

**Міністерство освіти і науки України**  
**Сумський державний університет**  
*Азадський університет*  
*Каракалтакський державний університет*  
*Київський національний університет технологій та дизайну*  
*Луцький національний технічний університет*  
*Національна металургійна академія України*  
*Національний університет «Львівська політехніка»*  
*Національний технічний університет України*  
*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*  
*Одеський національний політехнічний університет*  
*Сумський національний аграрний університет*  
*Східно-Казахстанський державний технічний*  
*університет ім. Д. Серікбаєва*  
*Технічний університет Кошице*  
*Українська асоціація якості*  
*Українська інженерно-педагогічна академія*  
*Університет Барода*  
*Університет ім. Й. Гуттенберга*  
*Університет «Politechnika Świętokrzyska»*  
*Харківський національний університет*  
*міського господарства ім. О. М. Бекетова*  
*Херсонський національний технічний університет*

**СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ  
ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0.  
СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ  
ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції  
(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)



Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми  
Сумський державний університет  
2017

УДК 005+658.8+004](063)

C40

**Редакційна колегія:**

відповідальний редактор – канд. техн. наук, доцент, декан факультету ТеСЕТ СумДУ **О. Г. Гусак**;  
заступник відповідального редактора – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри ПМ та ТКМ  
СумДУ **К. О. Дядюра**.

**Члени редакційної колегії:**

**Б. Антошевський** – д-р техн. наук, професор, університет «Politechnika Świętokrzyska»,  
м. Кельце, Польща;

**В. М. Ванько** – д-р техн. наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка»,  
м. Львів, Україна;

**В. Д. Гогунський** – д-р техн. наук, професор, ОНПУ, м. Одеса, Україна;

**Д. О. Дмитрів** – д-р техн. наук, професор, ХНТУ, м. Херсон, Україна;

**А. С. Довбиш** – д-р техн. наук, професор, СумДУ, м. Суми, Україна;

**А. М. Должанський** – д-р техн. наук, професор, НМетАУ, м. Дніпро, Україна;

**Б. Жоллибеков** – канд. техн. наук, старший науковий співробітник, КДУ, м. Нукус, Узбекистан;

**В. О. Залога** – д-р техн. наук, професор, СумДУ, м. Суми, Україна;

**А. С. Зенкін** – д-р техн. наук, професор, КНУТД, м. Київ, Україна;

**О. В. Івченко** – канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми, Україна;

**С. М. Ілляшенко** – д-р екон. наук, професор, СумДУ, м. Суми, Україна;

**Ю. Б. Кабаков** – канд. техн. наук, директор ОСП, УАК, м. Київ, Україна;

**В. П. Кашицький** – канд. техн. наук, доцент, ЛНТУ, м. Луцьк, Україна;

**Ю. М. Кузцов** – д-р техн. наук, професор, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна,

**Д. В. Криворучко** – д-р техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми, Україна;

**С. О. Непійко** – д-р фіз.-мат. наук, професор, університет ім. Й.Гутенберга, м. Майнц, Німеччина;

**Л. В. Одноворець** – д-р фіз.-мат. наук, доцент, СумДУ, м. Суми, Україна;

**Антон Панда** – д-р філософії (інж. наук), Технічний університет Кошице, м. Прешов, Словаччина;

**С. В. Плотніков** – д-р фіз.-мат. наук, професор, СКДТУ, м. Усть-Каменогорськ, Казахстан;

**О. Д. Погребняк** – д-р фіз.-мат. наук, професор, СумДУ, Україна;

**І. Ю. Проценко** – д-р фіз.-мат. наук, професор, СумДУ, Україна;

**Заде Мортеза Раджаб** – д-р філософії (техн. наук), Ісламський Азадський університет Фаси,  
м. Кум, Іран;

**В. Б. Тарельник** – д-р техн. наук, професор, СНАУ, м. Суми, Україна;

**О. М. Теліженко** – д-р екон. наук професор, СумДУ, м. Суми, Україна;

**Р. М. Триш** – д-р техн. наук, професор, УША, м. Харків, Україна;

**Т. С. Хохлова** – д-р техн. наук, професор, директор Інституту інтегрованих форм навчання  
НМетАУ (ІніФН), м. Дніпро, Україна;

**Чеслав Кундера** – д-р техн. наук, професор, університет «Politechnika Świętokrzyska», м. Кельце,  
Польща;

**Четан Панчал** – д-р філософії, асоційований професор, Університет Барода, м. Вадодара, Індія;

**І. В. Чумаченко** – д-р техн. наук, професор, ХНУМГ, м. Харків, Україна.

C40 Системи розроблення та постановлення продукції на виробництво. Індустрія 4.0.  
Сучасний напрямок автоматизації та обміну даними у виробничих технологіях :  
матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Суми, 22–26 травня  
2017 року) / редкол.: О. Г. Гусак, К. О. Дядюра. – Суми : Сумський державний  
університет, 2017. – 194 с.

**УДК 005+658.8+004](063)**

*Матеріали друкуються в авторській редакції мовами оригіналів.  
За викладення, зміст і достовірність матеріалів відповідають автору.*

© Сумський державний університет, 2017

# ЗМІСТ

## Тематичний напрям

## Маркетинг

---

---

<i>Bozhkova V.V., Nosonova L.V.</i> THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO COMPETITIVE STABILITY OF ENGINEERING COMPANIES .....	12
<i>Біловодська О.А.</i> РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ ПОЛІТИКИ РОЗПОДІЛУ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ УСПІХУ ПІДПРИЄМСТВ НА РИНКУ .....	14
<i>Телетов О.С.</i> МАРКЕТИНГОВІ ПІДХОДИ ДО СИСТЕМ РОЗРОБКИ ТА ВИПУСКУ ІННОВАЦІЙНИХ ТОВАРІВ.....	15

## Тематичний напрям

## Менеджмент

---

---

<i>Ілляшенко С.М.</i> МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ ОРГАНІЗАЦІЇ.....	18
<i>Каргин Б.Б.</i> РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В СТРУКТУРЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	20
<i>Мерзликina Ю.И., Концевич В.Г.</i> КОРПОРАТИВНИЙ ПОРТАЛ УПРАВЛЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКИМИ ПРОЕКТАМИ В КОМПРЕССОРОСТРОЕНИИ НА ПРИМЕРЕ СКБ СУМСКОГО НПО.....	21
<i>Рясна О.В., Плавинська О.В., Стриж В.О.</i> АКТУАЛЬНІСТЬ ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	23
<i>Рясна О.В., Плавинська О.В., Стриж В.О.</i> ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ.....	25
<i>Рясна О.В.</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ.....	27
<i>Сигида Л.О., Сигида Н.О.</i> SCM, DCM, SSCM ТА SDCM ЯК СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	29
<i>Толбатов В.А., Смоляров Г.А., Толбатов А.В., Дахно Л.О.</i> АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ СУЧАСНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	30

<i>Толбатов В.А., Толбатов А.В., В'юненко О.Б., Колеганова А.А.</i> АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ В СУЧАСНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ.....	31
<i>Толбатов В.А., Толбатов А.В., В'юненко О.Б., Нестеренко І.В.</i> ІНТЕГРОВАНА ЛОГІСТИЧНА ПІДТРИМКА ВИРОБІВ .....	33
<i>Толбатов В.А., Толбатов А.В., В'юненко О.Б., Полозун Л.С.</i> РОЛЬ МЕНЕДЖЕРА В УПРАВЛІННІ ЯКІСТЮ .....	34
<i>Толбатов В.А., Толбатов А.В., В'юненко О.Б., Кузьменко О.В.</i> УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТИ.....	35
<i>Толбатов В.А., Толбатов А.В., В'юненко О.Б., Толбатова О.О.</i> ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА .....	36
<i>Толбатов В.А., Толбатов А.В., В'юненко О.Б., Суровицька А.В.</i> ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ .....	37
<i>Толбатов В.А., Толбатов А.В., Агаджанова С.В., Толбатова О.О.</i> <i>Толбатов С.В.</i> АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РЕІНЖИНІРИНГУ БІЗНЕС- ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	39
<i>Шипуліна Ю.С., Ілляшенко Н.С.</i> РОЛЬ І МІСЦЕ ІННОВАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ УСПІХУ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	40
<i>Штефан Є.В., Литвиненко О.А., Пащенко Б.С.</i> ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМИ ПРОЕКТАМИ В МАШИНОБУДУВАННІ.....	42

## Тематичний напрям

## Мехатроніка

---

<i>Dobrov I.V., Bolshakov V.I., Buravlev I.B., Garkavi N.Ya., Getman E.V.</i> ABOUT THE PERSPECTIVE OF ENTRY OF UKRAINIAN ENTERPRISES TO THE INTERNATIONAL SALES MARKET OF THE COLD-DEFORMED WIRE FOR REINFORCEMENT .....	45
<i>Ванько В.М., Куць В.Р., Здеб В.Б.</i> СУЧАСНА АГРОНОМІЧНА ТРОСТИНА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	53
<i>Рясна О.В.</i> СУЧАСНІ МЕТОДИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ .....	55
<i>Рясна О.В.</i> ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	57

---

---

<i>Dobrozhan O.A., Salohub A.O., Znamenshchikov Y.V., Kononov O.K., Oranasyuk A.S.</i> 3D PRINTING OF NANOINKS BASED ON THE METAL AND SEMICONDUCTOR NANOPARTICLES .....	60
<i>Konoplianchenko Ie., Kolodnenko V.</i> ENSURING RELIABILITY OF COMPLEX SYSTEMS BY OPTIZATION OF TIME TECHNOLOGICAL CHAINS.....	61
<i>Skoblo T.S., Romanyuk S.P., Maltsev T.V.</i> APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY IN MECHANICAL ENGINEERING .....	62
<i>Smirnov V. A., Varukha D. O., Pavlenko I. V., Liaposhchenko O. O.</i> IMPLEMENTATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR THE COMPLEX DEVELOPMENT OF BUILDINGS AND STRUCTURES BY MEANS OF 3D PRINTING .....	63
<i>Аніщенко О.С.</i> РОТАЦІЙНА РОЗДАЧА СПЕЦІАЛЬНИМ ІНСТРУМЕНТОМ ГРАНОВАНИХ РОЗТРУБІВ НА ТОРЦЯХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТРУБ .....	65
<i>Гапонова О.П.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОІСКРОВОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ СТАЛЕВИХ ВИРОБІВ .....	66
<i>Дмитренко О.С.</i> ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА.....	68
<i>Довгополов А.Ю., Некрасов С.С.</i> ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ РОЗ'ЄМНОГО З'ЄДНАННЯ В ДЕТАЛЯХ З АРМОВАНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	69
<i>Дорогань Н.О., Сікорський О.О., Миронюк О.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ КУТА ЗМОЧУВАННЯ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИЧНОЇ МІКРОСКОПІЇ .....	71
<i>Думанчук М. Ю.</i> ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ МОДУЛЬНОЇ ПОБУДОВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ .....	74
<i>Запара Ю.В., Добротворский С. С.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЫБОРА ЗАГОТОВОК ИЗ ПРОКАТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ. РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР ЗАГОТОВОК ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ .....	75

<i>Іванов В.О., Дегтярьов І.М., Карпусь В.Є., Заяць Й., Радченко С., Ботко Ф., Косов І.О., Косов М.О.</i> ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ ФОРМИ В УМОВАХ СЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА .....	76
<i>Каргин Б.С., Каргин С.Б.</i> ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ .....	77
<i>Кухар В.В., Нагнібеда М.М.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖИНЕННЯ ЗАГОТОВКИ ПРИ ОДНОПЕРЕХІДНОМУ ТА БАГАТОПЕРЕХІДНОМУ ГНУТТІ .....	78
<i>Куцомеля Ю.Ю., Чейлях О.П., Сіухін А.С.</i> ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД І МОРФОЛОГІЯ ПОВЕРХНІ ПОКРИТТЯ, ОТРИМАНОГО МЕТОДОМ ІМПУЛЬСНО-ПЛАЗМОВОЇ ОБРОБКИ .....	79
<i>Литвиненко О.А., Штефан Є.В., Пащенко Б.С.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗНОШУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ХАРЧОВИХ СЕРЕДОВИЩАХ.....	81
<i>Луцирь О.В., Говорун Т.П.</i> ВИВЧЕННЯ УМОВ РОБОТИ, ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ДИМОСОСА Д 20Х2 .....	83
<i>Мініцький А.В., Горюшкин Н.І., Пилявська Є.О., Мініцька Н.В.</i> ПРОЦЕСИ ІНТЕНСИВНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА .....	85
<i>Павлов А.Г.</i> ФОРМИРОВАНИЕ НАНОКОМПОЗИТОВ .....	87
<i>Павлов А.Г.</i> ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОРОШКОВ .....	88
<i>Рибалка П.В., Залога В.О.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБЛЕННЯ ТОЧНИХ ОТВОРІВ З ПЕРЕРИВЧАСТИМИ (ШПОНКОВИМИ ТА ШЛЩЕВИМИ) ПОВЕРХНЯМИ .....	89
<i>Семірненко С.Л., Семірненко Ю.І.</i> УТИЛІЗАЦІЯ ЗОЛИ БІОМАСИ .....	90
<i>Сторожев В.О., Харченко Н. А.</i> ВИПУСКНИЙ КЛАПАН ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ .....	92
<i>Тарельник В.Б., Волошин І.Е., Волошко Т.П.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ВАЛОВ ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ (Часть 1. Влияние ЭЭЛ+ППД на микротвердость поверхностного слоя) .....	93
<i>Тарельник В.Б., Волошин І.Е., Волошко Т.П.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ВАЛОВ ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ (Часть 2. Влияние ЭЭЛ+ППД на остаточные напряжения и усталостную прочность) .....	97

<i>Тарельник В.Б., Павлов А. Г., Саржанов Б.А.</i> НОВЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ (Часть 1).....	101
<i>Тарельник В.Б., Павлов А. Г., Саржанов Б.А.</i> НОВЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ (Часть 2).....	106
<i>Фурс Т.В.</i> ТЕХНОЛОГІЧНІ ДОМШКИ В МОНОКРИСТАЛАХ $PbI_2$ ТА СПОСОБИ ЇХ ВИДАЛЕННЯ .....	110

## Тематичний напрям

## *Матеріали*

---

<i>Anton Panda , Kristina Berladir</i> HIGH-PERFORMANCE COMPOSITE MATERIALS BASED ON POLYTETRAFLUOROETHYLENE TECHNOLOGY FOR AUTOMOTIVE AND INDUSTRIAL APPLICATIONS .....	115
<i>Hovorun M.V., Velykodnyi D.V.</i> OPTIMIZATION OF AUTOMATED COMPLEX FOR RESEARCHING TENSORESISTIVE PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED FILM MATERIALS USING PULSE-WIDTH MODULATION CONTROLLER .....	117
<i>Pererva V.I., Gorbacheva T.Yu., Hovorun T.P.</i> MULTILAYER WEAR-RESISTANT COVERAGES BASED ON MoN/CrN, TiN/ZrN FOR WARES OF MECHANICAL ENGINEERING AND CUTTING INSTRUMENT .....	118
<i>Гапонова О.П., Охрименко В.О.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСТОСІЙКОСТІ КОМПЛЕКСНИХ БОРИДНИХ ПОКРИТТІВ.....	120
<i>Голубець В.М., Степанишин В.І, Гасій О.Б.</i> ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗАХИСНИХ ІНТЕРМЕТАЛІДНИХ ПОКРИТТІВ НА СТАЛІ 08X16H11M3 .....	122
<i>Гусачук Д.А., Парфентьева І.О., Дмитріюк М.В.</i> СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМІДИСТИХ ЧАВУНІВ.....	123
<i>Дашкова Т.С., Глуховський І.В., Глуховський В.В.</i> НІЗДРЮВАТІ БЕТОНІ НА ОСНОВІ ДОМЕННИХ ГРАНУЛЬОВАНИХ ШЛАКІВ .....	125
<i>Дашкова Т.С., Глуховський І.В., Глуховський В.В.</i> НЕОРГАНІЧНІ В'ЯЖУЧИ НА ОСНОВІ ВІДХОДІВ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.....	127
<i>Єчко Л.А., Дегула А.І.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ МАТЕМАТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ЛИВАРНИХ ПРОЦЕСІВ .....	129

