089396, boyko_af@yahoo.com, janush@latnet.lv, www.rtu.lv/mmd/zpl.htm
Вучетич Игорь Иванович
Балтийский испытательный центр, Бривибас 201, Рига LV-1039, Латвия,
+371 67801726, bic@bicentr.com*

В работе решается задача унификации тензометрических колесных пар и тем самым снижения затрат на проведение испытаний. Работа выполнена на примере колесной пары тележки грузового вагона. Для повышения точности измерений определены зоны максимальных напряжений и их направления на поверхности колесной пары от нагрузок в пятне контакта с рельсом в условиях вращения. Разработано оборудование, обеспечивающее возможность выполнять измерения по мониторингу системы колесо-рельс на вагоне либо локомотиве, используя его штатную колесную пару. Отсутствие необходимости замены колесной пары на специальную тензометрическую и самого ее создания сокращает затраты и время на проведение испытаний.

В настоящее время для мониторинга системы колесная пара – рельс используются специальные тензометрические колесные пары. Для каждого типа испытуемой единицы подвижного состава (вагон

электропоезда, дизельпоезда или локомотив) тензометрическая колесная пара должна изготавливаться заново, так как требуется соответствие по диаметру (прокату), типам крепления (буксовым узлам) и доставляться к месту испытаний. Поэтому для использования штатной колесной пары испытуемой единицы подвижного состава в качестве тензометрической необходимо предварительно определить схему расположения измерительных датчиков на наружной стороне диска колесной пары.

Создана конечно-элементная модель колесной пары грузового вагона (вес 80 тонн), точно описывающая поперечное сечение диска и поверхность катания колеса. Определены зоны повышенных напряжений и их направления на поверхности колесного диска от максимальных нагрузок, возникающих в соединении колесо-рельс. Учтены вертикальные силы от веса вагона и ползуна (2мм) на круге катания колесной пары, боковые силы от центробежных сил и взаимодействия вагонов в кривых рельсового пути. Для оценки влияния каждой из действующих сил продольная ось (база) каждого тензодатчика должна быть соосна с направлением, вдоль которого измеряется деформация (напряжение). Для определения схемы наклейки тензодатчиков на диске расчетной модели колеса нанесены концентрические окружности (рис. 1.). Расчетная схема наклейки тензодатчиков по номерам окружностей от выше указанных сил приведена на рисунке 2.

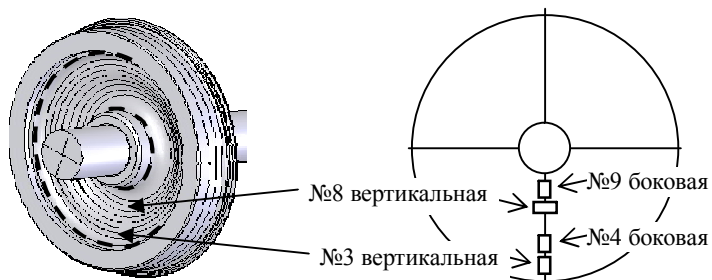


Рис.1. Колесная пара

Рис.2. Расчетная схема наклейки тензодатчиков

Для крепления 2-х беспроводных передатчиков (20x55x80 мм), весом 100 граммов каждый, разработано съемное оборудование в виде диска диаметром 600мм, толщиной 7мм, из металла AL1060H12, устанавливаемое на оси колесной пары (рис.3). Прочность съемного диска достаточна при выше указанных нагрузках (рис.4).

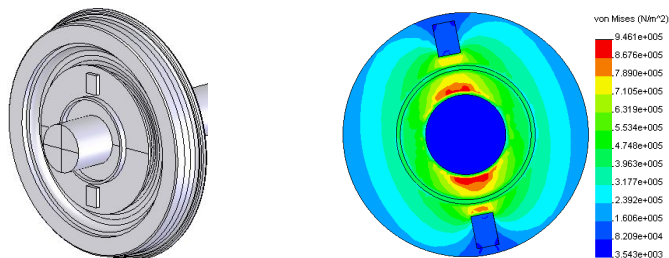


Рис.3. Расположение съемного диска Рис.4. Напряжения съемного диска

Выполнен частотный расчет съемного диска, собственная частота которого 242 Гц, а частота возбуждения от колесной пары с ползуном глубиной 2 мм при скорости грузового вагона 120 км/час составляет 11,2 Гц.

При более высоких скоростях движения и больших весах передатчиков необходимо проверить прочность и выполнить оптимизацию формы съемного диска.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С НЕПРИГОДНЫМИ И ЗАПРЕЩЕННЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

А.М.Касимов, д.т.н., проф.

*Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем,
г. Харьков, Украина*

Рассмотрены проблемы обращения с непригодными к применению или запрещенными химическими средствами защиты растений (ХСЗР), которые были накоплены в прошлом веке на территории Харьковской области. Определена опасность возможного попадания ХСЗР в окружающую среду. Проанализированы данные статистики об условиях и состоянии хранения запрещенных и непригодных к использованию в сельском хозяйстве ХСЗР. Выявлены факторы, осложняющие ситуацию в сфере обращения с непригодными ХСЗР. Проведен обзор мероприятий организационно-технического характера, выполненных Госуправлением экологии и природных ресурсов по Харьковской области. Рассмотрены альтернативные пути обращения с непригодными ХСЗР, получившими распространение в зарубежных странах и на Украине

В агропромышленном комплексе Украины в настоящее время в значительных количествах накоплены непригодные и запрещенные к использованию химические средства защиты растений (ХСЗР), обезвреживание которых является первоочередной эколого-токсикологической задачей, которая должна решаться на государственном уровне с привлечением высококвалифицированных специалистов.

Вещества, известные как стойкие органические загрязнители (СОЗ), являются чрезвычайно токсичными и опасными химическими соединениями. Их объединяют четыре общих свойства:

1. Высокая стойкость в окружающей природной среде (ОПС) – устойчивость к фотохимическому и микробиологическому окислению.

2. Способность к биоаккумуляции, обусловленная высокой липофильностью, позволяющая накапливаться в жировых тканях и продвигаться по пищевым цепям.

3. Способность к перемещению в ОПС на большие расстояния с воздушными и водными потоками или мигрирующими видами животных.

4. Способность вызывать отдаленные канцерогенные, мутагенные эффекты.

По своим характеристикам 12 стойких органических загрязнителей, включенных в Стокгольмскую Конвенцию о СОЗ, распределяются на 3 группы. Первая группа – высокотоксичные пестициды (ДДТ, диэldrин, алдрин, гептахлор, мирекс, токсафен, эндрин, хлордан, гексахлорбензол, линдан). Вторая – промышленные продукты (в т. ч. ПХБ и ПХД). Третья группа СОЗ – особая. Она представлена так называемыми диоксинами – группой соединений, которые образуются как побочные продукты некоторых высокотемпературных процессов в любых производствах, где используют хлор [1,2].

2. Накопление пестицидов и агрохимикатов на территории Украины началось в 50-х гг. прошлого века, когда их количество, поставляемое на сельхозпредприятия, превышало объемы использования. По данным статистики на территории Украины накоплено порядка 27 тыс. т некондиционных ХСЗР. Из них на территории Харьковской области, согласно проведенной инвентаризации условий и состояния хранения запрещенных и непригодных к использованию в сельском хозяйстве ХСЗР, хранилось 1111,66 т, что составляет 4,12% от общего количества по стране.

Пестициды хранятся в 157 складских помещениях, из которых 28 находятся в хорошем состоянии, 84 – в удовлетворительном, 45 – в

неудовлетворительном. Под действием атмосферных осадков возникает опасность попадания ХСЗР в окружающую среду, что влечет за собой загрязнение грунтов, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха.

Ситуация осложняется следующими факторами:

- 1) отсутствуют полные сведения о состоянии пестицидов;
- 2) некоторые места и емкости хранения ХСЗР не отвечают техническим требованиям (в Харьковской области этот показатель составляет 28,7%);
- 3) значительная часть пестицидов неопознана или находится в виде смесей (в Харьковской области этот показатель составляет 82%);
- 4) пестициды могут быть смешаны с отходами стройматериалов разрушенных помещений складов и подстилающей поверхности;
- 5) юридические лица и организации - владельцы ХСЗР либо их правопреемники -уклоняются от установленного законом порядка обращения с этими веществами.

В мировой практике применение нашли следующие технологии уничтожения стойких органических веществ (СОВ), в том числе пестицидов: высокотемпературное сжигание в контейнерных установках (Дания), термохимическое обезвреживание в мобильной установке УкрГНТЦ «Энергосталь, Украина. Корпорация «ELI Eсо» (Канада) проводит эксперименты по восстановлению СОЗ в газовой фазе [3-6].

Средняя стоимость завода по переработке пестицидов составляет \$20-50 млн. Одним из альтернативных путей решения проблемы, получивших распространение на Украине, является хранение препаратов в специальных контейнерах. На территории Харьковской области Украины в 2003 г. был применен метод перезатаривания непригодных ХСЗР в полиэтиленовые мешки с последующей контейнеризацией в герметичные полимербетонные контейнеры.

При выборе тактики обращения с непригодными и запрещенными к применению ХСЗР субъекты хозяйственной деятельности и органы государственного контроля и управления должны ориентироваться на следующие преимущества и недостатки указанных методов:

- долгосрочное хранение требует, прямых расходов, затрат на изыскания и разработку проекта, его экспертизу, строительство хранилищ, идентификацию ХСЗР, транспорт к месту хранения, ведение постоянного мониторинга территорий, прилегающих к району хранения. Процесс длительного хранения с обеспечением установленного законом порядка оборачивается в итоге значительно большими затратами и является относительно безопасной оттяжкой решения проблемы

Большинство методов, используемых сегодня - варианты гидролиз/пиролиз. Они перспективны, но дорогостоящи, требуют значительных средств на очистку отходящих газов, контроль выбросов с относительно малыми концентрациями очень токсичных диоксинов, бензофуранов – побочных продуктов пиролиза.

После анализа используемых в мировой практике методов обезвреживания некондиционных и запрещенных ХСЗР, в УкрГНТЦ «Энергосталь» совместно с УкрНИИЭП и НУВХиП под руководством автора данной статьи разработана новая эколого-экономически эффективная технология для уничтожения жидких и твердых ХСЗР [3-6]. Разработанная технология, имеющая «ноу-хау» и защищенная патентами Украины, опробована в опытно-промышленных условиях при обезвреживании высокотоксичного хлорорганического ХСЗР - γ -гексахлорциклопексана (линдан). Контроль полноты обезвреживания выполнен совместно с Харьковской ГорСЭС, ОблСЭС и Харьковским Национальным медицинским университетом [6-8].

Разработанный способ позволяет без использования дополнительной каталитической обработки обеспечить полное разложение токсичных компонентов ХСЗР с утилизацией химического тепла, вносимого ими в печной агрегат, что экономит первичное топливо.

Оценивая существующие способы термического разложения большинства СОЗ, многие исследователи фиксировали, что при снижении температуры отходящих газов из используемых агрегатов, происходит регенерация токсичных компонентов. Отсутствие этого явления при исследовании разработанной технологии подчеркивает ее высокую эколого-гигиеническую эффективность.

По результатам опытно-промышленных испытаний разработаны технологическая и аппаратурно-технологическая схемы для промышленных испытаний предлагаемой технологии и ее внедрения. Патентование разработанного способа и установки для его осуществления в Российской Федерации ведется в настоящее время.

Литература

1. Сталинський Д.В., Касімов О.М. Варнавська І.В. Сучасні проблеми поводження з непридатними пестицидами//Тез. докл. ХУ Междунар. научн.-практ. конфер. «Екологія і здоров'є человека. Охрана воздушного і водного басейнов. Утилізація відходів». – Х.: УкрГНТЦ «Енергосталь», 2007. – С. 421–426.

2. Сталинский Д.В., Касимов А.М. Варнавська І.В. Участие Украины в международном сотрудничестве по СОЗ//ДШ Міжнар. конфер. Чистота довкілля в нашому місті. Праці та повідомлення. – Севастополь: ХрОУ, 2007. – С. 87–91.

3. Касимов А.М., Семенов В.Т., Александров А.Н. и др. Твердые бытовые отходы. Технологии и оборудование. Проблемы и решения. – Х.: ХНАГХ. 2006. 338 с.

4. Касимов А.М., Варнавская И.В. Проблема стойких органических загрязнителей (СОЗ) в условиях Украины//Зб. наук. стат. «Екологічна безпека. Проблеми і шляхи вирішення»: Міжнар. наук.-практич. конфер. Алушта, АР Крим. Т. II. –Х.: УкрНДІЕП, 2008. С. 13–18.

5. Патент Способ сжигания стойких органических загрязнителей. МПК7 F23G 7/00. F62 D 3/00 Сталинский Д.В., Касимов А.М., Варнавская И.В. и др.

6. Касимов А.М., Варнавская И.В., Ботштейн В.А. и др. Новая технология обезвреживания некондиционных химических средств защиты растений (ХСЗР) и токсичного фильтрата полигонов ТБО В цементных печах//Тез. докл. XVII Междунар. научно-практич. конфер. «Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов». – Х.: УкрГНТЦ «Энергосталь», 2009. – С. 430–435.

7. Клисенко М.А., Калинина А.А., Новикова К.Ф. и др. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: справочник. – М.: Агропромиздат, 1992. т.1. 566 с.; т. 2. 404 с.

8. Методика определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: справ. изд. / Под ред. Клисенко М.А. – М.: Колос, 1983. 169 с.

АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ И МЕТОД ЕЁ РЕГИСТРАЦИИ (ОБЗОР)

¹Богорош А.Т., ¹Воронов С.А., ²Ройзман В.П., ³Горошко А.В., ³Бубулис А.

¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,

²Хмельницкий национальный университет, ³Каунасский технологический университет

В последнее время наблюдается тенденция неуклонного роста требований как к конструкционным материалам, так и к методам оценки их надежности и качества. Особое внимание уделяется разработке новых, физически обоснованных критериев конструктивной прочности материалов, основанных на всестороннем изучении явлений, лежащих в основе процессов деформации и разрушения. Такой подход предполагает расширение наших представлений о природе прочности и механизмах разрушения материалов на различных масштабных уровнях. Это возможно только при использовании в процессе изучения данных явлений комплекса современных физических методов исследования.

Как показывает действительность, решение поставленной задачи комплексного подхода к проблеме несущей способности материалов и конструкций возможно на стыке материаловедения, физики и механики разрушения, т.е. в рамках новых направлений - микромеханики разрушения и физической мезомеханики. Не исключены методы классического материаловедения. Перспективен новый подход, сочетающий методы синергетики и теории фракталов.

Метод акустической эмиссии (АЭ), основанный на регистрации и обработке волн напряжений, возникающих в результате формирования, изменения и разрушения структур различных материалов, является наиболее эффективным для изучения процессов и стадий развития дефектной структуры и непрерывного мониторинга объектов промышленности.

Первые работы по изучению явления АЭ появились в конце XX века в США и в ФРГ. Развитие электроники и создание специальных аналоговых приборов АЭ позволили использовать метод АЭ для обнаружения роста трещин в процессе различных механических испытаний. Цифровая техника с большим объемом памяти и скоростью обработки информации позволяет накапливать, обрабатывать, анализировать и хранить АЭ информацию.

В данной работе предпринята попытка обобщить существующую информацию по использованию метода АЭ в экспериментальной практике современного материаловедения.

Особое место отводится использованию метода АЭ для исследования процессов накопления повреждений в нагруженных материалах, для неразрушающего контроля и диагностики несущей способности материалов и изделий.

В докладе вначале рассматриваются основные параметры АЭ в соответствии с ГОСТ 27655-88 как излучение материалом механических упругих волн, вызванное динамической локальной перестройкой его внутренней структуры. К АЭ относят также высокочастотное акустическое излучение, возникающее при истечении жидкостей и газов из отверстий в сосудах и трубопроводах. АЭ сигнализирует о трибологических взаимодействиях твердых тел. АЭ - явление, сопровождающее едва ли не все физические процессы в твердых телах и на их поверхности, а возможность ее регистрации процессов определяется лишь чувствительностью используемой аппаратуры. АЭ возникает как в микропроцессах, обусловленных движением мельчайших элементов структуры тел, так и в макроявлениях, связанных с разрушением агрегатов и конструкций. Поэтому регистрация АЭ предоставляет широкие возможности для исследования твердых тел, их взаимодействия

между собой, с жидкими и газообразными средами, а также диагностики материалов энергонапряженных конструкций.

Явление АЭ известно с середины прошлого столетия как "крик олова", возникающий при деформировании олова и слышимый невооруженным ухом. Однако в течение многих десятилетий оно не находило практического применения. Была осознана сложность проблем, возникающих при интерпретации АЭ-сигналов, разработана высокочувствительная аппаратура, накоплен определенный экспериментальный материал, достаточный для решения как исследовательских, так и технических задач, в т.ч. для диагностики узлов трения.

В докладе рассмотрены существующие методики контроля основаны на анализе параметров АЭ-сигналов, их обработки и определения их информативных параметров, зависящих от вида регистрируемой АЭ. Различают дискретную и непрерывную АЭ.

Для выбора информативных параметров при регистрации того или иного вида АЭ, рассмотрены основные условия формирования акустических сигналов в твердых телах.

В силу дискретной природы вещества дискретны и происходящие в них физические процессы. Кажущаяся непрерывность процесса отражает факт усреднения результата наблюдения большого числа отдельных элементарных событий. Элементарное событие в твердом теле приводит к деформированию последнего, но столь незначительному, что оно, как правило, не может быть зарегистрировано известными средствами. Однако большое количество элементарных событий, образующих последовательность (поток) событий, может привести к макроскопическим явлениям, вызывающим заметное изменение энергетического состояния тела. При высвобождении энергии часть ее излучается в виде упругих волн. Появление таких волн и есть АЭ, которая может проявиться двояко. Если число элементарных событий, приводящих к возникновению упругих волн, велико, а энергия, высвобождаемая при каждом событии, мала, то АЭ-сигналы воспринимаются как слабый непрерывный шум, получивший название непрерывной АЭ. Из-за малости энергии, высвобождаемой при единичном акте, энергетическое состояние тела меняется незначительно. Вероятность осуществления следующего такого акта практически не зависит от предыдущего. Как следствие, характеристики непрерывной АЭ меняются во времени сравнительно медленно, что позволяет рассматривать этот тип эмиссии как квазистационарный процесс.

Если состояние тела далеко от равновесного, возможны процессы лавинного типа, при которых за малый промежуток времени в процесс

вовлекается большое число элементарных событий. Энергия упругой волны при этом может на много порядков превосходить энергию упругих волн при непрерывной эмиссии. Подобная эмиссия, характеризующаяся большой амплитудой регистрируемых акустических импульсов, получила название дискретной.

Следует отметить, что разделение АЭ на непрерывную и дискретную достаточно условно, поскольку возможность раздельной регистрации АЭ-импульсов зависит лишь от характеристик используемой аппаратуры. Например, увеличивая уровень дискриминации сигналов, можно регистрировать только высокоамплитудные выбросы акустического сигнала, то есть формально перейти от регистрации непрерывной к регистрации дискретной АЭ, хотя очевидно, что сущность явления АЭ при этом не изменится.

В реальной ситуации, как правило, приходится иметь дело с эмиссией обоих типов. Например, докритическое подрастание трещин в металлах под действием внешних и внутренних факторов происходит скачкообразно. Продолжительные периоды стабильного состояния трещины, при некотором возможном возрастании пластической деформации в ее вершине, чередуются с моментами времени, когда трещина меняет свою длину с околосвуковой скоростью, переходя в новое равновесное состояние. Такой переход связан с изменением напряженного состояния (разгрузкой) материала в окрестности трещины и сопровождается излучением упругой волны, регистрируемой преобразователем как сигнал дискретной АЭ. В промежутках между скачками, при накоплении пластической деформации, наблюдается характерная для пластического деформирования непрерывная АЭ. Сходная картина имеет место и в процессе развития усталостных трещин.

Ползучесть материала на первой, нестационарной, и второй, стационарной, стадиях сопровождается непрерывной АЭ. На третьей стадии, помимо непрерывной, наблюдается также и дискретная АЭ, обусловленная образованием и развитием микротрещин. Такое же положение имеет место при коррозии под напряжением, конечная стадия которой - коррозионное растрескивание - сопровождается интенсивными акустическими вспышками дискретной АЭ.

Во всех указанных случаях в течение достаточно длительного времени – докритической стадии развития трещины, средняя скорость ее роста, как правило, не превышает долей миллиметра в час. Трещина еще не представляет серьезной опасности для конструкции, но возникающая при этом АЭ указывает на развитие дефекта и, следовательно, является предвестником наступления разрушения. Для прогнозирования

разрушения обычно используют дискретную составляющую АЭ из-за простоты регистрации сигналов большой амплитуды.

Дискретную АЭ используют также при контроле технологических процессов, в ходе которых возможно образование трещин (сварка; закалка; диффузионное насыщение, например наводороживание и др.), а также для исследования и контроля коррозионного растрескивания, прочности, термопрочности, усталостного разрушения, а также процессов трения и износа. Непрерывную АЭ связывают с пластической деформацией, коррозией материалов и другими физическими процессами. При всех перечисленных процессах, как правило, можно наблюдать как дискретную, так и непрерывную составляющие АЭ.

Различают информативные параметры отдельных импульсов дискретной АЭ, потоков импульсов и параметры непрерывной АЭ, физическая суть которых формализована в представленных в материалах доклада математических моделях. Модели позволяют прогнозировать общее число импульсов дискретной АЭ за интервал времени наблюдения, активность АЭ и динамику процесса разрушения, суммарную АЭ, скорость счета (интенсивность) АЭ- сигналов установленного уровня в единицу времени, плотность вероятности амплитуды импульсов, амплитудное распределение импульсов, в т.ч. системы распределений Пирсона, распределение временных интервалов между отдельными АЭ-импульсами одинаковой вероятности элементарных событий, их последовательность, выявление делокализованного разрушения материала конструкции, а также амплитудно-временное распределение импульсов АЭ, спектральную плотность дискретной АЭ, мощности процесса в единичной полосе частот.

Рассмотрены также методы выделения сигналов АЭ на фоне помех электронной аппаратуры. Кроме собственных шумов аппаратуры тракты приема и обработки информации могут быть подвержены внешним шумам, для уменьшения воздействия которых широкое распространение получили активные и пассивные способы подавления помех.

При проведении осмотровых физических экспериментов стремятся к применению бесшумных видов нагружения, таких как нагрев или охлаждение или к использованию предварительно нагруженных объектов. Активные способы эффективны при проведении испытаний материалов в лабораторных условиях. При проведении исследований, контроля и прогноза на реальных работающих объектах активные способы практически невозможно реализовать. Рассмотрены активные и пассивные методы борьбы с шумами и помехами, которые используются

практически во всех устройствах и системах регистрации и обработки сигналов АЭ, включая амплитудную дискриминацию для отсеки шумов по амплитудному признаку путем сравнения пришедших сигналов с некоторым наперед заданным значением (фиксированный порог), плавающий порог, частотную фильтрацию в области нижних частот в пределах 20...200 кГц, а в области верхних частот - 1,5...2 МГц. Скорости распространения в материалах продольных и поперечных волн позволяют регистрировать трещины с определенными размерами, а временная селекция, заключающаяся в запираии каналов регистрации сигналов АЭ на время действия помех, индикатором которых служит специальный канал, регистрирующий только помехи.

В аналого-цифровых системах АЭ возможно использование прямого вычитания сигналов помех из всей совокупности зарегистрированных сигналов АЭ. Для этого производится предварительная запись сигналов помех в конкретных условиях работы нагружающего оборудования и действия других видов помех. Дана сводная таблица параметров сигналов АЭ для некоторых источников акустической эмиссии в металлах, учитывающие механизмы пластической деформации: процессы движения дислокаций (консервативное скольжение и аннигиляция дислокаций, их размножение по механизму Франка-Рида; отрыв дислокационных петель от точек закрепления и др.); зернограничное скольжение; двойникование; механизмы фазовых превращений и переходов первого и второго рода, полиморфизма, фазовые переходы в магнетиках и сверхпроводниках; магнитомеханические эффекты из-за смещения границ и переориентации магнитных доменов при изменении величины внешнего намагничивающего поля.

МЕТОД АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ И МИКРОТРЕЩИН

¹Богорош А.Т., ¹Воронов С.А., ²Ройzman В.П., ²Горошко А.В., ³Бубулис А.

¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»,

²Хмельницкий национальный университет, ³Каунасский технологический университет

Акустическая эмиссия (АЭ) представляет собой явление генерации волн напряжений, вызванных внезапной перестройкой в структуре материала. Классическими источниками АЭ является процесс деформирования, связанный с ростом дефектов, например, трещины или зоны пластической деформации. Процесс генерации и

обнаружения АЭ приведен на рис.1. Внезапное движение источника эмиссии вызывает возникновение волн напряжений, которые распространяются в структуре материала и достигают пьезоэлектрического преобразователя. По мере роста напряжений, активизируются многие из имеющихся в материале объекта источников эмиссии. Электрические сигналы эмиссии, полученные в результате преобразования датчиком волн напряжений, усиливаются, регистрируются аппаратурой и подвергаются дальнейшей обработке и интерпретации.

Источником акустико-эмиссионной энергии служит поле упругих напряжений в материале. Без напряжений нет и эмиссии, поэтому АЭ контроль обычно проводится путем нагружения контролируемого объекта. Это может быть проверочный контроль перед запуском объекта, контроль изменений нагрузки во время работы объекта, испытания на усталость, ползучесть или комплексное нагружение. Часто конструкция нагружается произвольным способом, тогда использование АЭ-контроля позволяет получать дополнительную ценную информацию о поведении конструкции под действием нагрузки. В других случаях АЭ используется по причинам экономичности и безопасности. Для таких задач разрабатываются специальные процедуры нагружения и тестирования.

АЭ взаимосвязана с другими методами контроля и отличается от большинства методов неразрушающего контроля (МНК) в двух ключевых аспектах. Во-первых, источником сигнала служит сам материал, а не внешний источник, т.е. метод является пассивным (а не активным, как большинство других методов контроля). Во-вторых, в отличие от других методов АЭ обнаруживает движение дефекта, а не статические неоднородности, связанные с наличием дефектов, т.е. АЭ обнаруживает развивающиеся, а потому наиболее опасные дефекты. Среди МНК не существует ни одного такого метода, который мог бы решить проблему оценки целостности объекта оптимально с учетом таких основных факторов, как получение наиболее низкой себестоимости работ и достижения технической адекватности результатов контроля. Лучшим решением проблемы является применение комбинации различных методов НК. Благодаря тому, что АЭ резко отличается по своим возможностям от традиционных методов контроля, на практике оказывается очень полезным совмещать АЭ с другими методами. Основное преимущество метода АЭ связано с возможностью проведения неразрушающего контроля всего объекта целиком за один цикл нагружения. Данный метод является дистанционным, он не требует сканирования поверхности объекта

для поиска локальных дефектов. Необходимо просто правильным образом расположить нужное число датчиков и использовать их для осуществления локации источника волн напряжений. Возможности, связанные с дистанционным использованием метода, дают большие преимущества по сравнению с другими методами контроля, требующих удаления изоляционных оболочек, освобождения контейнеров контроля от внутреннего содержания или сканирования больших поверхностей.

Типичный пример использования АЭ заключается в определении местоположения дефектных участков, после чего для более точного определения природы дефектов используются другие МНК.

Явление АЭ наблюдается в широком диапазоне материалов, структур и процессов. Наиболее крупномасштабная АЭ связана с существованием сейсмической волн, в то время как наименьший масштабный уровень эмиссии вызывается дислокационным движением в нагруженных структурах материала. Между этими двумя видами АЭ существует широкий диапазон масштабов эмиссии, от лабораторных испытаний до промышленного контроля.

При лабораторных испытаниях использование АЭ контроля ставит своей целью изучение процессов деформации и разрушения материала. Метод позволяет в реальном времени по сигналам эмиссии наблюдать за поведением материала при нагружении. Поскольку АЭ отклик зависит от структуры материала и режима деформирования, разные материалы при различных способах нагружения в сильной степени отличаются друг от друга по своему акустико-эмиссионному поведению. Существует два основных фактора, приводящих к высокой эмиссивности – это хрупкость и гетерогенность материала. Вязкие механизмы разрушения, например, слияние пор в мягких сталях, напротив, приводят к низкой эмиссивности (по энергии и числу сигналов).

При тестировании продукции метод АЭ используется для проверки и контроля сварных соединений, термически сжатых бандажей. Метод также используется во время операций, связанных с формообразованием, таких как уплотнение или при прессовании. В целом АЭ контроль может применяться во всех случаях, когда имеют место процессы нагружения, приводящие к постоянному деформированию материалов. В основном при тестировании конструкций АЭ используется для контроля сосудов давления, хранилищ, труб и трубопроводов, авиационных и космических аппаратов, электростанций, заводов, мостов, железнодорожных цистерн и вагонов, грузовых транспортных средств, а также многих других объектов. АЭ контроль для обнаружения трещин, сварных дефектов и

т.п. производится на новом и на бывшем в эксплуатации оборудовании. Процедуры, связанные с использованием АЭ метода опубликованы Американским Обществом Инженеров Механиков (American Society Mechanical Engineering – ASME), Американским Обществом Контроля и Материалов (American Society for Testing and Materials – ASTM) и другими организациями. Успешные результаты конструкционного тестирования можно наблюдать в тех случаях, когда возможности и достоинства метода АЭ правильно используются в контексте конкретных исследований и когда применяются корректные технические решения и специализированное оборудование АЭ, которое очень чувствительно к любым видам структурных перемещений в широком частотном диапазоне работы (обычно от 20 кГц до 1200 кГц). Оно способно регистрировать не только рост трещин или их развитие в процессе сварки, износа и соприкосновения оборудования при автоматической механической обработке, утрате смазки при вращении, трении объектов, детектировании утраченных частей и частиц оборудования, обнаружении и контроле течей, кавитации и потоков жидкости в объектах, контроле химических реакторов, включающих контроль коррозионных процессов, жидко-твердого перехода, фазовых превращений, ударов и других процессов, которые становятся источниками нежелательных шумов. Поэтому известно множество различных технических решений с целью снижения и избавления от этих шумовых помех, являющихся основной преградой на пути широкого использования АЭ в качестве развития чувствительности метода контроля.

Рассмотрены физическая суть распространения волны от АЭ как импульс напряжения, соответствующий смещению поверхности материала и угловая зависимость АЭ от развития трещины внутри материала.

Волновое смещение представляет собой функцию близкую к ступенчатой. Напряжение, соответствующее смещению, имеет форму импульса, ширина и высота которого зависят от динамики процесса излучения. Импульсы таких источников как проскок микротрещины или разрушение осажденных фракций имеют малую длительность (порядка микросекунд или долей микросекунд). Амплитуда и энергия первоначального импульса АЭ может меняться в широком диапазоне в зависимости от типа источника акустической эмиссии. Зародившаяся волна (импульс) распространяется от источника во всех направлениях, при этом в соответствии с природой источника носит ярко выраженный анизотропный характер, а скорость распространения зависит от направления.

Форма первоначальной волны претерпевает существенные изменения при распространении в среде материала и при преобразовании датчиком, поэтому сигнал, пришедший с датчика, весьма отдаленно напоминает исходный сигнал от источника. Такое изменение формы АЭ сигнала является важной проблемой, с которой приходится сталкиваться как при исследованиях функции источника, так и при решении практических задач неразрушающего контроля. Те исследователи, которые стремятся определить первоначальную форму сигнала, используют широкополосные датчики и производят подробный анализ начальной части зарегистрированного сигнала. Особое смещение волны, возникает от удара в точке. Это важный, но очень непростой способ исследования, т.к. обработка одного сигнала может занимать длительное время. В связи с этим многие исследователи в области испытания материалов в большей степени заинтересованы в получении статистических оценок параметров АЭ, чем в подробном изучении характеристик отдельных источников АЭ, и используют узкополосную аппаратуру, позволяющую измерять лишь некоторые параметры формы сигналов, но одновременно с этим – регистрировать большие потоки сигналов (сотни сигналов в секунду).

Исследования показали, что помимо основных факторов, оказывающих влияние на распространения волн, взаимосвязи между функцией источника и результирующим смещением поверхности материала в точке контроля, которые интенсивно изучались в последние 10-15 лет Британским Харуэльским Центром, Американским Национальным Бюро Стандартов, Корнуэльским и Токийским университетами, необходимо учитывать первоначальную форму сигнала на выходе датчика. Уже при простой геометрии объекта и элементарного источника результирующая форма сигнала является достаточно сложной. Если же рассмотреть случай с пластиной, проблема существенно усложнится, поскольку вторая поверхность также будет влиять на упруго-динамический процесс распространения волны. В случае с пластинами движение поверхности в точке наблюдения сильно зависит от отношения расстояния до источника к толщине пластины.

Кроме всего прочего, функция источника не является постоянной, она скорее представляет собой не точечный источник, а диполь и/или двойной диполь с неизвестной в общем случае ориентацией, у которого должны учитываться и горизонтальная, и вертикальная компоненты. В связи с перечисленными трудностями создание математической модели, численных и экспериментальных методик оценки функции источника АЭ значительно усложнились.

