

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

“СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕХАНІЦІ”

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**19-21 КВІТНЯ 2018Р.
М. ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ**

Сучасні технології в механіці: Збірник наукових праць. / Укл.: Скиба М.Є., Олександренко В.П. Хмельницький: ФОП Мельник А.А., 2018. - 220 с.

Modern technologies in mechanical engineering: Collection of scientific works. / Com. Skyba M.E., Oleskandrenko V.P. Khmelnickiy: sp. z o. o. Melnyk A.A. , 2018. - 220 c.

Члени редакційної колегії: Скиба М.Є. (Україна), Олександренко В.П. (Україна), Шнядковський М. (Польща), Диха О.В. (Україна), Кухар В.В. (Україна), Ковтун В.В. (Україна), Моровець Я. (Словаччина), Осташивичюс В. (Литва), Поліщук О.С. (Україна), Сорокатий Р.В. (Україна), Чігарьов А.В. (Білорусія).

Editor board: Skyba M.E. (Ukraine), Oleskandrenko V.P. (Ukraine), Śniadkowski M. (Poland), Dykha A.V. (Ukraine), Kykhar V.V. (Ukraine), Kovtun V.V. (Ukraine), Morawec Ja. (Slovakia), Ostashyavychyus V. (Lithuania), Polishchuk O.S. (Ukraine), Sorokatyj R.S. (Ukraine), Chigarev A.V. (Belarus).

Редактор: Олександренко В.П. д.т.н., проф.

Відповідальні за випуск: Слащук В.О., Слащук О.О.

Editor: Oleksandrenko V.P. D.Sc., Prof.

Responsibility for the issue: Slashchuk V.O., Slashchuk O.O.

Відповідальність за коректність друкованих матеріалів
несуть автори

Responsibility for the correctness of printed materials is borne
by the authors

ISBN: 978-617-7600-17-5

Друк: "PolyLux" 29017, м. Хмельницький, вул. Зарічанська 22/3.
Тел.: 067 307-09-76. E-mail: polylux.ua@gmail.com

ШАНОВНІ УЧАСНИКИ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕХАНІЦІ”!



Я щиро вітаю Вас на мальовничих просторах Подільського краю! Конференція, у якій Ви берете участь, – це науковий форум, який сприятиме обміну ідеями, започаткує нові наукові контакти і розширить співпрацю між науковцями різних країн Європи.

Проводячи цей захід, наш університет виходить із того, що виховання у майбутніх фахівців самостійності, творчого мислення та відповідальності є основним завданням вищих навчальних закладів, а важливою передумовою вдосконалення цих якостей була, є і залишається наука. Зрозуміло, що розвиток науки і техніки не обходиться без обміну досвідом між різними науковими школами, пошуку можливостей для апробації та впровадження результатів досліджень, проведення спільних міжнародних наукових досліджень. Підтримка і розвиток дружніх, добросусідських стосунків між польськими, українськими, литовськими, словацькими, білоруськими та іншими народами Східної Європи, стали нашою природною потребою, що характеризується динамічним поступальним розвитком, зумовленим збігом національних інтересів у багатьох сферах, їх глибинними історичними та культурними зв'язками.

Безсумнівно, нинішнє зібрання є важливою подією 2018 р., яка надасть можливість студентам, аспірантам та молодим науковцям різних вузів України та Європи поспілкуватися на науковому рівні, обмінятися ідеями і обговорити наукові проблеми, оволодіти практичними

навичками у сфері наукової діяльності, зав'язати або зміцнити дружні стосунки з учасниками з інших навчальних закладів. Я впевнений, що високий фаховий і представницький рівень учасників зібрання дасть можливість виробити пропозиції та рекомендації, які сприятимуть виконанню одного з важливих завдань – інтеграції України у науковий та освітянський простір Європи.

Бажаю всім учасникам конференції міцного здоров'я, плідної та конструктивної роботи, успіхів у втіленні запланованого.

Ректор Хмельницького національного університету,
член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України,

д.т.н., професор



Микола Скиба

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 • SECTION 1

КУРПЕ А.Г., КУХАРЬ В.В., БЕРЕЗКА В.В.

Уточненная методика расчета изменения температуры раската при прокатке на стане стекла 11

MORAVEC JÁN

Description motion and load of primary elements in the liquid lubricant layer 13

VILYK Y.M., MARTYNIUK A.V., SPIVACHUK I.A., RUSNAK N.M.

Influence of structure on the satisfactory of complex electrolytic coverings 17

ВИЧАВКА А.А., БАБАК О.П., ПОСОНСЬКИЙ С.Ф.

Дослідження процесу зношування струмопідвідних наконечників..... 20

ГІЛЬ О.О., МАШОВЕЦЬ Н.С.

Методика досліджень структури титанового сплаву азотованого в тліючому розряді 23

ДУКНА О.В., ДУТІНУК В.О., ДУКНА К.О.

Modeling wear of contact interaction of discretely strengthened cylindrical friction surfaces 25

ДМИТЕРКО П.Р., НОВІЦЬКИЙ Ю.Я., КОРЕНДІЙ В.М.

Дослідження стійкості системи вхід під час високошвидкісного фрикційного зміцнення плоских деталей машин..... 29

ДРОБОТ О.С., БАБАК О.П., ВЕЛЬБОЙ В.В., КОЗІЮК Ю.М.

Дослідження причин виходу з ладу підшипників кочення вантажних автомобілів 33

КАДЫШИНА А.В., ЧИГАРЕВ А.В.

Моделирование автоматизации процесса нанесения покрытий на пластины с заданной топографией электродов 36

ЛАВРИСЬ С.М.

Вплив хіміко-термічної обробки на трибологічні властивості титану GRADE 2 37

ЛУК'ЯНЮК М.М.

Дослідження трибологічних властивостей сталевих поверхонь модифікованих іонним азотованням, в безводневому середовищі 40

**МАРТИНЮК А.В., БЛИК Ю.М., ГАРЛЦЬКИЙ М.В.,
ВАРГАТИЙ О.Д., СПИВАЧУК І.А.**

Установка для фторування полімерів 43

МІНЦЬКИЙ А.В., ГОРЮШКІН Н.І., КОВТУН Б.І.

Вплив різних схем деформації на структуру та властивості порошкових матеріалів на основі заліза 45

НОВЦЬКИЙ Ю.Я., КОРЕНДІЙ В.М., ДМИТЕРКО П.Р.

Зменшення амплітуди автоколивань металорізального верстата при обробленні заготовки збірним інструментом..... 47

**ОЛЕКСАНДРЕНКО В.П., РЯБЕЦЬ М.С., СИНИЦЯ О.В.,
ГОРДІЙЧУК В.П.**

Прояв хімічних процесів в залежності від характеру динамічного навантаження в середовищі повітря 50

РУДЬ В.Д., ХРСТИНЕЦЬ Н.А.

Технологія підготовки шихти порошкових матеріалів для отримання градієнтних структур..... 53

СЕРГИЕНКО Ю.В.

Оценка прочностной выносливости стыков сварных рельс 54

САВЮК І.В.

Дослідження фазового складу зразків системи AL-Fe₂O₃, що отримані методом алюмотермії 56

СІМУРА Т.Р., БАБАК О.П., ПОСОНСЬКИЙ С.Ф.

Підвищення зносостійкості напрямних штампів з використанням поверхневого пластичного деформування 60

БІЛИЙ Д.І., МЕДВЕДЧУК Н.К., СКРИПНИК Т.К.

Система автоматизованого проектування валів на autodesk inventor .. 62

СЕКЦІЯ 2 • SECTION 2

BIELINSKA M.

The importance and role of the architectural identity of ukrainian public administration buildings 67

БАРАНИЮК І.О., НЕГАЙ Г.А.

Коринфський ордер в архітектурі Хмельницького (Україна)..... 71

БЛИК Ю.М., МАРТИНЮК А.В., КУПЕЦЬ Б.І., ТОМУСЯК А.А.

Model of hydroptic installation of industrial application..... 74

ІВАНЧУК В.О., НЕГАЙ Г.А.

Колонади в архітектурі Хмельницького (Україна)..... 80

КАРАЗЕЙ В.Д., КИРНИЧНИЙ Н.І.

Проектування пресформ з допомогою використання програми SOLIDWORKS PLASTIK..... 82

КОВТУН В.В., ДОРОФЄЄВ О.А., БАГРІЙ О.В.

Вибір раціональних конструкцій архітектурних споруд при можливих динамічних навантаженнях 85

КОСТЮК Н.О., ГОРДЄЄВ А.І., УРБАНИЮК Є.А.

Створення математичної моделі вібраційної машини для знезаражування водних середовищ..... 88

КУПЕЦЬ Б.І., КРУТЬ К.М.

Functioning of vertical farms in the architecture of a great city 94

КУРСКОЙ В.С., ПАНЧИШИН Б. Ю., САВИЦЬКИЙ О. Б.

Розробка 3d моделі та оптимізація параметрів пластинчатого рекуператора 96

ЛИТВИНЯК О.Я.

Збірно-монолітне шарувато-залізобетонно-пінобетонне перекриття будинку 98

ЛУЧИЦЬКИЙ О.М., ТКАЧУК В.П.

Автоматизоване проектування штампів з використання SOLIDWORKS LOGOPRESS 100

ДРОБОТ О.С., ПІДГАЙЧУК С.Я., ЯВОРСЬКА Н.М. Гідроізоляційні порошкові матеріали та перспективи їх удосконалення	103
МИХНОВИЧ М.О., ЧИГАРЕВ А.В. Модель тонометрического воздействия на роговицу глаза при измерениях внутриглазного давления	105
ПРОСКУРНЯК Р., ТКАЧУК О. Кальцій-фосфатні покриття на титані.....	106
САХНО Т.Г. Функція, форма та значення в архітектурі	107
СЛАЩУК В.О., ШАЛАРКО О. Ю. Проектування конструкцій архітектурних об'єктів в SOLIDWORKS.	110
СЛАЩУК О.О. Визначення температурних параметрів теплозбереження будівель на базі термічного дослідження комп'ютерної моделі.....	113
СУХОТІН Д.І., САВИЦЬКИЙ Ю.В. Розробка керуючих програм в САМ ESPRIT для токарно фрезерних операцій	116
ЧЕБАН М.О., НЕГАЙ Г.А. Композитний ордер в архітектурі м.Хмельницького (Україна)	118
ШУБКІНА М. С., НЕГАЙ Г. А. Іонійський ордер в архітектурі м.Хмельницького (Україна).....	121

СЕКЦІЯ 3 • SECTION 3

БІЛОУС Г.А. Інформаційна технологія розбивки 3D-об'єктів на тетраедри із заданим ступенем дискретності	124
ВИСКОБЧУК Б.Ю., БАГРІЙ Р.О., СКРИПНИК Т.К. Інформаційна технологія розпізнавання бланків відповідей.....	128

ВОВЧУК О. О., СКРИПНИК Т. К.

Інформаційна технологія резервування авіабілетів на базі REST
АРХІТЕКТУРИ..... 131

OSTASEVICIUS V., JURENAS V., GAIDYS R., GOLINKA I.

Vibroacoustic processing - manipulation of microparticles in air using high-
frequency sound..... 134

ДИТИНІЮК В.О., СКРИПНИК Т.К.

Програмний комплекс WEB-відображення CAD-моделей системи
DYNAMO 140

КОВАЛЬЧУК О.В., МАЗУРЕЦЬ О.В.

Дослідження практичної ефективності інформаційної технології
автоматизованого визначення семантичних термінів навчальних
матеріалів 141

КОНДАКОВ О.В., МАЗУРЕЦЬ О.В., СКРИПНИК Т.К.

Математичні моделі для визначення семантичних термінів у контенті
навчальних матеріалів 148

КОРЕНДІЙ В.М., ДМИТЕРКО П.Р., НОВІЦЬКИЙ Ю.Я.

Динаміка руху мобільної роботомеханічної системи з крокуючими
рушійями 153

МАЗУРЕЦЬ О.В., КЛІМЕНКО В.І., СКРИПНИК Т.К.

Автоматизоване формування тестових завдань для середовища
MOODLE на основі онтології навчального матеріалу 160

ПАСІЧНИК О.А.

Застосування принципу декомпозиції при комп'ютерному проектуванні
об'єктів діяльності..... 166

ПОБЕРЕЖНИЙ П.В., МАНЗЮК Е.А., СКРИПНИК Т.К.

Інформаційна система класифікації текстової інформації..... 169

**ПОЛЩУК О., МАТУШЕВСЬКИЙ М., МУСЯЛ Я.,
КАЛАЧИНСЬКИЙ Т.**

Класифікація методів маркування деталей та виробів в
машинобудуванні та легкій промисловості..... 173

БОРОВИК Л.В., РУДИК О.Ю., РУЖИЦЬКИЙ А.В. Застосування mathcad для аналізу результатів наукового експерименту	179
РУСНАК Н.М. Механізм протікання електрохімічних процесів на поверхні азотованої СТАЛІ 40Х в кислому середовищі.....	183
СЛОБОДЗЯН В.О., МАЗУРЕЦЬ О.В. Аналіз сучасних спеціалізованих програмних розширень для автоматизації роботи з цифровими документами навчальних матеріалів	184
АНТОНЧИК І.В. , СОКОЛАН К.С. Зниження вібрацій центрифуг цукрової промисловості	192
ТЕРЕНОВ О.М., БАРМАК О.В., ЛИЩУК О.А., СКРИПНИК Т.К. Експертна система аналізу мереживих потоків інтернет-бізнесу	194
ФЕЩУК І.М., ЛИЩУК О.А., СКРИПНИК Т.К. Система проведення маркетингових досліджень засобами та методами аналізу даних	196
ШАШКО А.Е., КРУГЛИКОВ А.А., АВСИЕВИЧ А.М. Взаимосвязь параметров вибраций с показателями долговечности технических систем	198
РОЙЗМАН В. П., МОРОЗ В. А., ЯНОВИЦЬКИЙ О. К. Загальні положення та особливості дії ударних навантажень на радіоелектронну апаратуру.....	205
MAGDALENA PAŚNIKOWSKA-ŁUKASZUK, SYLWESTER KORGA, BARBARA BURACZYŃSKA Użyteczność nauczania programów graficznych na przykładzie absolwentów wydziału podstaw techniki politechniki lubelskiej.....	209

Прогресивні методи та засоби обробки матеріалів. Сучасні технологічні процеси. Моделювання та експериментальні дослідження в трибології. Застосування комп'ютерних технологій в матеріалознавстві • Progressive methods and tools for material processing. Modern technological processes. Modeling and experimental research in tribology. The use of computer technology in materials

УДК 621.73

УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСКАТА ПРИ ПРОКАТКЕ НА СТАНЕ СТЕККЕЛЯ

Курпе А.Г.¹, Кухарь В.В.², Березка В.В.²

¹ЧАО «ММК «ИМЕНИ ИЛЬИЧА», ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ», Украина

²ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», Украина

E-mail: aleksandr.kurpe@metinvestholding.com,

kvv.mariupol@gmail.com

Целевым назначением станов Стеккеля, проектируемых до 60-го года прошлого века было производство рулонной трансформаторной стали, легированных сталей, производимых способом горячей прокатки в аустенитной области. С целью расширения производимого сортамента станы Стеккеля были модернизированы, в том числе оборудованы установками ускоренного охлаждения проката, что позволило существенно расширить производимый сортмент, в том числе за счет применения технологии термомеханического контролируемого процесса («thermo mechanical control process» – ТМСП). Станы Стеккеля последних поколений имеют весь необходимый комплекс оборудования для производства широкого сортамента углеродистых, микролегированных и специальных сталей, а также широко используются в комплексах литейно-прокатных модулей.

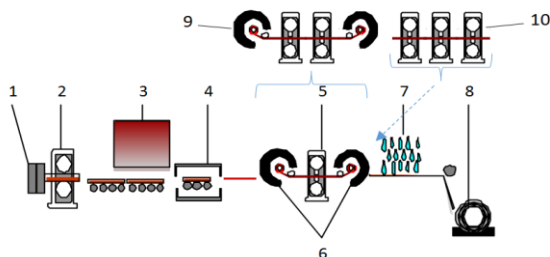
Следует отметить, что в имеющихся литературных источниках вопросы моделирования процессов прокатки и остывания металла на станах Стеккеля освещены недостаточно. Расчеты, выполняемые инжиниринговыми компаниями при проектировании подобных станов, имеют ограниченный доступ. Существующие ограничения обуславливают необходимость в разработке зависимостей для

широкого применения в инженерных расчетах температурных процессов прокатки на станах Стеккеля.

Актуальность расчетов температурных процессов прокатки на стане Стеккеля обусловлена потребностью в расширении сортамента и технических возможностей при производстве рулонного проката на заводе Ferriera Valsider SpA (Верона, Италия, входит в группу МЕТИНВЕСТ с 2001 г.).

Целью работы является совершенствование методики расчета изменения температуры металла при прокатке на станах Стеккеля, учитывающей факторы скорости движения полосы, длину рольганга и длину дуги контакта металла с валками, а также факторы, оказывающие влияние на температуру раската в печных моталках, применительно к условиям стана Стеккеля завода Ferriera Valsider SpA.

Схема расположения основного оборудования на примере стана Стеккеля завода Ferrier Valsider SpA приведена на рис. 1.



- 1 – эджер; 2 – черновая клеть 3170; 3 – методическая толкательная печь;
4 – проходная роликовая печь; 5 – клеть кварто 1780; 6 – печные моталки;
7 – установка ламинарного охлаждения; 8 – моталка; 9 – стан с двумя чистовыми
клетями кварто; 10 – дополнительная группа чистовых клетей

Рис. 1 – Схема технологической линии по производству горячекатаных рулонов на заводе Ferriera Valsider SpA

Особенностью расчета температурного режима прокатки на стане Стеккеля является необходимость в учете изменения температуры металла в печных моталках и на участке «стан – печные моталки».

Расчет изменения температуры металла в печной моталке выполняли для условий одностороннего нагрева термически тонкого тела. Зависимость включает в себя величину теплоемкости стали, которая зависит от температуры металла. В результате обработки и усреднения данных по средней теплоемкости (C_p , кДж/кг·град)

углеродистых и низколегированных сталей при различных температурах металла (t_{met} , °C) получено следующее уравнение:

$$c_3 = 1000[(-1 \cdot 10^7)t_{met} + 0,0004t_{met} + 0,4281]$$

Уравнение справедливо для углеродистых и для низколегированных сталей в диапазоне температур от 100 °C до 1200 °C.

В результате опытной проверки установлено, что отклонение расчетных температур проката от фактических при производстве горячекатаных рулонов размерами 6x1500 мм из микролегированной стали B638 (аналог X60 по API 5L) составило от -0,54 до 1,14%.

Выводы

Уточнены особенности расчета времени, затрачиваемого на потери тепла излучением и конвекцией на станах Стеккеля. Разработана зависимость для определения изменения температуры раската при смотке на печной моталке стана Стеккеля, которая учитывает влияние температуры печного пространства, температуру металла перед смоткой, суммарный коэффициент теплоотдачи, теплоемкость стали, толщину проката, длительность намотки последнего витка. Погрешность расчета температуры металла с учетом предложенных зависимостей проверена на фактических данных, полученных на стане Стеккеля завода Ferreria Valsider SpA составила от -0,54% до 1,14%.

DESCRIPTION MOTION AND LOAD OF PRIMARY ELEMENTS IN THE LIQUID LUBRICANT LAYER

Moravec Ján

Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko

E-mail: jan.moravec@fstroj.uniza.sk

Introduction

Lubricating effect of the lubricant is connected with the fact that their molecules adhere to the surface of the forming material (metal) and create thin layer between the forming tool and contact surface of the formed metal. The main condition is that the lubricant create a complete unbroken layer on contact surfaces. Experiments shown that the friction is anisotropic. The friction has a different value in the longitudinal direction than in a transverse direction during forming. The roughness of the forming material has a significant impact on friction coefficient contact size. Scale deposits, but even a thin layer of oxides increase. The contact coefficient of friction also increases the scale deposits, but even a thin layer of oxides. Some of the

mill scale in a specific temperature range to soften and act as a lubricant. The friction coefficient changing thus depends on the specific conditions of the forming process. The contact friction coefficient also depends on the speed of the movement of the frictional bodies. The present article describes the ongoing process in the lubricating layer of liquid lubricant.[1,2]

Analysis of process

Differential equation that describes the viscosity, layer thickness, pressure and sliding speed was compiled by *O. Reynolds*. In the literature, this formula is referred to as the *Reynolds number*. Tests have shown that the current mode is dependent on the fluid viscosity μ , specific weight ρ , average speed v and the geometry of the trough l . l is a characteristic geometric trough size, for example in a circular pipe is that its inner diameter. Any dimensionless group consisting of the four quantities can be used as a characteristic mode. Its form is: $v.l / \mu / \rho$.

The introduction of the concept of kinematic viscosity instead share two independent properties of liquids μ / ρ is therefore a coefficient of kinematic viscosity $\nu = \mu / \rho$. *Reynolds formula* is then: $Re = v.l / \nu$.

To simplify the description of the processes is assumed that it is a rolling bearing in the general sense.

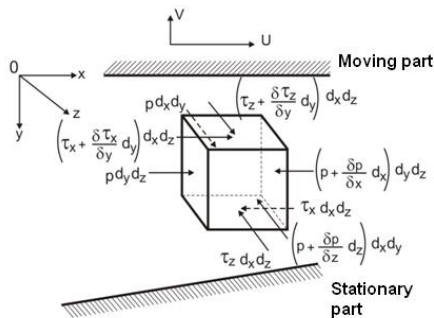


Fig. 1 – Elementary component of the lubricating layer

Figure 1 shows that the movable part has a tangential speed U and perpendicular speed V . Coordinate axes are oriented, as indicated schematically in figure 1. The start of coordinate system is in moving part. Viewed is infinitely small volume of liquid layer with dimensions of dx , dy , dz . Compressive forces apply on the four faces of the element and shear forces on the two element faces. Compressive force does not apply in the

direction y (compare one of the above assumptions). Let the elements of the liquid having velocity u , v and w in direction x , y , z .

If the forces in the x balanced with negligible fluid accelerations can be written:

$$p \, dy \, dz + \left(\tau_x + \frac{\delta \tau_x}{\delta y} \, dy \right) dx \, dz - \left(p + \frac{\delta p}{\delta x} \right) dy \, dz - \tau_x dx \, dz = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\delta p}{\delta x} = \frac{\delta \tau_x}{\delta y} \quad (2)$$

From the definition of viscosity:

$$\mu = \frac{\tau_x}{\frac{\delta u}{\delta y}} \quad (3)$$

$$\frac{\delta p}{\delta x} = \mu \frac{\delta^2 u}{\delta y^2} \quad (4)$$

In the direction z similarly:

$$\frac{\delta p}{\delta z} = \mu \frac{\delta^2 w}{\delta y^2} \quad (5)$$

Equations (4) and (5) they may be integrated to the y , because the pressure p is independent of y . By double integration calculate:

$$u = c_1 + c_2 y + \frac{1}{2\mu} y^2 \frac{\delta p}{\delta x} \quad (6)$$

$$w = c_{13} + c_{42} y + \frac{1}{2\mu} y^2 \frac{\delta p}{\delta z} \quad (7)$$

These boundary conditions are used to determine the constants c_1 , c_2 , c_3 and c_4 :

Constants c_1 , c_2 in the direction of x are determined from the conditions: $u = U$ at $y = 0$ $U = 0$ at $y = h$

Then:

$$u(y) = \frac{(h-y)}{h} (U) - \frac{y(h-y)}{2\mu} \frac{\delta p}{\delta x} \quad (8)$$

$w = 0$ at $y = h$.

Speed variation u across the film is given by equation (8). It is a sum of two terms. The first is a linear speed change from stationary surface area at $y = h$, the second surface moving at U when $y = 0$. It is independent of the viscosity, and is constant throughout the layers. The second term in the velocity distribution of the expression is induced pressure gradients in the x direction. Velocity distribution across the layer is parabolic, and depends on the viscosity. The constants c_3 and c_4 in the z direction are determined of the terms: $w = 0$ at $y = 0$

Then:

$$w(y) = - \frac{y(h-y)}{2\mu} \frac{\delta p}{\delta z} \quad (9)$$

In the direction z is parabolic velocity distribution. These distribution is results from a pressure gradient in the direction z . Because the relationship is continuous Reynolds equation, the next step in its derivation

of the calculation of the flow rate in the layer. In considering the width of the unit, the flow q_x and q_z in the direction x and z . By integrating the reach speeds u and w in entire thickness of the layer:

$$q_x = \int_0^h u \, dy = \frac{Uh}{2} - \frac{h^3}{12\mu} \frac{\delta p}{\delta x} \quad (10)$$

$$q_z = \int_0^h w \, dy = - \frac{h^3}{12\mu} \frac{\delta p}{\delta z} \quad (11)$$

In case the liquid volume $dx \, dy$ extend across the layer thickness h is the term for pure mass flow of volume in the direction of x and z . These expression must be equal to the rate of change in volume as shown in Figure 2:

$$\frac{\delta(vq_x)}{\delta x} dx \, dz + \frac{\delta(vq_z)}{\delta z} dx \, dz = - \frac{\delta(vh)}{\delta t} dx \, dz \quad (12)$$

where $\delta h / \delta t = V$ is positive if it is away from the second surface.

Substituting for q_x and q_z from equation (10) and (11) will finally:

$$\frac{\delta}{\delta x} \left(\frac{vh^3}{12\mu} \frac{\delta p}{\delta x} \right) + \frac{\delta}{\delta z} \left(\frac{vh^3}{12\mu} \frac{\delta p}{\delta z} \right) = \frac{1}{2} \frac{\delta}{\delta x} (vUh) + \frac{\delta(vh)}{\delta t}$$

The resulting equation is the general expression of *Reynolds formula*. Valid for lubrication layer over the entire length in any shape for compressible and incompressible fluid, if the presumption expressed in its derivations. Reynolds equation solution for the particular shape gives expression to pressure the entire layer as a function of viscosity, layer shape and speed. By integrating the pressure over the entire surface of the layer is expressed as the total burden borne film.[3,4]

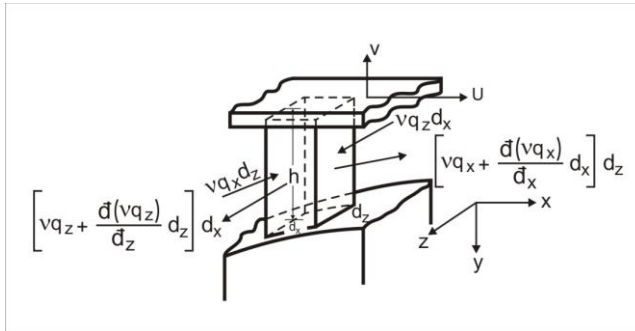


Fig.2 – The components flow into and out of the fluid

Conclusion

In the area of metal forming, it is necessary to pay attention to an appropriate lubrication. This has various peculiarities. In die forging molding material occurs by contact with cavities dies to high friction. Increase the friction surface scales, which would significantly impede die and shorten the

life of die. Dies are therefore lubricated and clean. The purpose of this is: clean debris from the die cavity, reducing the friction between the tribological components, facilitate picks up forging of die, the cool surface of the die.

The article was created in frame of VEGA 1/0551/14.

References

1. Alaswad, A. – Benyounis, K.Y. – Olabi, A.G.: Tube hydroforming process: A reference guide. *Materials & Design*, 2012, No. 33, pp. 328- 339.
2. The Chevy SSR hydroformed
Frame<http://www.acarplace.com/brands/gm/ssr/frame.html>.
3. Kim, J. a. all: Comparison of Implicit and Explicit Finite-Element Methods for the Hxdroforming Process od an Automobile Lower Arm. *Int. Journal of Advanced Techology*, 2002, No. 20, pp. 407 – 414.
4. Pancak, M. – Kostka, O. – Schrek, A.: *Dictionary of Metal Forming – Wörterbuch der Umformtechnik*. STU, Bratislava, 2012.+

INFLUENCE OF STRUCTURE ON THE SATISFACTORY OF COMPLEX ELECTROLYTIC COVERINGS

Bilyk Y.M., Martyniuk A.V., Spivachuk I.A., Rusnak N.M.

Khmelnytskyi National University, Ukraine

E-mail: y_bilyk@meta.ua

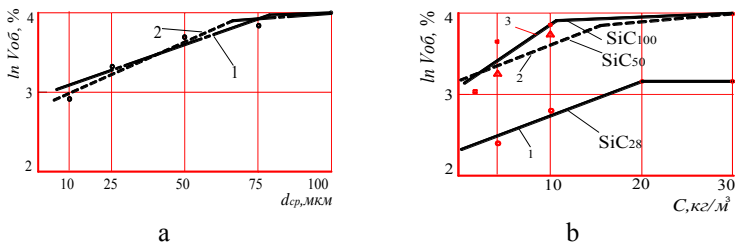
In the general problem of increasing the reliability and durability of machine building objects, the issues of surface strengthening of structural materials occupy a central place. This is especially important for friction units, because 80% of failures of machines and mechanisms occurs due to surface fracture. Often these parts work in extreme conditions. Therefore, materials are required with a complex set of physical and mechanical properties. An effective way out of the current situation is the formation on the surface of structural products of wear-resistant gradient layers with a heterogeneous composition, a layered or discrete structure of the matrix-filled or skeletal type with a given set of properties. Among such coatings it is promising to use multifunctional gradient composite electrolytic coatings (CEP). It is gradientness, the ability to purposefully regulate the quantitative and qualitative correlation of structural and phase components to be able to control the physical, mechanical and operational properties of coatings. However, the use of such coatings in practice is hampered to a large extent by the fact that the mechanisms of their formation, physical-mechanical and operational characteristics are not sufficiently defined. Almost no data on the tribotechnical properties of the CEP, about the effect of the stress-strain state on the operational properties. Limited information about the effect of highly

concentrated energy sources (lasers) on their structure and wear resistance. There is no clear regulation of the ratio of the proportion of solid inclusions and the metal base, nature and shape of the reinforcing phases. Therefore, the actual task is the study and systematization of the tribotechnical characteristics of the CEL on the nickel base, which include as a strengthening phase wear-resistant inclusion of carbides and borides, the determination of the stress-strain state, the features of the influence of the structure of the CEP on the wear resistance of such coatings and the possibility of controlling their tribotechnical properties by creating compositions from predefined structure. The physical and mechanical properties of the CEP depend on the structure of the matrix, the concentration and properties of the filler particles and is determined by the relative rate of formation of crystallization centers (germs) and their growth.

Dispersed particles in the electrolyte of the filler complicate the conditions of crystallization of metals due to their continuous contact and inclusion in the cathode. This leads to a continuous change in the cathode microsurface, the redistribution of cathode current and the change in the free growth conditions of crystals, the overlap of current under the included or contacting particles, with the termination or delay of growth of crystals, the passivation of individual cathode microparticles. In this case, there is a change in the potential of the cathode due to the mechanical action of the filler particles (grinding, polishing), which activates the surface of the cathode. From this it follows that the coating structure in the process of obtaining a CEP should be more mildly crystalline, more complex, less textured than conventional electrodeposition of the metal. In this case, the hardness, strength of the boundaries of fluidity and endurance, internal stresses in the coating are determined by the macrostructure. Microhardness, microplasticity, microwaves are localized in the volume of grain. Grain boundaries, non-metallic inclusions, defects associated with sub-microscopic distortions determine the electrochemical, thermophysical and other properties of the CEP. Taking into account that the effect of mechanical stresses on cavitation is limited by sections proportional to the size of the individual crystals of the coating structure, and the coating structure determines the cavitation wear resistance of the CEL. In this section, the influence of the structure of nickel CEP with SiC inclusions was studied, depending on the geometric sizes of SiC particles, the content of the filler and its location in the matrix volume. Coatings were obtained according to the technological regimes of electrolysis described above. In this case, the coatings were characterized by the uniform arrangement of the filler particles in the matrix volume, density, absence of pores and cracks in the cross section of the sample.

The task of further research was to determine the impact on the cavitation and erosion wear resistance of SiC particles, their content in the coating and the extent of the influence of these factors.

The most important factor determining the content of the filler in the matrix is its amount in the electrolyte. The amount of filler particles in the matrix increases with increasing the size of the powder fraction (Fig. 1, a), and with increasing concentration in the electrolyte (Fig. 1, b). Thus, the maximum possible volumetric content of the filler particles, depending on their fractionality (d_{cp}) in the nickel matrix (Fig. 1, a; continuous straight lines) in the range of the sizes of particles 10 ... 75 mkm is satisfactorily described by the dependence:



**Fig. 1 – Dependence of the volumetric content of the filler $V_{ob}, \%$ of the average size of its particles d_{cp} (a) and on the concentration of the filler particles in the electrolyte C , (b) with their fractionation:
1- SiC28 (28/20); 2 - SiC50 (50/40); 3 - SiC100 (100/80)**

$$V_x = e^{3+0.014d_{\bar{n}d}} \quad (1)$$

where - V_x the volume content of the particles of the filler in the matrix;
 $d_{\bar{c}d}$ mkm - the average geometric particle size. For a more accurate determination of the bulk content of the filler in the matrix (Fig. 1, and the approximation by dashed lines), we have:

- in the range of the sizes of particles 10 ... 65 mkm

$$V_x = e^{2.6+0.027d_{\bar{n}d}} \quad (2)$$

- in the range of the sizes of particles 65 ... 100 mkm

$$V_x = e^{3.3+0.008d_{\bar{n}d}} \quad (3)$$

Analysis of dependencies $\ln V - C$ (Fig. 1, b) indicates that, with increasing fractionation of the filler particles, the required concentration decreases to reach its maximum content in the matrix (corresponds to the points of the fracture of the lines in Fig. 1, b). Thus, with the geometric sizes of the particles of the silicon carbide 28/20 mkm (SiC 28), its content in the electrolyte is about 20 kg/m³, and with the size of the particles 50/40 mkm (SiC 50) and 100/80 mkm (SiC 100), respectively, 16 ... 18 and 10 ... 12 kg/m³.

Thus, by changing the fractional nature of the filler particles, their concentration in the electrolyte and the regimes of the electrolysis process, we have the ability to vary the coating structure and, accordingly, the physical and mechanical properties of the compositions within wide limits. At the same time, the structure changes are controlled and controlled in the process of obtaining the coating, which makes it possible to ask and predict the necessary complex of their properties.

УДК 621, 621.791

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ СТРУМОПІДВІДНИХ НАКОНЕЧНИКІВ

Вичавка А.А., Бабак О.П., Посонський С.Ф.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: vichavka@ukr.net

Струмopідвідні наконечники напівавтоматів, які використовуються при зварюванні, в процесі роботи піддаються інтенсивному зносу, який, у свою чергу, призводить до порушення контакту між зварювальним дротом і внутрішньою поверхнею наконечника. Внаслідок цього з'являється нестабільність горіння дуги, що накладає відбиток на якість зварного шву. Крім того, швидкий знос наконечника створює значні незручності в роботі зварювальника, тому що він вимушений припинити зварювальний процес для заміни зношеного наконечника.

По характеру явищ зношення струмопідвідних наконечників процес розподіляється на дві складові: механічну і електроерозійну. На початкових стадіях зносу, коли зусилля притискання електродного дроту до внутрішньої поверхні каналу наконечника ще достатньо значні, більший вплив має механічна складова. Але по мірі зростання зносу, зусилля притискування можуть слабшати настільки, що між дротом і наконечником формується зазор величиною з сотих долів

міліметру, до міліметру і більше. З цього моменту починає проявляти себе електроерозійна складова зносу.

Головним фактором, який спричиняє електричну ерозію, становить наявність електричного поля і різності потенціалів, достатньої для пробію зазору. Електродний дріт поступає в наконечник, як правило, з нерівною поверхню внаслідок того, що ролики подаючого механізму оставляють на її поверхні вм'ятини, риски і сліди деформації, які підсилюють явище зносу. При певному значенні напруженості електричного поля в напрямку найближчих мікроступів на поверхні наконечника і електродного дроту електрична міцність середовища слабкішає, появляється можливість пробію проміжку і з'являється розряд. На поверхні дроту постійно присутні оксидні включення і масляні плівки. Оксидні сполуки при достатньо високої твердості мають хорошу зносостійкість, але великий опір електричному струму. В процесі зварювання такі плівки зникають, приводячи до зміни контактного опору, появляється іскріння на внутрішньої поверхні наконечника, він вигоряє.

Відмінною відзнакою проведення даних лабораторних досліджень по визначенню електроерозійної складової зносу було то, що скрізь зразок, який досліджувався пропускався електричний струм. Знос зразків, які отримані у ході досліджень, визначався як сума механічної і електроерозійної складової повного зносу. Таким чином, для визначення величин електроерозійної складової необхідно зі значень зносу, які отримані у ході даних проведених досліджень, відняти значення зносу, які визначені раніше у ході досліджень механічної складової.

Схема випробувань була вибрана як «диск - площина». Самі випробування проводилися на установці, зробленої на базі токарного верстату високої точності 16ТОЗА.

Усі основні параметри проведення досліджень відповідали параметрам проведення експериментів по визначенню механічної складової зносу. Зусилля притискання зразків до ролика складає: 0,8; 2,4; 4,8; 7,2; 9,6; 12,0 Н. Такі значення зусиль відповідали зусиллям при проведенні експериментів по визначенню залежностей між зусиллями притискання електродного дроту і ексцентриситету самого наконечника. [3] Частота обертання ролика складає 350 хв^{-1} , час випробувань при кожному зусиллю був 20 хвилин, що відповідало шляху тертя 1104 метра.

При розробці установки для проведення досліджень велику увагу необхідно було приділити пристрою підводу потенціалу зі знаком (+) до зразка і потенціалу зі знаком (-) до ролика. Такий розподіл

потенціалів зв'язаний з тим, що при зварюванні у захисних газах використовується постійний струм зворотної полярності, коли на струмопідвідний наконечник подається позитивний, а на виріб негативний потенціали. На рис.1. представлений пристрій установки для дослідження електроерозійної складової зносу.

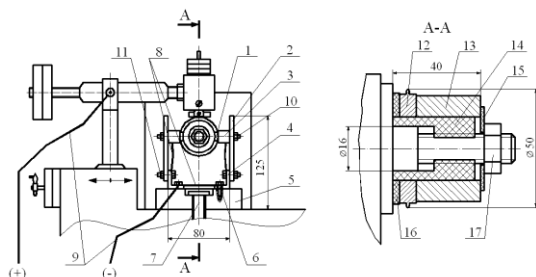


Рис. 1 – Пристрій для випробувань зразків на електроерозійну складову зносу

Підвід електричного струму до зразка ведеться зварювальним кабелем 9 за допомогою клеми, яка прикріплена до вісі стійки навантажуючого пристрою. Використання ізолюючих матеріалів визвано необхідністю захисту механізму токарного станка від впливу дії струму.

Оскільки для експерименту був необхідний постійний струм, то у якості джерела живлення вибрали зварювальний випрямляч ВКСМ-1000. За допомогою баластних реостатів проводили регулювання струму при проведенні експериментів.

Встановлено за допомогою лабораторних випробувань співвідношення між механічною та електроерозійною складовими зносу у загальному зносі мідних і меднохромощирконієвих струмопідвідних наконечників зварювальних пальників.

Література

1. Абрамов О.О., Завгородній В.В. Механічна складова зносостійкості струмопідвідних наконечників зварювальних пальників // Проблеми трибології (Problems of Tribology). – 2009. – № 2 . – С. 36-40.
2. Чубуков А.А. Влияние износа наконечника на технологические параметры процесса сварки // Свароч. пр-во. – 1980. – № 1. – С. 26 - 27.
3. Завгородній В.В., Абрамов А.А. Сила прижима проволоки к поверхности токоподводящих наконечников сварочных горелок // Вісник ХНУ. – 2008. - №5. – С. 51 – 58.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ СТРУКТУРИ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ АЗОТОВАНОГО В ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ

Гіль О.О., Машовець Н.С.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: mashovetsns@ukr.net

Титанові сплави мають широке застосування в авіаційній техніці і зокрема при виготовленні лопаток турбін та інших деталей, що зношуються в процесі експлуатації. Крім того, широке застосування титану та його сплаву знайшли в харчовій промисловості, а саме: апаратура для переробки харчових продуктів, варильні котли, холодильники, бочкотара, резервуари для органічних кислот і ряду харчових середовищ - розсолів, маринадів, із сплавів титану роблять реактори, трубопроводи, насоси, трубопровідну арматуру, опріснювальні установки і ін. Вони мають унікальні фізичні, хімічні та технологічні властивості, характеризуються високою міцністю та корозійною стійкістю.

Для досліджень використано титановий сплав ВТ-8. З метою підвищення зносостійкості поверхонь деталей із даного сплаву їх використовували низькотемпературне азотування в тліючому розряді в безводневому середовищі. Азотування проводилося на експериментальній установці “УАТР-1”, яка розроблена Подільським науковим фізико-технологічним центром (ПНФТЦ) в Хмельницькому національному університеті.

Для визначення мікроструктури внутрішніх шарів азотованих титанових зразків, проводили мікроструктурний аналіз за допомогою металографічного мікроскопа МИМ-10, який призначений для візуального спостереження і фотографування мікроструктури при збільшенні від 20 до 2000 разів. Для поверхневого травлення використовували реактив, який складається з рівних частин плавикової кислоти, азотної кислоти та гліцерину. Шліф змочується реактивом на 5-10 секунд, промивається водою і просушується.

Проведені дослідження мікроструктури титанового сплаву ВТ8 азотованого в тліючому розряді за різними режимами, технологічні параметри процесу яких варіювались в таких межах: температура азотування (T °С) в межах 540 – 700 °С, тиск в газовій камері (P , Па) – 80- 400 Па, час азотування (τ , хв.) – 20-240 хв, вміст аргону в газовій суміші (Ar, %) – 0-96 %.

Дослідження показали, що при температурах 540⁰С, 580⁰С і 620⁰С в структурі сплаву ВТ8 (рис. 1. а,б,в) значних змін не відбувається. При температурі 700⁰С в титановому сплаві відбувається зміна кристалічної решітки (рис 1. г).

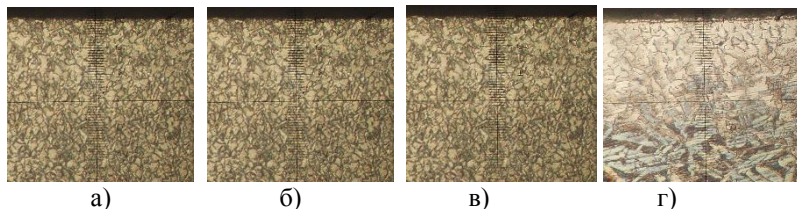


Рис. 1 – Мікроструктура титанового сплаву ВТ8 після азотування в тліючому розряді (x1000)

На рис.2а показана мікроструктура сплаву ВТ8, азотованого за режимом: температура поверхні 660⁰С, тиск 160 Па, тривалість азотування 185 хв; газове середовище за об'ємом - азот 76%, аргон 24%. При такому режимі ми не бачимо чітко вираженої дифузійної зони. А при режимі, де газове середовище містить 72% аргону, ми вже розрізняємо дифузійну зону (рис. 2б). На всіх зразках помітний світлий тонкий світлий шар, який слабо травиться, що свідчить про наявність на поверхні нітридної плівки.

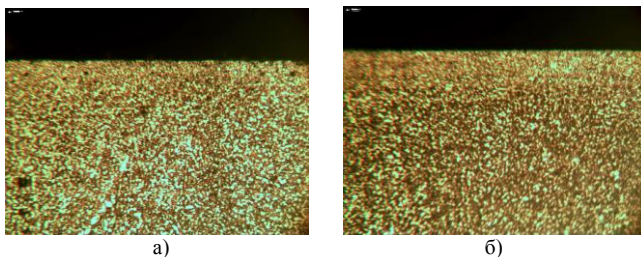
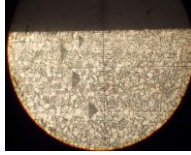


Рис. 2 – Мікроструктура титанового сплаву ВТ8 після азотування в тліючому розряді: а) температура поверхні 660⁰С, тиск 160 Па, тривалість азотування 185 хв; газове середовище за об'ємом - азот 76%, аргон 24%; б) температура поверхні 660⁰С, тиск 160 Па, тривалість азотування 75 хв; газове середовище за об'ємом - азот 28%, аргон 72%

На рис. 3 показано зміну товщини дифузійної зони за допомогою вимірювання мікротвердості на твердомірі ПМТ-3, що підтверджує утворення на поверхні нітридного шару.



h, мкм	HV
поверхня	557
10	550
20	420
40	385
60	345

Рис. 3 – Розподілення мікротвердості по глибині титанового сплаву BT8, азотованого за режимом: температура поверхні 6200С, тиск 240 Па, тривалість азотування 240 хв; газове середовище за об'ємом - азот 48%, аргон 52%

Висновок: Дослідження мікроструктури азотованого титанового сплаву BT8 із використанням металографічного мікроскопу МИМ-10 показали, що за при зміни технологічних праматерів процесу азотування можна керувати фізико-механічними характеристиками азотованого шару і отримувати поверхневі шари з наперед заданими властивостями.

Література

1. Пастух И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде / Игорь Маркович Пастух. – Харьков: ННЦ ХФТИ, 2006. – 364 с.
2. Ионная химико-термическая обработка сплавов / Арзамасов Б. Н., Братухин А. Г., Елисеев Ю. С., Панайоти Т. А.. – М.: Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 1999. – 400 с.
3. Машовець Н.С. Вплив параметрів іонного азотування титану на фізико-механічні характеристики азотованого шару // Вісник двигунобудування. 2004. - №3. – С. 122-125.

UDC 621.891

MODELING WEAR OF CONTACT INTERACTION OF DISCRETELY STRENGTHENED CYLINDRICAL FRICTION SURFACES

Dykha O.V., Dytnyuk V.O., Dykha K.O.

Khmelnytsky National University, Ukraine

E-mail: tribosenator@gmail.com

Electromechanics treatment forms on-the-spot a structure with the set distributing of properties of durability on the local volumes of surface. The fixed surface shows by itself a regular discrete structure which consists of elements of white layer.

Researches show on the study of mechanisms of formation of elements of white layer [1-2], that changing the structural and technological

parameters of electromechanics treatment (EMT) it is on-the-spot possible to form discrete structures with the necessary location of the fixed fragments and set area of the fixed surface.

The phenomenes determines the features of mechanical conduct, which flow in superficial, layer and property of the superficially fixed standard. The analysis of researches shows [1-2] that it is necessary for effective work of fixed EMT of surface, that the mutual location of the fixed fragments and area of coverage of surface took into account the features of external of details environments.

Optimum from point of operating descriptions EMT of surface will be fixed with the formed specific structures and fragments of white layer.

The analysis of works shows in this direction [1-2], that the most conducted researches, electromechanics treatment, are directed on the study of mechanisms and phenomena which are in a superficial layer at EMT and properties of the fixed surface.

The aim of these researches is an analysis of influence of type of mutual location of elements of white layer and area of coverage of surface on the feature of behavior of the hardened body in the conditions of friction.

For an analysis the conducted design of behavior of heterogeneous material, the surface of that is reinforced by the elements of white layer with higher descriptions of durability as compared to material of matrix in the conditions of friction.

For a design the model of finish elements was used for an squared beam by sizes a $15 \times 15 \times 6$ mm, each of parties of that is presented as 30 elements, that made 27 000 elements.

The condition of friction of material designed by addition to the fortified surface of the normal and tangent (fig. 1) loading, by a size according to 1 and 0,1 MPa. Surface, opposed to the hardened surface, envisaged hardly.

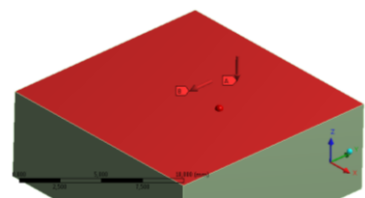


Fig. 1 – Calculation model of body in the conditions of friction

For realization of comparative estimations the calculation analysis of the stress-deformed state of unhardened body is conducted at first. In connection with that the surface of body yields to influence of the tangent

loading inplane XY, interest presents character of distribution of tangent tensions in this plane and equiscalar surfaces.

The analysis of the stress-deformed state of homogeneous body under act of the normal and tangent loading on one of planes shows that distribution of tangent tensions inplane XY has symmetric character in relation to the plane of action of the tangent loading (fig. 2).

Thus squeezing and stretchings tensions have symmetric character and arrive at the absolute values of 0,02 MPa. Thus maximal equivalent (in Mises) tensions arrive at the values of 3,8 MPa.

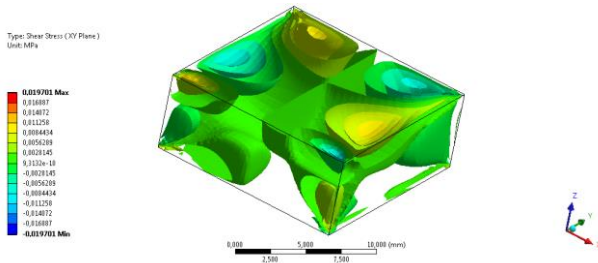


Fig. 2 – Equiscalar surfaces of distribution of tangent tensions inplane XY of unhardened body

Standards, after electromechanics treatment, from the point of view of mechanics of the deformed body, present by bodies with the heterogeneous surface reinforced by locally hardened zones (LHZ). Formation in the superficial layer of regular discrete structure causes the change of the stress-deformed state (TDS) bodies in the process of loading.

The thus stress-deformed state of body will depend, both from character of the added loading and from the geometrical parameters of mutual location by the locally fortified zones. In any event LHZ are the concentrators of tensions.

The analysis of different geometrical charts of electromechanics treatment of surface shows in the conditions of the normal and tangent loading, that the mutual location of LHZ can change the stress-deformed state, both aside detensioning, and aside increase. At electromechanics treatment of surface are located discretely with the set step and are the concentrators of tensions. Such location of zones of treatment is brought to that equivalent tensions of superficial layer arrive at the values of 740 MPa and 400 MPa in a subsuperficial layer.

If we consider that this maximum tangential stress is about 370 MPa, the relative position of a wearproof surface LHZ bring to the appearance and development of microcracks and destruction surface layer.

Calculation analysis shows that the scheme relative position LHZ also leads to the appearance a significant difference between the tensile (220 MPa) and squeezing (370 MPa) stresses on the surface, which contributes to fatigue fracture layers.

Thus, when choosing of structural geometric parameters electromechanical process is worth proceed from the condition of minimizing the stress-deformed state of the surface layer based operating conditions details. Analysis of various geometric and technological options for finishing the surface shows that the optimal scheme of conditions to minimize the stress state of the surface. That is the best alternative location LHZ as cross sections processing.

Analysis of the results shows that the optimal relative position LHZ area and surface coating be achieved minimum influence of the stress concentration by LHZ in the surface layer.

Comparative analysis of equivalent stresses (in Mises) homogeneous body and hardened by EMT optimal scheme shows that maximum tension have the same value 3,77 MPa. The maximum tangential tension hardened body and unstable is 2 MPa. Analysis of the distribution tangential stresses (Fig. 3), shows that on the surface there are tensile and compressive tangent equal in absolute value. The maximum value of 0,02 MPa, which is almost equal to the maximum value of stresses unstable body 0,019 MPa.

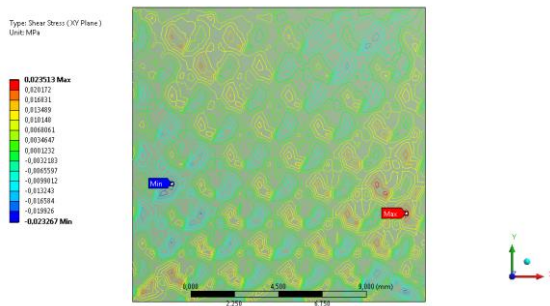


Fig. 3 – Isolines distribution of shear stresses in the XY plane optimally hardened body

Thus, by proper choice of scheme processing, the relative position of wearproof elements of white layer be achieved minimum of the stress concentration in the surface layer in the operation thus significantly increase the wear resistance of the surface. Minimization of stress state of the surface by varying the location LZZ us to obtain the surface stress-deformed state that promotes increase the fatigue strength of the surface layer.

It should be noted that the analysis of various geometric and technological options for finishing the surface showed that the chosen scheme optimal strengthening the surface area was 0,54. Increase or decrease the area coverage has led to an increase in all components of the stress-deformed state.

Analysis of the results showed that dominant factor in minimizing the stress-deformed state of the surface is the relative position of wear resistant LHZ. Analysis of the stress - deformed state of the surface layer by coating the surface of a discrete - hardened zones electromechanical treatment of various geometrical parameters showed that the criterion of minimizing the residual stress is the most optimal cross-hardened profile, which occupies 54% of the entire bearing surface.

References

1. Askinazi B.M. Hardening and recovery of electromechanical machine parts machining, Mashinostroenie, 1989, 200 p.
2. Dykha M. A. Model of process of tribo-damages [Text] / M. A. Dykha // Mechanics and Computer Science : Abstracts of scientific papers VIII Ukrainian-Polish Conference of young scenists, Khmeltitsky, KhNU, 2011. – P. 178-179.

УДК 621.787

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ ВПІД ПІД ЧАС ВИСОКОШВИДКІСНОГО ФРИКЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Дмитерко П.Р., Новіцький Ю.Я., Корендій В.М.

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

E-mail: dmyterko.petro@gmail.com

Високошвидкісне фрикційне зміцнення за принципом його виконання подібне до шліфування, тому дослідження проводили на модернізованому плоскошліфувальному верстаті моделі *HFS3063VS* фірми *KNUTH*. Для фрикційного зміцнення необхідна лінійна швидкість на периферії інструмента $V = 60-80$ м/с. Для цього була проведена модернізація вузла головного приводу верстата. Замість абразивного круга встановили металевий інструмент-диск, діаметром інструмента $\varnothing 360$ мм. Перед встановленням інструмента проводили його статичне балансування [1–2].

Для збільшення зсувного деформування у поверхневих шарах деталей у зоні контакту інструмент-деталь під час фрикційного зміцнення використовували інструмент з нарізаними поперечними

пазами на робочій частині. Ширину пазу вибирали з умови повного виходу з контакту інструмент-диска з деталлю. При входженні у контакт гладкої частини інструмента спочатку проходить ударне навантаження зони контакту, а потім проходить її тертя. Після виходу з контакту гладкої частини і проходження над плямою контакту пазу зона контакту різко розвантажується. У поверхневому шарі металу оброблюваної деталі проходять наступні процеси: нагрівання його за рахунок високошвидкісного тертя; ударне навантаження під час входження чергової гладкої частини; циклічне нагрівання і охолодження; циклічне деформування як у нормальному, так і тангенціальному напрямках.

Представимо пружну систему плоскошліфувального верстата як багатомасову. Для цього верстат розбиваємо на ряд вузлів, кожний з яких має свою масу. Крім цього одну з деталей можна умовно прийняти з безмежною масою, до якої прив'язують усі решта вузлів. Розрахункову схему пружної системи плоскошліфувального верстата можна представити як двомасову модель. Як деталь з умовно безмежною масою приймаємо станину, яка є нерухомою і до якою прив'язуємо решту мас (рис. 1).