<i>Качиков А.С., Скребцов А.М.</i> СТРОЕНИЕ ЖИДКОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАСПЛАВА .....	131
<i>Кашицкий В.П., Герасимюк Ю.А., Маслюк В.Т., Мегела І.Г.</i> ВПЛИВ РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ НА СТРУКТУРУВАННЯ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ .....	132
<i>Кисла Г.П., Сисоєв М.О., Зерник В.Ю.</i> СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ СИСТЕМИ TiC - ZrB <sub>2</sub> .....	134
<i>Мацієвський І.В., Флейшер Г.Ю., Трус І.М.</i> ПЛАСТИФІКУЮЧА ДОБАВКА ДЛЯ ГПСОВИХ В'ЯЖУЧИХ .....	135
<i>Мельник Л.І.</i> ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ПОЛІПРОПІЛЕНУ ТА ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК .....	138
<i>Ніколаєва І.В.</i> СИЛІКОНОВЕ ПРОСОЧЕННЯ НЕЙЛОНУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАМЕТІВ .....	139
<i>Перерва В.І., Мартинов А.І., Говорун Т.П., Берладір Х.В.</i> БАЗАЛЬТОФТОРОПЛАСТОВІ КОМПОЗИТИ ТРИБОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ .....	141
<i>Савчук П.П., Кашицкий В.П., Боярська І.В., Матрунчик Д.М.</i> ДО ПИТАННЯ ПРО ТЕРМОДИНАМІЧНУ СУМІСНІСТЬ МОДИФІКОВАНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ .....	143
<i>Садова О.Л., Кашицкий В.П., Лющук О.М.</i> ВПЛИВ ПОРОШКІВ ГРАФІТУ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	145
<i>Супрун О. В.</i> ОСОБЕННОСТИ УПРОЧНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ .....	147
<i>Татарченко Г.О., Білошицький М.В., Білошицька Н.І., Уваров П.Є.</i> ВПЛИВ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА КОРОЗІЮ НЕРЖАВІЮЧИХ СТАЛЕЙ В ОЗОНУСМОМ СЕРЕДОВИЩІ .....	149
<i>Федоренко Ю.О., Тіхенко В.М.</i> СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ КОМПЛЕКСНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ГІДРОКСИПАТИТУ .....	153
<i>Шнирук О.М., Ліснічук І.Л. Нудченко Л.А., Петухов А.Д.</i> ОСОБЛИВОСТІ ОРІЄНТАЦІЇ ТРУБ ІЗ ПОЛІЕТИЛЕНУ ВИСОКОЇ ГУСТИНИ .....	156



**Тематичний  
напрямок**

**Прикладні програмні  
забезпечення**

---

---

<i>Білоус О.А., Берладір Х.В.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНОВОЇ МАТРИЦІ .....	160
<i>Іванов В.О., Заяць Й., Павленко І.В., Ващенко С.М., Багрий Я.В., Гатала М., Мітал Д., Кармаза А.І., Дрофа К.А.</i> ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАГОТОВКИ ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПРОЕКТУВАННІ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ .....	162
<i>Клименко В.А., Білоус Д.О.</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ У ПЛАСТИНІ, ЩО ОБРОБЛЯЄТЬСЯ ДЖЕРЕЛОМ ТЕПЛА, РОЗПОДІЛЕНИМ ЗА НОРМАЛЬНИМ ЗАКОНОМ.....	163
<i>Павленко І. В., Симоновский В. И., Вербовой А. Е., Демьяненко М. Н.</i> ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ “CRITICAL FREQUENCIES OF THE ROTOR” ДЛЯ РАСЧЁТА СОБСТВЕННЫХ И КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ РОТОРОВ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ .....	164
<i>Толбатов В.А., В’юненко О.Б., Толбатов А.В., Толбатова О.О.</i> ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ КОГНІТИВНИХ ІТ ЦЕНТРІВ ЯК СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНИХ АГРОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ .....	166
<i>Чех О.Ю., Шаранов С.О.</i> ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПИСУ ПРОЦЕСУ РЕЛАКСАЦІЙНОГО ПАРОУТВОРЕННЯ.....	167

**Тематичний  
напрямок**

**Нормативно-методичне  
забезпечення**

---

---

<i>Євстаф’єва Є.О., Дядюра К.О.</i> САМООРГАНІЗАЦІЯ В СИСТЕМАХ СТАНДАРТИВ .....	170
<i>Залого В. О., Дядюра К. О., Івченко О. В., Залого О. О.</i> НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕРУЙНІВНОГО ЕКСПРЕС-МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЛЕЗ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ .....	172

<i>Иванова К.А., Алексеев А.Н.</i> УСТАНОВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ СМЕШАННОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ .....	174
<i>Концевич В.Г., Сидоренко И.И.</i> РОЛЬ РЕГЛАМЕНТА ПОСТАНОВКИ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ В ПРОИЗВОДСТВО ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИИ ПО СПЕЦИФИКАЦИИ API 6D.....	176
<i>Кривошея С. А., Дядюра К. А.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КОМПРЕССОРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНЫХ СЛУЖБ.....	178
<i>Крючков Р. О., Івченко О. В., Сущенко Н. В., Динник О. Д.</i> ОЦІНКА РИЗИКІВ СТРАХОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗГІДНО ВИМОГ СТАНДАРТУ ISO / ІЕС 31000.....	180
<i>Лесницька О.А, Баль-Прилипка Л.В., Васильківська Т.Ю.</i> ПЕРШИЙ КРОК ДО ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ .....	181
<i>Малецька О.С., Денисенко А.М.</i> МЕТРОЛОГІЧНЕ ПІДТВЕРДЖЕННЯ ПРИДАТНОСТІ НА ПІДСТАВІ КАЛІБРУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.....	183
<i>Павлова А. С., Івченко О. В., Єкименко О. С., Дмитрієва Н. В.</i> СТАНДАРТИ ISO СЕРІЇ 50000 – ЗАПОРУКА СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	184
<i>Приходько О.М., Ванько В.М.</i> ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕННЯ FMEA – АНАЛІЗУ .....	186
<i>Руденко В.П.</i> РЕГЛАМЕНТОВАНІ ВИМОГИ ЩОДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	187
<i>Ступин Б. А., Довгополов А. Ю., Хропко Д. М.</i> ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ .....	189
<i>Тарельник Н.В.</i> ЕНЕРГОПЛАНУВАННЯ У МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ.....	190
<i>Яшина Т.В., Залогова В.О., Динник О.Д.</i> РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ .....	192

# Тематичний напрям

## Маркетинг



# **THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO COMPETITIVE STABILITY OF ENGINEERING COMPANIES**

*Bozhkova V.V., Doctor of Economics, Nosonova L.V., SSU, Sumy*

The background is determined in the way that every enterprise of building industry uses different methods to analyze its competitive level and constantly searches for options to be required with its production.

Ensuring the sustainability of competitive enterprises of engineering industry in modern globalized markets means first of all using of tools and marketing tools.

Using of certain marketing activities in the area of competitive stability depends on the organizational, technical, socio-economic, legal and other external and internal factors of the enterprise [1].

Competitive stability is the ability of the enterprise to keep the long term competitiveness providing the changing external and internal environment. Thus, competitive sustainability of the enterprise is inextricably connected with its competitiveness. Only competitive enterprise can be competitively sustainable. But not every competitive enterprise can be competitively sustainable.

The majority of academics offer to apply comprehensive tools (matrix methods) in order to conduct an analysis of competitive sustainability. In our opinion the issue of increasing the accuracy of those analyses' results and developing practical methodological recommendations is neglected.

We are offering the following theoretical and methodological approach towards conducting a complex analysis of competitive sustainability of machine-building enterprises using the combination of famous analysis tools of external and internal environment.

The first stage of complex analysis of competitive sustainability is the analysis of the enterprise's macroenvironment:

1.1 Diagnosing external environment of the enterprise – determining factors that influence the strategic management of the enterprise (PEST-analysis).

1.2 Determining factors of the greatest influence according to PEST-analysis's results and choosing factors of positive and negative influence.

The second stage is the analysis of the enterprise's microenvironment:

2.1 Assessment of the enterprise's internal resources using SNW-analysis, which helps to structure the available information concerning the internal capabilities of the enterprise, distinguishing factors of neutral influence.

2.2 Determining the factors that affect the enterprise's competitive positions (strengthening and weakening), and dividing them into those that describe the strengths and weaknesses of the enterprise according to SNW-analysis's results.

The third stage is the analysis of the enterprise's competitive opportunities – conducting SWOT-analysis on the basis of the first and second stages, considering factors of the greatest influence to be opportunities and threats according to the

results of PEST-analysis, considering factors that characterize the strengths and weaknesses of the enterprise to be strengths and weaknesses in accordance with SNW-analysis results.

The last fourth stage of complex analysis of competitive sustainability is strategic decision making:

4.1 Determining the enterprise's overall development strategy on the basis of making connections between factors of the greatest influence of the enterprise's external and internal environment.

4.2 Forming complex of administrative actions to strengthen competitive sustainability of the enterprise.

The authors offer the improvement of theoretical and methodological approach towards conducting a complex analysis of competitive sustainability of machine-building enterprises that is convenient and universal, and helps to assess the business entities more accurately.

This theoretical and methodological approach allows:

- 1) to identify factors of the enterprise's external and internal environment having the greatest influence on the state of industrial and economic activity;
- 2) to structure information on the enterprise's internal resources, distinguishing factors of neutral influence;
- 3) to conduct the analysis not only at machine-building enterprises, but also at enterprises of other industries.

The authors' ideas have been tested on the materials of Sumy machine-building enterprise JSC "Sumy Plant Nasosenergomash" [2]. This fact confirms their objectivity, expediency and topicality.

Accordingly, from the results of the study we can make following conclusions:

- proposed an improved theoretical and methodological approach to the complex analysis of competitive machine building resilience that is based on a combination of known analysis tools are versatile, simple and can more accurately assess the state entities;
- proved the importance of copyright and practical framework offers the example of existing enterprise engineering industry. These ideas can make the basis for further academic research concerning analysis of factors influencing the enterprise's activity while shaping its development strategy and using the business entities in practice.

## **References**

1. Klimenko S.M. Management of competitiveness / S.M. Klimenko, A.S. Dubrova, D.O. Barabas, T.V. Omelyanenko, A.V. Vakuleno. – K.: KNEU, 2006. – 527 p.
2. Bozkova V.V., Nosonova L.V. Complex analysis of competitive sustainability of machine-building enterprises / V.V. Bozkova, L.V. Nosonova // Scientific Bulletin of Kherson State University. – Kherson: Kherson State University, 2016. – № 19. P.42-48.

## РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ ПОЛІТИКИ РОЗПОДІЛУ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ УСПІХУ ПІДПРИЄМСТВ НА РИНКУ

*Біловодська О.А., к.е.н., СумДУ, м. Суми*

Економічно обґрунтована й ефективна політика розподілу підприємства безпосередньо впливає на всі маркетингові рішення. Так, наприклад, політика ціноутворення залежить від того, здійснюється розподіл продукції напряму споживачам чи через посередників, а товарна політика – своєчасного забезпечення ресурсами для виготовлення конкурентоспроможної продукції. Крім того, визначення методів дистрибуції передбачає формування довгострокових партнерських відносин з іншими ринковими контрагентами, дозволяє вчасно визначити та врахувати потреби і запити споживачів, що сприяє посиленню ринкових позицій на рівні окремої організації, а також галузі й держави в цілому.

Тому роль і значення маркетингової політики розподілу для функціонування сучасних вітчизняних підприємств є значними. Так, залежно від функціональних пріоритетів їх можна визначити наступним:

- є базою для розроблення постачальницької, виробничої, технологічної, інноваційної та фінансової політик;
- визначає остаточно результат всіх зусиль підприємства, спрямованих на розвиток виробництва і отримання максимального прибутку, безпосередньо впливає на економічний ефект виробничої діяльності, обмежує зростання собівартості виробленої продукції, на строки виконання замовлень;
- пристосовує маркетингові канали (збутову мережу) відповідно до запитів споживачів, забезпечуючи збільшення конкурентоспроможності підприємства на ринку;
- продовжує виробничі процеси, здійснюючи підготовку товару до реалізації учасникам каналів розподілу;
- виявляє та вивчає смаки та вподобання споживачів;
- забезпечує взаємозв'язки з ринком, надає підприємству актуальну інформацію про зміну та структуру попиту, про динаміку потреб покупців;
- є невід'ємною складовою частиною маркетингової програми підприємства та ін.

Крім переліченого вище економічного значення маркетингова політика розподілу має і соціальне значення, яке сьогодні не обмежується тільки скороченням часу, зусиль і коштів споживачів на придбання потрібних товарів і послуг. Розподіл, разом із супутньою інфраструктурою, є важливим ресурсом скорочення безробіття, працевлаштування передусім молоді, джерелом доходів як підприємців, так і найманих працівників.

Іншими словами маркетингова політика розподілу має важливе соціально-економічне значення для господарювання сучасних підприємств.

## МАРКЕТИНГОВІ ПІДХОДИ ДО СИСТЕМ РОЗРОБКИ ТА ВИПУСКУ ІННОВАЦІЙНИХ ТОВАРІВ

*ТЄЛЄТОВ О.С., доктор економічних наук, СумДУ, м. Суми*

Як відомо, *маркетинг* є процесом винаходу, проектування й виробництва продукту, мистецтво ціноутворення на нього та загальною методологією його продажу. Інакше — це здатність надання вироблюваному продукту чи послугі чогось нового (*інновації*), що привертає до себе увагу. Тобто, всі цінні зміни в діяльності компанії і є маркетинг. На жаль, багато служб маркетингу ще досі беруть готовий продукт чи послугу й витрачають гроші на те, щоб розповісти наскільки терміново він потрібний споживачеві, хоч якщо на підприємстві-виробнику справи йдуть погано — це провина ТІР-менеджменту й проблема здебільшого полягає в тому, що він не займається маркетингом своєї продукції, як потрібно.

Отже підхід, який з початку минулого століття формувався в маркетингу на ринках розвинутих країн, куди нас втягують «глобалізатори», щоб зробити сировинним додатком, — є застарілим і вже не працює. Замість традиційного прощтовхування старої продукції, потрібно *по-перше*, створювати *технічні інновації*: в радянські часи це називалося *науково-технічним прогресом*. *По-друге*, необхідно засвоїти науку *прогнозування бажань споживача* на ринку, тобто створити сукупність знань про виведення продукту на ринок, спостереження за ним й багаторазовий вимір його поведінки на ринку. Вчені-маркетологи вже давно прийшли до простого й зрозумілого висновку: “Дешевше зберегти старого покупця, ніж залучити нового”. На жаль, економіка України, заради тих чи інших політичних амбіцій, поступово втрачає традиційні ринки заради європейських ілюзій.