PREVENTING TECHNOGENIC RISK BY DEVELOPING ACOUSTIC EMISSION METHODS FOR TESTING AND PREDICTING STRENGTH OF TECHNICAL OBJECTS

*Kovtun I.I., Petrashchuk S.A.
Khmelnitsky National University, Ukraine
E-mail: iikovtun@mail.ru*

Majority of known methods for non-destructive diagnosing such as ultrasonic test and X-ray radiography provides only selective controlling in separate zones of material, detects large defects but doesn't assess potential danger of defects. However any defect can be dangerous or not depending on its location in strain field generated by some load. In difference with mentioned methods the method of acoustic emission (AE), which is based on radiating elastic mechanical waves from growing defects of deformed material, is characterized by high sensitivity, detecting and monitoring of growing defects, controlling materials without scanning, applicability to control as homogeneous as heterogeneous materials, even composites. The question of practical using of this method for strength diagnosing is still actual and needs further work out despite of numerous works [1, 2, 3] studying it.

Original measuring system of acoustic emission (SAE) was designed as train of 2-channel measuring instrument AF-15 and computer. It was accomplished by modifying three units of AF-15, designing input/output interface unit to transfer acoustic emission data from measuring instrument to computer, developing software, what provided collecting and processing data of acoustic emission signals and 40 times increasing of processed signals quantity comparing with serial instrument AF-15.

Measuring system finds amplitude, activity, power, energy, and also linear coordinate of signals AE, which is calculated by formula:

$$x = \frac{L}{2} \pm \frac{\tau v}{2} \quad (1)$$

where L – distance between piezoelectric transducers, v – velocity of ultrasound distribution in material of researched object, τ – time delay of signals (TDS) coming to two transducers.

To make sure that method of acoustic emission is applicable for non-destructive diagnosing first researches were conducted on specimens having shape of a rod and tested by tension, shear and bend load.

For the instance controlling acoustic emission during tension testing of steel specimen allowed to find practically valuable information about

specimen and material behavior under load.

Three-dimensional graph, which shows AE signals distribution depending of strain and linear coordinate testified generating signals yet before elastic limit. Linear location of those signals allowed to see acoustic emission, what means growing defect, in place of future destruction. Moreover place of future destruction is clearly identified yet before elastic limit and further up to destruction. That gives possibility to conduct non-destructive diagnosing of future destruction place in materials under load.

It's proved that maximum of AE signals activity belongs to yield limit. This fact was used to find yield limit of specimens from brass, whose tension diagram has no obvious yield limit.

In strain zone that doesn't exceed proportional limit the linear correlation between forecasting coefficient K and AE signals activity N is found:

$$K = A - BN, \quad (2)$$

where $A = 7.5$; $B = 0.42$ seconds per impuls (AE signals); N – AE signals activity (in impulses per second), which is being measured; K is calculated by formula:

$$K = \frac{\sigma_u}{\sigma_{for}}, \quad (3)$$

where σ_u – ultimate limit of specimen; σ_{for} – strain of forecasting in which AE signals activity N is measured.

Obtained correlation (2) can be used to find forecasting coefficient K by measured AE signals activity N . And formula (3) can be transferred to forecast destructive strain σ_u^{for} for specimen being tested as:

$$\sigma_u^{for} = K \cdot \sigma_{for}. \quad (4)$$

Thus, AE signals activity N and strain σ_{for} simultaneously measured during non-destructive testing (till the strain that doesn't exceed proportional limit) of steel specimen can be substituted into formulas (2) and (4) to find future destructive strain.

Practically non-destructive diagnosing or forecasting strength can be simplified. First it should be conducted destructive testing of a number of specimens, with simultaneous measuring and recording of AE parameters and strain; then control level of AE activity (maximal activity, which is stable to appear under non-destructive load) is defined; for every specimen forecasting strain σ_{for} is defined as one that corresponds to control level of AE, and forecasting coefficient K is calculated by formula (2). Now non-destructive testing of another specimens can be conducted with simultaneous recording AE activity and strain. If activity of AE has reached control level forecasted strain will be calculated by formula (4), if it hasn't the strength of specimen is

considered not lower acceptable.

However coefficients K experimentally found from number of destructive tests had scatter caused by unstable of physical and mechanical characteristics of tested specimens. Therefore for calculations by formula (4) it was decided to select the minimum K_{min} from confidence interval found with probability 0.95. Thus using possible error in calculating forecasted strain will work as safety factor. Such selection of K is the only one possible; testing important objects one can select even lower K (from the sample) and increase in that way safety factor, however reducing accuracy of forecasting.

The method for non-destructive diagnosing and forecasting strength worked out on specimens was implemented for real machinery.

Using method of acoustic emission to research heterogeneous materials worked out by technologies of surface saturation allowed to offer method for non-destructive controlling strength changing of material after workout. These technologies include: hydrogen embrittlement, which is purposed to reduce strength of surface layer what increases effectiveness of mechanical workout in cutting area; and hardening by nitriding applied for hardening hard-alloy cutting tools. Researched objects were steel specimens and hard-alloy cutting plates. Only mechanical testing showed that hydrogen embrittlement 30% reduces ultimate limit of steel specimens, and hardening by nitriding 15% increases ultimate limit of cutting plates. Analysis acoustic emission recorded during testing showed that AE is even more sensitive to these technologies. Accumulated quantity of AE signals radiated by embrittled specimens is 90% greater than that radiated by unworked out specimens, and hardening by nitriding technology 40-45% rises average amplitude of AE signals and 100% rises accumulated quantity. Thus, acoustic emission method allows detecting action produced by every technology and conducting non-destructive controlling of strength changing after work out by comparison of AE parameters, measured during non-destructive testing, prior and after workout.

Acoustic emission research of glass-plastic blanks used to manufacture pumping rods was ordered by Oil-Gas industry. The outcome of conducted research was the method for non-destructive diagnosing strength of blanks. In accordance to which parameters evaluating strength are amplitude and activity of acoustic emission. If mentioned AE parameters exceed control levels during non-destructive testing by bending to load P_{test} (5) a blank is considered defective and rejected, in the other case - the strength of blank is considered not lower acceptable.

$$P_{test} = P_{max} / K, \quad (5)$$

where P_{max} – maximal acceptable load, which is not destructive; K – forecasting coefficient found by previously conducted destructive testing according to formula (3); taking into account that pumping rods are used in

mine (being wrecked they may cause great expenses for maintenance) $K_{min} = 2$ was selected from confidence interval $K=(2,06-3)$.

Authors conducted research of strength of levers S 48.167230. Their manufacturing frequently causes defects, such as pores, blisters, which may bring to fatigue failure. Levers were tested by three point bending in specially designed appliance to non-destructive strain $\sigma_{test} = 480$ MPa, which corresponds to load $P_{test} = 19000$ N. This load never goes over proportional limit. Testing was followed by recording parameters of AE signals. Analysis of AE information allowed to reject defective levers. Quality of rejecting was approved by visual control, X-ray radiography and capillar control. There was found correlation of accumulated energy and quantity of AE radiated during non-destructive load with destructive load. The more is strength of tested lever the lower is accumulated energy. Physical essence of this phenomena is that defects, which reduce strength of levers, show themselves (radiating AE) as early as more they reduce strength.

Using method of least squares it was found correlation between ultimate limit σ_u and yield limit σ_y and energy E of AE signals accumulated during non-destructive testing:

$$\sigma_u = 950 \cdot E^{-0,1} \quad (6)$$

$$\sigma_y = 807 \cdot E^{-0,1} \quad (7)$$

As ordered quality criteria was $\sigma_y = 720$ MPa, which corresponded to accumulated energy of AE signals $E = 3,4$ mV² so loading levers to P_{test} and recording AE parameters it's possible to detect defective lever with probability 0.95 and also forecast its ultimate limit and yield limit using formulas (6, 7).

Interesting was the fact that two levers were considered defective by research with X-ray radiography and capillar control but they were considered not defective by acoustic emission diagnosing, mechanical testing to destruction proved that strength of levers was not lower acceptable. Thus, in comparison with the traditional methods method of acoustic emission is more accurate not only to detect defects but also diagnose strength.

Practical implement of worked out method for diagnosing strength:

- testing every lever is conducted by bending to non-destructive load P_{test} . Which provides safety factor ($n=1.5...1.8$) and doesn't exceed proportional limit of lever. Testing is followed by recording accumulated energy of AE.
- if accumulated energy of AE exceeds acceptable value $E = 3,4$ mV² lever is considered defective and rejected.
- if necessary strength of defected levers is forecasted by formulas (6, 7) for further use in less important machines.

Reference

1. Грешиников В.А., Дробот Ю.В. *Акустическая эмиссия. Применение для испытаний материалов и изделий.* - М.: Изд-во стандартов, 1976 - 272 с.
2. Бунина Н.А. *Исследование пластической деформации металлов методом акустической эмиссии.* - Л.: ЛГУ, 1990. - 156 с.
3. *Неразрушающий контроль. Кн.2 Акустические методы контроля. Практическое пособие / И.Н. Ермолов, Н.П. Алешин, А.И. Потапов / Под ред. В.В. Сухорукова.* - М.: Высш. шк., 1991. - 283 с.

STRENGTH DIAGNOSING OF WELDED JOINTS BY ACOUSTIC EMISSION METHOD

*A. Goroshko¹ A. Bogorosh² A. Kozak³
Khmelnitskiy National University, Khmelniitskiy¹, Ukraine
National Technique University of Ukraine "KPI"², Ukraine
Yarmolunetskyj Technology Lyceum³, Ukraine*

I. Introduction

Nowadays, the transfer from resource maintenance to technical state maintenance is specifically important. Reliable technical diagnostics allows to prolong the term of exploitation for a considerable part of machines, that have already worked their resource out, which produces a significant saving rate. Unlike the traditional methods of nondestructive control and technical diagnosing, such as ultrasonic crack detection and X-ray radiography, the method of acoustic emission (AE), based on the radiation of material during the change of its inner structure of spring mechanical waves which are caused by the increasing flaws, provides better sensitivity, the ability to discover and examine the flaws behaviour and integrality, enabling the control the state of the material without scanning, is simple for usage in the testing process, manufacture and exploitation, is capable of controlling materials not only under the mechanical pressure but also in the process of phase transformations.

The paper introduces the developed methods and means of computer AE control and diagnosing of welded joints.

The investigations which have been earlier carried out by other authors [1-3] show that in the process of joint weld cooling, AE appears without external strain, as a result of heat action which leads to phase transformations in the material, under the action of internal local strains, developing in the joint weld itself and the surrounding area, and due to the irregularity of the material structure. The authors have found that AE method is not effective for controlling the quality of welding circuit plates in the process

of flux solidification because of negligible quantity of AE signals and on the contrary – it is highly effective for quality control of welding in the process of joint weld solidification.

With the purpose of working out the methods of nondestructive control and diagnosing technical state of joint welds in the process of flux solidification, i.e. even before the weld is in equilibrium, high-quality and defective joint welds of cast iron were investigated. It was stated, that the process of flaw formation is characterized by an abrupt quantitative increase of high amplitude AE signals (fig.1).

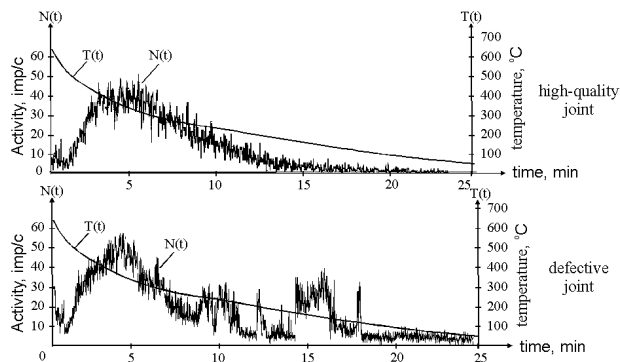


Fig. 1. Comparative acoustograms for high-quality and defective joint welds cooling

The most informative parameter appeared to be the actual activity of AE signals for the welded joint unit, registered during the temperature change from 200°C to room temperature. The studies resulted in working out a method of detecting welding defects in the process of joint weld formation:

- ✓ after burning of arc is over, the recording of AE signals is made during the time of temperature change from 200°C to room temperature.
- ✓ if the maximum actual activity of AE signals during the observations exceeds the permissible level $N=1 \text{ imp/c}\cdot\text{sm}^3$, set according to the results of static processing of the previous experimental data, then the controlled joint weld is subjected to dangerous defect formation.

Fig. 2 demonstrates a photo of typical defective welded joint, its formation being followed by increased activity of high-amplitude AE signals, shown in the picture 3.

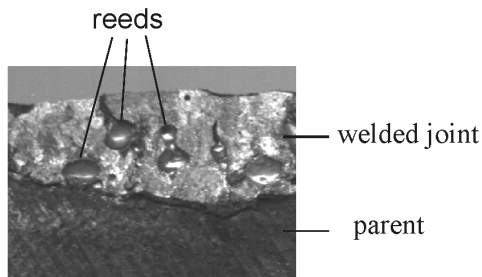


Fig. 2. A fragment of destroyed joint weld

The elaborated method of diagnosing technical state of welded joints in the process of flux solidification was implemented in Khmelnitsky National University for control of cast iron CH-4 welded joints.

References

- [1] Greshnikov V.A., Drobot U.B. *Acoustic emission. Application for testing materials and details.* – Moscow, 1976, P-272.
- [2] Bunina N.A. *Research of steel plastic deformation by method of acoustic emission.* – Leningrad, 1990, P-156.
- [3] *Non-destructive testing. Acoustic testing methods: Practical recommendations/ I.N. Ermolov, N.P. Aloshin, A.I. Potapov /Ed. by V.V. Suhorokov.* – Moscow. 1991, P-283.

УДК 531:621.01

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ И ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

А.К.Тулешов, Ю.М. Дракунов

*Национальная инженерная академия Республики Казахстан,
Казахстан, Алматы, ул.Богенбай батыра, 80, тел.8(727)2917082*

E-mail: aman_58@mail.ru, drakunov50@nm.ru

В современных машинных агрегатах довольно часто используются двигатели внутреннего сгорания (ДВС), применяемые для привода самоходных или стационарных установок. Одной из задач, для которой актуальна разработка рациональной математической модели, являются процессы взаимодействия тепловыделения с движением поршня в камере сгорания ДВС и влияния характера тепловыделения на мощность двигателя. Цель данной работы - построение динамической модели работы

четырёхтактного одноцилиндрового двигателя внутреннего сгорания и разработка соответствующего компьютерного приложения, позволяющей исследовать процессы, происходящие в этой системе.

Схема механизма ДВС, диаграмма работы двигателя и его динамическая модель приведены на рис. 1, а на верхнем правом углу. Упругими элементами динамической модели ДВС являются коленчатый вал, работающий на кручение и шатун, испытывающий деформации растяжения/сжатия.

Применим уравнения Лагранжа 2-го рода [1] для описания движения двухмассовой динамической модели ДВС. Примем за обобщенные координаты углы поворота маховика φ и кривошипа α . Дифференциальные уравнения движения механической части двигателя внутреннего сгорания с упругой связью запишем в виде системы

$$\begin{cases} J\ddot{\varphi} + c_n(\varphi - \alpha) = -M_c \\ J_n\ddot{\alpha} + \frac{1}{2}J'_n\dot{\alpha}^2 - c_n(\varphi - \alpha) + \frac{1}{2}c'_n(\varphi - \alpha)^2 = [(P_t - P_k)S_p + m_1g]x' \end{cases} \quad (1)$$

В этих уравнениях J - момент инерции маховой массы; c_n, c'_n - приведенная жесткость вала и ее производная по углу поворота кривошипа α ; J_n, J'_n - приведенный момент инерции механизма к кривошипу и его производная; m_1 - масса поршня; M_c - момент сопротивления на валу двигателя; P_t - давление в КС; P_k - давление в картере; S_p - площадь поршня; g - ускорение свободного падения. Если положить в системе (1) $c_n = const$ и $J = 0$, то получаем дифференциальные уравнения рассмотренные в работе [2].

Приведенные параметры c_n и c'_n при условии, что шатун и вал двигателя являются упругими, определяются из формул, полученных из равенства потенциальных энергий звена приведения и исходного механизма [3]

$$c_n = \frac{c_3 c_2 \chi^2}{c_3 + c_2 \chi^2}; \quad c'_n = \frac{dc_n}{d\alpha}; \quad \chi = r \sin[\alpha + \arcsin(\delta \sin \alpha)]$$

Уравнение для дополнительной неизвестной величины - термодинамического давления - выводится из уравнения сохранения энергии и имеет вид

$$\frac{dP_t}{dt} = -\frac{\kappa P_t}{V} \int_S \vec{v} \cdot d\vec{S} + \frac{\kappa - 1}{V} \left[\int_S \lambda \nabla T \cdot d\vec{S} + Q \int_V \dot{w} dV \right] \quad (2)$$

здесь $V = S_p L$ - объем камеры сгорания; S - ее поверхность; v - скорость газа; $Q = -\sum v_i h_i^0$ - теплотворная способность горючего; \dot{w} - массовая скорость горения в единице объема за единицу времени, λ - коэффициент теплопроводности; κ - средний показатель адиабаты. Надо отметить, что аналогичное уравнение, но для неподвижной области, выведено также в [4].

Уравнение (2) является достаточно общим - не зависит от формы области и пригодно для расчетов как ламинарного, так и турбулентного течений с соответствующими коэффициентами переносов и законов горения.

Несложные вычисления показывают, что на такте впуска этот член вследствие динамической не сжимаемости газа равен нулю, а на такте сжатия - dV/dt . После открытия выпускного клапана происходит изэнтропическое истечение газа из камеры сгорания и первый интеграл уравнении (2) имеет вид

$$\int_S \vec{v} \cdot d\vec{S} = v_e S_e + v_p S_p, \quad \text{где}$$

$$v_e S_e = \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa + 1}{2(\kappa - 1)}} \sqrt{\kappa} S_e \sqrt{\frac{P_t}{\rho}}; \quad \rho = \rho_e \left(\frac{P_t}{P_e} \right)^{1/\kappa}$$

где v_e - скорость истечения газа из КС; S_e - площадь выпускного окна.

Закон горения (второй интеграл в квадратной скобке уравнении (2)) принят в виде полуэмпирической зависимости [5]

$$\int_V \dot{w} dV = M_f \frac{d\eta}{dt} = \frac{M_f \pi \omega}{2(\alpha_1 - \alpha_0)} \sin \left[\frac{\pi(\alpha - \alpha_0)}{\alpha_1 - \alpha_0} \right]; \quad \alpha_0 \leq \alpha \leq \alpha_1,$$

где η - доля выгораемого топлива; M_f - масса топлива, сгорающего на одном цикле; α_0, α_1 - начальный и конечный углы горения топлива.

Окончательно дифференциальные уравнения для давления P_t и плотности ρ в камере сгорания при $0 \leq \alpha \leq 4\pi$ могут быть записаны в следующем виде

$$\dot{P}_t = \frac{dP_t}{dt} = \begin{cases} 0, & \text{если } (\alpha < \alpha_+) \vee [(\alpha > \alpha_-) \wedge (P_t < 2P_0)] \\ -\kappa P_t \left(\frac{c}{LS_p} \sqrt{\frac{P_t}{\rho}} + x' \dot{\alpha} / L \right), & \text{если } (\alpha > \alpha_-) \wedge (P_t \geq 2P_0) \\ -\kappa x' P_t \dot{\alpha} / L, & \text{если } \alpha_+ \leq \alpha \leq \alpha_0, \alpha_1 \leq \alpha \leq \alpha_- \\ -\kappa x' P_t \dot{\alpha} / L + \frac{\kappa - 1}{LS_p} \frac{QM_f \dot{\alpha} \pi}{2(\alpha_1 - \alpha_0)} \sin \left[\frac{\pi(\alpha - \alpha_0)}{\alpha_1 - \alpha_0} \right], & \text{если } \alpha_0 < \alpha < \alpha_1 \end{cases} \quad (3)$$

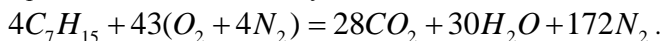
$$\dot{\rho} = \frac{d\rho}{dt} = \begin{cases} 0, & \text{если } (\alpha < \alpha_+) \vee [(\alpha > \alpha_-) \wedge (P_t < 2P_0)] \\ -\rho \left(\frac{c}{LS_p} \sqrt{\frac{P_t}{\rho}} + x' \dot{\alpha} / L \right), & \text{если } (\alpha > \alpha_-) \wedge (P_t \geq 2P_0) \\ -\rho x' \dot{\alpha} / L, & \text{если } \alpha_+ \leq \alpha \leq \alpha_- \end{cases} \quad (4)$$

Здесь для упрощения записи введено обозначение постоянной величины

$$c = \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa + 1}{2(\kappa - 1)}} S_e \sqrt{\kappa}$$

Таким образом, динамическая модель работы двигателя внутреннего сгорания описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений (1), (3) и (4) с начальными условиями при $t = 0, \alpha = 0, \omega = \omega_0, P_t = P_0$.

Масса топлива M_f может быть определена из реакции окисления стехиометрической бензино-воздушной смеси.



Как показали компьютерные исследования на такте расширения (горения) происходит резкое увеличение давления в КС и угловой скорости вала двигателя и что с уменьшением продолжительности горения происходит увеличение мощности двигателя. На выше названные параметры так же значительно сказывается и учет упругости коленчатого вала ДВС.

На рисунке 1,а приведено диалоговое окно системы компьютерного моделирования по исследованию процесса работы ДВС, которое входит как часть в разрабатываемый программный комплекс DynSyn – динамический синтез плоских и пространственных механизмов. Слева изображены модель ДВС с циклограммой движения и панель для задания исходных данных, а справа отображается процесс движения кривошипно-ползунного

механизма в динамическом режиме. Имеется возможность включения/отключения флага для учета упругости звеньев в динамической модели.

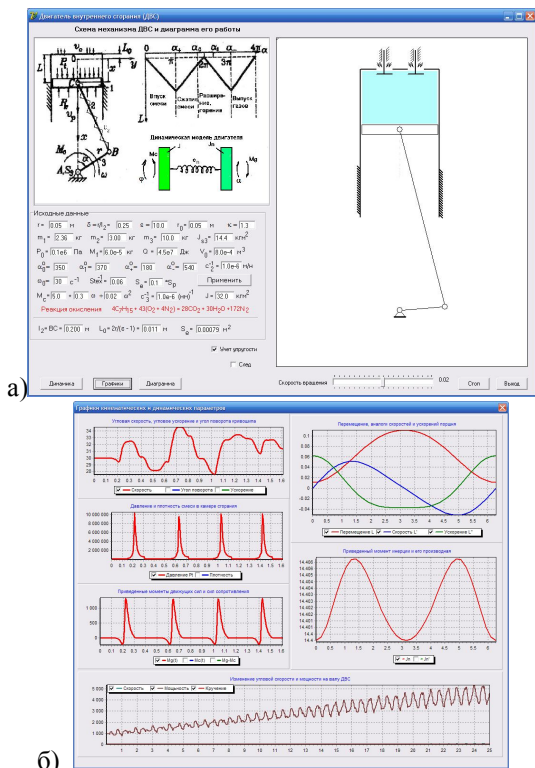


Рис. 1. Диалоговое окно приложения по исследованию ДВС

По нажатию кнопки «Динамика» происходит решение вышеуказанных дифференциальных уравнений и отображение полученных результатов в численной и графической формах. По нажатию кнопки «Графики» отображается диалоговое окно с графическим представлением характерных кинематических и динамических параметров (рисунок 1,б). Численные результаты записываются в текстовый файл. На диалоговом окне можно получить рассчитанную индикаторную диаграмму для давления в КС, которая показывается на экране при нажатии кнопки «Диаграмма», а так же представлено всплывающее меню по настройке методов интегрирования и расчета некоторых важных параметров:

податливостей упругих элементов, основных параметров сжигаемого топлива и некоторых других динамических параметров. Система показывает фрагменты графического интерфейса, отображающие колебание упругого вала ДВС и характер изменения угловой скорости коленчатого вала без учета и с учетом упругих параметров исследуемой динамической модели. Далее в системе проводится оценка прочности упругого вала и шатуна. Проведенные численные расчеты и их сравнение с известными экспериментальными данными подтверждают достоверность предложенной динамической модели работы двигателя внутреннего сгорания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вейц В.Л., Кочура А.Е. Динамика машинных агрегатов с двигателями внутреннего сгорания – Машиностроение, Л., 1976г.
2. Дракунов Ю.М., Калтаев А. Динамическая модель работы четырехтактного одноцилиндрового ДВС - Вестник КазНТУ №1, Алматы, 1996г., с.15-19.
3. Дракунов Ю.М., Молдыбаева А.А. Приведение жесткостей для механизма четвертого класса – Труды международной научно-технической конференции «Современные проблемы механики, строительства и машиностроения», Павлодар, 2006г., т.2, с. 29-33.
4. Goniem A. F. Computational methods in turbulent reacting flow // *Reattin flow: Combustion and chemical reactors. P.I. Lectures in applied mathematics. V.24. 1984.*
5. Хейвуд Дж. Б. Образование загрязняющих веществ в двигателях с искровым зажиганием и борьба с ними // *Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени. М., 1981. 407С.*

КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА ВИСОКОШВИДКІСНОГО ВІДЕОЗАПІСУ КОЛИВАНЬ ПЛАТ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

Р.Г. Чоловський, В.П. Ройзман, О.Т. Богорош

Вимірювання є, без сумніву, пізнавальним процесом отримання кількісної інформації про об'єкт, яким може бути предмет, фізична система, явище і т.п. Очевидно, що об'єкт вимірювання повинен мати одну або сукупність властивостей, що його характеризують, і які представляють інтерес для отримання саме якісної інформації.

Найчастіше, у повсякденній практиці використовується велика кількість різних приладів, які тим чи іншим способом сприймають величину, що вимірюється. Зокрема, для вимірювання параметрів коливань плат радіоелектронної апаратури використовуються пьезо- та тензодатчики різних типорозмірів. Однак, доволі часто на практиці через

малі розміри мікроелементів розміщення на них датчиків змінює вагу і жорсткість системи, а значить, породжує великі похибки вимірювання, а велика щільність монтажу радіоелементів не дає можливості розмістити ці датчики, тому використання контактних датчиків стає неможливим і потрібні безконтактні методи вимірювання.

На кафедрі прикладної механіки Хмельницького національного університету є великий досвід використання високошвидкісної відеозйомки для дослідження коливальних процесів машин та обладнання.

Перегляд високошвидкісної відеозйомки через комп'ютер дає можливість уповільнити швидкість відеозапису, багаторазово переглядати процес та робити його якісний аналіз. Найбільш цікаві стоп-кадри записуються окремими файлами для подальшої комп'ютерної обробки.

На рис. 1 та 2 показано приклади комп'ютерної обробки фрагментів запису коливань плат.

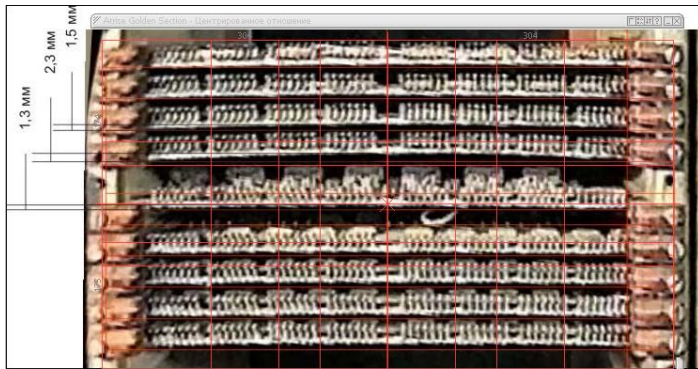


Рисунок 1 - Комп'ютерна обробка фрагменту запису коливань плат



Рисунок 2 - Комп'ютерна обробка фрагменту запису коливань плат

Обробка проводилась у графічному пакеті CorelDraw за допомогою програми Artrise Golden Section.

На першому етапі у програмі растрової графіки CorelPhoto, яка є складовою пакету CorelDraw, проводилось вирівнювання зображення та усунення спотворень, викликаних розташуванням відеокамери.

На другому етапі зображення переводилось у редактор векторної графіки CorelDraw. За допомогою стандартних інструментів програми встановлювався масштаб зображення, на якому розміри між платами відповідають розмірам у реальній конструкції.

Для подальшої обробки зображення запускалась програма Artrise Golden Section, призначення якої – генерація масштабної сітки. Вікно програми розташовується поверх всіх вікон, що дає змогу проводити вимірювання без переходу з однієї програми в іншу.

Маніпулюючи масштабом вікна програми Artrise Golden Section проводилось суміщення сітки та зображення.

На третьому етапі за допомогою стандартних інструментів (зокрема «Розмір») програми CorelDraw по ключовим точкам визначалась амплітуда коливань плат з прив'язкою до масштабної сітки.

АКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДЕМПФИРОВАНИЯ ВИБРАЦИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

¹Бубулис А.,¹ Юренас В.,¹ Якайтис П.²,Ройзман В.П.

¹Каунасский технологический университет,(Литва)

²Хмельницкий национальный университет(Украина)

Вибрационное воздействие является важной проблемой во многих отраслях человеческой деятельности. От разного рода наземных сооружений (высотные здания, мосты) до воздушной техники (самолеты, космические летательные аппараты) а также спортивный инвентарь (лыжи, ракетки тенниса) – все могут быть поражены вибрацией.

Поэтому диагностика и контролирование вибрации является одной из важнейших проблем XXI века.

Для диагностики вибраций в большинстве случаев используются пассивные системы контроля. Такие системы снижают вибрации за счет преобразования накопленной виброэнергии в тепловую энергию. Однако такой способ малоэффективен, за счет ограниченного применения в структурах с переменными возбуждениями.

Вибрационное воздействие может быть периодическим или случайным. В первом случае такое воздействие передают (генерируют) например различного рода роторные машины или случайные вибрации близкие к резонансу самой структуры. Случайные вибрации возникают при воздействии природных явлений (землетрясения) а также при интенсивной деятельности человека (транспорт).

Известно, что вибрации имеют как полезное воздействие (различного рода технологические процессы) так и вредные, которые необходимо демпфировать до минимальных значений. Методы демпфирования (гашения) вибраций с активными элементами например пьезоэлементы разделяются на пассивные и активные.

Методы пассивного демпфирования делятся на индуктивный метод, заключающийся на введения индуктивного шунта в резонирующую цепь (LC), наподобие механического демпфера колебаний; на резисторный метод, принцип которого позволяет используя шунт сопротивления рассеять скопившуюся виброэнергию в пространство; на емкостной метод, позволяющий шунтом конденсатора эффективно изменять жесткость пьезоэлемента и переключающий метод, при помощи которого можно быстро менять характер шунтирования.

За счет достижений современных технологий определяющих развитие мехатроники существенную роль для демпфирования колебаний механических систем играют активные методы, принцип которых заложен использованием «умных материалов» (smart materials) [1]. К таким материалам относятся в первую очередь обладающие пьезоэффектом и электро-магнито реологические жидкости [2]. Сущность метода активного демпфирования заключается в том, что желаемые параметры колеблющуюся системы достигается за счет гибких стратегий, контролируемых динамику конструкции в целом, включая теорию управления и материаловедения.

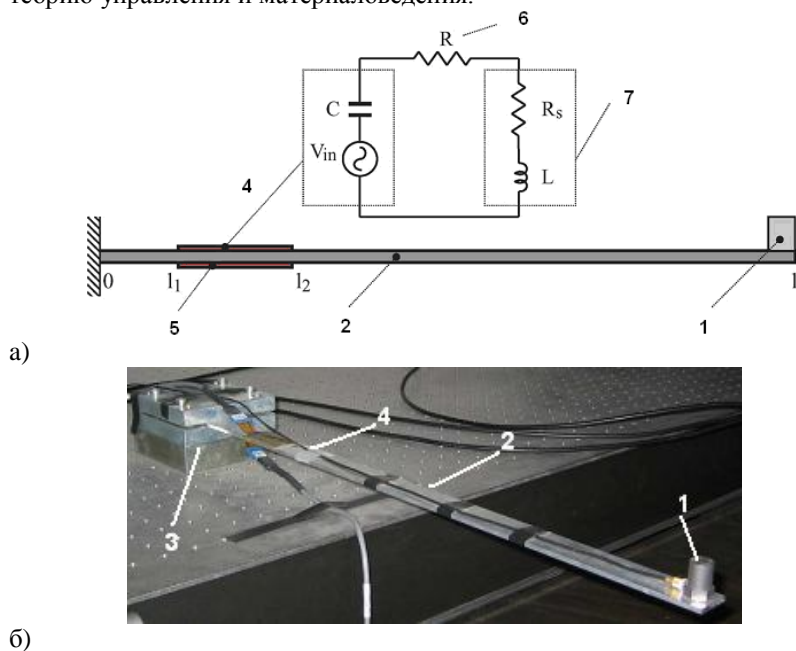


Рис. 1 Схема демпфирования колебаний индуктивным методом (а) 1 датчик для измерений колебаний; 2 вибрирующая балка ; 3 крепление; 4,5 пьезоэлементы ; 6 сопротивление; 7 индуктивность [2]; (б) общий вид эксперимента.