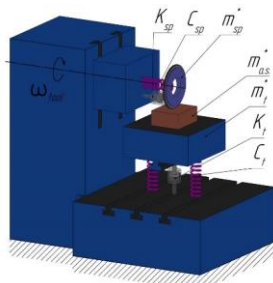


Рис. 1 – Розрахункова схема плоскошліфувального верстата призначеного для фрикційного зміцнення плоских поверхонь

Математична модель, яка описує динаміку механічної системи верстата, має вигляд

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 \ddot{x}_1}{dt^2} m_{\text{шп}} - c_1 \cdot x_1 - c_3 (x_1 + x_3) - k_1 \cdot \dot{x}_1 - k_5 \cdot (\dot{x}_1 + \dot{x}_3) = -Q_1 \\ \frac{d^2 \ddot{x}_2}{dt^2} m_{\text{шп}} - c_2 \cdot x_2 - k_2 \cdot \dot{x}_2 = -Q_2 \\ \frac{d^2 \ddot{x}_3}{dt^2} (m_{\text{дет}} + m_{\text{ст}}) - c_5 (x_1 + x_3) - c_3 \cdot x_3 - k_3 \cdot \dot{x}_3 - k_5 \cdot (\dot{x}_1 + \dot{x}_3) = Q_3 \\ \frac{d^2 \ddot{x}_4}{dt^2} (m_{\text{дет}} + m_{\text{ст}}) - c_4 \cdot x_4 - k_4 \cdot \dot{x}_4 = -Q_4 \end{array} \right. \quad (1)$$

Використаємо побудовану на основі системи диференціальних рівнянь (1) імітаційну модель динамічного процесу переривчастого фрикційного зміцнення для знаходження передавальних функцій та визначення частотних характеристик моделі [3; 4].

В загальному випадку для лінійної системи передавальна функція визначається як відношення:

$$W(s) = \frac{U(s)}{V(s)} \quad (2)$$

де $U(S) = \int_{-\infty}^{+\infty} u(t)e^{-st} dt$ – перетворення Лапласа вихідного сигналу $u(t)$ відносно комплексного параметра s ;

$V(S) = \int_{-\infty}^{+\infty} v(t)e^{-st} dt$ – перетворення Лапласа вхідного сигналу $v(t)$ відносно комплексного параметра s .

В нашій системі вхідним параметром є зусилля $Q_1(t)$, а вихідними параметрами - переміщення системи y відповідних напрямках $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$, $x_4(t)$. Застосовуючи перетворення Лапласа до системи (1) отримаємо систему лінійних рівнянь:

$$\begin{aligned} m_{\text{шп}} S^2 x_1(S) - c_1 x_1(S) - c_3 (x_1(S) + x_3(S)) - k_1 S x_1(S) \\ - k_5 S (x_1(S) + x_3(S)) = -Q_1(S) \\ m_{\text{шп}} S^2 x_2(S) - c_2 x_2(S) - k_2 S x_2(S) = -Q_1(S) \cdot f \\ (m_{\text{дет}} + m_{\text{ст}}) S^2 x_3(S) - c_5 (x_1(S) + x_3(S)) - c_3 x_3(S) - k_3 S x_3(S) \\ - k_5 S (x_1(S) + x_3(S)) = Q_1(S) \\ (m_{\text{дет}} + m_{\text{ст}}) S^2 x_4(S) - c_4 x_4(S) - k_4 S x_4(S) = -Q_1(S) \cdot f \end{aligned} \quad (2)$$

З системи (2) знайдемо передавальні функції:

$$\begin{aligned} W_1(s) &= \frac{x_1(S)}{Q_1(S)} \\ &= \frac{0.05 S^2 + 4 S + 1.336 \cdot 10^6}{S^4 + 73.33 S^3 + 4.15 \cdot 10^7 S^2 + 1.09 \cdot 10^9 S + 3.95 \cdot 10^{14}} \\ W_2(s) &= \frac{x_2(S)}{Q_1(S)} = \frac{0.00375}{S^2 + 50 S + 1.5 \cdot 10^7} \end{aligned}$$

$$W_3(s) = \frac{x_3(s)}{Q_1(s)} = \frac{-0.0067 s^2 + 0.333 s - 9.733 \cdot 10^4}{s^4 + 73.33 s^3 + 4.15 \cdot 10^7 s^2 + 1.09 \cdot 10^9 s + 3.95 \cdot 10^{14}}$$

$$W_4(s) = \frac{x_4(s)}{Q_1(s)} = \frac{0.0375}{s^2 + 500 s + 4.5 \cdot 10^{10}}$$

Побудовані на основі передавальних функцій амплітудно-частотні характеристики вказані нижче.

Для оцінки адекватності результатів був здійснений оціночний частотний аналіз (Estimate Frequency Response) з пакету Linear Analysis Tool, що входить до складу Simulink (рис. 2).

Оціночний частотний аналіз показує правильний характер розподілу частот в наших результатах і знижує ефект від досягнення критичних частот. В даному випадку максимальним значення для вертикальних переміщень шпинделя, при частоті 250 рад/с та силі притиску $Q = 1500$ Н є 138 дБ, що відповідає збільшенню переміщень в 35 раз і значенню переміщення $x_1 = 0,15$ мм, що відповідає досить грубим квалітетам точності механічної обробки, проте є прийнятним для фрикційного зміцнення деталей які не потребують високої точності обробки.

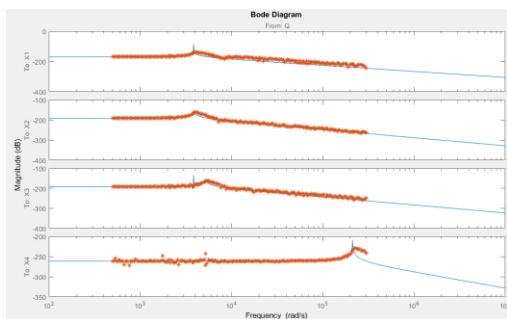


Рис. 2 – Оціночний частотний аналіз.

Література

1. Инженерия поверхности деталей / Под ред. А.Г. Сулова. – М. : Машиностроение, 2008. – 320 с.
2. Гурей І.В. Формування нанокристалічного зміцненого шару деталей машин під час фрикційного зміцнення / І.В. Гурей, В.І. Гурей, П.Р. Дмитерко // Прогресивні технології і системи машинобудування. – 2013. – Випуск 1-2 (46). – С. 98-106
3. Gurey V. Mathematical model of dynamic processes during friction

hardening of flat surfaces / V. Gurey, V. Korendiy, P. Dmyterko // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – 2014. – № 788. – С. 79–85.

4. Dmyterko P. Research of Influence of Oscillations of Tool-Part System on Roughness of Surface Layer during High-Speed Friction Strengthening / P. Dmyterko, Y. Novitskiy, V. Gurey // Ukrainian journal of mechanical engineering and materials science. – 2016. – Vol. 2, Num. 1. – pp. 47-54.

УДК 621, 621.891

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВИХОДУ З ЛАДУ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Дробот О.С.¹, Бабак О.П.¹, Вельбой В.В.², Козюк Ю.М.¹

¹Хмельницький національний університет, Україна

²Хмельницький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, Україна

E-mail: pion12208@gmail.com

Складність конструктивних форм підшипників, неминучі похибки виготовлення і деформації системи, недостатні вивчені взаємодії мастил з матеріалом поверхневих шарів підшипника і валу, недостатні вивчені антифрикційних властивостей матеріалів і інші чинники вимагають систематичних випробувань і досліджень підшипників.

У технологічний процес виготовлення деталей підшипників кочення входять: обробка тиском, механічна і термічна обробка, комплектувально-складальні і контрольні операції.

Основні групи досліджень підшипників: дослідження для вдосконалення і уточнення теорії розрахунку і конструювання підшипників; дослідження антифрикційних матеріалів і змащувальних матеріалів; випробування конкретних підшипників для їх вдосконалення і встановлення граничних режимів.

До лабораторії з випробувань конструкційних та інструментальних матеріалів наукового випробувального центру Хмельницького національного університету регулярно надходять різноманітні деталі автомобільної промисловості. Не що давно отримано два ремкомплекти задньої піввісі автомобіля, а саме деталі підшипників кочення.

З метою визначення можливих причин інтенсивного зношування та виходу з ладу наданих на експертизу підшипників проводився хімічний та мікроструктурний аналіз їх деталей із залученням устаткування акредитованої лабораторії випробувань

конструкційних та інструментальних матеріалів випробувального центру Хмельницького національного університету, застосовуючи руйнівні методи дослідження, що пов'язані із частковим руйнуванням об'єктів дослідження. При цьому із наданих на експертизу деталей підшипників були вибірково відібрані зразки (п'ять роликів, два металеві фрагменти та по два сегменти кожної з обойм лівого та правого підшипників), з яких виготовлено шліфи для проведення мікроструктурного аналізу та зразки для проведення хімічного аналізу. Із зразків деталей підшипників, що відібрані для хімічного аналізу, після їх відпалу та осаджування відібрана металева стружка.

Аналізуючи результати досліджень можна дійти до висновків, що всі деталі наданих на експертизу підшипників виготовлені із сталі, яка за своїм хімічним складом відповідає підшипниковій сталі марки ШХ 15 (ГОСТ 801-78).

Низькі показники твердості деталей підшипника лівої піввісі можуть бути пов'язані із зміною їх механічних властивостей, в тому числі і твердості, під дією високих температур при експлуатаційному руйнуванні підшипника. Встановити твердість деталей підшипника лівої піввісі до моменту його руйнування не вдалось за можливе в зв'язку із дією на деталі високих температур під час руйнування підшипника.

Показники твердості зовнішньої та внутрішньої обойм підшипника правої піввісі відповідають вимогам ГОСТу, показники твердості роликів правого підшипника дещо занижені відносно твердості обойм.

Макроструктурним дослідженням деталей підшипника правої піввісі з використанням мікроскопу МБС-9, встановлено, що сталь, з якої виготовлені елементи (внутрішня обойма, ролики), окрім вм'ятин має значну кількість відшарувань, неметалевих включень та надривів, які спостерігаються також і на неробочих поверхнях деталей підшипника.

Мікроструктурним дослідженням деталей обох підшипників з використанням мікроскопу металографічного МИМ-7 в мікроструктурі сталі, з якої виготовлені підшипники виявлено наявність неметалевих включень (вірогідно оксиди алюмінію і кремнію та нітриди алюмінію), які не піддаються пластичній деформації та окрихчують сталь. Неметалеві включення сприяють формуванню на поверхнях деталей після їх механічної обробки значної кількості надривів, ліній ковзання, а при попаданні на робочі поверхні деталей підшипника - вм'ятин.

Мікроструктури ролика, зовнішньої та внутрішньої обойм підшипника правої піввісі, які складаються із скритокристалічного

мартенситу з рівномірно роздріблених дрібних карбідів відповідають вимогам ГОСТу. Мікроструктури зовнішньої та внутрішньої обойм підшипника лівої піввісі мають незначні дефекти структур, які виражені у наявності слідів карбідних сіток, окремих скупчень карбідів.

Мікроструктура ролика підшипника лівої піввісі – грубоголчатий мартенсит та карбіди має дефект виробничого характеру, не відповідає ГОСТу. Наявність голчастого мартенситу може бути наслідком перегріву деталі в процесі виконання операції гартування. Грубоголчатий мартенсит підвищує крихкість сталі та зменшує її міцність.

Таким чином, підсумовуючи викладене вище, можна зробити висновки про те, що надані на експертизу підшипники двох ремонтних комплектів задньої піввісі виготовлені зі сталі, яка за своїм хімічним складом відповідає підшипниковій сталі марки ШХ 15 (ГОСТ 801-78), або її зарубіжним аналогам, наведеним вище.

За мікроструктурою (без врахування неметалевих включень) поверхню ГОСТу відповідають ролик, зовнішня та внутрішня обойми підшипника ремонтного комплекту правої піввісі. Ролики мають дещо занижені показники твердості. Зовнішня та внутрішня обойми підшипника ремонтного комплекту лівої піввісі мають незначні дефекти мікроструктури, які виражені у наявності окремих скупчень карбідів та занижені показники твердості.

Мікроструктура ролика підшипника лівої піввісі – грубоголчатий мартенсит та карбіди є дефектом виробничого характеру, який міг виникнути внаслідок перегріву деталі в процесі виконання операції гартування.

Грубоголчатий мартенсит в мікроструктурі сталі міг спричинити деформування ролика та передчасний вихід з ладу підшипника ремонтного комплекту лівої піввісі в цілому.

Причинами виробничого характеру виходу з ладу підшипника ремонтного комплекту правої піввісі могли бути викришування торцевих поверхонь окремих роликів підшипника із-за заниженого показника їх твердості, наявності неметалевих включень в структурі сталі, які окрихчують сталь, сприяють формуванню на поверхнях деталей після їх механічної обробки значної кількості надривів, ліній ковзання, а при попаданні на робочі поверхні деталей підшипника - вм'ятини.

Література

1. ДСТУ 3715-98 Метали. Види поверхонь руйнування (зломів). Київ. Держстандарт України 1998.

2. А.В.Гайдамака. – Підшипники кочення. Базові знання та напрямки вдосконалення. МОІНУ НТУ «ХПІ», Харків, 2009. 248 с.

3. Подшипниковые узлы современных машин и приборов: Энциклопедический справочник / Под общ. ред В.Б. Носова. – М.: Машиностроение. –1997. –640с.

УДК 621.7047.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ПЛАСТИНЫ С ЗАДАННОЙ ТОПОГРАФИЕЙ ЭЛЕКТРОДОВ

Кадышина А.В., Чигарев А.В.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

E-mail: tmech@bntu.by

Данная работа посвящена моделированию автоматизации процесса нанесения покрытий на пластины с заданной топографией электродов в вакууме. В качестве объекта разработки была выбрана вакуумная установка ВУ1-БС, которая была модернизирована для проведения в ней электронно-лучевой сварки. Разработана автоматизация вакуумной установки ВУ1-бс в процессе электронно-лучевой сварки. В процессе проектирования учтены все параметры вакуумной установки

Разработана модель ионно-плазменных процессов сварки и нанесения покрытий. Рассмотрены модели процессов эмиссии электронов и их движения под воздействием электрического поля. Так же смоделированы технологические погрешности и качество покрытия с учетом остаточных напряжений.

Литература:

1. Чигарев А.В. Стохастическая и регулярная динамика неоднородных сред / А.В. Чигарев; Под ред. Е.И. Шемякина. – Мн: УП «Технопринт», - 2000. – 426 с.

2. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков.- Москва: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1970 – 10с.;

3. Куликов И.С. Электролитно-плазменная обработка материалов / И.С. Куликов, С.В. Ващенко, А.Я. Каменев. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 232 с.

4. Бойцов А.Г. Упрочнение поверхностей деталей комбинированными У67 способами/ А.Г. Бойцов, В.Н. Машков.-Москва: Машиностроение, 1991.- 144с.;з

УДК 669.295:621.785

ВПЛИВ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ТРИБОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТИТАНУ GRADE 2

Лаврись С.М.

ФМІ НАН України, Україна

E-mail: lavryst92@gmail.com

У сучасних високотехнологічних галузях промисловості широко застосовуються легкі металеві матеріали, що працюють за умов підвищених температур та інтенсивного зношування, в тому числі в агресивних середовищах. Перспективним і поширеним представником матеріалів цього класу є титан та сплави на його основі. Завдяки своїм унікальним властивостям як: висока питома міцність, корозійна тривкість та біосумісність, його використовують в авіабудівній, космічній, машинобудівній, суднобудівній, хімічній промисловостях і в медицині. Однак титан має низькі трибологічні характеристики, що призводить під час тертя з іншими металами до поверхневого схоплювання та утворення задирів. Тому застосування титану у вузлах тертя механізмів і машин без спеціальної поверхневої обробки є неможливим.

На сьогоднішній день для підвищення триботехнічних характеристик титану у промисловості широко застосовується азотування. Проте розвиток сучасної техніки, окрім високої зносо- та корозійної тривкості до модифікованих шарів, ставлять вимоги високої жароміцності, жаротривкості, опірності проти окислення за високих температур. Для цих цілей доцільно використовувати борування.

Виходячи з вище сказаного, актуальним є дослідження фізико-механічних та трибологічних властивостей поверхневого зміцненого шару титану Grade 2 (аналог VT1-0) після борування та порівняти їх з властивостями після традиційного азотування за аналогічних температур насичення.

В якості ХТО обрано метод газового азотування та борування над засипкою в кисневмісному середовищі за температури 750 °С та 900 °С впродовж 5 год.

Трибологічні випробування проводили на машині тертя, яка реалізує зворотно-поступальний рух за схемою палець – пластина.

Питоме навантаження 2 МПа; довжина доріжки тертя 2 мм; час випробувань 1800 с. Пластина виготовлена з технічно чистого титану Grade 2, палець з нержавіючої сталі 12X18H10T та бронзи БрАЖН 10-4-4.

Згідно рентгенофазового аналізу встановлено, що азотування за температури 750 °С формує тонку однофазну поверхневу плівку, яка представлена нітридом нижчої валентності Ti_2N , натомість після борування за такої температури змін у фазовому складі поверхні не спостерігається. З підвищенням температури хіміко-термічної обробки до 900 °С після азотування поверхнева плівка змінюється з однофазної (Ti_2N) на двофазну (Ti_2N+TiN), а після борування на поверхні формується однофазна плівка, яка представлена моноборидом титану TiB .

Збільшення рельєфності поверхні титану зі збільшенням температури азотування внаслідок інтенсифікації нітридоутворення, формування і росту нітридної плівки впливає на шорсткість обробленої поверхні. Показано, що незалежно від способу та температури хіміко-термічного обробки (азотування чи борування) висотні параметри шорсткості поверхні титану Grade 2 зростають. Оптимальний комплекс параметрів шорсткості поверхні (висотні та крокові параметри, комбінація ексцесу та асиметрії, параметри опорної кривої профілю) отримаємо після борування за температури 900 °С.

З підвищенням температури азотування від 750 °С до 900 °С поверхнева мікротвердість титану зростає у 2,5 та 8 разів відповідно порівняно з вихідною. Глибина зміцненого шару зі збільшенням температури насичення зростає і встановлюється на рівні 26 та 49 мкм відповідно.

Після борування за температури 750 °С поверхнева мікротвердість титану зростає у 5 разів. З підвищенням температури обробки внаслідок активації процесів боридоутворення на поверхні мікротвердість оброблених зразків підвищується практично у 7 разів.

За результатами наноіндентування встановлено, що зі збільшенням температури насичення зменшується глибина проникнення індентора у поверхневий зміцнений шар, а відтак підвищується його нанотвердість та модуль Юнга. Також спостерігаємо сходинку на діаграмі вихідного зразка, що вказує на руйнування природної оксидної плівки титану за навантаження ≈ 170 мН. Слід відзначити, що азотування забезпечує вищі поверхневу твердість та модуль Юнга. Натомість процеси борування забезпечують більш плавний та глибший зміцнений шар.

У роботі визначали кількісну характеристику антифрикційних властивостей поверхні титану – коефіцієнт тертя. Найвищим значенням коефіцієнту тертя володіють трибопари, де титан був у вихідному стані. Азотування титану за температури 750 °С незначно знижує коефіцієнт тертя даних трибопар, натомість борування за аналогічних температур знижує його порівняно з вихідним. З підвищенням температури хіміко-термічної обробки, антифрикційні властивості титану підвищуються, тобто фіксуємо зниження коефіцієнту тертя. Слід зазначити, що незалежно від матеріалу контртіла кращими антифрикційними властивостями характеризуються боровані поверхні, де фіксуємо нижчі коефіцієнти тертя та коротший період притирання порівняного з азотуваними.

Також з підвищенням температури зменшується інтенсивність зношування зміцненого титану, причому сильніший ефект спостерігається на зразках після борування. Слід відзначити, що за результатами вимірювань зміни маси у парі тертя «сталь-титан» інтенсивно зношується титан, натомість у трибопарі «бронза-титан» матеріал контртіла – бронза.

Для більш детального пояснення механізму зношування аналізували поверхні тертя досліджуваних трибопар. Поверхня необробленого титану після тертя зі сталлю характеризується глибокими повздовжніми канавками та мікрОВИРІВАМИ на поверхні. Очевидно, що під час тертя реалізується адгезійний механізм зношування, тобто, через велику хімічну активність та низьку теплопровідність титану відбуваються процеси мікрОВИРІВАННЯ та ВИРІВАННЯ титану з поверхні. В результаті на контактній поверхні зразків з меншою міцністю матеріалу (титан) утворюються хаотично розташовані вириви, а на зразках з більшою міцністю (сталь) – налипання.

Зі збільшенням температури ХТО на контактній поверхні титану зменшується кількість виривів, як і їх розміри. При цьому фіксуємо присутність матеріалу контртіла, що вказує на зворотній механізм адгезійного зношування. Очевидно, що формування нітридних чи боридних шарів на титані за температури 900 °С підвищують твердість матеріалу і, як наслідок, зношуватись починає контртіло. Таким чином, складова адгезійного механізму зношування зменшується на фоні збільшення складової абразивного зношування для даної трибопари.

Аналіз поверхні тертя необробленого титану у парі з бронзою свідчить, що зношування реалізувалось за адгезійним механізмом, основними ознаками якого є дрібні мікрОВИРІВИ на поверхні. При цьому

спостерігаються місця інтенсивної пластичної деформації поверхні. На відміну від пари тертя зі сталлю, тут інтенсивніше зношується матеріал контртіла, сліди якого фіксували на поверхні титану.

Азотування та боровання за температур 750 °С зменшує інтенсивність адгезійного зношування бронзи. Топографія зношеної поверхні азотованого чи борованого титану гладка, затерта, з меншою площею налипання, що підтверджується результатами гравіметричного та рентгеноспектрального мікроаналізів.

Азотована за температури 900 °С поверхня після тертя характеризується високою рельєфністю межами зерен та переважним налипанням матеріалу контртіла (мідь) на них, розмазуванню його в напрямку тертя. В результаті цього маса зразка зростає, а контртіла знижується. На борованій за температури 900 °С поверхні після тертя спостерігаємо більш рівномірне намащування матеріалу контртіла, ніж для азотованої, де самих налипань є менше. На поверхні зношування борованого зразка фіксували мікрочастинки, які за кількістю і об'ємом є меншими, ніж в азотованих.

Слід відзначити, що рентгеноспектральний аналіз зафіксував на тертьових поверхнях окрім титану та складників контртіл (сталь, бронза) присутність Оксигену, що вказує на незначну частку окисного зношування поверхонь даних пар тертя.

Виходячи з вище сказаного, можна зробити висновок, що підвищення температури хіміко-термічної обробки титану збільшує рівень поверхневого зміцнення та погіршує параметри шорсткості поверхні титану Grade 2. Встановлено, що термодифузійне насичення азотом чи бором підвищує зносотривкість титану під час тертя за питомого навантаження 1 МПа у парі зі сталлю 12Х18Н10Т та бронзою БрАЖН 10-4-4 в умовах сухого тертя. Найвищі триботехнічні характеристики титану Grade 2 у даних трибопарах забезпечує боровання за температури 900 °С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТАЛЕВИХ ПОВЕРХОНЬ МОДИФІКОВАНИХ ІОННИМ АЗОТОВАННЯМ, В БЕЗВОДНЕВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Лук'янюк М.М.

Хмельницький національний університет, Україна

Метою роботи є підвищення трибологічних властивостей поверхневих шарів матеріалів пар тертя шляхом їх модифікації азотуванням в тліючому розряді в безводневому середовищі [1].

На даному етапі досліджень нами проводились експерименти з модифікації сталевих поверхонь азотуванням в тліючому розряді за 27-ми режимами з наступними дослідженнями структури та фазового складу модифікованих шарів, їх загальної глибини h , товщини нітридної зони h_N , твердості модифікованої поверхні $HV_{0,1}$, її розподілу по глибині шару[2].

Проведений аналіз результатів досліджень має за мету оптимізацію параметрів технологічного процесу модифікації азотуванням в тліючому розряді і встановлення залежностей трибологічних характеристик модифікованих шарів від його енергетичних та режимних параметрів.

Дослідження впливу енергетичних параметрів процесу БАТР на його результати (структуру та фазовий склад модифікованого шару, його загальну глибину, товщину нітридної зони, твердість модифікованої поверхні, її розподіл по глибині шару, а також трибологічні властивості) становить важливу наукову задачу, що відкриває додаткові можливості в плані оптимізації режимів азотування, здатних забезпечити результати модифікації, що найкраще відповідатимуть вимогам підвищення працездатності об'єктів обробки в заданих умовах експлуатації.

Дослідження проводились на зразках із конструкційних сталей марок: сталь 20 – середньо-вуглецева, 45 – вуглецева, якісна, 40Х – хромиста, а також 38ХМЮА – хромо-молібдено-алюмінієва, високоякісна, як найбільш часто використовувані для обробки азотуванням в тліючому розряді.

Згідно плану експерименту, 27 режимів обумовлені зміною параметрів азотування:

- тиск в діапазоні від 0,6 мм рт. ст. до 1,2 мм. рт. ст.;
- температура процесу насичення від 540° С до 600° С;
- склад газового середовища від N80Ar20 до N20Ar80, де (N80 - об'ємна частка азоту – 80%; Ar20 - об'ємна частка аргону – 20%).

Експериментальні дослідження зразків на зносостійкість проводились на універсальній машині для випробування матеріалів на тертя моделі 2168УМТ, на зразках циліндричної форми діаметром 5мм і довжиною 20мм, закріплених в спеціальних сферично-цангових затискачах, що забезпечують можливість регулювання їх відносно контр тіла з метою досягнення максимальної площі номінального контакту в зоні тертя. Конструкція сферично-цангового затискача представлена на рис.1. Елементом,що забезпечує самовстановлення зразка на контртілі є сферичний шарнір, побудований на базі кульки

підшипника попередньо просвердленої під діаметр зразка і розрізаної на дві частини [3].

В результаті проведених досліджень експериментально встановлено, що режимні та енергетичні характеристики у розрядній камері суттєво впливають на фізико-хімічні характеристики азотованих шарів h , h_N та $HV_{0.1}$,

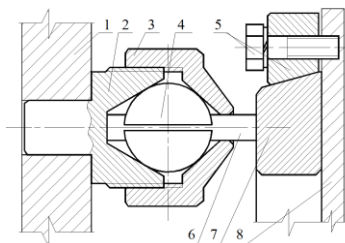


Рис. 1 – Конструкція сферично-цилінгового затискача: 1 – нерухомий супорт машини; 2 – сідло; 3 – цилінгова гайка; 4 – сферичний шарнір; 5 – фіксатор контргтіла; 6 – зразок; 7 – контргтіло; 8 – рухома планшайба машини тертя

А відтак на відповідні трибо логічні властивості азотованих шарів. При цьому вплив енергетичних доволі суттєвий і їх ні в якому разі не можна ігнорувати. Крім того можливість зміни енергетичних характеристик (напруги і густини струму) значно розширюють можливості отримання азотованих шарів з властивостями, що відповідають умовам експлуатації деталей, або виробу [4]. Результати досліджень зразків після азотування представлено на рис. 2.

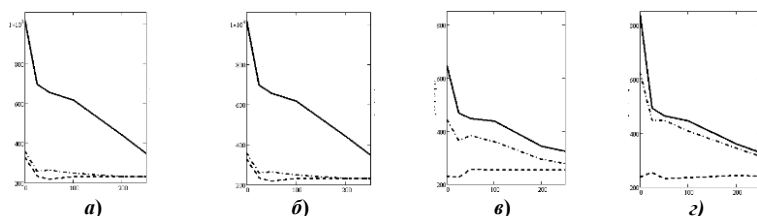


Рис. 2 – Розподіл мікротвердості по глибині азотованого шару: а, – сталь 20; б, – сталь 45; в – сталь 40Х; з –сталь 38Х2МЮА. Умовні позначення кривих розподілу HV1 – — — — HV2 – ····· HV3 – - - - -

Література

1. Пастух И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде / И. М. Пастух. – Харьков : ННЦ ХФТИ, 2006. – 364 с.

2. Пастух І. М. Взаємодія падаючого потоку з поверхнею при модифікації в тліючому розряді / І. М. Пастух // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2005. – № 6, т. 1. – С. 185–194.
3. Пастух І. М. Особливості методики випробування на зносостійкість металів, азотованих в тліючому розряді / І. М. Пастух, М. В. Лук'янюк, О.С. Здибель// Вісник ХНУ, техн. науки. – 3. 2009 с.7...11.
4. Стечишин М. С. Технологія азотування в тліючому розряді сталей різального комплексу м'ясоподрібнювальних машин / М. С. Стечишин. В. П. Олександренко. М. В. Лук'янюк. В. В. Люховець. М. М. Лук'янюк// Проблеми трибології. - Хмельницький: ХНУ. 2017. - № 2. - С.50-55.

УДК 620.193.16

УСТАНОВКА ДЛЯ ФТОРУВАННЯ ПОЛІМЕРІВ

**Мартинюк А.В., Білик Ю.М., Гарліцький М.В., Варгатий О.Д.,
Співачук І.А.**

Хмельницький національний університет, Україна
E-mail: m-mezon@ukr.net

Фізико-хімічні властивості полімерів (адгезійна здатність, крихкість, хімічна стійкість, зносостійкість, бар'єрні та розділові властивості полімерних мембран і т.ін.) визначаються поверхневим шаром товщиною від ~ 10 нм до декількох мікрометрів. Тому економічно вигідно виробляти вироби з недорогого доступного полімеру, а потім, для формування необхідних експлуатаційних характеристик, модифікувати тільки його поверхневий шар. Одним із ефективних способів поверхневого модифікування є метод прямого фторування [1].

Під терміном «пряме фторування полімерів» зазвичай мається на увазі процес гетерогенної взаємодії поверхонь полімерів з газоподібним молекулярним фтором (F_2) або з газових сумішей до складу яких, крім фтору, можуть входити N_2 , He , Ar , O_2 тощо. Пряме фторування полімерів має ряд важливих практичних переваг: процес протікає при кімнатній температурі з достатньою швидкістю і не вимагає ні нагріву, ні додаткової активації ультрафіолетовим випромінюванням, каталізатором або γ -випромінюванням. При цьому модифікується лише тонкий поверхневий шар полімерів товщиною від $\sim 0,01$ до 10 мкм, а геометричні розміри полімерів не змінюються [1].

Процес прямого фторування широко застосовується в промисловому масштабі для поліпшення бар'єрних властивостей полімерних паливних автомобільних баків, однак про фундаментальні особливості процесу є лише уривчасті і неповні дані, а дані впливу фторування на фізико-хімічні характеристики полімерних матеріалів взагалі відсутні.

Для дослідження впливу фторування на фізико-хімічні властивості полімерних матеріалів) було спроектовано та сконструйовано установку для прямого фторування полімерів.

Структурна схема спроектованої установки для проведення прямого фторування представлена на рис. 1. Всі частини установки, що контактують з фтором та його сумішами з газами, виконані з нержавіючої сталі. Патрубки та їх з'єднання виготовлені з фторопласту Ф4, а металеві з'єднання герметизовані фторопластовою фумкою.

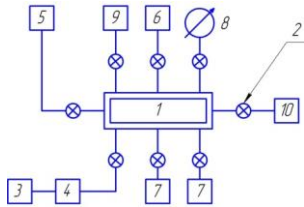


Рис. 1 – Схема установки для фторування

На розподільчому блоці (циліндричній емності) 1 встановлено ряд газових вентилів 2, які дозволяють здійснювати відкачування із системи за допомогою форвакуумного насоса 3 до тиску залишкових газів. Для нейтралізації отруйних реагентів (фтору F_2) і продуктів реакції (фтористого водню HF) використовується спеціальний фільтр 4, наповнений оксидом алюмінію (Al_2O_3) і фтористим натрієм (NaF). Приготування газових сумішей для фторування проводиться в сталевому баці 5 ємністю 6 літрів, або отримували напряму змішуванням в емності 1. Фтор зберігається в 6-ти літровому баку 6, а інші гази (азот, аргон) – у газових балонах 7. Тиск сумішей, які використовуються для фторування, вимірюється контрольним вакууметром 8 (в межах від 0 до 1 атм). Для контролю тиску залишкових газів застосовувався вакуумметр 9.

Обробку полімерних зразків проводили в закритому реакторі 10 об'ємом від 0,4 літри. В основу спроектованої установки покладено одну з модифікацій методу прямого фторування, а саме фторування в статичних умовах. При цьому полімерний зразок поміщали в замкнутий об'єм (реактор), повітря з якого відкачували до залишкового тиску $(3-5) \cdot 10^{-2}$ Па. Потім реактор заповнювали фторовмісною сумішшю. Експериментальні умови підбирали таким чином, що витрата фтору в реакторі не перевищувала 5 %. Після певного проміжку часу фторуючу суміш видаляли з реактора, фтор нейтралізували у фільтрі, а модифікований полімерний зразок витягали

для проведення подальших досліджень. Потрібно дати мінімум про результати ефективності способу.

Література

1. Вольнский А.Л. Роль поверхностных явлений в структурно-механическом поведении твердых полимеров / А.Л. Вольнский, Н.Ф. Бакеев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 536с.

УДК 621.762.4.04

ВПЛИВ РІЗНИХ СХЕМ ДЕФОРМАЦІЇ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

Мініцький А.В., Горюшкін Н.І., Ковтун Б.І.

НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Україна

Матеріали отримані методом порошкової металургії представляють собою унікальний клас матеріалів, що володіють комплексом властивостей які неможливо реалізувати іншими методами отримання. Основним недоліком порошкових виробів є залишкова пористість, об'єм якої залежить від технології виготовлення заготовки. Основні технологічні напрями, пов'язані із забезпеченням високої щільності виробів, були зроблені в таких технологіях як гаряче штампування, гаряче ізостатичне пресування, просочування пористих каркасів металевими розплавами, динамічне та статичне гаряче пресування [1, 2]. Одним з перспективних напрямів розвитку технологій порошкової металургії є обробка тиском порошкових заготовок з використанням схем інтенсивної пластичної деформації, до яких відносяться рівноканальне кутове пресування, крутіння під високим тиском, рівноканальна багатокутова екструзія, всебічна ковка (3D-Forging) тощо [3]. Суттєва зміна характеристик матеріалів при інтенсивній пластичній деформації пов'язано з утворенням в них нерівноважних структур, подрібненням зерен (з отриманням наноструктурних елементів) та створенням метастабільних фаз [4].

Метою роботи було визначення ефективних схем деформації порошкових об'єктів на основі залізного порошку та його сплавів, що дозволяють отримати безпористий матеріал з високими фізико-механічними характеристиками.

В якості вихідних матеріалів було використано залізний порошок марки ПЖРВ200.28 з насипною щільністю 3,11 г/см³ та порошок графіту марки ГС-4. Вихідні брикети діаметром 10 мм і

висотою 20 мм отримували статичним пресуванням на гідравлічному пресі у сталевій роз'ємній прес-формі під тиском 700 МПа. Частину отриманих брикетів для зняття наклепу відпалювали в водні при 800 °С протягом 1 години. Отримані (відпалені та невідпалені) брикети деформували із застосуванням різних схем: а) статичною допресовкою в роз'ємній та нероз'ємній прес-формах із зазором та без зазору; б) допресовкою у камері високого тиску - КВД типу «сочевиця», в) вільним осадженням брикетів між двома твердими пластинами уздовж або поперек напрямку їх пресування, г) вільним гарячим куванням.

Результати досліджень показали перспективність процесу статичної допресовки для забезпечення високої щільності для порошкових брикетів перед спіканням. Допресовка неспечених брикетів дає можливість збільшити щільність на всьому діапазоні тисків на 0,7 – 0,8 г/см³, тобто на 10–12 % порівняно із попередньо спресованими брикетами, що може бути пов'язане з тим, що допресовка прибирає непропресовані мікрозони після першого пресування. При цьому встановлено відмінність в ущільненні зразків в умовах зазору та без нього, що обумовлено частковим вільним осадженням брикетів при наявності зазору, тобто реалізується схема зсувної деформації заготовки. Так, порівняння пористості брикетів з порошку заліза деформованих в камері високого тиску з пористістю брикетів отриманих вільним осадженням свідчить про більшу ефективність останньої. Дослідження процесу вільного гарячого кування показало, що процеси інтенсивної пластичної деформації, що відбуваються при даному процесі дозволяють найбільш повно реалізувати механізм одночасної дії нормальних та дотичних напружень, що приводить до утворення нерівноважних структур порошкових матеріалів на основі заліза.

Література:

1. Чернышов Л.И., Левина Д.А. Порошковая металлургия – трудности и перспективы современного этапа развития / Порошковая металлургия, 2013. - №11/12. – с. 144-153
2. Промышленная технология горячего прессования порошковых изделий/ Ю.Г. Дорофеев, Б.Г. Гасанов, В.Ю. Дорофеев. – М. : Металлургия, 1990. – 206 с.
3. Коцюба А.А. Порошковые материалы для авиационной и ракетно-космической техники / А.А. Коцюба, А.С. Бычков, О.Ю. Нечипоренко, И.Г. Лавренко. – К.: КВИЦ, 2016. – 304 с.
4. Тейтель Е.И. Структурные и фазовые превращения в твердых телах, индуцируемые интенсивной пластической деформацией и другими

внешними воздействиями. Явление квазинагрева (критический аналитический обзор) // Физика и техника высоких давлений, 2014. – т. 24, №3–4. – 5–25 с.

УДК 621.9.01

ЗМЕНШЕННЯ АМПЛІТУДИ АВТОКОЛИВАНЬ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТА ПРИ ОБРОБЛЕННІ ЗАГОТОВКИ ЗБІРНИМ ІНСТРУМЕНТОМ

Новіцький Ю.Я., Корендій В.М., Дмитерко П.Р.

Національний університет "Львівська політехніка", Україна

E-mail: iurii.novitskyi@gmail.com

В даній роботі розглядається спосіб визначення демпфувальної здатності ріжучого інструмента – вставних ножів збірної фрези в процесі їх автоколивань та визначаються меж існування оптимальних значень сили тертя в пресовому з'єднанні вставного ножа для ефективного демпфування автоколивань системи ВПД.

Оскільки автоколивання здійснюються на резонансній частоті різця та деталі [1], то ефективним методом боротьби з цим явищем є демпфування енергії коливань [2]. Демпфування може бути внутрішнім (використання державок із сплавів з високим гістерезисом) та конструкційним (використання сил тертя між елементами конструкції).

Конструктивну схему збірного інструменту представлено на рис.1. Як видно із рисунку, ніж 3 встановлено в паз фрези 1 та закріплено пресовим з'єднанням за допомогою клина 2. Як відомо [3], в процесі навантаження пресового з'єднання осьовою силою, деформація, викликана цією силою поширюватиметься лише на певну величину, яка буде пропорційною відношенню цієї сили до величини сили тертя пресового з'єднання. І якщо ці сили стануть рівними, то відбудеться зсув деталі в з'єднанні. В даному випадку зсув деталі буде неможливий, оскільки задній торець вставного ножа впирається в торець паза корпусу фрези. Однак робота сили тертя буде здійснюватися на всій довжині пресового з'єднання. Якщо ж величина осьової сили буде меншою від сили тертя, то настільки ж меншою меншою буде зона деформації, і меншою буде робота сили тертя.

Розрахунок такої коливальної системи можливо виконати лише за допомогою методу скінченних елементів із рухомими границями, оскільки зміна зони деформації призводить до зміни значення жорсткості та рухомої маси ножа. Однак цей метод, на жаль, ще не впроваджено в такі програми як MATLAB чи SolidWorks, тому його

використання вимагає серйозної професійної кваліфікації в даному напрямі теоретичних досліджень.

Для вирішення цієї проблеми і здійснюється спроба описати конструктивну схему, подану на рис. 1,а системою звичайних диференціальних рівнянь, розрахункову схему якої показано на рис. 1,б.

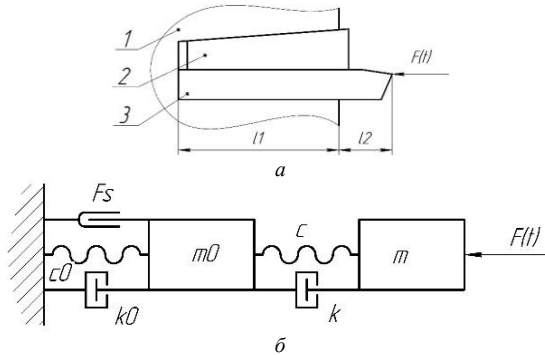


Рис. 1 – Конструктивна (а) та розрахункова (б) схеми пресового з’єднання

Як видно із розрахункової схеми, масу вставного ножа умовно замінено двома приведеними масами m та m_0 , а жорсткість – двома жорсткостями c та c_0 . Причому на масу консолі ножа m діє лише демпфер в’язкого внутрішнього тертя в його матеріалі, а на масу защемленої частини ножа ще й сила сухого тертя.

$$\frac{d^2x}{dt^2}m - c(x - x_0) - k\left(\frac{dx}{dt} - \frac{dx_0}{dt}\right) + F(t) = 0;$$

$$\frac{d^2x_0}{dt^2}m_0 + c(x - x_0) + k\left(\frac{dx}{dt} - \frac{dx_0}{dt}\right) - cx_0 - k_0\left(\frac{dx_0}{dt}\right) - F_s = 0.$$

Розрахунок математичної моделі виконаємо для випадку, коли сила збудження $F(t)=0$, а початкове значення координати $x=1 \times 10^{-6}$ м, що в поєднанні із величиною жорсткості консольної частини ножа створить початкову силу жорсткості 2100 Н (кінематичне збудження коливань ножа внаслідок його взаємодії із твердим включенням, величиною 1 мкм). Жорсткість та приведена маса защемленої частини ножа в даній моделі залежить від співвідношення сил жорсткості та тертя. Для зручності оцінки впливу сили сухого тертя на згасання коливань виключимо вплив в’язких демпферів, тобто $k_0=k=0$.

Як відомо, частота коливань, що згасають, є близькою до частоти власних коливань системи, тому оцінку демпфування будемо виконувати для згасаючих коливань, збуджених початковою умовою.

Демпфування згасаючих коливань визначатимемо за величиною логарифмічного декременту згасань.

Результати виконаного таким чином математичного моделювання, для випадку, коли величина сили тертя становить 800 Н представлено на рис.2 – рис.3.

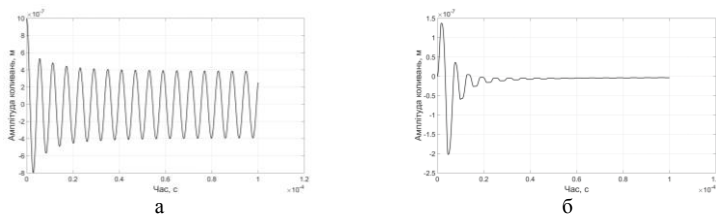


Рис. 2 – Коливання вставного ножа фрези

На рис. 2,*а* зображено амплітуду коливань консольної маси вставного ножа фрези, а на рис 2,*б* – амплітуду коливань його защемленої маси (часові розгортки). Із аналізу цих рисунків видно, що коливання консольної маси (частини) ножа згасають лише до певного значення, а саме доти, доки відбуваються зміщення (коливання) в защемленій частині ножа. Відсутність демпфування на частині розгортки (рис. 2,*а*) пов'язана із відсутністю зміщень на аналогічній частині розгортки (рис. 2,*б*).

Якщо проаналізувати зв'язок демпфування коливань консольної частини ножа із силою його жорсткості, тобто із силою взаємодії консольної частини ножа із защемленою (рис. 3,*а*), то очевидним стає факт впливу відношення сил жорсткості та тертя на наявність зміщень. В даному випадку значення сили тертя в защемленій частині ножа становить 800 Н і, як видно із рис. 3,*а*, зміщення в защемленій частині ножа спостерігаються лише тоді, коли значення сила пружності є більшим 800 Н.

Оскільки робота сили тертя є добутком цієї сили на переміщення в защемленій частині ножа фрези, а значенням цього переміщення ми безпосередньо керувати не можемо, то проаналізуємо вплив сили тертя в защемленій частині ножа фрези на демпфування коливань консольної частини.

На рис. 3,*б* зображено залежність логарифмічного декременту коливань від значення сили тертя в пресовому з'єднанні вставного ножа фрези. Логарифмічний декремент згасання коливань визначався із графічної залежності (рис. 2), яка будувалася для різних значень сили тертя в пресовому з'єднанні консольної частини ножа. Оскільки значення декременту згасань для кожного періоду коливань було різним

(зменшувалося) то за основу було взято значення першого періоду. Як видно із рисунка, ця залежність має яскраво виражений оптимум, що якісно співпадає із [3].

Отже, оптимальне значення контактного тиску в пресовому з'єднанні вставних ножів збірної фрези може суттєво зменшити амплітуду автоколивань системи ВПД, а запропонована розрахункова схема, суть якої полягає в заміні одномасової схеми на двомасову, на якісному рівні адекватно описує коливання вставних ножів і може бути використана в математичному моделюванні автоколивань в металорізальних верстатах.

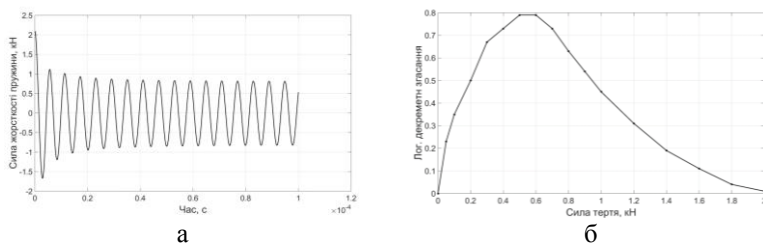


Рис. 3 – Дія сили жорсткості на заземлену частину ножа фрези (а) та залежність згасань коливань ножа від сили тиску в з'єднанні (б)

Література

1. Армарего И. Дж. А., Браун Р.Х. Обработка металлов резанием. Пер. с англ. В.А. Пастунова. М.: Машиностроение, 1977. – 325 с.
2. Жарков И. Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом. – Л.: Машиностроение, 1968. – 184 с.
3. Пановко Я. Г. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем / Я. Г. Пановко. – М.: Гос. изд. физ-мат. лит., 1960. – 190 с.

УДК 621.891

ПРОЯВ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ХАРАКТЕРУ ДИНАМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ ПОВІТРЯ

Олександренко В.П., Рябець М.С., Синиця О.В., Гордійчук В.П.
Хмельницький національний університет, Україна
E-mail: oleksandrenkovp@gmail.com

В процесі експлуатації на деталі машин діють навантаження як об'ємні, що охоплюють в тій чи іншій мірі всі перетини тіла, так і

контактні, які локалізуються в поверхневому шарі деталі, що характерно для процесів тертя і зношування. Енергія, яка підводиться до твердого тіла, ініціює релаксаційні процеси, що сприяють її розсіюванню. Одним з ефективних дисипативних процесів є трибохімічна взаємодія. Виходячи з умов експлуатації деталей машин, для дослідження хімічних процесів, що відбуваються при динамічному навантаженні металів, були обрані пластична деформація (циклічний згин) і процес тертя.

При дослідженні на циклічний згин алюмінієвий зразок у вигляді смуги $l \times b \times h = 80 \times 60 \times 0,3 \text{ мм}$ поміщали в спеціальний герметичний пристрій (рис. 1).

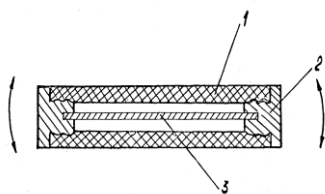


Рис. 1 – Пристрій для дослідження виділення і поглинання газів при циклічному згині: 1 - камера; 2 - тримач зразка; 3 - зразок

З початком пластичної деформації зразка (рис. 2): спостерігається виділення водню і поглинання кисню, вміст азоту в камері залишається постійним.

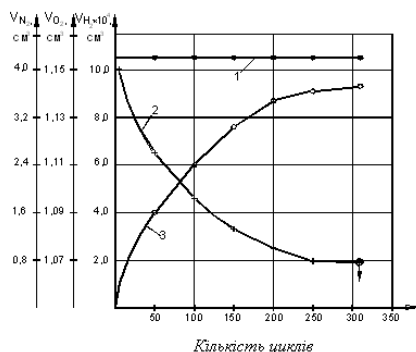


Рис. 2 – Кінетика виділення водню і поглинання кисню при циклічному згині: 1 - азот; 2 - кисень; 3 - водень

На початковій стадії деформування в металі відбуваються процеси інтенсивного розмноження і руху дислокацій, виходу їх на

поверхню, а це сприяє значній активації протікання топохімічної реакції за участю активних компонентів, що знаходяться в повітрі. Одночасно проходить інтенсивне розсіювання підведеної механічної енергії в тепло за рахунок процесів внутрішнього тертя, про що свідчить нагрів зразка. Подальше деформування зразка призводить до збільшення щільності дислокацій, ускладнення їх руху, взаємодії між собою і атомами домішок, тобто сприяє вичерпуванню як фізичних, так і хімічних процесів дисипації підведеної енергії. Це проявляється в уповільненні протікання топохімічних реакцій і, врешті-решт, відбувається розвиток ушкоджуючих явищ, утворення із скупчень дислокацій мікротріщин, які розростаються, об'єднуються і викликають руйнування зразка в умовах малоциклової втоми ($N_p = 300$ циклів).

Враховуючи, що, топохімічні реакції характеризуються наступними стадіями перебігу: підведення реагуючої речовини до поверхні; хімічна реакція на поверхні; відведення продукту реакції від поверхні. Були проведені дослідження для двох вузлів тертя: 1) три кулі – площина, що має незначний коефіцієнт перекриття, який полегшує доступ активних компонентів навколишнього газового середовища до доріжки тертя; 2) площина – площина з коефіцієнтом перекриття, рівним одиниці. Матеріал пар тертя – сталь ШХ 15.

Встановлено, що як для відкритої пари тертя куля-площина, так і закритої для доступу компонентів оточуючого середовища до активованих поверхонь пари площина – площина при терті ковзанні, а також при терті коченні кулі по площині динамічне навантаження металу, ініціює однотипні хімічні реакції, супроводжувани поглинанням кисню (O_2) і виділенням водню (H_2), метану (CH_4), оксиду (CO) і діоксиду вуглецю (CO_2). З одного боку, трибохімічні процеси сприяють дисипації механічної енергії, що підводиться при терті, з іншого, - викликають інтенсивні окислювальні процеси (на що вказує активне поглинання кисню), призводять до утворення оксидів заліза, що екранують контактування ювенільних поверхонь вузла тертя і перешкоджають реакції в твердій фазі - розвитку процесів схоплювання ювенільних ділянок.

Виявлено взаємозв'язок між зміною складу навколишнього середовища і величиною зношування: чим більше поглинання кисню і виділення газів, тобто чим інтенсивніше протікають трибохімічні реакції, тим більше величина зношування.

Таким чином, встановлено, що не залежно від способу та виду динамічного навантаження металу: циклічним згином, тертям коченням чи тертям ковзанням при відкритій чи закритій спряженій парі в середовищі повітря відбувається механомеханічна взаємодія

активованого металу з реакційноздатними компонентами: киснем та молекулами парів води в результаті чого відбувається їх витрачання та виділення газоподібних продуктів: водню, метану, оксиду та діоксиду вуглецю, що свідчить про однотипність механохімічних процесів, а відповідно і виявлених закономірностей.

Література

1. Шевеля В.В., Олександренко В.П. Трибохимия и реология износостойкости: монографія. – Хмельницький: ХНУ, 2006. - 278 с.

УДК 014.307

ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ ШИХТИ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ГРАДІЄНТНИХ СТРУКТУР

Рудь В.Д., Хрстинець Н.А.

Луцький національний технічний університет, Україна

E-mail: hrystynets.at.ua@gmail.com

В роботі представлено основні етапи підготовки вихідних порошків нержавіючої сталі AISI430 та сапоніту $Mg[Si_4O_{10}](OH) \cdot nH_2O$.

Дослідження форми вибраних порошкових матеріалів показало, що переважна пелюсткова та дендритна форма відновлених порошків нержавіючої сталі AISI430 здатна забезпечити високу пористість вихідного матеріалу, проте рух часток в процесі вібраційного формування таких порошків залишається низьким. Для забезпечення необхідних фізичних та експлуатаційних властивостей порошків попередньо здійснено термообробку та електросепарацію. Для зміни форми часток необхідно є подальша обробка – обкочування-подрібнення протягом 6 годин з наступним відпалом. Порошок нержавіючої сталі після такої обробки змінив форму, зникли гострі кути, а фактор форми збільшився від 0,2 до 0,74 (рис.1).

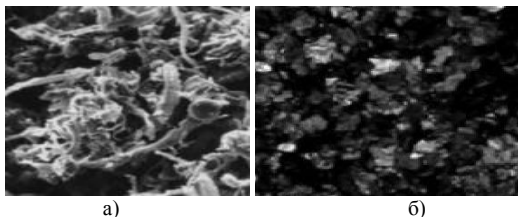


Рис. 1 – Форма часток порошку AISI430 до процедури відпалу-обкочування (а) та після процедури (б)

На підставі дослідів встановлено оптимальний склад порошкових сумішей для градієнтного формування: нержавіюча сталь 60%, сапоніт 30%, зв'язувальна речовина 10%. Вибрано параметри вібростенду, за яких відбувається розділення компонентів суміші як за гранулометричним складом, так і частково за компонентами. На процес сегрегації значний вплив здійснюють режими вібронавантаження. При частотах 20-50 Гц спостерігається повне розшарування. Оптимальними режимами визначено діапазон амплітуди [2,2мм..4,56мм] та віброприскорення [17,27мм/с²..36,79 мм/с²]. В якості основного фактору для подальшого моделювання експерименту вибрано параметр віброприскорення.

Література

1. Гальчук Т.Н. Усовершенствование технологии утилизации шлифовальных шламов / Т.Н. Гальчук, В.Д. Рудь, О.О. Дуда // Современные проблемы машиностроения. Труды IV Международной научно-технической конференции. – Томск: Издательство ТПУ, 2008. – С. 554–558.
2. Пат. 115375 Україна, МПК В01D 39/20. Спосіб отримання фільтрувального матеріалу / Н.А.Христинець, В.Д.Рудь; власник – Луцький національний технічний університет. – № u2016 11642; заявл. 18.11.2016 ; опублік. 10.04.2017, Бюл. № 7. – 4 с.
3. Христинець Н.А. Вплив форми часток і гранулометричного складу на процес вібраційної сегрегації порошкових сумішей / В.Д. Рудь, Н.А.Христинець // Обладнання і технології сучасного машинобудування: [Всеукраїнська науково-практична конференція, Тернопіль, 11– 12 травня 2017 року]. – С. 151-152

УДК 621.791.045

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ СТЫКОВ СВАРНЫХ РЕЛЬС

Сергиенко Ю.В.

Приазовский государственный технический университет, Украина

Множество стыков рельсов выходят из строя после ограниченного числа циклов нагружения, поэтому оценка эффективности технологии сварки проводилась по долговечности и пределу прочностной выносливости [1-3].

По разработанной методике были проведены исследования по определению прочностных характеристик сварных рельсовых стыков. Оценивались различные варианты технологий:

– вариант 1 представлял собой контрольные образцы, вырезанные из сплошного рельса;

– вариант 2 – образцы, сваренные без предварительного подогрева;

– вариант 3 и 4 – образцы, сваренные с предварительным и сопутствующим подогревом с использованием сварочных материалов соответственно Св08Г2С и Св08Х3Г2СМ.