Дешевизна — це єдина властивість товару, яка ніколи не припиняє приваблювати споживачів. Будь-який дешевший з продуктів, що постійно купуються, при відносній рівності інших якостей матиме перевагу над товарами-конкурентами. Але, як правило, більшість конкурентів робить те ж саме й перемогти в цій “війні цін” досить проблематично. Існує думка, що низька ціна — це так званий “шлях ледачого” — останній притулок розробників продукту, у якого більше не лишилося інноваційних ідей. Виключеннями з цього правила є випадки, коли виробник може радикально змінити спосіб виробництва або розповсюдження (розподілу) свого продукту, що здатні забезпечити значне, в порівнянні з аналогічними товарами конкурентів, зниження ціни.

Безумовно, до людини стає все складніше підступитися за допомогою засобів індивідуальних засобів комунікації. Наявність у людини номера телефону, електронної адреси ще не значить, що вона захоче слухати постачальника, виробника, торговця тощо. Відбувається це через те, що споживач, глядач, читач, слухач розуміє, що все те, що потрібне для нього і що він може уявити, вже давно винайшли, а запропонований йому товар не

вирішує його проблем. З іншого боку саме через це планка якості товарів піднімається все вище. Це стосується як товарів широкого вжитку, так і товарів промислового призначення. Виробникам останньої продукції не так вже необхідні агрегати, блоки, вузли, запчастини, послуги тощо, як це було ще нещодавно. На сьогодні ситуація така, що Україна, наприклад, як виробник, зобов'язалася за безцінь постачати до Євросоюзу кругляк; а її мешканці, як споживачі, купують, наприклад, розрекламовані як найдовготривкіші батарейки Дюрасел, які не виявляються такими, бо фірма змушена знизити ціни для країн колишнього соцтабору, або, наприклад, напій *Coca-cola*, якість якого аж ніяк не відповідає очікуваній корисності.

Замість використання технології та знань процесу виробництва продукту більш високої якості в розрахунку на стандартну поведінку споживачів, необхідно спробувати спочатку покращати окремі показники якості моделі, коли покращувати вже буде нічого — перейти до раціональнішого технічного рішення, а врешті-решт до зміни фізичного принципу дії цієї моделі [1, с. 70]. Тобто, еволюція вироблюваного стандартного продукту має знайти відображення в маркетингових стратегіях розвитку, а саме, коли товар вступає в етап *насичення* свого життєвого циклу, необхідно скоротити витрати на подальші дослідження з цього товару, підняти на нього ціну, а додатково одержаний прибуток спрямувати на розробку інноваційних його варіантів.

Створюючи продукти, технології та послуги (елемент *product* з *4P*), які будуть настільки оригінальними, незвичайними і корисними, що ринок сам автоматично ними зацікавиться, пропонується шукати екстремальні ніші — так звані віддалені від центра “краї”, які необхідно визначити, а потім роздивитися кожен з цих “країв” з погляду маркетингу та фінансових результатів, які компанія хотіла б одержати [2, с. 94]. Шляхом розгляду інших *P* комплексу маркетингу — цінової політики, упаковки товару, каналів розподілу, можна описати ці “краї”, а також порівняти з тим, що пропонують конкуренти. Тільки після проходження цього етапу можна перейти до наступного й визначити, яку інновацію (технічну, організаційну, економічну, соціальну чи правову) необхідно застосувати — запропонувати інноваційний креативний процес чи спосіб, який використовуватиме підприємство (компанія, установа) для знаходження чогось, що виходить за межі загальноприйнятого й робить вироблювану продукцію видатною.

### Список літератури

1. Телетов О.С. Маркетинг продукції виробничо-технічного призначення : монографія / О.С. Телетов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2002. — 231 с.
2. Годин С. Фиолетовая корова. Сделайте свой бизнес выдающимся / Сет Годин; пер. с англ. В. Подейко. — 5-е изд. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. — 176 с.





# Тематичний напрям

## Менеджмент



## МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ ОРГАНІЗАЦІЇ

*Ілляшенко С.М., д.е.н., СумДУ*

В умовах завершення п'ятого технологічного укладу і початку четвертої промислової революції, що прискорюють темпи розвитку науково-технічного прогресу (НТП), ініціюють революційні зміни в усіх галузях людської діяльності і роблять їх перманентними, конкурентоспроможність окремих організацій і національних економік у цілому значною мірою забезпечується здатністю продукувати і ефективно використовувати нові актуальні знання, які дозволяють оперативно визначити і посилити порівняльні конкурентні переваги, привести у відповідність внутрішні можливості розвитку (потенціал інноваційного розвитку) до зовнішніх, які генеруються ринком (ринкові можливості і загрози). Практика лідерів економічного зростання різних рівнів узагальнення (держави, галузі, окремої організації тощо) свідчить, що їх успіх значною мірою забезпечується цілеспрямованим управлінням продукуванням і використанням актуальних знань. Наявність ефективної системи управління знаннями стає одним з головних факторів оперативної адаптації до змін умов господарювання, програмування цих змін, забезпечення високої конкурентоспроможності і стійкого розвитку на національному і міжнародних ринках. З цих позицій автором проведено комплекс досліджень у ході яких систематизовано джерела, способи отримання і напрями використання різних видів знань (табл. 1). Спираючись на результати досліджень представлені у табл. 1 розроблено концептуальну схему взаємоузгодженого управління продукуванням (отриманням) і використанням знань в організації, що дозволяє оперативно і ефективно приводити потенціал інноваційного розвитку організації у відповідність до змін умов зовнішнього середовища [1].

Таблиця 1 – Джерела, способи отримання і використання знань в організації

Джерело знань	Зміст знань	Спосіб отримання знань	Напрямок використання
1	2	3	4
Маркетинг знань	Перспективні напрями появи нових і розвитку існуючих знань	Прогнозування напрямків появи нових і розвитку існуючих знань. Виявлення потреб у знаннях. Пошук галузей застосування знань	Орієнтації системи продукування знань на ті їх види які з великою імовірністю знайдуть попит на ринку Формування і стимулювання попиту на конкретні види знань, що втілені у наукові розробки (наукові знання), навички, досвід, компетенції, уміння тощо (професійні знання), технічну документацію, зокрема, конструкторську та/або технологічну, алгоритми тощо (технічні знання)

1	2	3	4
Купівля знань	Технічні, технологічні рішення, ноу-хау тощо	Придбання у власність або придбання права використання знань (патенти, ліцензії, франшизи тощо)	Виробництво нової продукції, використання нових технологій, нових методів управління, торгової марки. Освоєння нових видів діяльності, вихід на нові ринки і т.п.
Навчання	Професійні та наукові знання	Навчання в університетах, коледжах та ін. закладах освіти, підвищення кваліфікації, стажування, практика, самонавчання, отримання консультацій і т.д.	Підвищення рівня кадрової, інтелектуальної і організаційно-управлінської складових ПІР організації. Як наслідок – удосконалення усіх аспектів діяльності, а також системи управління організації
НДДКР	Технічні, технологічні, наукові, а також професійні знання	Проведення прикладних досліджень метою яких є удосконалення існуючих і розроблення нових продуктів і технологій (виробничих, маркетингових, управлінських тощо)	Коригування існуючих і розроблення нових стратегій розвитку організації. Створення нових бізнесів, нових стратегічних бізнес-одиниць (СБО). Розгортання виробництва і збуту нової продукції Продаж прав власності чи прав використання знань, що втілені у патенти, ліцензії, промислові зразки, ноу-хау і т.п.

Вона об'єднує в єдину систему напрями продукування (отримання) і використання знань, а також інформаційні потоки які їх об'єднують.

Отримані результати істотно поглиблюють теорію інноваційного менеджменту і маркетингу інновацій в частині формування передумов управління знаннями (продукування, накопичення, використання) в інноваційно-активних організаціях як основи їх інноваційного розвитку.

Подальші дослідження повинні бути спрямованими на розроблення методичних засад і формування критеріальної бази для ефективного цілеспрямованого управління процесами продукування (отримання) і використання знань в організації.

### Список літератури

1. Ілляшенко С.М. Управління знаннями в системі інноваційного розвитку організації / С.М. Ілляшенко, Ю.С. Шипуліна, Н.С. Ілляшенко, А.О. Комарницька // Маркетинг і менеджмент інновацій. - 2017. - № 1. - С. 231-241.

## **РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В СТРУКТУРЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Каргин Б.Б., аспирант, ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь*

Экономика Украины существует в условиях рыночных отношений и наращивание темпов инновационных информационных технологий на промышленных предприятиях занимает ведущее место. Функционирование промышленных предприятий в условиях рыночной экономики требует от руководителей умения видеть перспективы, принимать обоснованные тактические и стратегические решения, которые будут способствовать росту конкурентоспособности предприятий.

Роль инновационных информационных технологий, которые влияют на процессы принятия управленческих решений, увеличение объемов производства, повышение качества и эффективности производства, постоянно повышается. Такая тенденция вызывает острую необходимость применения новых информационных механизмов, которые берут участие в совершенствовании технологий, документооборота и принятия оптимальных управленческих решений.

С целью организации эффективного управления предприятием, опирающимся на стратегию его развития, внедрена система класса ERP.

Используя инструментарий SAPR/3 и ERP, с целью эффективного управления специалисты Sterling Group реализуют ряд проектов по созданию информационных систем управления на металлургических предприятиях МК «Азовсталь» и «ММК им. Ильича» группы «Метинвест». В частности, система внедрена по 15-ти следующим бизнес-направлениям: 1. Учет и отчетность; 2. Управление денежными средствами; 3. Управление материальными потоками; 4. Управление затратами (контроллинг); 5. Управление инвестициями; 6. Управление логистикой; 7. Управление сбытом; 8. Управление производством; 9. Управление техобслуживанием и ремонтами оборудования; 10. Управление проектами; 11. Управление качеством; 12. Управление персоналом; 13. Табельный учет; 14. Зароботная плата; 15. Управление информационными потоками. Внедрение системы позволило предприятиям несмотря на экономические трудности работать по нарастающей. Так, на «ММК им. Ильича» в декабре 2016 года выпустили 201 тыс. тонн общего проката, 241 тыс. тонн стали и 349 тыс. тонн чугуна, тогда как в ноябре 2016 года – 181 тыс. тонн общего проката, 173 тыс. тонн стали и 310 тыс. тонн чугуна. В течение 2016 года заводчане увеличили производство стали на 3,5% по сравнению с 2015 годом, до 2,737 млн. тонн. Выпуск готового проката – на 7%, до 2,472 млн. тонн, а выплавку чугуна увеличили на 6,9%, до 3,815 млн. тонн. Аналогичная ситуация на «МК Азовсталь». Таким образом, можно сделать заключение, что для повышения экономической эффективности, промышленным предприятиям следует шире внедрять инновационные информационные технологии.

## **КОРПОРАТИВНЫЙ ПОРТАЛ УПРАВЛЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКИМИ ПРОЕКТАМИ В КОМПРЕССОРОСТРОЕНИИ НА ПРИМЕРЕ СКБ СУМСКОГО НПО**

*Мерзликina Ю.И. ПАО СМНПО г.Сумы Концевич В.Г. к.т.н СумГУ г.Сумы;*

Опыт последнего десятилетия показал, что эффективность деятельности машиностроительных предприятий во многом зависит от интеграции информационных технологий, обеспечивающих как разработку конструкторской документации (Creo Pro, ANSYS), так и управление информационными потоками (MS Outlook, xPlan, SAP), отдельными проектами и программами (Windchill, Share Point, MS Project Server 2010, MS Project Server 2013). Кроме этого, масштабы предприятия, специфика выпускаемой продукции и документооборота потребовали разработки собственных приложений СМНПО (Канцелярия, Context).

Крупные компрессоростроительные предприятия имеют свои сайты в интернете, предназначенные как для Заказчиков, так и для сотрудников. Однако такие сайты носят рекламный характер и не предназначены для формирования внутренних информационных потоков.

Повышение эффективности и качества реализации сложных конструкторских проектов в специальном конструкторском бюро (СКБ) инициировало решение создать единое информационное пространство (ЕИП), что стало первым шагом к внедрению корпоративной информационной системы управления и привело к реализации первых этапов перехода к управлению проектного типа:

1. Создание шаблонов проектной документации.
2. Создание и мониторинг план-графика реализации проектов.
3. Создание сайтов для каждого проекта, содержащих формализованный набор страниц.
4. Создание «переходного» проектного офиса:
  - 4.1. создание штата сотрудников, поддерживающих работоспособность информационной системы;
  - 4.2. обучение участников проекта работе с соответствующим ПО;
  - 4.3. информационного обеспечения процессов планирования и методическая помощь руководителям проектов в составлении и организации проектной документации.

Использование в СКБ вышеупомянутых различных бизнес-приложений оперирующих большим объемом корпоративного контента, хранящегося в разных местах привело к реализации ЕИП в виде корпоративного портала, реализующего идею централизованного доступа к многоуровневому объединению ресурсов различного характера и обновляемых в реальном времени.

Принципы организации ЕИП обусловили реализацию корпоративного портала соответствующим логическим и физическим представлением данных:

1. Логическое: корпоративный портал СКБ, ориентирован исключительно на собственных сотрудников. Стартовая страница портала «Главная страница СКБ» содержит ссылки на весь имеющийся контент в рамках портала и позволяет просматривать или изменять данные в соответствии с уровнем доступа.
2. Физическое представление: на данный момент, портал объединяет доступ к трем приложениям: Share Point, MS Project Server 2010, MS Project Server 2013, связь с MS Outlook (оповещения).

Основные функции корпоративного портала:

1. Структурированное хранение и поиск информации (шаблонов проектных документов, ТКП, чертежей, «внутренних» документов, решений по проектам, протоколов совещаний и др.)
2. Совместная работа и персонифицированный доступ к данным.
3. Получение и анализ сводной информации для подготовки совещаний.
4. Поддержка коммуникаций в проектах (управление информационными потоками).
5. Обеспечение доступа к актуальной информации по проектам.

При очевидных преимуществах использования корпоративного портала при переходе к проектному управлению компрессоростроительного предприятия и широкий спектр выполняемых порталом функций, остается ряд задач, требующих развития и решения. Выявленные проблемы функционирования корпоративного портала СКБ:

1. Портал требует дальнейшей доработки с целью объединения всех информационных потоков предприятия и используемых в СКБ Сумского НПО приложений (от конструкторских до управляющих).
2. Разработанный портал не имеет официального статуса за пределами СКБ что снижает его эффективность по сравнению с возможной. На данный момент, портал ориентирован на проектирование конструкторской документации, обеспечение научно-технических разработок и постпроектное обслуживание эксплуатации КС и КО.
3. Портал обслуживает более 700 рабочих мест, но не доступен за пределами локальной сети.

Вышеперечисленные проблемы задают направление дальнейшему развитию корпоративного портала и повышению его эффективности. Анализ проблем функционирования корпоративного портала в СКБ позволяют дать рекомендации по реализации подобного портала с применением облачных технологий и обеспечения мобильного доступа к portalу для менеджеров среднего и высшего звена. Опыт создания корпоративного портала применим для любого компрессоростроительного и/или научно-исследовательского предприятия.

## АКТУАЛЬНІСТЬ ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

*Рясна О.В. СНАУ, м. Суми, Плавинська О.В. СНАУ, м. Суми,  
Стриж В.О. СНАУ. М. Суми*

Педагоги і студенти є суб'єктами і головними компонентами педагогічного процесу. В системі педагогічного процесу структура діяльності викладача вищої школи відіграє важливу роль, дотримуючись якої, він прагне до високого рівня професіоналізму.

Для більш ефективного засвоєння студентами навчального матеріалу сучасному викладачеві необхідно усвідомлювати структуру його діяльності, володіти професійно важливими вміннями і психологічними якостями, які необхідні для її реалізації. Психологічна структура діяльності викладача - це внутрішня будова, зв'язок, співвідношення і послідовність розгортання різних її компонентів.