С целью определения влияния вибраций окружающей среды на электронные платы персонального компьютера были проведены экспериментальные исследования. На рис 2,3,4 показаны : реальная ситуация, аппаратура и результаты исследований.



Рис.2 Общий вид экспериментальной установки;
1 – вибростенд и аппаратура
2- компьютер

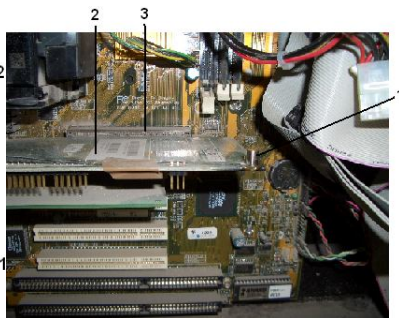


Рис.3.Исследуемая плата 1 – датчик; 2 – плата,
3 – узел крепления платы.



Рис.4. Результаты проведенных экспериментальных исследований компьютерной платы с определением максимальных значений амплитуды вибраций платы при которых происходит повреждение соединений электронных элементов и разъемов.

Авторами предложенная схема защиты электронной платы от вибраций (заявка на патент)

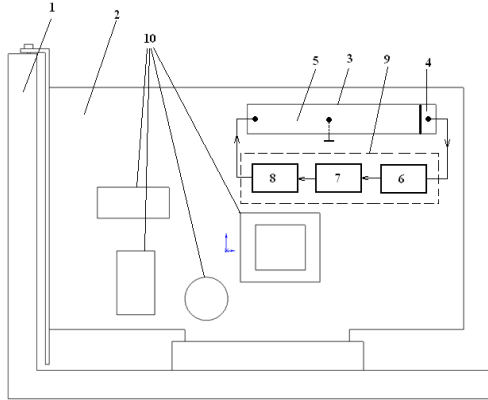


Рис.5. Принципиальная схема электронной платы с системой активного демпфирования. 1 элемент крепления платы, 2 плата изображения ПК, 3 пьезоэлемент (пластина) с разделенными электродами (4, 5), 6 актюатор, 7 фазовый преобразователь, 8 усилитель мощности, 9 корпус системы управления, 10 электронные элементы платы изображения ПК.

Литература

1. George A. Lesieutre. "Vibration Damping and Control Using Shunted Piezoelectric Materials". 1998. Published by: <http://www.sagepublications.com>.
2. Giuseppe Ferri, Senior Member, IEEE, Nicola Guerrini, Ernesto Silverii, Ambile Tatone, „Vibration damping using CCM-Based inductance simulators“, 2008.

ПЕРЕДАЮЧА АНТЕНА УКХ ДІАПАЗОНА ДЛЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕМОВЛЕННЯ

к.т.н., доцент Ільїнов М.Д., к.т.н. Козубцов І.М., Шацький І.О., Цимура Ю.В.
 Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
 Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»
 01011 Україна м. Київ, вул. Московська 45/1

Головним елементом системи радіозв'язку з рухомими та стаціонарними об'єктами є антенні пристрої. До антени висувуються жорсткі вимоги як по формуванню ненаправленого або секторіального поля випромінювання в азимутальній площині, так і до вертикальної чи горизонтальної поляризації даного випромінювання. В умовах фінансово-економічної кризи актуальним є питання розробки компактних та дешевих передаючих антен для цифрового телемовлення [1]. На

сучасному етапі розвитку антенної техніки телевізійного мовлення, в якості передаючих антен, що формують ненаправлене або секторіальне випромінювання з горизонтальною поляризацією, використовуються: турнікетні антени; конічні симетричні вібратори з індуктивними шунтами; вібратори Брауде; Ж – подібні вібратори. Проте всі вони мають суттєві масо-габаритні показники, і для реалізації заданого коефіцієнта підсилення, їх необхідно виконувати у вигляді синфазних антенних решіток, що призводить до зниження механічної міцності, а також ускладнення системи живлення даних антен.

Стан значно можна покращити, якщо перейти від первинних випромінювачів електричного типу до первинних випромінювачів магнітного типу, тобто до щілинних симетричних вібраторів розташованих над циліндричною поверхнею для створення ненаправленого випромінювання в азимутальній площині. Щілинні антени решітки на циліндрі [2, 3], не знайшли широкого застосування в телевізійній техніці, з-за досить складного конструктивного виконання, вузькосмуговості та низької електричної міцності.

Авторським колективом запропоновано використати низько-профільну антену (НА) з прямокутною верхньою пластиною. Антена даного типу належить до класу щілинних випромінювачів і являє собою дві металеві пластини рознесених між собою на відстань $d \ll \lambda$, де λ – довжина хвилі, одна з яких виконує функцію екрана, друга, певних розмірів, є випромінюючим елементом. В просторі між пластинами розміщуються вузол збудження електромагнітних хвиль. Випромінювання здійснюється із торців щілин, утворених випромінювачем та екраном. За рахунок введення діелектричного матеріалу, в простір між пластинами, розмір випромінюючого елемента можна зменшити в $1/\sqrt{\epsilon_r}$ раз, де ϵ_r – відносна діелектрична проникність матеріалу, що використовується [4, 5].

Технічна реалізація щілинного випромінювача на циліндрі, з метою отримання ненаправленого (секторіального) випромінювання в азимутальній площині, з допомогою НА має ряд переваг, зокрема: широкі функціональні можливості з формування характеристики направленості в азимутальній площині; суттєво спрощену схему живлення випромінюючих елементів в складі антенної решітки; підвищену механічну міцність антени в цілому.

Теоретичні дослідження електродинамічних характеристик НА дають змогу здійснити їх аналіз на основі апертурної моделі, в основу якої покладено теорію хвилеводів. Тому, кожній конкретній НА можна поставити у відповідність циліндричний хвилевод, що має поперечний переріз тієї ж форми, що й верхня пластина НА. Згідно праці [6] НА з довільною конфігурацією верхньої пластини, можна представити у

вигляді щілинної антени, тієї ж конфігурації, прорізаної в площині металевого екрана. На рис. 1а зображена НА, з прямокутною верхньою пластиною, що розташована на циліндрі, з електричним радіусом $ka = 1$, де a – радіус циліндра; φ – кут між щілинами; ТЖ – точка живлення. Діаграма направленості (ДН) даної антени, для значення $\epsilon_r = 4$ при постійному радіусі циліндра, зображена на рис. 1б, тут же, пунктиром показано варіант створення секторної ДН за рахунок зміни кута φ між щілинами на циліндрі.

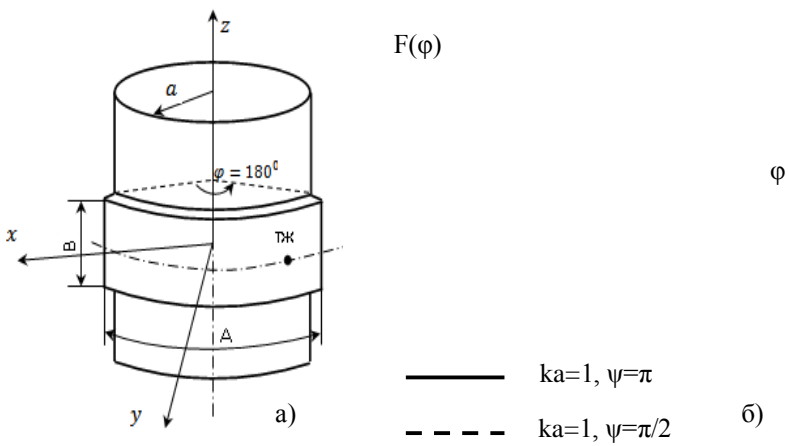


Рис. 1

На на циліндричній поверхні в екваторіальній площині, в залежності від конкретних вимог, дає змогу формувати як ненаправлену, квазинаправлену чи секторіальну діаграму направленості. Наприклад при компоновці телевізійної передаючої антени дециметрового діапазону, поперечні розміри циліндричного екрана (труби) будуть приблизно рівні 120 мм. Для порівняння: турнікетна антена ~ 300 мм; панельна, з напівхвильовими вібраторами ~ 420 мм; панельна, з хвильовими вібраторами ~ 840 мм. Якщо зафіксувати поперечні розміри циліндричної поверхні ($ka = const$), а змінювати розміри НА за рахунок введення діелектрика, то можна отримати однопічне (секторіальне) випромінювання в азимутальній площині.

Висновки

Використання низькопрофільних антен з циліндричним екраном, для компоновання антенних пристроїв з ненаправленим випромінюванням в азимутній площині дозволяє значно зменшити їх масо-габаритні характеристики, матеріальні затрати на виготовлення та підвищити механічну міцність. Застосування даних антен у верхній

частині дециметрового діапазону хвиль дозволить сформувати як ненаправлену так і секторіальну діаграму направленості. Крім того антени даного типу можуть бути застосовані і в якості антен для базових станцій мобільного зв'язку. Введенням діелектрика в простір між пластинами дозволить збільшити надійність роботи антени, та додатково підвищити масо-габаритними показниками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Міночкін А.І., Козубцов І.М., Козубцов М.М. Перспективна комплексна мережа ефірного синхронного цифрового телебачення та стільникового зв'язку. // V НК „Новітні технології – для захисту повітряного простору” 15-16 квітня 2009 р. тези доповідей - X.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2009. – С. 169.
2. Узїт Д. Электромагнитное излучение из цилиндрических систем. – М.: Сов. Радио, 1963. – 312 с.
3. Марков В.Д., Чаплин Ю.В. Возбуждение электромагнитных волн. – М.: Радиотехника, 1989. – 423 с.
4. Материали 8-ї Міжнародної кримської конференції „СВЧ техніка і телекомунікаційні техніки”. – Україна, – Из-во СГТУ, 1998. – 819 с.
5. Ломан В.И., Ильинов М.Д. Микрополосковые антенные устройства. – М.: Зарубежная радиоэлектроника – № 10, 1981. – С. 99 – 115.
6. Цибизов К.Н., Ильинов М.Д. Микрополосковые антенны. – К: Общество „Знание”, 1980. – 28 с.

СМУГА ОПТИМАЛЬНИХ РОБОЧИХ ЧАСТОТ ДЕКАМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ В НЕЧІТКО- ЛОГІЧНОМУ ТРАКТУВАННІ

*к.т.н., професор Міночкін А.І., к.т.н. Козубцов І.М.
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»
01011 Україна м. Київ, вул. Московська 45/1
kozubtsov@mail.ru*

Особливість поширення декаметрових (ДКМ) радіохвиль накладає вимоги до вибору частоти для радіомовлення з множини значень оптимальних робочих частот (ОРЧ) [1]. Множина ОРЧ залежить від зміни критичної частоти, тобто від кута відбивання хвилі від шарів іоносфери та рівня порогової чутливості приймача. Множина ОРЧ лежить в області $f_{\text{НЗЧ}} \leq f_{\text{ОРЧ}} \leq f_{\text{МЗЧ}}$ і обмежується зверху максимально застосовною частотою (МЗЧ), а знизу – найменш застосовною частотою (НЗЧ), на якій виконується умова забезпечення радіозв'язку із заданим мінімально необхідним перевищенням сигналу над завадами. Об'єктивну оцінку

придатності для радіозв'язку множини ОРЧ може дати результат активного зондування іоносфери. Система активного зондування не задовольняє умовам розвід захищеності, а тому накладає обмеження на його застосування [2] внаслідок електромагнітного випромінювання ЛЧМ-сигналу. Для виконання умови розвід захищеності в [3] аналітично обґрунтовано можливість використовувати методи технічного аналізу для прогнозування ОРЧ та застосування спрощеного радіопрогнозу ОРЧ для систем фіксованого радіозв'язку. Кожного разу при виборі частот ДКМ діапазону оператор змушений вирішувати це актуальне питання.

Теоретичний аналіз. Для опису множини ОРЧ застосуємо математичний апарат, що ґрунтується на математичній теорії нечітких множин і нечіткій логіці. Розглянемо нечітке поняття 'ОРЧ'.

Як відомо [1], радіозв'язок в ДКМ діапазоні відповідно до закономірностей їх поглинання і відбивання в іоносфері може здійснюватися в діапазоні робочих частот (РЧ) між НЗЧ і МЗЧ тобто: $f_{\text{НЗЧ}} \leq f_{\text{ОРЧ}} \leq f_{\text{МЗЧ}}$. Визначення ОРЧ традиційно здійснюється з умови відбивання хвилі, $f_{\text{ОРЧ}} = 0,85 f_{\text{МЗЧ}}$ і не враховує закономірності зростання розсіяння хвилі і збільшення глибини швидких завмирань у міру наближення РЧ (f) і МЗЧ ($f_{\text{МЗЧ}}$). Умовою радіозв'язку в ДКМ діапазоні є відбиваюча здатність іоносферного шару, так і перевищення поля сигналу (E_C) над полем перешкод ($E_{\text{П}}$) в порівнянні з мінімально необхідним $E_C/E_{\text{П}} \geq K_{\text{Н}}$.

Для опису нечітких множин застосовують поняття нечітких і лінгвістичних змінних. Нечітка змінна описується набором (N, X, A) , де N – це назва змінної, X – універсальна множина (область міркувань), A – нечітка множина на X . Значеннями лінгвістичної змінної можуть бути нечіткі змінні, тобто лінгвістична змінна знаходиться на більш високому рівні, ніж нечітка змінна.

Характеристикою нечіткої множини виступає функція належності [4]. Позначимо через $\text{MFc}(x)$ – ступінь належності до нечіткої безлічі C , що є узагальненням поняття характеристичної функції звичайної множини. Тоді нечіткою множиною C буде безліч впорядкованих пар виду $C = \{\text{MFc}(x) / x\}$, $\text{MFc}(x) [0,1]$. Значення $\text{MFc}(x) = 0$ означає відсутність приналежності до множини, 1 – повну приналежність.

Сформуємо базову терм-множину, що складатиметься з трьох нечітких змінних: 'НЗЧ', 'ОРЧ', 'МЗЧ' і задамо область міркувань у вигляді $X = [3; 30]$ (одиниць МГц).

Існує понад десяток типових форм кривих для задання функцій приналежності. Аналізуючи трапецеїдну функцію приналежності, можна зробити логічний висновок: вона придатна для вирішення поставленої задачі. Для задання трапецеїдної функції приналежності необхідна

четвірка чисел (a, b, c, d):

$$MF(x) = \exp \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ 1 - \frac{x-c}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 0, & \text{в решті випадках} \end{cases}$$

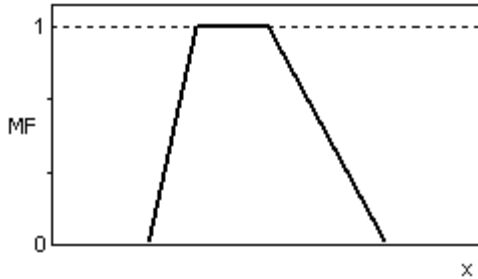


Рис. 1. Трапецеїдна функція приналежності

Сукупність функцій приналежності для кожного терма з базовою терм-множиною T зазвичай зображаються разом на одному графіку. На рис. 2 наведений опис лінгвістичної змінної 'ОРЧ'.

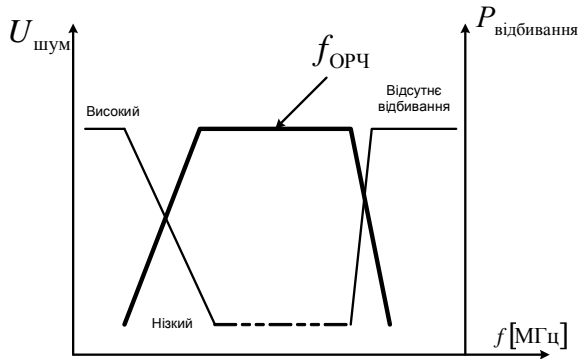


Рис. 2. Опис лінгвістичною змінною 'ОРЧ'.

Результати та їх обговорення. Трапецеїдна функція приналежності придатна для опису множини ОРЧ. Аналізуючи крутизну нахилу трапецеїдної функції приналежності, можна зробити висновок про її придатність. Трапецеїдна форма дозволяє змінювати кут нахилу (збільшувати) однієї з бічних сторін і відповідно зменшувати другу; у трапеції є верхня основа, що нагадує невизначену ширину значень ОРЧ. Смугу ОРЧ представлено у трактуванні нечіткої логіки. Процес вибору

робочих частот ДКМ діапазону для радіозасобів є нечітка логіка і в конкретному випадку залежить від оператора.

ЛІТЕРАТУРА

1. Головин О.В. Декаметровая связь. – М.: Радио и связь, 1990. – 240 с.
2. Козубцов И.Н., Миночкин А.И., Кокотов О.В. Аналитическое обоснование возможного использования методов технического анализа для прогнозирования оптимальных рабочих частот коротковолновой радиосвязи // МНТК «Информационные системы и технологии (ИСТ-2008)» (18 апреля 2008 г). – Н.Новгород, 2008. – 92 – 94 с.
3. Козубцов И.М. Доцільність застосування спрощеного радіопрогнозу оптимальних робочих частот декаметрового діапазону для систем фіксованого радіозв'язку //Сучасні проблеми радіотехніки та телекомунікацій «РТ - 2008»: Матеріали 4-ої ММНТК, 21 – 25 квітня 2008 р. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2008. – С. 300.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 250 с.

СПОСІБ КАВІТАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ ТА ЗНЕЗАРУЖУВАННЯ ВОДИ У ВІБРАЦІЙНОМУ ОБЛАДНАННІ

Сілін Р.І., Гордєєв А.І.

Хмельницький національний університет, Україна

На даний час для знезаражування стоків використовується рідкий хлор, озон й ультрафіолет. Як правило, для цього необхідні проміжні контактні резервуари великої місткості, щоб забезпечити тривалість контакту не менше ніж 0,5 години.

Знезаражуюча дія кавітації заснована на ефектах, які виникають у турбулентних потоках рідини. Так при гідродинамічних коливаннях рідини виникають і зникають кавітаційні пухирці, при цьому стимулюються фазові переходи, підвищуються локальні температури й тиск. Крім того, у моменти утворення й зникнення кавітаційних пухирців у газонаповненій порожнині створюються умови для появи електричних зарядів, електричних і магнітних полів. У такий спосіб рідина, оброблювана кавітацією, піддається термобаричній й електромагнітній дії.

Особливістю кавітаційного методу полягає в тому, що високий ступінь знезаражування води від яєць і личинок паразитів досягається за рахунок їхнього механічного розриву ударними хвилями. Для руйнування

бактерій і вірусів термобаричний вплив підсилюється локальною електромагнітною дією, коли наведені електричні потенціали пробивають їхні мембрани й оболонки.

Відомо спосіб й устаткування у вигляді кавітаційних реакторів [1] у яких при протіканні рідини в місці зменшення перетину потоку виникає кавітаційний плин. Однак ефективність такого процесу незначна тому, що кавітаційна реакція виникає в невеликому об'ємі рідини й однократно.

Відомі способи очищення стічної води, в основу яких, покладене насичення повітрям [2] або барботування природним газом [3]. Прототипом прийнятий спосіб очищення стічної води [4].

Згідно способу стічні води піддаються періодичної аерації, перемішуванню, відстоюванню стічної води й видаленням надлишків мулу й очищеної води із циркуляцією їх між реакторами другим, третім і першим ступенем очищення.

Недоліком таких рішень є то, що необхідно використати додаткові пристрої для подачі повітря й перемішування рідини. Це ускладнює спосіб очищення і не дозволяє робити знезаражування. Однократне проходження кавітаційної зони дає низьку швидкість процесу. Недоліком також є значна витрата газової фази, тому що в барботері одержують пухирці розмірами від 2 мм до 5 мм.

В основу рішення, поставленого завдання, у відомому способі очищення стічних вод, шляхом введенням додаткових технологічних операцій, створено більш ефективний спосіб прискореного очищення й одночасного знезаражування стічних вод й осадів комунальних і промислових підприємств, тваринницьких комплексів шляхом одночасного багаторазового впливу гідрокавітації й порціонного насичення рідини дрібними пухирцями повітря.

Періодичні зміни тиску в зоні кавітації дозволяють, шляхом створення ударних хвиль, механічно розривати оболонки яєць і личинок паразитів. Також, для біологічного очищення, одночасна порціонна подача повітря в рідину в зоні кавітації у вигляді газових пухирців розмірами від 0,2 мм до 0,4 мм підвищує швидкість окислювання біологічних часток.

На кресленні (Рис. 1) наведена технологічна схема, що ілюструє процес очищення й знезаражування стічних вод.

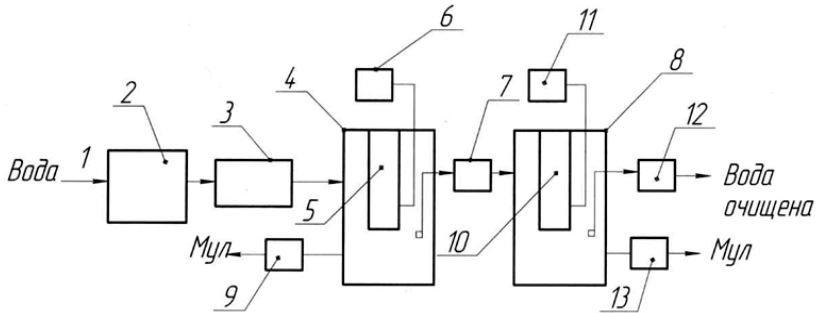


Рис.1 – Технологічна схема обладнання очищення й знезаражування стічних вод

Реалізація способу передбачає проведення процесу в три етапи: механічне очищення, попереднє очищення й знезаражування, остаточне очищення й знезаражування.

Стічні води 1 накопичуються в прийомній ємкості 2 і надходять на очисні фільтри 3, де їх очищають від великогабаритних нечистот. Після механічного очищення стічні води попадають у ємкість 4, де реалізують технологічну операцію попереднього очищення й знезаражування. Технологічну операцію здійснюють за допомогою вібраційного струминного кавітатора 5, що з'єднаний з повітряним дроселем 6. Після обробки вода відстоюється й перекачується насосом 7 у ємкість 8, а мул відкачується насосом 9 на просушку. Далі проводиться повторне заповнення ємкості 4 стічною водою й проводиться її обробка. Вода в ємкості 8 піддається остаточній обробці за допомогою вібраційного струминного кавітатора 10, з'єднаного з повітряним дроселем 11. Після обробки й відстою вода відкачується насосом 12, а залишки мулу відкачуються насосом 13 на просушку.

Кавітатори 5, 10 передбачають створення процесу гідродинамічної кавітації при циклічному зворотно-поступальному проходженні рідини через отвір певної довжини з гострими краями на вході й виході. Отвори сформовані на поршні, поміщеному в трубі із закритим торцем. У нижній частині труби підведена трубка, з'єднана з повітряним дроселем. При заповненні ємності рідиною через отвори в трубі вона попадає на поршень і протікає через отвори в ньому до дна труби. Після включення вібраційного привода при ході поршня вниз рідина виштовхується через отвори нагору, у вигляді затоплених струменів, при ході поршня нагору створюється розрідження, і напрямок струменя рідини міняється вниз, одночасно через дросель і трубку втягується порція повітря, регульована дроселем, що дробиться на дрібні пухирці. При певних співвідношеннях розмірів поршня й отворів, а також

режимів коливального процесу виникає гідрокавітація. Багаторазове проходження рідини через зону обробки, насичення киснем повітря, приводить до інтенсивного дробленні мулових осади, їхньому окислюванню, а також одночасному незаражуванню рідини.

Дослідження [5], проведені на експериментальній установці, показали, що після остаточної обробки стічних вод, знизилася біологічна потреба в кисні у 2,2 рази й підвищилася окисна здатність води на 70%, а незаражування води показало на зразках зниження кількості колоній від 63 шт. до 3 шт.

Література:

1. Голиш Л.В. *Отрывные и кавитационные течения* / Л.В. Голиш, Г.Ю. Степанюк // – М.: Наука, 1990. – 354 с.
2. Пат. України UA №50574, МПК І302F3/02,3/12,3/00,9/14 Опубл. 15.04.2005 р. у Бюл. №4.
3. Пат. України UA №28220, МПК І302 F9/00 Опубл. 16.10.2000 р. у Бюл. №5
4. Пат. України UA №32029 Спосіб очищення стічної води. МПК І302F 3/0, 302F 9/14, 302F 11/02. Опубл. 25.04.2008 р. у Бюл. №8
5. Вивчення механізму вібраційної гідрокавітації та її вплив на склад води / А.І. Гордєєв, І.І. Сорока, В.В. Третько, О.О. Нікітін. // Вісник ТУП. Технічні науки. – 2003. – № 4, Ч.2. – С. 269– 273.

DEVELOPMENT AND INVESTIGATION OF ELECTORRHEOLOGICAL CLUTCH

*E. Dragašius, S. Navickaitė, V. Rugaitytė
Kaunas University of Technology, Lithuania*

Introduction

Clutches are devices earmarked to couple together two shafts or other rotating machine elements and to transmit torque. Clutches are classified by design, purpose and working conditions. ER clutches are classed as controlled clutches [1 – 4].

The torque transmitted by the clutch can be controlled. Working principle of these devises is reasoned by rheological effect of ER fluids.

1. Design and working principle of the developed ER clutch

There is a gap between a corps 1 and driven shaft 4 (Fig.1). They act as electrodes. In the gap between electrodes is ER fluid 3. Seeking to solve sealing problem in device, there are used sealed roller bearings 2. Electrodes

are isolated using tekstolite hubs 7. Gasket 5, cover 6 and screws 8 to make ER clutch stiff are used.

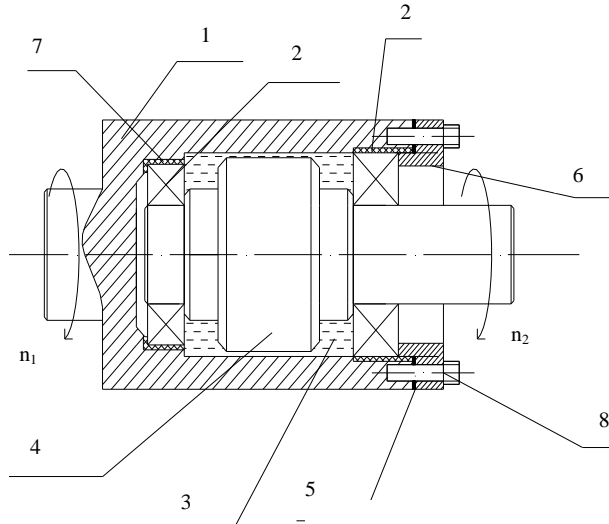


Fig. 1 Design of developed ER clutch

Working principle of ER clutch is reasoned by rheological effect of ER fluid. The particles in the fluid are moving together with the flowing fluid if electric field between electrodes is not created. In this case the torque is not transmitted through the clutch. Torque transmission begins when ER fluid is induced by electric field. Electric field is created between electrodes of ER clutch. The particles in ER fluid stick chains and because of this reason velocity of ER fluid is changed [1, 2, 4].

Torque transmission through ER clutch depends on the velocity of ER fluid and it is proportional to the strength of electric field.

2. Calculations of ER clutch

To find output torque T_2 we use power balance equation for all system (1).

$$0,01 \cdot T_1 \cdot \omega + 0,99 \cdot P_3 \cdot K = T_2 \cdot \omega \quad (1)$$

Where: ω – angular velocity; P_3 – incoming electrical power of ER clutch; K – electromechanical constant. It depends on concentration of polarized particles in ER fluid [2].

Incoming electrical power P_3 [2]:

$$P_3 = 2\pi \cdot lEJ ; \quad (2)$$

where E – electric field, kV/mm; J – density of current, $\mu A/mm^2$; l – length of electrodes, mm.

In the calculations, density of current is known from characteristics of ER fluid. So torque of outgoing shaft T_2 can be found [2]:

$$T_2 = \frac{0,01 \cdot T_1 + 2\pi \cdot r_1^2 lEJK}{\omega} \quad (3)$$

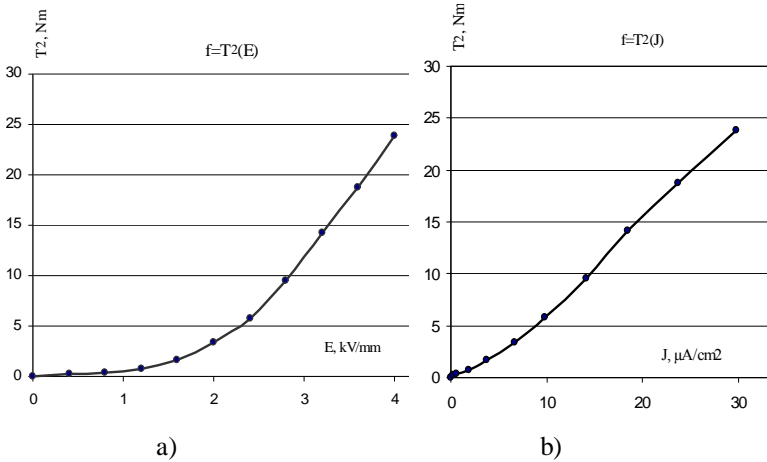


Fig. 2 a) Output torque versus active electric field, b) Output torque versus current density

The results of calculations are shown in table and illustrated in the graphs (Fig. 2 a) and b))

Conclusions

After analysis of literature and patents we have developed new design ER clutch. Looking forward to advantages, disadvantages and calculations we can make conclusion, that the investigated ER clutch can be used in all mechanisms that require high action speed and accountability. After calculations we can see, how the device works and what voltage is necessary to the necessary outgoing torque. From the graphs we can see that with increased voltage and current density, output torque is increasing also.

References

1. **Conrad, H.** Properties and design of electrorheological suspensions, MRS Bulletin, Vol. 23, No. 8, August 1998 m.

2. **Tan, K. P., Stanway, R. Bullough, W. A.** Shear mode ER transfer function for robotic applications, University of Sheffield, UK, 2005.
3. <http://free.patentfetcher.com/>, watched 2008 03 20
4. **Abu-Jdauil B., Brunn O. P.** Effect of Electrode Morphology on the Behaviour of Electrorheological Fluids in Torsional Flow.
5. **Bansevičius R. P., Toločka R. T., Varnavičius V.** Dynamics of array manipulator drive based on electrorheological fluid application // Mechanika. - ISSN 1392-1207. - 2003, nr. 5(43), p. 35-38.

E. Dragašius, S. Navickaitė, V. Rugaitytė

DEVELOPMENT AND INVESTIGATION OF ELECTORHEOLOGICAL CLUTCH

S u m m a r y

Electrorheological (ER) clutches are used to control torque transmitted through these devices. We have created a new design ER clutch and solved sealing problem of the device using sealed roller bearings. We have explained working principle of the developed ER clutch. The results of calculations are illustrated graphically.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

SYSTEM-IN-PACKAGE YIELD INCREASING BY INFRASTRUCTURE-IP IMPLEMENTATION

Vladimir Hahanov

*Computer Engineering Faculty, Kharkov National University of Radioelectronics,
Lenin Ave. 14, Kharkov, Ukraine, 61166,*

phone: (057) 70-21-421, (057) 70-21-326 E-mail: hahanov@kture.kharkov.ua;

Wajeb Gharibi

Kingdom of Saudi Arabia, Jazan University, gharibiw2002@yahoo.com;

Eugenia Litvinova

*Computer Engineering Faculty, Kharkov National University of Radioelectronics,
Lenin Ave. 14, Kharkov, Ukraine, 61166,*

phone: (057) 70-21-326 E-mail: kiu@kture.kharkov.ua;

Olesya Guz

Road Transport Faculty, Donetsk Institute of Road Transport Donetsk, Ukraine

kiu@kture.kharkov.ua

At present there are many scientific publications, which cover SoC/SiP testing, diagnosis and repair problems. The testing and repair problem

for the digital system logic components has a special place, because repair of faulty logic blocks is technologically complicated problem. Existing solutions, which are proposed in published works, can be divided on the following groups: 1. Duplication of logic elements or chip regions to double hardware realization of functionality. When faulty element is detected switching to faultless component by means of a multiplexer is carried out. The FPGA models, proposed by Xilinx, can be applied for repair of Altera FPGA components. At repair the main unit of measure is row or column. 2. Application of genetic algorithms for diagnosis and repair on basis of off-line FPGA reconfiguration not using external control devices. The fault diagnosis reliability is 99%, repair time is 36 msec instead of 660 sec, required for standard configuration of a project. 3. Time-critical FPGA repairing by means of replacement of local CLBs by redundant spares is proposed in. In critically important applications the acceptable integration level for CLB replacement is about 1000 logic blocks.

The research objective is development of repair technology for reused and new logic of real time SoC & SiP on basis of use redundant chip area.

Problems: 1) Analysis of SiP design-manufacturing features. 2) Analysis of test, diagnosis and repair methods for SiP components. 3) Analysis of diagnosis technologies for SiP logic on basis of FPGA (Field Programmable Gate Array). 4) Development of an algebra-logical repair method for logic blocks of a digital system on basis of FPGA. 5) Development of a method for logic blocks matrix traversal to cover FPGA faulty components by spare tiles. 6) Analysis of practical results and future research.