Оценка эффективности рассмотренных технологий сварки выполнялась путем сравнения оценки предела выносливости цельного рельса по отношению к предлагаемым вариантам по уравнению:

Оценка эффективности рассмотренных технологий сварки выполнялись путем сравнения предела выносливости образца, вырезанного из цельного рельса и сваренных по предложенным технологиям по уравнению:

$$\eta_{G-1} = \frac{\sigma_{-1}^i}{\sigma_{-1}^A} \quad (1)$$

где σ_{-1}^i – предел выносливости образца, соответствующего i -той технологии сварки, МПа;

σ_{-1}^A – предел выносливости образца, взятого из цельного рельса.

Проводилась оценка долговечности стыков рельсов по уравнению:

$$\eta_N = \frac{N\sigma_i}{N\sigma_A} \quad (2)$$

где $N\sigma_i$ – долговечность образцов i -той технологии сварки при уровне напряжений σ ;

$N\sigma_A$ – долговечность контрольных образцов при том же уровне напряжений.

По результатам исследований установлено, что предел выносливости контрольных образцов (первая серия) составил $\sigma_{-1}^1=190$ МПа. По литературным данным [4-6] для стандартного образца из рельсовой стали $\sigma_{-1}=220$ МПа. Уменьшение предела выносливости объясняется большими размерами и более грубой обработкой поверхности образца. Предел выносливости 190 МПа принимался в

дальнейших расчетах за 100 %. Во второй серии образцов предел выносливости составил 90 МПа, в третьей – 180 МПа, в четвертой – 215 МПа. Соответственно $\eta_{\sigma-1}^2=45\%$, $\eta_{\sigma-1}^3=94,5\%$, $\eta_{\sigma-1}^4=99,5\%$. Следовательно, наилучшую усталостную прочность получали образцы четвертой серии, сваренные по рекомендуемой технологии. Степень увеличения долговечности, в сравнении с базовой, соответствующей 10^4 степени циклов составил для второй серии $\eta_N^2=0,4$; для третьей серии $\eta_N^3=0,6$; для четвертой серии $\eta_N^4=1,0$. Для уровня 10^5 степени циклов картина изменения долговечности такая же. Следовательно, рекомендованный вариант технологии сварки обеспечивает долговечность не ниже основного металла.

Список использованных источников

1. Стандартизация методов расчетов и испытаний на усталость / Под ред. Кагаева В.П.– М.: Изд. Стандартов.– Выш.3., 1983.– 75с.
2. Кудрявцев И.В., Науменков И.Е., Усталость сварных конструкций.– М.: Машиностроение, 1976.– 271с.
3. Вейбулл В. Усталостные испытания и анализ их результатов.– М.: Машиностроение, 1964.– 275с.
4. Труфяков В.И. Усталость сварных конструкций.– К.: Наук думка, 1973.– 216с.
5. Школьник А.М. Методика усталостных испытаний. Справочник.– М.: Металлургия, 1978.– 303с.
6. Трощенко В.Т., Сосновский А.А. Сопротивление усталости металлов и сплавов. Справочник.– К.: Наук.думка.– т.1.– 1987.– 303с.

УДК 621.74.04

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВОГО СКЛАДУ ЗРАЗКІВ СИСТЕМИ Al-Fe₂O₃, ЩО ОТРИМАНІ МЕТОДОМ АЛЮМОТЕРМІЇ

Савюк І.В.

Луцький національний технічний університет, Україна

E-mail: iv.saviuk@gmail.com

Металотермія є перспективним напрямком отримання нових матеріалів. Метод дозволяє використовувати в якості основних компонентів відходи машинобудування та вторинну сировину і відрізняється простотою використання. При розробці екзотермічної шихти необхідно враховувати кінцеве призначення металу. Це

дозволить спрогнозувати кількісні та якісні показники складу, структури та властивостей отриманої сталі [1 - 3].

В наших досліджах екзотермічну шихту готували на основі окалини сталі 18Х2Н4МА кувально-штампувального виробництва, порошку алюмінію та порошку міді. В якості легуючих елементів використовували феромарганець та феросиліцій. Порошок селітри калієвої слугував додатковим джерелом кисню [4]. Співвідношення компонентів шихти наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Масова частка компонентів екзотермічної шихти, мас. %:

окалина сталі 18Х2Н4МА	68-72
алюмінієвий порошок ПА-3 ГОСТ 6058-73	16-20
мідний порошок ПМС-1 ГОСТ 4960-75	3-5
селітра калієва ГОСТ 19790-74	7-9
феромарганець ФМн75А	0,5-0,8
феросиліцій ФС45	1,5-2,2

Металографічні дослідження проводили за допомогою електронного скануючого мікроскопу JSM-7100. Різниця температур кристалізації впливає на структуроутворення при застиганні металу. Для отриманого матеріалу характерна феритно-аустенітна структура (рис.1). Феритна структура утворюється під час процесу кристалізації при охолодженні до 1450 °С. Аустеніт починає кристалізуватися при температурі 1300 °С. Середня феритова фракція в початковому стані становила приблизно 50-54%. Феритна структура матеріалу характеризується підвищеною його чистотою. Це пов'язано з характером проходження екзотермічної реакції. При горінні оксидів заліза з алюмінієм в середині об'єму шихти утворюється підвищений тиск газів, що призводить до витіснення більш легких металів та компонентів. Таким чином, концентрація легуючих елементів зосереджується по межах структурних елементів.

Виявлено, що хімічний склад в різних структурних зонах та на їх межах різний.

За хімічним складом матеріал в зоні 1 та зоні 2 відрізняється не суттєво. Основою матеріалу є відновлене залізо. Даний матеріал можна віднести до якісних конструкційних сталей. Хімічний склад аустенітної структури відрізняється перш за все наявністю ванадію та алюмінію. Наявність високого вмісту алюмінію пояснюється неповним розділенням металу та шлаку при проходженні екзотермічної реакції. Зосередження алюмінію переважає по краях структурних елементів матеріалу і позитивно впливає на корозійну стійкість та триботехнічні властивості.

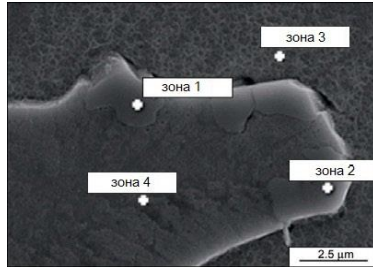


Рис. 1 - Мікроструктура отриманого матеріалу при збільшенні x 2500

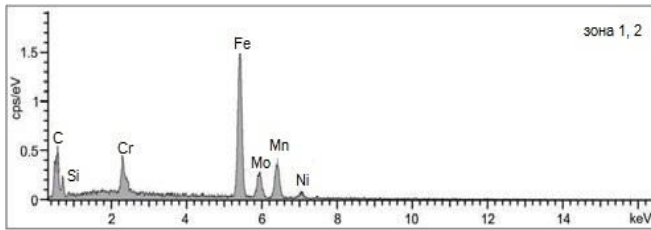


Рис. 2 – Дифрактограма матеріалу в зоні 1 та 2

Таблиця 2

Хімічний склад матеріалу в зоні 1 та 2

Зона зняття проби	Хімічний склад, %						
	C	Si	Cr	Fe	Mo	Mn	Ni
1	0,43	0,21	0,22	98,79	0,07	0,17	0,05
2	0,38	0,2	0,25	98,83	0,05	0,19	0,1

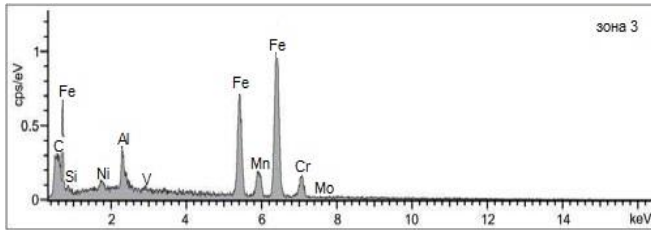


Рис. 3 – Дифрактограма матеріалу в зоні 3

Таблиця 3

Хімічний склад матеріалу в зоні 3

Хімічний склад, %									
C	Si	Cr	Fe	Mo	Mn	Ni	V	Al	
0,36	0,15	0,18	97,75	0,9	0,21	0,17	0,3	0,18	

Ідентифікований ванадій імовірно утворюється з оксидів заліза так як він геохімічно наближений до Fe, Mn, Cr, Al, Ti. Присутність ванадію у кількості 0,2 % та більше підвищує стійкість сталі відпуску. Ванадієві сталі характеризуються підвищеною міцністю в нагрітому стані.

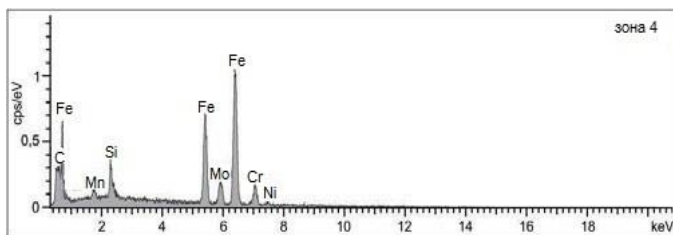


Рис. 4 – Дифрактограма матеріалу в зоні 4

Таблиця 4

Хімічний склад матеріалу в зоні 4

Хімічний склад, %						
C	Si	Cr	Fe	Mo	Mn	Ni
0,4	0,23	0,18	98,91	0,12	0,1	0,06

Висновки. Проведені дослідження доводять, що запропонований склад екзотермічної суміші можливо використовувати для наплавлення деталей з конструкційних та якісних сталей методом СВС. Мікроструктура отриманого в результаті реакції матеріалу наближено схожа до високоякісних сталей. Важливою характеристикою даного матеріалу є відсутність вмісту шкідливих домішок, таких як сірка та фосфор.

Література

1. Пат. РФ 2369462, В22D27/06. Экзотермическая смесь для обогрева прибылей стальных и чугуновых отливок / Н.В. Зверев, А.И. Беляков, С.Г., Сайфаев, А.А. Беляков, Д.Мацарелли, В.В. Аникеев, П.А. Борсук (RU). – № 2369462.
2. Пат. РФ 2601721С2. Экзотермическая смесь для обогрева прибылей стальных и чугуновых отливок / А.Н. Грачев, И.О. Леушин, Л.И. Леушина, М.С. Боков (RU). – № 2601721С2, 27.09.2016
3. А. с. 1232440 СССР, В23К23/00. Состав экзотермической смеси / П.Е. Дуденко, Р.Н. Ильных, М.В. Ушаков, Е.А. Бурдинова, А.А. Ерифриади (СССР). - № 1232440/13.06.1983
4. Патент України № 119257 Екзотермічна суміш для наплавлення та зварювання сталей / В.Д. Рудь, І.В. Савюк, Л.М. Самчук, Ю.С. Повстяна, Р.П. Голодюк. – Бюл. № 18, 25.09.2017

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ НАПРЯМНИХ ШТАМПІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

Сімура Т.Р., Бабак О.П., Посонський С.Ф.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: ang.babak@gmail.com

В даній роботі представленні результати підвищення зносостійкості та відновлення спрацьованих деталей у вузлі штампів для листового та об'ємного холодного деформування.

Штамп є складним інструментом, він може складатися із багатьох деталей та вузлів різного призначення. Основні та обов'язкові елементи кожного штампа – це його робочі частини: матриця (матриці) та пуансон (пуансони) котрі безпосередньо діють на заготовку перетворюючи її в необхідно задану форму.

Неправильна установка і наладка штампів, конструктивні недоліки, знос пуансонів і матриць можуть служити причинами появи браку деталей. Аналіз характеру дефектів штампованих деталей дозволяє виявити причини несправностей штампів і вказати способи їх усунення.

Для нормального функціонування штампів (отримання деталей, що задовольняють, технічним вимогам, і максимальній стійкості інструменту) необхідно, щоб його виконання наближалось до ідеального (рис. 1,а)). В цьому випадку колонки перпендикулярні до бази Б плита штампу Б1 паралельна бази Б, вектор швидкості пуансона V_p паралельна осі колонок і перпендикулярна до бази Б не співвісність пуансона і матриці, а також їх взаємний перекид відсутні [1, стр. 95].

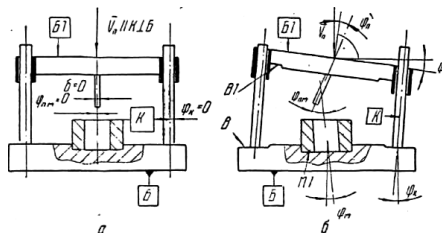


Рис. 1 – Вплив погрешностей виготовлення деталей штампів на точність базування інструменту:

а – ідеальний об'єкт; б – штамп, одержаний шляхом індивідуальної обробки деталей блоку і пакету

Метою роботи є дослідження процесів, які призводять до зношення направляючих штамтів. Призначення напрямних – служити взаємному направленню однієї робочої частини штампа відносно іншої, полегшення, встановлення та налагоджування штампа на пресі, а також для транспортування. [2, стр. 39].

Розрахунок кінематичних та силових параметрів вузла тертя починається з аналізу рухів спряжених деталей.

Переміщення відбувається в наслідок зворотно-поступального руху рухомої частини штампа. Деталі у спряженні ковзають одна відносно одної, а тому у певній мірі зношуються. Зазначимо, що зношення на шляху ковзання, буде нерівномірне в наслідок того, що деталі виготовлені із різних за властивостями матеріалів та в наслідок змін у часі параметрів моделі зношування (навантаження, контактна площа, умови мащення).

Для визначення величини зносу у даному вузлі тертя використаємо загальну методику розрахунку вузлів на знос. Вона полягає в тому, що в інженерних розрахунках використовується емпірично отримана залежність, яка говорить про те, що знос у вузлі тертя пропорційний тиску у зоні контакту та шляху на якому діє цей тиск (проф. Кузьменко А.Г.).

$$U_w = K_w \sigma^m S \quad (1)$$

де U_w – величина зносу; K_w та m – уточнюючі коефіцієнти, які враховують фізико-механічні властивості матеріалів, умови роботи пари тертя (температура, мащення, наявність абразиву тощо); σ – контактний тиск; S – шлях тертя.

Якісно величину зносу у вузлі тертя що розглядається, в залежності від різних чинників, можна описати провівши відповідний аналіз. Так з виразу для розрахунку зносу видно, що при збільшенні тиску в контактуючих поверхнях в наслідок заїдань, або з інших причин, величина зносу зростає за степеневим законом. З іншого боку підвищення твердості матеріалів пар тертя, або застосування антифрикційних покриттів на їх основі сприяє зменшенню інтенсивності процесу зношення. Ще одним фактором, який прямо впливає на величину зносу є – площа контакту. Але збільшення площі контактуючих поверхонь не завжди доцільно та конструктивно обґрунтовано.

Отже, як висновок можна відмітити, що вузол тертя, який складається з напрямної колонки та втулки, є досить вдалою інженерною розробкою в плані застосування конструктивних та технологічних методів підвищення зносостійкості вузла. Розрахунки показали, що при періодичному обслуговуванні (очистка від бруду та

регулярне мащення) ресурс даного механізму є задовільним та економічно-раціональним.

Література

1. Холодная объёмная штамповка. Справочник. Под ред. д.т.н. проф. Навроцкого Г.А.. М.: Машиностроение, 1973. - 496 с.
2. Горохов В.А. Обработка деталей пластическим деформированием. - Киев.: "Техніка", 1978. - 192с.
3. Афтаназів І.С., Гавриш А.П., Кирилко П.О., Мельничук П.П., Попов Є.С., Третьюк В.В. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням: Навчальний посібник для студентів. - Житомир.: ЖІТІ, 2001. - 516 с.

УДК 004.43

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВАЛІВ НА AUTODESK INVENTOR

Білий Д.І., Медведчук Н.К., Скрипник Т.К.

Хмельницький національний університет, Україна

Постановка проблеми. Сучасні машинобудівні підприємства не зможуть вижити у всесвітній конкуренції, якщо не будуть випускати нові продукти кращої якості, більш низької вартості і за менший час. Тому вони використовують системи автоматизованого проектування, щоб спростити і зв'язати один з одним задачі конструювання і виробництва, які раніше були вельми утомливими і зовсім не пов'язаними один з одним. У сучасних машинах найбільш широко використовується обертальний рух деталей. Для здійснення такого руху використовують вали і осі. Проектування валів є досить об'ємним процесом через великі затрати часу та вартості виготовлення вручну. Тому завдяки використанню САПР скорочуються витрати на створення та випуск деталей.

Виклад основного матеріалу. При вирішенні прикладних задач часто доводиться використовувати професійні мови програмування. При використанні цих мов, Inventor дозволяє вибрати два способи компіляції в виконуваний EXE-файл і DLL-файл (AddIn), що динамічно з'єднується при запуску Inventor.

На перший погляд з EXE-файлом працювати простіше в плані налагодження. Хоча насправді робота і налагодження DLL-файлу не набагато складніша, ніж з EXE-файлом. Просто налагодження DLL-файлу не достатньо висвітлена в довідці API Inventor.

EXE-файли, які запущені окремим процесом, працюють набагато повільніше, ніж Inventor AddIn, оскільки процеси є ізольованими один від одного адресними просторами, тому не можна передати дані з одного процесу в інший, використовуючи тільки покажчик (байтову адресу в адресному просторі). Тому процес Inventor повністю копіює дані з одного адресного простору в інший адресний простір, якими б об'ємними ці дані не були (рис. 1) [1]. У підсумку виходять великі накладні витрати продуктивності комп'ютера.

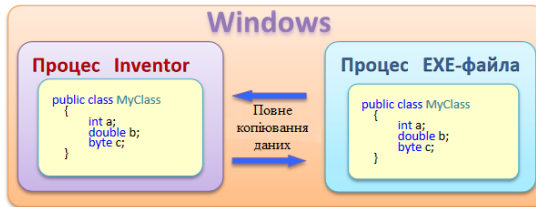


Рис. 1 – Копіювання даних з одного адресного простору в інший адресний простір

У випадку ж з Inventor AddIn для передачі інформації, не обов'язково копіювати весь об'єкт, можна передати тільки адресу, де цей об'єкт знаходиться в адресному просторі. Тобто передається тільки копія одного числа (показник або посилання на об'єкт), яке містить номер адреси в пам'яті (рис. 2) [1].

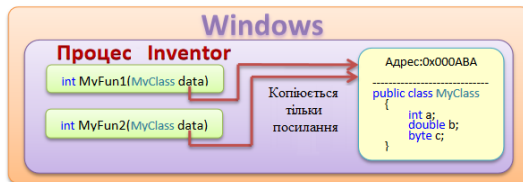


Рис. 2 – Передача інформації у Inventor AddIn

Не важко здогадатися, що зробити копію одного числа набагато швидше, ніж виконувати копіювання всього об'єкта.

З цієї причини програмний код з DLL-файлів завжди працює набагато швидше, ніж програмний код з сусіднього процесу.

Також важливою відмінністю AddIn від EXE-файлу є можливість автоматичного завантаження надбудови і автоматичного налаштування інтерфейсу (панелі, кнопки та ін.) для своїх інструментів, при завантаженні Inventor. Тобто AddIn повноцінно інтегрується в Inventor.

Після визначення типу додатку до Autodesk Inventor, необхідно визначити параметри, які необхідні для автоматизованого проектування валів (табл. 1).

Таблиця 1

Параметри, які необхідні для автоматизованого проектування валів

Назва елемента валу	Необхідні параметри для побудови
Циліндрична секція валу та секція багатокутником	діаметр секції
	довжина секції
Конічна секція	діаметр секції на початку
	діаметр секції в кінці
	довжина секції
Фаска	дистанція
	дистанція та кут
	дві дистанції
Округлення	радіус округлення
Шпонковий паз	ширина пазу
	довжина пазу
	глибина пазу
	відстань від початку секції до пазу
Канавка	глибина канавки
	відстань від початку секції до середини канавки
	радіус канавки
Наскрізний отвір	діаметр отвору
	відстань від початку секції до середини отвору
	дистанція для фаски на початку та в кінці отвору
	відстань від початку секції
Різьба	відстань від початку секції
	довжина різьби

Роботу програмного продукту можна подати у вигляді спрощеної блок-схеми, зображеної на рисунку 3.

Для того, щоб запустити систему автоматизованого проектування валів необхідно запустити Autodesk Inventor, перейти на вкладку «Інструменти» та натиснути кнопку «Shaft» (рис. 4).

Після запуску користувач має обрати тип частини валу: циліндричний, конічний чи багатокутник. Якщо користувач обере тип частини валу циліндричний чи багатокутник, то йому потрібно буде вказати діаметр та довжину частини валу, а якщо обере конічний тип, то потрібно буде вказати діаметр на початку і в кінці частини валу та її довжину. Якщо якісь дані будуть некоректними, то поле із цим значенням підсвітіться червоним.

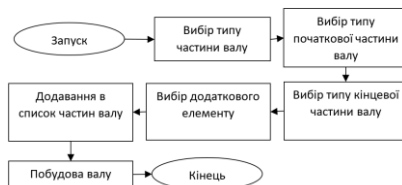


Рис.3 – Спрощена блок-схема програмного продукту

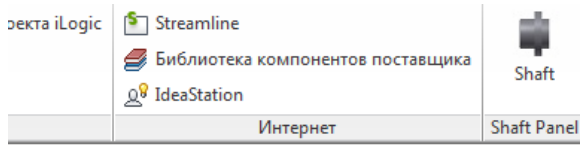


Рис. 4 – Кнопка «Shaft» для виклику системи автоматизованого проектування валів

Після того, як користувач вибрав тип частини валу, йому надається можливість вибрати тип початкової та кінцевої частини валу. Якщо він обере округлення, то йому потрібно буде ввести радіус округлення, якщо ж користувач обере фаску, то перед ним знову поставне вибір, який тип фаски обрати: з однією відстанню, з відстанню та кутом, з двома відстанями.

Далі користувач має можливість додати на частину валу додатковий елемент: шпонковий паз (рис. 5), канавку, наскрізний отвір чи різьбу.

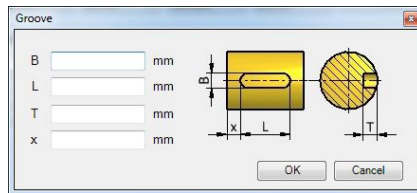


Рис. 5 – Вікно для введення параметрів для шпонкового пазу

Потім можна додати в список створену раніше частину валу (рис. 6).

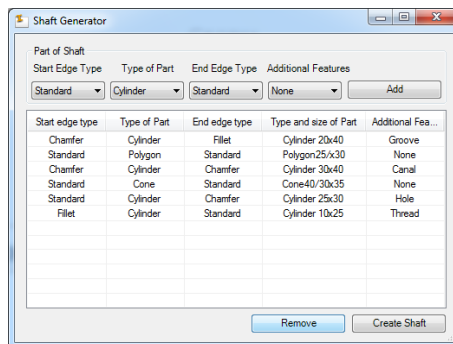


Рис. 6 – Головне вікно програми, у якому зображено список частин валу

Після додавання всіх частин валу, користувач має можливість видалити певну частину із списку та побудувати новий вал (рис. 7).

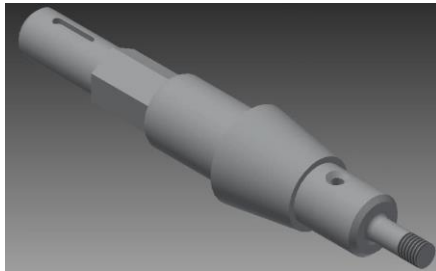


Рис. 7 – Вал, створений за допомогою системи автоматизованого проектування валів

Висновки. Таким чином, в результаті роботи було отримано систему автоматизованого проектування валів на Autodesk Inventor, в якій вдалось реалізувати такі основні функції: створення циліндричної частини валу, створення конічної частини валу, створення частини валу багатокутником, округлення між частинами валу, створення фаски за однією дистанцією, створення фаски за дистанцією та кутом, створення фаски за двома дистанціями, створення шпонкового паза, створення наскрізного отвору, створення різьби, створення канавки.

Список використаних джерел

1. Создание надстроек для Autodesk Inventor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://adncis.org/assets/gallery/Inventor/Creating%20and%20Debug%20Inventor%20AddIn.pdf>

**Новітні технології та засоби в галузі промисловості. Біоінженерія та біотехнології. Нанотехнології. Архітектура та містобудування •
New technologies and tools in industries. Bioengineering and Biotechnology. Nanotechnology. Architecture and Town-planning**

UDC 725.132:72.03

**THE IMPORTANCE AND ROLE OF THE
ARCHITECTURAL IDENTITY OF UKRAINIAN PUBLIC
ADMINISTRATION BUILDINGS**

Bielinska M.

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine

Abstract: The article analyses the main premises for the formation of City Halls in Ukraine and abroad, establishing the key features of the modern City Halls design. It also explores the possibilities of integrating this new type of building in Ukraine and defines approaches to the restoration of Ukrainian administration facilities (on the example of the Poltava Regional State Administration building).

Keywords: the building of state administration, City Hall, architectural identity, harmonisation of the environment.

Hypothesis

In times of increasing globalisation in the majority countries of the world, the principles of preserving national identity within the architecture of administrative government buildings are gaining a special attention. It is especially true for the buildings of the regional and local executive authorities. These buildings reflect local traditions and relations between the society and its government. The architectural disadvantage of the administrative buildings in Ukraine (the Regional State Administration of Poltava in particular) lies in both morally and materially outdated layout, the presence of typical project solutions, similar to each other, without the possibility of meaningful architectural identification, the use of stencil techniques for the reconstruction of administrative buildings. Such architecture is uncomfortable in many ways, does not correspond with the modern ideals of society and national culture (the square in front of the State Administration is the embodiment of confrontation and conflict, the service sector is not comfortable for citizens). Furthermore, the features of the landscape and the environment are also ignored (the building and its surrounding area represent an authoritarian regime, symbolising the

inviolability of power; they are not united into one complex ensemble). (Image 1)

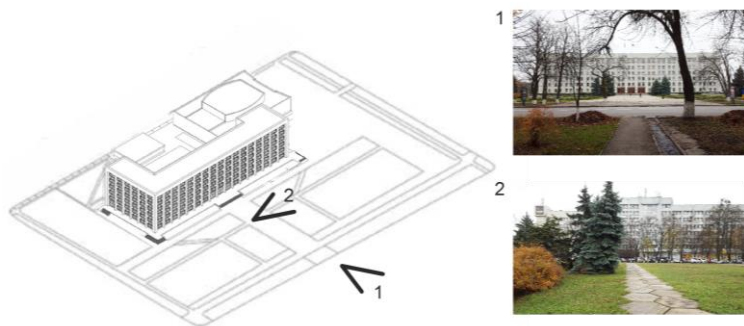


Image 1 - Regional State Administration of Poltava (1 – main facade, 2 – pedestrian walkway)

Currently, foreign and native experience in the design and construction of administrative government buildings determines the new type of structure as the form of social life organisation in the modern city – City Hall. It embodies a new philosophy of open, sincere relationship between government and society, where people play a significant role in satisfying their needs and wishes.

Arises the problem of finding modern approaches to designing new ones and reforming existing administrative facilities in Ukraine (on the example of the Poltava Regional State Administration building), reviving the harmony of their environment and adjoining territory in the process.

2. Literature review of recent research and publications.

Formation issues of the architecture of administrative buildings were previously studied by I.I. Lerner, A.H. Nagiba, A.L. Gelfond [1], B.P. Gould, B.G. Morhun, I.A. Bozhenko [3]. Mohamed Ibrahim Mohamed Abdelhadi in his dissertation [6] defined the core formation principles of modern administrative buildings: "architectural identity" (the compulsory use of traditional architectural elements and on plans and facades of buildings), "architectural directions" (general concept and style of building), "energy saving" (the effect this principle has on urban planning, functional and space-planning solutions), "means of composition" (as a way to achieve identification of the building).

3. Statement on method and problem

City Hall is a new type of building, which organises the public life in the modern city. This form of built structures was suggested by a prominent representative of contemporary world architecture - Sir Norman Foster in

London [4] at the beginning of the XXI century. Since then, it was used as an example for City Halls that started to appear in Europe and other countries, and soon they become a symbol of modern city administration buildings of a new age. The success of Foster's idea could be illustrated by the City Hall in Bilbao (Spain), built in 2011, and a number of still unfulfilled projects, which were selected as a result of international competitions dedicated to City Hall design such as the one in Tallinn (Estonia), created in 2009 (project-winner of architects Bjarke Ingels Group and engineer Adams Kara Taylor), in Rotterdam (The Netherlands), made in 2009 (project-winner - design team of OMA), in Seoul (South Korea), designed in 2008 (winning project - architectural group iArc Architects).

The analysis of all projects mentioned above shows that the modern City Hall has several distinctive features in common:

- their appearance is not heavily restricted, giving architects the creative freedom to experiment and produce an outstanding, efficient, environmentally-friendly design with innovative solutions;
- they are connected with the historical centre and the existing City Hall in particular or other administrative buildings of the city;
- they combine in their inner spatial structure both socio-administrative and cultural functions;
- they are modern and recognisable identification objects of the local architectural environment, buildings-logos of the city, region, country.

The most prominent feature of the reimagined administrative public building (on the example of the Poltava Regional State Administration building) should be visual openness, transparency and free access (Image 2). The Hall is, first of all, a space for communication; it is not a maze where people have to run back and forth between offices. Everything is organised according to the single window system adapted to needs of the government. Also, the free access to the meeting room should be provided – where anyone with pre-scheduled appointment could come in to listen or observe the work of deputies. Rooms for employees of the city or regional administration should be organised using the principle of open air. According to it, officials do not reside in the offices, but in a flexible open space, separated by low partitions. [3]

In the building of the Poltava Regional State Administration, the regional council and the city community should not work separately, which means that such building should have two main functional blocks: the space for public organisations and the place for deputies and other employees of the regional council. Between them, a communication space should be located, which would unite them and make them open to the community, and therefore

it should perform not only administrative but also additional public functions. It can be taken up by conference rooms and exhibition space, as well as public service facilities. They can become a magnet, attracting visitors, who could help the City Hall come to life.

These facilities can be built not on a commercial basis, but on the principles of public-private partnership. They will be created by several private investors who will have the right to be its primary tenants on preferential terms (for a term specified by the contract), while the building itself will belong exclusively to the city community. At the same time, these partners may have specific social responsibilities-obligations providing low-cost services for everyone (for example, a public catering facility, a beauty salon, a creative youth centre and gym). This approach will prevent the burdening of the city budget with additional social functions making the work of these institutions more efficient and eventually turning the City Hall into the additional source of financial income for the city.

Measures for harmonising the environment and landscape around the building of the Poltava Regional State Administration should be based on the correction of the scale, space and its elements with the building, the stylistic unity of space and building, and proportional conformity in building structure along with other improvements:

- the building itself should be integrated into urban environment as comfortable as possible;
- the public space should be accessible for all members of society;
- the purpose of the surrounding area should be providing people with a variety of entertainment and educational opportunities

In conclusion, the following premises for the formation of City Halls in Ukraine and abroad were studied and analysed during research: the preservation of national identity in the architecture of administrative buildings, the need for integrated development, the need for the inclusiveness of administrative buildings and the territory around them.

The main features of the modern City Halls design were established: creativity in appearance and problem solving; a connection with the historical centre and other administrative buildings of the city; a combination of socio-administrative and cultural functions in building's inner and outer structure; identification landmark of the local architectural environment.

The ways and the main approaches to the restoration of Ukrainian administrative buildings (for example, Poltava Regional State Administration) were defined such as the creation of visual openness, transparency and free access to the building, the formation of communication space with dual administrative and public functions. The partial

commercialisation of inner space based on public-private partnership can be done. The harmonisation of the environment and the surroundings of the building has to be based on the spatial and proportional unity of the administration building and the site of the project.

Key references

1. Gelfond, A. L. (2006). Architectural Design of Public Buildings and Structures. Moscow: Architecture-C.
2. Ternopil Would Be Replanned. (2012, November 3). Retrieved from <http://oblosvita.lutsk.ua/1824-ternopol-pereproektiruyut.html>
3. Bozhenko, I. A. Architectural environment of multifunctional public buildings (on the example of Western and Russian architecture). PhD dissertation, N. Novgorod, 2010.
4. Deyan, S. (2010). Norman Foster: A Life in Architecture: The Authorized Biography. UK: W&N.
5. Popovich, V. (2013) City Hall №2: a step towards the park or people? Number One (16), 8-9.
6. Abdelhadi, M.I.M. Formation principles of the architecture of modern administrative buildings in a hot climate. PhD dissertation, Moscow, 2011.

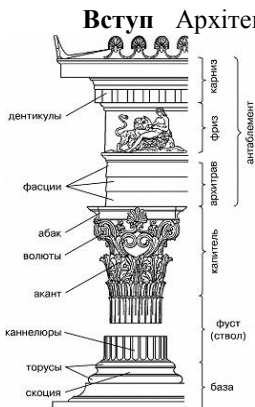
УДК 72.014

КОРИНФСЬКИЙ ОРДЕР В АРХІТЕКТУРІ ХМЕЛЬНИЦЬКОГО (УКРАЇНА)

Баранюк І.О., Негай Г.А.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: ilonochka2552@gmail.com



Ордер виник на матеріальній основі стійко-балкової конструкції і став її художнім виразом. Основними елементами ордера є колона і архітравні перекриття. Вони виконують практичну функцію, утворюючи укриття від дощу і сонця; вони є

конструктивними елементами, що утворюють стійку систему споруди, і, нарешті, вони виконують художню функцію, створюючи той чи інший художній образ будівлі.

Тобто, ордерна система - конструктивна і одночасно художня

Основна частина

Коринфський ордер

Коринфський ордер найпростіше впізнати за капітеллю, так як



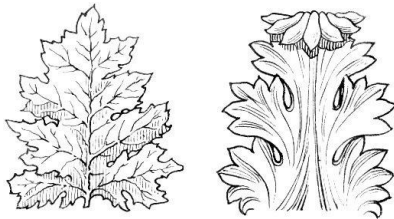
Пам'ятник Лисикрата в Афінах

в центрі кожної сторони розміщений квітковий орнамент-анфемій.

Коринфська капітель вперше з'явилася в пам'ятнику Лисикрата в IV ст. до Р. Х. Тут тільки один ряд листків аканта, в нижньому ряду розташоване більш скромніше листя. Капітель незвично висока: вона становить 1,5 діаметра колони, в той час як прийнята пізніше висота була 1 діаметр.

Листя аканта

Головним декоративним елементом коринфської капітелі є



листя аканта – рослини з узбережжя Середземного моря. Греки надихалися скромнішим різновидом аканта з загостреним листям (*Acanthus spinosus*), а римляни – розкішним листям *Acanthus mollis*. База коринфського ордера повторює аттичну. Вона

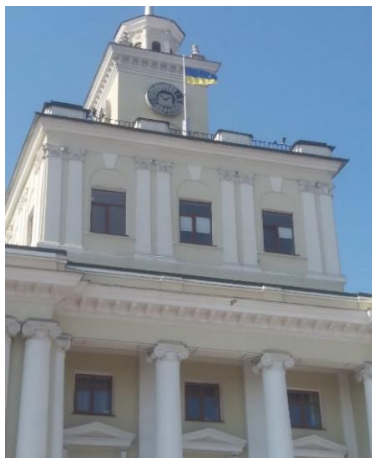
складається з двох торусів, розділених скоцією. Інша-малоазійська база-мала дві скоції і торус над ними.

В архітектурі міста Хмельницького коринфський ордер присутній. Його можна побачити прогулюючись Проскурівською вулицею, він застосований в оформленні 13 будинку.



Аптека Дерсвосда-одна з пам'яток архітектури Хмельницького кінця 19ст

Головна площа міста теж прикрашена коринфським ордером. Він застосований у будівлі міської обласної ради.



Обласна рада Хмельницької області

Коринфський ордер в даних будівлях відрізняється від класичного римського. Відразу помітно, що сама опора представлена пілястрою, а не колоною як у римському ордері. Пілястри не досягають землі і зупиняються на арці, тому тут немає п'єдесталу.

Запозичення елементів класичної архітектури древнього Риму відродження і класицизму значно поліпшують естетичний клімат міста. Саме тому сучасні архітектори теж застосовують елементи ордерів, зокрема коринфського.

Висновок

Коринфський ордер досить складний в будівництві і вимагає неабиякої майстерності скульпторів та архітекторів. З іншого боку, він дуже витончений і насичений декором, тому мені хотілося б бачити його частіше на вулицях рідного міста. Я надіюсь архітектори Хмельницького надалі будуть лише збагачувати місто античними спорудами з вишуканими колонами, особливо коринфського ордеру.

Література

1. Михаловский И. Б. Теория классических архитектурных форм / Михаловский И. Б. Репринтное издание. — М.: «Архитектура-С», 2006. - с. 8.

2. Виньола Джакомо Бароццио. Правило пяти ордеров архитектуры. / Д.Б. Виньола.– М. : Архитектура-С, 2005. – 168 с.
3. Коринфський ордер, Електронний ресурс. [Режим доступу]: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%84%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B5%D1%80

УДК 338.43

MODEL OF HYDROPIC INSTALLATION OF INDUSTRIAL APPLICATION

Білик Ю.М., Мартинюк А.В., Купець Б.І., Томусяк А.А.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: y_bilyk@meta.ua

Recently, the development of mini-factories for the cultivation of agricultural products has been observed. Using the greenhouse method allows you to increase the yield and reduce the time of maturation of plants. One of the promising ways of the greenhouse economy is the development of hydroponic plant cultivation technologies, which has advantages over conventional (soil) methods, namely:

- receiving plants necessary substances in necessary quantities for rapid growth;
- supply of roots of plants of moisture and oxygen in sufficient quantities;
- controlled water consumption;
- elimination of problems with soil pests and diseases, which excludes the use of pesticides;
- all technological operations connected with the treatment of soil are excluded: plowing, fertilizing, etc .;
- plants receive only the elements needed for it, but they do not accumulate harmful substances to humans, inevitably present in the soil (heavy metals, poisonous organic compounds, radionuclides, nitrates, etc.).

Based on the above, it should be noted that while developing a few basic concepts and skills, a large number of crops can be grown at a much lower cost than the soil method, in addition hydroponic plants are simple and do not require high qualification of maintenance personnel.

The scheme of hydroponic installation designed at the Khmelnytsky National University on the branch of machine-building and agroengineering is presented in the work.

This design of Fig. 1 is a multi-tier shelf, a frame for trays which is made of a metal angle of 25x25x3, material for racks 7 used a profile tube 20x20x2. To ensure rigidity of the design, diagonal supports 6 were used which were made of metal profile 40x4.

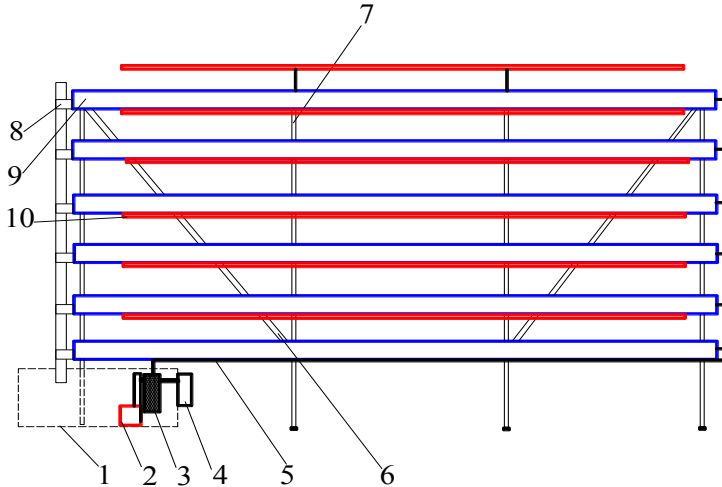


Fig.1 - Hydroponic installation:

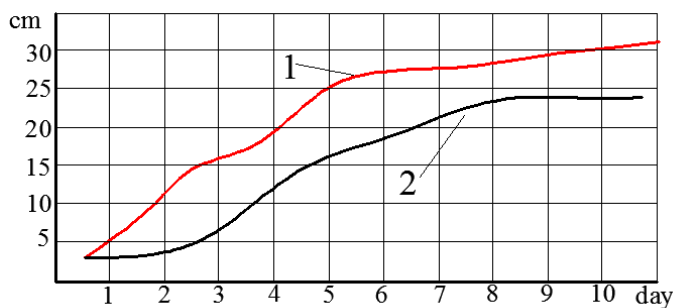
- 1 - collector; 2 - pump; 3 - mixer filter; 4 - air compressor; 5 - the supply pipe of the liquid; 6 - diagonal supports; 7 - rack racks; 8 - drain pipe; 9 - seedlings for seedlings; 10 - Ice lamps.**

On pallets the pallets are made of UV-stabilized PVC in the size of 4000x225x80 mm. Keramzite was laid in substrate in pallet 9 but other inexpensive materials such as mineral wool or any chemically inert fiber may be used. Each of the pallets 9 has a drainage outlet 8 for discharging the nutrient solution connected to the general collector 1. The collector (vessel) is located under the shelves for the nutrient solution, which is completed with the unit for feeding the solution to the trays, which consists of an electric pump 2, a filter 3 and air compressor 4 to saturate the solution with oxygen.

Lighting is provided by LED light bulbs 10 for hydroponic systems with a power of 8 W model PG-072. Lamps are located above each of the pallets (the lamps have individual switches in the case of non-use of individual pallets). The temperature in the installation is supported by award elements (AE).

In this installation, a flow-through method of wetting the substrate is used. It is convenient in that it can be used for small plants, it is easy to reconfigure when growing various types of plants. Pallets of 0,1 m are filled

with expanded clay. In the tank water is filled with a certain concentration of nutrients, that is, the final nutrient solution (FNS). The pump delivers the FNS to the distribution node which is controlled via the BJI-64 and BJI-82 time switches, and switches on after a certain time t_1 . From the pallets, the solution randomly flows through the calibrated openings into the general collector. The supply of FNS and holes are chosen so that the solution filled the pallets to the desired level, but did not overflow them. In the collector, the solution is heated with a AE of 3.5 kW. Temperature control is carried out by the thermostat THC-100. Lighting control is carried out using a daily programmable two-mode mechanical timer PBMC-2-24 / 5. Using this installation and preparing all the necessary conditions for growing under different methods, 20 bean sprouts were planted (10 on the hydroponic system, 10 in the soil). Over time, the growth of samples of both groups was measured, and the comparative dynamics of growth developed. The growth dynamics is presented in Fig. 2.



**Fig. 2 - Growth dynamics of beans:
1 - hydroponic method; 2 - soil method**

From Fig. 2 it is possible to notice significant differences in the speed of growth of shoots. Plants grown by the hydroponic method show a fairly large gap from plants planted in the soil, and already for 4-5 days they reach the size of 20-25 cm, while plants grown in the soil - only 10-15 cm. In the first days of the holding the study shows the most active growth of plants by the hydroponic method, and vice versa, extremely slow changes in plants in the soil, which once again proves - the presence of the necessary plant mineral substances deprives the plant of the need to search for these substances in the soil, in connection with which, the root does not increase excessively. There is more active growth of stems and leaves, as well as the development of lateral shoots. Then for 7-10 days the growth rate gradually decreases, and the active development of lateral shoots begins, already on day 10 they were

about 6 per plant, at the same time, in samples of soil cultivation, near 2. Thus, we can conclude that for the method of hydroponics can be more effective and with a minimum of time to grow the necessary crops, which can have a beneficial effect on the development of industrial and scientific enterprises working in the field of botany and agrochemicals. The practical application of such a method of cultivation is, first of all, that the possible cultivation of plants in a shorter period and the acquisition of a rich harvest will allow certain cities or even countries that have no soil suitable for vegetable growing to grow the necessary crops in the right amount. Hydroponics is also a great way to reduce the cost and time to care for plants both at home and in the industrial environment. Today there is a prospect of further study of this method, its improvement and introduction into mass use in industry and in everyday life.

УДК 72.014.4

ДОРІЙСЬКИЙ ОРДЕР В АРХІТЕКТУРІ М. ХМЕЛЬНИЦЬКОГО (УКРАЇНА)

Горпинюк А.А., Негай Г.А.

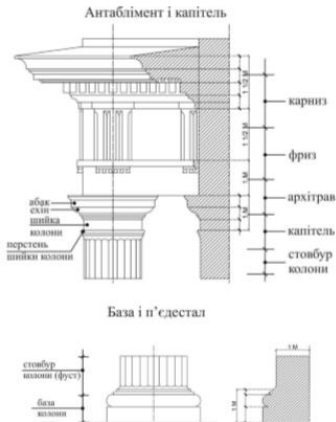
Хмельницький Національний Університет, Україна

E-mail: gorpinyuk.andriy.99@gmail.com

Вступ

Архітектурний ордер складається з трьох основних частин: колони (або пілястра), її підніжжя -п'єдестала та антаблемента. Колони — опори, що підтримують антаблемент. Завершення колони має назву капітелі. Основна частина колони — стовбур — трохи стоншується догори, утворюючи ентазис. Стовбур колони часто має вертикальні улоговинки — канелюри. Підніжжям колони є база.

Антаблемент складається з трьох основних частин: архітрава, фриза та карниза. Архітрава — несуча частина у вигляді балки, що спирається на колони. Над архітравом міститься фриз, який опирається на архітравну балку. Увінчує антаблемент карниз, захищаючи фриз і архітравну балку від стікаючої з даху води.



Антаблемент: архітрав, фриз, карниз.

Колона: капітель (абак, ехін, шийка колони, астрагал)

Стилобат: стереобат верхня сходишка стилобату, евентерій (невеличка найнижча сходишка стилобату).

На стовбурі розташовуються вертикальні жолобки, які називаються канелюрами.

Канелюри у колонах римсько-доричного ордеру глибокі, розділені доріжками по всій висоті стовбура колони. Капітель виконує не тільки

декоративну функцію всієї архітектурної композиції, а й розподіляє навантаження верхніх частин ордеру на колони.

Доричний ордер пройшов всі щаблі розвитку архітектури, з кожною епохою змінюючись і доповнюючись новими елементами, але в складі ордеру залишилися: п'єдестал, колона та антаблемент.

В архітектурі міста Хмельницького Доричний ордер представлений у будівлях які знаходяться за адресою: вул. Героїв Майдану 38 (Рис.1), вул. Шевченка 85 (Рис. 2), вул. Шевченка 46 (Рис. 3). Ці будівлі є пам'ятками культури місцевого значення.



Рис.1 – Хмельницький Університет Управління та Права

Дорійський ордер цього будинку відрізняється від класичного римського. По-перше, відразу видно, що відсутня база колони. Інтерколумній відрізняється від римського варіанту ордера в зв'язку розширенням при вході. Також немає канелюр і тригліфів, але є ентазис.



Рис. 2 – КВП СЦБ Цех Метрології(Україні)

Характерною особливістю застосування дорійського ордера в даній будівлі є фактична відсутність архітрава. Фрагмент архітрава видно тільки над капітеллю. Це пояснюється необхідністю зберегти місце для вікна і архівольта другого поверху.



Рис. 3 - Національна академія Державної прикордонної служби України імені Б. Хмельницького

Це вже сучасний варіант дорійського ордера, у якому інтерколумній не типовий для римських ордерів, тобто його співвідношення $\frac{1}{2}$ висоти колони та відсутність ентазису в колоні.

Висновок

В радянській архітектурі повоєнного періоду застосовувалася ордерна система в тому числі і дорійського ордеру. Відмінності цих ордерів Хмельницького від класичних римських ордерів свідчить про творчий характер використання історичної спадщини радянськими архітекторами при проектуванні будівель громадського призначення.

Література

1. Михаловский И. Б. Теория классических архитектурных форм / Михаловский И. Б. Репринтное издание. — М.: «Архитектура-С», 2006. - с. 8.
2. Виньола Джакомо Бароцци. Правило пяти ордеров архитектуры. / Д.Б. Виньола.— М. : Архитектура-С, 2005. – 168 с.
3. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B5%D1%80

УДК 72.04.012.6

КОЛОНАДИ В АРХІТЕКТУРІ ХМЕЛЬНИЦЬКОГО (УКРАЇНА)

Іванчук В.О., Негай Г.А.

Хмельницький Національний Університет, Україна

E-mail: ivanchyk.vad@gmail.com

Вступ

Колонною називається ряд колон, який підтримує один загальний антаблемент.

Зазвичай для колонад застосовуються колони без п'єдесталів.

Винятком може бути колонида портика головного корпусу

Національного Університету Т.Г. Шевченка в Києві. Колони встановлюються на горизонтальну площину загального їм підніжжя, яке іноді розширюється донизу уступами у вигляді високих сходинок (стилобат).

Основна частина

Для побудови колониди необхідно знати, якої відстані слід дотримуватися між осями колон. Інтерколумній — відстань між сусідніми колонами у колонидаі або у портику в ордерній архітектурі.

Існуючі приклади показують, що відстань ця коливається в деяких незначних межах. Звичайний розмір для такої відстані становив



Рис. 1 – Колонада західного фасаду Парфенона Афіського Акрополя

В архітектурі Хмельницького прикладом колонади є будівля міської лікарні, яка знаходиться по вулиці Проскурівська 1 (Рис. 2).

На світлині зображено колонаду, яка складається з чотирьох колон іонійського ордеру. Колони розміщені на однаковій відстані, яка дорівнює $1/3$ висоти колони. У класичному іонічному ордері зазвичай співвідношення діаметра до висоти колони $1/9$, в портику міської лікарні співвідношення діаметра і висоти колони становить $1/7$, що надає будівлі більшої монументальності.

Іншим прикладом застосування колонади в архітектурі будівель Хмельницького є театр Ляльок, що знаходиться по вулиці Проскурівська, 46 (Рис. 3).



Рис. 3 – Театр Ляльок

$1/3$ висоти колони. Однак, визначенням відстаней між колонами і їх висот не вичерпується питання про повну побудову колонади. Найтиповішими прикладами колонад можуть служити грецькі храми. Історичним прикладом колонади є Колонада Парфенона Афіського Акрополя (Рис. 1).



Рис. 2 – Хмельницька міська лікарня

Середній інтерколумній цієї колонади ширший у зв'язку з тим, що між середніми колонами знаходиться головний вхід до будівлі. На другому поверсі над головним входом знаходиться балкон, з якого провидились масові заходи пропаганди в радянські часи. Це є прикладом нетипового інтерколумнію. Інтерколумній між крайніми колонами становить $1/4$ висоти колони, а центральний

інтерколумній становить $\frac{1}{2}$ висоти колони. На наш погляд таке співвідношення інтерколумнів і висоти колони є оптимальним.

Іншим прикладом застосування колонади, є колонада на другому поверсі будівлі обласної державної адміністрації на Майдані Незалежності (Рис. 4).

В даному випадку ми бачимо приклад нетипового інтерколумнію, який дорівнює $\frac{1}{2}$ висоти колони. Колони бокових ризалітів скомпоновані попарно на дуже близькій відстані одна від одної. Фактично це є пучки колон, які часто застосовувалися у стилі бароко.

Висновок

Колони Хмельницького мало чим відрізняються від традиційних римських колонад. У Хмельницьку доволі часто зустрічаються колони різних римських ордерів. Наявність інтерколумнів, які відрізняються від класичних римсько-грецьких колонад свідчить про творчий характер використання колонад радянськими архітекторами повоєного періоду.

Література

1. Михаловский И. Б. Теория классических архитектурных форм / Михаловский И. Б. Репринтное издание. — М.: «Архитектура-С», 2006. - с. 8.
2. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BC%D0%BD%D1%96%D0%B9>

УДК 681

ПРОЕКТУВАННЯ ПРЕСФОРМ З ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ SOLIDWORKS PLASTIK

Каразей В.Д., Киричній Н.І.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: karazey.witalij@gmail.com

У сучасному світі деталі із сучасних полімерів найшли місце практично у кожному виробі, що використовується повсякденно, таких як корпус мобільного телефону, офісні приналежності або комп'ютерна мишка. Більшість із подібних деталей виготовляється



Рис. 3 – Будівля обласної державної адміністрації

методом литва під тиском у форми на термопластавтоматах, причому профіль деталей стає все складнішим, а час, необхідний для розробки інструментів – все коротшим, важливо застосовувати програмне забезпечення, що дозволить моделювати процес. SolidWorks Plastics входить до складу програмного комплексу SolidWorks і призначається для моделювання та оптимізації процесу литва деталей із пластмас.

SolidWorks Plastics імітує, як тече розплавлений пластик у процесі литва під тиском, щоб передбачити можливі дефекти на деталях. Після виявлення дефектів, вони можуть бути зведені до мінімуму або усунуті шляхом внесення змін у частині дизайну деталі, матеріалу, що використовується або технологічних параметрів, таких як тиск та температура.

Для проектування необхідно виконати такі етапи:

- Створити конструкторські моделі.
- Попередньо змоделювати заповнення прес-форм.
- Побудувати формотвірні.
- Проектування ливникової систему.
- Вибрати блок та розмістити формотвірні.
- Проектування та аналіз системи охолодження.
- Кінцеве моделювання заповнення прес-форми.

Для роботи програми необхідна тривимірна модель деталі, в SolidWorks Plastics можна використовувати геометрію, імпортовану із других CAD систем.

Моделювання процесу литва відбувається із використанням методу скінчених елементів, тому спочатку створюється сітка скінчених елементів SolidWorks Plastics підтримує роботу як із поверхневими сітками, так і твердо тільними та гібридними. В якості твердотільних скінчених елементів дозволяє використовувати і тетраедри і призми (ортогональні та неортогональні). Сітки будуються у автоматичному режимі із можливістю автоматичного або ручного ущільнення і необхідних областях, а також із можливістю автоматичного контролю якості сітки по різним параметрам.

Після побудови сітки задається тип матеріалу, що використовується та верстат із бази даних.

Після завершення створення деталі здійснюється попередній аналіз проливання засобами модуля SolidWorks Plastics та розв'язуються дві задачі: перевірка можливості заповнення прес-форми, визначення необхідного тиску вприскування та формування вимог для проектування формотвірних (визначення місцезнаходження випорів, визначення оптимального положення та кількості місць вприскування та ін..).

Далі деталь передається конструктору оснащення для створення формотвірних. В середовищі SolidWorks для цього є набір інструментів, що дозволяють швидко та просто створювати ливарні форми, відсікаючи поверхні і поверхні роз'ємну, визначити знаки та штовхачі. При створенні формотвірних конструктор може врахувати усадку матеріалу.

При попередньому проектуванні ливникової системи модуль SolidWorks Plastics дозволяє розмістити по моделі систему каналів необхідної компоновки (односторонній, двосторонній, зіркоподібний) із випускними ливниковими каналами необхідного типу та поперечного січення. Ливникові канали виділяються в окрему область, що дозволяє відділяти результати розрахунку по них від іншої моделі.