Мотиви спонукають викладача до прояву активності і досягнення цілей: інтерес до своєї роботи, розуміння обов'язків, почуття відповідальності за якість підготовки фахівців, бажання надати допомогу студентам в оволодінні курсом, сформувати у них допитливість і т. д. Способи - це операції і прийоми, за допомогою яких досягаються цілі. В залежності від того, чи досягаються віддалені за часом або найближчі цілі, способи і прийоми можуть бути загальними (визначатись заздалегідь і застосовуватись в різних видах діяльності) і ситуативними, які викликаються ходом заняття (лекції, семінар тощо), необхідністю вирішити будь-яке питання, завдання. Способи викладацької діяльності повинні забезпечити передачу знань, вироблення навичок, умінь, особистісних якостей у студентів.

Діяльність викладача має свою послідовність, свої етапи: з'ясування мети, визначення навчальної, виховної, наукової задачі; вироблення плану досягнення мети, вирішення завдання; підготовка до дій, що ведуть до бажаного результату; практичне здійснення дій по досягненню мети, вирішення завдання; аналіз і оцінка зробленого; вдосконалення подальших дій на основі отриманого досвіду досягнення цілей діяльності.

Оскільки діяльність викладача значною мірою взаємозв'язана з діяльністю студентів, то для їх узгодження за завданнями, місцем і часом доцільно: визначати необхідні умови успішної спільної діяльності (розуміння завдань, почуття відповідальності, раціональний обсяг навчального матеріалу, що підлягає викладу і вивченню, найбільш ефективні методи роботи і т. д.); розчленовувати спільну діяльність на її складові частини в порядку їх виконання: що робить викладач, які завдання повинні бути вирішені студентами, як активізувати позитивні мотиви, які спонукають їх до виконання цих завдань; знаходити способи і прийоми в ході проведення занять в залежності від того, які знання, вміння, навички, якості необхідно формувати; раціонально витратити час, що відводиться на виконання завдань,



визначення критерію правильності ходу засвоєння знань, вироблення навичок і необхідних якостей.

Для викладача вищої школи характерне поєднання педагогічної та наукової діяльності. Причому рішення педагогічних завдань (відбір, узагальнення та підбір матеріалу при підготовці до занять тощо) може сприяти успіху науково-дослідної роботи. Прагнення викладача ознайомити студентів з новітніми досягненнями науки призводить до знаходження нових прийомів навчання. Водночас переважність педагогічною роботою обмежує можливості для дослідницької діяльності. Якщо ж викладач занадто багато часу і сил витрачає на наукову роботу, написання книг, статей, це може знизити якість його педагогічної праці. Гармонійне поєднання наукової і педагогічної роботи в діяльності викладача сприяє успіху викладання, підвищення в ньому творчості.

Будь-яка діяльність людини має складну організацію і динамічну структуру, що включає ряд взаємопов'язаних і взаємообумовлених компонентів. Для діяльності характерна певна впорядкованість, ієрархічність будови елементів і зв'язків між ними, в ній наявна система, що керує діяльністю індивідуального чи суспільного суб'єкта і забезпечує функціональну єдність всієї системи.

Основний зміст діяльності викладача включає в себе виконання декількох функцій-навчальної, що виховує, організовує і дослідницької. Вони сприймаються в єдності, хоча у багатьох одні тяжіють над іншими. Найбільш специфічна для викладача вищої школи поєднання педагогічної та наукової діяльності; дослідницька робота збагачує його внутрішній світ, розвиває творчий потенціал, підвищує науковий рівень знань.

Для ефективного виконання педагогічних функцій сучасному педагогу важливо усвідомлювати структуру педагогічної діяльності, її основні компоненти, педагогічні дії та професійно важливі вміння і психологічні якості, необхідні для її реалізації. Всі компоненти, або функціональні види, діяльності проявляються у роботі педагога будь-якої спеціальності. Їх здійснення передбачає володіння педагогом спеціальними вміннями. Структура діяльності викладача своєрідна. Зміст структури розкривають особливості її компонентів: цілі, мотиви і способи. Педагогічна діяльність виявляється найбільш ефективною, коли вона спільна і узгоджена. Педагогічний процес діяльності, що здійснюється для досягнення суспільно значущих цілей і передбачає виконання декількох функцій: навчальної, що виховує, організовує і дослідної та для ефективного виконання цих функцій, педагогу необхідно усвідомлювати структуру педагогічної діяльності.

Ні один компонент не можливо замінити на інший або на сукупність інших складових. У даному випадку всі структурні компоненти педагогічної діяльності перебувають у прямій, так і в зворотній залежності. Центральне наукове завдання педагогіки як науки полягає в тому, щоб описати, як саме ці структурні компоненти взаємодіють один з одним.

## ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

*Рясна О.В., СНАУ, м. Суми, Плавинська О.В., СНАУ, м. Суми,  
Стриж В.О. СНАУ, м. Суми*

Інноваційна педагогічна технологія - це проект певної педагогічної діяльності, послідовно реалізується на практиці, головним показником якої є прогресивний початок у порівнянні зі сформованими традиціями і масовою практикою.

Однією з головних особливостей інноваційної технології є те, що її розробка і застосування вимагають високої активності викладача і студента. Активність першого виявляється в тому, що він добре знає психологічні та особистісні особливості своїх студентів і на цій підставі вносить індивідуальні корективи в технологічний процес. Активність же студентів проявляється в зростаючій самостійності, тобто в технологізованому процесі взаємодії. Інноваційна педагогічна технологія може бути розглянута як технологія приватного типу, де маються на увазі впорядковані, сплановані за певним проектом і послідовно реалізовані дії, операції та процедури, інструментально забезпечують досягнення прогнозованої мети в роботі з людиною або групою в певних умовах середовища. Таким чином, нові сучасні педагогічні технології включають в себе особистісний підхід, фундаментальність освіти, творче начало, акмеологічний підхід, професіоналізм.

У професійній підготовці студентів використовуються різні інноваційні технології, зупинимося на деяких з них, а саме: технологія портфоліо; технологія проектів; технологія розвитку критичного мислення.

При цьому невід'ємною частиною будь-якого досліджуваного курсу, за допомогою якої реалізуються на практиці сучасні педагогічні технології, є методичний комплекс, який повинен включати в себе:

- відео комп'ютерну систему, за допомогою якої викладач проводить лекційні та семінарські заняття в спеціально обладнаній аудиторії; спеціальний роздатковий матеріал, специфіка якого полягає в тому, що крім довідково-інформаційної функції, він виконує функцію активізатора творчої діяльності студента при заповненні ним спеціально розроблених схем, блоків, показників і т. д. ;

- набір інтерактивних технічних і програмних засобів навчання.

Розглянемо алгоритм і процесуально-дієве здійснення кожної з вище означених технологій.

У зарубіжній традиції портфоліо визначається як колекція робіт і результатів студентів, яка демонструє його зусилля, прогрес і досягнення в різних областях. Дана технологія доповнює традиційні контрольні-оціночні кошти, спрямовані, як правило, на перевірку репродуктивного рівня

засвоєння інформації, фактологічних та алгоритмічних знань і умінь. Технологія портфоліо дозволяє враховувати результати, досягнуті студентом в різноманітних видах діяльності - навчальній, творчій, музично-виконавській, комунікативній та ін. І є важливим елементом діяльнісного підходу до освіти. Портфоліо не тільки є сучасною ефективною формою оцінювання, але й допомагає вирішувати важливі педагогічні завдання: підтримувати високу навчальну мотивацію студентів; заохочувати їх активність і самостійність, розширювати можливості навчання та самонавчання; розвивати навички рефлексивної та оціночної діяльності майбутніх фахівців. Описані особливості портфоліо роблять його перспективною формою подання індивідуальної спрямованості навчальних досягнень конкретного студента, що відповідає завданням його професійної підготовки.

При розробці портфоліо ми орієнтовані на три його типи: «Професійно-методичний портфель», у зміст якого включені: матеріал до занять (інформаційний); тестовий та цікавий матеріал (тести, вікторини, кросворди, цікаві завдання); дидактичний матеріал (плани занять, розробки занять, системи завдань); матеріал для самостійної роботи (сценарії семінарів, тексти бесід і т. д.); інформація для проведення позааудиторних заходів. Подібна модель передбачає можливість як якісної, так і кількісної оцінки матеріалів портфоліо.

Професійно-методичний набір необхідний студентам в подальшій професійній діяльності. «Портфоліо робіт» - являє собою зібрання різних творчих, проектних, дослідницьких робіт, а також опис основних форм і напрямів його навчальної та творчої активності: участь у конференціях, конкурсах, додаткових курсів, музично-виконавських досягнень. Даний варіант портфоліо припускає якісну оцінку, наприклад, за параметрами різноманітності і переконливості матеріалів, якості представлених робіт, орієнтованості на обрану галузь знань. Портфоліо даного типу дає широке уявлення про динаміку навчальної та творчої активності студента, характері професійної спрямованості.

Придбання комп'ютерної грамотності та компетентності у використанні інформаційних і комунікаційних технологій, найпростіших комп'ютерних моделей при вирішенні навчальних і практичних завдань в вузі і поза ним; отримання необхідної підготовки для використання методів інформаційного моделювання та засобів інформаційних технологій при вивченні навчальних дисциплін та освітніх програм навчання, а також дня освоєння професійної діяльності, затребуваною на ринку праці: оволодіння навичками роботи з різними видами інформації за допомогою комп'ютера та інших засобів інформаційних технологій, умінням застосовувати ці навички: шукати, відбирати, критично оцінювати, організовувати, представляти і передавати інформацію, планувати і організовувати власну інформаційну діяльність і її результати.

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ**

*Рясна О.В., ст. викладач кафедри ЕС в АПК та фізики СНАУ*

Регулярне обслуговування та модернізація електромережі протягом усього життєвого циклу обладнання необхідні для ефективного енергопостачання споживача. Управління ресурсами необхідно для всіх заходів, що використовуються для досягнення даної мети за умови оптимальної вартості.

Оптимізація ресурсів дозволяє споживачеві уникнути збитків в результаті аварій в системі енергопостачання та гарантує, що він отримує необхідну якість електроенергії при виконанні наступних умов:

- належне обслуговування обладнання для забезпечення нормальної експлуатації протягом його строку служби
- гарантія постійного оновлення обладнання та прийняття рішень щодо обслуговування, модифікації або заміни
- настроювання структури мережі для виконання конкретних вимог.

Управління ресурсами підвищує ефективність обслуговування і експлуатації завдяки наявності системи управління даними. Дана система:

- зберігає опис встановленого обладнання
- реєструє всі дані, що відносяться до обслуговування обладнання протягом його строку служби
- аналізує дані, що надходять дистанційно від обладнання.

Застосування управління ресурсами вимагає виконання наступних завдань:

- консультативні послуги для оцінки установки і складання планів
- обслуговування (у разі виникнення несправностей і попереджувальне)
- модернізація (нові проекти і модифікація)
- контроль поточного технічного стану
- управління (інформаційна система).

Витрати на пікове споживання можуть бути знижені шляхом тимчасового відключення неперіоритетних ланцюгів. Крім того, енергопостачання в період піку навантаження може забезпечуватися локальними джерелами енергії. Споживачі також можуть використовувати спеціальні тарифи, запропоновані енергопостачальними організаціями, у яких є обмеження на постачання електроенергії (наприклад, у літній період). Угода про скорочення споживання дозволяє споживачу одержувати вигоду від «привабливого» тарифу на електроенергію. Користувачі на час знижують навантаження, коли це потрібно енергопостачальній організації.

Виключення витрат на реактивну потужність є іншим способом оптимізації витрат. Індуктивні навантаження, такі, як трансформатори і двигуни, що використовують не лише активну, але й реактивну потужність. Реактивна потужність, на відміну від активної, не споживається

навантаженням, а лише запасється в ній протягом чверті періоду коливання змінного струму електромережі. В наступну чверть періоду реактивна енергія повертається в мережу. Електричні мережі повинні забезпечувати пропускну здатність для підтримки даної реактивної потужності.

Регулярне обслуговування та модернізація електромережі протягом усього життєвого циклу обладнання необхідні для ефективного енергопостачання споживача. Управління ресурсами необхідно для всіх заходів, що використовуються для досягнення даної мети за умови оптимальної вартості. Оптимізація ресурсів дозволяє споживачеві уникнути збитків в результаті аварій в системі енергопостачання та гарантує, що він отримуватиме необхідну якість електроенергії при виконанні наступних умов:

- належно обслуговування обладнання для забезпечення нормальної експлуатації протягом його рядок служби
  - гарантія постійного оновлення обладнання та прийняття рішень щодо обслуговування, модифікації або заміни
  - настроювання структури мережі для виконання конкретних вимог.
- Управління ресурсами підвищує ефективність обслуговування і експлуатації завдяки наявності системи управління даними. Дана система:
- зберігає опис встановленого обладнання
  - реєструє всі дані, що відносяться до обслуговування обладнання протягом його строку служби
  - аналізує дані, що надходять дистанційно від обладнання.

Застосування управління ресурсами вимагає виконання наступних завдань:

- консультативні послуги для оцінки установки і складання планів
- обслуговування (у разі виникнення несправностей і попереджувальне)
- модернізація (нові проекти і модифікація)
- контроль поточного технічного стану
- управління (інформаційна система).

Тарифи, залежні від часу доби, є іншим стимулом для тих споживачів, які можуть перерозподіляти навантаження за часом доби і таким чином знижувати суму рахунку за електроенергію. Виключення витрат на реактивну потужність є іншим способом оптимізації витрат. Індуктивні навантаження, такі, як трансформатори і двигуни, що використовують не лише активну, але й реактивну потужність. Реактивна потужність, на відміну від активної, не споживається навантаженням, а лише запасється в ній протягом чверті періоду коливання змінного струму електромережі. В наступну чверть періоду реактивна енергія повертається в мережу. Електричні мережі повинні забезпечувати пропускну здатність для підтримки даної реактивної потужності, а витрати на реактивну потужність збільшують суму рахунку за електроенергію. Якщо тариф включає в себе витрати на реактивну потужність, збільшення коефіцієнта потужності є способом виключення цієї статті витрат з рахунку за електроенергію.

## **SCM, DCM, SSCM ТА SDCM ЯК СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*Сигида Л.О., к.е.н., асистент кафедри маркетингу та УІД, СумДУ (м. Суми)  
Сигида Н.О., аспірант кафедри менеджменту в галузях АПК, СНАУ (м. Суми)*

Однією з нових концепцій, що набула поширення з середини ХХ ст., є концепція управління ланцюгами поставок (Supply Chain Management – SCM). Особливу актуальність поширення цієї концепції можна пояснити загостренням конкуренції між виробниками продукції і, як наслідок, необхідність формування ними додаткових конкурентних переваг.

Під управлінням ланцюгами поставок (SCM) пропонуємо розуміти процес поглиблення інтеграції всіх учасників ланцюга поставок – від кінцевих споживачів до постачальників товарів, послуг та інформації, спрямований на задоволення вимог цільового ринку, а також на формування в учасників ланцюга поставок соціальної відповідальності відповідно до вимог суспільства в цілому та кінцевих споживачів зокрема. Тобто концепція управління ланцюгами поставок передбачає планування та організацію взаємодії всіх підприємств, задіяних у процес закупівлі, виробництва товару, його переміщення, зберігання, розподілу, продажу та післяпродажного обслуговування споживачів. Використання цієї концепції дозволяє промисловим підприємствам не тільки зменшувати витрати, а й підвищувати ефективність діяльності.

Крім того, у сучасних умовах стає зрозумілим, що підприємствам, які хочуть забезпечити довготривале існування на ринку та сформувати лояльність у споживачів, необхідно приділяти увагу маркетингу. Відповідно до цього, як продовження концепції SCM була розроблена концепція DCM (Demand Chain Management), спрямована на забезпечення взаємодії логістики (включаючи дистрибуцію) і маркетингу (включаючи післяпродажний сервіс).