FPGA are widely used for rapid prototyping to decrease the cost of complex digital systems designing. Modular FPGA architecture allows carrying out of remote reprogramming to replace faulty CLBs by faultless spares. This feature enables to increase fault tolerance of hardware applications. It is important for systems, which function in critical environment, such as space, harmful environment. Manufactured FPGAs can be tested completely until their programming. Due to special tools on-line FPGA and component testing is carried out after implementation of given functionality on-chip.

Constant and transient failures can be detected by means of embedded test techniques. Use of some FPGA blocks as spares enables to replace a faulty area where a constant fault is detected. Replacement is realized by means of chip reprogramming at changeless functionality. Reconfiguration algorithm depends on chip kind. Partial reconfiguration enables to decrease the mean time to repair and the bitstream length that is used for FPGA reconfiguration. To choose the effective strategy of spare allocation a chip interconnection structure is of great importance.

FPGA is a matrix of configurable logic blocks (CLBs), every of which is hardware realization from 2 up to 8 4-input look-up tables (LUTs). LUT is connected to flip-flop through routing resources, programmable switch matrix (PSM). To provide FPGA fault tolerance and reliability the sparing of functional CLBs is realized by means of a priori forming of a spare CLB subset, power of which depends on chip interconnections, influencing on repair of FPGA blocks.

The interesting solution of the diagnosis problem can be obtained by application the Boolean algebra to analysis the fault detection table (FDT) M that is the Cartesian product of the test T on the specified fault set F . The output response vector (ORV) V that is equal to the length of distinguishable test segments enables to reduce the fault location procedure to the coverage problem and to obtain the most exact result in the form of DNF, where every term is a possible variant of SiP fault subset or combination. The diagnosis model is represented below:

$$A = \langle T, F, M, V \rangle, T = (T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_n); F = (F_1, F_2, \dots, F_j, \dots, F_m);$$

$$M = |M_{ij}|, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; V = (V_1, V_2, \dots, V_i, \dots, V_n); V_i = R(T_i) \oplus R^*(T_i); \{V_i, T_i, M_{ij}, F_j\} \in \{0, 1\}.$$

The value of the vector V coordinate is the result of Xor operation on a generalized model and the actual response of device outputs. Even if "1" value of the vector V fixed on one device output by i -th test segment, the generalized output state is equal to 1. Otherwise the vector V coordinate is equal to 0.

Diagnosis problem solution comes to the fault detection table analysis that is ensued from fault simulation of SiP components by means of subsequent forming of logical product of disjunctions (CNF), written by unit values of the output response vector:

$$F = \bigwedge_{\forall V_i=1} \left(\bigvee_{j=\overline{1, m}} F_j \right).$$

The conjunctive normal form, derived from the fault detection table, is transformed to the disjunctive normal form (DNF) by means of equivalent transformations (conjunction, minimization and absorption). Therefore we have the Boolean function, where terms are the logical products, which represent full solution set in the fault combination form (they give the binary coordinates of the output response vector V at SiP outputs or its components):

$$F = \bigwedge_{\forall V_i=1} \left(\bigvee_{j=\overline{1, m}} F_j \right) = \left[\begin{array}{l} a \vee ab = b \\ a \vee a = a \end{array} \right] = \bigvee_{i=1}^{2^m} \left(\bigwedge_{j=1}^m k_j F_j \right), k_j = \{0, 1\}. \quad (1)$$

In general case function (1) forms a diagnosis in the form of some fault combination subset, which need refinement further by means of application an additional probing of internal points by boundary scan register. A number of “1” in the output response vector V forms quantity of CNF disjunctive terms (1) Every term is line-by-line writing of faults (by logic operation OR), which influence on functional outputs. Table representation in the analytical form (conjunctive normal form) makes possible to reduce the volume of diagnostic information for fault location essentially. Subsequent transformation of CNF to DNF on the basis of the Boolean algebra identities enables to reduce the Boolean function.

The proposed algebra-logical and vector-logical diagnosis methods give the mathematical apparatus to a specialist in the field of SoC design and testing. It enables to diagnose of faulty components if there is preliminary constructed fault detection table. At that vector solutions, efficiently obtained by second method, can be represented by all possible fault combinations in the form of DNF terms that is typical of the first method. Second method is efficient if a number of 1-value in FDT is greater then 10-20%.

SOC DESIGN QUALITY INCREASING BY USING ASSERTION ENGINE

*Vladimir Hahanov, Irina Hahanova, Eugenia Litvinova, Ngene Christopher Umerah, Tiecoura Yves, Computer Engineering Faculty, Kharkov National University of Radioelectronics, Lenin Ave. 14, Kharkov, Ukraine, 61166, phone: (057) 70-21-421, (057) 70-21-326
E-mail: hahanov@kture.kharkov.ua; kiu@kture.kharkov.ua*

The novel testing and verification technology for system HDL models allows searching for errors in the HDL-code with a given thoroughness for an acceptable time by means of the introduction assertion redundancy to the critical points of the software model, which are defined by the synthesized logic functions of the testability. The controllability and observability criteria, used in hardware design and test, are applied to estimate the quality of software code in order to improve it and effective diagnose semantic errors.

The objective is improvement of the testing and verification technology for digital systems to diagnose and correct of errors for HDL-models by sharing of the assertion engine and testable design technologies.

The research tasks: 1. Design verification and testing environment for system HDL-model on the basis of assertions. 2. Development of testability evaluation metrics on the basis of new logic testability function. 3. Application of a technological assertion model to verify an IP-core filter on the basis of

discrete cosine transform. 4. Practical results and directions for further research.

The verification model can be represented as a generalized equation for fault detection $T \oplus S = L$ at the system level or more detail in the components:

$$(T, F) \oplus (S, A) = L_s. \quad \text{Here}$$

T, F are test patterns and functional coverage of the reference model with expected responses; S, A are testable HDL-model and assertion engine for the verification and exact diagnosis of errors in software code. Hardware testing is based on utilize the analytic expression $(T) \oplus (S, B) = L_h$, where B is the boundary scan register defined by the IEEE 1500 standard and used as a complement of the model to obtain the desired diagnosis thoroughness. At that L_s, L_h are lists of errors and faults, obtained on the stages of design verification and product testing. Verification and testing strategies have different models of technology application, focused to reduction of time-to-market. The iterative verification process seeks to correct the errors of system level HDL-model, obtained from the project specification (Fig. 1). The end result is a netlist or debugged HDL-model of register level. Taking into account the definitions and explanations model of the environment or macroprocess of verification for software stage of a project is focused to reduce the time of product creation and increase the yield for the use of code redundancy in the form of assertion engine and use testbench in conjunction with the metrics for determining the quality of the test or the functional completeness. Assertion engine is model redundancy, complementary testbench to verify the time internal design status, represented by input-output assertions and designed to accelerate the testing, verification, diagnosis and correction of design errors in the system code. Assertions can be generated not only by specification, but also by HDL-model, removing the unnecessary construction, and the rest need to be modified to the assertion form. At the same time there is the probability of software error recurrence in an assertion, which will not be identified in the simulation. The analytical model of the verification infrastructure is represented by the following expressions (P– design specification, S– soft-model, A– assertion model, T– Testbench, F– functional bin, D – module for error diagnosis and C – conditions for error diagnosis):

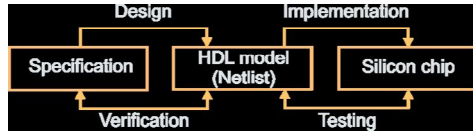


Figure. 1. Strategy of project designing

$$\begin{aligned}
& M = \{P, S, A, T, F, d, C\}, 1) S = f_1(P) = |S_{ij}|; \quad 2) F = f_2(P, S) = \{F_1, F_2, \dots, F_1, \dots, F_n\}; \\
& 3) T = f_3(P, S, F) = \{T_1, T_2, \dots, T_1, \dots, T_n\}; \quad 4) A = f_4(P, S, F, T) = |A_{ij}|; \quad (1) \\
& 5) D = f_5(P, S, F, T, A) = |L_{ij}| \in \{L_s, L_h\}; \quad 6) C = [\bigcup_{i=1}^n F_i \in F = P] \wedge [\bigcup_{i=1}^n T_i \in T = F]; \\
& 7) L_s = (T, F) \oplus (S, A); \quad 8) L_h = (T) \oplus (S, B).
\end{aligned}$$

Here, the expression 6 defines the conditions of test confidence for functional bin concerning the specification. Line 7 defines the function of determination the design errors in the transition from the system level to register one, using all attributes of verification infrastructure. The function 8 regulates the detection of faults in operation stage of digital system-on-a-chip. The assertion redundancy is a function of critical points of HDL-model, the maximum number of which may be equal to the number of time frames for functional components identified by the specification.

A priori, the coordinates of the assertion vector are assigned the value X. Then the critical coordinates are identified, a number of which would be sufficient to carry out a verification experiment in the search for faulty software blocks with specified diagnosis thoroughness. These coordinates are identified by the unities. In the process of simulation vector coordinates are modified to reduce the unities. Each coordinate of the vector A is in compliance with a list of all nodes- ancestors of software transaction graph. The reachability matrix of a transaction graph or lists of nodes- ancestors correspond to the vector coordinates.

For the actual binary state the elements of the vector A unconditional diagnosis procedure is performed for the list L to diagnose faulty software blocks d (A), defined by the following expressions:

$$\left\{ \begin{aligned}
L_s(A) &= \left(\bigcap A_i \right) \setminus \left(\bigcup A_i \right); \\
&\quad \forall i(A_i = 1) \quad \forall i(A_i = 0) \\
L_m(A) &= \left(\bigcup A_i \right) \setminus \left(\bigcap A_i \right). \\
&\quad \forall i(A_i = 1) \quad \forall i(A_i = 0)
\end{aligned} \right. \quad (2)$$

The system of equations is to search for single and multiple errors by using the assertion state vector. The length of assertion vector is equal to the number of nodes in a graph or the number of program blocks in the functional-logical structure of HDL-code.

Substantial redundancy of the HDL-model assumes its efficient use in order to improve testability of structure for designed code.

Conclusion

1. An universal model of software component in the form of transaction graph, which can be used to solve the problems of testability analysis in order to obtain the required diagnosis granularity for HDL-code is presented.
2. The logic testability functions for HDL-models on the basis of transaction graph are proposed in order to determine the testability estimates (controllability and observability) for software components and HDL-design as a whole.
3. Examples and testability curves (controllability and observability) for software models represented by transaction graphs are made.
4. The practical significance of the proposed methods and models is the market appeal and high interest from the technology companies to the innovation solutions of the effective testing and verification of hardware and software components for system-level design in order to reduce time-to-market and raise yield.
5. Further research will be focused on the development of standard interfaces for integration of models, methods and software in the technological design flows of digital systems on chips.

SOC FAULTY CELLS EMBEDDED REPAIR BY USING COVERAGE METHOD

*Hahanov V., Zakharchenko O., Chumachenko S., Litvinova Y.
Computer Engineering Faculty, Kharkov National University of Radioelectronics,
Ukraine, 61166, Kharkov, Lenine Ave, 14, of. 321, tel/fax: (8-057)-70-21-326,
e-mail: ri@kture.kharkov.ua*

Abstract – The quasi-optimal method for the minimum coverage of faulty blocks by spares when repairing the logic part of digital system-on-chip is proposed. The general provisions and rules of coverage for the matrix of configurable logic blocks (CLB) with faulty cells are considered. Coverage criteria for faulty cells are developed. Examples of the algorithm implementation are made. Key words – digital systems-on-chips, faulty blocks, coverage, spares, memory, logic, quasi-optimal coverage method.

I. Introduction. Digital systems-on-chips, containing up to 16 types of various components (processor, memory, logic, buses, dedicated computers), which can be divided into 2 subsets: the memory (90%) and logic (10%). At that faults, detected in memory, are repaired successfully by the on-chip facilities of the leading companies (Virage Logic, Intel) [1-3]. But almost 10%

of logic is unamenable to regular solutions in the on-chip repair. Today, the world's biggest problem in the market of electronic technology is repairing the logic part of digital system-on-chip. All market-based ideas will be implemented in the chip with a dedicated functionality. So, infrastructure IP creation in a chip is important problem, because it is capable to realize the embedded diagnosis and repairing, which will significantly improve the yield and extend the life cycle of digital product. Therefore, any new solution in this area might be interesting for the market of electronic technology, which determines the urgency of the proposed technology for quasi-optimal faulty blocks coverage by spare components.

The purpose of the paper - the development of technology for the optimal faulty blocks coverage by spares when repairing the logic of digital system-on-chip. Research tasks are: 1) The development of generalities and rules to cover the matrix of configurable logic blocks with faulty cells. 2) The development of coverage criteria for faulty cells. 3) Flowcharting for the bypassing the matrix of configurable logic blocks to obtain coverage. 4) Flowchart examples.

II. Method of coverage. A matrix of configurable logic blocks with marked faulty cells is considered. In detecting the faulty cell its coverage is carried out. Covering element is a block of 9 cells, which form a square of size 3×3 . Coverage of the faulty cell a_{ij} , which is regarded as a base, can be performed by 9 ways. Coverage constrains for the faulty cell. If a faulty cell is located in first/last two rows/columns, obviously, the number of ways to cover for it is limited to the alternate solutions. When choosing a covering element the square with the largest weight is preferred. Weight is determined by the number of faulty cells, which are in the covering square.

Row-wise matrix traversal. In implementing the coverage algorithm the traversal of a matrix by rows is performed starting from the first one in order from left to right. Then a jump to the second row and traversal of the matrix elements in reverse order are carried out. Thus, the matrix rows with odd numbers are always traversed from the left to right, then jump to the bottom row with an even number and traversal in the reverse order from the right to left are performed. For the faulty cell, found in a row, the covering square with maximum weight is chosen. After that, traversal of a row to choose the coverage squares for the rest faulty cells is continued. When traversing the next row a part of faulty cells is already covered, so it is necessary to choose the covering squares for uncovered faulty cells. At that earlier obtained coverage limits the choice of covering squares for the rest faulty cells that reduces their number in each case and reduces the search time. In the case where there are several ways to cover the faulty cells by squares with the same maximum weight, any of them is chosen. If there is a situation where it is impossible to

cover the faulty cell, it should be back to the previous faulty one to change its coverage on a square with smaller weight. When searching a new coverage a square with less weight is preferred if it covers two neighboring cells (located on the diagonal or side by side in a row/column) and it is adjacent to the left/right side (when traversing from left to right or right to left respectively) in order to retain a larger number of free cells on the right/left, respectively, for other coverage. In other words, a covering square is moved in the direction already seen to this time rows/columns.

Columnwise matrix traversal. Along with traversing by rows the pass of the matrix from top to bottom followed by jump to the right of the neighboring column and then up can be used. In this case the odd-numbered columns are traversed from top to bottom, but even – from left to right. At that coverage is selected similarly to previous one, as well as subject to the shift of covering square to the side of traversed cells.

Example 1. Consider a matrix of configurable logic blocks with marked faulty cells presented in Fig. 1. According to the algorithm, the traversal of a matrix is performed by rows. For any faulty element the maximum weight of its neighborhood is determined and grouping of cells in clusters is performed subject to the above rules. As a result, the coverage consisting of 11 squares is obtained, at that 6 squares have the weight 2 and 5 ones have the weight 1. The coverage of 10 squares, from which 7 squares have weight 2 and 3 ones – weight 1 is obtained at row-wise matrix traversal (Fig. 2).

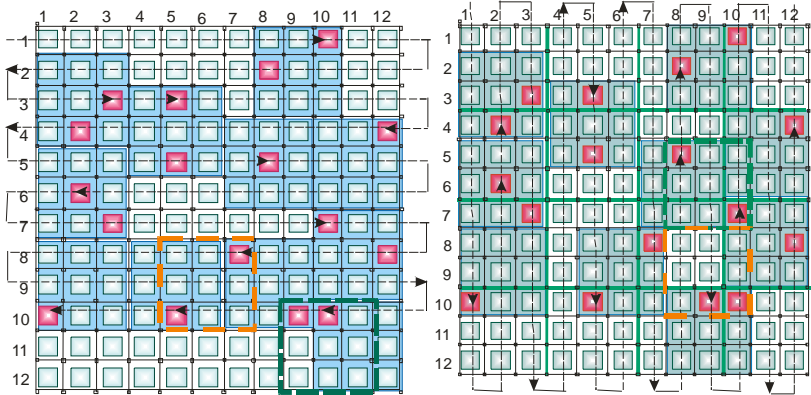


Figure 1. Choice of coverage at row-wise traversal

Figure 2. Optimal coverage for a matrix of configurable logic blocks

Thus, quasi-optimal coverage was obtained at traversing the matrix by rows and optimal one – by columns. As it will be shown below, the traversal of a matrix by rows almost always gives optimal coverage.

III. Conclusion. Quasi-optimal coverage method for the addressable faulty cells of digital systems-on-chips by spares is developed. It enables to increase yield of FPGA. Existing analogs are typically focused on optimizing the placement of components in 3D or 2D space. The difference of the proposed method is coverage optimization for faulty cells by spares. Therefore, the objective function is minimization of the number of spares, which completely cover all faulty addressable cells of the chip. Formulation of the proposed method is original. Practical significance of the proposed method is the possibility of applying the method to on-chip repair components of digital systems-on-chips, including the addressable memory cells or addressable logic blocks. In general, this method can be applied for repairing any addressable components, located in the plane.

References:

[1] “Memory Repair Primer – A guide to understanding embedded memory Repair options and issues”, *Logic Vision*, 2007.

[2] Zorian Y., Shoukourian S., “Embedded-Memory Test and Repair: Infrastructure IP for SoC Yield”, *IEEE Design and Test of Computers*, 2003, P. 58–66.

[3] Huang R., Chen Ch., Wu Ch., “Economic Aspects of Memory Built-in Self-Repair”, *IEEE Design & Test*. 2007. P. 164–172.

ВЕРИФІКАЦІЯ ЯК ГАРАНТ ЯКОСТІ, НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ

Губа Антон Андрійович, Зусь Іван Юрійович

*КНУ імені Тараса Шевченка, факультет кібернетики, м.Київ, вул.Глушкова,2,
+38 093 580 96 04, +38 093 002 73 02, antonguba@ukr.net*

Актуальним завданням при створенні програмних комплексів є перевірка правильності функціонування. Із зростанням виробничих потреб зростає складність поведінки програм. При цьому вимоги, що пред'являються до якості, стають все більш критичними. Проте, із збільшенням складності систем збільшується вірогідність існування невиявлених помилок. Здебільшого, це відбувається із-за відсутності задовільного для промисловості рішення проблеми перевірки правильності як програмних систем, так і логічних схем обчислювальних пристроїв. Методи тестування не забезпечують вичерпного аналізу всіх можливих варіантів поведінки систем, тим самим, не можуть виявити всі випадки порушення властивостей, якими повинні володіти системи, що розробляються. Для систем з складною моделлю поведінки стає неможливим обходитися без автоматизації перевірки правильності.

Під системою розуміється декілька компонентів (об'єктів, агентів), що взаємодіють між собою і з навколишнім середовищем (оточення також може задаватися у вигляді окремого агента). Реактивна система – система, яка вчасно реагує на постійно змінні вхідні дані.

Реактивну систему і її оточення представляють, як правило, у вигляді паралельної системи, в якій всі компоненти системи і її оточення функціонують паралельно, взаємодіючи один з одним. Семантика реактивної системи в більшості випадків описується протоколами взаємодії і декларацією певних властивостей, яким повинна відповідати така система. Під властивістю розуміється безліч очікуваних поведінок, які повинні бути властиві реактивній системі. При цьому сама система представляється у вигляді графа станів, а її властивості записуються у вигляді формул відповідної темпоральної логіки. Підхід, що використовує методи темпоральної логіки і вживається для специфікації властивостей реактивних систем при рішенні задач моделювання і аналізу реальних систем, ґрунтується на припущенні про те, що як сама система, так і її оточення, моделюються як дискретні процеси. Елементами паралельної дискретної системи є процеси, що паралельно функціонують в часі. Вони можуть бути незалежними один від одного і конкурувати за загальні ресурси (асинхронні конкурентні системи), взаємодіяти між собою, виконуючи загальне завдання (кооперативні розподілені системи) і т.д.

В даній роботі ми розглянемо наступні класи вимог:

- повнота (completeness) – вимоги того, що описані всі можливі варіанти поведінки системи у заданий момент часу (на конкретному стані);
- безпека (safety) – гарантія того, що деяка властивість зберігається у всіх станах всіх обчислень системи;
- недетермінізм (nondeterminism) – декілька можливостей переходу з одного стану системи
- безвихідне становище (deadlock) – ситуація, коли немає жодного допустимого переходу.

Технологія VRS (Verification requirement system), за допомогою якої здійснювалась формалізація та верифікація реактивних систем, розглядає систему як композицію навколишнього середовища і агентів (об'єктів). БП описують поведінку кожного з агентів, їх взаємодію між собою та із середовищем. Кожен з агентів має стан та набір атрибутів, які описують його властивості.

Базовий протокол – вираз виду $x(\alpha \rightarrow \langle u \rangle \beta)$, де x – список (типізованих) параметрів, α і β – формули базової логічної мови, у

– процес протокола(кінцева поведінка композиції декількох агентів та середовища MSC діаграм).

Формула α називається передумовою, а формула β – постумовою базового протокола. Базовий протокол може розглядатися як формула темпоральної логіки, яка виражає той факт, що якщо стан системи має розмітку, яка задовольняє умову α , то процес u може бути ініційований, і після його завершення стан системи буде задовольняти умові β .

Модулі системи VRS забезпечують перевірку досяжності властивостей, виявляють дедлоки, недетермінізм, порушення властивостей безпеки, недосяжні вимоги, використання неініціалізованих атрибутів та вихід значень атрибутів за допущені норми на основі конкретних та абстрактних моделей формальних специфікацій вимог в термінах BPS. Вище сказані проблеми вирішуються генерацією трас, які досягаються з початкового стану моделі. Згенеровані траси можуть бути використані для тестової генерації. Результати представляються в .MSC/PR та .txt форматах.

Система базується на універсальній програмі автоматичного доказу(prover) для предикатів першого порядку. Універсальний prover базується на алгоритмі Глушкова. Спеціалізована частина дедуктивної системи підтримує доведення та розв'язання лінійних числових обмежень для цілих чисел(алгоритм Пресбургера) та для дійсних(алгоритм Фурієт-Моцкіна), доведення та розв'язання для перелічних та символічних типів даних.

Таким чином з технічних вимог до системи, ми можемо отримати формалізовану модель, провести процес верифікації, отримати SDL- код, UML- код, код C++.

FEATURE DETECTION AS THE IMPORTANT PART OF IMAGE PROCESSING

¹Marta Żakowska, ²Renata Dwornicka

¹Cracow University of Technology, Institute of Computing Science, marta.zakowska@gmail.com,

²Cracow University of Technology, Institute of Computing Science, dwornick@mech.pk.edu.pl

1. Introduction

Today image analysis, image processing and computer vision plays an important role in society, because image is a powerful information medium and communication tool capable of representing complex processes in a compact and efficient way. Especially Digital Image Processing has become a primary component of modern medicine. It is still a relatively new field with unanswered questions and also unknown effects. Hence, the technologies are

evolving, new equipment and study methodology have been constantly developed.

In the paper there is presented an utilization of algorithms to edge detection. Edges are important features in image analysis which play significant role in visual perception and provide useful clues to 3D interpretation of images. Edge detection is a crucial tool used in most image processing applications to obtain information from the frames as a first step to feature extraction and object segmentation. This process detects outlines of an object and easily distinguish boundaries between objects and the background in the image. An edge-detection filter which is presented in the paper can also be used to improve the appearance of blurred images.

2. Digital Image Processing

To perform image processing on digital images there is used complex computer algorithms. It allows using more sophisticated performance at simple tasks, and the implementation of methods which would be impossible by analog means.

There is some of fundamental steps in Digital Image Processing [1]:

- 1) Image acquisition: to involve preprocessing such as scaling to acquire a digital image.
- 2) Image preprocessing: to improve the image in ways that increase the chances for success of the other processes.
- 3) Image segmentation: to partition an input image into its constituent parts or objects.
- 4) Image representation: to convert the input data to a form suitable for computer processing.
- 5) Image description: to extract features that result in some quantitative information of interest or features which differing one class of objects from another.
- 6) Image recognition: to assign a label to an object based on the information provided by its descriptors.
- 7) Image interpretation: to match meaning to an ensemble of recognized objects.

3. Edge detection algorithm.

3.1. Gradient-based algorithm

For a continuous image $f(x,y)$, where x is the row and y is the column of coordinates, two directional derivatives $\partial_x f(x,y)$ and $\partial_y f(x,y)$ are considered. The gradient magnitude and the gradient orientation are two functions in edge detection that can be expressed in terms of these directional derivatives. The gradient magnitude is defined as [4]:

$$|\nabla f(x, y)| = \sqrt{[\partial_x f(x, y)]^2 + [\partial_y f(x, y)]^2} \quad (1)$$

and the gradient orientation is defined as:

$$L\nabla f(x, y) = \arctg\left(\frac{\partial_y f(x, y)}{\partial_x f(x, y)}\right) \quad (2)$$

Local maxima of the gradient magnitude identify edges in $f(x, y)$. If the first derivative achieves a maximum, the second derivative is zero. Hence, an alternative edge-detection strategy is to locate zeros of the second derivatives of $f(x, y)$. The differential operator used in these so-called zero-crossing edge detectors is the Laplacian [5]:

$$\Delta f(x, y) = \partial_{\downarrow}(\{x, 2\})f(x, y) + \partial_{\downarrow}(\{y, 2\})f(x, y)$$

The basic edge-detection operator is a matrix area gradient operation that determines the level of variance between diverse pixels. The edge-detection operator is calculated by forming a matrix centered on a pixel which is chosen the center of the matrix area. The middle pixel is classified as an edge if the value of this matrix area is above a given threshold. Examples of gradient-based edge detectors are Roberts, Prewitt, and Sobel operators (Fig.1.).

	Prewitt		Sobel
Kx=	-1	0	1
	-1	0	1
	-1	0	1
Kx=	-1	0	1
	-2	0	2
	-1	0	1

Fig. 1. Prewitt and Sobel horizontal operators

All the gradient-based algorithms have kernel operators which calculate the strength of the slope in directions which are orthogonal to each other, usually vertical and horizontal. The contributions of the different components of the slopes are combined to give the total value of the edge strength.

The Prewitt operator measures two components. The vertical and the horizontal edge components are calculated with kernel K_x and K_y respectively. $|K_x| + |K_y|$ gives an indication of the intensity gradient in the current pixel.

Gradient-based edge detection scheme has a few problems, but in spite of that they are still commonly used in image analysis. Depending on the image noise, results of edge detection are different. Gradient-based algorithms are very sensitive to noise what is a huge problem. The size of the kernel filter and coefficients are fixed and can't be adapted to a given image. An adaptive edge-detection algorithm is necessary to provide a robust solution. It is

adaptable to different noise levels of these images to help distinguish valid image content from visual artifacts introduced by noise.

3.2. Canny Edge Detection Algorithm

Canny edge detector is used around the world. It is optimal for noisy step edge if the edge filter is linear and the image noise is additive, white and Gaussian. The contour extraction algorithm, introduced by Canny [2] has three steps: (1) feature detection, (2) nonmaximum suppression, and (3) thresholding. Today there are some modification to enable analytical optimization. The three different terms in criterion Canny's are as follows:

- 1) *Signal-to-Noise Ratio* - maximize the signal to noise ratio is the way to give a good detection. The response of a filter $h(x)$ to a particular signal $f_0(x)$ is:

$$S = \int_{R^2} f_0(x, y) h(-x, -y) dx dy \quad (3)$$

where S – height of the response at its maximum. If the input is corrupted by additive white noise of unit variance, then the variance of the noise at the output is given by the energy of the filter, as follows:

$$Noise = \int_{R^2} |h(x, y)|^2 dx dy \quad (4)$$

- 2) *Localization* –for accurately marking edges it is needed to achieve good localization

$$Loc = -\frac{d^2}{dy^2} (f_0 \cdot h) = -\int_{R_2} f_0(x, h) h_{yy}(-x, -y) dx dy \quad (5)$$

The second derivative of the response is negative at the maximum (assuming $S > 0$), hence the new localization term is a measure of the width of the peak and the expression is positive. Because of noise in maximum position the response becomes sharper.

- 3) *Elimination of False Oscillations* – minimize the number of responses to a single edge favors the identification of true negatives, it means that non-edges are not marked.

In the Canny edge-detection algorithm, the processing requirement is a combination of the four stages of Gaussian, smoothing for noise reduction, finding zero crossings using the derivative of Gaussian, non-maximal suppression to thin the edges and hysteresis thresholding.

The steps involved in the third order edge detection algorithm is presented below [3].

$$\begin{aligned} f_{10} &= \text{filterSeparable}(\text{image}, g', g); \\ f_{11} &= \text{filterSeparable}(\text{image}, g, g'); \\ f_{30} &= \text{filterSeparable}(\text{image}, g''', g); \\ f_{31} &= \text{filterSeparable}(\text{image}, g'', g'); \end{aligned}$$

```

f32 = filterSeparable(image, g', g'');
f33 = filterSeparable(image, g, g'');
for i=0 to Nrows-1 do
  for j=0 to Ncols-1 do
    q1 = α3,0f3,0(i,j)+ α3,2f3,2(i,j)+ α1,0f1,0(i,j);
    q2 = (3α3,0-2α3,2)f3,1(i,j)+ α3,2f3,3(i,j)+ α1,0f1,1(i,j);
    q3 = (3α3,0-2α3,2)f3,2(i,j)+ α3,2f3,0(i,j)+ α1,0f1,1(i,j);
    q4 = α3,2f3,1(i,j)+ α3,0f3,3(i,j)+ α1,0f1,1(i,j);
    solset = solveCubic(q2, 2q3-3q1, -q3);
    thetaset = {atan(solset), atan(solset)+π};
    [optmag(i,j),optangle(i,j)] = giveMaximumRoot(thetaset, q1, q2, q3, q4)
  end for
end for

```

The routine *giveMaximumRoot* returns the maximum value and the corresponding angle.

Researchers have considered the problem of feature detection based on measuring edges. In fact, it is difficult since nobody exactly knows which the underlying features should be detected.

References

1. *Fundamentals of Digital Image Processing*, <http://www.eie.polyu.edu.hk/~enyhchan/imagef.pdf>
2. Canny J., *A Computational Approach to Edge Detection*, *IEEE, Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8 (6) 1986, 679-698.
3. Jacob M., Unser M., *Design of Steerable Filters for Feature Detection Using Canny-Like Criteria*, *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 26 (8) 2004:1007-1019.
4. Neoh H.S., Hazanchuk A., *Adaptive Edge Detection for Real-Time Video Processing using FPGAs*, *Altera Corporation*, 7 (3) 2005, 2-3.
5. *Edge detection*, <http://library.wolfram.com/examples/edgedetection/>

NEW APPROACHES OF MULTIMODAL BIOMETRIC SYSTEMS

¹Marta Żakowska, ²Renata Dwornicka

¹Cracow University of Technology, Institute of Computing Science, marta.zakowska@gmail.com,

²Cracow University of Technology, Institute of Computing Science, dwornick@mech.pk.edu.pl

1. Introduction

In recent years, the increasing demand on upgraded security has led to an unexpected interest in automated personal authentication based on biometrics. Biometric systems, as an authors assumption, must guarantee higher security level and also high convenience of utilization. The monomodal biometric technology is difficult to meet the higher security needs because of a number of limitations and that is why multi-modal biometric technology gradually becomes the mainstream of biometrics.

In this article there is presented theory and some of new approaches of applying technology in multimodal biometric systems based on different biometric features. Multi-biometric features fusion and recognition technology integrating the evidences provided by several biometric characteristics in order to improve the accuracy of decision-making.

2. Biometric system

Multimodal biometric systems make use of more than one physical or behavioral characteristic for enrollment, verification or identification. Depend on the application context and user requirements, biometric system can be categorized as verification or identification system.

2.1. The verification

An input feature vector X_Q , which is extracted from the biometric data, and a claimed identity I , determine if (I, X_Q) belongs to class w_1 or w_2 . Typically, X_Q is matched against X_I , the biometric template corresponding to user I , to determine its category. Thus:

$$(I, X_Q) \in \begin{cases} w_1 & \text{if } S(X_Q, X_I) \geq t \\ w_2 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

where:

- w_1 – indicates that the claim is true (a genuine user),
- w_2 – indicates that the claim is false (an impostor),
- S – the function that measures the similarity between feature vectors X_Q and X_I ,
- t – a predefined threshold.

The value $S(X_Q, X_I)$ is termed as a similarity or *matching score* between the biometric measurements of the user and the claimed identity. Therefore, every claimed identity is classified into w_1 or w_2 based on the variables X_Q, I, X_I and t and the function S .

2.2. The identification

The identification is defined as:

$$X_Q \in \begin{cases} I_k & \text{if } \max_k \{S(X_Q, X_{I_k})\} \geq t, k = 1, 2, \dots, N \\ I_{N+1} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

where:

- X_Q – input feature vector
- I_k – identity, $k \in \{1, 2, \dots, N, N+1\}$
- X_{1k} – the biometric template corresponding to identity I_k ,
- t – a predefined threshold.