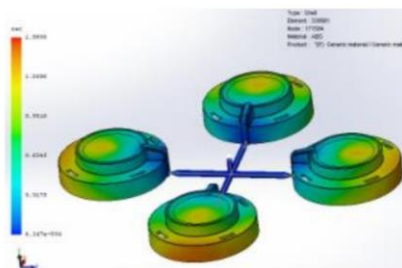


Рис. 1 – Розміщення ливникових каналів

Подальша задача – вибір блоку прес-форми та розміщення формотвірних. Модуль MoldWorks SolidWorks Plastics автоматизує процедури генерації плит, збірку стандартних напрямних, фіксуючих компонентів, що присутні у кожній прес-формі. Реалізуються наступні можливості: визначення габаритів плит; використання бібліотек стандартних компонентів, що попереджають про критичну товщину пакету плит прес-форми; автоматичне лооснащення пакета прес-форми ливниковими кільцями і втулками, стопорними шайбами, напрямними штифтами і механізмів для зміщення знаків; контроль допустимих розмірів пакета по входженню у робочий просвіт між напрямними колонами термопластавтомата

На заключному етапі проектування SolidWorks Plastics MoldWorks дозволяє автоматизувати процес створення охолоджуючих каналів та здійснювати визначення критичних місць.

Під час моделювання користувач може слідкувати за поточним розрахунком як у графічній частині, ле за допомогою палітри кольорів відображається положення фронту розплаву, так і у зведеній таблиці, де відображається поточні значення параметрів.

Після закінчення розрахунків користувач отримує доступ до набору параметрів, що дозволяють оцінити технологічність виготовлення деталі. До таких параметрів розрахунку проливання відносяться:

- Різноманітні температурні поля всередині та на поверхні прес-форми;

- Розподіл тиску у відливці;

- Зони застигання;

- Величина об'ємної усадки і т. п.

При моделюванні фази витримки прес-форми під тиском користувач також отримує наступні дані:

- Час охолодження

- Залишкові напруження

- Місцеположення утяжин

Інтерфейс SolidWorks Plastics дуже інформативний, значення багатьох параметрів можна подивитися у будь-якій точці моделі. Він дозволяє відслідковувати місця, де можлива поява повітряних кишень, а також місця холодних спайок.

Програмний комплекс SolidWorks Plastics дозволяє розв'язати весь спектр задач, що пов'язаний із проектуванням та виробництвом деталей із пластмас, починаючи із конструкторського пророблення виробу, відпрацювання виробу на технологічність та закінчуючи розрахунковими роботами по перевірці та оптимізації процесів виробництва.

Літератур

1. Построение интегрированной компьютерной сети дистанционного мониторинга параметров технологических процессов в литейном производстве / О.И. Шинский, Н.Д. Круцкевич, Б.М. Шевчук // *Металл и литье Украины*. — 2010. — № 4. — С. 24-31.

УДК 721

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ АРХІТЕКТУРНИХ СПОРУД ПРИ МОЖЛИВИХ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Ковтун В.В. , Дорофєєв О.А. , Багрій О.В.

Хмельницький національний університет, Україна

Метою доповіді є аналіз впливу можливих динамічних навантажень на попередній вибір раціонального типу конструкцій архітектурних споруд.

Конструкції споруд цивільного, промислового, релігійного, суспільного та ін. призначення у більшості випадків розраховують на сприйняття нормативно обґрунтованих статичних навантажень від власної ваги, довготривалого «експлуатаційного» навантаження та інших короткотривалих і особливих навантажень. До особливих відносять динамічні навантаження, що враховують дію сил інерції, пов'язаних з масою конструкції і прискоренням руху її елементів. Динамічні навантаження можуть виникати в результаті природних катаклізмів: землетрусів, ураганів, сходження снігових лавин тощо, а також в результаті технологічних процесів у промислових виробництвах.

Динамічні навантаження, особливо природного походження, важко піддаються прогнозуванню. Тому оцінка їхнього впливу на надійність та довговічність архітектурних об'єктів має ймовірнісний характер і може бути здійснена тільки на етапі попереднього вибору найбільш раціонального типу конструкцій з урахуванням відомих історичних даних про визначні споруди минулого і причини їх руйнування.

До найбільш відомих споруд, які простояли століття і навіть тисячоліття, в першу чергу відносять сім чудес світу: велика піраміда Хеопса в Гізі; висячі сади Семираміди у Вавилоні; статуя Зевса в храмі Олімпії; храм Артеміди в Ефесі; мавзолей в Галікарнасі; колос Родоський та Олександрійський маяк. Усі ці споруди побудовані в сейсмоактивних зонах і збереглись на диво довго за рахунок вдалих конструкцій. Наявні історичні дані дозволяють проаналізувати стійкість цих споруд при динамічних навантаженнях.

З семи чудес світу до нашого часу збереглась тільки велика піраміда Хеопса (Хуфу). Вона побудована більш як 5 тисяч років тому у формі правильної чотиригранної піраміди висотою 239 м. Піраміда споруджена з ідеально підігнаних кам'яних блоків вагою до 30 тон. Основою піраміди є природний гранітний пласт з штучно вирівняною горизонтальною поверхнею. Це забезпечує рівномірне осідання підшви від власної ваги споруди, яка складає біля шести мільйонів тон. Детальне обстеження піраміди дозволяє пояснити як вдалося зберегти її міцність і стійкість на протязі п'яти тисячоліть.

Кут нахилу бічних граней піраміди 52° близький до кута природного укусу кам'яного насипу. Тому пірамідальна форма споруди може зберігатись навіть після ерозійного руйнування кам'яних блоків. Основним навантаженням на піраміду є власна вага і можливі динамічні навантаження при землетрусах. Вертикальні зусилля від власної ваги зростають від нуля на вершині до максимального значення на підшві.

Аналогічно збільшується площа горизонтальних перерізів. Тому вертикальні напруження, як відношення зусилля до площі, є практично однаковими в кожній точці піраміди. Отже, вибрана пірамідальна форма споруди є найбільш раціональною для сприйняття постійного навантаження від власної ваги. Така конструкція називається рівномічною.

Пірамідальна форма є також раціональною щодо забезпечення стійкості конструкції від перекидання та зсуву у випадку можливих сейсмічних впливів. Найбільш небезпечними при землетрусах є горизонтальні поштовхи, коли конструкція сприймає дію горизонтальних сил інерції, рівнодійна яких прикладена в центрі мас. Для тіл пірамідальної форми центр мас зміщений до основи. Це зменшує момент перекидання і підвищує загальну стійкість споруди. Отже, міцність, стійкість і



довговічність піраміди Хеопса забезпечив вдалий та професійний вибір її конструкції, форми та матеріалу.

Другим прикладом дивної довговічності споруд можна вважати Олександрійський маяк на острові Форос. Побудований в 283 році до н.е. (архітектор Сострат Кнідський) він функціонував майже 15 століть і остаточно був зруйнований тільки в IV столітті н.е. Маяк мав вигляд триступеневої вежі висотою до 135 м, побудованої з кам'яних блоків і облицьованої білим мармуром. Розміри ступенів та їх маса збільшувались від вершини до основи. Довжина сторони квадратної основи складала 30,5 м.

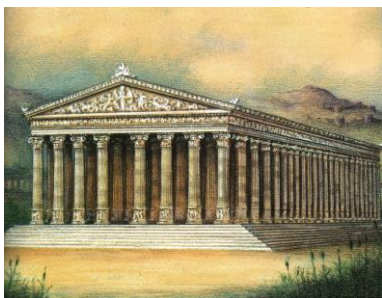


Це забезпечувало достатню міцність і загальну стійкість споруди при дії власної ваги, вітрового навантаження і можливих сейсмічних впливів.

Олександрійський маяк є найвищою спорудою, яка зведена тільки з кам'яної кладки без використання металу, залізобетону та інших конструктивних матеріалів. Аналогічні споруди, – Пізанська вежа (56 м); дзвінниця Івана Великого у Кремлі (81 м); велика дзвінниця Києво-Печерської лаври (70 м), – мають меншу висоту.

Надійність і довговічність згаданих унікальних споруд забезпечувались їх величезною масою, вдалим вибором форми та міцною скельною основою. Зрозуміло, що такий підхід не може безпосередньо застосовуватись для звичайних архітектурних об'єктів. Альтернативним рішенням для архітектурних споруд при дії динамічних навантажень є підвищення сейсмостійкості їх конструкцій.

Цікавим прикладом такого рішення є ще одне з чудес світу – храм Артеміди в Ефесі, який побудований у 560 році до н.е. (архітектор



Персіфон (Херсифрон)). Для забезпечення стійкості при землетрусах несучі конструкції храму зводились на штучній платформі – «плаваючому» на болоті острові. Платформа створена з перем'ятої глини, армованої жіночим волоссям (вовною). «Плаваюча» основа як своєрідний амортизатор зменшувала вплив

сейсмічних поштовхів на конструкцію храму і забезпечувала надійну її роботу довготривалий період. Храм Артеміди був зруйнований двічі людьми: Геростратом у 356 році до н.е. та готами у 263 році вже нашої ери.

Ідея спорудження будівель на «плаваючих» острівцях пізніше реалізовувалась в інших сейсмоактивних регіонах Азії та Мезоамерики.

При виборі конструкцій промислових об'єктів приходиться додатково враховувати вплив ударних і вібраційних навантажень від технологічного обладнання: ковальсько-штампувальних пресів, копрів, вібраційних стендів, горизонтальних компресорів і т.п. Тут перевагу слід надавати більш гнучким конструкціям з меншою масою. Можна привести багато прикладів вдалого вибору таких конструкцій.

УДК 621.193.16

СТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ

Костюк Н.О., Гордєєв А.І., Урбанюк Є.А.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: nazkost92@gmail.com

На теперішній час створено напрямок безреагентного знезаражування водних середовищ та різноманітне обладнання і

машини для знезаражування водних середовищ, з використанням фізико-механічних ефектів, що супроводжують гідродинамічну кавітацію, та які використовуються в харчовій, хімічній і інших галузях промисловості [1,2,3].

Особливістю кавітаційного впливу на воду полягає в тому, що високий ступінь знезаражування води від яєць і личинок паразитів досягається за рахунок їхнього механічного розриву ударними хвилями, а також для руйнування бактерій і вірусів термобаричний вплив підсилюється локальною електромагнітною дією, коли наведені електричні потенціали пробивають їхні мембрани й оболонки. До недоліків обладнання [1] можна віднести те, що гідродинамічна кавітація характеризується незначною інтенсивністю утворення кавітаційних бульбашок, а отже, і низькою ефективністю. Крім того, неодмінними складовими пристроїв для збурення гідродинамічної кавітації є обертові лопаті, їх привод руху та перетворюючі механізми. Потреба у приводі оберткових рухів не тільки зумовлює значну енергозатратність гідродинамічного способу збурення кавітації, а і суттєво понижує надійність та довговічність реалізуючого його обладнання. Недоліками пристрою [2] є недостатня інтенсивність кавітаційної дії на середовище і обмежені технологічні властивості. Такі недоліки пояснюються тим, що при взаємодії кавітаційних полів, які виникають за кожним з отворів кавітатора, відбувається їх взаємне послаблення, енергетичний потенціал зменшується. Це ускладнює обробку тих технологічних середовищ, для яких потрібно "жорстке" та узгоджене сплескування пухирців. Відомий кавітаційний пристрій [3], що містить корпус з циліндричною ємністю, в яку встановлено на штокові поршень з ущільненнями, в якому є наскрізні отвори. Шток з'єднаний шатуном з ексцентриковим вібратором, вал якого з'єднаний муфтою із приводом. Недоліками зазначеного пристрою є виникнення горизонтальних коливань від інерційних зусиль незрівноваженої маси шатуна при обертанні ексцентрикового вібратора, що призводить до горизонтальних коливань штока, та шкідливо впливають на роботу пари шток-втулка, що призводить до її прискореного зношування.

З метою покращення динамічних характеристик машини та підвищення довговічності її роботи в нею введено на упорах пружні елементи, які розташовані між підшипниковим корпусом шатуна та упорними щекми, закріплених на планці та пластині.

Вібраційна машина для знезаражування водних середовищ (рис.1, рис.2) містить корпус 1, на якому на стійках 2 встановлено плиту 3. На фланці 4 встановлено електродвигун 5, а також підшипникову опору 6 в якій встановлено вал 7, з'єднаний з електродвигуном 5

муфтою 8, На валу 7 встановлено ексцентрик 9 у підшипниковому корпусі шатуна 10, який з'єднано зі штоком 11 пальцем 12. На штокові 11 встановлено поршень 13 з отворами 14, які мають гострі крайки, та він має можливість зворотнопоступального руху в корпусі 15, закріпленому на кришці 16. На штокові 11 також встановлено гумовий відбійник 17. Поршень 13 входить у циліндр 18, який з низу закрито кришкою 19, яка має отвір 20 під кран для заливання водного середовища 21. Циліндр 18 закріплено стійками 22 до корпусу 1. До підшипникової опори 6 болтами приєднано планку 23 до якої і одночасно до плити 3 болтами прикріплено дві упорних щeki 24. Між упорними щeki 24 та підшипниковим корпусом шатуна 10 за допомогою пальців 25 встановлено дві пружини 26. На рис.3 показано просторовий вигляд вібраційної машини з ексцентриковим приводом для знезаражування водних середовищ.

Працює машина наступним чином: попередньо через відкритий кран та отвір 20 заливають в циліндр 18 водне середовище 21. Кран закривається. Після вмикання електродвигуна 5 ексцентрик 9 починає обертатися у підшипниковому корпусі шатуна 10 і приводить у зворотно-поступальний рух шток 11 та поршень 13, крізь отвори 14 з гострими крайками багаторазово проходить водне середовище 21. Для того, щоб водне середовище 21 не розбризувалась, на штокові 11 встановлено гумовий відбійник 17. При проходженні водного середовища 21 крізь отвори 14 з гострими крайками у поршні 13 періодично утворюється кавітаційні порожнини, тобто, виникає гідрокавітація. При ході поршня 13 уверх створюється пониження тиску у нижній порожнині циліндра 18 і виникають кавітаційні пухирці, які при ході поршня 13 униз сплескуються і створюють кавітаційні ефекти: розрив та послаблення водневих зв'язків між молекулами та руйнування оболонок бактерій і вірусів, а також вібраційні коливання створюють гемолітичний розрив ковалентних зв'язків у молекулі води та сприяють утворенню радикальних частинок H^+ , OH^- , O^- , які мають підвищену окислювальну здібність, що додатково впливає на знезаражування водного середовища.

Рух вібраційної машини з двигуном описується системою нелінійних рівнянь (1) та залежить від режиму її руху [4].

$$\begin{aligned} M\ddot{x} + c_x\dot{x} + k_x x &= -mr\dot{\varphi}^2 \cos \varphi - mr\ddot{\varphi} \sin \varphi; \\ M\ddot{y} + c_y\dot{y} + k_y y &= -mr\dot{\varphi}^2 \sin \varphi + mr\ddot{\varphi} \cos \varphi; \\ J\ddot{\varphi} + q_0\dot{\varphi} &= L(\dot{\varphi}) - mr\ddot{x} \sin \varphi + mr\ddot{y} \cos \varphi - mgr \sin \varphi, \end{aligned} \quad (1)$$

де M – маса поршня і штока в зборі;

m – маса ексцентрикового вузла;

k_x, k_y – жорсткість пружної системи вібромашини в по осях x та y ;

c_x, c_y – складові коефіцієнта вязкого тертя в пружній системі;

r – відстань до центру інерції;

$$J = J_1 + mr^2;$$

J_1 – приведений момент інерції ротора двигуна та частин вібратора, що обертаються;

q_0 – коефіцієнт опору обертання валу двигуна;

$L(\dot{\varphi})$ – момент, що розіве двигун.

У сталому режимі роботи приводу на коливальну систему діє збурююче зусилля:

$$F(t) = k(r \sin \omega t - x) + c(r\omega \cos \omega t - \dot{x}), \quad (2)$$

де k – жорсткість пружної системи вібромашини в по осі x ;

c – складова коефіцієнта вязкого тертя в пружній системі;

Диференційне рівняння сталого руху коливальної системи машини (рис.4) з гідропульсатором має вигляд:

$$M\ddot{x} + (c + c_0)\dot{x} + k_x x = r\sqrt{k_x^2 + c_0^2\omega^2} \sin(\omega t + \arctg \frac{c_0\omega}{k_x}), \quad (3)$$

де C_0 – коефіцієнт заспокоювання, який визначається за формулою:

$$C_0 = \frac{24\pi\eta R^4 L}{3r^4 + 4\delta^3 R}, \quad (4)$$

де η – коефіцієнта в'язкості води;

R – радіус поршня;

L – довжина отвору у поршні;

r – радіус отвору в поршні;

δ – зазор між поршнем та циліндром;

C – жорсткість пружної системи.

Подальший аналіз математичної моделі вібраційної машини для знезаражування водних середовищ дасть можливість визначити оптимальні параметри запропонованого обладнання та обрунтувати режими приводу.

Введення в конструкцію вібраційної машини [3] для знезаражування водних середовищ на упорах пружних елементів, які розташовані між підшипниковим корпусом шатуна та упорними щекками, закріплених на планці та пластині дозволили знизити вплив інерційних зусиль незрівноваженої маси шатуна при обертанні ексцентрикового вібратора та підвищити працездатність та довговічність пари шток-втулка (рис.2 поз. 11,15).

Запропонована конструкція вібраційної машини для знезаражування водних середовищ може застосовуватися для безреагентного знезаражування оброблюваних середовищ і не призводить до насичення їх хімічними реагентами.

Література

1. Вітенько Т.М. Гідродинамічна кавітація у масообмінних, хімічних і біологічних процесах: монографія / Т.М. Вітенько. – Тернопіль, в-во ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – 224 с.
2. Патент України N852136 кл. B01P5/00. опубл. 16.12.2002, Бюл. №12.
3. Патент на корисну модель №94358 України, МПК B01F 5/00. 4. Вібраційний кавітатор поршневого типа для активації рідини та її знезаражування /Сілін Р.С., Гордєєв А.І., Копицяк О.А. (Україна); заявник і патентовласник Хмельницький нац. ун-т. – у 2014 05860; Заяв. 30.05.2014. Опубл.10.11.2014. Бюл. № 21 – 4 с.
4. Спиваковский А.О. Вибрационные конвейеры и исполнительные устройства / А.О. Спиваковский, И.Ф. Гончаревич. – М., «Машиностроение», 1972. – 328 с.

FUNCTIONING OF VERTICAL FARMS IN THE ARCHITECTURE OF A GREAT CITY

Купець Б.І., Круть К.М.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: y_bilyk@meta.ua

Traditional agriculture uses too much energy and produces too few products for our planet. By 2050, the population of the planet will be about 9.2 billion people, 80% of whom will live in cities. Climate modeling implies drought, which will have a negative impact on farmland in Africa, Asia and the Americas. Auctions of land and land under animal husbandry will be catastrophically few, and so the nutrition of people will become a real problem. In this case, it is necessary to rethink the whole process of growing food ... One solution is to create vertical farms. Scientists are confident that a 30-storey farm will be able to feed 50,000 people, providing them with a well-balanced diet.

Considering the feasibility of the construction of similar farms in Ukraine, one should focus on the following aspects: 1) the possibility of placing a vertical farm in the urban environment, in particular in the combination of farms with schools, housing complexes, hospitals, office buildings. 2) cheaper products at the expense of transportation. 3) This system can work as small power plants, processing organic garbage

Vertical farm is a new phenomenon in agriculture. Based on the achievements of hydroponics, aquaponics - this is the next stage in the evolution of agriculture, where the area sown ten to fifteen square meters can be moved to two or three square meters of area, but several levels. The first vertical farm project was launched in 1999 when Dixon Despomerer, a professor of public health at Columbia City Planning and a 245 university university, taught the medical ecology to a group of seven postgraduate students, and they came up with a concept that has turned the concept of people to the present about growing food. Exploring the concept of gardening on roofs in Manhattan, they saw that there were only 13 acres of non-commercial roofs, so they decided to change the model from the creation of gardens on the roofs to the creation of gardens at different levels in abandoned buildings. This marked the beginning of the project of vertical farms.

The Harvest Green project of Canadian company Romses Architects. A huge building of a futuristic type, in which the cultivation of food is combined with housing functions, a market and a supermarket where you can buy farm products, as well as a research and educational institution with an agricultural slope (Fig. 1). The project involves the equipment of various caliber wind turbines on the roof and on open balconies, devices for collecting rain water and a plant for the production of biogas derived from waste "vegetable" and "animal" sectors of the tower. An important

advantage of mixing different areas of agricultural production in one building is that waste in one block may turn out to be a fertilizer for another.

"Agricultural Urbanism" - a project of a residential building, which combines the millennial experience of agriculture with modern construction. This is an example of a structure that can be integrated into a city boundary. His model consists of several levels. Each level has its own terrace, on which cultures can be grown individually or collectively. The crop may be distributed among the inhabitants of the building or sold for additional income. The structure and design of the project were designed to provide the required amount of sunlight to the vegetation, minimize pest interference and minimize waste through self-regulation. The designer of the project is Greg Chung Van Park.

Given that most of the city's nuclei are already densely built up, Daekwon Park offers a complementary set of structures that are added to existing ones in the city's central districts. These modular structures can function as a garden and places for the rest of the inhabitants, as well as as sources of oxygen for surrounding buildings. Such structures add a special aesthetic to the city's image, complementing it with those green spaces that are so often lacking. Some experts believe that this new agricultural method is completely possible and necessary for human survival, while others who are looking at it from a technical and scientific point of view have found obstacles. Experts are concerned about the possibility of outbreaks of epidemics in indoor ecosystems, at the same time as others are worried about how the quality of food will change. Among promising and economical technologies for growing agricultural products in vertical farms experts call: hydroponics - growing plants in a water stream without soil, with minimal water losses; and aquaponique - a combination of fish breeding with hydroponics .



Fig. 1 – Harvest green project, main building



Fig. 2 – "Zuidkas Sustainable Tower" in Amsterdam, Amsterdam

Vertical farm is more than a grocery factory. It can play the role of a small power plant, as well as recycle sewage. The wastewater system provides the most important farm resources: energy and water. The sewerage of the surrounding city can be redirected to the farm. At the moment, Ener Tech Corporation has developed the "SlurryCarb" system, which aims to heat and seal the waste, splitting it into carbon and water. The machine draws

water, and a continuous stream is burned in a steam turbine that generates electricity. The rest of the wastewater is treated with chemicals that kill bacteria, and after heating and drying, an upper layer of soil is obtained. Water, extracted from both processes, is filtered. The purified water is suitable for the needs of agricultural crops. From any waste of the economy, compost is made from which fertilizer and methane gas are produced.

Methane can be burned for extra energy. Thus, it is possible to highlight the following advantages of vertical farms:

1. Vertical farms increase the productivity of cultivated surfaces by a factor of 4 to 6, depending on the harvest.

2. Provide annual production of crops, as the harvest is not related to weather, as well as with geological phenomena such as droughts, floods, earthquakes, fires and pests.

3. Vertical farms practically exclude agricultural runoff because black water is recycled.

4. Food is organically grown, the use of herbicides, pesticides and fertilizers is refused.

5. The need for new agricultural land, the restoration of the functions of ecosystems and resources decreases.

6. Energy returns to the network through the generation of methane from the compost of inedible parts of plants and animals.

7. Vertical agriculture significantly reduces the use of fossil fuels, no tractors and plows.

8. Creates a sustainable environment in urban centers.

9. It may reduce the occurrence of an armed conflict for natural resources such as water and land resources for agriculture.

УДК 62-681

РОЗРОБКА 3D МОДЕЛІ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛАСТИНЧАТОГО РЕКУПЕРАТОРА

Курской В.С., Панчишин Б. Ю., Савицький О. Б.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: vk702713@gmail.com

Якість повітря всередині приміщення в значній мірі впливає на самопочуття та здоров'я людини. Для забезпечення рекомендованого складу повітря традиційно застосовується вентиляція з необхідною кратністю повітрообміну. Зважаючи на те, що на сьогоднішній день все більш актуальною постає проблема ефективного використання енергоносіїв - замість того, щоб просто видаляти відпрацьоване повітря

з приміщення, втрачаючи при цьому теплоту, яку воно несе, необхідно утилізувати теплову енергію, повернувши її до приміщення. Для цього використовують особливий тип вентиляційних систем – приточно-втяжні з рекуперацією. В якості об'єкту для моделювання та розробки було обрано пластинчастий теплообмінник. Серед аргументів на користь такого вибору є те, що пластинчасті рекуператори відрізняються низькою ціною, простотою виготовлення та монтажу. Конструкційно пластинчастий рекуператор повітря являє собою касету, що складається з тонкостінних панелей, з'єднаних між собою.

Метою даної розробки є не лише повторення існуючих конструкцій, а й удосконалення навичок моделювання в середовищі Solid Works та оптимізації ключових параметрів пристрою. Для рекуператора основним показником є ККД пристрою, зокрема актуальним є питання збереження теплоти приміщення. Для дослідження цих властивостей пристрою було створено модель рекуператора з двома блоками пластин (Рисунок 1, а) та проаналізовано ефективність її роботи в середовищі Flow Simulation (Рисунок 1, б).

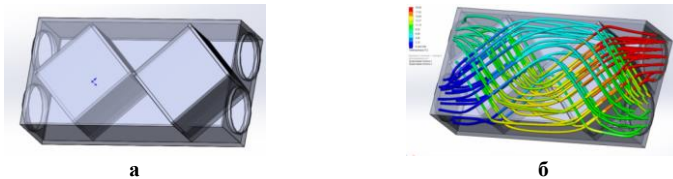


Рис. 1 – Модель рекуператора в середовищі Solid Works

В якості аргументу цільової функції було обрано величину зазору між пластинами при сталій площі забору повітря, а отже і площу теплообміну між потоками повітря. На рисунку 2 наведено графік залежності ККД пристрою від величини зазору. Як видно з графіку – на діапазоні дослідження прослідковується чіткий оптимум на величині зазору 3,5 мм. Саме така величина зазору була обрана при відтворенні касети (Рисунок 3) Таким чином, для створеної моделі було визначено оптимальне з точки зору ККД значення зазору



Рис. 2 – Залежність ККД теплообмінника від величини зазору між пластинами

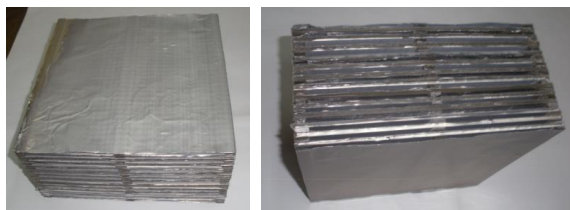


Рисунок 4- Касета теплообмінника.

Для визначення реальних показників продуктивності і ККД необхідно виготовити експериментальну установку. Після виготовлення та апробації можна буде зробити висновок про ефективність даної конструкції та доцільність її використання. Також дана розробка буде корисною для інженерів, аспірантів, магістрів і студентів в якості прототипу для подальшої роботи, а також для навчального процесу.

УДК 691.328.34 : 692.522.3

ЗБИРНО-МОНОЛІТНЕ ШАРУВАТО-ЗАЛІЗОБЕТОННО-ПІНОБЕТОННЕ ПЕРЕКРИТТЯ БУДИНКУ

Литвиняк О.Я.

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

E-mail: oksana_lytvyniak@ukr.net

Сучасне будівництво характеризується підвищеними вимогами до його тривалості, зниження матеріалоємності, забезпечення екологічності та енергозбереження. Обумовлені техніко-економічні показники в значній мірі визначаються монолітним залізобетонним перекриттям як одним із основних конструктивних елементів, що широко використовується у сучасних будівлях. Монолітному залізобетонному перекриттю властиві, як загально визнані переваги, так і такі особливості, що можуть бути певним чином удосконалені, а саме: низька звуко- та теплоізоляція, велика матеріалоємність, а отже значна вага, яка потребує підвищення несучої здатності колон, фундаментів, що в свою чергу спричинює зростання вартості будівництва [2]. Все це підтверджує актуальність наукових досліджень, що виконуються у зазначеному напрямку.

Покращення показників перекриття будівель може базуватися на комплексному поєднанні новітнього конструктивного виконання елементів перекриття з фізико-механічними характеристиками різних

будівельних матеріалів використовуваних в якості конструктивних, що дозволить отримати перекриття конкурентоздатне існуючим за несучою здатністю, технологічністю й економічністю, як для зведення нових будівель, так і здійснення реновації існуючих. Для розв'язування поставленої задачі розроблено збірно-монолітне шарувато-залізобетонно-пінобетонне перекриття (ЗШЗПП) [1].

ЗШЗПП – це комбіноване перекриття, яке складається з поздовжніх однакових балок (рис. 1).

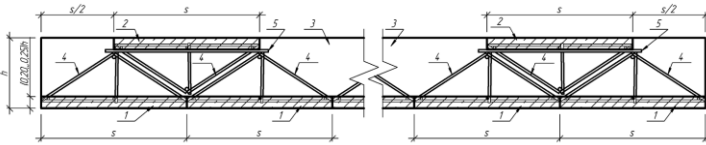


Рис. 1 – Поперечний переріз ЗШЗПП:

1, 2 – залізобетонний шар перекриття відповідно нижній та верхній; 3 – безавтоклавний пінобетон або фібропінобетон; 4 – просторовий арматурний каркас; 5 – поперечні арматурні стержні

Кожна балка конструктивно утворена із несучого просторового арматурного каркасу із шаром важкого бетону. Поздовжні балки у будівлі встановлюють згідно розробленої, розрахованої заздалегідь конструктивної схеми перекриття. Перекриття заповнюється шаром безавтоклавного пінобетону або фібропінобетону. ЗШЗПП працює як єдиний несучий елемент та сприймає у горизонтальній площині зовнішнє навантаження у двох координатних напрямках – поздовжньому, за рахунок сприйняття навантаження залізобетонним шаром, та по ширині, завдяки з'єднання між собою поперечними арматурними стержнями кінців верхніх поздовжніх арматурних стержнів кожного просторового арматурного каркасу. Поперечними арматурними стержнями з'єднують всі поздовжні балки нижнього залізобетонного шару між собою, а також можливим є сполучення між собою тільки кожної пари суміжних нижніх поздовжніх балок. Особливістю перекриття є те, що поздовжні балки верхнього залізобетонного шару над стиками кожної пари суміжних поздовжніх балок нижнього залізобетонного шару забезпечують несучу здатність перекриття. Використання безавтоклавного пінобетону або фібропінобетону і поєднання характеристик використовуваних матеріалів забезпечує енергоощадність та екологічність перекриття. З'єднання нижніх і верхніх поздовжніх балок безавтоклавним пінобетоном або фібропінобетоном дозволяє утворити суцільну конструкцію із відповідною несучою здатністю [1].

Використання ЗШЗПП має економічні переваги, оскільки дозволяє використовувати, як опалубку, повздожні балки нижнього залізобетонного шару, немає потреби у використанні важкої будівельної техніки та влаштування звуко- та теплоізоляційних шарів. Сумісне застосування традиційних (важкого бетону) і «нових» сучасних (безавтоклавного пінобетону чи фібропінобетону) матеріалів безпосередньо у конструктивних елементах будівель можуть забезпечити широке використання екологічно чистих, економічно доцільних, енергозберігаючих будівель з очікуваними експлуатаційних характеристиками [2].

Література

1. Пат. на винахід № 105880, МПК E04 B5/02; E04 B5/16; E04 B5/17, Залізбетонне перекриття будинку / Литвиняк О.Я., Демчина Б.Г.; заявник і патентовласник Національний університет "Львівська політехніка" – опубл. 25.06.2014 бюл. № 12/2014.
2. Литвиняк О.Я. Міцність і деформативність збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук.: спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / Литвиняк Оксана Ярославівна – Львів., 2015. – 24 с.

УДК 621.017

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ШТАМПІВ З ВИКОРИСТАННЯ SOLIDWORKS LOGOPRESS

Лучицький О.М., Ткачук В.П.

Хмельницький національний університет, Україна

При розробці оснащення для листового штампування досить складним завданням є проектування штампів послідовної дії, особливо таких, в яких чергуються як розділові, так і формотвірні операції. Саме для вирішення зазначених завдань і призначений Logopress - спеціалізований модуль САПР SolidWorks.

Головне завдання цього модуля - полегшення праці конструкторів, які проектують штапове оснащення. Logopress дозволяє проектувати штампи, в яких виконуються як розділові (пробивання, вирубування), так і формотвірні (згинання, витяжка) операції. Даний модуль дозволяє конструктору використовувати готовий алгоритм розробки штампа, спеціальні інструменти проектування, а також бібліотеки стандартних компонентів. Все це в

сукупності дає можливість конструктору сконцентрувати всю увагу на розробці принципової схеми штампа, що значно спрощує і прискорює процес проектування.

Logopress складається з трьох підмодулів, які виконують такі завдання:

- побудова розгортки;
- формування робочої зони штампа;
- просторова компоновка штампа.

Така структура програмного продукту дозволяє вести послідовний процес розробки штампа, в зв'язку з чим робота кожного наступного модуля ґрунтується на результатах роботи попереднього. Вихідними даними для розробки штампа є модель деталі. Перша операція при проектуванні оснащення - побудова розгортки вихідної деталі. На основі отриманої розгортки другий модуль формує робочу зону штампа. Останній етап роботи - це просторова компоновка штампа, яка виконується на основі побудованої в другому модулі робочої зони.

Робота по формуванню робочої зони штампа починається з вибору заготовки, габарити якої Logopress автоматично підбирає на підставі розмірів отриманої раніше розгортки деталі. Конструктор може модифікувати підібрані автоматично параметри в сторону зміни ширини перемички, кута нахилу і відстані між розгорненнями, їх зміщення до одного з країв листа заготовки, змінення кількості кроків штампування.

Наступним етапом проектування є створення пуансонів штампа, для чого Logopress має набір спеціальних інструментів. Одним з них є інструмент створення контурів пуансонів, на основі геометрії розміщених на заготівлі розгортки деталей. Після відтворення контуру, від конструктора потрібно тільки задати загальну висоту пуансонів і глибину їх проникнення в матрицю. Аналогічним чином будуються крокові ножі, якщо вони передбачені конструкцією штампа.

Після того як створені всі пуансони і звільнені області згину, можна приступити до імітації процесу гнучкості. У конструктора є можливість вибору - виконати на даному етапі згинання на повний або частковий кут. Відповідно, згинання, на даному етапі виконується на заданий конструктором кут (повний або частковий) плюс кут відпружинення.

На заключному етапі формування робочої зони штампа готова деталь відділяється від стрічки вирубкою перемички. Паралельно з процесом компоновки робочої зони проводяться розрахунки, необхідні в підготовці технологічного процесу обробки (див. рис. 1).

Step : 94.499 мм
Strip width : 91.916 мм
Thickness : 1.400 мм
Material : CRS Soft
Total Force : 26 T
Total Cutting Force : 24.80 T
Total Forming Force : 364 daN
Stations number : 5
% material lost : 44%
Punches perimeter : 1020.098 мм
Weight of the part опри for strip-1 : 53.496 Gr
Unit basic weight : 94.851 Gr
Part surface area (for treatment) опри for strip-1 : 10323.000 мм²

Рис. 1 – Результати розрахунків

Просторова компоновка штампа виконується на основі компонування заготовки і робочого інструменту, отриманої в другому модулі Logopress. Робота конструктора починається з формування набору плит майбутнього штампа. При створенні штампа використовуються бібліотеки плит-заготовок. Бібліотека плит-прототипів доступна для редагування, її можна доповнювати плитами, побудованими користувачем.

Після створення набору плит модуль дозволяє за допомогою вбудованих інструментів зробити в них отвори під пуансони.

На заключному етапі можна приступити до вставки стандартних компонентів, таких як гвинти, втулки, направляючі колони і так далі (див. рис. 2).

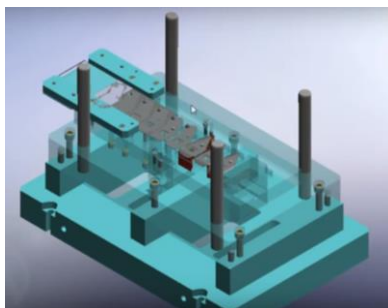


Рис. 2 – 3D модель штампа послідовної дії (Logopress)

Література

1. Аникин А. Д. Автоматизация проектирования штампов для холодной листовой штамповки. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1986. 191 с.

ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ

Дробот О.С., Підгайчук С.Я., Яворська Н.М.

Хмельницький національний університет, Україна

Гідроізоляція забезпечує захист від руйнівного впливу вологи, якому піддаються всі елементи конструкції будівлі, починаючи від фундаменту, стін, покрівлі і закінчуючи внутрішньою обробкою. Залежно від елементів конструкції і умов подальшої експлуатації підбираються ті чи інші гідроізоляційні матеріали.

Гідроізоляція може бути для внутрішніх або зовнішніх робіт. Також гідроізоляцію класифікують за основним компонентом - це може бути бітум, мінеральні компоненти, полімерні або бітумно-полімерні. В залежності від способу укладання та фізичного стану гідроізоляційні матеріали можуть бути рулонні, плівкові, обмазувальні, мембранні, порошкові, проникаючі, штукатурні, обклеювальні, фарбувальні, а також багато інших.

Поширеними гідроізоляційними матеріалами, які використовуються в будівництві та ремонті є порошкові гідроізоляційні матеріали. Це різні сухі суміші на основі цементу з додаванням пластифікаторів, клеючих і в'язучих компонентів. Їх особливістю є те, що вони готуються безпосередньо перед нанесенням на поверхню. Процес приготування такий же, як приготування будь-яких сухих будівельних сумішей. Такі гідроізоляційні матеріали часто використовуються для басейнів, при створенні бетонних стяжок або для штукатурки стін у підвалах. Порошкові матеріали мають досить високі гідроізоляційні якості. Вони проникають у всі можливі щілини, тріщини і заповнюють собою будь-які порожнини. Нажаль, у порошкової гідроізоляції є один істотний недолік - суміш дуже швидко висихає, тому доводиться робити заміси маленькими порціями і наносити на невеликі площі.

Одним із компонентів порошкових гідроізоляційних матеріалів є глина. Глина - це осадова гірська порода, яка складається переважно з алюмосилікатів, каоліну, монтморилоніту. Суміш оксидів алюмінію і кремнію визначають її склад. Частинки, що становлять основу глини, мають дуже маленькі розміри, менше 0,005 міліметрів. Завдяки такій структурі, ця речовина має аморфну, колоїдну структуру. Основні її властивості це велика пластичність, вогнетривкість, спікливість, дисперсність. Глина є найкращою природною гідроізолюючою речовиною, вона абсолютно не пропускає воду. Відомо, що для

виробництва портландцементу застосовують тонко розмелений порошок з суміші глини і вапняку, підданих тепловій обробці при температурі до 1500 °С. Існування гірської породи, мергел, яка є сумішшю вапняку і глини, дозволяє значно спростити виробництво цементу. Штукатурки і шпаклівки на цементній основі після висихання не дають усадкових тріщин і стійкі до атмосферного впливу. Покриття, які одержують з сухих сумішей на основі портландцементу і глиноземистого цементу, можуть експлуатуватися у вологих умовах, на відміну від сухих сумішей на основі гіпсу і вапна, які можна експлуатувати лише в сухих приміщеннях.

Одне з найбільших промислових родовищ сапонітової глини Європи розташоване в північно-західній частині Хмельницької області, в Славутському районі України.

Ці запаси містять більше 100 мільйонів тон сапоніту [1]. Крім того, для компенсації зростаючого попиту на цей матеріал, була створена синтетична форма сапоніту [2-4].

Завдяки великій площі питомої поверхні, оптимальним реологічним характеристикам, каталітичним та сорбційним властивостям сапонітової глини широко використовують у різних галузях промисловості України та світу. Головні напрямки використання сапонітових глин пов'язані з реальною потребою в них різних галузей народного господарства.

Для покращення гідроізоляційних властивостей промислових порошкових матеріалів та для їх здешевлення пропонується вводити добавки сапонітової глини до сумішей гідроізоляційних матеріалів.

Всі сучасні матеріали виготовляються за технологією, що дозволяє полегшити облаштування і при цьому досягти максимально можливого захисного ефекту. Однак, не всі компоненти таких матеріалів є екологічно безпечними, правильно підібрані природні матеріали можуть стати запорукою успішного захисту від вологи і забезпечити довговічну експлуатацію всієї споруди в цілому.

Специфічною рисою ринку сухих будівельних сумішей є суттєва залежність ціни від транспортних витрат, бо 98% (за масою) сировини становлять цемент, гіпс, вапно, пісок і крейда, тобто дешеві матеріали, родовища яких є в кожній країні, тому логічним є пошук та використання власних сировинних родовищ та розробка нових складів та технологій отримання будівельних матеріалів.

Література

1. Hrytsyk, V.E., Sedimentary rocks and ores. 1984(Kiev Naukova Dumka): p. 162-167.

2. Prikhod'ko, R., et al., Nonhydrothermal synthesis and properties of saponite-like materials. Russian journal of applied chemistry, 2003. 76(5): p. 700-705.
3. Klopogge, J.T., S. Komarneni, and J.E. Amonette, Synthesis of smectite clay minerals: a critical review. Clays and Clay Minerals, 1999. 47(5): p. 529-554.
4. Albeniz, S., et al., Synthesis and characterization of organosaponites. Thermal behavior of their poly(vinyl chloride) nanocomposites. Applied Clay Science, 2014. 99: p. 72-82.
5. Tanaka, Y., T. Okada, and M. Ogawa, Preparation and properties of trans-2-butene-1, 4-bis (triphenylphosphonium)-saponite. Journal of Porous Materials, 2006. 13(2): p. 157-161.

УДК 573.3

МОДЕЛЬ ТОНОМЕТРИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РОГОВИЦУ ГЛАЗА ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ

Михнович М.О., Чигарев А.В.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

E-mail: tmech@bntu.by

Пневматическая тонометрия представляет собой бесконтактный способ оценивания внутриглазного давления с использованием струи воздуха. Преимуществом этого метода является возможность измерения ВГД (внутриглазного давления) без непосредственного контакта прибора с роговицей глаза, что не требует применения местной анестезии и исключает риск инфицирования.

Созданы тонометры, позволяющие измерять уровень ВГД в домашних условиях, самостоятельно в любое время суток с необходимым количеством измерений в комфортных для человека условиях.

Однако существующие пневмотонометры дают тем большую погрешность измерений, чем выше уровень ВГД. Для разработки алгоритмов более точной оценки ВГД на основе пневмотонометрических исследований требуется разработать более точную биомеханическую модель взаимодействия струн воздуха с роговицей, на основе чего производится оценивание ВГД по алгоритмам теории фильтрации. В докладе предлагается модель контактного взаимодействия роговицы глаза, моделируемой сферической оболочкой со струей воздуха, моделируемого эквивалентным упругим телом с эффективными упругими свойствами. Для обработки данных предлагается использовать алгоритм Калмана - Бьюси.

Литература

1. Чигарев А. В. Биомеханика: учебное пособие для вузов / А. В. Чигарев, Г. И. Михасев, 2004. - 284 с.

2. Бауэр С.М., Воронкова Е.Б. Модели теории оболочек и пастин в задачах офтальмологии // Весник – СПбГУ. Сер. 1. – 2014. –Т.1 (59), № 3. – С. 438-458
3. Henryk Kasprzak. Selected parameters of the corneal deformation in the Corvis tonometer /Robert Koprrowsk, Anita Lyssek-Boron, Anna Nowinska, Edward Wylegala, Henryk Kasprzak and Zygmunt Wrobel. BioMedical Engineering OnLine2014
4. Henryk Kasprzak. Model of the optical system of the human eye during accommodation. <http://www.blackwell-synergy.com/>

КАЛЬЦІЙ-ФОСФАТНІ ПОКРИТТЯ НА ТИТАНІ

Проскурняк Р., Ткачук О.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Україна

E-mail: proskurnjak83@gmail.com

Кальцій-фосфатні покриття забезпечують функціональні властивості медичних імплантів, тому їх розробка є перспективним напрямом досліджень. Широкого застосування набув метод плазмо-електрохімічного окислення (ПЕО) у водних розчинах електролітів як метод нанесення біоактивних кальцій-фосфатних покриттів на поверхню титану. Покриття, отримані методом ПЕО, багат шарові, володіють хорошим спектром фізико-хімічних властивостей: висока корозійна стійкість, зносостійкість, твердість, адгезія.

В даній роботі кальцій-фосфатні покриття на технічно чистому титані ВТ1-0 осаджували за напруги 140; 160; 180; 200; 220 В. Компоненти для електроліту отримували з водного розчину за реакцією: $10\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 20\text{NH}_4\text{OH} = \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + 20\text{NH}_4\text{Cl} + 18\text{H}_2\text{O}$. Отриману сполуку промивали в гарячій дистильованій воді від хлориду амонію до $\text{pH}_{\text{промивних вод}} = 7$. Для провідності і додаткових іонів фосфору в електроліт додавали 85% ортофосфору кислоти. Поверхню титану ВТ1-0 перед осадженням знежирювали у спирті та для отримання високорозвинutoї поверхні, що дозволить підвищити адгезійну міцність покриття, травили у концентрованій хлоридній кислоті протягом 0,5 год.

За напруги 140-180 В на поверхні технічно чистого титану ВТ1-0 формуються тонкі плівки кальціє-фосфатних сполук пористої структури, про що свідчать результати XRD, EDX та SEM аналізу поверхні. З підвищенням напруги покриття потовщуються, змінюється їх морфологія і поруватість, а також співвідношення Ca / P у покритті. Так, сформовані за напруги 140 та 160 В покриття однакової морфології, зі збільшенням напруги поруватість покриття зменшується. Покриття, сформоване за напруги 180 В, має губчасту структуру, його поруватість

висока. Кальцій-фосфатні покриття на титані VT1-0, до складу яких входить гідроксиapatит ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)(\text{OH})_2$), монокальцевий фосфат моногідрат ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), пірофосфат титану (TiP_2O_7), отримували за напруги 200 і 220 В.

Показано, що зміною напруги в умовах синтезу покриття можна впливати на його морфологію, формуючи від високопористого за напруги 180 В до покриття із сфероїдальними утвореннями за напруг 200 і 220 В.

УДК 72.013

ФУНКЦІЯ, ФОРМА ТА ЗНАЧЕННЯ В АРХІТЕКТУРІ

Сахно Т.Г.

Магістрант Вищої Національної архітектурної школи Валь де Сен, Франція

Ще не так давно в теорії архітектури взірцевою вважалась формула Вітрувія, який обґрунтував першооснови архітектури принципами міцності, користі та краси. Але сьогодні не актуально шукати суть архітектури у вітрувіанській тріаді, так як сьогодні ця формула цікавить лише студентів та «класицистів». Архітектурна форма все частіше залежить не від матеріалу, як у Вітрувія, а від побажань замовника чи самого архітектора.

Один теоретик архітектури пояснював значення архітектури на прикладі простої кулькової ручки. Вона була стара та безкорисна, але чимось тішила філософа. І хоча від цієї ручки не було ніякої користі, вона багато значила для нього, так як це була згадка від його діда, відомого французького письменника, який написав кілька сотень творів саме цією ручкою. Можливо це простий приклад, як результат, в архітектурі відбувається схожий феномен. Будівля може втратити свою природню функцію та частково форму, але не значимість.

Поняття «функція» бере свій початок з ХХ століття завдяки вислову американського архітектора Луї Саллівана "Форма слідує функції"[1]. Це твердження пов'язане з модернізмом більш відомим, як функціоналізм. Краса для модерністів полягає в чистоті функції, відсутності декоративності та орнаменту. Здавалося, що для краси архітектурної форми достатньо дотримання усіх функціональних аспектів. Але з приходом модернізму, і як результат виникненням принципу різності культур, архітектурна форма стала незворотно відриватися від функції, а сама функція перетворилась скоріше на

ідеологію, де повної гармонії між функцією та формою досягти не можливо.

Коли будівля втрачає свою первісну функцію і починає "нове життя", адаптуючись до іншого призначення, її естетична цінність проявляється ще більше. Проте історичний досвід показує, що "форми шукають нові функції, так само як краби-самітники шукають порожні домівки"[2], доводить нідерландський архітектор та теоретик Рем Колгас у своїй публікації «Junkspace», підкреслюючи важливість обох компонентів в архітектурі.

Займаючись пошуком максимально раціонального простору з дотримання правил функціоналізму, послідовники модернізму дуже швидко зрозуміли, що для досягнення естетичної виразності будівлі однієї функції не достатньо. Архітектурна форма, яка наче «наслідувала функцію», була настільки спрощеною, що втрачала свою емоційну виразність, та перетворилася на предмет глобальної індустріалізації та стандартизації.

Така архітектурна форма послугувала сюжетом для відомого радянського сатиричного фільму «Іронія долі», який висміює в свою чергу масову стандартизацію типового панельного житла у радянському просторі? Це карикатурний приклад того, що архітектура не тільки втратила свою ідентичність, але стала монотонною, що в свою чергу назавжди змінила спосіб життя суспільства.

Під ідеологією "машини для життя" (Ле Корбюз'є), такі соціальні експерименти не виправдали себе, оскільки з'ясувалося, що життя в цих "сучасних" типових кварталах було не таке зручне, як бажали його творці. Психологи та соціологи прийшли до висновку, що умови життя в цих нових кластерах мали гірший вплив на фізичне та психічне здоров'я, ніж у старих задушливих районах, проти яких так боролися модерністи. Перше соціальне житло модернізму, яке зруйнували, це проект Прюїтт–Айгоу в американському містечку Сент-Луїс. Цей день Чарльз Дженкс, історик архітектури постмодернізму, охрестив «днем смерті сучасної архітектури».

Криза «раціональної» модерністської архітектури та критика соціальних житлових проектів привела до виникнення формальної утопічної архітектури. Її пошуками вперше займалися англійські архітектори Archigram. На зміну статичної геометричності модернізму приходять футуризм та динамізм. Прикладом цього, служать такі проекти як, «Walking city» чи «Plug-in-city». Це і є доведення до абсурду

сприйняття архітектури модернізму як функції, через характерну іронію та утопію, яка виникла на етапі постмодернізму.

Архітектурна форма – це метаморфоза, яка постійно змінюється, пристосовуючись до того чи іншого середовища. У розумінні її морфології вирішальне значення має історія. Створення нових архітектурних форм підвладне технічному прогресу та новим соціальним функціям. І, як це не парадоксально, але саме історія зістарює ці функції та методи будівництва.

Форма слугує образним інструментом архітектора, через який можна розказати про історію чи задум архітектурного об'єкту, здивувати глядача чи дезорієнтувати, і головне, передати його суть. Можна скопіювати вже відому архітектурну форму, забезпечити її функціональність, але не можна передати її оригінальну сутність. Архітектурна форма піраміди Лувра навряд чи корелює з єгипетськими пірамідами, хоча і має схожу геометрію, і навіть пропорції. Піраміди Гізи - це монументальна кам'яна конструкція, а піраміда Лувра виготовлена зі скла, що створює відчуття крихкості та легкості. Її форма самодостатня і не потребує метафор. Вона як той дорогоцінний камінець в якому відображається вся помпезність музею з його монументальністю. Піраміда символізує вхід до Лувру.

За словами мого вчителя Георгія Негає: «Якщо композитор, створив посередній музичний твір, його можна просто не виконувати. Якщо художник написав не шедевральну картину, її можна просто сховати і не експонувати. А якщо архітектор збудує невдалий архітектурний ансамбль, то його нікуди не дінеш. Він буде мозолити очі десятки і сотні років»[3]. Як архітектор та теоретик архітектури з п'ятдесятирічним досвідом роботи, він підкреслює роль емоцій в організації простору, приводячи для цього свою модель оцінювання емоції в архітектурному середовищі[4].

"Кажуть, що архітектура не є абстрактним поняттям, вона немає нічого спільного з емоціями, архітектура це де «form follows function» (форма наслідує функції)"[5], говорить американський архітектор деконструктивіст Даніель Лібескінд. За його словами, саме нейтральний, "стерильний" архітектурний простір є найбільш агресивним для емоційного сприйняття.

Одні живуть навіть не помічаючи архітектуру, а інші отримують від неї емоцію. На етапі задуму, креслення чи реалізації, архітектура звертається насамперед до серця та розуму. Без емоції не можливо сприйняти та усвідомити архітектурний задум. Як говорив

англійський політик Вінстон Черчілль: «Спочатку ми створюємо архітектуру, а потім вона створює нас». Архітектура нас оточує, ми з нею співіснуємо. В той же час вона впливає на нашу психіку і емоційне здоров'я, а її призначення позитивно діяти на суспільство. Архітектура звертається до емоцій людини через форму, функцію та значення (Рис. 1).

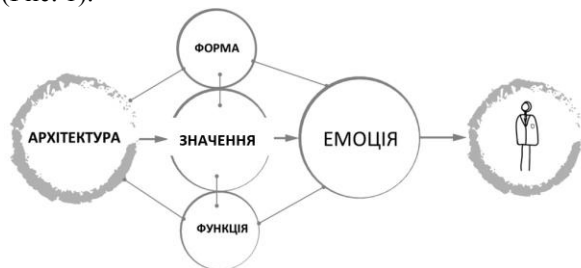


Рис. 1 – Зв'язок між архітектурою та людиною. Ілюстрація від автора.

Література

1. Sullivan, Louis H., "The tall office building artistically considered," Lippincott's Magazine, March 1896, p.5
2. Rem Koolhaas, Junkspace. Repenser radicalement l'espace urbain, Manuels Payot, 2001, p.89
3. «PERSONA GRATA»: АРХІТЕКТОР ГЕОРГІЙ НЕГАЙ, web : <https://poltava.to/project/683/>
4. NEGAY G.A, Architectural Environment and Emotions Intellectual archive, February 2018, p. 59-78 Сайт публікації: <http://www.intellectualarchive.com>
5. Daniel Libeskind | Emotion in Architecture: <https://www.youtube.com/watch?v=j64YQdrE5CU>

УДК 721.001:721.02.22

ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ АРХІТЕКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ В SOLIDWORKS

Слащук В.О.¹, Shalapko O. Yu.²

¹Хмельницький національний університет, Україна

²Lublin University of Technology, Poland

E-mail: slashchuk_viktor@ukr.net

Метою публікації є продемонструвати можливості системи автоматизованого проектування та інженерного аналізу SolidWorks для проектування та дослідження будівельних каркасних, корпусних конструкцій, декоративних елементів та будівель в цілому.

У багатоквартирних висотних будинках переваги надаються будівництву з цегли, панельним конструкціям, монолітній, монолітно-каркасній, або збірно-монолітно каркасній системам.

При будівництві нежитлових будівель – каркасні і безкаркасні, збірні і монолітні, з плитно-стрижневою структурою і конструкції з несучих елементів без проміжних опор і т.д.

Будівельні конструкції за призначенням діляться на несучі, огорожувальні, суміщені та конструкції допоміжного призначення.

Основними вимогами до несучих конструкції на сьогоднішній день є:

- Технологічна зручність збирання та транспортування;
- економічність виготовлення (дешева технологія виготовлення, використання доступних матеріалів, тощо);
- можливість масового промислового виробництва.

На сьогоднішній день найбільш розповсюдженими стали проекти замських каркасних або об'ємно-блочних житлових будинків. Їх перевагами є швидкість будівництва, економічність, використання сучасних матеріалів, розробка індивідуальних архітектурних рішень та дизайну.