Ще одним напрямком розвитку концепції SCM стала концепція SSCM (Sustainable Supply Chain Management), що передбачає взаємозв'язок бізнесу та навколишнього середовища в цілому, тобто ця концепція розбудовує концепцію SCM у напрямку соціальної відповідальності учасників ланцюга й етики ведення ними бізнесу.

Найновішим напрямком розвитку концепції SCM є концепція SDCM (Sustainable Demand Chain Management), сутність якої полягає в інтеграції фінансової та соціальної сфер. Відмінність цієї концепції від концепції SSCM полягає в тому, що екологічні і соціальні критерії до підприємств висуваються споживачами. Відповідно підприємствам важливо досліджувати і аналізувати вимоги, що висуваються їх цільовими ринками.

Таким чином, використання концепції SCM, DCM, SSCM та SDCM допомагає підприємствам налагодити надійні зв'язки з контрагентами, організувати ефективний процес виробництва продукції та її розподілу з одночасним врахуванням соціальних і екологічних потреб суспільства.

## АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ СУЧАСНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*Толбатов В.А. \*, к.т.н., доцент; Смоляров Г.А. \*\*, к.е.н., доцент;*

*Толбатов А.В. \*\*, к.т.н., доцент; Дахно Л.О. \*\*, студентка*

*\* Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

*\*\* Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

Системи управління ресурсами це комплекс програмних, технічних, інформаційних, лінгвістичних, організаційно-технологічних засобів та дій кваліфікованого персоналу, призначений для вирішення завдань планування і управління ресурсною базою організації [1, 2].

У нинішніх умовах ефективно управління ресурсами підприємства становить весь процес управління організації в цілому. Тому, підвищення ефективності управлінської діяльності ресурсами підприємства стає одним з напрямків покращення діяльності підприємства в цілому.

Втілення систем управління ресурсами підприємством, як і будь-яка серйозна переміна на підприємстві, є складним і в більшості випадків болочим процесом.

При залученні управління ресурсами підприємства в більшості випадків виникає активний супротив працівників на місцях, яке виступає значною перешкодою і повністю здатне зірвати або суттєво затримати проект впровадження. Це зазвичай викликано деякими людськими чинниками, найбільш поширенішими я такі: побоюваннями перед нововведеннями, консерватизмом, страхом втратити роботу або втратити своє стійке становище на підприємстві, страхом значно збільшити відповідальність за свої дії. Для досконалого управління ресурсами підприємства механізм створення та залучення ресурсів повинен ґрунтуватися на принципах системності та комплексності. Принцип системності передбачає існування механізму управління ресурсами як специфічної динамічної системи. Під системою слід розуміти сукупність елементів, які знаходяться у взаємозв'язку і взаємозалежності один від одного, утворюючи певну єдність.

Для того, щоб більш ефективно і раціонально використовувати ресурси у виробництві потрібно розробляти і реалізовувати інноваційні стратегії зниження собівартості продукції, що дасть змогу підприємству досягти зниження витрат ресурсів на виробництво продукції.

### Список літератури

1. Tolbatov A., Zaritskiy O., Pavlenko P. Data Representing and Processing in Expert Information System of Professional Activity Analysis // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 718–720.

2. Tolbatov A., Lavrov E., Pasko N., Krivodub A. Mathematical models for the distribution of functions between the operators of the computer-integrated flexible manufacturing systems // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 72–75.

## **АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ В СУЧАСНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ**

*Толбатов В.А. \*, к.т.н., доцент; Толбатов А.В. \*\*, к.т.н., доцент;*

*В'юненко О.Б. \*\*, к.е.н., доцент; Колеганова А.А. \*\*, студентка*

*\* Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

*\*\* Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

Сьогодні управління підприємством ґрунтується на взаємодії різних систем, найголовнішою з яких є система управління людськими ресурсами. Саме ця система приводить до дії інші. В умовах ринку виникають проблеми з управління людськими ресурсами, що є причиною неефективності діяльності підприємства. У ринковій економіці України підвищення вимог до персоналу зумовлює завдання, яке є найбільш актуальне за інші, - задоволення потреб економіки та соціально-трудої сфери у висококваліфікованих кадрах.

В науковій літературі, а особливо в зарубіжній, широко досліджується комплекс проблем, які стосуються процесу управління людськими ресурсами. Вивчення та аналіз розробок науковців показали, що існує необхідність розвитку інших аспектів управління людськими ресурсами на підприємстві в межах менеджменту, який досліджує людські ресурси підприємства та вивчає організаційну поведінку.

На даний час, вітчизняні підприємства знаходяться на стадії виживання в умовах жорсткої конкуренції. Для вирішення даної проблеми потрібні нові погляди кадрової політики. На думку В. Воронкової, при формування кадрової політики необхідно враховувати основні принципи окремих напрямів кадрової політики, а саме в управлінні людськими ресурсами – принцип однакової необхідності досягнення індивідуальних й організаційних цілей, який визначає необхідність пошуку чесних компромісів між адміністрацією та працівниками. Останнім часом в науковій літературі з менеджменту використовується велика кількість термінів, що відображають участь людей у суспільному виробництві: трудові ресурси, кадри, персонал, людський фактор, людський капітал та інші, що відносяться до трудової діяльності людини.

Відомий вчений в галузі менеджменту Л. Євенко вважає, що сталася зміна чотирьох концепцій ролі людських ресурсів у виробництві:

– Використання трудових ресурсів із кінця XIX ст. до 60 - х рр. XX ст.

– Управління людиною.



– Теорія бюрократичних організацій, коли людина розглядалася через формальну роль - посаду, а управління здійснювалося через адміністративні механізми.

– Концепції управління персоналом, яка розглядає людину не як елемент структури, а як ресурс, що не можна відновити.

Особливостями управління персоналом в сучасному менеджменті є той момент, що людей тлумачать не як кадри, а як людські ресурси, цінністю яких є фактор успіху, який постійно зростає. Отже, управління людськими ресурсами слід вважати систему взаємозалежних організаційно-економічних і соціальних заходів з метою створення умов для ефективного функціонування, розвитку і раціонального використання потенціалу робочої сили на рівні підприємства. Обов'язковою умовою має бути гармонійне поєднання управління персоналом та концепції розвитку персоналу. Таким чином, управління людськими ресурсами є цілеспрямованою діяльністю керівного складу підприємства, а також керівників і спеціалістів підрозділів системи управління, яка включає розробку концепції, стратегій кадрової політики, принципів і методів управління людськими ресурсами. Це системний, планомірно-організований вплив через мережу взаємопов'язаних організаційних, економічних і соціальних заходів, спрямованих на створення умов нормального розвитку і використання потенціалу робочої сили на рівні підприємства. Таким чином, управління людськими ресурсами в сучасному менеджменті — це діяльність, що виконується всіма лінійними і функціональними керівниками, а також спеціалізованими структурними підрозділами організації, яка сприяє найбільш ефективному використанню людей (працівників) для досягнення цілей організації і особистих цілей кожного із них. Управління людськими ресурсами розглядається як одна з функцій керівника (менеджера) підприємства. У сучасному менеджменті поняття «персонал» замінюється поняттям «людські ресурси», ресурсний підхід до персоналу базується на понятті «ресурси». У центрі сучасних теорій знаходиться людина, а сучасний керівник — це управляючий персоналом. Управління персоналом це ряд дій, направлених на щоденне оперативне управління людськими ресурсами організації. Управління людськими ресурсами — стратегічне і оперативне управління діяльністю щодо підвищення ефективності використання людських ресурсів організації. Розвиток людських ресурсів — діяльність, направлена на розвиток здібностей працівників з метою їх постійного росту і прогресу.

Сьогодні на підприємствах України спостерігаються якісні перетворення процесу управління людськими ресурсами. Скрізь відбувається перехід від адміністративних, формалізованих методів до використання наукових підходів у роботі з кадрами, основу яких становить накопичений світовий досвід управління працівниками підприємства в умовах функціонування ринку праці, а також переходу України до системи купівлі-продажу робочої сили, наявності безробітних і т.д. Орієнтація на управління

людськими ресурсами змінює завдання управління, функції і структуру відповідних служб на підприємстві. Так, однією з найважливіших функцій управління людськими ресурсами у зв'язку із збільшеною роллю людського чинника в сучасному виробництві стає розвиток персоналу, а не просто приведення його чисельного складу у відповідність з наявністю робочих місць.

## **ІНТЕГРОВАНА ЛОГІСТИЧНА ПІДТРИМКА ВИРОБІВ**

*Толбатов В.А. \*, к.т.н., доцент; Толбатов А.В. \*\*, к.т.н., доцент;*

*В'юненко О.Б. \*\*, к.е.н., доцент; Нестеренко І.В. \*\*, студентка*

*\* Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

*\*\* Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

Комплекс управлінських процесів і процедур, направлених на скорочення витрат на підтримку життєвого циклу іменується поняттям інтегрованої логістичної підтримки. Це поняття відноситься до числа базових інваріантних понять інформаційна підтримка життєвого циклу виробів (ІПВ). Жодна інформаційна система не може бути віднесена до класу ІПВ, якщо в ній не реалізована в тій чи іншій мірі компонента інтегрованої логістичної підтримки (ІЛП). З іншого боку, зміст процесів і склад завдань ІЛП практично не залежать від предметної галузі. Інтегрована логістична підтримка включає в себе наступні процедури: логістичний аналіз виробу, що виконується з метою забезпечення необхідного рівня надійності, ремонтпридатності і придатності до підтримки, а також встановлення вимог; планування технічного обслуговування і ремонту виробу (ТОіР); розробка концепції ТОіР, вимог до виробу в частині його обслуговування і реалізації плану ТОіР; інтегровані процедури підтримка матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) процесів експлуатації, обслуговування і ремонту виробів. Склад видів діяльності, що входять в ІЛП, включає: аналіз логістичної підтримки; планування і управління технічним обслуговуванням і ремонтом виробу (ТОіР); планування і управління матеріально-технічним забезпеченням (МТО); розробку і супровід експлуатаційної та ремонтної документації; забезпечення замовника спеціальним обладнанням, необхідним для експлуатації, обслуговування і ремонту виробу; планування і організацію навчання персоналу, в тому числі розробки технічних засобів навчання; планування і організацію процесів пакування, завантаження / розвантаження, зберігання, транспортування виробу; розробку інфраструктури систем технічної експлуатації (СТЕ); підтримку програмного забезпечення і обчислювальних засобів; моніторинг

технічного стану виробу і процесів експлуатації і технічного обслуговування; планування і організацію процесів утилізації виробу і його складових частин.

На сучасному рівні знань вважається, що ІЛП орієнтована на процеси створення, супроводу і розвитку СТЕ виробу і пов'язана, переважно, з розробкою методичного, документального та інформаційного забезпечення зазначених процесів. Сучасна економіка України все більшою мірою повертається в бік системних структурних перетворень, орієнтованих на логістику. Перспективи нової економіки характеризуються ефектом інтеграції, викликаним істотним зниженням витрат і якістю обслуговування споживачів.

## **РОЛЬ МЕНЕДЖЕРА В УПРАВЛІННІ ЯКІСТЮ**

*Толбатов В.А. \*, к.т.н., доцент; Толбатов А.В. \*\*, к.т.н., доцент;*

*В'юненко О.Б. \*\*, к.е.н., доцент; Полозун Л.С. \*\*, студентка*

*\* Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

*\*\* Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

Загальне управління якістю визначається як постійні зусилля управління для модернізації та вдосконалення процесів і систем, що забезпечують високу якість продукції [1, 2].

Менеджери відіграють важливу роль в загальному управлінні якістю. Ініціювання та здійснення програм управління якістю вимагають великої кількості досліджень, а також ретельного планування. Менеджери повинні пройти навчання стосовно різних методів TQM перед впровадженням такої на підприємстві. Є витрати, пов'язані з усім процесом загального управління якістю. Насамперед, сам менеджер повинен розуміти чому якість такий важливий параметр в будь-якому бізнесі. Дуже важливе розуміння цільового ринку, адже зворотні зв'язки з клієнтами грають важливу роль в розробці стратегії загального управління якістю. Управлінець повинен працювати в тісному контакті з усім колективом для розробки стратегії. Саме менеджер виступає в якості сполучної ланки між вищим керівництвом і всією робочою силою.

Завданням менеджера є вибрати і призначити правильних людей, які можуть працювати в якості керівників середньої ланки і взяти на себе відповідальність за весь проєкт. В обов'язки менеджера входить також вибір ресурсів для загального управління якістю, організація різних навчальних програм і заохочення співробітників, котрі можуть генерувати ідеї, що можуть бути корисними, створення якнайкращих умов праці, щоб забезпечити безперервне виконання TQM без будь-яких перешкод. Можна також запровадити часті звіти співробітникам, які висвітлюють сферу поліпшення.

В усьому світі менеджмент давно перетворився на професію, галузь знань, самостійну дисципліну і практичну справу, а менеджери — на достатньо впливову силу. Україна — на шляху до такого усвідомлення, підтвердження чого є масова підготовка фахівців за спеціальністю "Менеджмент організацій"

### Список літератури

1. Tolbatov A., Zaritskiy O., Pavlenko P. Data Representing and Processing in Expert Information System of Professional Activity Analysis // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 718–720.
2. Tolbatov A., Lavrov E., Pasko N., Krivodub A. Mathematical models for the distribution of functions between the operators of the computer-integrated flexible manufacturing systems // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 72–75.

### УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОСВІТИ

*Толбатов В.А. \*, к.т.н., доцент; Толбатов А.В. \*\*, к.т.н., доцент;  
В'юненко О.Б. \*\*, к.е.н., доцент; Кузьменко О.В. \*\*, студ.  
\* Сумський державний університет, м. Суми, Україна  
\*\* Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

Управління якістю освіти, є складним явищем, яке стало предметом особливої уваги держави ще з часу отримання Україною незалежності. Якість освіти - це складна категорія, яка має соціально-системний, цивілізаційний вимір, який характеризує педагогічне, особисте, освітнє та регіональне спрямування. Центром нової якості освіти, є виховання та розвиток особистості, яка зможе пристосуватися до саморозвитку, самоосвіти, яка здатна використовувати набуті вміння та знання для розвитку будь-яких, навіть глобальних, проблем, мислити критично, засвоювати та опрацьовувати інформацію, прагнути змінити своє життя і життя своєї країни на краще.

Таке розуміння якості освіти відповідає національним стандартам та має глобальний характер. Якість освіти дозволяє визначити її як ступінь відповідності показників стану і результатів системи освіти поставленим цілям. Сучасна наука аналізує якість освіти з позиції загального системного підходу, який включає в себе педагогічну, соціальну і дидактичну інтерпретації, управлінсько-діяльнісний підхід. Велике значення для практики та теорії управління якістю освіти, є зарубіжний досвід у сфері матеріального виробництва. Проаналізувавши досвід виявили стабільне ускладнення та вдосконалення систем та діяльності, заликаних забезпечити високий рівень якості. Управління якістю освіти як складова державного управління галузю освіти підпорядковане загальній стратегії держави на пріоритетний розвиток освіти, забезпечення конституційного права громадян

на освіту та рівного доступу до високоякісної освіти. Будь-яке управління передбачає собою певну послідовність дій, дотримання яких має привести до гарного результату. З стандартами уявлення процес управління якістю освіти має вирішувати такі завдання, як забезпечення функціонування системи, яка має працювати на досягнення мети, моделювання, зміна вимог до існуючих характеристик, діагностування рівня якості освіти. Проблемою оцінювання якості освіти є динамізм результатів освіти. Результати як і мета мають гнучко, швидко та адекватно реагувати на зміни в суспільстві та економіці в часі. Крім того, багато результатів можна визначити тільки через деякий час. На етапі забезпечення функціонування освітньої системи виникає низка проблем, пов'язаних із фінансуванням та матеріальним забезпеченням. Крім того, сам учитель має весь час навчатись, опановувати нові технології, методики, прийоми.