The I_1, I_2, \dots, I_N are the identities enrolled in the system and I_{N+1} indicates the reject case where no suitable identity can be determined for the user.

A multimodal system can perform in one of three different modes: serial mode, parallel mode, or hierarchical mode. In the serial mode of operation, the output of one modality is typically used to decrease the number of possible identities before the next modality is used. Therefore, multiple sources of information do not have to be given simultaneously and it doesn't have to be supply all features to arrive at a decision. That is why overall time of recognition can be reduced. In the parallel mode of operation, the information from multiple modalities is used simultaneously for recognition.

2.3. Fusions' levels

There are three levels fusion proposed [2] for multimodal systems:

- **feature-level fusion** means the data obtained from each sensor is preprocessed to achieve the feature vectors respectively, then several low-dimensional feature vectors integrate. The new vector has higher dimensional joint eigenvector parameter.
- **match-level fusion** means single biometric features will be matched independently to get matching scores and the fusion algorithm will calculate each scores to get the final results.
- **decision-level fusion** means the fusion at the highest level, a separate authentication decision is made for each biometric trait. Then these decisions are combined into a final results.

As the match-level fusion integrates a certain amount of information from different biometric features, it is easy to achieve and draws more attention.

The input of decision-level fusion is the logic output of single biometric recognition system, so it has a smaller amount of available information. The feature-level fusion has the maximum amount of information.

3. Biometric techniques

Together with technology development there is also methods development based on more and more advanced algorithms. Biometric techniques of people identification depend on analysis of relations between certain characteristic points in processed sample. There are many effective multimodal biometric features generally based on physical biometric features. Iris is an almost unailing feature for recognition, especially connected with another feature. That is why iris feature is mostly used. The aim of all techniques is to create perfect biometric system.

The biometric techniques proposed by Wang et.al. [3] is a method of using match-level fusion connected with face and iris feature for authentication in which authors has used two strategies for fusion. The first one is to compute either an unweighted or weighted sum and to compare the result to a threshold. The second strategy is to treat the matching distances of face and iris classifiers as a two-dimensional feature vector and to use a classifier such as Fisher's discriminant analysis and a neural network with radial basis function (RBFNN) to classify the vector as being genuine or an impostor. It was compared the results of the combined classifier with the results of the individual face and iris classifiers.

Fusion based on the RBF neural network produced the highest verification accuracy. Weighted sum rule is the best approach when compared with the sum rule and the Fisher rule.

Important factor in biometric systems is accuracy. To produces more accurate results researchers improve traditional approach (like single SVM). The multiple SVM technique in [4] utilize the following biometric features: face, fingerprint, and DNA profile data. This approach were implemented in a few steps:

1. implement biometric classifiers, one classifier for each of the biometric modalities: face, fingerprint, and nuclear DNA (to test the multi-SVM fusion technique),
2. learn Multiple SVMs by a fusion agent,
3. collect biometric data and process by the individual classifiers. Each classifier outputs match score for their specific biometric modality,
4. sent these individual match scores to the fusion agent,
5. select the appropriate fusion SVM, based on the available modality match scores by the fusion agent,
6. the system outputs one overall classification decision.

Ross [5] in his papers discussed three feature-level fusion methods in detail: (1) Face RGB color and LDA coefficient fusion; (2) Face PCA and LDA coefficient fusion; (3) Face and hand feature fusion.

Another approach is presented by Byungjun [6], who first used 2-D DWT to extract face and iris features and integrated them to obtain low-dimensional joint eigenvector, then used LDA to recognize directly, however the fusion model was not discussed.

In the paper [2], is discussed two-dimensional Fisher Linear Discriminant Analysis and proposed a multi-biometric fusion model with face and iris features and recognition (Fig. 1.). For different biometric features of face and iris, different preprocessing methods were applied.

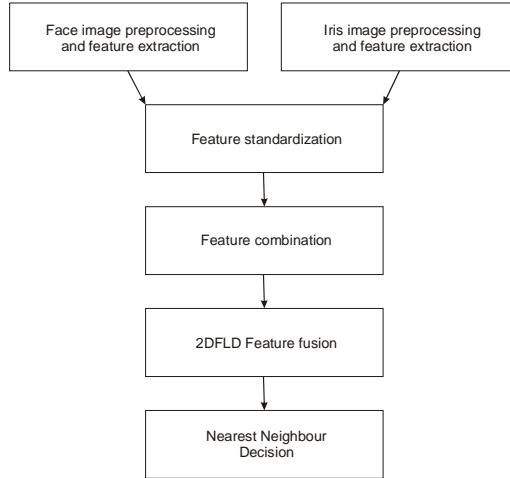


Fig. 1. Recognition model

A new technology is presented in [7]. It is robust multilevel fusion strategy involving cascaded multimodal fusion of audio–lip–face motion, correlation and depth features for biometric person authentication. The proposed approach combines the information from different audio–video based modules, namely: audio–lip motion module, audio–lip correlation module, 2D + 3D motion–depth fusion module, and performs a hybrid cascaded fusion in an automatic, unsupervised and adaptive manner, by adapting to the local performance of each module.

Another approach presented in [8] to fuzzy approach utilize in multimodal biometric continuous authentication. There are investigated the opportunity of using a multimodal biometric system as input of a fuzzy controller designed with the aim of preventing user substitution after the initial authentication process.

4. Summary

Biometric systems can not be abstracted from consequences and problems which are connected with even the most efficient identification method. Practical implementation and the final success of every method depends on awareness of a weak points of this methods and the way of its estimation.

Biometric techniques seem to be one of the most safe forms of identification and authentication. However the study of the problems brings to the conclusion, that one effective method of the biometric measurements which is good in each case doesn't exist. The choice of the optimum biometric technology mainly depends on its practical application.

References

1. Jain A. K., Ross A., Prabhakar S., *An introduction to biometric recognition*, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, **14** (1), 2004, 4–20.
2. Cui J., Li J.P., Lu X.J., *Study on Multi-Biometric Feature Fusion and Recognition Model*, *IEEE International Conference on Apperceiving Computing and Intelligence Analysis 13-15 Dec. 2008*, 66-69.
3. Wang Y., Tan T., Jain A. K., *Combining face and iris biometrics for identity verification*, *Advances in Biometrics*, 2003, 805-813.
4. Dinerstein S., Dinerstein J., Ventura D., *Robust Multi-Modal Biometric Fusion via Multiple SVMs*, *IEEE, International Conference on Systems, Man and Cybernetics 7–10 Oct. 2007*, 1530-1535.
5. Ross A., Govindarajan R., *Feature level fusion using hand and face biometrics*, *Proceedings of SPIE Conference on Biometric Technology for Human Identification II, Orlando, USA, 2005*, 196-204..
6. Son B., Lee Y., *The fusion of two user-friendly biometric modalities: Iris and face*, *IEICE Transactions on Information and Systems E Series D*, **89** (1) 2006, 372-376.
7. Chetty G., Wagner M., *Robust face-voice based speaker identity verification using multilevel fusion*, *Image and Vision Computing* (26), **9** (1) 2008, 1249-1260.
8. Azzini A., Marrara S., Sassi R., Scotti F., *A fuzzy approach to multimodal biometric continuous authentication*, *Fuzzy Optimization and Decision Making* **7** (3) 2008, 243-256.

IMAGE SEGMENTATION USING HOPFIELD NEURAL NETWORK

¹Sylwia SIKORSKA, ²Jacek PIETRASZEK

¹Cracow University of Technology, Institute of Computing Science, ssikorska@gmail.com,

²Cracow University of Technology, Institute of Computing Science, pmpietra@mech.pk.edu.pl

1. Introduction

The first step in image analysis and pattern recognition is image segmentation and it is one of the most difficult tasks in image processing. It determines the quality of the final result of analysis because it is very important and critical component of image analysis. Image segmentation is a process of dividing an image into different regions such that each region is homogeneous while not the union of any two adjacent regions.

A formal definition of image segmentation is defined by Pal et al. [1] as:

If $P(\cdot)$ is a *homogeneity predicate* defined on groups of connected pixels, then segmentation is a partition of the set K into connected subsets or regions $\{S_1, S_2, S_3\}$ such that

$$\bigcup_{i=1}^n S_i = K \quad \text{with } S_i \cap S_j = \Phi \quad (i \neq j) \quad (1)$$

The uniformity predicate $P(S_i)$ is true for all regions S_i , and $P(S_i \cup S_j)$ is false, when $i \neq j$ and sets S_i and S_j are neighbors.

According to Fu and Mui [2]: “*the image segmentation problem is basically one of psychophysical perception, and therefore not susceptible to a purely analytical solution*”. Probably that is way, literally, there are hundreds of segmentation techniques in literature. There is no single method which can be considered good for all sorts of images and conditions.

Most of the segmentation techniques for monochrome images (histogram thresholding, feature clustering, edge detection, region-based methods, fuzzy techniques, and neural networks) can be extended to segment color images by using RGB color coordinates or some of their transformations (linear or non-linear).

This paper provides a summary of neural networks approaches to color image segmentation available now, and describes the properties of different kinds of color representation methods and problems encountered when applying the color models to image segmentation.

2. Segmentation of color images

Color is perceived by humans as a combination of tristimuli R-red, G-green, and B-blue and they are usually called three primary colors. By using either linear or nonlinear transformations, from R, G, B representation, we can derive other kinds of color representations. Several color spaces, such as RGB, HSI, CIE are utilized in color image segmentation, but none of them can dominate the others for all kinds of color images. One of the difficulties in color image segmentation is selecting the best color space [3].

It has long been acknowledged that human eye can discern thousands of color shades and intensities but only two-dozen shades of gray. When the objects cannot be extracted using gray scale but can be extracted using color information is quite often - color provides information in addition to intensity. It is useful for pattern recognition and computer vision. Also the acquisition and processing hardwares for color images have become more available to deal with the computational complexity caused by the high-dimensional color space. Therefore, color image processing is becoming increasingly more practical.

There are two critical issues for color image segmentation. First is: what segmentation method should be utilized and another problem is what color space should be adopted. Currently color image segmentation methods are usually extended from monochrome segmentation but most gray level image segmentation techniques can be extended to color images, such as histogram thresholding, clustering, region growing, edge detection, fuzzy approaches and neural networks. Gray level segmentation methods can be directly applied to each component of a color space, then the results can be combined in some way to obtain a final segmentation result [4]. However, one of the problems is how to employ the color information as a whole for each pixel. When the color is projected onto three components, the color information is so scattered that the color image becomes simply a multispectral image and the color information that humans can perceive is lost.

In most of the existing color image segmentation approaches, the definition of a region is based on similarity of color. This assumption often makes it difficult for any algorithms to separate the objects with highlights, shadows, shadings or texture which cause inhomogeneity of colors of the objects' surface. Using HSI can solve this problem to some extent except that hue is unstable at low saturation.

3. Neural networks

Artificial Neural Networks are widely applied for pattern recognition and image processing. For classification and clustering there are used their extended parallel processing capability and nonlinear characteristics. Neural networks are composed of many computational elements connected by links with variable weights. The complete network (represents a very complex set of interdependencies which may incorporate any degree of non-linearity) allows very general function to be modeled. Usually training time is very long, but after training, the classification is quick.

3.1. Hopfield neural networks

Sammouda et al. presented [5] an unsupervised algorithm used Hopfield Neural Networks (HNN) to segment the color image of liver tissues prepared and stained by standard method. The results show that the RGB color space representation of the color images is more suitable than HSV or HSL color spaces. This algorithm can automatically extract the nuclei region and cytoplasm region - which are useful for diagnosis. Ref. [6] attempted to segment sputum color images in order to build an automatic diagnosis system for lung cancer. After masking nonsputum cell, HNN can make a crisp classification of cells by labeling pixels as background, cytoplasm and nucleus.

The technique has yielded correct segmentations of complex scene, however, more work needs to be done to solve the overlap of the cells.

The theory and representation of the Hopfield neural networks is described as follows: a pattern, in parlance of a N node *Hopfield neural network*, is an N -dimensional vector $p = p_1, p_2, \dots, p_N$ from the space $P = \{-1, 1\}^N$. A special subset of P is the set of patterns $E = \{e^k: 1 \leq k \leq K\}$, where $e^k = [e_1^k, e_2^k, \dots, e_N^k]$. The Hopfield net associates a vector from P with an exemplar pattern in E . The neural net partitions P into classes whose members are in some way similar to the exemplar pattern that represents the class. The Hopfield network finds a broad application area in image restoration and segmentation. For this network there are following components:

–*Neurons* - a finite set of neurons $x(i)$, $1 \leq i \leq N$ (they serve as processing units); each neuron has a value (or state) at time t denoted by $x_t(i)$. A neuron in the Hopfield net has one of the two states, either -1 or $+1$; that is, $x_t(i) \in \{-1, +1\}$.

–*Synaptic Connections* - the cognition of a neural net resides within the interconnections between its neurons; for each pair of neurons, $x(i)$ and $x(j)$, there is a connection w_{ij} called the synapse between $x(i)$ and $x(j)$. The design of the HNN requires that $w_{ij} = w_{ji}$ and $w_{ii} = 0$.

–*Propagation Rule* - defines how states and connections influence the input of a neuron. The propagation rule $\tau_t(i)$ is defined as bellow:

$$\tau_t(i) = \sum_{j=1}^N x_t(j)w_{ij} - b_i$$

–*Activation Function* - the activation function f determines the next state of the neuron $x_{t+1}(i)$ based on the value $\tau_t(i)$ calculated by the propagation rule and the current value $x_t(i)$. The activation function for the Hopfield net is the hard limiter defined as:

$$x_{t+1}(i) = f(\tau_t(i), x_t(i)) = \begin{cases} 1, & \text{if } \tau_t(i) > 0 \\ -1, & \text{if } \tau_t(i) < 0 \end{cases} \quad (3)$$

The Hopfield neural network is shown in Fig. 2.

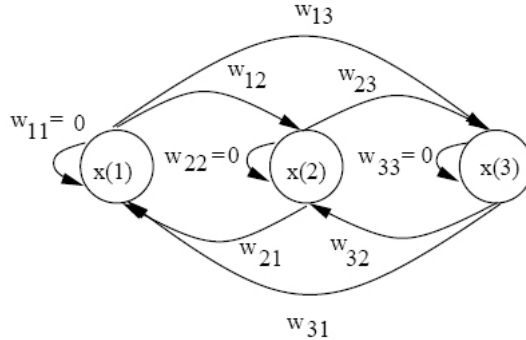


Fig.2. Hopfield neural network

4. Summary

There is no universal theory on color image segmentation yet. All of the existing color image segmentation approaches are, by nature, *ad hoc*. There are no general algorithms that are good for all color images. An image segmentation problem is basically one of psychophysical perception, and it is essential to supplement any mathematical solutions by *a priori* knowledge about the picture knowledge. Most gray level image segmentation techniques could be extended to color image, such as histogram thresholding, clustering, region growing, edge detection and fuzzy based approaches. They can be directly applied to each component of a color space, then the results can be combined in some way to obtain the final segmentation result. In this paper there was provided a summary of neural networks approaches to color image segmentation available at the present. Neural networks have been successfully employed to solve a variety of computer vision problems. There are also many types of neural networks and they are determined by the type of connectivity between the processing elements, the weights of the connecting links, the processing elements' characteristics, and training or learning rules. In this paper were discussed Hopfield neural network.

References

- [1] Pal S.K. et al., A review on image segmentation techniques, *Pattern Recognition* **29** (1993), 1277-1294.
- [2] Fu K.S., Mui J.K., A survey on image segmentation, *Pattern Recognition* **13** (1981), 3-16.
- [3] Gauch J., Chi-Wan Hsia, A comparison of three color image segmentation algorithm in four color spaces, *SPIE Vol. 1818 Visual Communications and Image Processing* (1992), 1168-1181.

- [4] Yang C.K., Tsai W.H., *Reduction of color space dimensionality by moment-preserving thresholding and its application for edge detection in color images, Pattern Recognition Lett.* **17** (1996), 481-490.
- [5] Sammouda M., Sammouda R., Niki N., Mukai K., *Segmentation and analysis of liver cancer pathological color image based on artificial neural networks, IEEE 1999 International Conference on Image Processing, Oct. 24-28, 1999, Kobe, Japan,* 392-396.
- [6] Sammouda R., Niki N., Nishitani H., *Segmentation of sputum color image for lung cancer diagnosis based on neural networks, IEICE Trans. Inf. & Syst., E81-D(8)* (1998), 862-871.

FUZZY LOGIC IMAGE PROCESSING

¹Sylvia SIKORSKA, ²Jacek PIETRASZEK

¹Cracow University of Technology, Institute of Computing Science, ssikorska@gmail.com,

²Cracow University of Technology, Institute of Computing Science, pmpietra@mech.pk.edu.pl

1. Introduction

Lots of things on the world are fuzzy, especially digital images. As opposed to crisp memberships fuzziness quantifies vagueness and ambiguity. There are manifold types of uncertainty in images, from pixel-based grayness ambiguity over fuzziness in geometrical description up to uncertain knowledge in the highest processing level. Image features logically have to be considered fuzzy because of the problem with a gray-value slope, an edge, border of a blurred object and so on.

2. Background of fuzzy logic

Fuzzy image processing is based on fuzzy logic and uses its logical, set-theoretical, relational and epistemic aspects. Fuzzy geometry, measures of fuzziness/image information, rule-based approaches, fuzzy clustering algorithms, fuzzy mathematical morphology, fuzzy measure theory are the most important theoretical frameworks that can be used to construct the foundations of fuzzy image processing. All of these areas can be used either to develop new techniques or to extend the existing algorithms [1].

The theory of fuzzy logic was introduced by Zadeh [2], in his innovative work *Fuzzy Sets*. A fuzzy set is a class of objects with continuum of grades of membership. Fuzzy sets are an extension of crisp sets. Crisp sets do not allow partial memberships; they only allow full or null membership of an element x to the set A , i.e.,

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

where $\mu_A(x)$ represents the membership of x to A .

Partial memberships are allowed in fuzzy sets. The range of $\mu_A(x)$ is $[0, 1]$ instead of $\{0, 1\}$ as for crisp sets, and the set A is defined as

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\}$$

where U is the universe of discourse.

The notions of inclusion, union, intersection, complement, relation, convexity, etc., are extended to such sets, and various properties of these notions in the context of fuzzy sets are established.

3. Fuzzy geometry and information

Geometrical relationships between the image components play a key role in intermediate image processing. Many geometrical categories such as area, perimeter, and diameter, are already extended to fuzzy sets [3]. The geometrical fuzziness arising during segmentation tasks can be handled efficiently if we consider the image or its segments as fuzzy sets. The main application areas of fuzzy geometry are feature extraction (e. g., in image enhancement), image segmentation and image representation. A more detailed description of other aspects of fuzzy geometry can be found in the literature.

Fuzzy perimeter and compactness were investigated in this work. Considering an image S of size KL , containing one object with the membership values $\mu_{k,l}$. The area of the object – interpreted as a *fuzzy subset* of the image – was defined as:

$$area(\mu) = \sum_{k=0}^K \sum_{l=0}^L \mu_{k,l}$$

and the perimeter of the object can be calculated as

$$perimeter(\mu) = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^{L-1} \|\mu_{k,l} - \mu_{k,l+1}\| + \sum_{k=1}^{K-1} \sum_{l=1}^L \|\mu_{k,l} - \mu_{k+1,l}\| \quad (4)$$

Then, the fuzzy compactness, introduced by Rosenfeld [4] was represented as

$$compactness(\mu) = \frac{area(\mu)}{[perimeter(\mu)]^2}. \quad (5)$$

3.1. Measures of fuzziness and image information

Fuzzy sets can be used to represent a variety of image information. Fuzziness refers to the level of uncertainty of an image feature given the corresponding membership function. In theory the intersection of a crisp set with its complement equals zero. However, for two fuzzy sets, this condition no longer holds. The more fuzzy a fuzzy set is, the more it intersects with its own complement [3]. This leads to the definition of *indices of fuzziness* γ .

In this work, there is given a fuzzy set A with the membership function μ_A defined over an image of size $K \times L$ so the linear (γ_l) and quadratic (γ_q) *indices of fuzziness*, which are given by Eqs. (6) and (7), respectively, and explored them as potential descriptors of structure:

$$\gamma_l(S) = \frac{2}{\sqrt{KL}} \sum_{k,l} \min(\mu_{mn}, 1 - \mu_{mn}) \quad (6)$$

$$\gamma_q(S) = \frac{1}{\sqrt{KL}} \left[\left(\sum_{k,l} \min(\mu_{mn}, 1 - \mu_{mn}) \right)^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

Entropy is a theoretic measure quantifying the information content of an image. The counterpart in fuzzy set theory is given by the *fuzzy entropy*. As the indices of fuzziness, the logarithmic (H_{\log}) and exponential (H_{\exp}) which has been proposed by Pal and Pal [5] *fuzzy entropies* were defined as:

$$H_{\log}(S) = \frac{1}{KL \ln 2} \sum_{k,l} B_l(\mu_{kl}) \quad (8)$$

where

$$B_l(\mu_{kl}) = -\mu_{kl} \ln(\mu_{kl}) - (1 - \mu_{kl}) \ln(1 - \mu_{kl})$$

and

$$H_{\exp}(S) = \frac{1}{KL(\sqrt{e} - 1)} \sum_{k,l} \{ \mu_{kl} e^{(1-\mu_{kl})} + (1 - \mu_{kl}) e^{\mu_{kl}} - 1 \}$$

The measures of uncertainty ranging from zero to unity.

3.2. Fuzzy connectedness, surroundedness and adjacency

Fundamental thing in image analysis is segmentation, but image regions are not always defined like crisp sets. Sometimes more appropriate is to define them like fuzzy subsets. Also connectedness and surroundedness can be extended to fuzzy logic.

A global fuzzy relation called *fuzzy connectedness* is defined on the image domain which assigns to every pair $(c; d)$ of image elements a strength of global hanging togetherness that has a value in $[0, 1]$. To determine this value, every possible path from c to d (a sequence of nearby elements starting from c and ending at d) is considered and the minimum affinity of pairwise elements along the path is determined. This affinity represents the strength of this path. The strength of hanging togetherness (connectedness) between c and d is the largest of the strengths of all paths between c and d . *Fuzzy connectedness* can be defined as follows [6]:

$$\text{connectedness } \delta(p, q) \equiv \max_{r \in \delta_{pq}} [\min \mu(r)] \quad (11)$$

where $r \in \delta_{pq}$, μ is a membership function, δ_{pq} is paths from p to q containing the points r .

Fuzzy surroundedness can be defined as follows [6, 7, 8]: if for all points p and r in $U \subset G$ and all paths δ from p to q , the fuzzy subset C separates A from B such that the following condition holds:

$$\mu_C(r) \geq \min [\mu_A(p), \mu_B(q)] \quad (12)$$

where μ_A , μ_B and μ_C are the membership functions of fuzzy subsets A , B and C of image G .

In general the adjacency of two crisp sets is defined by the length of their common border. In fuzzy logic there is following description of it:

$$\text{adjacency}(\mu_1, \mu_2) = \sum_{i,j,k} \mu_1(i) \mu_2(j) \|A(i, j, k)\|$$

where μ_1 and μ_2 are piecewise-constant fuzzy sets of G , $A(i, j, k)$ is the k -th arc along which G_i and G_j meet, $\|A(i, j, k)\|$ indicates the length of the k -th arc.

There is a close relationship between adjacency and surroundedness; it is shown in Fig. 1. Depending on particular requirements, one may consider one or both of them to describe spatial relationships.



Fig. 1. Relationship between adjacency and surroundedness, from left respectively: adjacent, adjacent/surrounded, surrounded

4. Feasibility of applying fuzzy logic

The fuzzy connectedness algorithms have been effectively utilized in several medical applications including multiple sclerosis lesion detection and quantification via MR imaging, blood vessel definition in MR angiography.

The scheme of fuzzy object extraction algorithm based on image connectedness is presented below according to Saha et al. [9]:

Input: $O = (C, f)$, any $o \in C$ and any fuzzy spel affinity ${}_K$ in O .

Auxiliary Data Structures: An n-D array representing the connectivity scene $O_{K_o} = (C, f_{K_o})$ of O and a queue Q of spels. We refer to the array itself by O_{K_o} for the purpose of the algorithm.

Output: A ${}_K$ -connectivity scene $O_{K_o} = (C, f_{K_o})$ of O with respect to o .

begin

set all elements of O_{K_o} to 0 except o which is set to 1;

push all spels $c \in C$ such that $?_K(o, c) > 0$ to Q ;

while Q is not empty do

remove a spel c from Q ;

find $f_{\max} = \max_{d \in C} [\min(f_{K_o}(d), ?_K(c, d))]$;

if $f_{\max} > f_{K_o}(c)$ then

set $f_{K_o}(c) = f_{\max}$;

push all spels e such that $?_K(c, e) > 0$ to Q ;

endif;

endwhile;

end;

This algorithm based on dynamic programming. We do not assume that θ_x is known beforehand. It has to be find the best path p_{oc} from o to $c \in C$. It has the practical advantage that x can be specified interactively after the algorithm terminates and thereby it becomes possible to choose the appropriate strength of connectivity to define the fuzzy ${}_K\theta_x$ -object properly. The algorithm essentially outputs a scene expressing strength of connectivity between o and all $c \in C$.

5. Conclusion

In this study, there was demonstrated the theory and the feasibility of applying fuzzy logic. Fuzzy logic image processing techniques allow to characterized objects where data inaccuracies, graded object compositions or limited image resolutions are. In many medical imaging applications such as computation of local thickness (an important parameter in analyzing object shape) or morphology-based separation of anatomic structures having similar intensities fuzzy logic algorithms will be useful.

References

- [1] Tizhoosh, H. R., *Fuzzy Image Processing*, Springer Verlag, Berlin 1997.
- [2] Zadeh L.A., *Fuzzy sets. Information and Control* 8 (1965) 338–353.
- [3] Haugecker H., Tizhoosh H.R., *Fuzzy image processing*. In: Jahne B., Hau?ecker H., Gel?ler P. (eds.), *Handbook of computer vision and applications vol. 2.*, Academic Press, New York 1999, 683–727.
- [4] Rosenfeld A., *The fuzzy geometry of image subsets*, *Pattern Recognition Letters* 2 (1984) 311-317.
- [5] Pal S.K., Pal N.K., *Entropy: a new dentition and its applications*, *IEEE Trans. System, Man and Cybernetics* 5 (1991) 1260-1270.
- [6] Rosenfeld A., *Fuzzy digital topology*, *Information and Control* 40 (1979) 76-87.
- [7] Rosenfeld A., Klette R., *Degree of adjacency or surroundedness*, *Pattern Recognition* 18 (1985) 169-177.
- [8] Wang X., Keller J. M., *Fuzzy surroundedness*, *Proceedings, Sixth IEEE International Congress on Fuzzy Systems, Barcelona, Spain, July, 1997*, 2:1173-1178.
- [9] P. K. Saha, J. K. Udupa, D. Odhner, *Scale-Based Fuzzy Connected Image Segmentation: Theory, Algorithms, and Validation*, *Computer Vision and Image Understanding*, v.77 n.9, p.145-174, Feb. 2000

ЕКОНОМІКА, УПРАВЛІННЯ І ОБРАЗОВАНИЕ

"ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ" ЯК ЕКОНОМІЧНА КАТЕГОРІЯ

*Жаворонкова Галина Василівна
Жаворонков Володимир Олександрович
Національний авіаційний університет
Київ, пр-т Комарова, 1, тел. 406-76-50, E-mail: galina_zhavoronkova@ukr.net*

Категорія якість - ємна, складна й універсальна категорія, що має низку особливостей, які залежать від застосування об'єкта дослідження, тому в категорії "якість" виділяють філософські, соціальні, технічні, економічні та правові аспекти.

З економічної точки зору сьогодні в сфері виробництва, як і в сфері обслуговування, одним з основних напрямів є якість, а не обсяг випуску продукції чи надання послуг. Дослідження показують, що визначними умовами до довгострокового завоювання ринків збуту, не беручи до уваги доходи від продажу, акціонерний капітал та капіталовкладення, є відносно вища якість з урахуванням потреб споживачів, а не більш низькі

ціни. Високоякісна продукція приносить на 40% більше прибутку на інвестований капітал, ніж низькоякісна.

Наукове поняття якості продукції формувалося під впливом історико-виробничих обставин. Це обумовлено тим, що кожне суспільне виробництво мало свої об'єктивні вимоги до поняття якості. Тому розвиток економічної думки, методології управління якістю зумовив появу безлічі тлумачень поняття "якості продукції" як економічної категорії (таблиця).

Отже, можна стверджувати що трактування вітчизняними і зарубіжними економістами поняття "якість" відбувається у двох напрямках: якість – як сукупність властивостей та характеристик об'єкта, які стосуються його здатності задовольняти установлені й передбачені потреби та якість – як один з найважливіших показників, що визначає попит на продукцію, і часто має вирішальне значення для досягнення, підтримки і підвищення конкурентоспроможності. Тобто, одні вчені вважають, що більше потрібно орієнтуватись на потреби споживача, а інші – на дії конкурентів щодо випуску схожої продукції або послуг. Найпоширенішим на сьогодні є таке визначення поняття «якість» – це сукупність характеристик об'єкта, які відносяться до його здатності задовольняти встановлені та передбачувані потреби.

Для визначення якості продукції необхідно виконати такі дії.

1. Встановити характеристики продукції, що відповідають потребам споживачів.
2. Визначити реально можливі характеристики продукції.
3. Порівняти реальні та потрібні характеристики продукції.

Поняття "якість продукції" як економічна категорія

Автор(и)	Формулювання визначення "якість продукції"
Відповідність призначенню	
Джуран Дж. М. (1979)	Придатність для використання (відповідність призначенню); суб'єктивна сторона – ступінь задоволення споживачів
Ларін В.М.	Сукупність властивостей продукції, які задовольняють потреби і відповідності з її призначенням і при суспільно-необхідних витратах
Відповідність потребам споживачів	
Фейгенбаум А.	Загальна сукупність технічних, технологічних і експлуатаційних характеристик виробу або послуги, завдяки яким виробу або послуги будуть відповідати вимогам споживача при їх експлуатації
Анфалов А.А.	Один з найважливіших показників, що визначає попит на продукцію, і часто має вирішальне значення для досягнення, підтримки і підвищення конкурентоспроможності
Бадалов Л.М.	Сукупність споживацьких властивостей продукції, що визначають ступінь її відповідності заданій конкретній вимозі у фіксованих вимогах споживача
Споживча вартість	

Глічев А.В.	Представляє собою потенційну можливість задовольняти визначену потребу, а споживча вартість виникає при безпосередньому застосуванні
Затолокін В.М.	Поняття, яке характеризує властивості того чи іншого предмету (виробу) як споживацької вартості
Відповідність вимогам	
Бібік Ю.В.	Сукупність її властивостей і характеристик, що обумовлюють задоволення потреб споживачів, рівень задоволення яких визначається фактичною відповідністю продукції вимогам, які до неї висуваються, в тому числі з безпеки людей та навколишнього середовища
Кросбі Ф.	Відповідність вимогам, які компанія встановила для своєї продукції
Інші сфери	
Тагуті Г.	Втрати (мінімальні), які несе суспільство з моменту випуску продукції
Демінг В.	Як результат взаємодії трьох складових: самого товару; споживача і способу використання товару та сервісу з обслуговування товару

Встановлені потреби зафіксовані в правових нормах, стандартах, замовленнях, договорах, технічних умовах поставок та інших документах. Прикладами встановлених потреб можуть бути вимоги, які обговорені при підписанні контракту, вимоги законодавства щодо виконання умов охорони навколишнього середовища. Невиконання більшості встановлених потреб зумовлює адміністративну або правову відповідальність.

Передбачені потреби повинні бути виявлені та визначені. Маються на увазі очікування, які ми зазвичай не формуємо конкретно, але відносимо до наполегливих побажань. Наприклад, передбаченими потребами по відношенню до такого об'єкту як організаційна структура підприємства можуть бути відсутність простоїв, гнучкий взаємозв'язок продуктивності праці та результатів роботи працівників від їхньої заробітної плати, результативність дій керівників. До передбачених потреб відносяться також естетичні вимоги, відповідність продукції моді, звичкам споживачів, національним та культурним особливостям.

У теорії і практиці управління якістю виділяються два напрямки: якість продукції і управління (менеджмент) якості. Тобто, термін "якість" застосовується подвійно — у відношенні до продукції (якість продукції) і до системи управління (система якості).

Розвиток системного підходу до управління якістю почав складатися з другої половини минулого століття. Були розроблені різні моделі системи управління якістю продукції. Основу концепції забезпечення якості при реалізації моделі А. Фейгенбаума складають два положення. По-перше, споживач мусить отримувати тільки якісну продукцію, по-друге, основні зусилля слід спрямовувати на кінцевий контроль якості. Він же запропонував модель Загального контролю якості (TQC – Total Quality Control) і ввів поняття вартості якості. Практичну

реалізацію в повному обсязі ця система отримала в Японії в рамках системи Канбан.