Для визначення оптимальних параметрів конструктивних елементів, способів їх кріплення, побудову детальної тривимірної моделі будівлі, проведення досліджень конструкції на міцність можна використати систему автоматизованого проектування та інженерного аналізу SolidWorks.

За допомогою засобів дво- та тривимірної побудови можна змодельовати будь-який об'єкт. Для прикладу, на рисунку 1 наведено тривимірну модель будівельної ферми.



Рис. 1 – Модель ферми

Окрім простого моделювання конструкцій, програмні засоби SolidWorks дозволяють провести дослідження на міцність, різних схем навантаження. На рисунку 2 показаний результат дослідження на міцність каркасної конструкції нежитлової будівлі, який демонструє напружено-деформований стан конструкції.

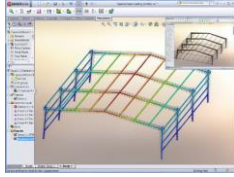


Рис. 2 – Результат дослідження

Також у SolidWorks можна розробляти не лише конструкції, а й декоративні елементи, архітектурні деталі фасадів будинків тощо. На рисунку 3 показані модель сходів, декоративної розетки та ліпнини.



Рис. 3а – Модель сходів



Рис. 3б – Модель розетки



Рис. 3в – Модель ліпнини

Засобами SolidWorks можна створювати повноцінні тривимірні моделі з високою деталізацією об'єктів. Як показано на рисунку 4, можна створювати реалістичні моделі, як зовнішнього вигляду будівлі так і внутрішнього житлового або виробничого простору.



Рис. 4а – Реалістична модель екстер'єру будинку розробленого у SolidWorks



Рис. 4б – Модель інтер'єру розроблена у SolidWorks

Розробка моделей будинків дозволяє виявити конструктивні недоліки на етапі проектування, внести зміни в будівельний проект, представити замовнику детальну тривимірну модель і переконатись, що будівля вдало вписується в архітектурний ансамбль.

УДК 721

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОЗБЕРЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ НА БАЗІ ТЕРМІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ

Слащук О.О.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: Slashchuk.O@ukr.net

Останніми роками процеси теплозбереження житлового фонду регулюються на державному рівні, але процеси залучення енергоефективних технологій для забезпечення комфортних умов проживання рухається досить повільно. Це може пояснюватися низьким рівнем доходів окремих прошарків суспільства, соціальною пасивністю громадян, відсутністю необхідних знань на ринку енергоефективних технологій, тощо.

Найбільш поширеним способом збереження тепла у квартирах є зовнішнє утеплення фасаду. Перевагами такого способу заощадження тепла можна вважати:

- уже створені державні норми регулювання [1, 2];
- відпрацьовану технологію;
- широкий спектр доступних матеріалів;
- державні програми відшкодування частини коштів на утеплення будинків.

До недоліків відносяться:

- недотримання відповідних нормативних норм утеплення фасадів будинків;
- індивідуальне («клаптикове») утеплення окремих ділянок, що призводить до естетичного та фізичного руйнування фасадів будинку.

Вирішити такий спектр проблем можливо за рахунок комплексного утеплення будинку, який включає утеплення не лише фасадних частин, але й горища та підвалу. Це дає ряд переваг:

- рівномірний теплообмін;
- збільшення строку експлуатації;
- привабливий зовнішній вигляд будинку.

Правильне комплексне утеплення будівель передбачає розробку та чітке дотримання норм проекту, для якого необхідно отримати відповідні до законодавства дозволи [3], за яким здійснюється державний контроль.

На думку авторів, процесами теплозбереження необхідно займатися на стадії проектування будівельної споруди. Це дає можливість підібрати необхідні матеріали та способи енергозбереження і закласти їх вартість в ціну, також на стадії зведення будинку легше вносити корективи опираючись на конкретні розрахунки відповідно до проекту.

В роботі пропонується проводити розрахунок енергоефективного утеплення стін житлових будинків за допомогою компонентів системи автоматизованого проектування SolidWorks.

Для термічної перевірки було створено тривимірні моделі у SolidWorks, користуючись державним стандартом [4], рисунок 1.

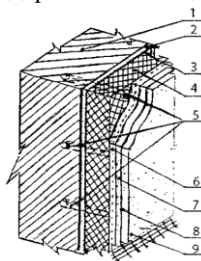


Рис. 1 – Схема зовнішнього утеплення несучої стіни

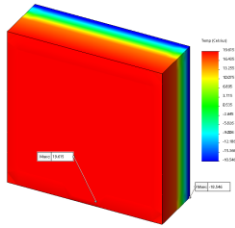
На рисунку 1 позначені елементи: 1 – несуча частина стіни; 2 – ґрунтувальний, і в разі потреби, вирівнювальний шар; 3 – високоадгезійний клей; 4 – теплоізоляційний шар; 5 – дюбель (анкер тощо); 6 – захисний шар із сіткою зі скловолкна; 7 – вирівнювальний шар (за потреби) або другий шар захисного покриття; 8 – адгезійний ґрунтувальний шар; 9 – декоративно-захисне покриття.

Перевірялися моделі стіни:

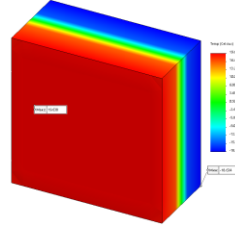
1. Стіна з зовнішнім утепленням.
2. Утеплення всередині стіни, коли плита утеплювача повністю заповнює простір між цеглою.

У якості утеплювача використовувалися бюджетні матеріали: Пінопласт марки ПСБ-С-15 товщиною 150 мм.

Результати термічного дослідження цих моделей можна побачити на рисунку 2.



а) модель несучої стіни з зовнішнім утепленням



б) модель несучої стіни із утепленням між цеглою

Рис. 2 – Результати термічного дослідження

Результати дослідження для обох моделей дуже близькі. Температурне відхилення від початкового значень у $+20^{\circ}\text{C}$ всередині будівлі не перевищує $0,4^{\circ}\text{C}$ за температури ззовні -20°C . Ззовні температура стін підвищилась приблизно на $1,3^{\circ}\text{C}$, при утепленні між стінами, та на $1,5^{\circ}\text{C}$, при зовнішньому утепленні. Це говорить про хороші ізоляційні можливості матеріалу, який використовується для утеплення, а також вдале архітектурне рішення.

На рисунку 3, представлено результати термічного дослідження стіни без утеплення.

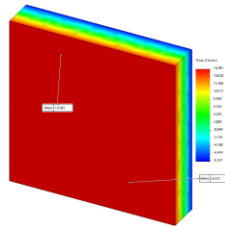


Рис. 3 – Результати термічного дослідження моделі стіни без утеплення

Як видно з рисунку, температура стіни всередині приміщення знизилася більше ніж на 3°C , температура ззовні навпаки підвищилася до $-8,5^{\circ}\text{C}$. Фактично, замість збереження тепла в приміщенні, відбувається нагрівання стін, які за рахунок високого коефіцієнту теплопередачі втрачають тепло. За таких умов необхідно підвищувати температуру всередині приміщення на $4 - 5^{\circ}\text{C}$, що недоцільно в умовах енергозбереження.

Висновок

За умов використання енергоефективних технологій з метою термомодернізації доцільно проводити комплексне утеплення будівель, яке включає підвал, несучі стіни та горище.

Перевагами утеплення всередині стіни є збереження фасаду будівлі у первинному вигляді відповідно до архітектурної ідеї.

За допомогою комп'ютерної симуляції, можна бачити температурні зміни у різні пори року, всередині та ззовні будівлі, на стадії створення архітектурного проекту, що дає змогу вносити корективи і закладати витрати в ціну зведення.

Література

1. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. ДБН В.2.6-33:2008. Київ Мінрегіонбуд України 2009.
2. Пожежна безпека об'єктів будівництва. ДБН В.1.1.7-2002. Київ Держбуд України 2003
3. ЗАКОН УКРАЇНИ №417-19 Редакція від 23.07.2017. Про особливості здійснення права власності у багатоквартирному будинку.
4. Національний стандарт України. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Київ Мінрегіонбуд України 2009, ст. 7

УДК 621.017

РОЗРОБКА КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ В САМ ESPRIT ДЛЯ ТОКАРНО ФРЕЗЕРНИХ ОПЕРАЦІЙ

Сухотін Д.І., Савицький Ю.В.

Хмельницький національний університет, Україна

При покупці і введенні в експлуатацію багатозадачних верстатів, оснащених віссю В, головним виробничим завданням є використання дорогого устаткування з максимальною ефективністю. Це означає, що необхідно в найкоротші терміни задіяти весь технічний потенціал складного токарно-фрезерного обробного центру. Допомогу у вирішенні даного питання пропонує американська компанія DP Technology з флагманським продуктом - САМ системою ESPRIT (рис. 1), яка має представництво і повноцінний сервіс в Україні.

Пятиосеві стратегії обробки в ESPRIT - це надійні і перевірені в заводських умовах рішення для багатозадачних верстатів, розроблені в тісній співпраці з провідними виробниками металорізального обладнання. ESPRIT дозволяє реалізувати всі переваги такого дорогого засобу виробництва, як багатозадачний обробний центр, включаючи використання керованої осі В при токарно-фрезерній обробці, за рахунок програмних рішень для верстатів даного типу.

На верстатах з віссю В, як правило, виготовляють деталі типу тіл обертання, геометрія яких містить кілька граней і елементів, розташованих під різними кутами до осі обертання. Устаткування такого класу може застосовуватися для виготовлення валів з пазами і канавками різного типу (прямими, косими), а також корпусів і державок ріжучого інструменту.

ESPRIT дозволяє програмувати неперпендикулярні до поверхні обробки багатокоординатні переміщення інструменту, необхідні для обробки важкодоступних зон і кутів переходу в медичних компонентах, деталях складної форми гідро і газодинамічного устаткування, каналів охолодження ріжучого інструменту і т.д. Приклад такої деталі представлено на рис. 1.

Налаштування верстата в ESPRIT включають інтерфейс, що дозволяє визначити всі необхідні параметри револьверних головок і шпинделів обладнання для гарантованого забезпечення точної верифікації обробки (рис. 2). Налаштування верстата дозволяють імпортувати твердотільні моделі будь-яких компонентів верстата в форматі STL. Кожному компоненту може бути призначений вид руху (лінійний або обертальний) для достовірної динамічної симуляції операцій обробки.

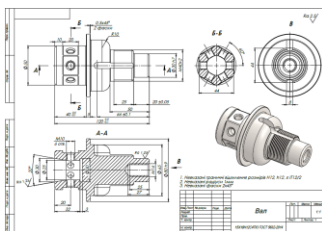


Рис. 1 – Креслення деталі

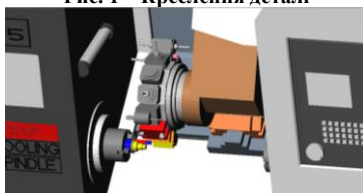


Рис. 2 – Візуалізація оброблення деталі в CAM Esprit

Після того як стратегія обробки створена і перевірена в симуляторі, постпроцесор генерує G-код для всіх фрезерних і токарних операцій. Це дає переваги перед САМ системами, де користувач змушений генерувати керуючі програми для фрезерних і токарних

операцій окремо, а потім об'єднувати їх в одну програму для відправки на стійку ЧПК.

Література

1. DP Technology's ESPRIT 2017 Help ESPRIT Getting Started
2. HAAS Automation <http://www.haascnc.com/home.asp>

УДК 72.014

КОМПОЗИТНИЙ ОРДЕР В АРХІТЕКТУРІ М.ХМЕЛЬНИЦЬКОГО (УКРАЇНА)

Чебан М.О., Негай Г.А.

Хмельницький Національний Університет, Україна

E-mail: cheban.mykola2000@gmail.com

Архітектурний ордер, порядок (лат. *ordo*, фр. *ordre* — порядок) – конструктивна система, що виросла на основі доведеної до вищого ступеня досконалості стійко-балкової конструкції. Ордер є одночасно і конструктивною, і художньою системою. Назву *ордер* уперше вжив теоретик архітектури другої половини I століття до н. е. Вітрувій, автор трактату «Десять книг про архітектуру».

Використання ордерної системи уможливило створення визначних архітектурних творів. Римські ордери втрачають функцію несучої конструкції, а здебільшого прикрашають будівлю, розчленовуючи стіну по горизонталі. З'являються багатоярусні ордери, напр. у Колізеї (75 — 80 н. е.), де поєднано доричний, іонічний та коринфський архітектурні ордери.

Композитний ордер (італ. – мішаний) – один із ордерів класичної архітектури. Поєднує елементи іонічного і коринфського ордерів; відзначається особливою пишнотою і помпезністю.

Капітель колони композитного ордеру часто має чотири великі волоти як у іонічному ордері, а дзвін оточено двома ярусами акантового листа подібно коринфському (Рис. 1). Капітель інколи оздоблюється скульптурними зображеннями гіпокампів, грифонів, кентаврів,

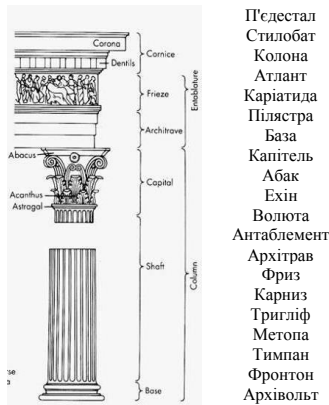


Рис. 1 – Капітель колони композитного ордеру

через що вона походить на бестіарій з ботанічним садом. Антаблемент – складний і розкішно декорований.

Поява особливого різновиду коринфського ордеру - складного або композитного викликано прагненням римлян до пишних прикрас. Нерідко такі капітелі в Стародавньому Римі прикрашалися укомпонованими в них скульптурними зображеннями, наприклад Геркулеса на капітелі з терм Каракалли.

Пропорції складного ордеру ті ж, що і в коринфському. Вони розрізняються лише по композиції гуська і бази п'єдесталу. Це ж відноситься і до бази колони.



Основна частина

В архітектурі м. Хмельницького композитний ордер представлений будівлею по вул. Проскурівській, 43. Цей Будинок культури є пам'яткою місцевого значення Хмельницького.

Будинок, що зараз знаходиться за адресою вулиця Проскурівська, 43, хоча і трохи «схований» за сусідніми будинками, проте розвернутий фасадом до центральної вулиці міста і є однією зі споруд, побудованих в стилі «модерн», які на початку 20 століття були окрасою міста. Архітектурні споруди у стилі «модерн», побудовані тоді, мали подібні риси у своєму зовнішньому вигляді. Ці риси притаманні і будинку, який в той час був театром Шильмана. В них великі вікна, в оформленні будинку присутні пілястри і напівпілястри. Будинок виділяється стрункою композицією (Рис. 3).

Звісно, композитний ордер у даному будинку відрізняється від класичного римського.

По-перше, одразу видно, що сама опора представляє собою пілястру, а не колону, як у римському ордері. По-друге, у даному будинку пілястри не досягають до землі, а зупиняються на арці входу, тому тут немає п'єдесталу і бази. Капітель має волоти та аканти, характерні для композитного ордеру. Крайні інтерколумнії дорівнюють 3 модулям, а середній – 4 модулям.

У цьому випадку використаний антаблемент з модульйонами, які підтримують верхню частину карнизу.

Ще одним яскравим прикладом цього ордеру є будівля по вул. Кам'янецька 71/7. Хмельницька обласна філармонія є значним культурно-мистецьким осередком міста й регіону. Естетичні якості будівлі досягнуті зокрема завдяки застосуванню в ній композитного ордеру. Цей архітектурний елемент можна побачити тільки зблизька, так як він схований за двома рядами колон іонічного ордеру (Рис. 4).



Рис.4 – Хмельницька обласна філармонія

Говорячи про композитний ордер, варто зазначити, що тут він представлений такими ж пілястрами, як і в попередньому будинку. Вони таким же чином підняті над землею, через це і виглядають більш велично. Капітель також має волоти та аканти. Інтерколумній дорівнює 6 модулям.

Розглянувши приклади композитного ордеру в архітектурі Хмельницького, можна зробити висновок, що давньоримські ордера, зокрема композитний, мали велике значення в архітектурі міста і пластично збагачували архітектурне середовище, хоча багато з них було зруйновано під час Другої світової війни.

Тому сьогодні потрібно шукати нові способи застосування давньоримських ордерів в сучасній архітектурі.

Література

1. Михаловский И. Б. Теория классических архитектурных форм / Михаловский И. Б. Репринтное издание. — М.: «Архитектура-С», 2006. - с. 8.



Рис. 3 – Будинок культури по вул. Проскурівській

2. Виньола Джакомо Бароццио. Правило пяти ордеров архитектуры. / Д.Б. Виньола.– М. : Архитектура-С, 2005. – 168 с.
 3. <https://uk.wikipedia.org/wiki>

УДК 72.014

ІОНІЙСЬКИЙ ОРДЕР В АРХІТЕКТУРІ М.ХМЕЛЬНИЦЬКОГО (УКРАЇНА)

Шубкіна М. С., Негай Г. А.

Хмельницький національний університет, Україна

Ордер-це єдність конструкції і пластичних форм. В основу класичного ордера покладено художньо розроблену опору з базою і капітеллю, яка підтримує балкове перекриття(антаблемент). Антаблемент складається з архітрава, фриза та карниза. Ордерними частинами є підніжжя, а також завершення(фронтон, парапет, аттик тощо).[3]

Основна частина

Іонійський ордер (або іонічний ордер) один з трьох ордерів давньогрецької або класичної архітектури. Відмінною рисою є капітель, яка оформлюється у вигляді двох протилежно розташованих волют.

Характеристика іонічного ордера представлена на рисунку 1.

Іонічний ордер складається з:

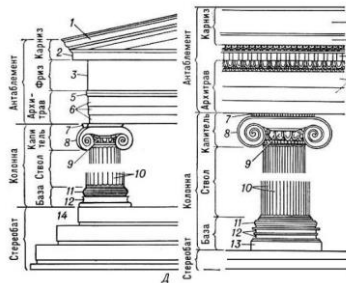
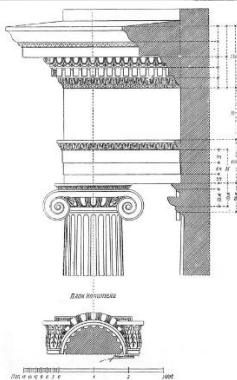


Рис. 1 - Іонічний ордер

Іонічні колони, на відміну від греко-доричних, завжди встановлювалися на базу. Колонна висотою до 9 діаметрів, прорізна 24-ма вертикальними канелюрами, спиралася на базу та завершувалася капітеллю. Абака-верхня плита капітелі, яка знаходиться під архітравною балкою. Вона відзначалася більшою шириною відносно колони і, запобігала руйнації верхніх частин від перевантаження балки.

В іонічному ордері капітель складається з двох частин: профільованої плити(абаки) і волют між якими розташовуються ехіні з іоніками звідси назва іонічний ордер. Колони підтримують антаблемент з архітравом, який розчленований на 3 фасції. Фриз часто збагачений орнаментом(характерні перлини) або скульптурним рельєфом. У Древній Греції фриз часто прикрашався рослинним рельєфом або рельєфом сюжетного характеру. Цей ордер іноді називають середнім, бо він став перехідним між доричним і коринфським ордерами.[1-3]

В архітектурі міста Хмельницького Іонічний ордер представлений в багатьох будівлях: Филармония, Театр ляльок, приміщення суду, будинок по вулиці Шевченка або обласна рада. Розглядаючи будівлю обласної ради ми бачимо відмінності іонічного ордеру, застосованого в цій будівлі від древньо-римського варіанту (Рис. 2).



Римско-іонічний ордер - антаблемент и капітель.

Рис.2 – Обласна рада

Вище перелічені будівлі збагачують архітектуру міста Хмельницького, прикрашають його. Але вони зводились в післявоєнний час: був дещо спрощений фриз (а саме, він не прикрашався рельєфом);

зубчики карнизу спрощенні ; колони спарені, що характерно для стилю барокко; інтерколумній збільшений порівняно з римськими колонадами. Але не зважаючи на всі відмінності ці будівлі дають мешканцям міста Хмельницького відчуття естетичної насолоди при спогляданні їх архітектури.

Література

1. Михаловский И. Б. Теория классических архитектурных форм / Михаловский И. Б. Репринтное издание. — М.: «Архитектура-С», 2006. - с. 8.
2. Виньола Джакомо Бароцци. Правило пяти ордеров архитектуры. / Д.Б. Виньола.— М. : Архитектура-С, 2005. – 168 с.
3. Т.М Клименюк ,В.І. Прокурянов, Х.І. Ковальчук Словник архітектурних термінів.

Енерго- та ресурсозберігаючі технології. Мехатроніка, робототехніка та інформатика. Підвищення якості продукції та послуг • Energy and resource saving technologies. Mechatronics, robotics and computer science. Improving the quality of products and services

УДК 004.9

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗБИВКИ 3D-ОБ'ЄКТІВ НА ТЕТРАЕДРИ ІЗ ЗАДАНИМ СТУПЕНЕМ ДИСКРЕТНОСТІ

Білоус Г.А.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: a.a.bilous98@gmail.com

Вступ. Для вирішення широкого кола задач моделювання, візуалізації та проектування виробів у сфері механічної інженерії часто застосовується метод скінченних елементів. Метод скінченних елементів є інженерним аналізом, що полягає в апроксимації суцільного середовища з нескінченно великими числами ступенів свободи сукупністю елементів, що мають скінченне число ступенів свободи, й між цими елементами встановлюється взаємозв'язок [1].

При використанні методу кінцевих елементів у інформаційних технологіях є проблема роботи із файлами STL-формату. STL (STereoLithography) є «мозаїчним» форматом, в якому для представлення форми цифрової 3D-моделі використовується послідовність трикутників (фасетів). Тривимірна геометрія в провідних 3D CAD-системах описується поверхнями високого порядку, а при триангуляції поверхня моделі розбивається на маленькі трикутники – фасети. Кожен фасет описується чотирма наборами даних: координати X, Y, Z кожної з трьох вершин і нормальний вектор, який описує орієнтацію фасета, вказуючи назовні моделі [2].

Триангуляцією тривимірного об'єкта є його розбиття на тетраедри, що розташовуються один біля одного. Існує два класи методів тривимірної триангуляції: прямі та ітераційні. Ітераційні мають достатню універсальність і тому, на відміну від прямих, можуть бути використані для триангуляції об'єктів довільного вигляду, проте вони характеризуються споживанням ресурсів і більш трудомісткою реалізацією методу в конкретному алгоритмі.

Сітки, побудовані ітераційними методами, як правило, неструктуровані й неоднорідні. Неструктурованість обумовлена тим, що топологія сітки формується в процесі побудови, і тому може варіюватися навіть в межах однієї підобласті. З цієї ж причини однорідність може виникнути тільки випадково [3].

В даний час розроблено велику кількість дослідницьких та комерційних програмних пакетів на основі того чи іншого ітераційного методу, що реалізують побудову сіток (частково або повністю) в автоматичному режимі [4]. Проте лише деяке програмне забезпечення, що реалізує 3D-триангуляцію, робить це на основі файлів STL-формату. Ще рідше подібні програмні пакети підтримують два типи STL-файлів, дані у яких можуть зберігатися як в текстовому ASCII-форматі (займає більше місця), так і в двійковому вигляді (бінарний формат), що забезпечує більшу швидкодію.

Тому *метою роботи* є розробка інформаційної технології розбиття із заданим ступенем дискретності контурної 3D-моделі STL на тетраедри.

Основна частина. Загальну схему інформаційної технології для створення сітки тетраедрів із даних файлу STL-формату представлено на рисунку 1.

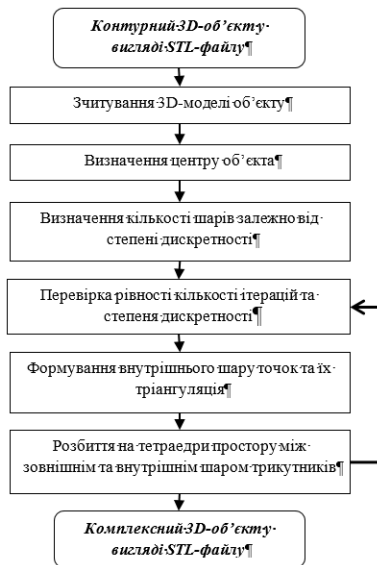


Рис. 1 – Схема інформаційної технології розбиття контурної 3D-моделі STL на тетраедри

В рамках запропонованої інформаційної технології, спочатку вводяться вхідні дані через командний рядок: ім'я вхідного файлу в STL-форматі, тип STL-файлу, ім'я вихідного STL-файлу, що містить сітку тетраедрів, та параметри розбиття (ступінь дискретності). Далі зчитується 3D-об'єкт, який розбивається на тетраедри із заданим ступенем дискретності. Це відбувається за алгоритмом масштабування заданої неструктурованої розрахункової трикутної сітки. Для цього спочатку знаходяться координати точки центру фігури, в яку буде переноситися центр системи координат. Формується внутрішній шар точок, який триангулюється і таким чином будується внутрішній триангульований шар. Простір між зовнішнім і внутрішнім шаром розбивається на тетраедри. В результаті поєднання зовнішнього й внутрішнього шарів трикутників формуються трикутні призми, які розбиваються на тетраедри. На останній ітерації крайній внутрішній шар з'єднується з центром фігури, створюючи таким чином шар із тетраедрів.

Вихідний файлу зберігається в ASCII-форматі з заданим ім'ям файлу. STL-файли з вхідними даними і результатами створення сітки тетраедрів можна переглядати за допомогою 3D-редакторів з підтримкою STL «MeshLab» або «3D Viewer for Google Chrome».

Для підтвердження ефективності було створено експериментальний програмний продукт, який застосовується для генерування сітки тетраедрів за даними файлів STL-формату. Даний програмний продукт базується на запропонованій інформаційній технології та алгоритму масштабування заданої неструктурованої розрахункової трикутної сітки, яка зчитується з вхідного STL-файлу. Запропонований алгоритм дозволяє розбити 3D-об'єкт, заданий замкнутим набором трикутних граней (початковий фронт) на тетраедри (кінцева сітка).

Розроблений додаток складається з наступних модулів (рисунком 2):

1. Модуль інтерфейсу користувача. Даний модуль реалізується у класі Program.

2. Модуль інтерфейсів додатку. Модуль містить у собі інтерфейси класів модуля роботи з STL-файлами та класу модуля розрахунків:

- IStlReader – інтерфейс, який визначає загальні властивості методів читання STL-файлів в залежності від типу файлу (бінарний або ASCII);

- IStlWriter – інтерфейс, що визначає клас запису в файл STL-формату (ASCII-тип);

– ITetrahedralMeshes – інтерфейс, який визначає алгоритм масштабування заданої неструктурованої розрахункової трикутної сітки і розбивки фігури на тетраедри.

3. Модуль структур. Даний модуль відображено у наступних структурах даних:

- StlVector – описує точку з координатами X, Y, Z;
- StlTriangle – описує структуру трикутника, що складається з трьох вершин і вектора нормалі.

4. Модуль роботи з STL-файлами. Реалізує читання даних із двох типів файлів даного формату та запис вихідних даних:

– StlReader – клас реалізує інтерфейс IStlReader. Містить два методи читання файлів STL-формату і метод визначення імені користувача;

– StlWriter – клас реалізує інтерфейс IStlWriter. Містить метод запису файлів STL-формату.

5. Модуль розрахунків. Представлений класом TetrahedralMeshes, який реалізує інтерфейс ITetrahedralMeshes. Клас містить методи реалізації алгоритму масштабування заданої фігури у вигляді сітки трикутників і розбивки фігури на тетраедри.

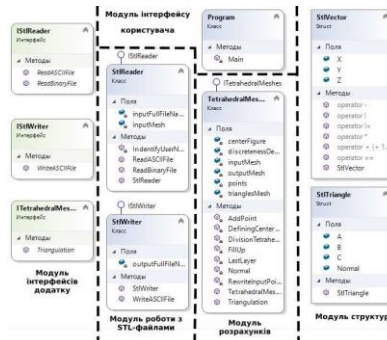


Рис. 2 – Діаграма класів додатку

Результатом виконання програми є STL-файл, який містить у собі сітку трикутників, що формують тетраедри (рисунок 3).

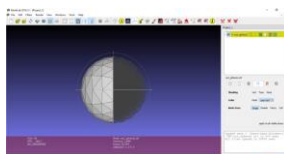


Рис. 3 – Результат роботи додатку з генерування сітки тетраедрів

Висновки. Запропоновано інформаційну технологію розбиття із заданим ступенем дискретності контурного 3D-об'єкта на тетраедри, особливістю якої є робота з STL-файлами тривимірних об'єктів як вхідних та вихідних даних. В рамках запропонованої інформаційної технології, було розроблено алгоритм масштабування заданої неструктурованої розрахункової трикутної сітки.

Розглянуто роботу програмного продукту на основі даної інформаційної технології, його алгоритмічну складову та структуру. Встановлено, що даний програмний продукт дійсно дозволяє формувати сітку тетраедрів для трьохвимірних геометричних тіл обертання, що підтверджує ефективність та функціональність запропонованої інформаційної технології.

Література

1. Зенкевич О. К. Метод скінчених елементів у техніці / О. К. Зенкевич // Науковий журнал «Світ», 1975, №6. – С.541.
2. Що таке формат файлу STL. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://3dnetprint.com/blog/stl-file-what-is-it>
3. Development and Implementation of Algorithms for Constrained Volume Triangulations: Iterative Algorithms [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://keldysh.ru/papers/2006/prep09/prep2006_09.html
4. A Quality Tetrahedral Mesh Generator and a 3D Delaunay Triangulator [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://wias-berlin.de/software/tetgen/>

УДК 004.932

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ БЛАНКІВ ВІДПОВІДЕЙ

Вискобчук Б.Ю., Багрій Р.О., Скрипник Т.К.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: bogdanvmail@gmail.com

Інформаційна технологія розпізнавання бланків відповідей застосовується для збору даних з форм таких як освітні тести, опитування, психологічні тести та багато інших варіантів. При дослідженні предметної області було виявлено, що популярні та найбільш відомі системи розпізнавання розмічених документів (Optical Mark Recognition – OMR) [1], які використовуються при розпізнаванні бланків відповідей та подібних документів, працюють на основі використання, заздалегідь сформованих та збережених шаблонів.

Прикладами таких програм можуть бути: Udaі OMR tool [2], АВВУУ FlexiCapture [3]. Застосування шаблонів у роботі OMR систем передба

час застосування додаткової розмітки документів, що вносить певні незручності при їх використанні.

Метою роботи є розробка інформаційної ехнології розпізнавання бланків розмічених документів з застосуванням алгоритмів комп'ютерного зору для полегшення взаємодії користувача з OMR системою. Характерною рисою розроблюваної ІТ є розпізнавання бланків документів без використання розмічених або згенерованих шаблонів бланків.

Узагальнена послідовність дій при розпізнаванні бланків системою, наведена в роботі [4], складається з наступних кроків: бінаризація та фільтрація зображення, виділення контурів, пошук підходящих об'єктів (прямокутні області відміток, символи), розпізнавання знайдених об'єктів. Для вирішення поставленої задачі запропоновано вдосконалений алгоритм пошуку об'єктів, що реалізується шляхом виконання наступних процедур (рис. 1): приведення зображення в градації сірого, бінаризація зображення, визначення замкнутих областей та контурів, аналіз знайдених об'єктів.

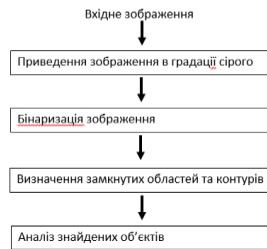


Рис. 1 – Послідовність дій при пошуку об'єктів на бланку

Для перекладу зображення в градації сірого використано алгоритм Світимість(Luminosity)[5], який формує середньозважене значення з врахуванням людського сприйняття.

Методи перетворення зображення в чорно білий вигляд можна розділити на шість великих груп: методи засновані на "формі" гістограми; методи на основі кластеризації; методи на основі вивчення ентропії; методи, що базуються на пошуку подібності між сірим і чорно-білим зображенням; методи що використовують кореляційні залежності та особливості статистичного розподілу між пікселями в областях зображення; методи засновані на локальній адаптації порога для кожного пікселя зображення. Дані методи в якості вхідного параметра використовують певне значення порогу. Від точності порогу залежить якість вихідного зображення. Поріг можна задати вручну як

статичну величину або вибрати його, користуючись гистограмою кольору. Для задачі розпізнавання бланків найкращі результати бінаризації показав метод заснований на локальній адаптації порога, а саме метод Отцу [6].

Серед підходів до виділення контурів на зображенні було досліджено метод Канні [7] та метод Собеля [8], з яких метод Канні показав кращі результати виділення чітких контурів об'єктів бланка.

Після виділення контурів об'єктів, відбувається їх аналіз та виділення серед них областей для відміток, тобто знаходяться всі контури схожі на чотирикутник. Для вирішення цього задачі використано алгоритм Дугласа-Пекера [9] (він же алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера, алгоритм ітеративної найближчої точки, алгоритм розбиття і злиття), що дозволяє зменшити кількість точок кривої, апроксимованої більшою серією точок.

Для оптимізації роботи та пришвидшення процесу розпізнавання використано бібліотека комп'ютерного зору OpenCV[10] та бібліотека розпізнавання символів Tesseract[11]. Застосування комбінацій приведених методів комп'ютерного зору дало можливість забезпечити достатню точність для пошуку та ідентифікації основних об'єктів розмітки бланків відповідей.

На основі інформаційної технології розроблено програмне застосування, що знаходить та класифікує об'єкти тестового бланка (рис. 2).



Рис. 2 – Результат пошуку ключових об'єктів тестового бланку

В результаті знайдено набір пустих, відмічених та помилково відмічених клітинок, а також набір ідентифікаторів клітинок та відповідей. Для подальшого розпізнавання ідентифікаторів застосовується бібліотека Tesseract для визначення конкретного значення символу.

Використання запропонованої технології дозволило вирішити задачу розпізнавання бланків відповідей без використання шаблонів та показало переваги алгоритмів комп'ютерного зору для подібних задач.

Література

1. Wikipedia [Електронний ресурс] – Optical mark recognition: https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_mark_recognition#Application.

2. Udai OMR [Електронний ресурс]– Udai OMR tool: www.cse.iitd.ernet.in/~aseth/udai/OMRProj/README.html.
3. ABBYY [Електронний ресурс] – ABBYY flexicapture: abbyy.com/uk-ua/flexicapture/.
4. Qixiang Ye, David Doermann, Text Detection and Recognition in Imagery: A Survey – 2015.
5. John D. cook [Електронний ресурс] – Three algorithms for converting color to grayscale: <https://www.johndcook.com/blog/2009/08/24/algorithms-convert-color-grayscale/>.
6. habrahabr.ru [Електронний ресурс] – Обнаружение объектов методом Оцу: habrahabr.ru/post/112079/.
7. habrahabr.ru [Електронний ресурс] – Детектор границ Канны: habrahabr.ru/post/114589/.
8. academic.ru [Електронний ресурс] – Оператор Собеля: <https://dic.academica.ru/dic.nsf/ruwiki/1393119>.
9. Wikipedia [Електронний ресурс] – Алгоритм Рамера – Дугласа – Пекера: https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Рамера_—_Дугласа_—_Пекера.
10. Daniel Lelis Baggio, Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects – 2012.
11. Wikipedia [Електронний ресурс] – Tesseract: uk.wikipedia.org/wiki/Tesseract.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РЕЗЕРВУВАННЯ АВІАБІЛЕТІВ НА БАЗІ REST АРХІТЕКТУРИ

Вовчук О. О., Скрипник Т. К.

Хмельницький національний університет, Україна

З певного моменту стало зрозуміло, що для успішного розвитку авіаперевезень необхідно створити універсальний спосіб спілкування між зацікавленими сторонами. Авіакомпанії, що організовують авіарейси, часто не справляються з гігантськими обсягами пасажиропотоку. Тільки використання засобів автоматизації при обліку пасажирів і продаж їм авіаквитків допомагає уникнути ускладнень в роботі аеропортів.

У зв'язку з цим перед аеропортом постає питання формування, обліку записів про продані клієнтам квитків, надання клієнтам інформації і доступність даного сервісу. Розробка програми обліку та реєстрації продажів квитків в аеропортах внаслідок цього є актуальним і життєвим завданням. Така система повинна дозволяти зберігати інформацію про місця відпочинку, пасажирів і продаж квитків на авіарейси.

За звичай необхідний цілий асортимент клієнтських додатків для покупки білетів – для ПК, мобільних пристроїв, планшетів. Тому питання масштабованості стоїть досить гостро. Недоцільно писати окремі додатки для кожного з них. Більш доцільним буде створити архітектурний стиль, де на безліч клієнтських додатків буде лише один серверний. Саме таку архітектуру масштабованості забезпечує стиль REST.

Метою роботи була розробка додатків реєстрації та продажу авіаквитків. Система повинна відтворити перехід від класичного JSON підходу в межах єдиного додатку до архітектурного стилю REST і включати два незалежних між собою додатки.

Будь-який сайт так чи інакше прагне до того, щоб функціонувати максимально стабільно, тобто бути доступним абсолютно всім своїм потенційним відвідувачам в абсолютно кожен момент часу, але часом трапляються всякі непередбачені ситуації, які можуть стати причиною тимчасової недоступності. Для мінімізації потенційних збитків доступність додатку необхідно уникати наявності компонентів в системі, потенційний збій в яких привів би до недоступності будь-якої функціональності або даних.

Саме масштабованість додатку забезпечує своєчасне реагування на безперервне зростання навантаження і непередбачені напливи користувачів.

Було досліджено та створено систему бронювання авіа білетів, яка складається з клієнтського, серверного додатків і бази даних. В якості клієнтської частини було розроблено додаток на основі фреймворку Angular 2 і JavaScript. Серверний додаток створювався на основі фреймворку Grails із використанням мови програмування Java(Groovy). В якості бази даних використовувалася БД на основі MySQL абож як альтернатива сервіс бази даних від Firebase.

RESTful веб-служба реалізована з використанням HTTP і принципів REST. Вона являє собою набір ресурсів з трьома певними аспектами:

1. базовий URI для веб-служби, наприклад <http://aviatickets.com.ua/resources/>
2. тип вмісту Інтернет для даних, підтримуваних веб-службою. Часто це JSON, XML або YAML, але можна використовувати будь-який інший дійсний тип вмісту Інтернет.
3. безліч операцій, підтримуваних веб-службою, використовуючи основні механізми протоколу (тобто, POST, GET, PUT або DELETE).

В якості front end фреймворка взято прогресивний Angular 2 - JavaScript-фреймворк з відкритим програмним кодом, який розробляє Google. Призначений для розробки односторінкових додатків, що складаються з однієї HTML сторінки з CSS і JavaScript. Його мета — розширення браузерних застосунків на основі шаблону Модель-відображення-контролер (MVC), а також спрощення їх тестування та розробки. Фреймворк працює зі сторінкою HTML, що містить додаткові атрибути і пов'язує області вводу або виводу сторінки з моделлю, яка є звичайними змінними JavaScript.

Для написання серверної частини використовувався фреймворк Grails - програмний каркас для створення веб-додатків, написаний на скриптовій мові Groovy, який в свою чергу оснований на Java. Grails створений під сильним впливом широко відомого Ruby on Rails і заснований на шаблоні «Модель- відображення -поведінка». Grails був створений з метою привернути інтерес користувачів до платформи Java і дати Java-розробникам можливості для швидкої побудови веб-додатків з легкістю і гнучкістю.

Модель в Grails відображається на базу даних використовуючи GORM (Grails Object Relational Mapping). Механізм збереження даних в GORM реалізований через Hibernate. Таким чином база даних може бути спроектована в GORM класи використовуючи стандартні Hibernate mapping файли.

Для зручності користувача додаток має дуже простий інтерфейс. В верхній навігаційній панелі знаходяться ряд вкладок для переходу між основною сторінкою, сторінкою пошуку рейсів, адмінською сторінкою і довідкою.

Відповідно при пошуку потрібного ресурсу користувач заповнює поля міста відправлення, міста призначення, дати рейсу. Під формою пошуку користувач бачить його результати. В адмінській панелі за допомогою подібних полів можна створити новий рейс. Також панель з переліком всіх існуючих рейсів і відповідно кожного рейсу є кнопка його видалення. Вибір дати у всіх вкладках являє собою впливаючий календар з можливістю вибору. Також підтримується можливість введення дати вручну.

Відбувається автоматичне оновлення даних без перезавантаження сторінки. Для прикладу при створенні нового маршрута він одразу починає відображатися в переліку на адмінській панелі. Інтерфейс інтуїтивно зрозумілий.

В результаті виконання роботи було розроблено два додатки, що дозволяють виконувати облік продажів авіаквитків. Розроблене ПЗ реалізовано з використанням мови програмування Groovy і JavaScript і

відповідно фреймворків Grails Angular2 на основі архітектурного стилю REST, який забезпечив гнучкість і масштабованість додатку.

Застосування архітектури стилю REST надає користувачам можливість з різних додатків звертатися до сервера за необхідною інформацією. Сервер надає можливість клієнту для роботи з базою даних. Він виступає в якості посередника між клієнтом і базою даних, приймає запити від клієнта, їх обробляє і направляє в базу даних. Також він перенаправляє запити назад клієнту.

Розроблений програмний продукт може застосовуватись для бронювання авіаквитків за допомогою мережі Internet і персонального комп'ютера. Також серверна частина може слугувати для подальшого використання з клієнтськими додатками під Android, IOS, інші ОС.

Також було проаналізовано перехід від класичного JSON спілкування між клієнтом-сервером до повноцінної REST. Визначено переваги REST архітектури такі як гнучкість і масштабованість додатку, можливість використання одного серверного додатку для безлічі клієнтських.

Для повноцінної системи бронювання авіа квитків необхідний цілий асортимент Клієнтських додатків для покупки білетів – для ПК, мобільних пристроїв, планшетів і інших варіантів. І саме створена архітектура на основі REST забезпечує незалежність і повторне використання серверного API.

UDC 621.3.029.45

VIBROACOUSTIC PROCESSING - MANIPULATION OF MICROPARTICLES IN AIR USING HIGH-FREQUENCY SOUND

Ostasevicius V., Jurenas V., Gaidys R., Golinka I.
Kaunas University of Technology, Lithuania

Abstract

Manipulation and controlled movement of substances in the air has many potential applications: from processing materials to biochemistry and pharmacy. In this work, the manipulation of microparticles with the help of an acoustic field in a vibrating cylinder was investigated by simulation and experimental measurements. The standing wave field created between the piezo transducer and the reflector created the conditions for levitating the microparticles that were concentrated in the nodes of the surface of the vibrating cylinder. The acoustic wave and the walls of the cylinders were excited by the same discrete piezoelectric transducer attached to the lower part of the cylinder.

Introduction.

Non-contact transportation of small particles around a circular trajectory was investigated in [1]. As a vibrating plate, a circular aluminum plate with a piezoelectric ring was used. According to FEA calculations, the piezoelectric ring electrodes were divided into 24 units to create a flexural vibration mode with one nodal circle and four nodal lines with a resonant frequency of 47.8 kHz. The vibrator is equipped with a circular plate, the size of which coincides with the vibrating plate. It was used as a reflector to create an acoustic standing wave in the air between two plates. In [2] the acoustophoretic concept for contactless material transfer and processing in air is presented. Space-time modulation of the acoustic field of levitation allows continuous processing and transportation of several objects from close to spherical and wire types, but not limited to acoustic wavelength. Non-contact manipulation methods are useful for micromachinery, biotechnology and new material handling. In work [3] the advanced method of manipulating transport of small objects in air is described. The standing wave was created by two sound beams that intersect each other, created by Langevin's bolt sensors. Particles of expanded polystyrene were captured in the nodes of sound pressure in the field of a standing wave. The position of the trapped particles was shifted by changing the phase difference between the two sound beams. When the captured particle is transported, it spatially oscillates in a direction perpendicular to the transport of the particles. In [4], ultrasonic manipulation of particles and cells by a microfluidic channel with a piezoelectric grating is shown. An array integrated into a flat multilayer resonator structure directs the particles towards the nodal pressure plane along the center line of the channel, and then to the maximum acoustic velocity over a subset of active elements.

Sound can levitate objects of various sizes and materials through air, water and cloth. It allows you to manipulate cells, fluids, compounds, or living beings without touching or contaminating them. However, acoustic levitation required that targets be surrounded by acoustic elements or had limited maneuverability. The phases used to drive the ultrasonic phased array and show that acoustic levitation can be used to transfer, rotate and manipulate particles using even a single-sided radiator is optimized in [5].

From the review of the literature we see that ultrasonic vibrations are usually used for the transport of microparticles, and they are levitated using ultrasonic waves. Most of the research is devoted only to the transfer of microparticles or their levitation. We propose the use of non-ultrasound acoustic waves propagating in a cylinder, which in its own form is excited from the same piezoelectric transducer to excite acoustic waves.

Methodology

With acoustic levitation between the radiating surface and the reflector, there is a stable wave. The acoustic potential node can correspond to a node of acoustic pressure or antinode, depending on the density and compression of the levitated material and the environment. The concept of acoustic levitation and processing is realized using a vibrating cylinder, the oscillations of which are excited by the piezo-receiver disk drive located at the bottom, which at the same time causes reflection of the acoustic wave from the reflector displayed at the other end of the cylinder (Fig. 1). The resulting acoustics of the standing wave leads to levitation of the microparticles concentrated at the nodal points of the surface of the vibrating cylinder. Thus, it is enough to excite the sound, rather, than the ultrasonic frequency signal, that microparticles can levitate from the surface of the cylinder.

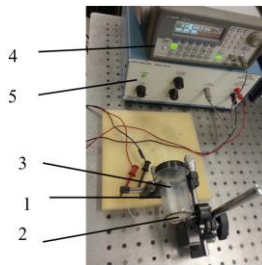


Fig. 1 – General view of the experimental booth: 1 – cylinder resonant waveguide; 2 – disc-shape piezoelectric bimorph; 3 – powder; 4 – signal generator (Agilent 33220A); 5 – linear amplifier EPA-104.

In the experiment vortex motion of powder microparticles was observed, that proves the cause of strip formation are air vortices. The formation of vortices can be explained:

- The resonant frequency acoustic standing wave in the tube shape waveguide is excited by a piezoelectric disc type bimorph.
- The powder are aggregated in heaps at the pressure nodes of the air in the waveguide.
- This results in circular motion of the air on both sides of powder heap.
- The formed vortices will cause the occurrence of new heaps and new vortices, so the observed regular structures are formed (Fig. 2).

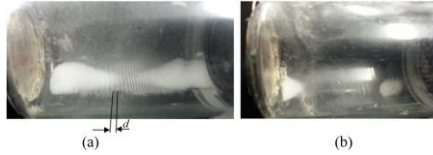


Fig.2. Foto of formation strip-shaped heaps at vibration frequency of the piezotransducer: a – 2,44 kHz; b - 14,2 kHz

Experimental results show that at frequencies over 2 kHz the distance d between powder strips is stable and equal $\sim 3 - 5$ mm. The vortex intensity is proportional to flow velocity of the air. Thus the highest ribs are formed at the pressure nodes where the velocity is maximum. At the velocity nodes there are no ribs because the air doesn't move there. The distance between the ribs depends on frequency because of simple energy and angular momentum conservation. With increasing frequency the air velocity also increases, this means that the vortices of the air spin faster. The angular momentum conservation can be expressed, as:

$$\omega_0 r_0^2 = \omega r^2, \quad (1)$$

where ω_0 – initial angular velocity; r_0 – initial vortex radius; ω – angular velocity at higher frequency; r – vortex radius at higher frequency. If vortex angular velocity ω is proportional to sound frequency f , Eq. (1) can be expressed as,

$$r \sim r_0 (f_0 / f)^{0,5} \quad (2)$$

Comparison with the experimental data yields function $r = a f^b$ graphically presented in Fig.3, where $a = 740$ and $b = -0,5$ are experimentally determined parameters, and $r \ll \lambda$

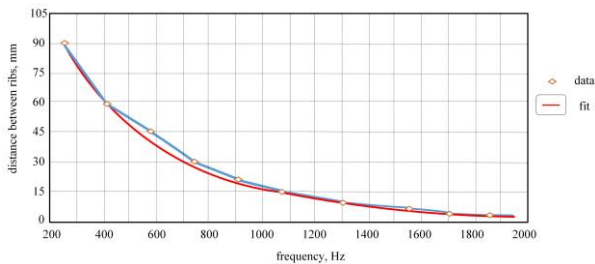


Fig.3. Dependence of the distance between powder ribson the sound frequency.

Simulation

The acoustic levitation and handling concept is realized with the help of a discretized planar resonator platform and a single flat reflector placed at a uniform distance. The specified length of waveguide characterizing the propagation distance of acoustic wave in the acoustic resonance condition. Based on the wave equation theory, the solution as a sum of forward and backward propagating waves is expressed as following [6]:

$$p(x) = P_m/2 \sin(n\pi x/L_n - 2\pi ft) + P_m/2 \sin(n\pi x/L_n + 2\pi ft) \quad (3)$$

where $p(x)$ is the sound pressure; $P_m=2A$ is the peak sound pressure amplitude in waveguide; A is the vibration amplitude of piezoelectric transducer; L_n is a waveguide length; f – frequency of acoustic field; n – harmonic number; x is the space variable; t is the time variable. Eq. (3) indicates that the superposition of the forward and reflected sinusoidal waves is the localized wavepacket represented as the sound pressure evolution in time and space. It is obvious that the sum of two sine function belongs to new kind of solution rather than simple sine function. Because the size of powder microparticles is much smaller than the wavelength of generated standing wave (30mm – 300mm), the microparticles exposed in the acoustic field are subjected to the action of acoustic radiation force.

Model description. Cylinder is of organic glass with a lid, the bottom of which is a piezotransducer. Fluid in cylinder is air. Cylinder is a deformable body in which piezo electrical vibrations generate mechanical vibrations and acoustic pressure fields. This physical phenomenon describes the physics of the deformable body and the acoustic field, which is why it is necessary to examine the connected physics system and to solve the corresponding task.

This task joining the deformable body and acoustic field physics was been realized in the COMSOL multiphysics system using a numerical finite element method. The experimental study found that the system's resonant frequency is 14200Hz. After modal analysis, from the results obtained, Fig. 4 It can be seen that the acoustic field has three clearly defined zones of high and low pressure, which repeat successively.

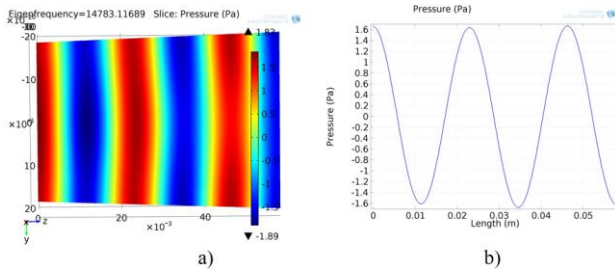


Fig.4 a) acoustic pressure field; b) acoustic pressure dependence along the capacitance

The dependence of this pressure on the cylinder is given in Fig. 5, which shows that we have two and a half waves. The distribution of the sound pressure level is presented in Figures 6 respectively. We see that the lowest level of sound pressure level matches the value of the zero acoustic field

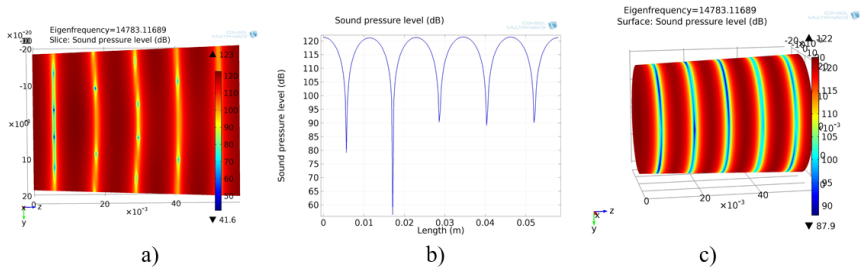


Fig. 6 a) sound pressure level in the cylinder section; b) sound pressure level distribution on the cylinder surface; c) sound pressure level field on the cylinder surface.

References

1. D.Koyama, Y.Ito and K.Nakamura. Noncontact ultrasonic particle manipulation in a circular trajectory using a vibrating disc. Proceedings of 20th International Congress on Acoustics, ICA 2010 23-27 August 2010, Sydney, Australia.
2. D.Foresti, M.Nabavi, M.Klingauf, A.Ferrari, and D.Poulikakos. Acoustophoretic contactless transport and handling of matter in air, Proc Natl Acad Sci U S A. 2013 Jul 30; 110(31): 12549–12554.
3. T.Kozuka, K.Yasui, T.Tuziuti, A.Towata and Y.Iida. Noncontact Acoustic Manipulation in Air. Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 46, No. 7B, 2007, pp. 4948–4950
4. P.Glynne-Jones ; C.E.M. Demore ; C.Ye ; Y.Qiu ; S.Cochran ; M.Hill. Array-controlled ultrasonic manipulation of particles in planar acoustic resonator, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, Vol. 59 (6) 2012: 1258 - 1266.

5. A.Marzo, S.A.Seah, B.W.Drinkwater, D.R.Sahoo, B.Long, S.Subramanian. Holographic acoustic elements for manipulation of levitated objects, *Nature Communications* 6, Article number: 8661, 2015.
6. D. Karpul, J. Tapson, M. Rapson, A. Jongens, G. Cohen, Limiting factors in acoustic separation of carbon particles in air, *J. Acoust. Soc. Am.* 127 (2010) 2153–2158.

УДК 004.4

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС WEB-ВІДОБРАЖЕННЯ CAD-МОДЕЛЕЙ СИСТЕМИ DYNAMO

Дитинюк В.О., Скрипник Т.К.

Хмельницький Національний Університет, Україна

Сьогодні людство дійшло до етапу свого розвитку коли неможливо назвати таку галузь, в якій би не знайшла примінення комп'ютеризація та автоматизація процесів. Ця тенденція значно зменшує відсоток рутинної роботи, натомість дає змогу сконцентруватися на творчій діяльності, що в свою чергу оптимізує результати окремого людського індивіду і цілих областей і сфер в цілому. Cloud-сервіси забезпечують зручний мережевий доступ до загального пула обчислювальних ресурсів з урахуванням мінімальних потреб в апаратному забезпеченні на клієнтській стороні. Одним з перспективних напрямків, де успішно застосовуються хмарні технології це напрямок проектування різноманітних об'єктів (від деталей чіпа мікрокомп'ютера до грандіозних хмарочосів). Для цих цілей використовуються технології автоматизованого проектування (computer - aided design - CAD) і автоматизованої розробки або конструювання (computer aided engineering - CAE). Ці системи дозволяють створювати креслення або моделі реальних об'єктів як на площині так і просторі, а також проводити з цими моделями різноманітні розрахунки.

Візуальна система Дупато є одним з прикладів таких технологій, які забезпечують хмарні обрахунки використовуючи інтерфейс “вузлів”, який може бути зручним як для програмістів, інженерів так і для звичайних користувачів. Дупато використовує бібліотеки CAD-системи Revit а отже підтримує виконання скриптів на кількох мовах програмування.