Для того, щоб досягти високої якості освіти необхідно створити інноваційну модель вимірювання показників якості освіти відповідно до основних об'єктів оцінювання якості освіти.

## **ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА**

*Толбатов В.А. \*, к.т.н., доцент; Толбатов А.В. \*\*, к.т.н., доцент;  
В'юненко О.Б. \*\*, к.е.н., доцент; Толбатова О.О. \*\*, студентка*

*\* Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

*\*\* Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

В сучасних системах управління виробництвом всі зміни в ланцюжку створення вартості, продукти та послуги все більше стають клієнтоорієнтованими, а самі продукти, системи та послуги будуть все точніше відповідати індивідуальним потребам клієнта. Багато респондентів заявили, що планують використовувати аналітику великих даних, щоб краще розбиратися в споживчих потребах і задовольняти їх. Передові компанії, яким вдасться створити дієві галузеві платформи, займуть набагато більш вигідне становище, ніж їх конкуренти. В кінцевому підсумку галузевим підприємствам необхідно буде налагодити власні взаємини з кінцевим споживачем, від якого залежить попит, або як мінімум стати частиною платформ, що дозволяють отримати ефективний доступ до кінцевого користувача. Основною проблемою при реалізації трансформації сучасного виробництва стає вже не вибір правильних технологій, а нерозвиненість цифрової культури та дефіцит відповідних фахівців в компаніях. Успішність трансформації залежить не від алгоритмів або інструментів аналітики, а від більш широкого набору факторів, пов'язаних з людьми. Компаніям необхідно створювати умови для поширення цифрової культури, утримувати і навчати

фахівців з числа представників «цифрового покоління» та інших співробітників, які можуть ефективно працювати в цифровій екосистемі.

Довіра до цифрових рішень і аналітика даних виступають основою концепції «Індустрія 4.0». Якісна аналітика даних – це обов'язкова умова успішного впровадження цифрових платформ на підприємствах. В процесі розвитку цифрових екосистем значно ускладнились вимоги до цифрових рішень, тут основною проблемою стає необхідність підтвердження достовірності і походження власних і зовнішніх даних, а також забезпечення довіри, підкріпленого однозначністю інформації. За умови використання систем управління ризиками та забезпечення достовірності даних підприємства можуть уникнути порушень і краще управляти факторами дестабілізації операційної діяльності. Таким чином, зараз необхідні суттєві зміни для створення надійних загальновиробничих аналітичних компетенцій, тобто промисловим підприємствам необхідно розробляти ефективні організаційні структури, що забезпечують застосування аналітики даних як загальновиробничої компетенції. Тому для більшості сучасних виробництв стає нагальним процес створення спеціальних служб аналітики даних, як на корпоративному рівні для централізації компетенцій, так і на рівні бізнес-одиниць для збереження тісної взаємодії з операційними підрозділами.

## **ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ**

*Толбатов В.А. \*, к.т.н., доцент; Толбатов А.В. \*\*, к.т.н., доцент;*

*В'юненко О.Б. \*\*, к.е.н., доцент; Суравицька А.В. \*\*, студентка*

*\* Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

*\*\* Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

Стрімкий розвиток економіки у світі говорить про те, що якість є головним фактором, що впливає на ведення ефективної господарської діяльності на підприємстві. Зростання якості сільськогосподарської продукції є раціональною формою боротьби на конкурентному ринку, захоплення та зберігання своїх позицій. Високий рівень якості виробництва продукції забезпечує зростання попиту і як результат збільшення суми чистого прибутку, оскільки саме якість є головним чинник придбання продукції.

Питання підвищення конкурентоздатності продукції постає в Україні дуже гостро. Через низьку конкурентоздатність продукції переважній більшості українських товаровиробників доволі тяжко вступати в конкурентну боротьбу з світовими компаніями. Це відбувається через відсутність ефективної та дієвої системи управління якістю продукцією. Управління якістю здійснюється вибірково, без видимого взаємозв'язку та врахування правових, адміністративних та виробничих чинників.

Багато як закордонних, так і вітчизняних вчених приділяли увагу питанням управління якістю продукції. Засновниками досліджень були такі зарубіжні науковці як: Е. Демінг, Г. Додж, Дж. Джуран, К. Ісікава, Ф. Кросбі, В. Шухарт, С. Сіро, Ф. Тейлор, Г. Тагуті, А. Фейгенбаум, Д. Харрінгтон. Серед вітчизняних дослідників значний внесок зробили: В.П. Адлер, Г.О. Швиданенко, Г.Г. Азгальдов, С. К. Фомічова, В.Г. Версан, В.А. Огвоздін, О. Б. Чернега, Д.К. Шевченко, Ю. В. Макогон, О.Ю. Давивода, Л.В. Дейнеко, Ю. О. Гохберг, С.О. Юшин, А. О. Старостина, Т.Л. Мостенська, Н. І. Скрябінова та ін.

На нашу думку, найбільш повним є визначення поняття «управління якістю продукції» О. Ю. Давиводої. Це скоординована діяльність, яка полягає у спрямування та контролі організації щодо якості, що зазвичай охоплює розроблення політики і цілей у сфері якості, планування якості, контроль якості, забезпечення та поліпшення якості [1, 2].

Якість продукції можна розглядати з двох боків: з боку споживача і виробника. Для споживача – це рівень задоволення всіх потреб. Та продукція буде прийнятною, яка задовольняє споживача за всіма споживчими характеристиками та ціною. Для виробника якість є головним інструментом підвищення конкурентоздатності, а отже і збільшення прибутку.

Наявні два методи управління якістю: технологічний та управлінський. Перший визначає чіткий контроль та дотримання норм, правил і стандартів виробництва продукції. А другий являє собою процес визначення політики у сферах якості і відповідальності. Ми вважаємо, що необхідно запровадити універсальний метод управління, що включить в себе розробку програми управління, планування і підвищення якості продукції; збір і аналіз інформації про об'єкти, що впливають на якість; вироблення дій управлінського персоналу.

На процес управління якістю мають вагомий вплив фактори зовнішнього та внутрішнього середовища. До зовнішнього середовища можна віднести ступінь вимог до якості, наявність інвесторів, законодавча база у сфері якості та інше. До внутрішніх: матеріальне забезпечення підприємства, кваліфікована та мотивована робоча сила, застосування нових технологій, контроль якості на всіх етапах створення продукції тощо.

Головними причинами низької якості продукції агропромислового комплексу України є суперечності у законодавстві, невчасне здійснення технологічних операцій, відсутність відповідальності робітників, недосконалість системи контролю за виробничим процесом, недостатня мотивація працюючих, не достатнє використання розробок агрономії, зооінженерії, селекції у сферах рослинництва та тваринництва, а також значна кількість інших факторів. Важливим в управлінні якістю продукції є сертифікація, яка являється гарантією високої якості продукції, та стандартизація. У міжнародній практиці гарантом якості, що відповідають вимогам нормативних документів є сертифікація. Сертифікація - це

підтвердження документацією відповідності продукції конкретним вимогам. Використання вітчизняними товаровиробниками дасть такі переваги: довіра споживачів до якості продукції; легкий доступ споживача до відомостей про якість продукції; конкурентні переваги з виробниками не сертифікованої продукції; зменшення ввезення аналогічних товарів в країну; прискорення науково-технічного процесу. Отже, для успішного ведення господарської діяльності та отримання стабільних прибутків необхідною умовою є створення ефективної системи управління якістю продукції. Вона має бути зорієнтована на характер потреб споживачів та ємність цільового ринку. Сучасне управління якістю на підприємстві має раціонально об'єднувати дії, методи і засоби, що забезпечують виробництво, здатні задовольнити попит ринку, включають розроблення нової продукції, здатної задовольняти майбутні запити споживачів. В умовах євроінтеграції України урахування міжнародних стандартів та сертифікації є критично необхідними заходами, що забезпечать виживання в конкурентній боротьбі та вихід на світовий ринок.

### Список літератури

1. Tolbatov A., Zaritskiy O., Pavlenko P. Data Representing and Processing in Expert Information System of Professional Activity Analysis // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 718–720.
2. Tolbatov A., Lavrov E., Pasko N., Krivodub A. Mathematical models for the distribution of functions between the operators of the computer-integrated flexible manufacturing systems // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 72–75.

## АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РЕІНЖИНІРИНГУ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

*Толбатов В.А. \*, к.т.н., доцент; Толбатов А.В. \*\*, к.т.н., доцент;  
Агаджанова С.В. \*\*, к.т.н., доцент; Толбатова О.О. \*\*, студентка;  
Толбатов С.В. \*\*\*, к.т.н.*

*\* Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

*\*\* Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

*\*\*\* ТОВ “НЕТКРЕКЕР”, м. Суми, Україна*

Розробка моделей бізнес-процесів промислового підприємства розглядається в контексті здійснення їх реінжинірингу, як методології суттєвого удосконалення процесів підприємства з метою підвищення їх ефективності. Саме роботи з реінжинірингу дозволяють виявити найбільш суттєві для створення доданої якості підприємства процеси і визначитися з деталізацією розробки моделей. Створення інтегрованого інформаційного середовища (ІС) промислового підприємства починається з реінжинірингу –



кардинальної революційної перебудови бізнес-процесів підприємства, що пов'язані з переходом на нові принципи його побудови. Реінжиніринг потребує виконання спеціального проекту і створення команди, до якої залучаються фахівці підприємства і консультанти консалтингових компаній. Група з реінжинірингу повинна бути включена до складу робочої групи, яка займається побудовою ІС підприємства. Після досягнення цілей реінжиніринга, проект завершується і підприємство переходить до еволюційного періоду свого розвитку: постійним невеликим модернізаціям процесів, які виконуються в ході функціонування підприємства. Коли можливості еволюційного розвитку вичерпуються, компанія знову здійснює реінжиніринг.

Успіх проекту з реінжинірингу залежить від багатьох факторів, серед яких найбільш суттєвими є: 1 формування групи фахівців, яка буде здійснювати проект (в здійсненні реінжинірингу приймають участь фахівці двох типів – експерти в галузі процесів, які підлягають реінжинірингу та розробники інформаційних систем). Ефективна робота сформованої групи залежить від багатьох факторів: підтримка керівництва підприємства, їх фаховий рівень і т.ін; 2 вибір методології реінжинірингу. Задачі, які необхідно вирішувати під час реінжинірингу, характеризуються високим ступенем складності та відповідальності. В такому випадку тільки обґрунтована та перевірена методологія здійснення реінжинірингу може забезпечити його успіх. На сьогоднішній день провідними консалтинговими компаніями розроблено декілька методологій здійснення реінжинірингу. Більшість з цих методологій (Construct, Eagle) базується на CASE-технології (інструментарії) розробки інформаційних систем. Для успішної реалізації проекту з реінжинірингу необхідно щоб методи, інструментарій та методології були коректними відносно один одного в цільній структурі.

## **РОЛЬ І МІСЦЕ ІННОВАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ УСПІХУ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

*Шипуліна Ю.С., к.е.н., СумДУ,*

*Ілляшенко Н.С., к.е.н., СумДУ*

Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується зростанням ролі нематеріальних факторів, вони все більшою мірою визначають темпи зростання як окремих організацій (підприємств та установ), так і національних економік у цілому. Країни, які зробили опору на інформацію і знання, що втілені у нові продукти, технології їх виготовлення, методи управління виробництвом і збутом, методи організації життєдіяльності суспільства у цілому тощо, займають провідні позиції на світових ринках, забезпечують високі стандарти якості життя населення. Їх вирізняє наявність

середовища сприятливого для інноваційної діяльності основу якого становить інноваційна культура, як соціокультурний механізм регулювання інноваційної поведінки людини. Згідно сучасних уявлень інноваційну культуру розглядають на двох рівнях: національному, рівні окремої організації. Практика свідчить, що досягти успіху у формування інноваційно-сприятливого середовища можна лише при узгодженій взаємодії обох рівнів. Особливо це стосується промисловості, зокрема машинобудівної, яка значною мірою впливає на темпи і напрямки розвитку науково-технічного прогресу у різних галузях економічної діяльності.

Інноваційна культура підприємства - це складова частина його корпоративної культури (яка, в свою чергу, є складовою інтелектуального капіталу підприємства), що характеризує ступінь сприятливості окремих працівників, груп працівників (підрозділів) і підприємства у цілому до створення, сприйняття, поширення і комерціалізації інновацій, втілення їх у нові продукти, технології, управлінські рішення тощо.

Інноваційна культура підприємства включає такі складові [1]:

- організаційну, що характеризує інноваційність організаційної структури і організаційної (корпоративної) культури підприємства, їх зорієнтованість на створення максимально сприятливих умов для ефективної творчої праці кожного працівника і всього персоналу у цілому, забезпечує його взаємоузгоджену творчу співпрацю;

- мотиваційну, що мотивує і стимулює високоефективну і результативну діяльність персоналу зі створення, сприйняття і поширення інновацій;

- інтелектуально-креативну, яка орієнтована на максимально повне розкриття креативного інноваційного потенціалу персоналу підприємства, прагнення до зростання цього потенціалу як індивідуального, так і групового (окремого підрозділу чи організації у цілому).

Спираючись на цю теоретичну базу було проведено дослідження сприйняття менеджерами вищої і середньої ланки 12 (3 великих і 9 середніх) інноваційно-активних промислових підприємств Сумської області ролі і місця інноваційної культури (її окремих складових) у забезпеченні успіху інноваційної діяльності [2]. Аналіз отриманих результатів дав такі результати: 25% опитаних відзначають роль усіх складових (організаційної, мотиваційної, інтелектуально-креативної); 33% - виділяють провідну роль організаційної складової; 33% - інтелектуально-креативної; 9% - зазначили, що їм важко відповісти однозначно. При цьому всі респонденти відзначили важливу роль інноваційної культури для розвитку інноваційної діяльності своїх підприємств. 91,7% з них зазначили, що вона безпосередньо впливає на формування інноваційно-сприятливого середовища для ведення інноваційної діяльності, а 8,3% зазначили її непрямий опосередкований вплив. 100% респондентів показали наявність інноваційної культури на їхніх підприємствах, а також зазначили, що проводять заходи, спрямовані на її розвиток. Подальший аналіз показав, що на більшості підприємств (66%)

заходи з розвитку інноваційної культури стосуються лише її організаційної складової, на решті (34%) – організаційної і мотиваційної. Проте на жодному з підприємств не приділяється уваги інтелектуально-креативній складовій інноваційної культури.

Аналіз результатів дослідження свідчить, що менеджмент вищої і середньої ланки аналізованих підприємств у цілому вірно розуміє роль інноваційної культури як фактору активізації інноваційної діяльності. Проте існує ряд проблем, які потребують свого розв'язання. До слід віднести:

- нечітке розуміння менеджментом підприємств сутності інноваційної культури;

- слабкі уявлення про структуру інноваційної культури і склад елементів її складових підсистем;

- відсутність практично-орієнтованих дієвих методик діагностики стану інноваційної культури підприємства; обмеженість інструментів і методів управління розвитком інноваційної культури.

Отримані результати дослідження розкривають основні проблеми і визначають перспективи формування інноваційної культури підприємства. Вони можуть бути покладені в основу розроблення теоретико-методологічних засад ефективного механізму формування інноваційно-сприятливого середовища на промислових підприємствах на основі їх розвитку інноваційної культури.

### **Список літератури**

1. Шипуліна Ю.С. Оптимізація рівня інноваційної культури підприємства з позицій забезпечення його економічної безпеки / Ю.С. Шипуліна, Н.С. Ілляшенко // Маркетинг і менеджмент інновацій. - 2015. - № 2. – С. 159-169.