Модель Етінгера – Сіттіга, яка розроблена спеціалістами Європейської організації з контролю якості, враховує вплив попиту на якість продукції, передбачає вивчення ринків збуту.

Модель Дж. Джурана – позачасова просторова модель (спіраль якості) – визначає основні стадії безперервного розгортання робіт з управління якості, є прообразом багатьох моделей якості, розроблених пізніше. Модель передбачає постійне дослідження попиту та експлуатаційних показників якості, що обумовлює орієнтацію виробництва на вимоги споживачів і ринок збуту.

Спіраль (петля) якості – це концептуальна модель взаємозалежних видів діяльності, які впливають на якість на різних стадіях певної діяльності: від визначення потреб споживача до оцінки їх задоволення. Петля спіралі якості показує послідовне відображення якості процесів на якість кінцевого результату. Узагальнена якість результату представляє собою сукупність проектної, виробничої та експлуатаційної якості.

Наведені моделі стали основою розробки системи управління якістю продукції в провідних країнах світу.

ВСТАНОВЛЕННЯ ЦІНИ НА НОВІ МАШИНИ З УРАХУВАННЯМ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

*Рясних С.Г., Горошко О.В.
Хмельницький національний університет, Україна
E-mail: vsf-83@rambler.ru*

За відсутності централізованого встановлення цін на нову техніку, як це було за часів адміністративного управління, сьогодні вирішення проблеми обґрунтуванні цін на продукцію виробничо – технічного призначення визначається механізмом узгодження ефекту і ціни між виробником та споживачем нової продукції. В умовах ринкової економіки цей процес не регламентується державою, а вирішується шляхом створення прозорої системи розподілу “цінності” між споживачем та фірмою.

В 70-90 роках минулого століття вітчизняними вченими була висунута та розроблена плідна ідея встановлення ціни нової машини та обладнання виробничо – технічного призначення з урахуванням економічної ефективності, але для її застосування в ринкових умовах

необхідне радикальне переосмислення методів розрахунку, змісту та призначення основних елементів цієї системи.

Необхідно підкреслити, що існує два основних погляди на методи формування цін: витратний (методи групи “витрати плюс”) та ціннісний (так зване активне ціноутворення). Розходження думок між прихильниками ціннісного (активного) ціноутворення та ціноутворення на основі собівартості чітко окреслені за двома позиціями:

1. Ролі витрат в процесі ціноутворення.
2. Ролі обсягу продаж в ціноутворенні.

“У випадку встановлення ціни на основі цінності, - відмічають Т.Негл та Р.Холден, - цільова ціна встановлюється на базі оцінки вартості товару для споживача, а не витратах. Прикладів чистого ціноутворення на основі цінності є не багато, однак успіх, якого вони досягають, зазвичай вражає”[1, С.21-22].

Отже, ціллю ціноутворення на основі цінності є встановлення такої ціни, що приносить більш високий прибуток за рахунок забезпечення вищої цінності, а не збільшення продаж. Не складно помітити, що ціноутворення на основі цінності по суті тотожно методам розрахунку ціни на нові машини з урахуванням економічної ефективності. Встановлення ціни з урахуванням економічної ефективності нових машин, коли ефект розподіляється між виробником та споживачем, на наш погляд, нічим не відрізняється від “...отримання цінності, коли її частина, створена для покупців, повертається компанії”.

Важливим елементом в системі ціноутворення на нові машини є нижня межа їх ціни. На нашу думку, метод розрахунку нижньої межі ціни на основі повної собівартості нової машини та рентабельності базового зразка може призвести до великої невизначеності розрахунку її величини, що викликано невизначеністю величини повної собівартості нової машини, за рахунок необхідності розподілу постійних витрат на ранніх стадіях розробки, коли машина ще не виготовляється. Закладання в розрахунок рентабельності базового виробу також спотворює величину ціни, оскільки рентабельність визначається за допомогою повної собівартості. Не підходить для розрахунку нижньої межі ціни метод розрахунку “витрати плюс”, тобто додавання до суми змінних витрат надбавки, оскільки розмір останньої є суб’єктивним, відірваним від реальної інформації підприємства та не може забезпечити рівновігдність виробництва нової та базової машини.

На нашу думку, необхідно переглянути вимоги до економічного змісту нижньої межі ціни та її головної характеристики – рівновігдності виробництва нової та базової машин. Поняття рівновігдності пропонується трактувати наступним чином: виробництво нової та базової

машини вважається рівновигідним, якщо маржинальний прибуток на співставний обсяг виробництва нової та базової машини однаковий. Це досягається розрахунком нижньої межі ціни виходячи зі змінних (прямих) витрат по новій машині із урахуванням коефіцієнту маржинального прибутку по базовій машині, або середнього по підприємству (якщо базова машина не випускається на підприємстві - інноваторі). До розрахунку нижньої межі ціни абсолютно не приймаються накладні витрати при виробництві нової та базової машини, як показано у формулі (позначення до даної та інших формул, які будуть наведені у статті, згруповано у таблицю 1).

$$C_H = \frac{B_{ЗМ1}}{1 - K_{МПБ}} \quad (1)$$

Виходячи з економічного змісту верхньої межі ціни та його зв'язку з річним економічним ефектом споживача, необхідно таким чином модифікувати ці поняття, щоб в умовах ринкових відносин вони відображали реальні економічні процеси. В першу чергу нами пропонується модифікувати розрахунок річного економічного ефекту. Так, у відомій формулі різниці приведених витрат, поточні витрати, тобто повну собівартість продукції в сфері споживання, слід замінити на змінні витрати на одиницю продукції з урахуванням амортизаційних відрахувань ($B_{ЗМ0}, B_{ЗМ1}$), а питомі капітальні вкладення (K) – відповідно, на ціну базової машини та нижню межу ціни нової машини (C_0, C_H). Такі заміни дозволять ліквідувати викривлення собівартості, пов'язане з методами розподілу постійних витрат, відобразити в розрахунках реальні витрати споживача на придбання порівнюваних машин.

Таблиця 1 – Позначення до формул.

Позначення	Характеристика показника
O_0	Ціна одиниці базової техніки
$Ц_H$	Нижня межа ціни
$Ц_B$	Верхня межа ціни
$Ц_{II}$	Ціна продажу
$Ц_{Л}$	Лімітна ціна
$Є_P$	Річний економічний ефект
$K_{МІБ}$	Коефіцієнт маржинального прибутку за базовою машиною
$A_{Cl 1}, A_{Cl 0}$	Змінні витрати на виготовлення одиниці нової та базової продукції відповідно
$Ц_H, O_0$	Ціна нової та базової машини відповідно
K'_0, K'_1	Супутні капітальні витрати
E_H	Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень
P_A	Частка відрахувань на амортизацію
P_{OP}	Витрати на проектування та освоєння нової машини.
$\sum_{i=1}^n N_i$	Кількість машин, які планується випускати протягом n років.
A_1, A_0	Річний обсяг виробництва продукції (робіт) з використанням нової та базової техніки в розрахунковому році.
P_{A1}	Норма амортизації.
K_P	Коефіцієнт розподілу економічного ефекту між виробником та споживачем нової машини.

Річний економічний ефект від застосування нової машини пропонується розраховувати наступним чином:

$$Є_P = [(B_{3M0} + Ц_0 \cdot E_H) - (B_{3M1} + Ц_1 \cdot E_H)] \cdot A_1 \quad (2)$$

Тоді розрахунок верхньої межі ціни буде здійснюватися за наступною формулою:

$$Ц_B = Ц_0 \cdot \frac{A_1}{A_0} + \frac{(B_{3M0} - B_{3M1}) + E_H \cdot (K'_0 - K'_1)}{E_H + P_{A1}} \quad (3)$$

Нами було виведено формулу розрахунку “ $Ц_B$ ” в безпосередній залежності від річного економічного ефекту ($Є_P$):

$$Ц_B = Ц_H + \frac{Є_P}{E_H + P_{A1}} \quad (4)$$

Розрахунки “ $Ц_B$ ” за обома формулами повністю співпадають, але перевага другої формули полягає в тому, що по-перше, споживач (замовник) має інформацію про конкретну величину річного

економічного ефекту, частину якого він може отримати при встановленні ціни продажу; по-друге, ця формула дозволяє здійснювати розрахунок “ C_B ” в умовах, коли нова машина призначена не для виробництва та обробки одного найменування виробу, а для багатьох, до того ж різномірних. Розрахунок “ C_B ” в таких умовах за формулою 3 практично неможливий.

В розрахунку лімітних цін в цілому спостерігають дві протилежні тенденції:

- лімітна ціна повинна бути як можна ближче до ціни базової машини або до нижньої межі ціни;
- лімітна ціна повинна забезпечити споживачу відносно здешевлення продукції на одиницю корисного ефекту, тому вона наближена до верхньої межі ціни.

Загальним недоліком обох методів є ігнорування в розрахунках витрат на проектування та освоєння нової продукції. Нами пропонується переглянути зміст та призначення лімітної ціни та пов'язати його з однієї сторони із витратами на проектування та освоєння виробництва, а з іншої – з ціною продажу.

$$C_{Л} = C_{Н} + \frac{P_{ОП}}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad (5)$$

На відміну від практики в умовах централізованої економіки, лімітна ціна повинна обмежувати ціну продажу знизу, тобто як правило, ціна продажу повинна дорівнювати, або бути більше лімітної, так як в цьому випадку продажна ціна забезпечить погашення витрат на проектування та освоєння виробництва нових машин та обладнання.

Розрахунок ціни продажу з урахуванням обґрунтування визначення нижньої та верхньої межі ціни здійснюється за формулами:

$$C_{П} = C_{Н} + K_{P} \cdot \frac{C_{P}}{E_{Н} + P_{A}} \quad (6)$$

$$\text{та } C_{П} = C_{Н} + K_{P} \cdot (C_{B} - C_{Н}). \quad (7)$$

В загальному вигляді схема обґрунтування ціни продажу нової машини представлена на рисунку 1.

Послідовність розрахунків наступна:

1. На ранніх стадіях проектування на основі даних конструкторської та технічної документації здійснюється розрахунок прямих витрат на виготовлення нової машини ($B_{ЗМ}$).
2. Визначається коефіцієнт маржинального прибутку ($K_{МП}$).

3. На основі розрахованих показників змінних витрат коефіцієнту маржинального прибутку знаходиться нижня межа ціни нової машини(C_H).
4. Визначаються змінні (прямі) витрати з урахуванням амортизації (B_{3M0} та B_{3M1}) та без урахування амортизації (B_{3M0}' та B_{3M1}') при експлуатації базової та нової машини, і відповідно два варіанти розрахунку верхньої межі ціни (C_B).
5. Розраховується лімітна ціна за формулою(C_L).
6. В результаті узгодження із замовником розраховується ціна продажу нової машини (C_{II}).

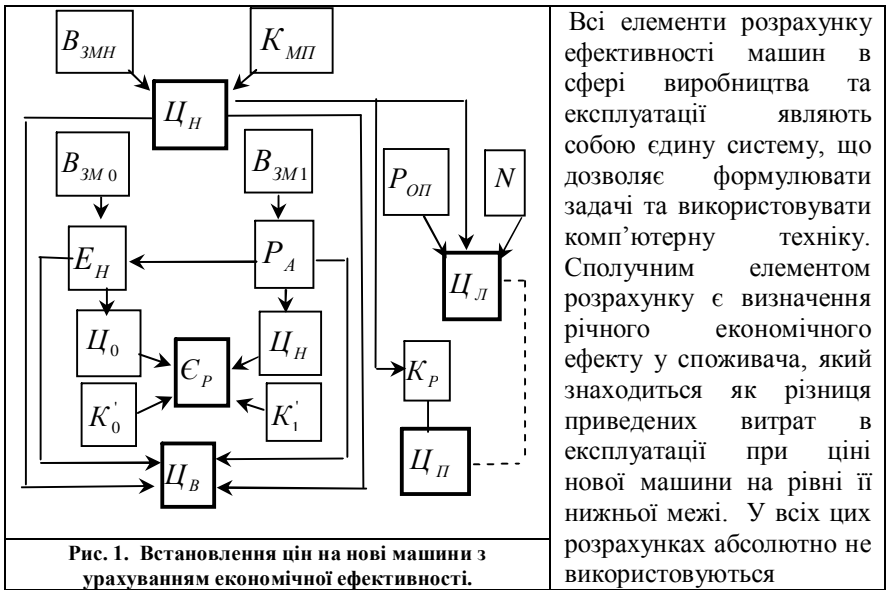


Рис. 1. Встановлення цін на нові машини з урахуванням економічної ефективності.

постійні (накладні) витрати, тобто на відміну від методів, що пропонувались в умовах централізованого управління економікою, повністю витриманий противитратний підхід.

Література

1. Нэгл Т.Т., Холден Р.К. Стратегия и тактика ценообразования. – СПб: Питер, 2001. – 544с.
2. Орлов О.А., Рясных Э.Г., Савченко Е.В. Эффективность и цены на новые машины//Современный научный вестник. - 2008 - №10(36), с.41-48.

3. Савченко Е.В. Антизатратный подход к формированию цен на новую продукцию / О.А. Орлов, Е.Г. Рясных, Е.В. Савченко // Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму. – 2008. – № 1. – С. 425-427.

4. Савченко Е.В. Эффективность и цены на новые машины / О.А. Орлов, Е.Г. Рясных, Е.В. Савченко // Современный научный вестник. Серия: Экономика. Право. – 2008. – № 10. – С. 41-48.

ПРОЯВИ ВПЛИВУ СВІТОВОЇ ФІНАНСОВОЇ КРИЗИ НА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РЕАЛЬНОГО І БАНКІВСЬКОГО СЕКТОРІВ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Вовчак Ольга Дмитрівна

Університет банківської справи Національного банку України (м.Київ)

04070, м.Київ, вул. Андріївська, 1

Тел. 098 430 26 76; e-mail vovchak@lac.lviv.ua

Характерною рисою світових економічних відносин стає інтенсивний розвиток фінансової глобалізації із залученням національних економік до світового ринку капіталу, посилення їх взаємозалежності.

Починаючи з II півріччя 2008 року через несприятливий розвиток процесів у світовій економіці, що проявився у погіршенні кон'юнктури на зовнішніх ринках, зменшенні інвестиційного та споживчого попиту, в Україні почали спостерігатись кризові явища в економіці загалом та банківському секторі зокрема. Світова фінансова криза почалася з краху ринку іпотечних кредитів США у серпні 2007 року, ще більше поглибилася за 2008 рік і у вересні 2008 вступила в бурхливу нову фазу. Її дія відчувається у всій глобальній фінансовій системі, зокрема все більшою мірою в країнах з ринком, що формується [1].

Передумовами виникнення світової фінансової кризи було зниження відсоткових ставок Федеральною резервною системою США після подій 11 вересня 2001 р., після чого у 2002 – 2003 роках почалося необґрунтоване збільшення кількості виданих іпотечних кредитів і, як результат, почала зростати вартість нерухомості. Вже у 2006 році виникла проблема неякісних кредитів. Водночас криза іпотечного кредитування зачепила і інвестиційні банки. Банкрутства та кредитні втрати світових фінансових компаній перевищили пів трильйона доларів. Іпотечна та кредитна кризи змусили більше 100 банків та інвесткомпаній списати \$501,1 млрд [2]. Отже, світова фінансова криза за всіма ознаками вже переросла в глобальну економічну. Її руйнівні дії із фінансового сегмента економіки сьогодні дедалі більше перекидаються на реальний сектор: будівельну галузь, автомобілебудування, виробництво будівельних

матеріалів та металургію і, нарешті, на весь ланцюг виробничого процесу, адже фінансова система й реальна економіка – це єдине ціле.

Відчутними наслідки світової кризи є і для країн ЄС. Експерти зазначають, що економіка Євросоюзу, до якого входить 27 країн, не випробовувала нічого подібного з рецесії 1993 року. У всіх секторах відзначається різке зростання звільнень: у 2008 р. в 15 державах єврозони робочі місця втратило вже понад 600 тисяч чоловік [3]. Від браку ліквідності банки різко обмежили кредитування, що змусило виробничі підприємства перейти в режим економії, зменшуючи витрати і скорочуючи персонал.

Криза, від якої потерпають фінансові ринки світу, не оминула і Україну. Під впливом глобальної кризи економіка України переживає мало не найбільше випробування за всю свою історію. В українській економіці фінансова криза має кілька проявів. По-перше, українські банки зіштовхнулися із кризою ліквідності через обмеження доступу до закордонних кредитів, які кілька останніх років були основним джерелом збільшення обсягів кредитування. По-друге, криза в житловому будівництві, викликана значним скороченням іпотечного кредитування банками та побоюванням щодо повторення американської іпотечної кризи в Україні. По-третє, ріст цін на енергоносії надзвичайно серйозно впливає на всю економіку України, оскільки автоматично призводить до зростання цін на більшість товарів та послуг, вироблених в Україні. Найбільш успішні за останні роки сектори економіки – банки, гірничо-металургійна промисловість та нерухомість – опинилися на порозі обвалу. У серпні 2008 року в Україні вперше, починаючи з жовтня 2002 року, відбулося зменшення обсягів виробництва промислової продукції до відповідного місяця попереднього року на 0,5%, зокрема, в металургії – на 8,6%, хімічній промисловості – на 9,1%, у виробництві коксу, продуктів нафтопереробки – на 4,9%. Із того часу ситуація в експортоорієнтованих секторах економіки погіршилася, спостерігається катастрофічний спад виробництва. Відтак саме експортно-орієнтовані галузі були основним двигуном зростання економіки України [4]. І, по-четверте, через досить значний рівень інтегрованості економіки України в загальносвітову економіку, зростання рівня світової інфляції суттєво вплинули на ріст інфляції в Україні. З 2009 року ціни на газ знову зросли, а це призвело до подорожчання, перш за все, цін на експортну продукцію України (чорний та кольорові метали, продукція хімічної промисловості) [5].

Ще одним наслідком світової фінансової кризи, прояв якого ми вже спостерігаємо, є зростання безробіття в Україні. Відбувається це через те, що фінансова криза впливає на будівельну, металургійну,

хімічну і банківську галузі української економіки, де спостерігається падіння виробничих показників та, як наслідок, звільнення працівників. Скорочення виробництва в металургії та хімічній промисловості теж є причиною звільнення працівників і зменшення розміру їх зарплати [6].

Нестабільна ситуація із національною валютою і долларом спричинила відтік коштів з банківської сфери. За даними Національного банку України, обсяг депозитів на 01.01.2009 р. становив 359,7 млрд. грн. За 2008 рік темпи зростання депозитів становили 126,7 проти 152,7% на кінець грудня 2007 року. У січні 2009 року відтік депозитів з українських банків склав 21 млрд. грн. Це свідчить про втрату довіри до банків [7].

За оцінками економістів очікуваний обвал ринку нерухомості, зниження цін на товари, які становлять основу українського експорту, і падіння курсу гривні негативно позначилися на спроможності позичальників виконувати свої зобов'язання. З уповільненням темпів зростання кредитування (за перших сім місяців 2008 р. обсяг кредитування юридичних осіб зріс на 22,4%, а фізичних — на 27%, проти, відповідно, 63 і 98% за повний 2007 рік) частка проблемних кредитів лише збільшуватиметься [8].

Сьогодні ключовими проблемами розвитку банківництва в Україні є п'ять головних: високий рівень процентних ставок за банківськими кредитами, розбалансованість строкової структури попиту і пропозиції на грошовому ринку; низький рівень капіталізації банків, слабкість сектору державного банківництва, надмірна і загрозна частка присутності іноземного капіталу у банківській системі. Всі ці вади спричиняють серйозні перекоси в економіці і обмежують її можливості.

Негативні тенденції розвитку економіки та банківської системи України перенеслися на 2009 р., про що свідчать такі дані, насамперед, макроекономічного розвитку України: ВВП у I півріччі 2009 р. знизився на 19,1 %; обсяги промислового виробництва за 8 місяців скоротилися на 29,6 %; Інвестиції в основний капітал у I півріччі скоротилися на 43,3 %; реальні доходи населення за I квартал впали на 12,9 %; індекс споживчих цін за серпень порівняно з серпнем 2008 року зріс на 8,2 %; обсяг іноземних прямих інвестицій за I півріччя становив 2,5 млрд. дол. США, що у 3,2 рази менше, ніж за відповідний період минулого року, а від'ємне сальдо зведеного платіжного балансу досягло 10,2 млрд. дол. США [7;9].

У грошово - кредитній сфері станом на 01.10.2009 спостерігалися такі тенденції:

- грошова маса зменшилась на 8,9 % до 469,6 млрд. грн.;
- монетарна база зменшилась на 1,6 % до 183,6 млрд. грн.;
- рефінансування банків склало 59,6 млрд. грн.;

- обсяг мобілізованих коштів сягнув 72,4 млрд. грн.;
- викуп державних облігацій України здійснено на 27,7 млрд. грн.;
- обсяг коррахунків зменшився на 13,8 % до 16,0 млрд. грн.;
- обсяг готівки поза банками зменшився на 3,8% до 148,9 млрд. грн.;
- рівень монетизації економіки зріс до 47,1%;
- облікова ставка НБУ з 12.08.2009 зменшена з 11 % до 10,25% [7;9].

Що ж до банківського сектору, то в Україні він є відносно слабким. Сьогодні відношення активів вітчизняних банків до ВВП дорівнює трохи більше 100 %, тоді як в країнах ЄС воно становить в межах 350 %, що свідчить про «карликові» розміри вітчизняної банківської системи. Основні показники діяльності банків України станом на 01.10.2009р. характеризуються такими даними:

- загальні активи – 988 млрд. грн. (85 млрд. євро);
- кредити надані – 770 млрд. грн. (66 млрд. євро);
- зобов'язання – 772 млрд. грн. (66 млрд. євро);
- кошти фізичних осіб – 201 млрд. грн. (17 млрд. євро);
- кошти суб'єктів господарювання – 119 млрд. грн. (10 млрд. євро);
- регулятивний капітал – 128 млрд. грн. (11 млрд. євро) [9].

Загальна ж кількість банків, зареєстрованих в Державному реєстрі банків станом на 01.10.2009 р. становила 198, а кількість діючих банків – 185. Кількість банків з іноземним капіталом зросла до 51, з них 17 банків – це банки зі 100% іноземним капіталом. [9].

За даних обставин сьогодні у банківській системі України утверджується політика і правила, за яких великі банки мають певні переваги над малими банками. Великі банки здатні підвищувати довіру до своєї надійності не тільки завдяки гарантійній функції власного капіталу, а й завдяки синергійній дії чинників величини та масштабності банку.

З метою протидії впливу фінансової кризи НБУ здійснено низку заходів, які можна віднести також до стабілізаційних, зокрема:

- спрощено процедури погодження статутів банків та реєстраційних процедур банків;
- запроваджено процедуру кредитної підтримки банків у разі загрози їх стабільної роботи;
- схвалено Рекомендації стосовно проблемних позичальників-фізичних осіб;
- проведено повне діагностичне обстеження банків;
- введено особливий режим контролю за діяльністю банків шляхом призначення тимчасових кураторів;
- внесено пропозиції на розгляд ВРУ щодо законодавчої зміни стосовно розширення функцій Фонду гарантування вкладів

фізичних осіб та законодавчого забезпечення роботи щодо реструктуризації банків

Водночас тривалість світової фінансової кризи та поглиблення її впливу на Україну потребують адекватних антикризових заходів. Основні напрями, обрані НБУ, для виходу із кризового стану банківської системи загалом, стосуються такого:

- стабілізація фінансового ринку та національної валюти;
- підтримка ліквідності і платоспроможності українських банків;
- забезпечення здійснення банками розрахунків і платежів клієнтів;
- підвищення довіри населення до банківської системи.

Найближчим часом банкам доведеться, крім кредитування, розвивати й інші види діяльності, наприклад, впроваджувати продукти, пов'язані з дистанційним обслуговуванням клієнтів, а саме мобільного та інтернет - банкінгу, які користуються великим попитом на Заході і які приносять банкам нормальний прибуток. Сьогодні в Україні лише 10 банків надають такі послуги. Поступово банки будуть орієнтуватися й на депозитні, інвестиційні та страхові продукти. Очевидним є, що після кризи структура доходів банків зміниться. Якщо зараз на процентний дохід від кредитування припадає до 85 % банківської виручки, то після кризи цей показник знижуватиметься.

Ще однією проблемою банків залишається дефіцит коштів. При цьому зовнішній ринок капіталу буде і далі закритим для українських фінансових установ. А тих коштів, які будуть вливати іноземні материнські структури в свої дочірні підприємства, буде недостатньо для розвитку банківської системи. За таких умов банкам доведеться залучати ресурси на внутрішньому ринку. А це вимагатиме консолідації банківського сектору.

Загалом за прогнозами банкірів у перспективі розвиток банківської системи корелюватиме зі зростанням економіки. Так, за прогнозного зростання ВВП у 2010 р. на рівні 3 %, показники діяльності банків зростуть максимум на 5 %. Якщо економіка буде падати, то і банківська система скоротиться.

На даний час багато аналітиків схильні вважати, що світова економічна криза минула і світова економіка вже сягнула «дна» кризи і тепер почнеться відновлення. Однак, фахівці банківської справи вважають, що проблеми глобальної фінансової системи зараз ситуативно вирішуються за рахунок багатомільярдних вливань капіталу у світову економіку центральними банками США, Японії, Китаю та Європи. Ці гроші можуть допомогти світовій економіці подолати кризові явища, але тільки в короткостроковій перспективі, тоді як глобальні проблеми світової економіки, як от високий рівень закредитованості населення й

компаній, незбалансованість економік різних країн, пузири, що виникли на різних ринках через доступність до дешевих кредитних грошей, ще залишаються невирішеними. Тому сьогодні можемо припустити, що після закінчення світової кризи вітчизняну банківську систему потрібно буде знову відбудовувати, використовуючи позитивний досвід попередніх років.

Водночас, крім рятування банківської системи, постає завдання запобігання загрозам для реального сектору національної економіки, збереження її конкурентоспроможності.

Список використаних джерел

1. *Експерти розповіли про світову фінансову кризу та її наслідки: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.politarena.org.ua/2008/10/11/eksperti_rozpovli_pro_svtovu_fiansovu_krizu_ta_naslarki.html*
2. *Жолудь О. Світова фінансова криза впливає на гривню: [Електронний ресурс] // Газета по-українськи. – 2008, 29 вересня. – Режим доступу: <http://www.gpu-ua.info/index.php?&id=257197>*
3. *Європу «з'їдає» фінансова криза й безробіття: [Електронний ресурс] //День. – 2008. – № 184, 14 жовтня. – Режим доступу: <http://ua.for-ua.com/ukraine/2008/10/14/101718.html>*
4. *Данилишин Б. Шлях до подолання кризових явищ - макроекономічна стабільність і скоординованість дій: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://euro2012.ukrinform.ua/analytical/3788/>*
5. *Дорошенко І.В. Глобальна світова фінансова криза та її вплив на розвиток економіки України: [Електронний ресурс] // Проблеми системного підходу в економіці. – 2008. – № 3. Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/PSPE/2008-3/Doroshenko_308.htm*
6. *Через світову фінансову кризу зростає безробіття в Україні: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.unian.net/ukr/news/news-276038.html>*
7. *Демченко С. Банківська криза триватиме і у 2009 році: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ngo.donetsk.ua/donsociety/3426>*
8. *Башта В. Дозралися... Вітаємо, стагфляція, валютна та банківська кризи: [Електронний ресурс]// Дзеркало тижня. – 2008. – № 39 (718), 18 – 24 жовтня. – Режим доступу: <http://www.dt.ua/2000/2675/64393/>*
9. *Основні показники розвитку банківської системи// <http://www.rada.gov.ua>*

SOME REMARKS TO QUALITY MANAGEMENT AND DIAGNOSING POSTAL SERVICE QUALITY

Tatiana Corejova – Jan Flak

The global postal market is related with the inter-governmental and multilateral relationships and negotiations about the delivering of postal items. The quality of international postal services was periodically evaluated by the tests of Union Postale Universelle; quality of national services was evaluated by national rules mainly by independent firms on the order of regulation body. Of course, the traditional access to evaluation of quality in postal industry has changed over the last years the methods and tools. The creation of the European single market also in the area of postal services opens up protected or regulated national markets. From the point of view of postal service quality, evaluation of quality at postal operators is important the same sense of indicators, tools, numbers etc.

Quality of service in the postal industry is the multilateral term and has a lot of definitions, that can be divided by the areas for measurement of quality, by the kind of service or item, by the rules assert in the country. Generally, the crucial point is the definition of postal service, universal postal service and regulation rules. Postal services include posting and collection of postal items ('clearance'), sorting of postal items in distribution centre, their transport and delivery to addressees ('distribution') and postal payment service. Universal Service is a set of permanent postal services provided at affordable prices (hereafter referred to as 'postal charge') under the same conditions and in determined quality accessible to all users at access points. In the Slovak Republic the Postal Regulatory Authority determines the quality requirements for providing the universal postal service as annex of the Postal licence "[Requirements for the universal postal service quality](#)" and controls observation of them. The universal postal service is set of postal services that are accessible to each citizen living on the territory of the Slovak Republic under determined conditions and quality.

Areas for quality measurement in the postal industry can be selected to three levels: the postal system or demand aspects of postal services, postal infrastructure and efficiency aspects [1,2]. The postal system can be describing, comparing and analyzing at aggregate level by intensity of postal services of an economy, the postal service sets and productivity. The provision of postal infrastructure is a prerequisite for postal services and an important condition for economic and administration activities. Quality aspects of postal infrastructure include:

- General aspects – planning process of postal network, organizational and spatial accessibility, geographic coverage, availability of information and payment systems etc.

- Costs – investment, operational and maintenance costs
- Operational aspects – security, speed and reliability, service availability, pricing systems etc.
- Principle of equality of users and transparency of commercial condition of postal services.

Efficiency aspects include performance characteristics of postal network (density of post offices per km² or number of inhabitants per post-office), percentage of post-offices equipped by IT, infrastructure quality perception (survey results), pricing schemes

In terms of general definitions, quality in postal service is characterized as postal company behaviour that results from accepted and declared aims from both business and social aspects, and represents a level of perfection that addresses the customer. In this context, quality management in postal services is a set of methods and activities with diagnosing and preventive approach to the making of a postal product, while with formation and transference of value to the customer, his or her expectations are more than met. Diagnostics and measurement of the quality are the basis of measures as for efficiency improvement of the whole postal technological system in connection with customers' expectations as well as competition and regulator behaviour. The diagnostic approach applied to the system of quality management must be orientated on each criterion of a postal company profile. The phases of diagnostic procedures:

1. introduction that includes the selection of diagnostic object, qualitative analysis of diagnostic procedures and the formulating of diagnostic checking,
2. the lettering of system development and condition of environment e.g. the measurement, the development and condition of behaviour
3. the diagnostic checking e.g. the comparison of behaviour in postal company with testing criteria and identification of normal state and its maintenance and classification of problem types
4. diagnostic analysis, e.g. analysis of problem reason, analysis of problem consequences, forecast of next development of problem
5. diagnostic formulation of corrects measures and verification of efficiency of measures
6. conclusion that provides the proposals for elimination of a problematic process and for a new method of realization of a postal product which would attempt maximal satisfaction of all customer's needs.

Quality of postal services is of course a matter of transit times. The table 1 includes the view of the standard end-to-end measuring transit time methods of domestic and cross-border mail and also the modern tools for monitoring

items moving, transit time, the items flow density between sorting centres etc. by using the information technologies [2]. The different of these methods issued from the goals and the realisation style, e.g. measured Process Phase (1st - clearance, 2nd -transport, 3rd - delivery), internal or external realisation (independent contractor), tests items or real mail, measurement frequency, number of panellists, total mail flow between defined postal areas, etc.

The Postal Regulatory Office in SR determined standards of fulfilment of the timeliness for transport of postal items of the universal service to the universal service provider. The universal service provider is obliged to ensure execution of measurement of quality by an independent body to prove fulfilment of the quality standards.

Effectively and systematically applied diagnostics in postal service can be very useful if we can assess the context in which abnormality problems arise, and if we can correctly identify the main problems in technological system of postal activities and processes.

References

1. Corejova, T. - Madlenakova, L. (2003) *Some remarks to postal service quality*. In: *Veda, vzdelávanie a spoločnosť = Science, Education and Society*, 11. MVK, Zilina, ISBN 80-8070-120-2. - S. 27-30.
2. Madleňáková, L. (2007) *Meranie a sledovanie kvality v podmienkach narodneho postoveho operatora*. In: *Obchod, jakost a finance v podnikoch - determinanty konkurenceschopnosti V, sbornik príspevků*, Praha: CZU. - ISBN 978-80-213-1661-4. - S. 194-198.
3. www.europa.eu.int, www.posturad.sk, www.ue.eu.int, www.upu.int

Acknowledgement: This contribution was undertaken as part of the research project VEGA 1/4573/07 Possibilities, limits and development trends of the obligatory service conception in post. It benefited from grants from the European Commission and Ministry of Education of Slovak Republic for which the authors express their gratitude.