Метою даної роботи було об'єднати функціонал програмного комплексу Дупато з підходом віддаленого хмарного виконання обрахунків. Для цього було імплементовано на мові програмування C#

додаток Reach який є проміжною ланкою між клієнтським додатком та функціоналом ядра Дупато. Reach відповідає за коректну обробку запитів, виклик відповідних методів для формування сцени та рендеру геометричних примітивів, компонування даних та відправку інформації про геометрію на клієнтський додаток через WebSocket з'єднання. Клієнтський додаток імплементовано на мові JavaScript на фреймворку Backbone.js за використанням бібліотеки Three.js, яка забезпечує рендеринг отриманої з Reach геометрії в браузері за допомогою WebGL. Інтерфейс додатку максимально наближений до інтерфейсу самого Дупато, з можливістю вибора нодів, запуску кастомних скриптів та іншого функціонала.

В роботі проведено ґрунтовний аналіз предметної області і програмного забезпечення предметної області, що дозволило чітко встановити мету та сформулювати задачі дослідження.

В роботі використано сучасний підхід до розробки програмного забезпечення – об'єктно-орієнтований аналіз і проектування та сучасні case-засоби створення UML–моделі розроблюваної системи.

В результаті аналізу сучасних засобів програмування для реалізації комплексу було використано мову програмування C#/Javascript. В якості інтегрованого середовища для написання програми використано IDE Microsoft .NET Framework 4.5. Для створення UML моделі використано case-систему RationalRose.

Проведено аналіз та проектування системи, здійснено реалізацію основних проектних модулів системи, розроблено інструкцію з користування системою.

УДК 004.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЗНАЧЕННЯ СЕМАНТИЧНИХ ТЕРМІНІВ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ковальчук О.В., Мазурець О.В.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: losha.kovalchuk1998@gmail.com

Базовим засобом реалізації дистанційної освіти є інформаційні технології. Це визначає необхідність формалізації та стандартизації навчального процесу. Загальноприйнятим є підхід застосування навчальних матеріалів у вигляді цифрових документів визначеної

структури як інструменту навчання. Для роботи із курсами навчальних дисциплін використовуються спеціалізовані віртуальні навчаючі середовища. При їх використанні, потенційна якість отриманих освітніх послуг безпосередньо визначається якістю навчальних матеріалів курсу. В умовах вузької спеціалізації курсів дисциплін, їх значної численності та інтенсивного оновлення, перспективним шляхом оцінки якості навчальних курсів та їх елементів є автоматизація вирішення відповідного ряду задач у сучасній вищій освіті.

З семантичної точки зору, базовою властивістю контенту є його семантика, яку формалізовано відображають у вигляді мережі, вузлами якої є терміни, що несуть семантичне навантаження, а дуги відображають характер зв'язку між вузлами [1]. Відтак, аналіз термінів, що використовуються у навчальних матеріалах, дозволяє побудувати семантичну модель навчального курсу й вирішити ряд похідних задач.

Метою роботи є висвітлення загальних аспектів інформаційної технології автоматизованого визначення множин ключових семантичних термінів у електронних документах навчальних матеріалів й дослідження її ефективності.

Семантика навчального матеріалу виражається його логічною структурою (наприклад: Дисципліна / Розділ / Тема) та поняттями, що розглядаються в ньому. Множини ключових термінів кожного елементу ієрархії змістовних блоків навчального матеріалу можуть мати довільну кількість елементів й у сукупності формують загальну множину ключових термінів навчального матеріалу. За такої моделі, онтологія навчального матеріалу може бути методом виявлення сенсу навчального матеріалу. Пошук множин ключових семантичних термінів у навчальних матеріалах необхідний для всіх елементів ієрархії змістовних блоків, тому інформаційна технологія має використовуватись не тільки для електронного документу загалом, а й для його елементів.

Загальну схему інформаційної технології автоматизованого визначення множини ключових семантичних термінів у електронних документах навчальних матеріалів відображено на рисунку 1.



Рис. 1 – Загальна схема інформаційної технології автоматизованого множини ключових семантичних термінів

В результаті аналізу системи заголовків навчальних матеріалів як електронних документів забезпечується сегментація контенту навчальних матеріалів та вибір фрагменту для аналізу. Після цього проводиться розбиття фрагменту контенту електронного документу, на менші фрагменти – фрази. Під фразою розуміється семантично цілісний вузол, що виокремлений форматуванням тексту чи розділовими знаками, й локалізує місцезнаходження окремих термінів. Одержання в результаті виконання блоку множини фраз дає можливість в подальшому обробляти на предмет пошуку термінів кожен з фраз окремо. Наступним кроком проводиться формування множини всіх можливих термінів, що присутні у досліджуваному контенті. До множини термінів навчального матеріалу M_T включаються всі можливі неперервні впорядковані послідовності слів, які не виходять за межі фраз та відповідають умові:

$$M_T = \left\{ \left\langle x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \right\rangle \left| \begin{array}{l} x_1 \in M_I \cup M_{PK} \\ x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \in M_M \\ \left\langle x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \right\rangle \cup M_I \neq \emptyset \end{array} \right. \right\} \quad (1)$$

де M_M – множина семантично значущих елементів (іменників M_I та прикметників M_{PK}) та семантично зв'язуючих елементів (сполучників M_C , часток M_C та прийменників M_{PI}), $M_M = M_I \cup M_{PK} \cup M_C \cup M_C \cup M_{PI} \cup \emptyset$. Сегментація по термінах проводиться з використанням бази даних корпусу слів

української мови та в якості вихідних даних формує множину термінів M_T , що містяться в оброблюваному фрагменті електронного документу навчального матеріалу.

Лематизація та калькуляція термінів дозволяє на основі множини термінів M_T сформуванати множину лемо-незалежних термінів M_{TI} , а також співставити кожному із них кількість появ у досліджуваному тексті. Для цього спершу проводиться лематизація кожного слова у кожній фразі в множині M_T . Після чого одержана множина обробляється й компактифікується таким чином, що всі ідентичні повторення термінів видаляються, а кожному терміну співставляється величина K_n , що відображає встановлену кількість появ даного терміну n у вхідній множині M_T .

Оскільки на етапі формування множини термінів M_T до неї додавались усі можливі варіанти термінів в межах фраз без поглинання більшими словосполученнями менших, в даному блоці проводиться аналіз необхідності такого поглинання. Одержана в результаті множина лемо-незалежних термінів M_{TI} містить терміни, що використовуються у навчальному матеріалі з кількісним показником використання, але не визначає важливість даних термінів.

Лематизація текстового контенту переводить текст електронного документу навчального матеріалу, що аналізується, до відповідної послідовності слів у інфінітивному стані. Вони дозволяють проводити подальше оцінювання дисперсії слів.

Метод дисперсійного оцінювання дозволяє відділити із загальної множини широкоживаних у тексті слів слова, що розташовані рівномірно й показав свою високу ефективність у попередніх дослідженнях [2]. Пошук та дисперсійне оцінювання важливих слів у параграфі призначені для оцінки важливості кожного слова в досліджуваному тексті, що проводиться з використанням методу дисперсійного оцінювання [3].

Оцінка важливості v_n кожного терміна n із множини M_{TI} обчислюється за формулою:

$$v_n = \sum_{i=1}^{x_n} \frac{K_n \sigma_n}{k_n}, \quad (2)$$

де K_n – кількість появ терміну n в множині M_{TI} ; k_n – кількість появ i -го слова терміну n в лематизованому текстовому контенті визначеного фрагменту електронного документу; σ_n – дисперсійна оцінка для i -го слова терміну n ; x_n – кількість слів у терміні n .

Множина ключових термінів формується на основі лемо-незалежних термінів із множини M_{Tl} з найбільшими значеннями оцінки важливості, а їх кількість впливає із визначення відомого показника з семантичної обробки текстів, щільності ключових слів P_{txt} .

Розглянута інформаційна технологія автоматизованого визначення семантичних термінів в елементах навчальних матеріалів дозволяє на основі електронного документу навчального матеріалу автоматизовано отримувати відповідний перелік ключових термінів навчального матеріалу.

Запропонована інформаційна технологія автоматизованого визначення семантичних термінів в елементах навчальних матеріалів була реалізована в дослідницькому програмному продукті. Структурно програмний продукт складається з ряду класів. Так, пошук ключових термінів та робота з ключовими термінами реалізовані у класі WordCombination. Клас IMainForm забезпечує інтерфейс для головної форми взаємодії з користувачем, а MainForm є класом користувацької форми. Для збереження і роботи з комбінаціями слів (словосполученням) використовується клас Combination. Клас WigthCombination наслідує клас Combination і розширює його можливостями обрахунку ваги словосполучення. IWorkWithServer реалізує інтерфейс для роботи з базою даних, а WorkWithServer забезпечує роботи з базою даних Microsoft SQL Server, який використовується як для збереження даних роботи, так і для використання бази даних корпусу слів української мови. Клас PresenterWork використовується для взаємодії графічної частина й логіки програми. WigthWord є класом для обрахунку ваги слова в контексті досліджуваного фрагменту тексту. Для зберігання множини слів і всіх пов'язаних із ним даних використовується клас Word. Клас SelectTerm зберігає терміни, виділені в тексті і тип виділення для подальшого аналізу важливості термінів. Section – клас, який приймає текст в межах певного параграфа й організує подальшу обробку даного фрагменту. Для первинного аналізу тексту і розбиття його на параграфи (контент, прив'язаний до одного елементу заголовку Heading, використовується клас ProcessText.

Вхідними даними для системи є електронний документ навчального матеріалу, а вихідними даними є відповідна множина ключових термінів. Зокрема, на рисунку 2 показано приклад обробки теми «Нейромережі когнітрон та неокогнітрон» навчального матеріалу дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту».

№	Термін	Кількість	Оцінка на валі списку	Оцінка дистрибуції
5	екотермін	54	4.31814812022011	82.0446622841321
35	нейрон	41	1.8171479389452	72.6899101957807
17	аналітичний звіт	38	1.8472170580232	54.0556429081488
10	образ	46	1.13458851093028	51.0564829946434
135	комплексний вузол	15	1.9988362894668	38.6320072077213
188	відеий образ	13	1.02626056632231	31.2710108316683
5	назначення	13	1.59139227476625	26.6880995719613
188	простий вузол	6	0.87868765209681	16.8911246152461
129	заводський вузол	9	1.59128626232327	16.4229669056265
236	полювання комплексних вузлів	4	1.04482860905057	13.367894384414
33	розширення	8	1.40488214724804	11.2396571778643
47	вага	13	0.920117091009345	10.1212880011028
240	заводський вузол	4	1.19795748312682	9.6282690969424
240	вага і вага	2	0.302031716206465	9.0320310446095
15	посилення	6	1.53291387394463	9.19748243366776
2	мережа	10	0.88888168466182	8.8888168466182
278	той же образ	2	0.54962381956201	8.2264220100398
133	посилення образу	3	0.84848183813101	7.9308512291932
187	структурний вузол	3	0.42667534886227	7.20426695951469
29	розширення	10	0.79539487320296	7.9539487320296
144	розширення образу	3	0.60025708108801	7.54441707482955
284	процес комплексних вузлів	2	0.514468383009547	6.8866171137461
310	активність об'єднаних проранжованих нейронів	1	0.168767923465079	6.81429325379207
301	нейрон розширення БД і області	1	0.20989706481968	6.8180767837287
341	зображення об'єднаних в комплексного сигналу	1	0.103127626076444	6.78704830988795

Рис. 2 – Приклад роботи розробленого програмного продукту

Ефективність практичного застосування розглянутої інформаційної технології автоматизованого визначення семантичних термінів в елементах навчальних матеріалів може бути визначена шляхом оцінки результатів використання відповідного програмного продукту за показниками точності та повноти [4].

Точність пошуку P (Precision, відношення кількості релевантних ключових термінів, знайдених автоматично, до загальної кількості знайдених ключових термінів в досліджуваному тексті) та повнота пошуку R (Recall, відношення кількості релевантних ключових термінів, знайдених автоматично, до загальної кількості релевантних ключових термінів в досліджуваному тексті) обчислюються за наступними формулами:

$$P = \frac{|M_{TK}^E \cap M_{TK}|}{|M_{TK}|}, \quad R = \frac{|M_{TK}^E \cap M_{TK}|}{|M_{TK}^E|}, \quad (4)$$

де M_{TK}^E – множина релевантних ключових термінів, сформована експертом; M_{TK} – множина знайдених автоматично ключових термінів.

Середня точність пошуку \bar{P} та середня повнота пошуку \bar{R} визначаються наступним чином:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^k P_k}{k}, \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_k}{k}, \quad (5)$$

де k – кількість навчальних матеріалів у тестовій вибірці.

Для визначення ефективності практичного застосування інформаційної технології автоматизованого визначення семантичних термінів в елементах навчальних матеріалів, тестовим програмним продуктом було оброблено тестову вибірку з 50 файлів навчальних курсів. Так, у результаті тестування розглянутого на прикладі рисунку 2 навчального матеріалу за показника щільності ключових слів 7% було отримано наступне:

– до множини ключових термінів автоматично було віднесено наступний перелік термінів: *когнітрон, неокогнітрон, нейрон, комплексний вузол, простий вузол, образ, вхідний образ, навчання*;

– до множини ключових термінів експертом було віднесено наступний перелік термінів: *когнітрон, неокогнітрон, нейрон, збуджуючий нейрон, гальмуючий нейрон, комплексний вузол, простий вузол*.

Відповідно до математичних моделей (4), даному випадку точність пошуку склала 0,625, а повнота пошуку склала 0,714. Відповідно до (5), середня точність пошуку для дослідженої вибірки з 50 файлів навчальних курсів склала 0,732, а середня повнота пошуку склала 0,697. Мінімальна точність пошуку одержана 0,512, мінімальна повнота пошуку – 0,581; максимальна точність пошуку – 0,929, максимальна повнота пошуку – 1,000.

Таким чином, було запропоновано інформаційну технологію автоматизованого визначення множини ключових семантичних термінів у контенті елементів навчальних матеріалів, що ґрунтується на пошуку використаних фраз у тексті та дисперсійній оцінці важливості слів. Вхідними даними інформаційної технології є електронний документ навчального матеріалу та обраний елемент для аналізу, вихідними даними є відповідна множина ключових семантичних термінів навчального матеріалу.

Розглянуто тестовий програмний продукт, що дозволяє автоматизовано визначати множину ключових семантичних термінів за даною інформаційною технологією. Проведені дослідження підтвердили можливість ефективно формувати множини ключових семантичних термінів елементів навчальних матеріалів з середніми

показниками точності пошуку до 73,2% та повноти пошуку до 69,7%. Аналіз отриманих результатів виявив, що відсутність програмно визначених термінів у множині автора не завжди характеризує недолік розглядуваної технології. Деякі семантично важливі терміни автори суб'єктивно ігнорують, в той час як іншу категорію складають поняття, на яких автори акцентують надмірну увагу попри їх другорядність в рамках матеріалу, що викладається.

Встановлена ефективність запропонованої інформаційної технології сприяє її використанню для вирішення ряду актуальних задач [1].

Література

1. Мазурець О. В. Онтологічний підхід до побудови семантичної моделі навчальних матеріалів / О. В. Мазурець // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2017, №6. – С.223-229.
 2. Бармак О. В., Мазурець О. В. Інформаційна технологія автоматизованого визначення термінів у навчальних матеріалах / О. В. Бармак, О. В. Мазурець // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький, 2015. – №2. – С.94–102.
 3. Ortuño M., Carpena P., Bernaola P., Muñoz E., Somoza A.M. Keyword detection in natural languages and DNA / M. Ortuño, P. Carpena, P. Bernaola, E. Muñoz, A. M. Somoza // Europhys. Lett, 2002. – 57(5). – P. 759-764.
 4. Powers D. M. W. Evaluation: From Precision, Recall and F-Measure to ROC, Informedness, Markedness & Correlation / D. M. W. Powers // Journal of Machine Learning Technologies, Vol. 2, No. 1. (2011), p. 37-63.
- УДК 004.4

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СЕМАНТИЧНИХ ТЕРМІНІВ У КОНТЕНТІ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кондаков О.В., Мазурець О.В., Скрипник Т.К.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: exe.chong@gmail.com

Поширення інформаційних технологій та розвиток глобальної мережі та телекомунікацій привели до значних змін у вищій освіті. Одними із проявів цих змін стало виникнення дистанційної форми освіти й розвиток спеціалізованих навчальних середовищ, найбільш

розповсюдженим із яких наразі є Moodle [1]. Застосування спеціалізованих навчальних середовищ й електронних навчальних курсів вимагає вирішення ряду задач автоматизації, зокрема: автоматизація побудови семантичної моделі навчальних курсів, оцінка відповідності навчальних матеріалів вимогам, допомога та контроль якості при формуванні навчальних матеріалів, оцінка відповідності наборів тестових завдань навчальним матеріалам, допомога та контроль якості при формуванні тестів до навчальних матеріалів, автоматизована генерація прототипів тестових завдань, реалізація гнучких алгоритмів тестування, автоматизація формування анотацій і рефератів до елементів навчальних матеріалів тощо.

Вирішення всіх цих задач може бути реалізоване через автоматизацію побудови семантичної моделі навчальних курсів та її використання у відповідних інформаційних технологіях. Одним із способів вирішення задач оцінки семантичної відповідності є аналіз термінологічної бази навчальних матеріалів. Тому задача автоматизації визначення семантичних термінів у навчальних матеріалах є актуальною задачею сучасної освіти.

Термінами можуть бути як ключові слова, так і ключові словосполучення. Ключові словосполучення можуть містити довільну кількість слів, і бути семантичними мережами малої ємності. В рамках аналізу їх склад доцільно спрощувати до двох слів. При цьому в процесі пошуку як мінімум одне із цих слів можна розглядати як термін в межах навчальних матеріалів. Тож питання автоматизації пошуку ключових слів у контенті навчальних матеріалів є першочерговою задачею в процесі вирішення розглядуваної проблеми.

Метою роботи є дослідження сучасних відомих методів аналізу текстів для оцінки їх ефективності й придатності до використання у задачі автоматизації пошуку ключових семантичних термінів у контенті навчальних матеріалів.

Застосування різноманітних методів аналізу текстів дозволяє зіставити окремим словам або словосполученням тексту деякі певним чином поставлені у відповідність числові вагові значення, що вказують на міру їх важливості в досліджуваному тексті. Ці методи розрізняються за алгоритмами обрахунку вказаних вагових значень [2]. Найбільш розповсюдженими методами аналізу текстів є частотна оцінка, оцінка TFIDF та дисперсійна оцінка.

Частотна оцінка TF (term frequency) є частотою згадувань певного слова і у тексті, що розглядається, й обчислюється наступним чином [3]:

$$Tf_i = \frac{n(i)}{\sum_k n_{ik}}, \quad (1)$$

де $n(i)$ – кількість згадувань слова i у тексті, $\sum_k n_{ik}$ – загальна кількість слів у тексті.

Оцінка TFIDF є добутком частоти згадувань слова у тексті Tf (term frequency) та зворотної документарної частоти слова Idf (inverse document frequency) [4]:

$$TfIdf = Tf * Idf, Tf_i = \frac{n(i)}{\sum_k n_{ik}}, Idf_i = \log \frac{D}{d_i}, \quad (2)$$

де D – кількість фрагментів, на які розбивається текст при аналізі; d_i – кількість фрагментів, у яких дане слово присутнє.

Дисперсійна оцінка DE за змістом близька до оцінки TFIDF, та є оцінкою дискримінантної сили слів. Вона дозволяє відділити із загального переліку широкоживаних у тексті слів слова, що розташовані рівномірно. Якщо деяке слово A в тексті, що складається з N слів, позначене як A_k^n , де індекс k – номер появи даного слова в тесті, а n – позиція даного слова в тексті, то інтервал між послідовними появами слова при таких позначеннях буде величина $\Delta A_k^m = A_{k+1}^m - A_k^n = m - n$, де на m -ій і n -ій позиціях в тесті знаходиться слово A , яке зустрілось $k+1$ -ий і k -ий рази. Тоді дисперсійна оцінка розраховується наступним чином [5]:

$$\sigma = \frac{\sqrt{(\Delta A^2) - (\Delta A)^2}}{(\Delta A)} \quad (3)$$

де (ΔA) – середнє значення послідовності $\Delta A_1, \Delta A_2, \Delta A_k$; (ΔA^2) – послідовності A_1^2, A_2^2, A_k^2 ; K – кількість появи слова A в тексті.

Для проведення експериментів за наведеною вище схемою було розроблено тестове програмне забезпечення, що реалізує обробку контенту навчальних матеріалів трьома розглянутими методами (частотний аналіз, аналіз TFIDF та дисперсійний аналіз) з відповідними ваговими параметрами.

В процесі обробки контенту переліки ключових слів, отримані за відповідними методами, обмежуються за кількісним порогом й формують множини B_1, B_2, B_3 . В подальшому ці множини порівнюються

із множиною B_A , утвореною переліком ключових термінів, який сформовано автором навчального матеріалу. Перетин цих множин $B_k \cap B_A$ визначає ефективність відповідного методу k .

Максимальна область перетину авторського переліку зі сформованими застосунком переліками $B_k \cap B_A \rightarrow \max$ визначає найбільш ефективний метод автоматизації пошуку ключових семантичних термінів у контенті навчальних матеріалів.

Ефективність наведених методів пропонується визначати за наступною формулою:

$$E_k = \frac{N_{Ak}}{N_A} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де N_{Ak} – кількість термінів у авторському (B_A) та сформованому за k -им методом (B_k) переліками термінів, що співпали ($B_k \cap B_A$); N_A – кількість термінів у переліку термінів B_k , сформованому експертом (автором).

В результаті тестування (на прикладі лекційного матеріалу «Введення у реляційну модель даних» навчального курсу «Вступ до реляційних баз даних» [2]) розробленим програмним забезпеченням отримуються три переліки ключових термінів за відповідними методами аналізу та проводиться їх порівняння у сукупності з авторським переліком. Деякі результати порівняння наведено у табл. 1.

На основі наведених даних дослідження, за формулою (4) побудовано діаграму ефективності розглянутих методів формування переліку ключових термінів у порівнянні з авторським переліком. В даному випадку ефективність методу частотної оцінки склала 33,3%, методу оцінки TFIDF – 30,3%, методу дисперсійної оцінки – 84,8%.

Таблиця 1

Фрагмент порівняльної таблиці аналізу термінів

№	Термін	Визначено автором	Аналіз TF	Аналіз TFIDF	Аналіз DE
1.	реляційна база даних	+	+		+
2.	тип даних		+	+	+
3.	домейн	+		+	+
4.	реляційна модель даних	+			+
5.	обмеження цілості	+		+	+
6.	заголовок відношення	+			+
7.	значення відношення	+	+		+
8.	перша нормальна форма	+			+
9.	модель даних	+	+		+
10.	СКБД	+	+		+
11.	реляційне числення	+			
12.	цілісність сутності	+		+	+
13.	будівний тип	+			+
14.	зовнішній ключ	+		+	+
15.	SQL	+			
16.	заголовок відношення				+
17.	унікальність значень			+	

Аналогічним чином було досліджено 30 лекцій із різних навчальних курсів й обраховано середню ефективність кожного із методів. Середня ефективність методу частотної оцінки склала 27,1%, методу оцінки TFIDF – 45,5% та методу дисперсійної оцінки – 88,3% (рис.1).



Рис. 1 – Діаграма середньої ефективності методів обробки текстів

Таким чином, метод дисперсійної оцінки продемонстрував найвищу ефективність серед досліджуваних методів, показавши при цьому мінімальну ефективність 67,7%, максимальну – 100%.

Результат застосування частотного аналізу свідчить, що цей метод надає велику вагу не тільки ключовим словам, а й словам із максимальною частотою – сполучникам, прийменникам і часткам, що відіграють велику роль для зв'язності тексту, проте не несуть навантаження з точки зору семантичної структури.

Метод TFIDF дозволяє дещо відсіяти слова, що використовуються для зв'язування тексту, через їх велике значення розповсюдженості у контенті, але значна вага надається словам, важливість яких є обмеженою в рамках локальних елементів контенту. Тому даний метод використовується переважно для аналізу масивів незв'язних текстів, й продемонстрував низьку ефективність при аналізі контенту навчальних матеріалів.

Отриманий результат аналізу контенту лекції методом дисперсійного оцінювання дозволив визначити перелік слів, найбільш близький до переліку, сформованого експертом (автором курсу).

Таким чином, у результаті дослідження методів аналізу текстів було встановлено, що найбільшу ефективність в вирішенні задачі автоматизації пошуку ключових слів у контенті навчальних матеріалів досягнуто методом дисперсійної оцінки.

Література

1. Moodle – Open-source learning platform. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://moodle.org/>
2. Бармак О. В., Мазурець О. В. Методи автоматизації визначення семантичних термінів у навчальних матеріалах / О. В. Бармак, О. В. Мазурець // Вісник

Хмельницького національного університету. Сер.: Технічні науки. Хмельницький. – 2015, №2(223). – С.209-213.

3. Ortuño M., Carpena P., Bemaola P., Muñoz E., Somoza A.M. Keyword detection in natural languages and DNA // Europhys. Lett, 2002. – 57(5). – P. 759-764.

4. Ventura, J. & Silva, J. (2007). New Techniques for Relevant Word Ranking and Extraction. In Proceedings of 13th Portuguese Conference on Artificial Intelligence, Springer-Verlag, pp. 691-702.

5. Ландэ Д.В., Снарский А.А. Компактифицированный горизонтальный граф видимости для сети слов // Труды Международной научной конференции «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2013. Знания и рассуждения» – КПИ, Киев: 2013. – с. 158-164.

УДК 621.865

ДИНАМІКА РУХУ МОБІЛЬНОЇ РОБОТОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ З КРОКУЮЧИМИ РУШІЯМИ

Корендій В.М., Дмитерко П.Р., Новіцький Ю.Я.

Національний університет “Львівська політехніка”, Україна

E-mail: vitaliy.nulp@gmail.com

Завдання дослідження і синтезу крокуючого способу переміщення – це перш за все завдання створення машин і пристроїв, здатних переміщатися в довільних природних умовах і по бездоріжжю. У таких завданнях крокуючі машини є особливо важливими і актуальними як засоби вирішення проблеми пересування по бездоріжжю (або по місцевості зі складним рельєфом). Пояснюється це наступними обставинами. Колесо лише частково вирішує проблему пересування, тому що для його ефективного використання потрібна гладка опорна поверхня, до того ж безперервна. Крокуючий пристрій в змозі сам вибирати точки контакту ноги з поверхнею і враховувати її нерівності. При наявності гладкої твердої дорожньої поверхні колесо, безумовно, є основою найбільш ефективних засобів пересування. Коли ж справа стосується природної земної поверхні, яка містить нерівності, колесо в багатьох випадках виявляється неефективним [1-4].

Один із найпростіших механізмів, який відтворює крокуючий рух, є шарнірним чотириланником [1]. Лямбда-механізм Чебишева, показаний на рис. 1, має чотири ланки і чотири однорухомих шарніри. Три ланки є рухомими (1 – OA , 2 – O_1B , 3 – ABC), а інша ланка (0) приймається в якості опорної (нерухомої), або стояка. Опорна ланка O_1O являє собою раму машини. Кривошип або привідна ланка – 1 (OA) – обертається навколо нерухомого центру O , який знаходиться на рамі машини. Ланка 3 (O_1B) є коромислом і обертається навколо іншого

нерухомого центру O_1 , який також розміщений на рамі машини. Кривошип 1 (OA) може робити повний оберт, тоді як коромисло 3 (O_1B) здійснює гойдальні (коливальні) рухи. Ланка 2 (ABC) називається шатуном і приєднується до опорного важеля машини в точці C (рис. 1). Шатун 2 (ABC) в загальному випадку знаходиться у плоскому русі.

Крокуючий механізм має один ступінь вільності, а отже й одну вхідну ланку та одну незалежну координату, яка однозначно визначає положення всіх решти ланок механізмів. Прийmemo в якості вхідної ланки – кривошип 1 (OA) з віссю обертання O (рис. 1, а). Тоді в якості узагальненої координати виступатиме кут φ відхилення кривошипа від горизонтальної осі, напрямленої з точки O_1 вправо (рис. 1, б). Додатній напрям відліку кута φ напрямлений проти руху годинникової стрілки.

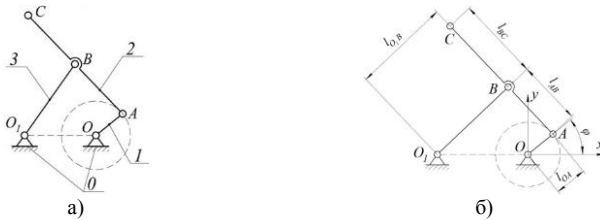


Рис. 1 – Структурна (а) та кінематична (б) схеми крокуючого механізму

На рис. 2 подано компоувальну схему чотириногій мобільної роботомеханічної системи, побудованої на основі чотириланкового крокуючого рушія циклового типу (лямбда-механізму Чебишева) з наступними параметрами: $l_{AB} = 216 \text{ мм}$, $l_{BC} = 216 \text{ мм}$, $l_{O_1B} = 216 \text{ мм}$, $l_{OA} = 77 \text{ мм}$, $y_{O_1} = 0$, $x_{O_1} = 170,75 \text{ мм}$ (рис. 1). Конструктивно крокуюча машина виконана у вигляді рами 3, встановленої на двох крокуючих опорах (крокуючих модулях) з правого і лівого бортів (рис. 2). На рамі 3 може бути розміщено модуль силового приводу (який включатиме у себе автономне джерело електричної енергії (наприклад, дизель-генератор)), робоче місце оператора із блоком системи керування, платформа для вантажів тощо. На рамі також може розміщуватися різне змінне технологічне обладнання.

Крокуючі опори виконані у вигляді несучих балок, які нерухомо кріпляться до рами 3 машини та на кінцях яких попарно встановлені механізми крокування, згруповані в крокуючі рушії. Крокуючий механізм складається із привідного кривошипа 4, спарника 5, який синхронізує крокуючі рушії передньої і задньої частини машини, шатуна 6, що з'єднує привідний кривошип із опорним важелем 2, до якого приєднується стопа 1. Забезпечення стійкості положення

рівноваги (статичної стійкості) крокуючої машини має місце за рахунок використання спарників 7, що жорстко з'єднують передній правий із заднім лівим опорним важелем та, відповідні передній лівий із заднім правим важелем.

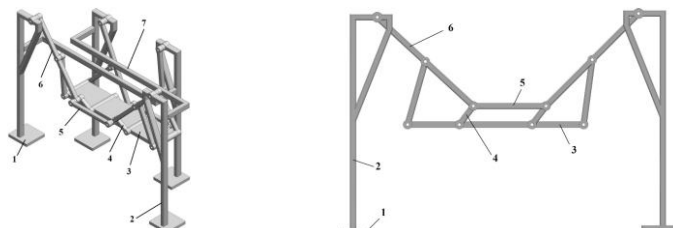


Рис. 2 – Компонувальна схема крокуючої машини

Привід крокуючих механізмів правого і лівого бортів повинен бути синхронізованим. Тому для забезпечення статично стійкої ходи та чергування опорної фази і фази переносу стопи, крокуючі рушії кожного борту жорстко кінематично пов'язані таким чином, що кривошипи 4 кожної пари крокуючих механізмів встановлені у протифазі на спільній ведучій осі.

Імітаційна модель експериментального зразка чотиринової крокуючої машини, побудованої на основі лямбда механізму Чебишева (рис. 2), реалізовувалася в програмному продукті SolidWorks. Об'єктом подальшого моделювання і аналізу будуть коливання корпусу машини на стадії одного кроку, які спричинятимуть втрати енергії на періодичний підйом-опускання та пришвидшення сповільнення корпусу. Для цього буде використаний модуль інженерного аналізу SolidWorks Motion, який дозволяє проводити комплексний динамічний і кінематичний аналіз механізмів, а також здійснювати їх оптимізацію у відповідності до заданих динамічних чи кінематичних критеріїв.

Імітаційна модель руху крокуючої машини була створена на основі її твердотільної моделі з параметрами (рис. 2) та імпортована в модуль SolidWorks Motion, в якому до привідного кривошипа було «умовно» приєднано електродвигун, що забезпечував його сталу швидкість обертання. На нижню поверхню опорної стопи ставилася прив'язка паралельності до горизонтальної площини (з обмеженням максимального підйому та опускання) та обмежувався її рух «назад» (на рисунку – вправо). Таким чином, забезпечувався рух опорних стоп і корпусу машини як показано на рис. 3.

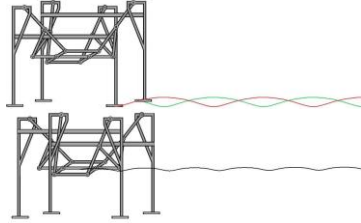


Рис. 3 – Імітаційна модель руху чотиринової крокуючої машини

Аналізуючи отриману імітаційну модель руху крокуючої машини (рис. 3), можемо спостерігати вертикальні коливання корпусу на кожному кроці. Також, за рахунок нерівномірності горизонтальної швидкості корпусу на кожному кроці відбувається пришвидшення-сповільнення корпусу в горизонтальному напрямку. Ці фактори суттєво впливають на ефективність функціонування машини та працездатність окремих вузлів і механізмів, адже спричиняють втрати енергії на періодичне піднімання-опускання і пришвидшення-сповільнення корпусу, а також обумовлюють виникнення значних динамічних (інерційних) навантажень на несучу частину і опорні вузли машини.

Для дослідження динамічних процесів, що мають місце під час здійснення машиною одного кроку, спершу було встановлено, що фаза контакту стопи з опорною поверхнею триває в межах $0 \leq \varphi \leq 2.1 \text{ рад}$ та $4.2 \leq \varphi \leq 6.28 \text{ рад}$, тобто приблизно від 260° до 460° кута повороту привідного кривошипа відносно правого горизонтального положення. Для цієї стадії на основі аналітичних залежностей [4] побудовано графіки зміни горизонтальних і вертикальних зміщення і пришвидження корпусу (рис. 4).

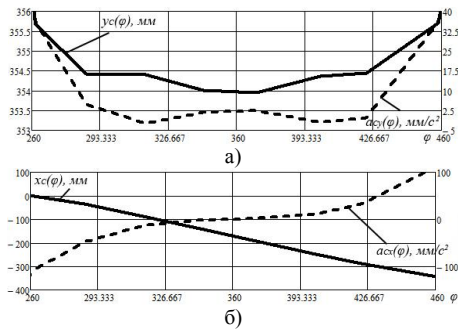


Рис. 4 – Залежності кінематичних параметрів руху корпусу крокуючої машини на стадії контакту стопи з опорною поверхнею: а – вертикального зміщення і пришвидження корпусу; б – горизонтального зміщення і пришвидження корпусу

Аналізуючи отримані графічні залежності (рис. 4), можемо констатувати вертикальне «просідання» корпусу машини на стадії одного кроку приблизно на 2 мм, що спричинятиме втрати енергії на періодичне піднімання-опускання корпусу, тобто на подолання сили земного тяжіння. Також на рис. 4, а, б можемо спостерігати суттєву зміну горизонтального і вертикального пришвидшень корпусу на етапі одного кроку. Зокрема, вертикальне пришвидшення змінюється приблизно від 0 до 40 мм/с^2 , а горизонтальне – від -120 мм/с^2 до 120 мм/с^2 . Такий діапазон зміни пришвидшень обумовлюватиме виникнення значних динамічних (інерційних) навантажень на опорні вузли машини, та, відповідно, втрати енергії на періодичний розгін-гальмування корпусу в процесі крокування. Також розглянуті динамічні явища, які мають місце під час руху крокуючої машини суттєво впливатимуть на її працездатність та якість виконуваних транспортно-технологічних операцій.

З метою підтвердження отриманих у магістерській кваліфікаційній роботі теоретичних положень та аналітичних результатів, на основі імітаційної моделі руху крокуючої машини у програмному продукті SolidWorks було згенеровано залежності горизонтального і вертикального пришвидшень корпусу машини на стадії одного кроку (рис. 5). Порівнюючи отримані результати з результатами теоретичних досліджень (рис. 4), можемо констатувати їх достатню збіжність: вертикальне пришвидшення змінюється від -3 мм/с^2 до 41 мм/с^2 , а горизонтальне – від -114 мм/с^2 до 116 мм/с^2 . На основі цього можемо зробити висновок про достовірність запропонованих в роботі ідей та розроблених в [4] математичних моделей руху крокуючої машини.

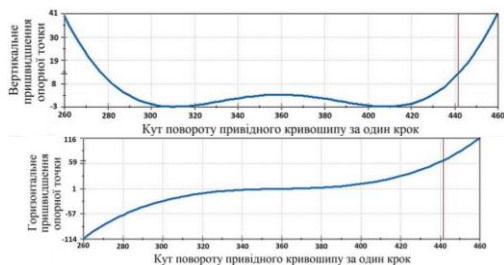


Рис. 5 – Графічні залежності вертикального (а) і горизонтального (б) пришвидшень корпусу крокуючої машини, отримані в програмному продукті SolidWorks

У подальших етапах досліджень за даною тематикою доцільно було б обґрунтувати втрати енергії та проаналізувати динамічні (інерційні) навантаження на опорні вузли машини, які мають місце в

процесі крокування, а також розглянути задачі оптимізаційного синтезу механізму крокування з метою раціональнішого підбору його геометричних параметрів або удосконалення структури шляхом використання більшої кількості ланок.

Література

1. Корендій В.М. Розроблення крокуючого модуля на базі двох циклових рушіїв / В.М. Корендій, О.С. Бушко, О.Ю. Качур, Р.Ю. Скрипник // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні: Український міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2015. – № 49. – С. 26-35.
2. Корендій В.М. Аналіз можливостей оснащення крокуючого модуля на базі двох циклових рушіїв механізмами орієнтації та стабілізації вертикального положення / В.М. Корендій, О.С. Бушко, О.Ю. Качур, Р.Ю. Скрипник // Науковий вісник НЛТУ України: збірник науково-технічних праць. – 2015. – Вип. 25.8. – С. 277-285.
3. Korendiy V. Structural and Kinematic Synthesis of the 1-DOF Eight-Bar Walking Mechanism with Revolute Kinematic Pairs / V. Korendiy // Ukrainian journal of mechanical engineering and materials science. – 2017. – Volume 3, Number 2. – pp. 91-106.
4. Korendiy V. Analysis of Structure and Kinematics of Four-Bar Crank-Rocker Walking Mechanism / V. Korendiy // Ukrainian journal of mechanical engineering and materials science. – 2015. – Volume 1, Number 2. – pp. 21-34.

УДК 621.81.004.67:621.77:621.792

ВІДНОВЛЕННЯ ПОСАДОЧНИХ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

Косяк О.В., Хітров І.О.

*Національний університет водного господарства та природокористування, Україна
E-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua*

Значний внесок у вирішенні питань підвищення працездатності деталей машин і елементів конструкцій з використанням різних технологічних методів поверхневої обробки внесли такі вчені як П.Г. Алексеев, Б.М. Аскіназі, І.Л. Голего, В.А. Горохов, Б.Д. Грозін, Б.І. Костецький, І.В. Крагельський, Б.А. Лангерт, А.А. Маталін, М.В. Молодик, О.С. Мудрук, Л.Г. Одінцов, В.І. Похмурський, О.В. Рижов, М.І. Соболев, В.М. Ткачов, В.Т. Трощенко, В.І. Черноіванов, А.В. Чичинадзе та інші.

Відомі методи відновлення деталей машин не завжди задовольняють вимоги інженерної практики внаслідок недосконалість технології, відсутності необхідного технологічного устаткування, особливо в умовах ремонтного виробництва. Необхідно розробляти та впроваджувати нові, більш ефективні методи відновлення посадочних

отворів, які б могли забезпечити не лише спрощення і здешевлення технологічного процесу, але й високу точність та якість відновлених поверхонь отворів [1].

Спосіб відновлення спрацьованих внутрішніх циліндричних поверхонь деталей полягає в механічній обробці спрацьованої поверхні, нанесенні на неї полімерного матеріалу, клеюванні і фіксації ремонтної втулки в отворі.

Геометрію ремонтної втулки забезпечують шляхом її розкочування за допомогою багатороликового розкатника у роз'ємній матриці. Під час пружно-пластичного деформування досягається номінальний розмір внутрішньої поверхні втулки.

Приклад відновлення посадочних отворів під підшипники кочення корпусу коробки передач зернозбирального комбайну для отвору номінальним діаметром $72 \pm 0,015$ мм і ширини посадочної поверхні – 18 мм.

Спрацьовану чавунну поверхню отвору під підшипник кочення розточують до діаметра $74,2^{+0,050}$ мм з чистотою поверхнею, яка відповідає шорсткості $R_z = 40$ мкм, що забезпечує встановлення ремонтної втулки у розточений отвір із радіальним зазором 0,10 мм.

З листової сталі 45 товщиною 1,2 мм виготовляють пластину-заготовку з наступним гнуттям її у втулку на трьохвалковому пристрої. Довжина пластини-заготовки $229,2^{+0,57}_{+0,28}$ мм, ширина – $18 \pm 0,1$ мм.

Запресовують втулку у отвір роз'ємної матриці (діаметр $74,0^{+0,030}$ мм). Матрицю встановлюють і закріплюють в патроні токарно-гвинторізного верстату моделі 1К62, а в піноль задньої бабки – шестироликівий плаваючий розкатник. Проводять розкочування ремонтної втулки (радіальний натяг розкочування 0,2 мм) з одночасним її зміцненням шляхом пружно-пластичного деформування роликми розкатника, забезпечуючи одночасно номінальний діаметр внутрішнього отвору ремонтної втулки $72 \pm 0,015$ мм і поверхневу твердість – HV 270.

Токарною обробкою знімають впливи металу втулки за межі матриці забезпечивши однакову ширину ремонтної втулки з розточеною посадочною поверхнею отвору – 18 мм.

Для забезпечення високої міцності зчеплення полімерного матеріалу з поверхнею розточеного отвору і ремонтної втулки зібраної на оправці проводять їх знежирення технічним ацетоном. Запресовують ремонтну втулку у розточений отвір корпусної деталі і закривають з обох боків кришками попередньо їх зафіксувавши.

Спочатку подають під тиском полімерний матеріал до початку його появи з торців кришки для видалення повітря. Остаточо фіксують

кришки і продовжують подачу полімерного матеріалу до досягнення тиску 0,3-0,5 МПа. Підтікання полімерного матеріалу усувають ватним тампоном змоченим ацетоном. Технологічну міцність полімерний матеріал набере протягом 12 год., після цього можна випресувати оправку.

В якості полімерного матеріалу приймали анаеробний герметик *Loctite*. Випробування на міцність з'єднання „втулка-отвір” показали, що напруження зсуву в з'єднанні при використанні анаеробного полімерного матеріалу *Loctite* складає не менше 14 МПа.

Таким чином, застосування даного способу дозволяє підвищити ресурс відновленого отвору і спростити спосіб центрування ремонтної втулки.

Література

1. Хітров, І. О. Застосування полімерних матеріалів при ремонті машин [Текст] / І. О. Хітров, Р. О. Луцан / Збірник наукових праць „Вісник НУВГП”. Вип. 4 (60), серія „Технічні науки” – Рівне, 2012. – С. 123-128.

УДК 004.8

АВТОМАТИЗОВАНЕ ФОРМУВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ СЕРЕДОВИЩА MOODLE НА ОСНОВІ ОНТОЛОГІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Мазурець О.В., Кліменко В.І., Скрипник Т.К.
Хмельницький національний університет, Україна
E-mail: ler.klimenko08@gmail.com

З розвитком нових технологій та постійним підвищенням рівня інформатизації суспільства й освіти проблема ефективного контролю знань набуває особливого значення. Важливу роль в її розв'язанні відіграють комп'ютерні засоби перевірки знань. Однією з найбільш поширених форм перевірки знань є комп'ютерне тестування. В більшості випадків метою тестування є визначення рівня засвоєння відповідних навчальних матеріалів. Відтак навчальні матеріали у вигляді цифрових документів визначеної структури як інструмент навчання, й тести як інструмент контролю рівня отриманих знань об'єднуються в курси навчальних дисциплін.

Тестова перевірка включає в себе набір тестових завдань різної складності, що робить результат тестування більш об'єктивним. За допомогою ретельного конструювання тесту можна забезпечити відповідний рівень дискримінативності, в чому тести мають перевагу

над іншими формами визначення рівня знань. Розробка тесту (набору тестових завдань) для перевірки якості засвоєння визначеної одиниці навчального матеріалу вимагає не тільки семантично якісних тестових завдань, збалансованих за рівним складності та типом, а й повноцінного та рівномірного покриття навчального матеріалу набором тестових завдань [1].

Зв'язок між термінами навчальних матеріалів залежить від багатьох факторів (галузь знань, тип лекції, літературні здібності автора, тощо) й може змінюватися у широких межах без втрати якості викладання, що знижує актуальність його аналізу. Тому переважно перевірка розуміння саме термінів, що вводяться й розглядається у навчальних матеріалах, дозволяє визначити рівень засвоєння цих навчальних матеріалів.

У той час, як багато досліджень у галузі комп'ютерного контролю знань зосереджені на питаннях валідності і надійності тестів, питання формування самого банку завдань у більшості випадків залишається виключно прерогативою розробника, який працює без використання інтелектуальних засобів автоматизації даного процесу [2]. Традиційний підхід до створення засобів тестування фактично являє собою комп'ютеризацію ручного тестування. Суть такого підходу полягає у використанні інформаційно-комунікаційних технологій замість паперової роботи. За таких умов завдання, професійно розроблені експертом, мають високу якість і зрозумілість; однак істотним недоліком підходу є висока трудомісткість самого процесу формування тестових завдань.

Для розробки й використання навчальних матеріалів навчальних дисциплін, а також для формування й проходження тестів, на сучасному етапі широко використовуються спеціалізовані віртуальні навчаючі середовища, найбільш відомим із яких є Moodle. При їх використанні, потенційна якість перевірки рівня отриманих освітніх послуг безпосередньо визначається якістю тестів.

Метою роботи є розробка інформаційної технології автоматизованого формування тестових завдань, що забезпечує максимально рівномірне і широке охоплення набором тестових завдань семантики навчального матеріалу, та можливість перенесення сформованих наборів тестових завдань у середовище Moodle.

Оскільки тести є засобом перевірки якості засвоєння сенсу навчальних матеріалів й ставлять на меті задачу перевірки якості засвоєння ключових термінів як складових семантичних одиниць навчальних матеріалів, то автоматизація визначення семантичних термінів у навчальних матеріалах дозволяє забезпечити допомогу та

контроль при розробці наборів тестових завдань. Інформаційна технологія визначення термінів у навчальних матеріалах [3] дозволяє визначити множину слів, близьку до множини, сформованої автором курсу.

Зважаючи на існуючі загальноприйняті вимоги до структури навчальних матеріалів навчальних дисциплін, навчальні матеріали як електронні документи відбивають відповідну онтологію своєю структурою. Стилiстичні вимоги до оформлення цифрових документів навчальних матеріалів вимагають використання для цього спеціальних стилів, тому структура цифрових документів навчальних матеріалів регламентується мовами розмітки цифрових документів.

Запропонована інформаційна технологія автоматизації формування тестових завдань призначена для автоматизованого формування збалансованого набору тестових завдань для перевірки засвоєння семантичного змісту термінів навчального матеріалу. Вхідними даними для застосування інформаційної технології автоматизації формування тестових завдань є контент навчального матеріалу, що підлягає перевірці, структура навчального матеріалу та сортовані переліки ключових термінів з прив'язкою до елементів структури навчального матеріалу. При цьому структура навчального матеріалу й переліки ключових термінів, співвіднесені з елементами структури навчального матеріалу, утворюють повну онтологію навчального матеріалу [4].

В основі функціонування інформаційної технології автоматизованого формування тестових завдань [5] є використання набору правил перетворення фрагментів контенту у тестові завдання. Для цього спочатку встановлюються вимоги до набору тестових завдань, визначаються актуальні правила конвертації й на основі найбільш прийнятних із них формується набір тестових завдань, як це показано на рисунку 1.



Рис. 1 – Схема інформаційної технології автоматизованого формування тестових завдань

Визначення вимог до набору тестових завдань передбачає, при необхідності, зміну користувачем параметрів тесту по замовчуванню. Так, хоча загальноприйнятим є введення в рамках структурної одиниці навчального матеріалу 3-7 термінів, обсяг й різновид лекції та специфіка предмету викладення можуть впливати на цю кількість. Змінними параметрами, що впливають на формування набору тестових завдань, є: кількість ключових термінів із початку переліку, що перевіряються; запланована кількість тестових завдань; типи тестових завдань, що можна використовувати в даному тесті, та їх баланс.

Актуалізація правил конвертації визначає перевірку можливості застосування кожного із правил конвертації для створення тестового завдання на основі кожного фрагменту використання кожного терміну із заданого переліку. Для правил, що актуалізувалися, обраховуються оцінки, у залежності від впливу заданих особливостей

фрагменту. Після чого формується таблиця покриття контенту, у якій представлені всі актуалізовані правила із їх параметрами. Правило конвертації є структурою, що складається з функціональних елементів: маски для фрагменту тексту з поняттям, що призначена для ідентифікації фрагментів контенту із заданим терміном, до яких воно може бути застосовано; параметрів правила, що визначають особливості й ефективність його застосування; маски для формування тестового завдання, що містить алгоритм перетворення даного фрагменту у елементи тестового завдання.

```
// Початок питання: ПитЗВибором
Система керування базами даних - це: {
=a. система спеціальним чином організованих даних - баз
даних, програмних, технічних, мовних, організаційно-методичних
засобів, призначених для забезпечення централізованого
нагромадження й колективного багатоцільового використання даних.
~b. іменована сукупність даних, що відбиває стан об'єктів і
їхнє відношення в розглянутій предметній області.
~с. сукупність мовних і програмних засобів, призначених для
створення, ведення й спільного використання БД багатьма
користувачами.
~d. програма, за допомогою якої користувач працює з базою даних.
}
```

Рис. 2 – Приклад тестового запитання у форматі gift для середовища Moodle

Формування набору тестових завдань починається з відбору оптимальної вибірки правил з числа тих, що включені у таблицю покриття контенту. Для цього, зважаючи на наявні обмеження, із загального переліку формується вибірка випадків, що будуть використані для формування контенту тестових завдань. В результаті для кожного випадку відповідне правило сформує одне тестове запитання у форматі .gift, що може бути імпортоване у середовище Moodle. Таким чином, кінцевий результат зберігається в одному файлі тесту, який є вихідними даними інформаційної технології.

Приклад результату конвертації контенту сформованого тестового завдання у тестове запитання в форматі .gift (рис. 2), що у середовищі Moodle прийме вигляд, представлений на рисунку 3.

Система керування базами даних – це:

Виберіть одну відповідь:

- a. сукупність мовних і програмних засобів, призначених для створення, ведення й спільного використання БД багатьма користувачами.
- b. іменована сукупність даних, що відбиває стан об'єктів і їхнє відношення в розглянутій предметній області.
- c. система спеціальним чином організованих даних - баз даних, програмних, технічних, мовних, організаційно-методичних засобів, призначених для забезпечення централізованого нагромадження й колективного багатозначного використання даних.
- d. програма, за допомогою якої користувач працює з базою даних.

Рис. 3 – Приклад сформованого у середовищі Moodle тестового запитання

Отже, запропонована інформаційна технологія автоматизованого формування тестових завдань забезпечує максимально рівномірне і широке охоплення набором тестових завдань семантики навчального матеріалу, та можливість перенесення наборів тестових завдань у систему Moodle.

Подальші дослідження спрямовані на поповнення бази правил генерації тестових завдань, що дозволить збільшити як на різноманітність доступних для генерації варіантів тестового завдання за окремим фрагментом тексту, так і на можливість охоплення максимального обсягу контенту навчального матеріалу для формування набору тестових завдань.

Література

1. Снитюк В. Е., Юрченко К. Н. Интеллектуальное управление оценением знаний / В. Е. Снитюк, К. Н. Юрченко. – Черкассы, 2013. – 262с.
2. Кліменко В. І., Мазурець О. В. Аналіз сучасних методів генерації тестових завдань / В. І. Кліменко, О. В. Мазурець // Збірник наукових праць за матеріалами десятої міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2016». Хмельницький – 2016. – С.77-84.
3. Бармак О. В., Мазурець О. В. Інформаційна технологія автоматизованого визначення термінів у навчальних матеріалах / О. В. Бармак, О. В. Мазурець // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький, 2015. – №2. – С.94–102.

4. Мазурець О. В. Онтологічний підхід до побудови семантичної моделі навчальних матеріалів / О. В. Мазурець // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2017, №6. – С.223-229.
5. Бармак О. В., Мазурець О. В., Кліменко В. І. Інформаційна технологія автоматизованого формування тестових завдань / О. В. Бармак, О. В. Мазурець, В. І. Кліменко // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2017, №5. – С.93-103.

УДК 004.94

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПУ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ПРИ КОМП'ЮТЕРНОМУ ПРОЕКТУВАННІ ОБ'ЄКТІВ ДІЯЛЬНОСТІ

Пасічник О.А.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: o.a.pasichnyk@gmail.com

Основними передумовами конкурентоспроможності підприємств в сучасних умовах є випуск продукції: кращої якості; нижчої вартості; з короткими термінами надходження на ринок. Досягнути бажаних результатів в сучасних умовах можливо лише шляхом інтенсифікації та оптимізації на всіх етапах створення об'єктів - пошукового проектування, конструювання, технологічної підготовки виробництва, виготовлення дослідного зразка, освоєння серійного виробництва, задоволення потреб в процесі експлуатації [1].

При сучасному рівні та можливостях технології реальним є освоєння виробництва практично будь-яких виробів. Сучасний стан розвитку об'єктів діяльності характеризується чітко вираженими якісними змінами в бік їх суттєвого й принципового ускладнення, що спричиняє інформаційний вибух в питаннях обсягів різноманітної документації. В таких умовах темпи технічного прогресу визначаються темпами розробки нових проектних рішень, тобто підвищення якості та продуктивності процесу проектування є головною умовою зростання ефективності виробництва.

Принципово нездоланною перешкодою для вирішення цих проблем є наднизькі темпи підвищення продуктивності праці проектувальника обумовлені психофізіологічними обмеженнями людини. Серед різноманітних шляхів підвищення якості та продуктивності проектно-конструкторської діяльності найбільш ефективним є автоматизація на основі сучасних засобів

обчислювальної техніки або застосування комп'ютерних технологій проектування.

Практичною реалізацією технологій комп'ютерного проектування в сучасній виробничій діяльності є застосування систем автоматизованого проектування (САПР) або CAD, CAE, CAM, CAХ, EDA, CAPP, PDM, PLM, а в найбільш загальному вигляді структура всякої діяльності складається з декількох елементів, три з яких є базовими - суб'єкт діяльності, об'єкт діяльності, зв'язки (взаємозв'язки) між ними, що мають різну форму, сполучення та часовий характер.

З методологічної точки зору проектування представляє собою процес перетворення вихідного опису об'єкта в остаточний на основі виконання комплексу робіт дослідного, розрахункового та конструкторського характеру, а проектування об'єкта – це створення, перетворення та представлення у прийнятній формі образу цього ще не існуючого об'єкта. Результатом проектування є повний комплект документації, що містить достатні відомості для виготовлення об'єкта в заданих умовах. Ця документація (проект) є остаточним описом об'єкта.