2. Шипуліна Ю.С. Проблеми і перспективи формування і розвитку інноваційної культури (на прикладі промислових підприємств Сумщини) // Ефективна економіка. - 2015. - № 9. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4304>

## **ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМИ ПРОЕКТАМИ В МАШИНОБУДУВАННІ**

*Штефан Є.В., д.т.н. проф., Литвиненко О.А., д.т.н. проф., Пащенко Б.С.,  
асп., НУХТ, Київ*

Відомо, що від науково-технічного потенціалу машинобудівної галузі суттєво залежать показники валового національного продукту, оскільки саме машинобудування утворює розвинену інфраструктуру країни.

Враховуючи переважну неконкурентноспроможність продукції на світовому ринку машинобудування, потрібна комплексна система управління інноваційними проектами та розроблення ефективних управлінських заходів.

Такий підхід передбачає оперативність і якість рішень, їх конкретизацію та інформаційну насиченість.

Одним з найважливіших напрямків підготовки та управління науковими проектами в машинобудуванні є пошук раціональних технічних рішень для створення або вдосконалення (модернізації) виробів машинобудування та умов їх експлуатації.

Першим етапом є вибір напрямку наукових досліджень, який здійснюється за результатами аналітичного огляду науково-технічної інформації, оцінювання можливості реалізації одержаних результатів та їх техніко-економічного обґрунтування.

На другому етапі виконується теоретичні та експлуатаційні дослідження, на третьому – узагальнення та аналіз одержаних результатів. На підставі оцінювання здійснюється висновок про відповідність результатів технічному завданню або про необхідність додаткових досліджень.

Варто відзначити, що механізм управління інноваційним науковим проектом є активною складовою в комплексі структурних елементів системи управління.

До особливостей управління науковими проектами в машинобудуванні, на погляд авторів, необхідно віднести:

- необхідність постійного впровадження наукових розробок у виробництво, забезпечення наукоємності галузі;
- на базі машинобудування забезпечення технічного розвитку інших галузей промисловості;
- розвиток системи інженерної освіти, в тому числі професійно-технічної;
- використання у виробництві сучасного обладнання, приладів та інших засобів вимірювання та технічного контролю;
- високий рівень логістичних рішень та розвинену інфраструктуру;
- можливість оперативної адаптації до зміни економічної ситуації, зовнішніх та внутрішніх умов;
- можливість вдосконалення системи управління за рахунок підвищення ефективності менеджменту.

# Тематичний напрям

## Мехатроніка



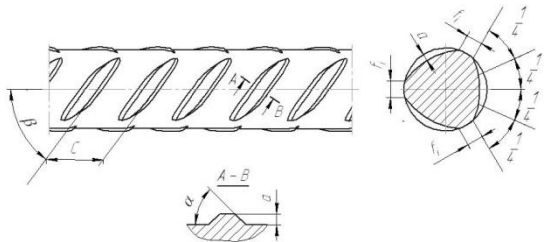
**ABOUT THE PERSPECTIVE OF ENTRY OF UKRAINIAN ENTERPRISES TO THE INTERNATIONAL SALES MARKET OF THE COLD-DEFORMED WIRE FOR REINFORCEMENT**

*Dobrov I.V., d.t.s., prof., Dep. Manager of NMetAU, Dnipro;  
Bolshakov V.I., d.t.s., prof., Rector of PSACEA, Dnipro;  
Buravlev I.B., d.t.s., prof., General Director of the Union «Ukrmetiz», Dnipro;  
Garkavi N.Ya., Engineer of PE «DIV-PB», Dnipro;  
Getman E.V., student of NMetAU, Dnipro*

**Introduction.** The real integration of Ukraine into the European Union as an industrially developed country is impossible without entry of the Ukrainian metallurgical enterprises to the European sales market that produces products in accordance with the requirements of the International standards. Cold-deformed wire for reinforcement as one of the main elements of the reinforced concrete for the civil and industrial buildings is a product of metalwork with increasing volumes of production in the World Market and with constantly increasing quality requirements. International standard ISO 10544 [1] provides the production of the cold-deformed wire for reinforcement with diameters of 4...16 mm on the basis of the national standards of the main exporting countries of this product. Ukrainian industry of metalwork producing the wire for reinforcement with diameters of 3...5 mm in accordance with GOST 6227 [2] for the needs of domestic construction industry must develop new methods of production of competitive products using own raw materials and machine building potential of Ukraine in the absence of financial possibilities of purchasing of the imported equipment and technologies applicable for the traditions of the domestic metalwork production. The increase in range of the diameters and strength properties of the cold-deformed wire for reinforcement in accordance with ISO 10544 provides savings of metal up to 30 % during construction and in the absence custom barriers for importing of the wire produced in accordance with International standard objectively creates the conditions when domestic metalwork enterprises lose the external sales market and the internal sales market of metalwork of Ukraine.

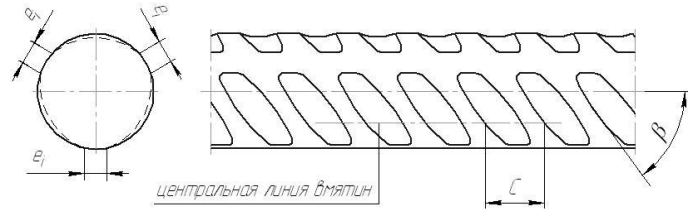
**The aim of the work.** Comparative analysis of imported and domestic equipment, production technology and testing of cold-deformed wire for reinforcement produced in accordance with the requirements of the International standard ISO 10544 in conditions of work of metalwork enterprises of Ukraine and development of recommendations on usage of scientific and industrial experience for development of the production of competitive cold-deformed ribbed wire with three rows of ribs and indented wire (fig. 1, fig. 2).

**The main part.** On the basis of analyses of the requirements of the national standards [3-6] it is not definite that country-buyer will agree to purchase a wire at high price produced in accordance with the ISO 10544, but not corresponding to the national standard (table 1).



$\beta$  – inclination of rib relative to the axis of wire;  
 $a$  – rib height;  $c$  – rib spacing;  $\alpha$  – rib flank inclination;  
 $f_i$  – 1/3 of the transversal ribless perimeter

Fig.1. Ribbed wire with three rows



$\beta$  – inclination of the indentation relative to the axis of wire;  
 $a$  – indentation depth;  $c$  – indentation spacing;  $\alpha$  – inclination  
of the surface of indentation;  
 $e_i$  – 1/3 of the transversal indentationless perimeter

Fig.2. Indented wire with three rows

Table 1.

Mechanical properties of the cold-deformed wire for the reinforcement concrete constructions [7]

Standard	Proof stress, N/mm <sup>2</sup>		Tensile stress, N/mm <sup>2</sup>		Elongation, %	
	in accordance with standard (no less)	actual value	in accordance with standard (no less)	actual value	in accordance with standard (no less)	actual value
D.M. 14/2/92	390	530	440	580	8	9
DIN 488, BSt 500M	500	530	550	580	8	9
BS 4482	485	530	550	580	-	-
ASTM A82	483	530	550	580	-	-

D.M.-standard of Italy, DIN-standard of the German Institute for Standardization, BS-British standard, ASTM-standard of American Society for Testing and Materials.

It must be added that it is not guaranteed that the wire produced in accordance with the requirements of national standards to the geometry, physical characteristics, chemical composition will be competitive. For example, DIN 488 [3] prescribes that the wire necessarily must be marked (ISO 10544 does not prohibit this) and this guarantees the competitiveness of the product. At the same time Ukraine does not have the International code of the country of the manufacture of the wire for reinforcement. If Ukraine receives the International code of the country of the manufacture of the wire for reinforcement then the influence of Ukrainian metalwork industry in the World Market will be stronger. The first steps to obtain International code are the development of the technology of production of the wire for reinforcement in accordance with ISO 10544 and the development of the corresponding national standard also [8]. The limited value of production of the wire for reinforcement with three rows in Ukraine (ribbed wire and indented wire) is produced using imported rolling draw plates designed in accordance with model «Turkish design» [7]. Technical characteristics of the block of "IMPIANTI" are given in the table 2.

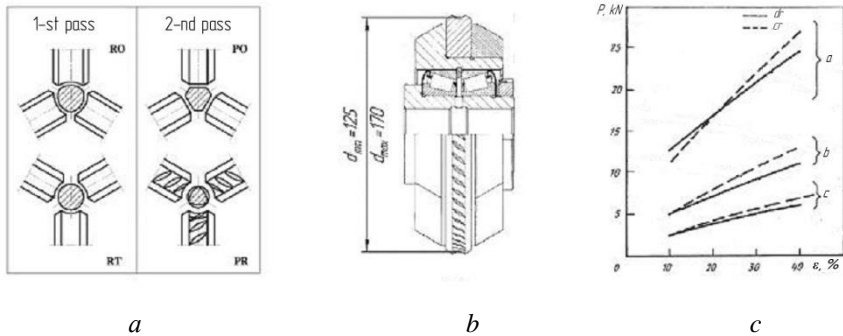
Table 2.

Technical characteristics of the block of cold rolling of wire designed in accordance with model GL 26/30 [7]

PARAMETERS	VALUE
Diameter of the hot rolled stock, mm	5,5 - 16
Diameter of the finished wire, mm	4 - 14
Number of rolls in the rolling cage, pieces	3 + 3
Dimensions of the rolls, mm:	
diameter	123 - 150
thickness	15 - 20
The number of drives with low velocity for displacement of rolls in the working position during rolling, pieces	2
Installed capacity, kW	2
Rotational speed of the drives, rpm	1350/1680
Rotational speed of the rolls, rpm	275
Volumetric flow rate of water for rolls cooling, l/minute	15
Voltage, V	380 - 460
Current frequency, Hz	50 - 60
Mass, kg	1400
Dimensions, mm	1600 x 650 x 1600

The block of "rolling" contains two groups of rolls. Each group consists of three rolls located at an angle 120° respectively to each other (see fig. 3, a, where indexes "PR", "FO", "RT", "RO" denote profiles of the rolls for deformation during each pass).





*a* – scheme of shapes of “rolling mills” rolls; *b* – assembled “rolling mills” roll; *c* – the influence of normal strain on the force of deformation during cold “rolling” (*cr*) and drawing in the monolithic die (*dr*) of the wires with diameters: 12 mm (*a*), 8 mm (*b*) and 5,5 mm (*c*) [7]

Fig. 3. Production of the wire for the reinforcement in the line of the mill of cold “rolling”, model of mill is LTP [7]

Rolls are located sequentially one after the other in the direction of the drawing and these rolls provide value of normal strain up to 22 % during one pass in the two groups of rolls. At the same time in the line of the mill of cold “rolling” the huge blocks of rolling draw plates (table 2) defining the narrow specialization of the mill are used. Consequently, the application of these technological lines of production of cold-deformed wire for the reinforcement (fig. 4) may be affective only in the conditions of mass certified production and stable sales markets. Both the first and second conditions of the usage of lines of cold “rolling” require significant investments at metalwork enterprises of Ukraine. At the same time the standard ISO 10544 provides the possibility of acceptance of products supplied by lots with normalized methods of testing depending on the volume of supplied products [9-11], which expands the technological possibilities of organizing of production of the cold-deformed wire for the reinforcement in small lots and with wide range of dimensions in a small-scale production using universal designs of cages of rolling draw plates.

The design of rolling cage with small rolls of the «DIV» series [12,13] was developed due to the implementation of the supporting rolls of the different sizes (table 3) taking into account the worldwide trend in the usage of rolling cages with supporting rolls that provide the reduction of diameter of the working tools. The small dimensions of the cage and the advantages of the rolls of the small diameter provide reduction of the normal strain along the width of the stock in the working rolls.

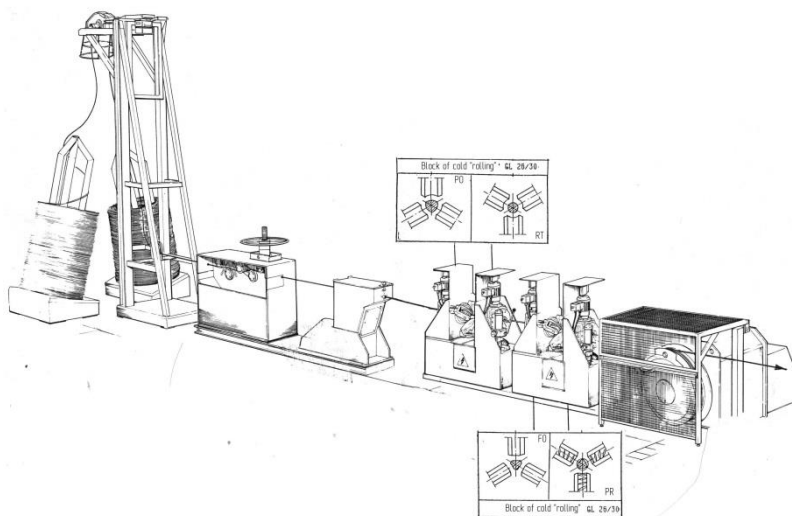


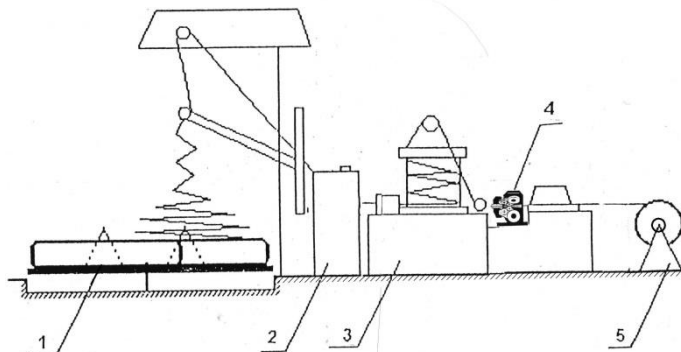
Fig.4. Production line of wire for the reinforcement LTP SYSTEM

Table 3.

A technical characteristic of the rolling draw plates of the «DIV» series

Indicators	DIV-6v- 40/130	DIV-9v- 31/115
Number of working rolls, pieces	2	3
Supporting diameter of working rolls, mm	40	31
Number of supporting rolls, pieces	4	6
Diameter of supporting rolls, mm	40/130	31/115
Distance between the base of the cage and axis of drawing, mm	182	182
Dimensions of the cage: width (B), mm	290	300
height (H), mm	380	480
length (L), mm	280	280
Mass of the cage, kg	45	35

It also leads to the enlargement of the height of the rib on the external surface of the wire for the reinforcement during the deformation of the stock. The technology of production of ribbed wire with three rows on the external surface of the cold-deformed wire for the reinforcement made of round stock (fig. 4) was developed due to it. The results of testing of the produced wire are given in the table 4.



1 – uncoiler, 2 – discaler, 3 – section of drawing, 4 – cage for the shaping, 5 – coiler of the finished product

Fig. 4. Scheme of the process of drawing of ribbed wire with diameter of 5 mm and with three rows in the cage with rolling die «DIV-9v-31/115»<sup>1</sup>

### Conclusions

Technology of production of the wire for the reinforcement produced in accordance with the requirements of ISO 10544 using the new rolling draw plates with the supporting rolls of the small size considerably does not differ from the technology of the production of the wire for the reinforcement of the Vr-1 class and it does not require additional investments for the production in the accordance with the requirements of the standards of the countries that determine the price policy in the World Market of the cold-deformed wire for the reinforcement.