Table 1

Method	Realisation	Measured Process Phase	Measurement Frequency (per annum)	Type of measured medium	Measured mail type
National Measuring Systems					
<i>End-to-End (full-area measurement)*</i>	External (independent contractor)	from 1 st to 3 rd	minimal 1	Test items	Ordinary letter-post items Recorded items
<i>End-to-End (specific measurement)**</i>	External	1 st or 2 nd or 3 rd	minimal 1	Test items	Ordinary letter-post items Recorded

					items
<i>End-to-End</i>	Internal	1 st or 2 nd or 3 rd	at need	Real mail	Recorded items Mail bags
International Measuring Systems					
<i>UPU</i>	Internal	2 nd ***	4	Real mail	Ordinary letter-post items Postal parcels
<i>UPU End-to-End</i>	Internal	1 st , 2 nd , 3 rd	1	Test items	Priority items
<i>PostEurop Test</i>	Internal	1 st or 2 nd or 3 rd	3	Test items	Priority items
<i>UNEX Test</i>	External	from 1 st to 3 rd or 1 st or 2 nd or 3 rd	Yearly (from time to time)	Test items	1 st class international mail
<i>UNEX Lite (pilot testing)</i>	External	from 1 st to 3 rd or 1 st or 2 nd or 3 rd	Yearly (from time to time)	Test items	1 st class international mail
Other Measuring Systems					
<i>Track and Trace</i>	Internal***	1 st , 2 nd , 3 rd	yearly	Real mail	Recorded items (national and international)
<i>CAPE****</i>	Internal	2 nd	yearly	Real mail (mail bags)	Priority items - PRIME

* Full-area respect universality of postal services (covered whole postal territory)

** Specific measurement – one of the three phases transportation process

*** Monitoring postal items in the whole transportation process (using also for customers)

**** Measuring from the office of exchange to the delivery office

INCREASING THE QUALITY OF PEDAGOGICAL PREPARATION FOR UNDERGRADUATE STUDENTS THROUGH MICROTEACHING

Prof. Ing. Jan Bajtos, CSc. PhD.

*Education Department, Faculty of Arts, P.J.Safaric University, Moyzesova 16, 040 01 Kosice,
Slovakia, tel: +421 55 2342139, e-mail: jan.bajtos@upjs.sk*

Introduction

There is a close relation between upbringing, education and society. Since upbringing and education has been preparing youth and also adults for

life and work in future, it is necessary to foresee society development. And conception of education should be proposed so that it would be able to react on changes. For *society based on information (informational, learning society)* is information the determinant source of development. Crucial role for functioning society plays an education, which should ensure that people would be able to orientate themselves in a wide range of information; they would understand and use all information for their benefit and also would be able to form new information. There is a need to increase students' interest in education, their ability to learn effectively through the whole life and that they would be able to adapt flexibly to changing life conditions. In a society based on information, a formal school environment is getting losing its position as a source of information and more attractive mediums are becoming predominant (TV, video, PC, multimedia, internet and etc.). Fundamental different skills will be needed for present teachers and pre-service teachers as it was in previous years. We assume that, with the change in quality of teacher preparation is possible to obtain that pre-service teachers will have a good preparation for their teaching profession.

Requirements on the quality of preservice teacher preparation

Evaluation of the quality in the field of education is a process which is based on definition, choice, analyses, interpretation and usage of information for improving the quality of teaching process and student own development (Ratcliff, 1998). Categories of quality in teaching process have not been surveyed from all viewpoints yet. From the view of teaching, it is crucial problems. The issue of the quality in educational institutions, the quality of methods and techniques occurs with urgent necessity also in this period of democratisation and humanisation of our school system. Nowadays there are increasing requirements in qualification (Bajtos, 1998). The term a quality of education (teaching, learning) is a term without long tradition, it has been explained from several point of view and approaches, but has not been precisely defined yet. There are not sufficiently defined the ways of examination of the quality, but also there is a lack of a system for criteria of quality. In our and foreign pedagogy there is a wide range of works, which deal with the quality in educational process. Concern about the quality of education was predominated in pedagogical discussions in the 80's. There was an opinion, that democratisation of education, especially in countries which had adopted model of „cohesive school“, led to decreasing of reached standards in education. This means, that at school were predominated approaches in which weaker students were in better positions than cleverer students. Criteria of the quality should be defined in much wider frame than are school results. These criteria should assess to which scale an education provided by schools meets with the needs of young people in their preparation for their personal life

and their efficient existing in modern society. From the above mentioned, it is possible to use it as a base for ensuring the quality in teacher preparation. Complex assessment of the quality of teacher preparation on a concrete university should include these indicators (Bajtos, 1998; Zelina 1992): *internal indicators of the quality* (e.g. results of teaching process, quality of teaching process, length of the study, percentage of failed students), *operating indicators of the quality* (e.g. a number of students in the classroom, proportion of pedagogues to students, studies stress on students, school budget, school equipments) *external indicators of the quality* (e.g. students satisfaction, students life achievement, school evaluation, school award and successes), *indicators of teachers productivity* (e.g. qualification and personal growth of teachers, successfulness in implementation of innovation into educational process) and *educational indicators of quality* (a level of development of cognitive and non-cognitive functions of individuality, students relation to life).

- **Microteaching**

Microteaching was developed in the early and mid 1960?, as a need for pedagogues working in the field of pregradual preparation of teachers to transform theoretical knowledge concerning teaching process into practice. Microteaching was developed by Dwight Allen in 1956 at the Stanford University as Teacher Education Program. The program emphasized a sample teaching using actual school students as authentic audiences. This model has been modified and adapted for university teaching. Initially, it has been used most often for graduate teaching assistants, later it started to be used as an effective pregradual preparation for pre-service teachers

(http://fdc.fullerton.edu/learning/CASTL/carnegie_microteaching_materials.htm).

Training program for teachers was based on 14 basic areas (Brown, 1975):

1. Introducing the topic, teaching method and the stage of school on which present topic is teaching.
2. Questioning.
3. Dealing with potential problems in relation to topic and teaching method.
4. Presentation of lesson aims.
5. Use of the blackboard (or whiteboard).
6. Use of teaching aids (models, illustration, pictures, flashcards ...).
7. Use of teaching technique (data projector, PC ...).
8. Interpretation and didactic analysis of curriculum.
9. Exposition of the teaching content.
10. Encouraging and motivation of students.

11. Stimulus on potential alternatives in teaching steps.
12. Teacher's enthusiasm for teaching.
13. Fixation.
14. Closure and evaluation of teaching unit.

Microteaching in pregradual teacher preparation is a method to be used as practice of teaching skills. Its base is in simplifying conditions for teaching (e.g. decreasing the number of pupils in the class, shortening of teaching time to 5-15 minutes and etc.), in which only one skill is practised (pupils motivation, fixation, exposition and etc.). Microteaching, according to authors of this contribution consists of three phases: *doing the activity*, *analysis of the activity*, (*microteaching analysis*), *revised repeated activity*. Microteaching in conditions of pregradual students' preparation is possible to do within the subjects as the General didactics, or Subject didactics as micro-lessons or sessions (Bajtos, Orosova 2009). A simulated situation gets a closer reality of teaching into the classroom. During microteaching students evaluate their activity – it is their self-reflexion. They analyse and critically evaluate their own teaching activity with focus on their strengths and weaknesses of their micro-lessons headed by a university pedagogue. During student's reflexion, the technical equipments such as DVD, CD, video and tape recorder could be very useful, which also increase reflexion efficiency.

Microteaching in pregradual teacher preparation can be understood as (Zelina, 2006):

a) non-traditional way of teaching/learning

It is a learning in the practise by practical action and learning from own mistakes. Non-traditional learning is less foreseeable, less formal and more orientated on student's individuality and his/her feelings, needs, interests and it is really natural way of learning (Cross, 2007).

b) role-play

A student–teacher during micro-lesson has to put himself/herself into the role of teacher and his/her peers (classmates) have to put themselves into the role of younger students for which microteaching is given. A student-teacher like every actor has to prepare yourself in advance and pre-study own presentation (Goffman, 1981). During micro-lesson a real teacher should be acting as a student. Later, during discussion (after micro-lesson), should be acting as a coordinator. Teacher should have in mind the time, since students get instruction about the time limit in advance, that micro-lesson should last 10-15 minutes. Students have to present one teaching method, which can be used in motivational phase, expositional or fixation phase of learning/teaching. This micro-lesson should not be a kind of some entertainment, but should get closer to reality (Morgan, Fleming, 1999).

c) *educational activity*

Peers are in the role of the students who are taught. They learn how to use innovative methods and also they learn how to prepare lesson plan which should be innovative and creative. Many of the participants considered microteaching as an educational activity and some of them viewed it as a step towards the real activity of teaching. During evaluation is important to evaluate understanding of particular teaching method, student's creativity, the quality of learned topic and overall impression from micro-lesson (Bauman, 1989).

d) *new approach for obtaining information*

This way of learning is also important from the view that it is based on a constructivistic approach to learning/teaching. In present days of information, students have a wide range of obtaining information and knowledge through internet (Cross, 2007). Microteaching gives us different approach to obtain a pedagogical proficiency.

Conclusion

Implementation of microteaching into pre-gradual preparation for preservice teachers has significant role mainly in increasing the quality of educational process. Students focus mostly on their quality of micro-lesson, where we can monitor interaction between teacher – student, competence, communication, working management, using teaching methods and techniques, using teaching time, teaching style, methods of evaluation and assessment, using didactic aids and technical equipments and etc.

References

1. Bajtoš, J.: *Možnosti zvyšovania efektívnosti vyučovania technických predmetov. In: Modernizace vysokoškolské výuky technických předmětů. Hradec Kralove, Gaudeamus 1998. s. 321-324.*
2. Bajtoš, J., Orosová, R.: *Mikrovyučovanie a mikroanalýzy v pregradualnom studiu v podmienkach PF UPJS – čiastkové výsledky realizovaného prieskumu. In: Technológia vzdelávania. roč. XVII, č.3, 2009, s. 11 – 14.*
3. Bauman, R.: *Performance. In Education. Barnouw (Ed.) International encyclopaedia of communications 53(4), Oxford: Oxford University Press, 1989. s. 262-266.*
4. Brown, G.: *Microteaching a programe of teaching skills. London: Writers and Readers Publishing Co-op. Scottish Academic Press s.176 , 1975.*
5. Cross, J.: *Informal Learning: Rediscovering the Natural Pathways that Inspire Innovation and Performance. San Francisco: Pfeiffer, s. 300, 2007.*
6. Morgan, J., Fleming, B.: *Teaching as performance: Connections between folklore and education. Curriculum Inquiry press, 29(3), 1999, s. 273-291.*
7. Ratcliff, J. L.: *Hodnoceni kvality a akreditace vysokoškolského vzdělávání v USA. In: Hodnoceni a zajišťování kvality vysokých škol v České a Slovenske republice. 1998. s.10-27.*

8. Zelina, M.: *Kvalita školy*. Bratislava, MC 1992.
9. Zelina, M.: *Kvalita školy a mikrovyučovacie analýzy*. Bratislava: Poľana, s.147. 2006.
10. <http://www.d.umn.edu/~lmiller/TeachingEnglishHomePage/5922/Microteaching%20Materials.html> (10.4.2009)
11. *This article has been elaborated within grant project APVV – 0088 – 07 and grant project VEGA – 1/0193/08.*

МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА ЯК СИСТЕМОУТВОРЮЮЧИЙ ФАКТОР В ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦЯ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ДОСЛІДНИЦЬКОГО ТИПУ

Бахтіна Г.П., Бахтіна Н.О.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
Науково-методичний центр «Системного аналізу і статистики» НТУУ «КПІ»
сайт центру: <http://aist.kpi.ua>, тел./факс) (044) 454-9923
bakhtina_galina@mail.ru, bakhtina.nina@gmail.com*

В доповіді розглядається ряд проблем, які стосуються сучасного стану та розвитку науки, освіти та людини, їх причини та наслідки щодо математичної підготовки в системі професійної освіти, її ролі та значення в розв'язанні означених проблем.

Проблема кризи мислення та світогляду людини, за визначенням багатьох вчених різних галузей знань, вважається основною на даному етапі. Вона пов'язана з поділом мислення на аналогове, інтуїтивне, континуальне, з одного боку, та дигітальне, двоїчне, раціональне, логічне, цифрове, переривчасте, дискретне, дисконтинуальне, з іншого, із значною перевагою останнього.

Проблема протистояння монологічності та діалогічності при значній перевазі першої та *проблема* оцінювання.

Проблема протистояння точного та гуманітарного знання, математичної та гуманітарної освіти.

Проблема протистояння науково-природничої, технічної та гуманітарної культур (та відповідно, підготовки).

Проблема формування цілісного, гармонійного мислення (світогляду) та діалогічності поведінки та ставлення до світу.

Проблема створення та реалізації нових освітніх парадигм в діалоговому режимі реальних умов та реального часу, з урахуванням специфіки традицій та ментальності освітніх систем країн світу.

Проблема математичної підготовки в середній школі та системі професійної, зокрема, технічної освіти.

Глибока криза математичної, перш за все, шкільної освіти, в тому числі, в Україні, потребує першочергового та найбільш досконалого дослідження.

«Повзучий» наступ на курси математики та фізики в середній та вищій школі, який почався в 60-х роках 20-го століття ще в радянські часи, різким стрибком погіршив якість математичної освіти введенням нової програми з математики в школі та вимогою обов'язкового врахування середнього балу шкільного атестату при вступі в вузи наприкінці 70-х років.

До нашого часу зберігається інерція сформованого в умовах дії технократичної парадигми та вимог до ВАЛового випуску спеціалістів вузами зневажливе ставлення до математичної складової освіти.

Необхідність виживання вузів в лещатах скрутної економічної ситуації пострадянського періоду призвела до патологічних форм комерціалізації освіти, сприяло прагматично-утилітарним умоспрямуванням, обумовленим економіко-центризькою парадигмою.

Орієнтація на економічні, правові та соціально-гуманітарні спеціальності посилювала недооцінку значущості фундаментальної підготовки, впевненості в непотрібності математики, штучному формуванні емоції страху перед математикою серед школярів та студентів, дискредитації математичної освіти.

Децентралізація управління освітою призвела до руйнації стандартів, анархії та свавілля при створенні навчальних планів та програм, дисбалансу між циклами підготовки фахівця, мінімізації математичних та науково-природничих дисциплін навіть в системі технічної освіти.

Утилітарне розуміння «гуманітаризації» освіти, лобювання інтересів відповідних кафедр під прикриттям неоліберальних гасел «демократизації», «рівноправності», «гуманізації», призвело до небувалого та невиправданого росту гуманітарної та соціально-економічної складової освіти (в тому числі, в технічних університетах) за рахунок курсів фундаментальної підготовки, насамперед, математичної, що кінець кінцем, сприяло значному погіршенню інтегрованої якості підготовки випускників вузів.

Таким чином, сьогодні ми маємо *проблему* майже повної деградації математичної підготовки як в школі, так й в вузі, що призводить до послідовного руйнування природничо-наукової, професійної та гуманітарної освіти. Стало зрозумілим, що знищення математики призводить до ефекту бумерангу.

Задачею сьогодення є здійснення системного підходу як до вивчення складних проблем в науці, освіті, соціумі, так й в практиці управління.

Основним в системному підході є пошук та формування так званого системоутворюючого фактору, який визначає як систему, так й її стратегічне застосування в дослідницькій, управлінській та будь-якій іншій діяльності. Такий фактор впорядковує до того «безладну множину» та робить її функціонуючою системою. При цьому взаємодія функціональних систем різного рівня організації здійснюється на основі принципів ієрархічного домінування, мультипараметричної та послідовної взаємодії.

В системі освіти, на наш погляд, математика та математична підготовка є системоутворюючим фактором, який детермінує формування та реалізацію корисного результату навчання та в комплексі взаємодій та взаємовідносин його компонентів, має характер їх взаємодії.

Математизацію науки А.І. Субето [1] називає однією з точок росту або розвитку суспільного інтелекту. Він прогнозує парадигмальну революцію в системі математичного знання; виникнення математики якості; домінування континуальної математики з широким використанням мови геометрії та топології; створення гібридних математичних об'єктів, в яких сполучені властивості дискретності та континуальності тощо.

За його думкою посиляться процес математизації якісних галузей природознавства, наукових напрямків людинознавства та суспільствознавства; виникне нова парадигма комп'ютерної індустрії на основі континуальної математики, мови топології; здійснюється синтез математичного природознавства з математичним блоком гуманітарних наук.

Але для цього необхідна відповідна модифікація системи освіти, характерним часом якої є час життя цілого покоління.

Нажаль, математична освіта значно відстає від математичної науки як в плані математизації знань, так й в плані втілення сучасних математичних наукових досліджень в практику навчального процесу; протистояння між професійною, природничо-науковою, технічною, математичною та гуманітарною підготовкою посилюється; дисциплінарна ортодоксія «виїжджає» за рахунок інших та не турбується про вироблення всебічного уявлення знання; викликає особливу занепокоєність проблема збереження науковості, фундаментальності та функціональності математичного освітнього процесу як системоутворюючого фактору підготовки як в середній школі, так й в системі професійної насамперед, технічної, освіти.

Ще в 1751 році М.В. Ломоносов наголошував необхідність сумісної роботи фахівців різних напрямків, нерозривного зв'язку наукової теорії та практики, підкреслював значущість математики. Він писав, що для «преуспевания» в дослідженнях «естественных вещей», «к сему требуется весьма искусный химик и глубокий математик в одном человеке... Бесплезны тому очи, кто желает видеть внутренность вещи, лишаясь рук к отверстию оной. Бесплезны тому руки, кто к рассмотрению открытых вещей очей не имеет. Химия руками, математика очами физическими по справедливости назваться может. Но как обе в исследовании внутренних свойств телесных одна от другой необходимо помощи требуют, так, напротив того, умы человеческие нередко в разные пути отвлекают. Химик, видя при всяком опыте разные и часто нечаянные явления и произведения и приманиваясь тем к отысканию скорой пользы, математику, как бы только в некоторых тщетных размышлениях о точках и линиях упражняющемуся, смеется. Математик, напротив того, уверен в своих положениях ясными доказательствами и через неоспоримые и непрерывные следствия вывода неизвестных количеств свойства, химика, как бы одною только практикою отягощенного и между многими беспорядочными опытами заблуждающего презирает и, приобвыкнув к чистой бумаге и к светлым геометрическим инструментам, химическим дымом и пеплом гнушается. И для того по сие время сие две, общею пользою так соединенные сестры толь разномысленных сынов по большей части рождали. Сие есть причиною, что совершенное учение химии с глубоким познанием математики еще соединено не бывало... некоторые с немалой тратой труда своего в единой голове родившимися привидениями натуральную науку больше помрачили, нежели свету ей придали» [2, с. 121-122].

Математика виникла не як примха вчених, а завдяки жорсткій необхідності в боротьбі людства за виживання, тому що в хаосі інформації оточуючого нас світу вона єдина, яка здатна встановити частковий порядок; структурувати інформацію; надати можливість проаналізувати складні явища за допомогою більш простих моделей, але зберігаючих топологічні інваріанти та властивості процесів.

Математичне знання, яке розвивається не одне тисячоліття, є необхідним базисним компонентом системи освіти, засобом формування здатності мислення, що є ключовим моментом в розкритті інтелектуальних здатностей суспільства взагалі, але через конкретних індивідуумів. Тому руйнування математичної освіти, яке ми маємо зараз, призведе до непоправного пролому та збитків, та відкине суспільство на рівень дуже далекого минулого.

Математика випереджає час; є самодостатньою метанаукою; трансдисциплінарною мовою науки та освіти; є мостом, який з'єднує синтетичний рівень підходу дослідника до будь-яких конкретних об'єктів та аналітичний рівень вивчення цих об'єктів; основою балансу ментальних структур та діалогічною мислення та ставлення до світу; корегуючим засобом психіки людини. Ця могутня, випробувана тисячоліттями, але завжди молода, наука, є, можливо, єдиною протиотрутою від захворювання розуму та душі молодого покоління та одним з засобів розв'язання означених в даній роботі проблем.

За досвідом авторів статті, якщо викладач знає деструктивні та конструктивні ознаки нашого часу, особливості психології сприйняття студента нового покоління, тенденції розвитку сучасної математики, постійно підвищує свою кваліфікацію, є творчою людиною, любить свою справу, то він здатний до створення інноваційних педагогічних технологій викладання математичних дисциплін, розумного їх сполучення з курсами інформатики та інформаційних технологій, орієнтації на профіль спеціальності (з обов'язковим збереженням фундаментальних основ та внутрішніх зв'язків самої математики), ефективній співпраці за студентами, незважаючи на всі недоліки часу, в якому він живе, труднощі та перешкоди.

Література

1. *Субетто А.И. Приоритеты и философия целеполагания фундаментальной науки в XXI веке. Трансформация парадигм университетского образования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/avtr/00/0008-00.htm>*
2. *Ломоносов М.В. Слово о пользе химии. – Избранные произведения. В 2-х томах. Т.1. Естественные науки и философия. М.: Наука, 1986. – с. 117-131.*

КЛУБНАЯ МОДЕЛЬ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

*Владимир Хаханов, Ольга Виржанская, Светлана Чумаченко, Нина Хайрова
Факультет Компьютерной инженерии и управления, Харьковский национальный
университет радиоэлектроники,
Пр. Ленина, 14, Харьков, Украина, 61166, phone: (057) 70-21-421, (057) 70-21-326
E-mail: hahanov@kture.kharkov.ua; kiu@kture.kharkov.ua*

Аннотация. Представлены тезисы обобщения десятилетнего опыта обучения студентов технологической культуре от ведущих компаний планеты. Делается акцент на поиск активной молодежи для

подготовки и воспитания как лучших в мире студентов, а далее специалистов в конкретной области, по индивидуальным программам, ориентированным на развитие личности в условиях жесткой конкуренции. Возможно, уже пора вспомнить забытый лозунг – «Лучше – меньше, да – лучше!»

Международное сотрудничество

1. Как итог 10-летнего опыта международного сотрудничества факультета компьютерной инженерии ХНУРЭ можно считать организацию кластера студенческих элитных клубов по интересам Club Elite Teaching: Aldec-club, INTSPEI Club, Design & Test Club, Kaspersky Club, Echostar Club, Microsoft Club, Intel club, IEEE CS tttc-club в академических группах. Не важно, чей ты студент, какого факультета или университета. Мы открыты для всех. Существенно лишь, что студент хочет быть первым, лучшим в своей области и дополняющим команду. Всегда трудно управлять лучшими. Они капризны, честолюбивы, эгоистичны, прагматичны. Профессору следует быть всегда в форме и не только интеллектуальной, но и физической. Футбол и баскетбол, горные и водные лыжи, спортивная гимнастика и теннис – основа успехов.

2. Каждый год команда Club Elite Teaching защищает 3-5 диссертаций, мотивированных от проблем глобальной IT-индустрии. Средний возраст диссертанта 25 лет. Есть и рекорды – Ира Сысенко – 22 года. На плечах молодого доктора наук Светланы Чумаченко изготовление двух авторитетных журналов: «Радиоэлектроника и информатика», «АСУ и приборы автоматизации», которые входят в перечень ВАК Украины. Наши достижения в текущем году: 14 зарубежных выставок и конференций; 32 гранта, 24 диплома, 109 публикаций, 68 докладов на конференциях, 12 целевых телепрограмм. Журнал «Радиоэлектроника и информатика» с 2008 года выпускается под эгидой IEEE CS.

4. Наша продукция – хорошие специалисты. Здесь главная фигура – профессор. В IT-индустрии информация удваивается каждые полтора года. Технологии обновляются каждые 18 месяцев. Министерство образования не может быть гибким к нуждам университетов – лучшим следует предоставлять автономию. ХНУРЭ – безусловный лидер – может вести (и ведет) за собой индустрию IT-образования Украины. Для полноценного образовательного процесса социальная пара «Студент – Профессор» должна превращаться в треугольник. Третий компонент – мировые и локальные лидеры IT-индустрии. Активный профессор – как минимум консультант компании, лучше – работник. Заработная плата – 1000 долларов. Это наша реальность и хорошая цифра для Украины. Он – в курсе технологических изменений в мире, плюс – конференции,

стажировки, гранты за счет фирмы. Наш профессор: в науке – состоятельный ученый, в образовании – авторитетный учитель, в IT-индустрии – квалифицированный специалист. Наш студент: отличник + 500 долларов от компании, где он работает во вторую половину дня. Это минимум, а максимум – 2000 долларов. Есть и такие эксперты. Они же – преподаватели критических компьютерных технологий для студентов.

Приоритет – внешние заграничные контакты. Десятки университетов мира, стажировки, конференции. Столько же планетарных фирм. Тренинги студентов и профессоров. С последними хуже. Они боятся своего английского языка, некомпетентности. Чем моложе преподаватель, тем он мобильнее, а значит технологичнее. Наша гордость и брендинг – IEEE East West Design and Test симпозиум. Второго такого нет в Украине и СНГ. Спонсоры: ведущие фирмы мира Microsoft, Intel, Cadence, Echostar, Mentor Graphics, Synopsis, INTSPEI, Aldec. По итогам семи лет проведения симпозиуму присуждена Международная Премия Признания общества IEEE и многочисленные Дипломы за высокий уровень организации и проведения конференции. Каждый год здесь мы собираем 100 – 150 участников от 30 – 35 стран мира. Собираются лучшие ученые Востока и Запада. Здесь же студенты известных научных школ. В течение 7 последних лет в симпозиуме приняли участие: 1500 ведущих ученых планеты, включая 450 студентов и аспирантов. Организаторы – студенты и аспиранты, свободно владеют английским языком. Благодаря грантам от фирм и университетов мира студенты и ученые кафедры ежегодно участвуют в конференциях мирового уровня, входящих в первую десятку. Доклады и учеба в летней школе. Сплыв молодости и опыта. Заряд энергии на целый год. Активный отдых, спорт. Традиционные семинары ученых и студентов на берегу моря или на горнолыжном курорте.

7. Новые технологии. Отслеживаем ежедневно. Помогает IEEE Computer Society – общество, которое занимается образованием планеты. Сегодня 20 наших студентов – члены общества IEEE, они же имеют 8 премий от IEEE CS. Наш куратор здесь Ервант Зориан, человек номер один в мире в области IEEE CS Design & Test. Эффективнее IEEE CS в данном вопросе не существует. Горжусь, что имею самую высокую его награду – IEEE Computer Society Golden Core Member и IEEE диплом мирового признания.

Рынок Украины.

1. IT- рынок Украины, факты. В отрасли работает 20 тыс. инженеров, производительность на одного – 22 тыс. долларов. Рыночная привлекательность Украины – 3 место в мире, после Китая и Индии. Крупнейшие центры: Киев, Харьков, Львов, Днепропетровск, Одесса.

3000 IT-компаний в Украине, 3 фирмы имеют более 1000 человек. Идет процесс поглощения. Образовательный рынок Украины. 1403 000 студентов, 22% – инженеры, 979 ВУЗов 1-4 уровней, 315 ВУЗов 3-4 уровней, 43 – национальных университета. Все университеты за 2008 – 2010 годы подготовят 40 тыс. выпускников для IT-индустрии, при рыночной потребности 80 тыс. Демографический спад. Зарплата (минимум – максимум) в IT-компаниях отличается в 40 раз; градация вознаграждения в университетах практически отсутствует. Качество образования: 20/80 – только каждый 5-й выпускник – валидный.

2 Восточно-европейский рынок специалистов является все более привлекательным для высоко технологичных компаний из США и Европы, ввиду необратимых процессов анти-инженерии в развитых странах и изменения вектора их инвестиций на восток. Наша задача – сделать привлекательным восточно-европейский рынок специалистов в области программно-аппаратного проектирования путем модернизации высшего образования и в целях получения инвестиций. Укрепление связей между университетами и локальной индустрией необходимо для получения технологий и инвестиций университетами.

ОБ ОПЫТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРОВ В ОБУЧЕНИИ РУССКОМУ ЯЗЫКУ КАК ИНОСТРАННОМУ

*Вержанская Ольга Николаевна, Лагута Татьяна Николаевна,
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,
Центр международного образования, кафедра украинского и
русского языков как иностранных,
Украина, Харьков, улица Площадь Свободы, 4,
Телефон: (057)707-51-03, E-mail: Podfak@univer.kharkov.ua*

Современное общество характеризует стремительное развитие информационных и коммуникационных технологий. Их возможности позволяют человеку эффективно решать многие социальные, экономические, профессиональные и бытовые проблемы. Темпы технического прогресса все больше зависят от эффективности образования, которое изменяется в связи с новыми требованиями общества и ищет пути решения новых сложных задач по обучению квалифицированных кадров. Одним из способов решения этих задач являются средства и технологии, связанные с информатизацией образования. Возрастает необходимость в знаниях, которые будут

позволять студентам ориентироваться в новом информационном пространстве, использовать преимущества глобализации.

Решение проблем эффективности образования начинается с профессиональной подготовки педагогов. Педагоги нового поколения должны владеть информационной культурой, основательными знаниями в сфере современных информационных и коммуникационных технологий. Важно уметь квалифицированно выбирать и применять именно те технологии, которые в полной мере соответствуют содержанию и целям изучения конкретной дисциплины, способствуют достижению целей гармоничного развития учащихся с учетом их индивидуальных способностей. Преподаватели должны иметь возможность не только создавать системы обучения нового типа, но и участвовать в проектировании и содержательном наполнении информационной образовательной среды, создаваемой на базе технологий Internet.

Использование компьютерных технологий является одним из действенных способов повышения эффективности обучения, в частности обучения иностранному языку. В украинской высшей школе учебный процесс компьютеризируется, разрабатываются автоматизированные обучающие системы для обучения языкам. Системы обучения характеризуются гибкостью, простотой в освоении, разнообразием форм воспроизведения учебной информации на экране. Но, несмотря на наличие определенного опыта применения компьютеров, коллективы-разработчики учебных программ по иностранным языкам малочисленны, отсутствует координация такой важной работы, нет концепции компьютеризации преподавания иностранных языков в вузе.

Причины такого положения – в непонимании возможностей применения компьютера при обучении иностранным языкам, отсутствие достаточного количества компетентных специалистов, трудности материального обеспечения компьютерами и соответствующим оборудованием, отсутствие эффективного программного обеспечения иностранных языков.

В Центре международного образования Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина ведется работа по созданию ряда учебных программ, предназначенных для закрепления пройденного материала на основе русского языка. Учебные программы могут быть использованы преподавателем в группе и во время самостоятельной работы студентов при обучении нейтральному стилю русского языка, а также научному стилю специальностей – экономисты, инженеры, медики, филологи, музыканты, художники. Фонетика, лексика, грамматика русского языка вызывают определенные трудности у

иностранцев, особенно китайских, студентов и требуют от преподавателя постоянного индивидуального контроля, отнимающего значительное учебное время. Учебные программы позволяют освободить преподавателя от этой работы, дают возможность студенту самостоятельно, в индивидуальном темпе, под контролем компьютера закрепить приобретенные навыки. Студенту предлагается один из возможных режимов работы с компьютером – обучающий и экзаменующий. Каждый режим характеризуется своим набором параметров, определяющих форму диалога пользователя с компьютером. Этими параметрами являются: вставка пропущенных букв, окончаний, слов; составление вопросов к разным членам предложения, определение соответствий и т.д. (то есть определенный комплекс упражнений); возможность получения подсказки; фиксация ошибок; результирующая оценка и сумма баллов, выдаваемые в конце работы.

Мы считаем, что использование учебных программ позволяет индивидуализировать работу каждого студента в зависимости от уровня подготовки, способностей и помогает устранить имеющиеся пробелы в знаниях. Необходимым является создание и применение в обучении программ для самостоятельного освоения студентами нового учебного материала. С нашей точки зрения, усвоение учебного материала будет происходить быстрее и полнее, чем при подробном объяснении темы преподавателем. Мы надеемся, что в Центре международного образования продолжится работа по разработке учебного комплекса программ (например, создание электронного учебного словаря, грамматического справочника) и станет возможным переход к системному изучению русского и украинского языков как иностранных с помощью компьютерных технологий. Безусловно, эффективное использование обучающих возможностей электронной техники невозможно без тесного сотрудничества специалистов различного профиля – преподавателей, программистов, психологов.

Компьютер может участвовать в учебно-воспитательной работе студента, быть средством управления самостоятельной учебной деятельностью студентов, средством формирования фонетических, лексических и грамматических навыков, формирования устных и письменных навыков коммуникации, формирования и развития языковой и речевой коммуникативной компетенции, развития умений диалогической и монологической речи, контроля учебной и научной деятельности студентов, а также средством информационно-справочного обеспечения учебного процесса.

Таким образом, в настоящее время существует необходимость в более интенсивной компьютеризации учебного процесса. Компьютер

может существенно улучшить ситуацию в области обучения иностранным языкам, в частности русскому и украинскому как иностранным, благодаря тому, что имеет возможность стимулировать все виды познавательной деятельности, с его помощью можно использовать широкий диапазон учебных заданий, а также осуществлять введение, закрепление и контроль информации, обеспечивать оптимальное распределение функций управления учебной деятельностью между компьютером и студентом, устанавливать оперативную обратную связь, которая играет важную роль в изучении иностранного языка.