Проектування складних об'єктів ґрунтується на застосуванні ідей та принципів ряду теорій та підходів. Найбільш загальним є системний підхід.

Основний загальний принцип системного підходу полягає у розгляді частин явищ або складної системи з урахування їх взаємодії, тобто включає в себе виявлення структури системи, типізацію зав'язків, визначення атрибутів, аналіз впливу зовнішнього середовища.

При проектуванні складних технічних систем використовується розділ теорії систем – системотехніка. Інтерпретація та конкретизація системності підходу полягає у застосуванні таких основних принципів, компонент або підходів як структурного, блочно-ієрархічного, об'єктно-орієнтованого.

У розвитку теорії та практики автоматизованого проектування спостерігаються дві взаємопов'язані тенденції - ускладнення об'єктів проектування та перехід від автоматизації окремих процедур або етапів проектування до створення інтегрованих САПР, які охоплюють весь процес проектування виробів або навіть всю діяльність проектно-конструкторської установи [2, 3].

У зв'язку з цим виникає необхідність розглядати САПР та вироби, які проектуються з її допомогою, як складні технічні системи, що складаються з різнорідних, але взаємопов'язаних компонентів.

Розглянемо застосування принципу декомпозиції при комп'ютерному проектуванні об'єктів діяльності на прикладі

визначення площі поверхні, об'єму та маси тривимірного об'єкту складної геометричної форми симетричного відносно осі (рис. 1).

На початку визначено об'єм деталі. Задля цього деталь складної форми розіб'ємо на елементи - частини простої геометрії (рис. 2). Наведена деталь та її елементи однозначно визначаються скінченим переліком геометричних параметрів (рис. 3), які є змінними топологічно стаціонарної моделі.

Об'єм, площу поверхні та масу деталей довільних складних форм можливо визначити як суму об'ємів, площ поверхонь та мас елементів (частин) простої геометричної форми. Якщо деталь має порожнини, то при розрахунку загального об'єму їх об'єм віднімається, а при визначенні загальної площі поверхні їх площа поверхні додається.

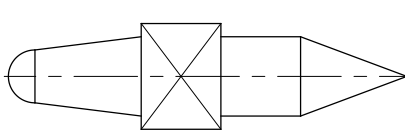


Рис. 1 - Об'єкт симетричних відносно осі

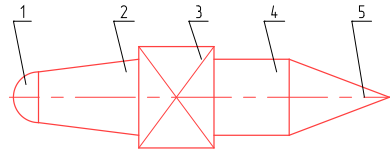


Рис. 2 – Ілюстрація застосування принципу декомпозиції

Як приклад практичної реалізації принципу декомпозиції було реалізовано програмний додаток (рис. 3)

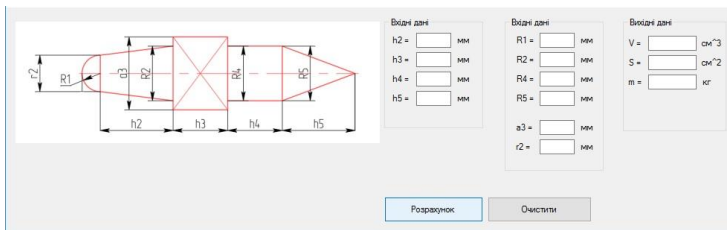


Рис. 3 – Вікно програми

На основі проведеного аналізу визначено напрямки підвищення конкурентоспроможності які полягають у застосуванні технологій комп'ютерного проектування. Як один з базових принципів при реалізації технологій комп'ютерного проектування об'єктів діяльності розглянуто принцип декомпозиції. Застосування принципу декомпозиції продемонстровано на конкретному прикладі із реалізацією програмного застосування.

Література

1. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / Ли К. – СПб.:

Питер, 2004. – 560 с.

2. Шалумов А.С. Введение в CALS-технологии / Шалумов А.С., Никишкин С.И., Носков В.Н. - Ковров: КГТА, 2002. - 137 с.

3. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем / Вендров А.М. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 175 с.

УДК 004.891.2

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Побережний П.В., Манзюк Е.А., Скрипник Т.К.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: pavlopbereznyi@gmail.com

Розглядається задача створення системи категоризації текстових колекцій на основі технологій інтелектуального аналізу. Для її рішення пропонується використовувати методи дерева рішень, k-найближчих сусідів, опорних векторів, наївний метод Баєса, C4.5. Наводяться результати роботи запропонованих методів і алгоритмів категоризації на колекціях 20NewsGroups, Reuters, Ohsumed, CaseReports, OpinRank. Ефективність алгоритму та визначення якості вибірки перевіряється на основі нерозрізнених складових цієї вибірки.

CART (classification and regression trees) – це абревіатура, що означає методи класифікації та регресії з використанням дерева рішень.

Наївний класифікатор Баєса (Naïve Bayes) – це сімейство алгоритмів класифікацій, які приймають одне допущення: кожен параметр даних, що класифікується розглядається незалежно від інших параметрів класу.

K-найближчих сусідів (k-nearest neighbors) – це алгоритм класифікації, однак це лінивий класифікатор (в процесі навчання він лише зберігає тренувальні дані. Він починає класифікацію лише тоді, коли з'являються нові, немарковані дані.

Метод опорних векторів (SVM – Support vector machines) використовує гіперплощину, щоб класифікувати дані по двом класам. На верхньому рівні SVM використовує ті ж операції, що і CART, але з однією відмінністю - не використовує дерева рішень.

Таблиця 1

Результати експериментів

Метод/Колекція	Reuters	Ohsumed	CaseReport	OpinRank	20News
CART	100	88	96	96	100

C4.5	87	90	96	92	92
SVM	94	95	96	91	97
Naïve Bayes	88	99	93	96	93
kNN	98	93	89	91	87

Для створення системи використовувалась мова програмування Python. Результати експериментів наведені в таблиці 1 у вигляді відсотків розпізнаних статей у вибірці кожним з методів. У системі присутня можливість перегляду процесу визначення приналежності кожної статті до певної категорії (рис.1) – це дасть змогу визначити статті, які не розпізнає жоден з методів і створити навчальну вибірку, яку б повністю розпізнавав кожен з методів.

```
"id": 22, "category": "comp.graphics",
"id": 23, "category": "rec.motorcycles",
"id": 24, "category": undefined,
```

Рис. 1 – Приклад розпізнання статті системою

Виконана серія обчислювальних експериментів, що ілюструють роботу розглянутих методів і алгоритмів на реальних колекціях. Планується використання системи для створення оптимальної вибірки, усі статті якої розпізнавав би кожен з обраних методів. Система створена за допомогою мови програмування Python, що дозволило зробити систему модульною - кожен алгоритм був виконаний у вигляді окремого модуля, що дає змогу розширити систему у майбутньому. Недоліком системи є складність у застосуванні її для аналізу статей з інтернет ресурсів – проте цю задачу можна вирішити, створивши парсер у вигляді нового модуля системи.

Література

1. Jiawei Han, Micheline Kamber. Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufman; 2 edition, January 13, 2006. – 800 p.
2. Yanchang Zhao. R and Data Mining: Examples and Case Studies. Elsevier – 20112. – 154 p.
3. Абдулхаков А.Р., Катасёв А.С. Кластерный метод редукции нечетких правил в базах знаний интеллектуальных систем // XVIII Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям – СПб, 2015. С. 25-28.
4. Корлюк О.С. Методи з адаптацією параметрів моделей для класифікації текстової інформації: дис. кандидата технічних наук: 01.05.02 / Корлюк Олександр Сергійович. – К., 2013. – 132 с.

5. Крак Ю.В, Кудін Г.І. Застосування методів розділення векторів ознак гіперплощиною в задачах розпізнавання елементів //Вісник Київського університету. Серія: фіз.- мат. науки. Вип. 2, 2012. – С.192 -198.

УДК 621.311:681.5

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ДЛЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Поліщук А.¹, Залізецький А.¹, Мрозінський А.²

¹Хмельницький національний університет, Україна

²Університет технологічно-природничий в Бидгощі, Польща

E-mail: andrepol215@gmail.com

Стрімке подорожчання енергоносіїв у світі (природного газу, вугілля, нафти тощо) призводить до надзвичайно стрімкого росту цін на електричну енергію для українських підприємств та окремих господарств українських громадян. Характерною прикметою сучасної енергетики України є рух в напрямку розвитку екологічно чистої енергетики на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Енергозаощадження за рахунок використання енергії відновлюваних джерел стало актуальною необхідністю часу, оскільки воно сприяє вирішенню не тільки проблеми енергопостачання, але й багатьох екологічних, економічних та соціальних проблем.

На сьогоднішній день одним із ефективних рішень для громадян та промисловості стосовно впровадження систем генерації електричної енергії з відновлювальних джерел є енергія сонця. Її використання знімає ряд проблем, пов'язаних з використанням традиційних палив. Енергія сонця може ефективно використовуватися в умовах промислових підприємств, а також середньостатистичного українського приватного будинку.

Поступове збільшення сумарної генерованої потужності відновлюваними джерелами в енергосистемі спонукає до вирішення питань підвищення енергоефективності сонячних електростанцій (СЕС), що пов'язане з завданням моніторингу. Моніторинг та контроль сонячної електростанції має важливе значення для надійного її функціонування, прогнозування та максимальної ефективності роботи. Система моніторингу може пропонувати інформацію про споживання енергії та генерацію, оптимізацію використання енергії, пошкодження сонячної системи і інше. Без моніторингу важко з'ясувати чи працюють сонячні батареї в режимі максимальної ефективності. Доступ до повної інформації про генерацію та параметри показників якості

електроенергії є одним з найважливіших питань для власника електротехнічного комплексу [1].

Додатковою проблемою сонячних електростанцій є непрогнозовані збої, що наносять власникам чималих збитків, особливо якщо залишаються непоміченими протягом тривалого часу. Системи моніторингу можуть допомогти запобігти падінню прибутковості. В них можуть використовуватися ряд корисних додаткових функцій, які зроблять експлуатацію сонячної електростанції ще більш рентабельною. Система також може бути налаштована так, що власник отримає інформацію про будь-які несправності, автоматично виправить помилку та зменшить втрати свого генеруючого підприємства.

На даний час існує чимало різноманітних способів моніторингу вихідних параметрів СЕС за допомогою перегляду інформації на: дисплеї інвертора; моніторі комп'ютера, підключеного за допомогою USB; електронному пристрої (планшеті, ноутбуківі, телефоні) підключеному через інтернет до сервера із даними.

Для більш інформативного моніторингу та контролю даних навколишнього середовища (температура панелей, температура навколишнього повітря, сонячна радіація, швидкість вітру) можуть бути збережені для подальшого аналізу. На основі отриманих даних в подальшому можна побудувати графіки споживання та генерації відносно температури панелей і сонячної радіації.

На кафедрі машин та апаратів, електромеханічних та енергетичних систем (МАЕЕС) Хмельницького національного університету діє три сонячних електростанції. В них використано інвертори китайського виробництва, які не дозволяють здійснювати моніторинг сонячної електростанції. Тому постає питання розробки власної надійної системи моніторингу даних СЕС.

З точки зору потреб лабораторії відновлювальних джерел енергії кафедри МАЕЕС, необхідно розробити систему моніторингу, яка б відслідковувала стан наявних сонячних електростанцій безпосередньо на території університету так і віддалено (в любій точці світу за допомогою Інтернету). Дана система повинна реєструвати та зберігати наступні параметри: активну, реактивну та повну потужність; напругу і струм; аварійний стан обладнання СЕС; наглядну візуалізацію параметрів генерації та споживання; кількість електроенергії, що віддається в зовнішню мережу; можливість перегляду збережених даних з будь-якого електронного пристрою з доступом до Інтернету (телефон, планшет або ноутбук).

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити висновок про доцільність розробки системи моніторингу сонячних електростанцій,

яка буде мати практичну цінність не тільки для наукової лабораторії, але і для невеликих сонячних електростанцій, встановлених в приватних господарствах.

Література

1. Бацала Я.В. Удосконалення засобів контролю параметрів електроенергії відновлювальних джерел енергії / Я.В. Бацала, І.В. Гладь, О.І. Кіянюк // Нафтогазова енергетика. - 2015. - № 1. - С.52-59.

УДК621.795.8

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ МАРКУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ТА ВИРОБІВ В МАШИНОБУДУВАННІ ТА ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Поліщук О.¹, Матушевський М.², Мусял Я.², Калачинський Т.²

¹*Хмельницький національний університет, Україна*

²*Університет технологічно-природничий в Бидгощі, Польща*

E-mail: opolishchuk71@gmail.com

Одним з напрямків реалізації ряду технологічних операцій в галузевому машинобудуванні, приладобудуванні, а головним чином в галузях легкої промисловості являється маркування та клеймування деталей та виробів. В усьому світі промислові операції маркування та клеймування впевнено стають ключовим засобом ідентифікації і обліку промислової продукції на всіх стадіях її виробництва і наступного використання. Це пов'язано з тим, що часто продукція повинна нести на собі визначену інформацію: характеристику, габарити, матеріал, індекс, дату випуску, порядковий номер, товарний знак заводу-виробника, клеймо придатності та інші.

Маркування (з нім. markieren – відмічати) – нанесення певних знаків або написів на деталі та вироби з метою її ідентифікації. Частковим випадком механічного маркування є клеймування, що здійснюється ударом клейма з дзеркальним зображенням необхідного розміру літер і цифр або штампа на механічному пресі по поверхні деталі (рис.1). Це самий розповсюджений та недорогий спосіб нанесення інформації.

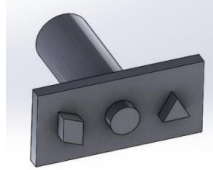


Рис. 1 – Твердотільна модель клеїма

Нанесення маркування на поверхні частіш за все здійснюється двома основними способами з використанням: етикеток і навісних ярликів, шильдів; прямого маркування на матеріалі.

Навісні ярлики найчастіше в процесі транспортування; зберігання; експлуатації приходять в непридатність, втрачаються. Таким чином, збереження прикріплених шильдів, етикеток, ярликів стає немаловажною умовою пред'явлення претензій виробнику. Особливо це стосується виробів легкої промисловості. Якщо на виробі зірвані фабричні ярлики, то в задоволенні постачальнику вимог повернення будь-яких витрат може бути відмовлено.

Асортимент виробів, що випускаються, з кожним роком розширюється, зростають вимоги до якості продукції. Потреби підприємств у нанесенні маркувальних знаків випереджають існуючі можливості для забезпечення маркування. З цією метою на підприємствах проводиться модернізація існуючого устаткування, з'являються нові прогресивні пристрої, що дозволяють якісно виконувати різноманітні маркувальні роботи різної складності. З появою таких пристроїв значно зросла і продуктивність праці. Вони дозволили у декілька разів полегшити трудомісткість виконання маркувальних робіт. Тому найчастіше, на сьогоднішній день, виробники віддають перевагу прямому маркуванню, так як стікери, шильди і ярлики не є достатньо надійними.

Маркування, що характеризує виріб, являє собою визначену систему кодування. Сам виріб у цьому випадку можна розглядати як носій інформації. Маркування, або кодове позначення, виробу різне по своєму складу. На практиці застосовують цифрове, літерне, символічне, кольорове і змішане знакове кодування.

У виробничому циклі вироби проходять складний технологічний процес виготовлення, на етапах якого вони контролюються на відповідність розмірам і технічним умовам. На заключному етапі операції контролю на виріб ставиться клеїмо придатності. У масовому виробництві використовують спеціальні контрольні автомати, при виході з яких вироби повинні піддаватися тавруванню. При контролі дефектів металів, напівфабрикатів і виробів

обов'язково вводять маркування. За допомогою лічильно-обчислювальних пристроїв і систем, що контролюють, ведеться безперервне спостереження за численними параметрами, що дають уявлення про хід технологічного процесу. Маркувальні пристрої, вбудовані в лінію, дозволяють автоматично наносити інформацію на вироби безпосередньо в процесі виробництва.

Сучасні технології в операціях маркування і клеймування дають можливість відкрити перед підприємством нові можливості в обліку та ідентифікації продукції, допомагають в маркетингових дослідженнях, удосконалюють логістику та автоматизацію виробничого процесу [1].

В машинобудуванні маркування деталей є невід'ємною частиною технологічного процесу. По перше, воно дозволяє запобігти втратам виробів в процесі їх транспортування. По друге, по присвоєному особистому серійному номеру проводяться гарантійні ремонти або заміна у випадку виходу з ладу. Крім того, операція маркування дозволяє вести контроль якості виробничих процесів.

За допомогою механічних методів в галузевому машинобудуванні, приладобудуванні, ювелірній справі маркують широку номенклатуру деталей і виробів, а саме: панелі, прутки, труби, листи, шасі тощо.

В легкій промисловості операція клеймування використовується для клеймування деталей верху взуття з різних матеріалів цифровими і літерними знаками, а також товарного знаку на вкладних устілках і напівустілках через фольгу тощо.

На сьогоднішній день, відповідно до класифікації методів маркування, описаної в роботі [1], розповсюдження отримали різні методи маркування: механічні, електрофізичні, хімічні, адгезійні й інші.

Для систематизації й упорядкування прийнятої термінології відомі методи маркування класифікуються за основним принципом дії на матеріал деталі, напівфабрикат або виріб (рис.2).

З усієї сукупності методів найбільш широке застосування отримали методи, що дозволяють здійснювати маркування з отриманням відбитків або рельєфу на поверхні деталей, виробів або напівфабрикатів. До методів маркування з отриманням відбитка на поверхні об'єкта, що маркується, відносяться механічні методи, зокрема: ударний метод маркування; маркування тиском; маркування накатуванням; маркування гравіруванням. До рельєфних методів маркування відносяться електрофізичні та хімічні.

Електрофізичні методи розділяються на: електроерозійний; електроіскровий; електроімпульсний; ультразвуковий та лазерний. В

свою чергу хімічні методи розділяються на: електрохімічний; травлення без захисту поверхні; травлення зануренням захисної поверхні.

Дані методи маркування можна порівняти за наступними показниками: простотою і доступністю; економічністю; технологічністю (включає необхідну чіткість відтиску); продуктивністю; по матеріалу виробу, що маркується; можливістю автоматизації процесу; екологічністю тощо. Кожний з розглянутих методів маркування має право на існування, свою область застосування з урахуванням характерного впливу на матеріал об'єкта, що маркується, свої переваги і недоліки.

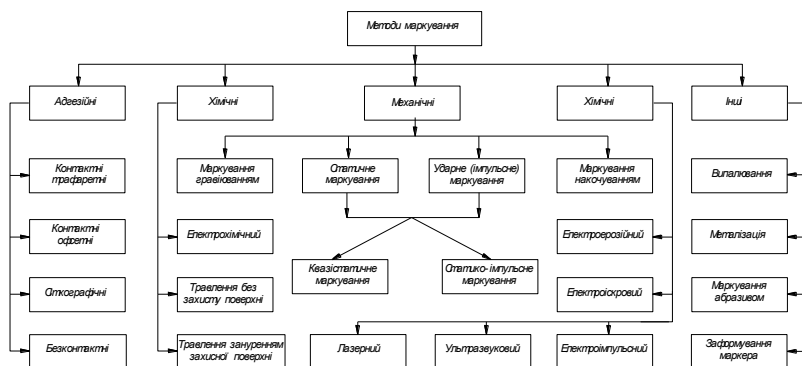


Рис. 2 – Класифікація методів маркування

З усіх методів маркування з отриманням відтисків на поверхні деталі і виробу механічні методи маркування: ударний метод і метод маркування тиском, являються найбільш простими, економічно виправданими в масовому застосуванні, традиційними, доступними, екологічно чистими.

Метод маркування тиском (статичний метод) заснований на явищі деформації матеріалу в результаті занурення робочої частини інструменту за рахунок поступово зростаючого зусилля.

При статичних методах маркування інструмент діє на поверхню, що обробляється з визначеною постійною силою F , в результаті чого відбувається плавне однократне обтискання оброблюваної поверхні без переміщення джерела впливу. При цьому інерційні сили не здійснюють істотного впливу на процес маркування.

Ударний метод маркування заснований на явищі деформації матеріалу в результаті занурення в нього робочої частини інструменту під дією удару. При ударних методах інструмент одноразово впливає на всю поверхню, що обробляється, або на її частину. При цьому сила

впливу F в кожному циклі змінюється від нуля або від деякого значення F , до максимуму, а у випадку локального ударного впливу зона деформування може (як і при статичних методах) послідовно і рівномірно проходити всю оброблювану поверхню.

У відповідності зі способом впливу прикладеного зусилля на матеріал, що маркується деталі чи виробу з статичного і ударного методів виділяють суміжні методи маркування: квазістатичний і статико-імпульсний (рис.1) [1].

Квазістатичний метод маркування, здійснюється при прикладенні значних зусиль і порівняно невеликих переміщеннях робочого інструменту. Виконання операції проходить м'яко, без удару, з точки зору механіки руху, в квазістатичному режимі.

Статико-імпульсний метод є різновидом ударного методу – процес впорядкованого ударного впливу на поверхню, що маркується через попередньо статично навантажений інструмент. Статико-імпульсний метод являється відносно новим методом обробки матеріалів і відрізняється способом підводу енергії в зону деформації. Використання передударного статичного підтискання інструменту до оброблюваної поверхні дозволяє збільшити її площу контакту з інструментом, що веде до зменшення спотворень переданого ударного імпульсу і зменшує втрати енергії удару. Його перевагами перед іншими способами маркування є мала енергоємність, високий коефіцієнт передачі енергії поверхні, що обробляється. Недоліком вказаного способу є підвищена вартість, громіздкість обладнання.

Проведений огляд різних методів маркування деталей та виробів показав, що найчастіше в різних галузях промисловості використовуються механічні методи маркування. Їм властиві простота, технологічність, широка універсальність процесів, починаючи від ручних способів і закінчуючи повністю автоматизованим устаткуванням, висока продуктивність та довговічність. Із розглянутих методів механічного маркування найменшу енергоємність, матеріалоємність поряд з високою технологічністю процесу має ударний метод маркування.

В промисловості найбільш розповсюдженою технологією ударного методу маркування є ударноточкове. Ударноточкова промислова технологія (інші назви – мікроперкусійне маркування, голкоударне маркування, ударне гравіювання металу, керніння, видовбування) представляє собою нанесення індивідуальних точок (сферичних поглиблень) високоміцною голкою, виготовленою з твердих металевих сплавів з використанням кераміки, на різні види матеріалів під керуванням електронного контролера.

Маркувальний пуансон може приводиться в дію обладнанням з різними типами приводів. На даний час використовується два методи приведення в дію голок: за допомогою пневматичного обладнання, що подає стиснене повітря до модулів обладнання для маркування; за допомогою електромагнітів. І в тому, і в іншому випадку силу удару можна регулювати - це дає можливість використовувати голкоударне маркування на різних поверхнях виробів. Наприклад, для маркування алюмінію сила удару повинна бути меншою, ніж при маркуванні сталі. Крім того, регулювання сили удару голки дозволяє робити поглиблення на поверхні виробу необхідної глибини.

Для нанесення маркування може використовуватися як одна голка, так і цілий набір голок. Модуль з голками діє аналогічно друкуючій головці матричного принтера. Голки, послідовно переміщуючись уздовж поверхні по висоті і ширині, наносять удари, створюючи поглиблення на поверхні виробу, які складаються в запрограмовані оператором зображення ударно-точкового маркування (рис.3).



Рис. 3 – Голкоударне маркування

Голки для обладнання для нанесення маркування відрізняються діаметром. У багатьох моделях обладнання для маркування можлива заміна голок в залежності від поверхні і характеристик виробу, на яке наноситься ударне маркування. Деякі виробники виготовляють голки, які можна повторно заточувати в міру їх зносу. Термін експлуатації голок залежить від навантаження на них, але зазвичай обчислюється місяцями і навіть роками.

Використовувати ударноточкове маркування можна для маркування деталей і виробів із різних матеріалів твердістю до 63 HRC, таких як карбідний метал, різні види сплавів, нержавіюча сталь, алюміній, нікель, латунь, мідь і велика кількість інших матеріалів. Ударноточкове маркування відрізняється підвищеною стійкістю і дозволяє зберігати першочерговий вигляд при любых умовах експлуатації продукції, що піддалася маркуванню. Ефективність використання ударноточкового механічного маркування заключається: у великій швидкості оброблення виробів; відсутності витратних матеріалів; простоті використання апарату; легкості в зміні даних, що

наносяться; високій якості при невисокій вартості обладнання для маркування.

В загальному можна зробити висновок про перспективність використання ударного способу маркування і клеймування деталей та виробів в машинобудуванні та легкій промисловості.

Література

1. Егоров А. А. Импульсный линейный электромагнитный привод для операций маркирования и клеймения деталей и изделий: Дис... канд. техн. наук: 05.09.03. - Саратов: 2007. – 180с.

УДК 519.25

ЗАСТОСУВАННЯ MATHCAD ДЛЯ АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Боровик Л.В.¹, Рудик О.Ю.², Ружицький А.В.²

*¹Національна академія Державної прикордонної служби України
ім. Б.Хмельницького, Україна,*

*²Хмельницький національний університет, Україна
E-mail: arudyk@rambler.ru*

Сучасний науковий експеримент неможливо уявити без використання комп'ютерних технологій: це і комп'ютерна діагностика стану досліджуваного об'єкту, і машинна обробка даних експерименту, й автоматичне управління роботою технічних пристроїв, які реалізують експериментальні дії вченого. Віртуальне середовище з його інструментарієм може успішно використовуватися для моделювання реальних фізичних об'єктів з метою попереднього дослідження на моделі особливостей їх поведінки. Його застосування можливе і на теоретичному рівні наукового пізнання для висунення модельних гіпотез про суть фізичних явищ і попередньої перевірки цих гіпотез в чисельному комп'ютерному експерименті [1].

Основна мета планування експерименту — досягнення максимальної точності вимірювань при мінімальній кількості проведених дослідів і збереженні статистичної достовірності результатів.

Планування експерименту застосовується при пошуку оптимальних умов, побудові інтерполяційних формул, виборі значущих факторів, оцінці та уточненні констант теоретичних моделей тощо.

Методи планування експерименту дозволяють мінімізувати число необхідних випробувань, встановити раціональний порядок та умови проведення досліджень залежно від їх вигляду й необхідної

точності результатів. Методи враховують випадковий характер розсіювання властивостей випробовуваних об'єктів і характеристик використовуюваного устаткування. Вони базуються на елементах теорії вірогідності та математичної статистики.

Планування експерименту включає ряд етапів, один з них – статистична обробка отриманих результатів, побудова математичної моделі поведінки досліджуваних характеристик.

Необхідність обробки викликана тим, що вибірковий аналіз окремих даних, поза зв'язком з рештою результатів, або ж некоректна їх обробка можуть не тільки знизити цінність практичних рекомендацій, але й привести до помилкових висновків. Обробка результатів включає [2]:

- визначення довірчого інтервалу середнього значення та дисперсії (або середнього квадратичного відхилення) величин вихідних параметрів (експериментальних даних) для заданої статистичної надійності;

- перевірку на відсутність помилкових значень з метою виключення сумнівних результатів з подальшого аналізу (проводиться на відповідність одному із спеціальних критеріїв, вибір якого залежить від закону розподілу випадкової величини та обмежень);

- перевірку відповідності дослідних даних раніше апріорно введеному закону розподілу (залежно від цього підтверджуються вибраний план експерименту та методи обробки результатів, уточнюється вибір математичної моделі).

Можливості розглянутих вище математичних апаратів статистичної обробки масивів і планування експериментів значно розширюються, а тривалість обробки результатів досліджень скорочується при використанні сучасних комп'ютерних систем обробки даних. До таких програм відносять MathCad – могутній математичний редактор, який дозволяє проводити наукові та інженерні розрахунки з використанням принципу “що бачиш, то й отримаєш”. Наприклад, для виконання складних розрахунків достатньо ввести математичний вираз за допомогою вбудованого редактора формул й одразу одержати результат. Є можливість графічного представлення результатів. До складу MathCad входять декілька інтегрованих між собою компонентів: текстовий редактор; обчислювальний процесор, що виконує розрахунки по введених формулах з використанням чисельних методів; символічний процесор, який є, по суті, системою штучного інтелекту; велика кількість довідкової інформації, як математичної, так й інженерної, оформленої у вигляді бібліотеки інтерактивних електронних книг.

Ми застосовували MathCad при дослідженні зносостійкості циліндричної трубки пневматичного амортизатора переднього моста автомобіля Mercedes-Benz W220 (використовували метод штучних баз: на робочу частину зразка мікротвердоміром ПМТ-3 наносили 24 лунки; результати вимірювання довжини діагоналі l відбитків алмазної піраміди позначали Q_i , де $i \in (1-24)$). Для виявлення та виключення помилки обчислювали найбільше за абсолютним значенням нормоване відхилення. Задавались довірчою ймовірністю $P = 0,95$ і з урахуванням $q=1-P=0.05$ і $n = 24$ знаходили відповідне їй теоретичне значення v_q . Помилкові виміри відкидали й повторювали обчислення для скороченої серії (рис. 1).

$i = 1..24$			
$q_1 = 15.82$	$q_7 = 15.84$	$q_{13} = 15.80$	$q_{19} = 15.81$
$q_2 = 15.86$	$q_8 = 15.88$	$q_{14} = 15.84$	$q_{20} = 15.87$
$q_3 = 15.92$	$q_9 = 15.93$	$q_{15} = 15.91$	$q_{21} = 15.91$
$q_4 = 15.94$		$q_{16} = 15.93$	
$q_5 = 15.94$	$q_{11} = 15.93$	$q_{17} = 15.95$	$q_{23} = 15.94$
$q_6 = 15.96$	$q_{12} = 15.95$	$q_{18} = 15.95$	$q_{24} = 15.94$

Рис. 1 – Скорочена серія обчислень

Далі перевіряли гіпотезу про нормальність розподілу залишених результатів вимірювання та робили висновок щодо її погодження з експериментальними даними: $Q = 15,80 \pm 0,034$ ($P = 0,95$, $n = 22$).

Наступний етап застосування MathCad – аналіз результатів наукового експерименту: побудова математичної моделі, яка виконується у випадках, коли повинні бути одержані кількісні характеристики взаємозв'язаних вхідних і вихідних досліджуваних параметрів. Це — задача апроксимації, тобто вибору математичної залежності, яка найкращим чином відповідає експериментальним даним. Для цього застосовують регресійні моделі, засновані на розкладанні шуканої функції в ряд з утриманням одного (лінійна залежність, лінія регресії) або декількох (нелінійні залежності) членів розкладання (ряди Фур'є, Тейлора). Одним з методів підбору лінії регресії є широко поширений метод найменших квадратів [2].

Також для оцінки ступеня взаємозв'язаної факторів або вихідних параметрів проводять кореляційний аналіз результатів випробувань. Як міру взаємозв'язку використовують коефіцієнт

кореляції: для незалежних або нелінійно залежних випадкових величин він рівний або близький до нуля, а його близькість до одиниці свідчить про цілковитий взаємозв'язок величин і наявність між ними лінійної залежності [2].

При обробці експериментальних даних, представлених у табличному вигляді, виникає потреба отримання проміжних значень. Для цього застосовують методи лінійної та нелінійної (поліноміальної) інтерполяції (визначення проміжних значень) та екстраполяції (визначення значень, які лежать поза інтервалом зміни даних).

При дослідженні зносостійкості циліндричної трубки за допомогою MathCad застосовували апроксимацію результатів залежності зносу зразків від шляху тертя:

- рівнянням прямої лінії $F(a, b, x) = a + bx$;
- вбудованими функціями *intercept*, *slope*, *linfit*, *linterp(vx,vy,x)*, *pspline*, *cspline*, *interp*.
- поліномом 2-го ступеня $y = a + bx + cx^2$;
- поліномом 7-го ступеня $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 + a_7x^7$.

Встановлено, що найкраще моделює результати дослідження зносостійкості апроксимація поліномом 7-го ступеня (рис. 2).

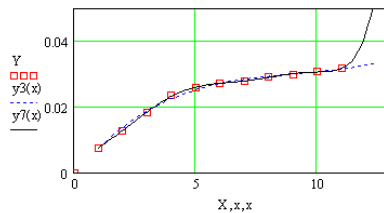


Рис. 2 – Апроксимація зносостійкості поліномом 7-го ступеня

Література

1. Подготовка педагогических кадров к применению ИКТ в образовании [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/v/uchebnyy-modul-uchebnyy-demonstratsionnyy-eksperiment-s-ispolzovaniem-tsor-dlya-distsipliny-opd-f-04-teoriya-i-metodika-obucheniya-fizike>
2. Планирование эксперимента [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Планирование_эксперимента

МЕХАНІЗМ ПРОТІКАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПОВЕРХНІ АЗОТОВАНОЇ СТАЛІ 40X В КИСЛОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Руснак Н.М.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: nooord1ck@gmail.com

З метою дослідження механізму електрохімічних процесів, які протікають на поверхні азотованої сталі 40X, а також для визначення впливу кожної з фаз дифузійного шару проведено рентгеноструктурний аналіз азотованої в тліючому розряді (АТР) сталі 40X після витримки 720 год в кислому середовищі (двозаміщений фосфорнокислий натрій Na_2HPO_4 – 10 г/л і лимонна кислота $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_7$ – 5 г/л) з наступним видаленням продуктів корозії.

Аналіз отриманих на растровому електронному мікроскопі РЕМ-200 дифрактограм показав, що в кислому середовищі азотовані матеріали розчиняються за гетерогенним електрохімічним механізмом: в результаті розчинення спочатку зникають дифракційні максимуми γ' -фази, зменшується інтенсивність дифракційних максимумів ε -фази при одночасному збільшенні дифракційних максимумів α -фази і появи дифракційних максимумів оксидів двовалентного заліза.

Таким чином, збільшення швидкості корозії азотованих матеріалів порівняно з поліпшеними, особливо на початковому етапі, проходить внаслідок наявності в поверхневій зоні мілкодисперсних нітридів заліза та легуючих елементів, перенапруження виділення водню на яких, очевидно, менше аніж на основному металі. Останнє приводить до появи мікрогальванопар, які сприяють прискоренню корозійних процесів.

Аналіз отриманих результатів вказує також на те, що зменшення електрохімічної гетерогенності нітридної зони може привести до підвищення корозійної стійкості азотованих матеріалів у кислому середовищі. Цьому сприяє процес азотування сталей за комбінованим режимом насичення з додаванням на заключній стадії в азото-аргонну суміш пропану (табл. 1). При цьому значно облагороджуються електродні потенціали сталі 40X: від мінус 680 мВ на початку контакту з середовищем до мінус 660 мВ, а через 120 хв і від мінус 540 мВ до мінус 300 мВ, для азотованих в азото-аргонній суміші і за комбінованим режимом азотування, відповідно.

Таблиця 1

Фазовий склад дифузійного шару сталі 40X після АТР

Показники	Без пропану*	З додаванням пропану**
ε -Fe ₂₃ N, %	32	30
γ' -Fe ₄ N, %	56	53
α -Fe, %	12	17
* 833 К, 75 % N ₂ + 25 % Ar – 4 год, 265 Па; ** 833 К, 75 % N ₂ + 25 % Ar – 3 год і 90 % N ₂ + 10 % пропану – 1 год, 265 Па.		

Азотування в тліючому розряді за комбінованим режимом приводить до підвищення корозійної стійкості нітридної та дифузійної зон в 1,4...1,9 разів. Так, швидкість корозії в кислому середовищі для сталі 40X поліпшеної становить 3,07 і 1,41 та 1,30 г/(м²·год) при одностадійному та комбінованому азотуванні відповідно, що приблизно в 2,2...2,4 разів менше.

УДК 004.91

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРОГРАМНИХ РОЗШИРЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ З ЦИФРОВИМИ ДОКУМЕНТАМИ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Слободзян В.О., Мазурець О.В.

Хмельницький національний університет, Україна

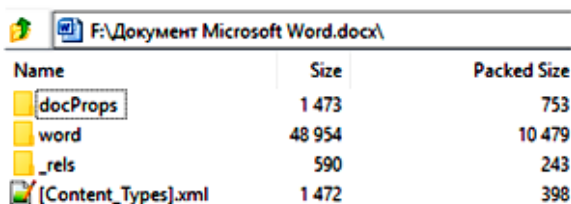
E-mail: vitaliy.slobodzian@gmail.com

Вступ. Онтологія навчального матеріалу є методом виявлення сенсу навчального матеріалу та засобом вирішення ряду практичних задач. Модель онтології навчального матеріалу може складатися з ключових слів, ключових термінів, структури навчального матеріалу, атрибутів ключових слів та ключових термінів, що забезпечують їх прив'язку до елементів структури навчального матеріалу [1].

Основними з етапів побудови онтології навчального матеріалу є пошук ключових термінів у контенті навчального матеріалу та побудова його логічної структури. Вхідними даними є електронний документ навчального матеріалу. Для автоматизації виконання обох наведених етапів потрібна програмна обробка відповідних цифрових файлів (зазвичай формату .DOCX). Для ефективної реалізації програмної обробки цифрових документів є доцільним використання спеціалізованих програмних комплексів, що надають об'єктно-орієнтований інструментарій для програмної роботи з контентом відповідних файлів.

Метою роботи є аналіз сучасних існуючих спеціалізованих програмних розширень для автоматизації обробки цифрових документів і визначення найбільш ефективного програмного розширення.

Основна частина. На сучасному етапі для зберігання електронних документів навчальних матеріалів використовується файл з розширенням .DOCX (або створених на його основі .HTML, .PDF тощо). На відміну від файлів .DOC, які зберігають дані документа в одному бінарному файлі, файли .DOCX створюються за допомогою відкритого формату XML, в якому зберігаються документи як колекції окремих файлів і папок в стиснутому пакеті. .DOCX-файли містять .XML-файли і три папки, docProps, Word, і _rels (Рис. 1), які містять властивості документа, його зміст і відношення між файлами, тему та включені файли. .DOCX-файли розроблені, щоб зробити вміст документів доступним і відкритим – так, текстовий документ чи зображення зберігаються як окремі прості файли в такій колекції у складі одного файлу .DOCX.



Name	Size	Packed Size
docProps	1 473	753
word	48 954	10 479
_rels	590	243
[Content_Types].xml	1 472	398

Рис. 1 – Структура .DOCX-файлу

Office OpenXML є форматом електронних офісних документів, таблиць, презентацій та діаграм, розроблений компанією Microsoft. Даний формат є міжнародним стандартом, який затверджений в Міжнародній організації зі стандартизації (ISO). Він включає в себе такі первинні мови розмітки:

- WordprocessingML – для обробки текстових документів;
- SpreadsheetML – електронних таблиць;
- PresentationML – для презентацій;
- DrawingML – для векторної графіки, діаграм.

Хоча Word реалізує свою функціональність через об'єктну модель, збереження даних відбувається у наборі XML-файлів, що ускладнює можливості для автоматизації прямого програмного парсингу. Оскільки файл стилів та текст знаходяться в різних файлах у складі .XML, потрібно зчитувати одразу ряд файлів та на базі їх взаємозв'язків програмно формувати об'єктну модель документа, що є

не найкращим рішенням. Тому для реалізації програмної обробки цифрових документів є доцільним використання спеціалізованих програмних комплексів, що надають об'єктно-орієнтований інструментарій для програмної роботи з контентом відповідних файлів. Найбільш відомими з таких спеціалізованих програмних комплексів є розширення Microsoft.Office.Interop.Word.dll [2], DocumentFormat.OpenXml.dll [3] та Spire.Doc.dll [4].

Бібліотека **Microsoft.Office.Interop.Word.dll** [2] дозволяє керованому коду взаємодіяти з MS Office та об'єктною моделлю на базі COM.

За допомогою процесів автоматизації Office Automation програми, написані мовами, такими як Visual C# .NET, отримують можливість програмно керувати іншими програмами. Автоматизація Microsoft Word дозволяє виконувати відповідні дії, такі як створення нового документу, додавання даних у документ або створення таблиць. З програмами Word та іншими програмами Microsoft Office практично всі дії, які користувач може виконувати вручну за допомогою користувацького інтерфейсу, також можуть бути виконані програмним шляхом за допомогою автоматизації Office Automation.

Word реалізує цю програмну функціональність через об'єктну модель. Об'єктна модель є набором класів і методів, які служать аналогами логічних компонентів Word. Наприклад, існує об'єкт Application, об'єкт Document та об'єкт Paragraph, кожен з яких містить функціональність цих частин Word.

Щоб використовувати функції програми MS Office в проекті, можна використовувати первинний взаємозв'язок PIA (Primary Interop Assembly). PIA дозволяє керованому коду взаємодіяти з MS Office та об'єктною моделлю на базі COM. При створенні нового проекту Office, Visual Studio додає посилання на PIA, необхідний для побудови проекту. При цьому, у деяких сценаріях доводиться додавати посилання на додаткові PIA (наприклад, якщо необхідно використовувати функцію MS Office Word в проекті для MS Office Excel).

Бібліотека класів .NET **DocumentFormat.OpenXml.dll** [3] дає можливість розробникам програмного забезпечення працювати з пакетом Microsoft Office. Компанія надає дану бібліотеку безкоштовно в повному доступі, й її можна завантажити з офіційного сайту Microsoft або засобами Visual Studio.

Для роботи з файлами формату .DOCX, який має зображену на рисунку 1 структуру, використовується мова розмітки WordprocessingML. На рисунку 2 зображено приклад структури цієї мови розмітки.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<w:document
xmlns:w="http://schemas.openxmlformats.org/wordproc
essingml/2006/main">
  <w:body>
    <w:p>
      <w:r>
        <w:t> Текст </w:t>
      </w:r>
    </w:p>
  </w:body>
</w:document
```

Рис. 2 – Приклад WordprocessingML-розмітки .DOCX-документу

Теги, наведені на рисунку 2, мають такі властивості:

- *document* – є основою частиною документа
- *body* – контейнер для збору структур рівня блоку, які складають основну історію;
- *p* – абзац (paragraph);
- *r* – контейнер який містить в собі текст з однаковими властивостями (run);
- *t* – власне текстовий елемент (text).

Всі інші теги, які можуть використовуватися, є допоміжними до вищенаведених і додають їм стилевих властивостей.

Spire.Doc.dll [4] для .NET є повністю незалежною бібліотекою класів .NET Word, спеціально створеною для розробників, й дозволяє швидко генерувати, відкривати, редагувати та зберігати документи Word різних версій. Конвертація функціональних можливостей дозволяє розробникам здійснювати перетворення Word в інші актуальні формати документів (.PDF, .EPub, .HTML, .RTF, .Image, .XML тощо). Можна створювати та обробляти вже існуючі документи Word динамічно.

Бібліотека Spire.Doc.dll забезпечує роботу з майже всіма елементами документа Word, а саме: сторінки, розділи, заголовки, колонтитули, абзаци, переліки, таблиці, текст, виноска, поля, гіперпосилання, закладки, коментарі, зображення, стилі, фонові параметри, функції друку, налаштування документа та захисту. Крім того, підтримуються графічні об'єкти, включаючи форми, текстові поля, зображення, OLE-об'єкти та елементи керування. Бібліотека Spire.Doc.dll підтримує функцію пошуку та заміни, вирівнювання,

перерву сторінки, поле заповнення, об'єднання документів, копіювання документів, друк тощо.

Аналіз. Хоч бібліотека Microsoft.Office.Interop.Word.dll надає доступ до всіх функцій MS Office, так як працює безпосередньо з PIA, для її роботи потрібна ліцензія для MS Office на кожному клієнтському комп'ютері. Крім того, при використанні Automation, MS Office завантажується у фоновому режимі, внаслідок чого займає деякий обсяг оперативної пам'яті та завантажує велику кількість файлів і DLL. Додатки MS Office були розроблені як додатки для користувацького інтерфейсу, і через це Microsoft.Office.Interop.Word.dll працює повільно. Microsoft не рекомендує використовувати Office Automation (або будь-який Office Interop) на сервері.

На відміну від Microsoft.Office.Interop.Word.dll, DocumentFormat.OpenXml.dll та Spire.Doc.dll не вимагають наявності MS Office на машині користувача та його запуску в фоновому режимі.

При роботі з docx-файлом за допомогою DocumentFormat.OpenXml.dll потрібно дотримуватися тієї ж ієрархії, що і сама структура розмітки тобто: *document-paragraph-run-text*. Також відповідно до розглянутих вище особливостей взаємозв'язків всередині документу, при присвоєнні параграфу деякого стилю, у властивостях параграфа надається лише ідентифікатор (ID) на даний стиль, натомість сам стиль описується окремо у файлі style.xml. Внаслідок необхідності регулярного співставлення ID стилю з контейнером style.xml для одержання характеристик стилів абзаців, зростає складність програмного використання бібліотеки.

Spire.Doc.dll не вимагає встановлення в систему кожного користувача MS Office, тобто є можливість повністю незалежної від нього роботи. Повна версія Spire.Doc.dll є платною, а безкоштовна версія FreeSpire.Doc має ряд обмежень (наприклад обробка не більше 500 абзаців і 25 таблиць). Перевагою Spire.Doc.dll визначено відсутність необхідності співставлення ID стилю з контейнером style.xml, оскільки дана функція реалізована на рівні бібліотеки.

Таким чином, в результаті аналізу сучасних існуючих спеціалізованих програмних розширень для автоматизації обробки цифрових документів, було визначено Spire.Doc.dll оптимальним варіантом для використання в автоматизації обробки цифрових документів. Основними перевагами Spire.Doc.dll встановлено відсутність необхідності наявності MS Office на машині користувача та запуску в фоновому режимі, а також реалізацію функцій автоматичного співставлення стилів текстових блоків їх властивостям на рівні розширення.

Перенесення функцій автоматичного співставлення стилів текстових блоків їх властивостям з рівня функціоналу програмного коду застосунка на рівень функціоналу бібліотеки дозволяє спростити як роботу застосунка з цифровим документом, так і процес програмування.

Практичне застосування. При зчитуванні файлу *Spire.Doc.dll* перетворює документ в об'єктну модель. Ця модель має структуру, яка починається документом і закінчується об'єктом *TextRange*.

Відповідно до об'єктної моделі документу, MS Office використовує розділи (*Section*), щоб вказати частини документа, що мають різну орієнтацію сторінки, стовпці або заголовки та нижні колонтитули. Розбиття на *Section* дозволяє користувачеві вказати місце, де розпочинається і закінчується інше форматування. Тому *Section* використовуються коли потрібне використання заголовків, колонтитулів, схем, нумерації сторінок, розмірів аркушу, поля чи різні рівні захисту. Об'єкти *Section* містяться в об'єкті *Document*, в колекції *Selections*. А розділи, в свою чергу, містять в собі наступний елемент структури – абзаци (*Paragraph*).

Paragraph в MS Word визначає будь-який текст, який закінчується жорстким поверненням, яке формується, наприклад, при натисканні клавіші *Enter*. Формат абзацу дозволяє контролювати зовнішній вигляд фрагменту, якщо є окремі абзаци. Наприклад, можна змінити відстань між рядками або вирівнювання тексту по лівому краю на вирівнювання по центру. Можна додати індивідуальні стилі, відступи для абзців, або визначити заголовки і списки. В об'єктній моделі *Paragraph* знаходиться в *Document* -> *Sections* -> *Section* -> *Paragraphs* (Рис. 3). Одержати відомості про стилі *Paragraph* можна за допомогою методу *GetStyle()*.

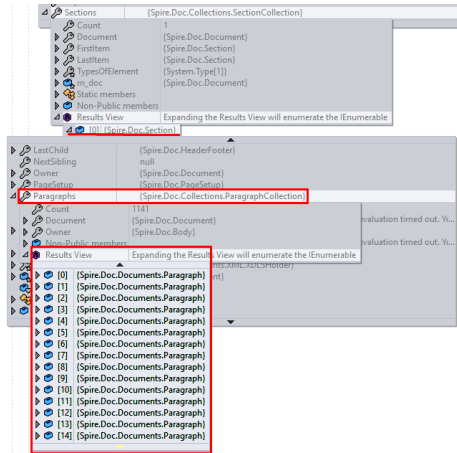


Рис. 3 – Позиція визначеного об'єкта Paragraph в об'єктній моделі документа

TextRange є найнижчим рівнем структури документа, що визначає фрагмент тексту однакового стилю. Тому для того, щоб при розв'язку прикладних задач отримати окремо кожне слово з власними властивостями стилів, потрібна розробка додаткового алгоритму для розбиття цих фрагментів *TextRange* на слова. *TextRange* знаходиться в *Paragraph* -> *Items*. Через роботу з відповідними властивостями, можна одержати текст та стилі (рис. 4), що відносяться до визначеного *TextRange*.

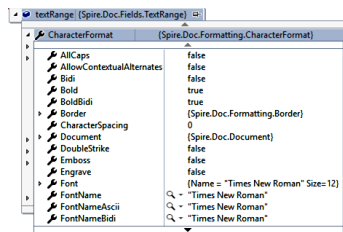


Рис. 4 – Деякі стилі визначеного TextRange

Маючи стилі форматування Paragraph та TextRange, можна визначити заголовки, рівні заголовків, текст для аналізу чи ігнорування, прив'язку певного фрагменту тексту до заголовку.

Paragraph може містити лише один з кількох визначених форматів: Level1, Level2, Level3, Level4, Level5, Level6, Level7, Level8, Level9, Body. Відповідно до цього значення, можна визначити заголовки та їх рівні. Кожен похідний елемент має посилання на

батьківський, і таким чином існує можливість визначити прив'язку певного елемента до певного модулю, заголовку чи підзаголовку при визначенні структури змістовних блоків у електронному документі навчального матеріалу.

З метою визначення можливості застосування розширення Spire.Doc.dll в задачах роботи з електронними документами, було проведено його практичну апробацію [5] в рамках розробки програмної системи для вирішення прикладної задачі побудови структури електронного документу та пошуку ключових слів у його контенті. При цьому, визначення властивостей Paragraph надало можливість для формування структури документу, а обробка властивостей елементів TextRange визначила необхідний для програмної обробки контент, що дозволило визначити множини ключових слів за допомогою методу дисперсійного оцінювання.

Висновки. За результатами використання розширення Spire.Doc.dll в розробленому програмному комплексі встановлено, що дана бібліотека надає достатній інструментарій для роботи з цифровими документами навчальних матеріалів у рамках розглянутих актуальних задач, й може бути ефективно використана в реалізації інформаційних технологій для автоматизації роботи з навчальними матеріалами.

Подальші дослідження спрямовані на впровадження розширення Spire.Doc.dll в розробку автоматизованих систем роботи з цифровими документами навчальних матеріалів для вирішення прикладних задач.

Література

1. Мазурець О. В. Онтологічний підхід до побудови семантичної моделі навчальних матеріалів / О. В. Мазурець // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2017, №6. – С.223-229.
2. Considerations for server-side Automation of Office [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://support.microsoft.com/en-us/help/257757/considerations-for-server-side-automation-of-office/>
3. International Organization for Standardization - Open XML file formatsb [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iso.org/search/x/query/Open%2520XML>
4. Spire.Doc for .NET [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nuget.org/packages/Spire.Doc/>
5. Мазурець О. В., Ковальчук О. В., Слободзян В. О. Використання спеціалізованих програмних розширень для автоматизації роботи з цифровими документами навчальних матеріалів / О. В. Мазурець, О. В. Ковальчук, В. О. Слободзян // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2018, №1. – С.61-69.

ЗНИЖЕННЯ ВІБРАЦІЙ ЦЕНТРИФУГ ЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Антончик І.В. , Соколан К.С.

Хмельницький національний університет, Україна

Основною сировиною для виробництва цукру є цукрові буряк, яка містить 15-22% сахарози. Виробництво цукру з буряка є складним фізико-хімічним процесом. сахарозу добувають з клітин дифузиею, після чого застосовують хімічний і теплофізичний вплив для відділення цукру від біомаси і перетворення його в чистий кристалічний продукт.

В результаті складного технологічного ланцюжка різних процесів утворюється густа маса (7,5% води) - утфель першої кристалізації і міжкристална рідина - зелена патока.

Відділення міжкристалного розчину утфелю від кристалів цукру здійснюють в центрифугах періодичної (рис. 1) або безперервної дії.

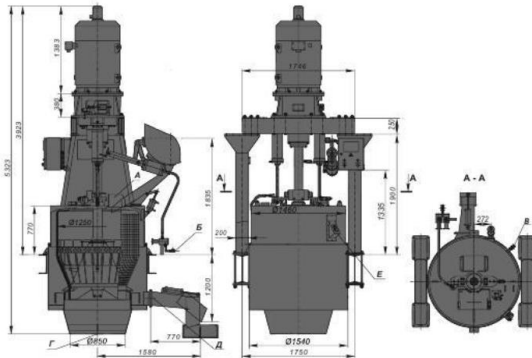


Рис. 1 – Центрифуга ФПН-1251Л

Основною умовою для отримання цукру, що відповідає вимогам стандарту, є дотримання оптимальних режимів при проведенні всіх технологічних процесів. При порушенні режимів очищення соку, уварювання і кристалізації збільшення часу центрифугування, а також інтенсивна промивка цукру водою не можуть забезпечити отримання цукру необхідної якості, так як при центрифугуванні не зменшується кількість домішок, що знаходяться всередині кристалів.

Центрифугування утфелю і кристалізації проводять при температурі 70-75 ° С, з промиванням його водою, відведенням двох відтоків і отриманням рівномірно промитого цукру, що відповідає вимогам державного стандарту.

Ротор-барабан центрифуг наповнюють утфелем на повну ємність, не допускаючи його перебору, витримуючи відстань між шаром утфелю і краєм верхнього внутрішнього борту ротора 5-10 мм.

Темп центрифугування повинен забезпечувати звільнення утфелемішалки до часу наступного вивантаження утфелю з вакуум-апарату. При цьому необхідно звертати увагу на відповідність фактичного часу циклу центрифугування того, яке зазначено в інструкції по експлуатації центрифуги. Якщо час одного повного циклу виявиться менше, збільшується витрата електроенергії і передчасно може вийти з ладу електродвигун центрифуги. Це спостерігається при переході з автоматичного на ручне управління, а також при скороченні циклу, коли утфель має великі кристали і низьку в'язкість міжкристального розчину. Для нормальної експлуатації автоматизованих центрифуг необхідно підтримувати зміст кристалів цукру в утфелі в межах 50-55% і плинність (в'язкість), що забезпечує рівномірний його розподіл по висоті ротора так, щоб час завантаження складав 15-25 с. Нерівномірний розподіл утфелю внаслідок його низької або підвищеної плинності по висоті ротора викликає вібрацію центрифуги під час завантаження або при розгоні ротора і, як наслідок, суттєво підвищується рівень шуму.

На практиці часто робочі відчують спільні несприятливі дії шуму і вібрації. Вплив вібрації не тільки негативно позначається на здоров'ї, погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці, але іноді призводить до професійного захворювання - віброхвороби. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я підвищені рівні вібрації і шуму є провідними факторами у виникненні серцево-судинних захворювань.

Практичний досвід по зниженню вібрацій роторів з вертикальною віссю обертання і змінним, під час роботи, дисбалансом показує, що ефективним способом зниження вібрацій є автоматичне балансування за допомогою порожнистої камери, частково заповненою твердими і рідкими робочими тілами.

Аналіз літературних джерел показав, що теорія автоматичного балансування описана в багатьох роботах вітчизняних і зарубіжних авторів. У всіх роботах стверджується, що необхідною умовою зниження вібрацій за допомогою автобалансиру пристроїв (АБП) є обертання ротора з частотою, що перевищує першу критичну (резонансну). Виходячи з цього конструкції сучасних АБП мають

додаткові пристрої, які дозволяють робочим тілам включатися в роботу тільки на зарезонансних частотах обертання ротора. Це значно ускладнює конструкцію АБП і не дає можливості до їх широкого застосування.

Тим часом, на практиці, АБП можуть знижувати вібрації як на зарезонансних частотах, так і на дорезонансних, і на самому резонансі. Для того, щоб розібратися в невідповідності теорії і практики автоматичного балансування проведені дослідження поведінки робочих тіл в АБП за допомогою швидкісної відеозйомки.

На підставі експериментальних і теоретичних досліджень розроблена конструкція комбінованого рідинно-шарового автобалансиру пристрою, застосування якого дозволяє знизити вібрації ротора не менше, ніж в 2,5 рази у всьому діапазоні частот обертання.

Схожість конструктивних схем експериментальної установки і центрифуги ФПН-1251Л, використовуваної в цукровій промисловості, дозволяє припустити, що використання методу автоматичного балансування для зниження вібрацій буде досить ефективним на даних типах центрифуг, без застосування істотних переробок в її конструкції.

Література

1. Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов / В. Г. Белик, С. А. Зозуля и др. ; под ред. В. Г. Белика. – Київ : Техніка, 1982. – 304 с.
2. Лукьяненко В. М. Промышленные центрифуги / В. М. Лукья-ненко, А. В. Таранец. – Москва : Химик, 1974. – 376 с.
3. Дахин О. Х. Центрифуги : учеб. пособие / О. Х. Дахин, Н. О. Сиволобова / Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2006. – 61 с.

УДК 004.67

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ МЕРЕЖИВИХ ПОТОКІВ ІНТЕРНЕТ-БІЗНЕСУ

Теренов О.М., Бармак О.В., Лишук О.А., Скрипник Т.К.
Хмельницький національний університет, Україна
E-mail: terenov.oleksandr@gmail.com

Для того, щоб будь-який інтернет-магазин ефективно працював та збільшував свій прибуток, необхідно визначити його оптимальний план закупівлі товарів, який дозволить, як рентабельно продовжувати його роботу, так і сприятиме економічному розвитку інтернет-магазину в цілому.

Для досягнення ефективності роботи інтернет-магазину, потрібно розглянути певні фактори, а також моделі, які використовуються для результату збільшення продуктивності та ефективності роботи магазину.

Було поставлено завдання знайти таку кількість товару, яку має магазин закупити у трьох виробників ("Англія", "Польща", "Америка"), щоб максимізувати прибуток на наступний місяць.

Були зібрані статистичні дані попиту на товари цих виробників за попередні 12 місяців (табл. 1).

Таблиця 1

Назва таблиці												
Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Америка	15	15	13	12	11	10	11	12	13	13	15	16
Польща	37	36	35	31	29	27	27	28	33	34	36	43
Англія	15	16	19	25	23	23	22	21	18	18	17	19

У ході даної роботи було визначено, що головним фактором оптимального розподілу фінансів магазину є сезонність. Моделювання проводилося за допомогою рядів Фур'є. Була побудована четверта гармоніка, за допомогою якої будувався прогноз на наступний період.

Порахувавши значення країни-постачальника «Америка», було побудоване загальне рівняння гармоніки (1):

$$Y_{4t} = 13,067 + 2,169\cos t - 1,095\sin t + 0,242\cos 2t + 0,159\sin 2t + 0,050\cos 3t - 0,250\sin 3t - 0,242\cos 4t - 0,072\sin 4t + u \quad (1)$$

Порахувавши значення країни-постачальника «Польща», було побудоване загальне рівняння гармоніки (2):

$$Y_{4t} = 32,958 + 5,923\cos t - 1,921\sin t - 0,147\cos 2t - 0,409\sin 2t + 0,011\cos 3t - 0,983\sin 3t - 0,708\cos 4t - 1,102\sin 4t + u \quad (2)$$

Порахувавши значення країни-постачальника «Англія». Було побудоване загальне рівняння гармоніки (3):

$$Y_{4t} = 19,542 - 3,016\cos t + 2,075\sin t - 0,950\cos 2t - 1,386\sin 2t - 0,333\cos 3t - 1,383\sin 3t + 0,333\cos 4t - 0,202\sin 4t + u \quad (3)$$

Було знайдено допустимий попит товарів, на наступний місяць, а саме:

«Америка» - 15;
«Польща» - 38;

«Англія» - 16.

Підставивши значення у вже побудовану модель задачі оптимальної закупівлі товару, при наявній статистиці, заданих та знайдених вище даних, розв'язавши цю оптимізаційну задачу, отримали, що для максимізації прибутку на заданих умовах необхідно закупити таку кількість товару відповідник постачальників:

«Америка» - 48;

«Польща» - 38;

«Англія» - 16.

А так як, задача закупівлі товару є оптимізаційною, то за її допомогою отримали результати стосовно обсягу реалізації продукції на наступний робочий місяць. Що дозволить закупити товару у країнах-постачальниках приблизно стільки, скільки клієнт зможе купити, протягом наступного місяця. При вирішенні даних проблем, можна отримати підвищення прибутку магазину.

Література

1. Закономірності розміщення і розвитку виробництва [Електронний ресурс]. Режим доступу – http://geografica.net.ua/publ/galuzi_geografiji_i_rozvitku_virobnictva/52-1-0-724
2. Казарезов А.Я. ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ: навч. посібник / Казарезов А.Я., Ципліцька О.О. – Миколаїв, 2009. –196 с.
3. Характеристика економіко-математичних методів [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://lib.lntu.info/books/fb/mm/2010/10-136/page7.html>.
4. Кузнецов Ю. М. Математичне програмування: навч. посібник / Ю. М. Кузнецов, В. І Кузубов., Н. В. Волощенко. – Москва: МНЕУ, 1980. – 430 с.
5. Цільові характеристики виробничих систем [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://book-science.ru/applied/transportation/zadacha-optimal-nogo-razmeshchenija-proizvodstva.html>.
6. Методи дослідження операцій [Електронний ресурс]. Режим доступу – http://ua-referat.com/%Методи_дослідження_операцій.

УДК 004.457

СИСТЕМА ПРОВЕДЕННЯ МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАСОБАМИ ТА МЕТОДАМИ АНАЛІЗУ ДАНИХ

Фещук І.М., Лищук О.А., Скрипник Т.К.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: johnstadx@gmail.com

Загальноприйнято, говорячи про сутність маркетингового дослідження, відносити його до наукового дослідження. Дійсно, в

основному воно є таким, оскільки спрямоване на вирішення чітко поставлених проблемних завдань; покликане надавати практикам надійну й обґрунтовану інформацію; при його проведенні використовуються наукові методи збору й опрацювання інформації.

І так на підприємствах, якщо розглядати конкретно випадок торгівлі, вважається важливим процесом ведення обліку, та аналізу всіх дій пов'язаних з продажами та купівлями. Тому на сучасних підприємствах різної сфери та масштабу торгівлі є необхідним відповіде рішення автоматизації торгівлі у вигляді програмного забезпечення.

Автоматизація торгівлі – це діяльність по впровадженню в торгівельне підприємство спеціального обладнання та програмного забезпечення, яка направлена на оптимізацію бізнес-процесів, підвищення ефективності торгівлі, та покращення обслуговування покупця. Традиційно виділяють два виду засобів автоматизації торгівлі: програмні та апаратні.

Системи автоматизації підприємства сьогодні затребувані як ніколи раніше, і з конкурентної переваги поступово перетворюються в необхідний стандарт, без якого бізнес просто не може існувати. При цьому самі по собі системи неоднорідні і відрізняються від інших програмних продуктів великим подрібненням з різних галузей бізнесу і складом гравців. «Скелет» автоматизації, тобто те, що зазвичай автоматизується бізнесом, складається з трьох основних частин: front-office, back-office і складської частини.

Існує кілька варіантів систем автоматизації: серверні, хмарні і мобільні. Всі ці системи мають клієнтську і серверну частини, де клієнтська частина – це програмне забезпечення, встановлене на комп'ютері співробітника; за допомогою неї відбувається введення даних в систему. Серверна, відповідно, встановлюється на спеціальному комп'ютері – сервері, яку обслуговує ІТ-відділом компанії. На ньому зберігається і обробляється інформація, відбувається її узгодження між різними системами.

Ключова відмінність «хмарної» технології – це відсутність сервера у власності або оренді у бізнесу, тобто програмне забезпечення використовується як послуга, а все необхідне обслуговування проводиться на стороні постачальника цієї послуги. Безумовно, кожна з двох типів систем, серверна і хмарна, має свої позитивні і негативні сторони, які можуть вплинути на прийняття рішення про впровадження системи.

Так навіщо ж бізнесу автоматизація?

Багато підприємців думають, що автоматизація потрібна великим і багатим мережам, але не підходить невеликому магазину біля будинку. Думають – і продовжують працювати по-старому.

Тим часом, автоматизація – це складний термін, але абсолютно не страшний. Вона звільняє масу часу і дає додатковий прибуток – наприклад, за рахунок контролю втрат. І тут зовсім не важливий розмір і формат. Автоматизація однаково підходить всім – і гіпермаркету, і маленькому магазину.

Література

1. Автоматизація бізнесу [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://zruchno.ua/noviny/shho-take-avtomatyzatsiya-ta-navishho-vona-potribna-biznesu/>
2. Автоматизація [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>

УДК 62-9

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИЙ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Шашко А.Е., Кругликов А.А., Авсневич А.М.
Белорусский национальный технический университет, Беларусь
E-mail: ausi@tut.by

Долговечность машин и оборудования лимитируется долговечностью их отдельных элементов, узлов и агрегатов. Вибрации в машинах приводят к появлению существенных динамических знакопеременных нагрузок, которые способствуют развитию усталостного разрушения материалов и способны значительно снизить долговечность. В виду этого следует учитывать влияние обусловленных вибрациями динамических нагрузок на усталостную долговечность деталей и узлов.

Для каждого элемента долговечность определяется по своим методикам. Нормативно-технические документы регламентируют расчет для типовых узлов и деталей: валов, подшипников, зубчатых колес и прочих. Во всех существующих методиках формулы для расчета долговечности включают в себя конструктивные параметры,

коэффициенты свойств материалов, величины действующих сил или нормальные и тангенциальные напряжения.

Так согласно ГОСТ 18855-94 долговечность подшипников (расчетный ресурс) определяется по формулам вида

$$L = \left(\frac{C_r}{P_r} \right)^n,$$

где C_r – динамическая расчетная грузоподъемность,

P_r – эквивалентная динамическая нагрузка,

n – эмпирический показатель степени ($n = 3 \dots 3,33$ для разных типов подшипников).

Динамическая расчетная грузоподъемность зависит только от конструктивно обусловленных параметров, а динамическая нагрузка определяется по формуле

$$P_r = XF_r + YF_a,$$

где X и Y – некоторые коэффициенты;

F_r – радиальная нагрузка;

F_a – осевая нагрузка.

С точки зрения взаимосвязи с вибрационными процессами в машинах все коэффициенты и конструктивные параметры остаются постоянными, а от уровня вибраций зависят радиальная и осевая нагрузки. Коэффициенты X и Y зависят от соотношения радиальной и осей нагрузок, которое может меняться при вибрационном воздействии. Тогда формулу для расчета ресурса подшипников можно упрощенно свести к виду

$$L = \frac{C}{XF_r + YF_a},$$

где C – константа, учитывающая все независимые от вибраций постоянные коэффициенты.

Таким образом, при расчете долговечности варьируемыми параметрами, зависящими от вибрационных характеристик, являются радиальная и осевая нагрузки. Эти нагрузки определяются возникающими виброускорениями. Для определения динамических нагрузок в виде сосредоточенных сил, обусловленных вибрациями следует использовать классическую формулу

$$F = m_n a$$

где a – амплитуда виброускорения;
 m_n – приведенная масса.

Эти динамические нагрузки определяются в различных направлениях, радиальном или осевом. В некоторых случаях радиальные нагрузки целесообразно раскладывать по координатным осям.

Аналогично усилиям F при наличии крутильных колебаний можно определить значения динамических нагрузок в виде моментов сил

$$M = I_n \varepsilon$$

где ε – амплитуда углового виброускорения;
 I_n – приведенный момент инерции.

Определение приведенной массы m_n и момента инерции I_n является достаточно сложной задачей, имеющей существенные особенности для каждого частного случая. Для конкретных узлов с определенными массово-геометрическими параметрами необходимо выявить инерционность в точках, для которых определены значения виброускорений.

Совершающие колебания массы не всегда находятся непосредственно в тех узлах, для которых нужно определить расчетную долговечность. Например, если возбуждаются колебания вала, установленного в корпусе на подшипниках, то шейки вала под кольцами подшипников вероятнее всего не будут совершать колебания. Но динамические нагрузки от колеблющихся с некоторой амплитудой элементов будут восприниматься подшипниками и передаваться далее на корпус. Для расчета реакций от динамических нагрузок, непосредственно влияющих на долговечность тех или иных элементов следует использовать уравнения статики.

Таким образом, алгоритм оценки влияния вибраций на долговечность подшипников, корпусных опор и иных элементов конструкций можно представить в виде следующей последовательности действий:

- 1) определение линейных и угловых виброускорений;
- 2) определение приведенных подверженных колебаниям масс и моментов инерций в точках, для которых найдены виброускорения;
- 3) определение динамических нагрузок в виде сил и моментов сил;
- 4) нахождение обусловленных динамическими нагрузками реакций в элементах конструкции;
- 5) расчет долговечности в количестве циклов нагружений с учетом найденных динамических реакций.

б) по частоте вибраций и вероятному периоду их возникновения можно определить долговечность элементов конструкций в единицах времени.

Расчет долговечности валов при сохранении принципиального подхода производится по отличной от описанной выше методики. Согласно стандартизованной методике в соответствии с рекомендациями РД 50-83-88 «Расчеты и испытания на прочность. Расчет на прочность валов и осей» расчет их усталостной долговечности производится на основе определения нормальных и касательных напряжений. Напряжения определяются согласно классическим теориям прочности и пропорциональны приложенным усилиям.

Таким образом для определения долговечности валов и осей при влиянии вибраций необходимо учитывать в расчетах напряжений нагрузки, рассчитанные по линейным и угловым виброускорениям и приведенным массам и моментам инерции в соответствующих точках.

Частота вибраций в совокупности с максимальными значениями динамических нагрузок и напряжениями напрямую будут обуславливать расчетное время появления усталостных разрушений и выхода из строя элементов конструкций.

Проблемой является правильное наложение разночастотных факторов нагружения: динамических нагрузок, обусловленных вибрациями, и внешних периодически действующих сил. Решением данного вопроса согласно рекомендациям РД 50-83-88 может быть сведение всех существующих факторов к блочному методу нагружения. Также существует возможность анализа многочастотного колебательного процесса в CAE ANSYS.

Расчеты на долговечность носят вероятностный характер, достигаемая их точность позволяет оценить скорее качественное влияние на долговечность тех или иных параметров. Вибрации как фактор долговечности как правило исключаются на номинальных режимах работы машин и оборудования. Они могут возникнуть на переходных режимах, при пуске и остановке. В сложных системах как правило реализуется множественность режимов среди которых будут и переходные, на которых вибрации неизбежны. Даже кратковременные вибрации могут привести к существенному развитию усталостных процессов и снижению долговечности отдельных узлов и машины в целом. Поэтому для обеспечения равноресурсности оборудования рекомендуется провести анализ влияния вибрационных воздействий на долговечность в диапазоне режимов его работы.

Из приведенных оценок следует, что обусловленные вибрациями нагрузки при значительных частотах колебаний могут

оказывать влияние на долговечность не меньше, чем силы реакций, вызванные действием внешних сил, обусловленных передачей проектных нагрузок. Влияние даже относительно небольших вызванных вибрациями динамических нагрузок на долговечность тем весомее, чем выше их частота, так как со сдвигом вибраций в высокочастотную область растет количество циклов нагружения в единицу времени.

Литература

1. ГОСТ 18855-94 (ИСО 281-89). Подшипники качения. Динамическая расчетная грузоподъемность и расчетный ресурс (долговечность). – Введ. 1997-01-01. – Москва: Стандартинформ. – 18 с.
2. Рекомендации Р 50—83—88. Расчеты и испытания на прочность. Расчет на прочность валов и осей. – Введ. 1989-07-01.– М: Изд-во стандартов. – 71 с.

УДК 004.912

АНАЛІЗ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ЗАСОБІВ КОМУНІКАЦІЇ

Шпак Н.О., Бармак О.В., Скрипник Т.К.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: natashustrik19@gmail.com

Multi-press Input Method є основним методом введення тексту в умовах обмеженої кількості клавіш. Він полягає у натисканні кожної кнопки один або декілька разів, щоб вказати вхідний символ. Multi-press Input Method має проблему сегментації, яка виникає коли користувачу необхідно використати одну й ту ж кнопку, що й для раніше введеного символу. Система повинна визначити, що натискання на кнопку «відноситься до 202-ї категорії» попереднього символу, чи є новим символом. Це викликає необхідність механізму, який буде визначати початок нового символу. Використовують два основних шляхи подолання цієї проблеми: використання тайм-ауту (затримки), протягом якої натискання кнопки означатиме той же символ або наявність відповідної кнопки, щоб прибрати затримку та ввести зразу наступний символ на тій же кнопці. Деякі моделі телефонів використовують комбінацію із цих двох рішень.

При наборі тексту система T9 намагається передбачити, яке слово ви намагаєтесь набрати, використовуючи словник. Найуживаніші слова підставляються першими. Такий спосіб набору набагато швидший за звичайний, тому що дає можливість уникнути повторних

натискань. Т9 підставляє тільки ті слова, які мають стільки ж букв, скільки набрано в цей час, на відміну від системи іТАР підбір довгих слів не передбачений[1].

Для формування словника були взяті дані з розмовників. Цей формат підходить тим, що в ньому зберігаються слова, речення, фрази найбільш корисні, ті якими ми оперуємо щоденно. За допомогою нього ми бачимо слова, які знадобляться нам для виразу наших думок. Адже він містить необхідні дані. Зібравши всі фрази разом, сформувався корпус слів, де зібрано більше 2000 фраз з більш ніж 15000 слів. При таких даних вийшло, що унікальних слів становить більше 2500. Це показує нам, як часто слова повторюються у фразах.

Для дослідження вибору оптимальних параметрів кодування були взяті наступні критерії: кількість груп та розподіл букв в кожній групі. Групи ділилися від 4 до 8 в кожному з яких були букви від 8 до 4 відповідно. При меншій кількості блоків, число з повторюваністю коду збільшується. Це показує нам, що для кращого введення тексту потрібно брати більшу кількість блоків, це допоможе швидше знайти потрібне слово. Розташування букв у блоках має наступні варіанти: за алфавітом, розкладка QWERTY, за подібністю написання, довільний порядок букв. Приклад розташування букв у блоках продемонстровано на рис. 1.

Алфавітний порядок для 6 груп має вигляд:

¹ А Б В Г Д	² Е Є Ж З И	³ І Ї Й К Л М
⁴ Н О П Р С Т	⁵ У Ф Х Ц Ч	⁶ Ш Щ Ъ Ю Я

Клавіатурний(QWERTY) порядок для 6 груп має вигляд:

¹ Й Ц У К Е Н	² Г Ш Щ З Х І
³ Ф І В А П Р	⁴ О Л Д Ж Є
⁵ Я Ч С М И	⁶ Т Ь Б Ю

Рис. 1 – Розташування букв у блоках

Всі слова містяться в базі, де автоматично генерується код кожного слова при оновленні програми, тобто при виборі нової кількості блоків та назви вона генерує нові дані. Алгоритм кодування продемонстрований на схемі 1.

БД містить головну таблицю яка має комірку кодування кожного слова. Кодування відбувається на основі отриманої кількості блоків,

адже в залежності від неї буде формуватися кодування. Вона кодується методом вказаним на Рис. 2.



Рис. 2 - Алгоритм кодування

На рис. 3 продемонстрований приклад кодування. На ній ми бачимо що літери «о», «л» знаходяться в одному блоці, тому і мають однаковий код 4. При наступній ітерації змінилася літера «т», яка знаходить в 5-му блоці.

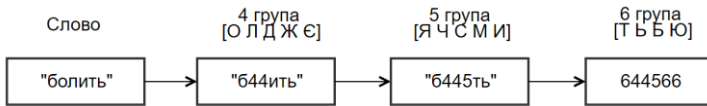


Рис.3 – Кодування

Пошук відбувається по цифрах, які з самого початку були закодовані. Тобто кожний відповідає за якісь цифру по якій і відбувається пошук.

З метою перевірки ефективності розробленої інформаційної технології була проведена функціональна перевірка.

При запуску програми ми отримуємо форму яка зображена на (рис. 4). Також на ній показано вже вибрану назву блоку. В сусідньому вікні обирається кількість блоків.

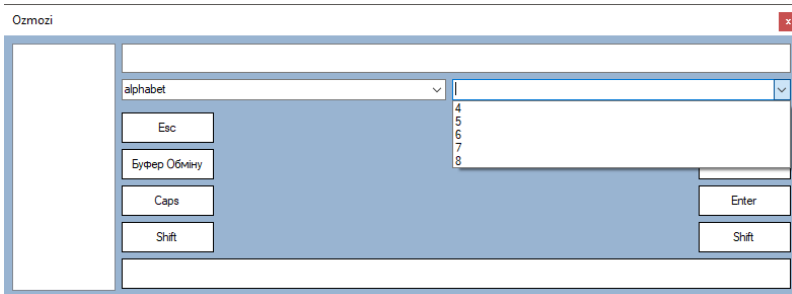


Рис. 4 – Початкова сторінка з вибором

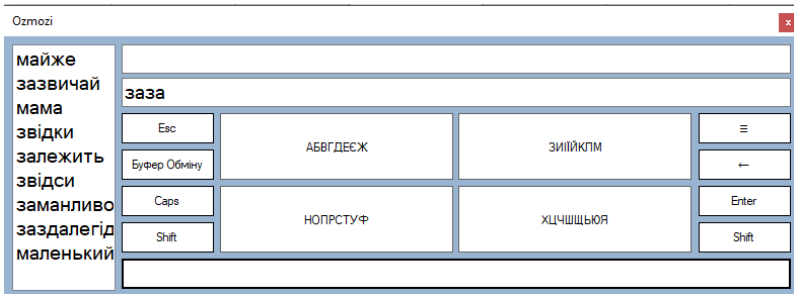


Рис. 5 – Вибір слів

При введенні тесту нам відображаються слова які містяться в базі, з яких можна вибирати і формувати речення.

Література

1. Т9 [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://uk.wikipedia.org/wiki/Т9>
2. Мельник А.М., Пасічник Р.М. Метод генерації тестових завдань на основі системи семантичних класів // Вісник ТДТУ. – 2010. – Том 15. – № 1. – С. 187-193.

УДК 620.178.35

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА РАДІОЕЛЕКТРОННУ АПАРАТУРУ

Ройzman В. П., Мороз В. А., Яновицький О. К.

Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: vik-moroz@ukr.net

Сучасна радіоелектронна апаратура працює, як правило, в умовах інтенсивних зовнішніх впливів, одним з найбільш небезпечних з яких є удар. У деяких випадках механічні дії призводять до погіршення точностних властивостей апаратури, а також до прихованих якісних змін, в інших – до пошкоджень окремих деталей і відмов радіоелектронної апаратури.

Прискорення, що розвиваються при ударах, в деяких вузлах або деталях РЕА можуть досягати великих значень (тисячі g). Тому навантаження, що діють у момент удару на виріб, і напруження в окремих його вузлах і деталях можуть перевищити допустимі норми, що і призведе до пошкоджень і відмов апаратури. Вплив ударів найчастіше проявляється на вузлах і деталях відносно великих мас, при

цьому можливі поломки в місцях їх кріплення, або в місцях стуляння деталей, які вдаряються між собою, розтріскування керамічних, скляних, феромагнітних виробів, порушення герметизації і т.д. Дія удару на елементи РЕА посилюється, якщо корпус, або маса апаратури є досить жорсткими. Для перевірки міцності і стійкості виробів на вплив ударів проводяться випробування на ударних стендах.

На відміну від гармонічних коливань, удар є несталим процесом. Це становить основну складність при аналізі впливу удару на апаратуру і при розрахунку її системи амортизації на удар.

Сутність удару полягає в тому, що кінетична енергія тіл, що вдаряються одне об одне, перетворюється в енергію пружної деформації [1].

Ударом прийнято називати зміну швидкості руху тіла на кінцеву величину за дуже короткий проміжок часу. Удар зазвичай є результатом раптового прикладання сили, або раптової зміни напрямку, або швидкості руху.

Практично миттєвої зміни швидкості рухомого об'єкта не буває, проте таке допущення може бути прийняте в тому випадку, коли зміна швидкості відбувається протягом проміжку часу, малого в порівнянні з напівперіодом власних коливань розглянутої пружної системи.

Раптово прикладена сила, або раптова зміна руху пружної системи змушує її робити коливальні рухи як перехідні, так і власні.

Збудження системи при ударному впливі виникає у вигляді механічних імпульсів періодичної або не періодичної (різної) форми. У найпростіших випадках імпульси іменуються відповідно до їх форми, або графічного зображення: прямокутні, трикутні, напівсинусоїдальні (рис. 1).

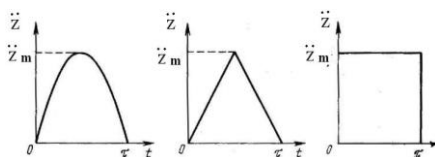


Рис.1 – Ударні імпульси

У теоретичних дослідженнях широко застосовуються різні нормалізації імпульсів і заміна одних імпульсів іншими, наприклад, еквівалентними за енергією.

Ділянка наростання окремого імпульсу називається фронтом, ділянка спаду – зрізом.

Як зазначалося раніше, пружні системи, строго кажучи, завжди мають нескінченне число ступенів свободи, тому їх розрахунок у припущенні, що вони мають лише одну, або декілька ступіней свободи, призводить до деяких похибок. Помилки, що виникають внаслідок цього при розрахунку на ударне навантаження, як правило, більш значні і їх важче оцінити, ніж при розрахунку сталих коливальних процесів.

Ударні навантаження, які отримує апаратура, можна розглядати як дію на неї динамічних короточасних навантажень, при яких викликані ними деформації, переміщення і зусилля змінюються в часі не періодично [2].

Короточасні динамічні навантаження на РЕА можуть виникати, наприклад, при падінні вантажу, ударі молота, ударі морської хвилі, рвучкому тиску вітру на радіощоглі, поштовхах при посадці літака, при вибухах у повітрі, ґрунті, або у воді.

Тривалість динамічного навантаження може бути від малих часток секунди до декількох секунд. Звичайно передбачається, що динамічні навантаження діють на лінійні пружні системи з одним ступенем свободи, для яких справедливий лінійний закон переміщень, тобто деформації і переміщення перебувають у лінійній залежності від зовнішніх сил.

Удар, що розглядається як раптова зміна швидкості, являє собою простий удар, що складається з ударних рухів різного виду. Це наближене визначення. Припускають, що такий удар буде являти собою імпульс нескінченно малої тривалості, так що величина прискорень і форма хвилі є несуттєвими.

Удари, викликані падінням апаратури, або удари порівняно легкої апаратури по міцних поверхнях можуть також розглядатися як швидкісні удари.

При ударі повинна відбуватися пластична деформація основи, щоб забезпечити виконання умов, що накладаються на прискорення і швидкість під час і після дії удару.

В роботі [1] вказується, що пілкоподібний імпульс можна відтворити при падінні жорсткої платформи на свинцевий крешер з конічною голівкою.

Що стосується пластичної деформації основи і випробувань при падінні тіл на свинцевий крешер, то це окремі загальні питання дослідження деформацій при ударі.

У відомих роботах Є. Зібеля, О. О. Пашкова, К. П. Рене з математичного і фізичного моделювання процесів деформації при ударі зазвичай використовується класичний метод координатної сітки дослідження процесів усадки і висадки в ході не ударного статичного

навантаження свинцевих напівциліндрів з нанесеною на їх поверхню координатної сіткою. Так чинили через те, що швидкоплинність деформації при ударі не вдавалося розгледіти.

Тим часом вдалося розробити метод високошвидкісної комп'ютерної відеозйомки швидкоплинних процесів, який дозволив не тільки побачити в уповільненому темпі неозброєним оком коливання окремих плат, елементів і деталей типового блоку РЕА при його коливаннях на вібростенді [3, 4], а й побачити в натурних умовах деформацію металу при ударі в ході формування головки цвяха [3, 5].

Для збудження максимальних прискорень в елементах, які мають високі власні частоти, тривалість ударного імпульсу τ у с повинна бути найменшою, що визначається за формулою

$$\tau = \frac{3}{4f}$$

Для збудження максимальних прискорень в елементах з низькими власними частотами тривалість ударного імпульсу повинна бути найбільшою, приблизно від 0,12 до 0,15 с. При цьому прискорення, збуджувані ударом в деталях апаратури, діятимуть в широкому діапазоні частот – від 6 Гц і вище, що відповідає навантаженням, які отримує апаратура при транспортуванні.

При однакових заданих прискореннях удар з більшою тривалістю імпульсу має більш широкий спектр максимальних прискорень реакцій пружного зв'язку в порівнянні з ударом, який має малу тривалість імпульсу.

Отже, ударний імпульс пилкоподібної форми великої тривалості впливає на більшу кількість деталей апаратури, частоти власних коливань яких збігаються з частотами спектру прискорень при ударі.

Література

- 1 Гольдсмит В. Удар. / Гольдсмит В. ; Пер. с англ. М. : Госстройиздат, 1965. – 448 с.
- 2 Карпушин В. Б. Вибрации и удары в радиоаппаратуре. / Карпушин В. Б. – М. : Сов. радио, 1971. – 344 с.
- 3 Ройзман В.П. Монографія Механика в електроніці. В 3 т. Т. 2. Динамічна міцність : монографія / В. П. Ройзман. – Хмельницький : ХНУ, 2015. – 313 с.
- 4 Чоловский Р. Г. Способ измерения параметров вибраций / Чоловский Р. Г. // Повышение качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процессов : сб. трудов – Египет, 2005. – С.120.

5 Стеблюк В.І. Дослідження напружено-деформованого стану при висадженні головки цвяхів на автоматах / В.І. Стеблюк, С.А. Василичин // Проблеми трибології. – Хмельницький, 1999. – № 3 – С. 97–102; №4 – С. 54 – 60.

UŻYTECZNOŚĆ NAUCZANIA PROGRAMÓW GRAFICZNYCH NA PRZYKŁADZIE ABSOLWENTÓW WYDZIAŁU PODSTAW TECHNIKI POLITECHNIKI LUBELSKIEJ

**Magdalena Paśnikowska-Lukaszuk, Sylwester Korga,
Barbara Buraczyńska**

Politechnika Lubelska, Polska

E-mail: m.pasnikowska-lukaszuk@pollub.pl

Streszczenie

W niniejszej pracy omówiono problematykę dotyczącą użyteczności nauczania programów graficznych na uczelni wyższej – Politechnice Lubelskiej. W celu analizy problemu wykorzystano narzędzie badawcze w formie ankiety. Na respondentów wybrano absolwentów Wydziału Podstaw Techniki, którzy w trakcie studiów realizowali program nauczania bazujący na wykorzystaniu programów graficznych. Na podstawie otrzymanych wyników dokonano analizy uzyskanych odpowiedzi. Badania pokazały, że ankietowani absolwenci wysoko oceniają użyteczność nauczania programów konstrukcyjno-graficznych na Politechnice Lubelskiej oraz często wykorzystują je w pracy zawodowej i na użytek własny. W artykule omówiono także potrzebę nauczania programów graficznych, a także przedstawiono własności i możliwości programów wykorzystywanych na rynku pracy. Na podstawie uzyskanych wyników badania ankietowego przedstawiono wnioski końcowe.

1. Wprowadzenie

Działalność inżynierska występująca w różnorodnych gałęziach przemysłu oparta jest na procesach projektowania i konstruowania wielu różnych wyrobów. Tego typu procesy realizowane są z wykorzystaniem norm i standardów oraz wiedzy, które opierają się na doświadczeniu. Szybki i ciągły rozwój techniki powoduje że wyzwania, jakie stawiane są przed inżynierami na całym świecie są coraz wyższe [6]. Obecnie realizacja procesów prototypowania wyrobów jest możliwa dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii komputerowych wspieranych przez oprogramowanie konstruktorskie.

Zastosowanie oprogramowania i sprzętu komputerowego do

projektowania znajduje szerokie zastosowanie np. w budowie maszyn, elektrotechnice lub budownictwie. Cyfrowe modelowanie geometryczne ma na celu opracowanie zapisu konstrukcji wyrobu w celu jego późniejszego opracowania. Każdy wyrób produkcyjny posiada swoje cechy charakterystyczne oraz własności technologiczne np.: dynamiczne, geometryczne lub materiałowe.

Rozwój tego typu oprogramowania przyczynił się do intensywnego postępu narzędzi obliczeniowych stosowanych przez inżynierów. Programy graficzno- konstruktorskie są kluczowe przy realizacji procesów projektowania i prototypowania. Dają one możliwość uzyskania wysokiej jakości wyrobów podczas realizacji procesów produkcyjnych oraz umożliwiają minimalizację poniesionych kosztów. W wyniku upowszechnienia się numerycznych metod obliczeniowych i wprowadzania na rynek coraz to nowszych systemów komputerowych, pojawiły się narzędzia, które wspierają prace inżynierskie. Jednym z takich narzędzi jest oprogramowanie typu CAD zaliczane jako jeden z modułów CIM (Computer Integrated Manufacturing). Moduł CAD wspomagający komputerowo wspomagane projektowanie umożliwia wykonanie modeli geometrycznych odpowiadających wytwarzanym wyrobom.

Obecnie na rynku istnieje wiele programów które stosują moduły CAD. Jednym z najbardziej popularnych programów konstruktorskich do modelowania jest Autodesk Inventor. Program ten służy do projektowania mechanicznego o wysokiej wydajności, przeznaczonym dla inżynierów mechaników

i konstruktorów, którzy chcą zredukować czas projektowania, wprowadzić na rynek nowe produkty w krótkim czasie oraz utrzymać swoją przewagę konkurencyjną [1].

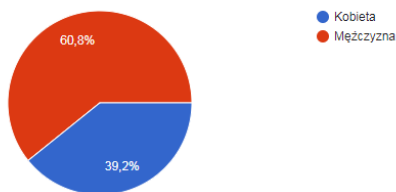
Jest to oprogramowanie konstrukcyjne o dużych możliwościach, które służy do modelowania projektowanych części i urządzeń jako modeli 3D, a później wygenerowania na podstawie modeli rysunków złożeniowych, ofertowych, wykonawczych, poglądowych i innych. W skład oprogramowania typu CAD zaliczane są: narzędzia do modelowania pojedynczych części, moduł do tworzenia prezentacji, narzędzia do budowania zespołów, wyspecjalizowane narzędzia do projektowania części z blach oraz części spawanych, menedżer rysunków do tworzenia płaskiej dokumentacji rysunkowej, a także biblioteki normaliów i profili stalowych zgodne z wieloma standardami. Konstruktor przy tworzeniu projektu z wykorzystaniem wspomagania komputerowego przede wszystkim koncentruje się na zbudowaniu modelu 3D projektowanego urządzenia [2]. Gdy model jest już gotowy to oprogramowanie sprzyja w tworzeniu dokumentacji rysunkowej projektu. Program wykonuje w sposób

zautomatyzowany rzuty rysunkowe, przekroje, tworząc listę części, numery pozycji, itp. Większość czasu przeznaczony na przygotowanie projektu przy zastosowaniu oprogramowania konstrukcyjnego jest wykorzystana na działania twórcze, koncepcyjne, sprawdzające, a nie na kreślenie rysunków.

Technologie stosowane w procesach wytwórczych powiązane są bezpośrednio z oprogramowaniem konstrukcyjnym [8]. Umiejętności wykorzystania oprogramowania wspierającego prace inżynierskie oparte są na skutecznej realizacji procesu kształcenia specjalistycznego. Jest to problem, który występuje podczas opracowania nowoczesnych programów nauczania dla kadr inżynierskich. Proces nauczania dotyczący wykorzystania programów graficznych powinien łączyć cechy wiedzy technologicznej z umiejętnościami praktycznymi [3]. Tego typu proces wykorzystujący wiedzę teoretyczną i umiejętności praktyczne pozwala na transfer wiedzy do zakładów przemysłowych. Jest to bardzo ważne z punktu widzenia wdrażania nowych technologii do gałęzi przemysłu.

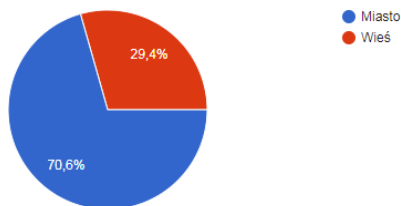
2. Analiza badania ankietowego

W celu przeprowadzenia badań dotyczących użyteczności wykorzystania oprogramowania konstrukcyjno-graficznego zastosowano metodę sondażu diagnostycznego przy pomocy ankiety. W badaniu ankietowym wzięło udział 51 absolwentów kierunku Edukacja Techniczno-Informatyczna realizowanego na Wydziale Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej. Ankietowani absolwenci pochodzili z różnych roczników studiów I oraz II stopnia, począwszy od roku 2013 do roku 2017. Ankieta została dostarczona losowo wybranym osobom reprezentujących różne stopnie i lata ukończenia studiów. Formularz ankiety składał się z pytań zamkniętych i jednego pytania otwartego, w którym ankietowany absolwent mógł wpisać jaki program konstrukcyjno-graficzny okazał się według niego niepotrzebny w realizacji w trakcie zajęć. Absolwenci odpowiadali na pytania z wykorzystaniem systemu on-line. Badanie miało formę jednorazową. W ankiecie udział wzięło 20 kobiet i 31 mężczyzn. Diagram procentowy obrazujący rozkład wyników przedstawiono na rysunku nr 1.



Rysunek 1. Diagram procentowy obrazujący udział kobiet i mężczyzn w badaniu ankietowym, [Źródło: własne]

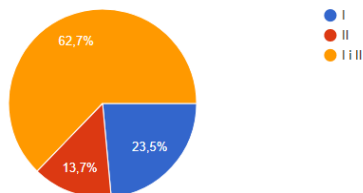
Uzyskane wyniki potwierdzają także pewną zależność, że na kierunki techniczne uczęszcza mniej kobiet niżli mężczyzn. Ankietowani mieli za zadanie także odpowiedzieć na pytanie dotyczące miejsca zamieszkania. Spośród badanych, 36 osób wybrało miasto jako swoje miejsce zamieszkania, zaś pozostałe 25 osób wieś. Udział procentowy uzyskanych wyników przedstawiono na rysunku nr 2.



Rysunek 2. Diagram procentowy obrazujący rozkład procentowy odpowiedzi dotyczących miejsca zamieszkania [Źródło: własne]

W badaniu ankietowym zapytano także absolwentów o stopień ukończonych studiów. Niektórzy studenci decydują się po ukończeniu I stopnia studiów nie kontynuować nauki, zaś są również tacy, którzy chętnie uczęszczają także na II stopień studiów, w celu uzyskania tytułu magistra inżyniera. Warto również dodać, że niektóre osoby z ankietowanych zaznaczyły odpowiedź, że na Wydziale Podstaw Techniki studiowały tylko na II stopniu. Jest to możliwe, ponieważ część studentów wybiera kontynuację nauki na innych uczelniach zamiast tej, na której ukończyli I stopień. Najczęściej spowodowane jest to chęcią nauki w innym mieście lub poznaniem nowych osób. Często też jedyną możliwością uczęszczania na pokrewny kierunek jest wybór studiów na innej uczelni, ponieważ niektóre uczelnie nie realizują II stopnia studiów danego kierunku, który absolwent

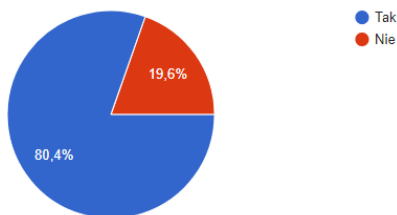
studiował i taka osoba wybiera miasto i uczelnię, w którym może kontynuować naukę na ukończonym kierunku I stopnia studiów. Rozkład procentowy odpowiedzi dotyczących ukończonego stopnia studiów przedstawiono na rysunku nr 3.



Rysunek 3. Diagram procentowy obrazujący udział odpowiedzi dotyczących ukończonego stopnia studiów na Wydziale Podstaw Techniki, [Źródło: własne]

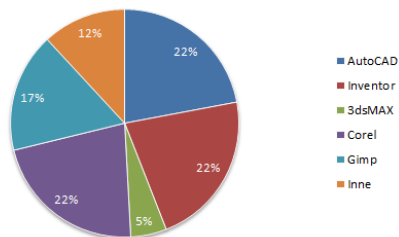
Spośród badanych 32 osoby potwierdziły, że ukończyły oba stopnie studiów na Wydziale Podstaw Techniki, 12 osób ukończyło tylko I stopień, zaś

7 osób II. Absolwenci zostali również zapytani o to czy w obecnej chwili pracują. Czterdzieści jeden osób spośród ankietowanych odpowiedziało, że tak. Wyniki zaprezentowano na rysunku nr 4.



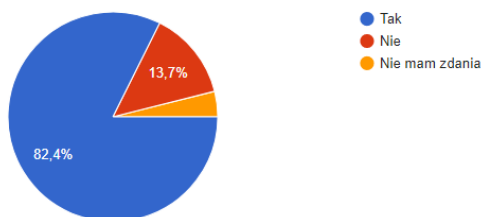
Rysunek 4. Diagram procentowy obrazujący rozkład odpowiedzi na pytanie „Czy obecnie Pan/Pani pracuje?”, [Źródło: własne]

Wynik ten można uznać za optymistyczny. Jednocześnie pokazuje, że studenci realizujący studia na Wydziale Podstaw Techniki odnajdują swoje miejsce na lokalnym rynku pracy. Osoby, które zaznaczyły odpowiedź, że obecnie pracują zostały poproszone o to, aby odpowiedziały na pytanie dotyczące używania programów graficznych w swojej pracy. W tym pytaniu można było zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź. Wyniki zaprezentowano na rysunku nr 5.



Rysunek 5. Diagram procentowy obrazujący rozkład odpowiedzi dotyczących używanych programów graficznych, [Źródło: własne]

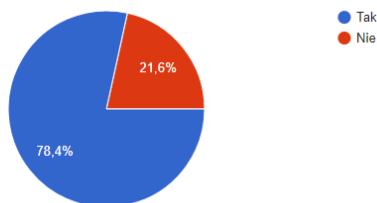
Uzyskane wyniki pokazują, że najwięcej osób używa programów do grafiki inżynierskiej tj. AutoCAD czy też Inventor. W odpowiedziach inne, respondenci mieli możliwość podania nazwy programu. Spoza listy pojawiły się takie odpowiedzi jak: Solid Edge, Catia. Te odpowiedzi są bardzo satysfakcjonujące. Świadczą o tym, że umiejętności praktyczne zdobyte na Wydziale Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej mają swoje zapotrzebowanie i odzwierciedlenie na rynku pracy. Absolwentom zadano także pytanie „Czy uważa Pan/Pani, że poznane programy graficzne w czasie studiów były pomocne?”



Rysunek 6. Diagram procentowy obrazujący udział odpowiedzi na pytanie „Czy uważa Pan/Pani, że poznane programy graficzne w czasie studiów były pomocne?”, [Źródło: własne]

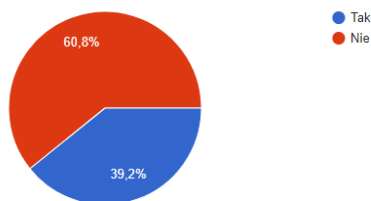
Spośród ankietowanych 42 osoby odpowiedziały, że poznane programy w trakcie studiów były pomocne, pozostałe osoby odpowiedziały „nie”, bądź nie miały zdania co obrazuje rysunek nr 6. Można wnioskować, że osoby, które odpowiedziały negatywnie na pytanie to osoby, które mogą nie mieć zatrudnienia i nie miały one możliwości wykorzystania w swojej pracy zawodowej poznanych programów. Jednakże ponad 80% pozytywnych odpowiedzi świadczy o tym, że nauczanie programów graficznych jest potrzebne i ma ono sens. Absolwentów zapytano także o to, czy

wykorzystywali poznane programy na użytek własny, tzn. czy wykonywali projekty z wykorzystaniem przestrzeni 2D bądź 3D w programach takich jak AutoCAD, Inventor czy też 3dsMAX. Ponad 78% ankietowanych odpowiedziało, że tak, zaś ponad 20% wybrało odpowiedź „nie”. Rozkład odpowiedzi przedstawiono na rysunku nr 7.



Rysunek 7. Diagram procentowy obrazujący rozkład odpowiedzi na pytanie Czy zdarzyło się Panu/Pani wykorzystać poznany w trakcie studiów program do wykonania pracy na własny użytek (np. projekt domu, projekt wizytówki, wizualizacja pomieszczenia itp. ?), [Źródło: własne]

Studenci w czasie zajęć zdobywają umiejętności praktyczne dotyczące wykorzystania programów inżynierskich. Mają możliwość poznania zarówno podstawowych jak i zaawansowanych informacji dotyczących projektów inżynierskich. Ankietowani mieli także za zadanie odpowiedzieć na pytanie czy w trakcie studiów doszkalali się poprzez uczestnictwo w dodatkowych szkoleniach. To pytanie zadano w celu zobrazowania potrzeby pozyskiwania dodatkowych informacji dotyczących obsługi programów przez studentów. 31 osób odpowiedziało, że nie korzystało z dodatkowych szkoleń, zaś 20 osób spośród ankietowanych udzieliło odpowiedzi „tak” – o czym świadczy diagram nr 8.



Rysunek 8 Diagram procentowy obrazujący rozkład odpowiedzi na pytanie „Czy korzystał Pan/Pani z dodatkowych szkoleń dotyczących obsługi programów graficznych nauczanych w trakcie studiów?”, [Źródło: własne]

Pozytywne odpowiedzi na to pytanie pokazują, że znaczna część studentów chętnie rozszerzała swoją wiedzę i zdobywała umiejętności praktyczne z zakresu obsługi programów konstrukcyjno-graficznych poza zajęciami przewidzianymi w toku studiów. Oznacza to, że studenci Wydziału Podstaw Techniki już w trakcie procesu edukacji byli świadomi wysokiej użyteczności narzędzi konstrukcyjno-graficznych.

3. Podsumowanie i wnioski

Nauczanie programów graficznych na uczelniach wyższych jest wysoce potrzebne. Obecny rynek pracy wymaga od przyszłych pracowników umiejętności na wielu szczeblach nauki. Na rynku inżynierskim ciągle wzrasta zapotrzebowanie na konstruktorów oraz projektantów. Większość przedsiębiorstw oraz firm wykorzystuje w swojej działalności programy graficzne takie jak AutoCAD, czy też Inventor. Studenci Wydziału Podstaw Techniki nabywają umiejętności, które mają odzworowanie na rynku pracy [4]. W trakcie studiów mogą odbyć także praktykę zawodową podczas, której doskonałą, ale przede wszystkim wykorzystują w praktyce zdobytą wiedzę [5]. Zainteresowanie edukacją graficzną jest znaczne i ma ogromny potencjał. W Internecie można trafić na mnóstwo ofert związanych ze szkoleniami specjalistycznymi, ale także takimi, które odbywają się on-line [7]. Na podstawie sondażu diagnostycznego stwierdza się, że nauczanie programów graficznych jest bardzo użyteczne i potrzebne, dlatego uczelnie wyższe, które w swoim programie nauczania wprowadzają zajęcia z obsługi programów graficznych, przygotowują potencjalnych inżynierów, konstruktorów i projektantów inżynierskich. Z otrzymanych wyników badania sondażowego należy także wnioskować, że absolwenci korzystają z programów poznanych w czasie studiów i przydają się im one również do rozwoju osobistego.

Podsumowując, przedmioty graficzne są realizowane na Wydziale Podstaw Techniki na wysokim poziomie. Absolwenci tego kierunku są zadowoleni z uzyskanej wiedzy i wykorzystują również umiejętności do nauczania innych osób m.in. zajęć technicznych z wykorzystaniem programu AutoCAD w szkole podstawowej, gimnazjum oraz szkole średniej. Wdrażanie w program nauczania programów graficznych powinno być również realizowane na wszystkich kierunkach inżynierskich uczelni wyższych.

Literatura

1. Jaskólski A., Autodesk Inventor Professional 2018PL / 2018+, Warszawa 2017
2. Dziedzic K., Modelowanie 3D jako element nauczania grafiki komputerowej na kierunku edukacja techniczno-informatyczna, Społeczno-pedagogiczna użyteczność

- technologii informacyjnych: monografia. T. 6; [Red:] Śniadkowski Mariusz - Lublin: Liber Duo, 2014, s. 112-146
3. Dziedzic K., Barszcz M., Paśnikowska-Łukaszyk M., Jankowska A., The role of computer animation in teaching technical subjects, *ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH JOURNAL* - 2015, nr 28, vol. 9, s. 134-138
 4. Malec M., Lis R., Barszcz M., Źródła informacji o studiach na Wydziale Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej i motywy ich podjęcia w percepcji studentów *POSTĘPY NAUKI I TECHNIKI / ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY* - 2011, nr 10, s. 169-179
 5. Wójcicka-Migasiuk D., Rozwój prac naukowych i współpraca z zagranicą Wydziału Podstaw Techniki, *BIULETYN INFORMACYJNY POLITECHNIKI*
 6. Piłat S., Szulżyk-Cieplak J., Charakterystyka nowoczesnych technologii multimedialnych w aspekcie efektywnego wykorzystania w procesie nauczania, w: *Aplikacyjne metody obliczeniowe oraz zarządzanie danymi*; [Red:] Pizoń Jakub, Nowak Beata - Lublin: Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o.o., 2017, s. 288-298
 7. Wójcicka-Migasiuk D., Urzędowski A., Internet tools in education at different levels of teching/ *ADVANCES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH JOURNAL* - 2014, nr 24, vol. 8, s. 66-71
 8. Adamski W., *Wybrane problemy projektowania i wytwarzania CAD/CAM w przemyśle maszynowym*, Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2012.

Алфавітний покажчик

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Bielinska M. 67 | Вельбой В.В. 33 | Курпе А.Г. 11 |
| Bilyk Y.M. 17 | Вискобчук Б.Ю. 128 | Курской В.С. 96 |
| Buraczyńska B. 209 | Вичавка А.А. 20 | Кухарь В.В. 11 |
| Dykha K.O. 25 | Вовчук О. О. 131 | Лаврись С.М. 37 |
| Dykha O.V. 25 | Гарліцький М.В. 43 | Литвиняк О.Я. 98 |
| Dytyniuk V.O. 25 | Гіль О.О. 23 | Лищук О.А. 193, 195 |
| Gaidys R. 134 | Гордсєв А.І. 88 | Лук'янюк М.М. 40 |
| Golinka I. 134 | Гордійчук В.П. 50 | Лучицький О.М. 100 |
| Jurenas V. 134 | Горюшкін Н.І. 45 | Мазурець О.В. 141, 148, 160, 183 |
| Korga S. 209 | Дитинюк В.О. 139 | Манзюк Е.А. 168 |
| Martyniuk A.V. 17 | Дмитерко П.Р. 29, 47, 152 | Мартинюк А.В. 43, 74 |
| Moravec Ján 13 | Дорофєєв О.А. 85 | Матушевський М. 172 |
| Ostasevicius V. 134 | Дробот О.С. 33, 103 | Машовець Н.С. 23 |
| Pańnikowska-Łukaszuk M. 209 | Іванчук В.О. 80 | Медведчук Н.К. 62 |
| Rusnak N.M. 17 | Кадышина А.В. 36 | Михнович М.О. 105 |
| Shalapko O. Yu. 110 | Калачинський Т. 172 | Мініцький А.В. 45 |
| Srivachuk I.A. 17 | Каразей В.Д. 82 | Мороз В. А. 204 |
| Авсєєвич А.М. 197 | Кирничний Н.І. 82 | Мусял Я. 172 |
| Антончик І.В. 191 | Кліменко В.І. 160 | Негай Г. А. 71, 80, 118, 121 |
| Бабак О.П. 20, 33, 60 | Ковальчук О.В. 141 | Новіцький Ю.Я. 29, 47, 152 |
| Багрій О.В. 85 | Ковтун Б.І. 45 | Олександренко В.П. 50 |
| Багрій Р.О. 128 | Ковтун В.В. 85 | Панчишин Б. Ю. 96 |
| Баранюк І.О. 71 | Козюк Ю.М. 33 | Пасічник О.А. 165 |
| Бармак О.В. 193 | Кондаков О.В. 148 | Підгайчук С.Я. 103 |
| Березка В.В. 11 | Корендій В.М. 29, 47, 152 | Побережний П.В. 168 |
| Білий Д.І. 62 | Костюк Н.О. 88 | Поліщук О. 172 |
| Білик Ю.М. 43, 74 | Кругликов А.А. 197 | Посонський С.Ф. 20, 60 |
| Білоус Г.А. 124 | Круть К.М. 94 | Проскурняк Р. 106 |
| Боровик Л.В. 178 | Купець Б.І. 74, 94 | |
| Варгатий О.Д. 43 | | |

Ройзман В. П. 204	Сімура Т.Р. 60	Ткачук О. 106
Рудик О.Ю. 178	Скрипник Т. К. 131	Томусяк А.А. 74
Рудь В.Д. 53	Скрипник Т.К. 62, 128, 139, 148, 160, 168, 193, 195	Урбанюк Є.А. 88
Ружицький А.В. 178	Слащук В.О. 110	Фещук І.М. 195
Руснак Н.М. 182	Слащук О.О. 113	Хрстинець Н.А. 53
Рябець М.С. 50	Слободзян В.О. 183	Чебан М.О. 118
Савицький О. Б. 96	Соколан К.С. 191	Чигарев А.В. 105
Савицький Ю.В. 116	Співачук І.А. 43	Чигарев А.В. 36
Савюк І.В. 56	Сухотін Д.І. 116	Шашко А.Е. 197
Сахно Т.Г. 107	Теренов О.М. 193	Шубкіна М. С. 121
Сергиенко Ю.В. 54	Ткачук В.П. 100	Яворська Н.М. 103
Синиця О.В. 50		Яновицький О. К. 204

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

"СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕХАНІЦІ"

Відповідальні за випуск:

Слащук В. О.

Слащук О. О.

Підписано до друку 30.04.2018

Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.

Умов. друк. арк. 31,9. Обл. вид. арк. 31,9

Наклад 100 прим.

«PolyLux»

29017, Україна, м. Хмельницький, вул. Зарічанська 22/3.

Тел. 067 307-09-76.