Мы считаем, что также должна усилиться тенденция получения информации учащимися вне официальной системы образования через многочисленные информационные каналы (радио, телевидение, печать, компьютерные сети, библиотеки и т.д.). Преподаватели должны развивать у студентов способности к обучению, самостоятельному приобретению новых знаний, овладению новыми видами деятельности. Необходимо обеспечить студента средствами ориентации, «путеводителями» в области познания и правилами пользования ими. Основой учебного процесса должно стать не только усвоение знаний, но и способов этого усвоения (переход от дисциплинарно-ориентированной системы обучения к проектно-креативной). Мы убеждены в том, что компьютерные технологии помогут преподавателю осуществить эти задачи.

Литература:

1. *Глобализация и конвергенция образования: технологический аспект/ Под общей ред. проф. Ю.Б. Рубина. – М.: ООО «Маркет ДС Корпорейшин», 2004. – 540 с.* 2. *Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 192 с.* 3. *Морська Л.І. Методична система підготовки майбутнього вчителя іноземних мов до використання інформаційних технологій у навчанні учнів. – Тернопіль: ТНПУ, 2007. – 243 с.* 4. *Костікова І.І. Підготовка майбутнього вчителя іноземної мови засобами інформаційно-комунікаційних технологій. – Харків: Колегіум, 2008. – 355 с.*

ПРОБЛЕМА ЗБЕРЕЖЕННЯ КАДРОВИХ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ У ВИЩІЙ ВІЙСЬКОВІЙ ОСВІТІ УКРАЇНИ

*к.т.н. Козубцов І.М., Козубцова Л.С., Козубцов М.К.
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”
Україна, м. Київ, вул. Московська 45/1*

Професійність і майстерність майбутнього офіцерського корпусу безпосередньо залежать від існуючої системи вищої військової освіти України. В Україні вища освіта – рівень освіти, який здобувається особою у вищому навчальному закладі в результаті послідовного, системного та цілеспрямованого процесу засвоєння змісту навчання, який ґрунтується на повній загальній середній освіті й завершується здобуттям певної кваліфікації за підсумками державної атестації [1]. Лише акредитований вищий навчальний заклад спроможний здійснювати освітню діяльність, пов'язану із здобуттям вищої освіти та кваліфікації, за напрямками і спеціальностями відповідних освітньо-кваліфікаційних рівнів, не менше двох третин з яких є акредитованими. За результатами акредитації вищих навчальних закладів Міністерство освіти України разом з міністерствами і відомствами, яким підпорядковані навчальні заклади, визначає відповідність освітніх послуг державним стандартам певного освітньо-кваліфікаційного рівня за напрямками (спеціальностями), надає право видачі документа про освіту державного зразка; вирішує в установленому порядку питання про реорганізацію вищого навчального закладу з наданням відповідного статусу або його ліквідацію.

В умовах переходу на Болонський процес дуже вразливим є критерій якості вищої освіти. Під терміном якість вищої освіти розуміють сукупність якостей особи з вищою освітою, що відображає її професійну компетентність, ціннісну орієнтацію, соціальну спрямованість і обумовлює здатність задовольняти як особисті духовні і матеріальні потреби, так і потреби суспільства [1].

Від чисельності педагогічних та науково-педагогічних працівників на пряму залежить акредитація вищого навчального закладу, а від їх високих моральних якостей, відповідної освіти, професійно-практичної підготовки, фізичного стану залежатиме якість вищої освіти.

Метою роботи є розгляд проблеми збереження кадрових науково-педагогічних працівників у вищій військовій освіті України в умовах динамічно-змінного штату, та недосконалої підготовки молодих науково-педагогічних працівників у ад'юнктурі [2].

Чисельність та службове становище у військових навчальних підрозділах слухачів, курсантів, студентів з кожної спеціальності (спеціалізації) або військово-облікової спеціальності визначаються спільними наказами Міністерства оборони, Міністерства освіти і науки та інших центральних органів виконавчої влади, що мають у своєму підпорядкуванні вищі навчальні заклади [3]. Чисельність слухачів, курсантів, студентів з року в рік є не однаковою і залежить від

державного замовлення Міністерства оборони України. Отже, вона є динамічно змінною. Динамічний діапазон змін в останній час коливається від 0,2 до 2. Показник 2 є суттєво впливовим на чисельність науково-педагогічних працівників у вищій військовій освіті, як з числа цивільних так і військових. Адже структура та чисельність особового складу військових навчальних підрозділів, що здійснюють підготовку військових фахівців визначаються штатами, а військових навчальних підрозділів, що призначені тільки для підготовки офіцерів запасу з числа студентів, — штатними розписами.

Розглянемо особливості прийому науково-педагогічних працівників з числа цивільних працівників збройних сил України. Педагогічні та науково-педагогічні працівники приймаються на роботу шляхом укладення трудового договору, в тому числі за контрактом.

Прийняття цивільних осіб на посади науково-педагогічних працівників військового навчального підрозділу здійснюється наказами керівника військового навчального підрозділу на підставі конкурсного відбору.

Добір та призначення (прийняття) на конкурсній (конкурсно-контрактній) основі офіцерів на посади науково-педагогічних, педагогічних працівників у вищій військовій навчальній заклад здійснюється згідно порядку розробки та затвердження штатів військових навчальних підрозділів. Порядок встановлюється на основі Інструкції з розробки штатів та табелів до штатів з'єднань, військових частин, військових навчальних закладів, установ та відповідних організацій Міністерства оборони України [4]. Хоча штати (штатні розписи) складаються та щорічно корегуються в залежності від обсягів замовлення на підготовку військових фахівців, проте терміни призначення науково-педагогічних, педагогічних працівників з числа військовослужбовців є тривалим. Інструкція накладає ряд обмежень на формування та збереження кадрових військових науково-педагогічних кадрів вищих військових навчальних закладів в умовах динамічно змінного набору слухачів, курсантів та студентів.

Згідно положення [3] п. 5.1. робочий час викладача визначається обсягом його навчальних, методичних, наукових і організаційних обов'язків у поточному навчальному році, відображених в індивідуальному робочому плані. Тривалість робочого часу викладача з повним обсягом обов'язків становить не більше 1548 годин на навчальний рік при середньотижневій тривалості 36 годин. Оскільки змінюється чисельність слухачів, курсантів, студентів, то і відповідно змінюється чисельність науково-педагогічного штату, виходячи з обов'язкового обсягу навчального навантаження викладача відповідно до

його посади, встановленою кафедрою (предметною або цикловою комісією). При скороченні відповідної посади науково-педагогічні працівники з числа військовослужбовців змушені знаходити і виконувати наукові посади, не пов'язані з педагогічною діяльністю. Отже, досвідчені науково-педагогічні працівники втрачають не лише досвід педагогічної майстерності, а й стаж безперервної педагогічної роботи.

Таким чином, постає важлива актуальна проблема розробки науково-обґрунтованих засад з порядку збереження існуючих кадрових науково-педагогічних працівників з числа військових у вищій військовій освіті України в динамічних умовах, доки не буде удосконалена система підготовки військових науково-педагогічних працівників в ад'юнктурі для вищих військових навчальних закладів.

Література

1. Закон України "Про вищу освіту" №2984-III, із змінами від 12 березня 2009 р. // Розділ 8. Учасники навчально-виховного процесу.

2. Козубцов И.Н., Козубцова Л.С. Проблема подготовки молодых научно-педагогических кадров для высших военных учебных заведений в адъюнктуре. // Становление и развитие военной педагогики в России; материалы Всероссийской НПК с международным участием, (г. Пенза 7 – 9 октября 2009 г.). – Пенза. Пензенский ГПУ им. В.Г. Белинского, Военный университет МО РФ, 2009. - С. 182 – 185.

3. Наказом Міністерства освіти України від 2 червня 1993 р. №161. Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах.

4. Наказ Міністра оборони України від 9 вересня 1999 року №280. Інструкція з розробки штатів та табелів до штатів з'єднань, військових частин, військових навчальних закладів, установ та відповідних організацій Міністерства оборони України.

ВИХОВАННЯ ЕТНОКУЛЬТУРНОЇ ТОЛЕРАНТНОСТІ СТУДЕНТІВ В УНІВЕРСИТЕТАХ ТА КОЛЕДЖАХ США

М. В. Горошко

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: emailme@ua.fm

Актуальність вивчення проблеми етнокультурної толерантності зумовлена тим, що саме рівність громадян незалежно від національності, віросповідання, соціального статусу та матеріального стану є одним з

ключових принципів побудови відносин у будь-якому демократичному розвинутому суспільстві. Оскільки для України характерною є тенденція до збільшення кількості іммігрантів та біженців, а також постійне поповнення вищих навчальних закладів іноземними студентами (передусім студентами медичних університетів, більшість з яких прибувають з африканських та азійських країн), розробка ефективних заходів щодо попередження міжнаціональної ворожнечі та ксенофобських настроїв з боку представників корінного населення щодо прибулих є вкрай важливою.

Для розробки засад побудови гуманістичного європейського суспільства, що ґрунтується на рівності всіх громадян в умовах полікультурної держави, доцільним є використання досвіду США, де етнокультурна, політична, релігійна толерантність та гендерна рівність лежить в основі концепції соціальної політики та освіти. Відомо, що Сполучені Штати Америки щорічно приймають близько 500 тисяч іноземних студентів з Японії, Кореї, Китаю, Індії, Німеччини, Тайланду, Бразилії, Мексики, країн колишнього СРСР [5] тощо, і згідно з багатьма опитуваннями, більшість студентів не відчувають жодного дискомфорту під час перебування на території США, що свідчить про те, що модель побудови мультинаціонального американського суспільства на основі рівності та етнокультурної толерантності є безумовно вдалою. На сучасному етапі розвитку американського суспільства, поняття «diversity» (етнічна, культурна, расова, релігійна, політична, вікова різноманітність) фігурує у передвиборних кампаніях політиків, соціальній політиці, навчальних програмах вищих та середніх навчальних закладів тощо. Оскільки поняття «толерантність» краще сприймається українським слухачем, ніж «різноманітність» чи «несхожість», що є безпосередніми еквівалентами англійського терміну «diversity», воно частіше вживається у вітчизняній теорії та практиці соціальної роботи.

Для історії розвитку США характерним є постійний потік іммігрантів, що значно вплинув на формування американської нації, етнічний склад населення країни. Крім того, варто згадати те, що перед США раніше за інші країни постала проблема співіснування представників різних націй, віросповідань та культур. Безумовно, у всі часи в різні країни приїздили люди у пошуках кращої долі, але такої постійної та масової імміграції, як у США, жодна країна світу не зазнавала. При цьому, якщо до кінця XIX ст. іммігранти прибували здебільшого з країн Західної та Північної Європи, то характерною рисою імміграції 2-ї половини XX ст. була зміна її етнічного складу за рахунок «кольорового» населення, кількість якого подекуди перевищувала кількість білого. Протягом цього періоду у різноманітності етнічного і

культурного складу населення вбачали перешкоду, що стояла на заваді створенню «єдиної нації», через що кожний прибулий іммігрант повинен був прагнути до повної асиміляції, тобто згідно з теорією «плавильного горщика», мав стати «стовідсотковим американцем, типовим представником американського суспільства». Проте у 2-й половині ХХ ст. така ідеологія втратила актуальність. Прибувши до США, вихідці з Латинської Америки та Азії прагнули зберегти мовну, релігійну й культурну ідентичність та здобути незалежність від інших культурних груп. Член комісії з проблем освіти Дж. Аллен зазначає, що кожна спроба представника етнічної меншини зберегти своєрідність рідної культури стала повноправною у соціальному, економічному та політичному контексті американської культури [3, 48].

У словниках термін «толерантність» найчастіше розглядається як синонім "терпимості" з посиланням на те, що поняття «толерантність» похідне від лат. *tolerantia* і означає «терпимість» [4, 669].

Подібне трактування пропонує і Декларація принципів толерантності, що була проголошена та підписана ЮНЕСКО 16 листопада 1995 р. У першій її статті зазначено:

1. Толерантність означає поважання, сприйняття та розуміння багатого різноманіття культур нашого світу, форм самовираження та самовиявлення людської особистості. Формуванню толерантності сприяють знання, відкритість, спілкування та свобода думки, совісті й переконань. Толерантність – це єдність у різноманітті. Це не тільки моральний обов'язок, а й політична та правова потреба. Толерантність – це те, що сприяє досягненню миру, переходу від культури війни до культури миру.
2. Толерантність – це не поступка, поблажливість чи потурання. Толерантність – це передусім активна позиція, що формується на основі визнання універсальних прав та основних свобод людини. Толерантність у жодному разі не може бути виправданням посягання на ці основні цінності. Толерантність повинна виявляти кожна людина, групи людей та держави.
3. Толерантність – це обов'язок сприяти утвердженню прав людини, плюралізму (у тому числі і культурного плюралізму), демократії та правопорядку. Толерантність – це поняття, що означає відмову від догматизму і абсолютизму, утвердження норм, закріплених у міжнародно-правових актах у галузі прав людини [1].

Аналіз досліджень з проблем толерантності дає змогу визначити показники толерантного ставлення, серед яких насамперед: визнання і прийняття особистістю рівноправного існування різноманітних думок, переконань, звичаїв; здатність до самоконтролю у сфері емоцій; потреба

у свободі власного вибору і повага до свободи вибору інших; здатність примиритися з поведінкою, переконаннями і цінностями інших через певне насильство над собою; глибинне розуміння необхідності іншого, розходжень і особливостей як моментів цілого, як необхідної умови розвитку; відкритість новому; відмова від боротьби з відхиленнями, визнання їх права на існування; якість спілкування – прагнення до компромісу; відмова від претензій на володіння остаточною і незаперечною істиною та ін.

У педагогічній теорії та практиці США міжетнічна освіта з'явилася на початку 20-х років минулого століття, але більш серйозного розвитку було досягнуто лише у другій половині століття. Нині є підстави вважати, що чинна система міжетнічної освіти об'єднує різні підходи, спрямовані на єдину мету формування особистості, яка володіє культурною міжнаціонального спілкування і стійкою етнокультурною толерантністю, здатністю до саморозвитку та самореалізації у полікультурному суспільстві. Така освіта розглядається як ефективний шлях забезпечення безболісного входження різноманітних етнічних груп до американської культури за умов збереження власної культурної самобутності.

Явище етнічної толерантності-інтолерантності як вияв соціально-психологічних особливостей взаємодії етнічних груп у полікультурних регіонах протягом останніх десятиліть вивчалось у зарубіжній кроскультурній психології, зокрема досліджувалися взаємовідносини представників різних етнічних груп (Allport G.W., Deridder R., Deschamps J., Doise W., Giles H., Johnson P., Kim S., Pleasants M., Sinclair A., Scott W., Smith R., Thalhofer N., Tripathi R., Turner J.); міжкультурна адаптація, «культурний шок» (Berry J.W., Bochner S., Furnham A., Kohls L., Oberg K., Smalley W.); етноцентризм (Brewer M., Campbell D.T., Eriksen T.H., Horowitz D.L., Le Vine R., Smith M.); мультикультуралізм (Berry J.W., Bond M., Kalin R., Moghaddam F., Taylor D., Walzer M.)

Значну вагу для дослідження проблеми етнокультурної толерантності мають роботи російських етнологів та етнопсихологів, в яких розкривається суть таких складних понять, як «етнос», «міжетнічні стосунки», «психологія нації», «етнічні особливості», «механізми міжетнічного сприйняття». Серед них, насамперед, варто виокремити дослідження Ш.А. Богіної, Ю.В. Бромлея, Т.В. Барчунова, В.Г. Крисько, Н.М. Лебедевої, А.В. Лібіна, О.В. Мітіна, А.Б. Орлова, Т.І. Стефаненко, Т.В. Таболіної, А.Н. Татарко, В.А. Тишкова, Н.А. Ножнова, І.В. Сатаріна, К.И. Касьянова, Н.З. Ярошука та ін.

Дослідники вказують на те, що світові глобалізаційні процеси, які супроводжуються гомогенізацією культурного простору

національних спільнот та розмиванням їхніх культурних меж, сприяють поширенню ідей цінності культурного плюралізму й міжетнічної толерантності, але водночас призводять до зростання національного радикалізму щодо збереження власної культурної самобутності. Проте, крім загальносвітових процесів, кожне суспільство стикається з власними труднощами, зумовленими динамікою внутрішніх суспільних процесів становлення високого рівня міжетнічної толерантності у власній країні.

Незважаючи на те, що Україна за світовими стандартами є мононаціональною державою, де представники національних меншин складають 22,2 % від загальної кількості населення країни, проблема міжетнічних стосунків в українському суспільстві стає дедалі гострішою. Показовими є дані останніх соціологічних опитувань. Так, результати дослідження «Рівень толерантності в Україні» [2] засвідчили, що лише 12 % опитаних оцінюють сучасну ситуацію в країні як спокійну, а понад 67 % – як напружену і конфліктну. Причиною суспільного неспокою для 34 % опитаних є зростання кількості мігрантів і біженців в українському суспільстві. Кількість респондентів, які протягом останніх трьох років зазнавали дискримінації, становить 32 %. Найвищий рівень толерантності респонденти виявили щодо росіян, білорусів та євреїв, дещо нижчий – у ставленні до молдаван та кримських татар. Згідно з результатами опитування, найбільш вороже українці ставляться до представників країн Африки та Азії, а також вважають, що неприпустимо впускати до країни представників кавказьких народів 30 % опитаних, циган – 39 % та афганців – 29 %. Тривожною є і ситуація в українських ВНЗ, де навчається велика кількість іноземних студентів. Ксенофобські настрої агресивно налаштованої молоді часто стають причиною психологічного тиску, фізичного насильства та дискримінації за національною чи релігійною приналежністю, віросповіданням.

Яскравий приклад здебільшого мирного співіснування представників багатьох національностей в одній державі демонструють США, де осередком формування толерантності є вищі навчальні заклади. Більшість університетів, коледжів та шкіл соціальної роботи пропонують студентам навчальний курс «Diversity» (в тому числі «Human Diversity», «Ethnic Diversity», «Cultural Diversity», «Religious Diversity», «Linguistic Diversity» «Equality and Diversity»), що передбачає глибоке вивчення історії, релігії та культури різних народів, фізичної та соціальної антропології, національного менталітету тощо. Особливу роль вивчення цієї дисципліни відіграє у професійній підготовці майбутніх соціальних працівників, робота яких передбачає надання допомоги біженцям,

національним меншинам, роботу з постраждалими від різних видів дискримінації. Заняття проходять, в основному, у формі майстер-класів, тренінгів, ігор, бесід, «мозкових штурмів», перегляду та обговорення фільмів, що забезпечує зацікавленість студентів та має неабияку практичну значущість. Курс також передбачає розробку студентами власних проєктів, написання творчих робіт, що висвітлюють проблеми етнокультурної, релігійної та гендерної толерантності та пропонують свої шляхи їх вирішення. Весь комплекс вправ і завдань на таких заняттях спрямований на виявлення індивідуальних якостей кожного студента, розкриття його внутрішнього світу і водночас на розуміння неповторності іншої особистості, її етнокультурних особливостей, раси чи релігії.

В Україні формування толерантного суспільства є перспективним напрямом соціальної роботи, і розвиток полікультурної освіти можливий за умови використання позитивного зарубіжного досвіду в цій галузі. Варто зауважити, що ефективність американської полікультурної освіти зумовлена і тим, що вона передбачає навчання толерантності не лише у вищих навчальних закладах, а й у школах та дитячих садочках, де дітей змалечку привчають до мирного співіснування з представниками інших етнічних, расових, релігійних груп.

Література

1. Декларация принципов терпимости. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=995_503
2. Доповідь «Рівень толерантності в Україні». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tolerance.kiev.ua/img/pdf/report.pdf>
3. Зингер Н.Д. Организация школьного образования детей-мигрантов в США в контексте поликультурного образования: Дис. ... канд. пед. наук.-Санкт-Петербург, 2003
4. Словник іноземних слів. – Київ: Гол. ред. укр. рад. енцикл., 1977. – 789 с.
5. American Community Survey. 2008 Data Release. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.census.gov/acs/www/Products/index.html>

ЧЕРЕЗ ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ ДО ПІЗНАННЯ САМОЇ ЛЮДИНИ

Горошко Н.В.,
Хмельницький НВК №7, Хмельницький, Україна
E-mail: emailme@ua.fm

Відомо, що екологічна ситуація на Землі продовжує погіршуватися: озонова діра над Антарктидою не зменшується, а

забрудненість Світового Океану і повітряної оболонки Землі збільшується. Великої шкоди Землі та її природі завдають недбайливе зберігання і безграмотне застосування отрутохімікатів і добрив: гинуть комахи, мікроорганізми. Ґрунт перенасичений важкими металами та іншими шкідливими елементами, потрапляння яких через рослинну їжу в організм людини призводить до порушення їх нормальної життєдіяльності. Встановлено, що більше половини всіх хвороб сучасної людини викликано дією хімічних, фізичних та біологічних факторів навколишнього середовища.

Наше суспільство не готове до реалізації природоохоронних заходів не тільки тому, що для цього не вистачає певних коштів, а й тому, що відсутня екологічна культура мислення не лише у дітей, але й у дорослих. З огляду на це, вирішення екологічних проблем значною мірою залежить від екологічного виховання молоді у школах та вищих навчальних закладах.

Приклад: до Єгипетських пірамід не дозволено під'їжджати на авто, оскільки сполуки сірки та вуглецю, що присутні у вихлопних газах, поєднуючись з водяною парою, утворюють сірчану кислоту. А кислотні дощі можуть і руйнують це велике Чудо Світу. Це питання може розглянути вчитель історії, географії, хімії, біології і фізики теж. Адже мова йде про к.к.д. двигуна і про шляхи його підвищення. У дітей потрібно формувати «екологічний світогляд», тобто свідомість пріоритетного вирішення екологічних проблем під час здійснення будь-яких проєктів, розробки сучасних технологій, створення машин і механізмів, а особливо, найсучасніших пристроїв.

Екологічне виховання на уроках фізики вчитель не може вести лише тільки методом бесіди або лекції. Найбільш поширеним (і результативним) елементом навчальної діяльності на уроках фізики є розв'язування задач. Їх обговорення викличе корисні дискусії і дасть можливість ввести учнів, студентів в коло проблем, що збагатить їх уявлення про природу. Вони глибше розумітимуть цілісність, величність, красу природи. А взагалі, будь-яку задачу з фізики можна збагатити екологічним змістом.

Ми часто чуємо: «потрібно гуманітаризувати освіту». Але це диктує необхідність повернення фізики до її початкового змісту як науки про природу, тобто потрібно екологізувати предмет шкільної фізики. Адже відношення людини до природи – це сама людина, це її природа, її душа. На уроці вчитель постійно зустрічається з поглядами учнів. Різними вони бувають: осяйні і спокійні, чисті і туманні, хитрі і щирі, відкриті. Але є і сумні, з якими не можна розминутись. Зазвичай, в

сумних очах тривога за свою долю, надія на краще. Діти з поганим здоров'ям... Їх багато.

Складна екологічна обстановка і підвищення рівня загальної захворюваності, велике перевантаження навчальними предметами (особливо в ліцейних класах), шквал брудної і шкідливої масової інформації, низький рівень суспільної свідомості – ось фактори, що є першопричиною «сумних очей».

Як мати, як вчитель, і зокрема вчитель фізики, вважаю обов'язком кожного педагога через викладання свого предмета давати учням знання про здоров'я. Фізика – наука про природу, а значить, і про людину. Отже, через всі розділи з фізики можна провести тему здоров'я людини, а навчальний матеріал збагатити цікавими повідомленнями, задачами, експериментами з біофізичними даними. Вчитель на місце абстрактного фізичного тіла повинен ставити себе чи учня. Діти сприймають це як елемент гри, а в грі знання засвоюються найкраще. При цьому акцентується увага на пізнанні і вивченні самої людини як фізичного об'єкта. Як відомо, найрезультативнішим методом вивчення фізики залишаються задачі. Аналізуючи і розв'язуючи задачі про людину, вчитель робить великий внесок у збереження здоров'я дітей.

Додаткові біофізичні дані

Швидкість проходження збудження по м'язах

Тип м'язів	Швидкість м/с
1) Скелетні м'язи людини.	10 – 15
2) Скелетні м'язи жаби.	3 – 4
3) М'язи передсердя людини.	1
4) М'язи кишечника людини.	0,01
5) М'язи кишечника жаби.	0,001

Швидкість руху крові в судинах людини

Кровоносні судини	Швидкість м/с
1) Аорта	0,3 – 0,5
2) Вени	0,05 – 0,2
3) Капіляри	0,0002 – 0,0005

Як приклад застосування біофізичних даних наведемо умову задачі з методичного посібника Н. В. Горошко «Вивчай себе. Бережи себе» зі серії «Фізика і екологія - 110 задач»:

Вода у капілярній трубці діаметром 0,4 мм піднялась на висоту 7,2 мм, а жовч у трубці діаметром 0,5 мм – на висоту 3,73 см. У скільки

разів коефіцієнт поверхневого натягу води більший, ніж жовчі, якщо їх густини майже однакові?

У наш час, серед учителів фізики значно зросла зацікавленість в інтеграції фізики з іншими предметами, особливо з біологією та екологією. Використання біофізичного матеріалу допомагає дітям краще засвоювати предмет, розширює й поглиблює пізнавальний інтерес. При цьому, слід виділити такі напрямки:

- 1) На фактах показати єдність законів природи.
- 2) Застосування законів фізики до живої природи.
- 3) Нові методи і технології впливу навколишнього середовища на організм людини.

Працюючи за цими напрямками, вчителі формують екологічну культуру, яка допоможе молодому поколінню зберегти найцінніше – своє здоров'я.

Содержание

Динамика и прочность роторных систем

Кыдырбекулы А.Б., Рахметолла А.Ш., Хаджиева Л.А.

Колебания и устойчивость системы «ротор-жидкость-фундамент»

Кыдырбекулы А.Б., Рахметолла А.Ш., Хаджиева Л.А.

К задаче динамики роторной системы, частично заполненной двумя несмешивающимися жидко-стями.

Vytautas Barzdaitis, Jurgita Grigonienė, Rimatas Didžiokas.

Rotor to Bearing Rubbing Diagnostics of High Power Turbounit.

Algimantas BUBULIS, Remigijus JONUSAS, Vytautas JURENAS, Kestutis ZEBELYS.

The Investigation of Dynamics of Rotor Type Ma-chines and Development of Monitoring System.

Bauriene G., Fedaravicius A., Pilkauskas K.

Concept of Active Rotational Joint.

Ройзман В.П., Ткачук В.П., Нікітін О.О.

Результати застосування рідинних автобалансирів на роторі з горизонтальною віссю обертання.

Сокол В.М.

Дифференцированное измерение вибрации роторных систем.

Прочность материалов и изделий

Богорош А.Т., Воронов С.А., Бубулис А, Сокол В.М.

Методы расчета спектров и процессов релаксации квазичастиц в полупроводниковых наноструктурах.

Пісаренко В.Г., Іващенко В.Н., Бородін В.Г.

Прикладні нанотехнології покриття

Фидровская Н.Н.

Напряженное состояние обечайки канатных барабанов.

Нестеренко В.В.

Влияние подкрепляющих элементов на прочность и жесткость барабана лебедки.

Regita Bendikiene, Rasa Vitkeviciene

Influence of Elastic-Plastic Strain on Steel Martensitic Transformation.

Antanas Čiuplys.

Improvement of Cyclic Strength of Distorted Steel by Heat Treatment.

Туманишвили Г. И., Звиадаури В. С., Челидзе М. А., Цоцхалашвили М. Ш.

Особенности расчёта тяговых зубчатых передач локомотивов.

Челидзе М. А., Туманишвили Г. И., Звиадаури В. С.

Исследования процесса уплотнения и прилипания пластического материала (бетона) на вертикальной плоскости с помощью вибраций.

Звиадаури В.С., Челидзе М.А., Туманишвили Г.И., Бицадзе С.Г.

Влияние упругости днища рабочего органа виб-ротранспортера на поведение сыпучей технологической нагрузки.

Jozef Stabik, Monika Szczepanik, Agnieszka Dybowska, Łukasz Suchoń

Surface Resistivity Tubular Polymeric Gradient Materials.

Józef Stabik, Łukasz Suchoń, Agnieszka Dybowska, Monika Szczepanik

Research on Geometrical Features of Mined Coal Fillers.

J. Stabik, A. Dybowska, J. Pluszyński, M. Szczepanik, Ł. Suchoń

Magnetic Induction of Polymer Gradient Composite Based on Epoxy Resin Filled with Barium and Strontium Ferrites.

M. Rojek, J. Stabik, G. Wrobel, G. Muziak

Thermography Applied as a Tool in Polymer Composites Diagnosis.

Przemysław Osocha

Assessment of Creep Rate in Dependence on Temperature and Stress for P91 Steel

Повышение качества и надежности изделий и процессов

Остафьев В.О., Ткаченко І.А., Ко-вальчук О.П., Сілін Р.С.

Підвищення якості технологічних процесів на верстатах з ЧПК.

Бойко А.Ф., Балцкарс П.Я., Аузиньш Я.П.

Повышение качества ремонта в зоне опор котла вагона-цистерны

Бойко А.Ф., Янушевский А. Вучетич И.И.

Оптимизация измерительного оборудования для мониторинга системы колесная пара – рельс

Касимов А.М.

Современные проблемы обращения с непригодными и запрещенными химическими средствами защиты растений.

Богорш А.Т., Воронов С.А., Ройзман В.П., Горошко А.В., Бубулис А.

Акустическая эмиссия и метод её регистрации (обзор).

Богорш А.Т., Воронов С.А., Ройзман В.П., Горошко А.В., Бубулис А.

Метод акустической эмиссии для выявления дефектов и микротрещин.

Kovtun I.I., Petrashchuk S.A.

Preventing Technogenic Risk by Developing Acoustic Emission Methods for Testing and Predicting Strength of Technical Objects.

A. Goroshko, A. Bogorosh, A. Kozak

Strength Diagnosing of Welded Joints by Acoustic Emission Method.

Тулешов А.К., Дракунов Ю.М.

Моделирование динамики и оценка прочности двигателя внутреннего сгорания.

Чоловський Р.Г., Ройзман В.П., Богорш О.Т.

Комп'ютерна обробка високошвидкісного відеозапису коливань плат радіоелектронної апаратури

Бубулис А., Юренас В., Якайтис П., Ройзман В.П.

Активные материалы для демпфирования вибраций и их применение

Ільінов М.Д., Козубцов І.М., Шацький І.О., Цимура Ю.В.

Передаюча антена УКХ діапазону для цифрового телемовлення

Міночкін А.І., Козубцов І.М.

Смуга оптимальних робочих частот декаметрового діапазону в нечітко-логічному трактуванні.

Сілін Р.І., Гордєєв А.І.

Спосіб кавітаційного очищення та знезару-жування води у вібраційному обладнанні.

E. Dragasius, S. Navickaitė, V.Rugaitytė

Development and Investigation of Electrorheological Clutch

Повышение качества и надежности информационных систем

Vladimir Hahanov, Wajeb Gharibi, Eugenia Litvinova, Olesya Guz
System-in-Package Yield Increasing by Infrastruc-ture-IP
Implementation

**Vladimir Hahanov, Irina Hahanova, Eugenia Litvinova, Ngene
Christopher Umerah, Tiecoura Yves**

Soc Design Quality Increasing by Using Assertion Engine

Hahanov V., Zakharchenko O., Chumachenko S., Litvinova Y.

Soc Faulty Cells Embedded Repair by Using Coverage Method

Губа А.А., Зуєв І.Ю.

Верифікація як гарант якості, надійності та довговічності реактивних систем.

Marta Żakowska, Renata Dwornicka

Feature Detection as The Important Part of Image Processing.

Marta Żakowska, Renata Dwornicka

New Approaches of Multimodal Biometric Systems

Sylwia Sikorska, Jacek Pietraszek

Image Segmentation Using Hopfield Neural Network.

Sylwia Sikorska, Jacek Pietraszek

Fuzzy Logic Image Processing

Экономика, управление и образование

Жаворонкова Г.В., Жаворонков В.О.

"Якість продукції" як економічна категорія.

Рясних Є.Г., Горошко О.В.

Встановлення ціни на нові машини з урахуванням економічної ефективності

Вовчак О.Д.

Прояви впливу світової фінансової кризи на тенде-нції розвитку реального і банківського секторів економіки України

Tatiana Corejova, Jan Flak

Some Remarks to Quality Management and Diagnosing Postal Service Quality.

Jan Bajtos

Increasing the quality of pedagogical preparation for undergraduate students through microteaching.

Бахтіна Г.П., Бахтіна Н.О.

Математична освіта як системоутворюючий фактор в підготовці фахівця в технічному університеті дослідницького типу

Владимир Хаханов, Ольга Вержанская, Светлана Чумаченко, Нина Хайрова.

Клубная модель повышения качества образования.

Вержанская О.Н., Лагута Т.Н.

Об опыте использования компьютеров в обучении русскому языку как иностранному

Козубцов І.М., Козубцова Л.С., Козубцов М.К.

Проблема збереження кадрових науково-педагогічних працівників у вищій військовій освіті України.

Горошко М. В.

Виховання етнокультурної толерантності студентів в університетах та коледжах США

Горошко Н.В.

Через екологічне виховання до пізнання самої людини