### References

1. ISO 10544:1992. Drit staleviy holodnotyanutiy dlya armuvannya betonu ta vigotovlennya stalevih sitok. [Cold-reduced steel wire for the reinforcement of concrete and the production of welded fabric]. – 16p.
2. GOST 6727-80. Provoloka iz nizkouglerodistoy stali dlya armirovaniya zhelezobetonnih konstruksiy. [Cold-drawn low carbon steel wire for reinforced concrete. Specifications]. – [It acts starting from 1980-05-15]. – M.: Standards publishing department, 1980. – 6 p. – (Standard acts in some countries).
3. DIN 488-4-1986. Stal, armaturna, sitka staleva armaturna i drit, konstruksiya, rozmiri i massa. [Reinforcing steel; reinforcing steel fabric and wire; design, dimensions and masses]. – 12p.
4. BS 4482:2005. Steel wire for the reinforcement of concrete products. Specification. – 30 p.

---

<sup>1</sup> During production of the wire for reinforcement in the accordance with ISO 10544 with two rows it is applied cages «DIV-6v».

Table 4

Comparison of physical and mechanical properties of the wire from experimental lots and parameters in the accordance with different standards [14]

Name\ Properties	Samples made in the cage DIV-6v- 40/130	USA standard ASTM A 496-78	British standard BS 4482:1985	ISO 10544	Samples made in the cage DIV -9v- 31/118	Standard of Germany DIN 488	Standard of France NF A35- 019-1984
Number of rows	2	2	2	2,3	3	3	3
Nominal diameter $d_n$ , mm	6,0	2,87-15,95	5-12	4,0-16,0	5.0	4,0-12,0	4,0-16,0
Proof strength $R_{po}$ , N/mm <sup>2</sup>	510	>485	>460	>500	580	>500	>500
Tensile strength $R_m$ , N/mm <sup>2</sup>	555	>552	>510	>550	645	>550	>550
Elongation, %	$A_5 = 13,3$			$A_5 > 12,0$	$A_{100} = 3,3$ $A_5 = 12,0$	$A_{10} > 8.0$	$(A_5 > 12)$ $A_{10} > 8.0$

5. ASTM A496/A496M-07. Standard specification for steel wire, deformed, for concrete reinforcement. – 6p.

6. NF A35-019-1-1996. Concrete reinforcing steels. Reinforcing steels made of weldable indented wires. Part 1. Bars and coils. – 14p.

7. O provedenii edinoy tehniceskoy politiki pri proizvodstve i primenenii armature iz nizkouglerodistih staley. [About the implementation of unified technical policy during production and implementation of wire for reinforcement made of low carbon steels] / Bolshakov V.I. [and the others] // Proceedings of the International conference “Starodubov Readings”, Prydniprovs’ka State Academy of Civil Engineering and Architecture. – 1997. – № 4. – p. 101.

8. Saro D. Tehnologiya proizvodstva holodnokatannoy provoloki dlya armirovaniya zhelezobetonnykh konstruktsiy. [Technology of the production of the cold-rolled wire for the reinforcement of the reinforced concrete] / D. Saro, V.V. Bitkov // Steel. – 1994. – № 8. – pp. 60–64.

9. O realizatsii trebovaniy ISO 10544 i nekotorykh natsionalnykh standartov k testirovaniyu geometricheskikh parametrov armaturnoy provoloki [About the implementation of requirements of ISO 10544 and some national standards to the testing of geometrical parameters of wire for reinforcement] / V.I. Bolshakov [and the others] // Scientific and international magazine MTOM, Prydniprovs’ka State Academy of Civil Engineering and Architecture. – 1999. – № 4. – pp. 20–31.

10. O realizatsii trebovaniy ISO 10544 i nekotorykh natsionalnykh standartov k testirovaniyu armaturnoy provoloki na svarivayemost [About the implementation of requirements of ISO 10544 and some national standards to the testing of weldability of wire for reinforcement] / V.I. Bolshakov [and the others] // Metal and casting of Ukraine. – 2000. – № 3. – pp. 34–37.

11. O realizatsii trebovaniy ISO 10544 i nekotorykh natsionalnykh standartov k testirovaniyu mekhanicheskikh svoystv armaturnoy provoloki [About the implementation of requirements of ISO 10544 and some national standards to the testing of mechanical properties of wire for reinforcement] / V.I. Bolshakov [and the others] // Scientific and international magazine MTOM, Prydniprovs’ka State Academy of Civil Engineering and Architecture. – 2000. – № 3(10). – pp. 37–44.

12. Patent № 2074 Ukraine. Klit rolikovoyi voloki “DIV-6v” [Cage of rolling die “DIV-6v”] / I.V. Dobrov; Applicant and patent holder is I.V. Dobrov. – № 4943192; it was applied on 10.06.1991; it was published on 26.12.1994, Bulletin № 5. – 5 p.

13. Patent № 2075 Ukraine. Klit rolikovoyi voloki “DIV-Nv”. [Cage of rolling die “DIV-Nv”] / I.V. Dobrov; Applicant and patent holder is I.V. Dobrov. – № 5000610; it was applied on 30.07.1991; it was published on 26.12.1994, Bulletin № 5. – 5 p.

14. Bolshakov V.I. Kompleksniy podhod k resheniyu zadach osvoeniya proizvodstva armaturnoy provoloki, sootvetsvuyuchey trebovaniyam ISO 10544 (Soobsheniye 1) [The complex method of solving of tasks of development of production of reinforcing wire in the accordance with requirements of ISO 10544 (Report 1)] / V.I. Bolshakov, I.V. Dobrov // Rolled Products Manufacturing. – 2008. – № 11. – pp. 23–27.

## **СУЧАСНА АГРОНОМІЧНА ТРОСТИНА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

*Ванько В.М., д.т.н., Куць В.Р., к.т.н., Здеб В.Б., к.т.н.,  
НУ «Львівська політехніка», м. Львів*

На даний момент в Україні одним з перспективних напрямків підвищення врожайності сільськогосподарських культур вважається застосування новітніх технічних і технологічних засобів для моніторингу стану ґрунту, в якому здійснюється вирощування того чи іншого аграрного продукту. Відомо багато прикладів нових технічних пристроїв для вимірювання параметрів ґрунту, що характеризують його температуру, вологість, вміст корисних і шкідливих речовин, призначених для ефективного вирощування аграрного продукту, захисту від шкідників та наявних у ґрунті речовин, що мають місце через вплив навколишнього середовища і діяльність людини. Проте, ці пристрої, як правило, використовуються у стаціонарних умовах, потребують проб ґрунту, а часто – додаткового опрацювання отриманих даних для автоматизованих систем управління технологічними процесами у сільському господарстві. Раніше такі відомі пристрої, наприклад як агрономічна тростина, не забезпечували достатню достовірність даних, не відзначались надійністю, широкою функціональністю при застосуванні.

Нами розроблена модерна агрономічна тростина для контролю температури ґрунтів на поверхні та відповідних глибинах з метою визначення його стану перед посівною кампанією, під час вирощування агрокультури чи в умовах зберігання зібраного врожаю. Наша агрономічна тростина містить загострений штир із температурним сенсором DS18B12 (Dallas Semiconductor) [1], котрий може демонтовуватись від основної циліндричної частини і замінюватись на інший сенсор. У комплекті із цим конструктивом використовується вторинний вимірювальний перетворювач, що складається із однокристалного мікроконтролера ОМК, дворядкового рідкокристалічного табло РКТ та блока управління БУ. Для живлення агрономічної тростини вибрано набір акумуляторів типу ААА.

За допомогою даного пристрою користувач фіксує на вибраній ділянці поля температуру у ста точках, причому на кожній точці йдеться про поверхню ґрунту та глибини: 15 см і 30 см. Вибір таких глибин був здійснений для контролю температури у межах кореневої системи зернових культур, соняшника і подібних агрокультур. При цьому отримані дані відображаються на РКТ і запам'ятовуються у довготривалій пам'яті ОМК. Одночасно із значенням поточної температури на РКТ показуються номер точки відліку на полі, а також напруга живлення від акумуляторів. Наведено принципіальну схему вторинного вимірювального перетворювача

агрономічної тростини та її фотографію у вигляді остаточно зібраного пристрою.

Після проведення вимірювань вторинний вимірювальний перетворювач підключається до комп'ютера та ініціюється процедура передавання отриманої вимірювальної інформації у пам'ять комп'ютера. На підставі цих даних за допомогою спеціальної програми будується карта розподілу температури на досліджуваній ділянці поля. За виявленими нерівномірностями температури можна прогнозувати розміщення ґрунтових вод і шарів ґрунту з підвищеною вологістю.

На підставі аналізу отриманих даних може з'ясуватись ситуація, коли виникає потреба у додатковому дослідженні певної частини означеної ділянки поля. Тоді визначаються додаткові точки для моніторингу температури на цій частині ділянки поля, причому у разі необхідності можна розміщувати агрономічну тростину на глибину до 70 см. Після додаткових вимірювань будується окрема карта температур для вибраної частини ділянки поля, завдяки чому уточнюють стан ґрунту та фіксують найбільш зволожені/підсушені фрагменти ґрунту.

У перспективі планується застосування давачів/сенсорів, на основі яких можна було б вимірювати параметри ґрунту, що характеризуватимуть вміст добрив, пестицидних препаратів, шкідливих речовин (важких металів, нітратів, радіоактивних речовин) тощо. Одним з найпростіших з огляду на реалізацію міг би бути варіант адмітансного картографування ґрунтів, що дозволяє встановлювати рівні територіального розподілу мінеральних солей на посівних площах. А за реактивною складовою провідності можна оцінювати тип електролітів, що виявляються у ґрунті [2].

Ще одним варіантом використання розробленої агрономічної тростини є контроль температури зібраного зерна у відповідних сховищах, де за температурними змінами можна знаходити місця недостатнього просушування чи надмірного зволоження зерна, що призводитиме до псуття зібраної сировини.

### **Список літератури**

1. DS18B20 - однопроводный цифровой термометр с программируемым разрешением. <http://www.kosmodrom.com.ua/DS18B20>.
2. Столярчук П.Г. Засади створення кібер-фізичної системи управління органічним виробництвом / П.Г. Столярчук, В.М. Ванько, Т.З. Бубела // Збірник праць V Міжнар. наук.-практ. конф. «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандарти-заці і безпеки продовольства». Київ. – 2015. – С. 39-40.

## СУЧАСНІ МЕТОДИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

*Рясна О.В., ст. викладач, СНАУ, м. Суми*

Автоматизована система управління технологічними процесами представляє собою замкнуту систему, що забезпечує автоматизований збір і обробку інформації, необхідної для оптимізації управління технологічним об'єктом в відповідності з прийнятим критерієм, і реалізацію керуючих впливів на технологічний об'єкт. Технологічний об'єкт керування — це сукупність технологічного обладнання і реалізованого на ньому (за відповідними алгоритмами і регламентами) технологічного процесу. В залежності від рівня технологічним об'єктом управління можуть бути технологічні агрегати і установки, групи верстатів, окремі виробництва (цехи, ділянки), що реалізують самостійний технологічний процес.

В даний час такі системи являють собою об'єкт активних теоретичних досліджень. Дослідники, використовуючи новий технологічний рівень, повернулися до створення моделей комплексної автоматизації процесів, виробництв і виробничих структур. Єдині відкриті обчислювальні системи дозволяють управляти розподіленими децентралізованими еволюційними структурами з обмеженою взаємодією, здатними підтримувати в міру потреб механізм налагодження нових зв'язків чи поглиблювати їх взаємодію. Всі необхідні апаратні засоби для таких систем вже створені або легко можуть бути створені. Активно розробляється для цих цілей системо-незалежне програмне забезпечення. Головна проблема полягає у створенні системи протоколів функціонування мережі. Якщо рішення завдань бухгалтерських, маркетингових та інших офісних додатків успішно вирішується за допомогою локальних комп'ютерних мереж, то привнесення в цю мережу задач АСУТП пред'являє нові вимоги до її функціонування: можливість роботи в режимі реального часу, максимальний пріоритет при роботі з об'єктом управління, надійність протоколів зв'язку з об'єктами і самотестування системи на предмет втрати зв'язку з контрольованим процесом.

Напрацьовані типові схеми, схемні та програмні рішення, використовуючи які розробники навіть не акцентують увагу на тому, що вони створюють АСУТП, - просто вирішуються поточні завдання управління обладнанням або процесом. Це свідчить про те, що автоматизація вже досягла того ступеня буденності, що і, наприклад, електрифікація.

Сучасні технологічні процеси постійно ускладнюються, а агрегати, які реалізують їх, стають все більш потужними. Наприклад, в енергетиці діють енергоблоки потужністю 1000-1500 МВт, установки первинної переробки нафти пропускають до 6 млн. т сировини на рік, працюють доменні печі об'ємом 3,5-5 тис. м<sup>3</sup>, створюються гнучко перебудовувані виробничі системи. Людина не може встежити за роботою таких агрегатів і



технологічних комплексів, і тоді на допомогу йому приходить АСУ ТП. В АСУ ТП, які дають найбільший соціальний та економічний ефект, за роботою технологічного комплексу стежать численні датчики-прилади, що змінюють параметри технологічного процесу (наприклад, температуру і товщину прокатного металевго листа), контролюючи стан обладнання (наприклад, температуру підшипників турбіни) або визначають склад вихідних матеріалів і готового продукту. Таких приладів в одній системі може бути від декількох десятків до декількох тисяч.

Датчики постійно видають сигнали, що змінюються в відповідності з вимірюваним параметром (аналогові сигнали), пристрій зв'язку з об'єктом (ПЗО) комп'ютера. Тому, сигнали перетворюються в цифрову форму і потім по певній програмі обробляються обчислювальною машиною. Комп'ютер порівнює отриману від датчиків інформацію з заданими результатами роботи агрегату і виробляє керуючі сигнали, які через іншу частину ПЗО надходять на регулюючі органи агрегату. Наприклад, якщо датчики подали сигнал, що лист прокатного стану виходить товщий, ніж вказано, то ЕОМ обчислить, на яку відстань потрібно зрушити валки прокатного стану і подасть відповідний сигнал на виконавчий механізм, який перемістить валки на необхідну відстань.

Реалізація цілей в конкретних АСУ ТП досягається виконанням у них певної послідовності операцій і обчислювальних процедур, значною мірою типових за своїм складом і тому об'єднуються в комплекс типових функцій:

- вимірювання фізичних сигналів,
- параметрів;
- контроль функціонування технічних і програмних засобів;
- формування завдань управління;
- реалізація управління і т. п.

Функції АСУ ТП поділяються на керуючі, інформаційні та допоміжні. До керуючих функцій належать регулювання (стабілізація) окремих технологічних змінних, логічне керування операціями або апаратами, адаптивне управління об'єктом у цілому. Інформаційні функції — це функції системи, змістом яких є збір, обробка і подання інформації для подальшої обробки. Допоміжні функції, полягають у забезпеченні контролю за станом функціонування технічних і програмних засобів системи.

Кожен етап розвитку технічних засобів виробництва характеризується певним рівнем розвитку технології. У свою чергу, кожен рівень розвитку технології визначає відповідний рівень автоматизації технологічних і виробничих процесів, що реалізуються системою управління. Автоматизована система управління технологічними процесами як компонент загальної системи управління промисловим підприємством призначена для цілеспрямованого ведення технологічних процесів і забезпечення суміжних і вищестоящих систем управління оперативною та достовірною інформацією.

## ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

*Рясна О.В., ст. викладач кафедри ЕС в АПК та фізики СНАУ*

Одним з основних умов технічного прогресу є постійне розширення та оновлення номенклатури продукції, що випускається, а однією з головних вимог до сучасного виробництва — забезпечення можливості проектування, створення і освоєння нової високоякісної продукції в найкоротші терміни при мінімальних витратах. Виконання цих вимог не можливо без великомасштабної автоматизації на основі ЕОМ, для реалізації якої необхідний корінний перегляд організаційно-економічних і технологічних характеристик виробничої діяльності в напрямку створення динамічних і інтенсивних форм виробництва. Головною особливістю вирішення проблеми інтенсифікації є те, що проводиться не інтенсифікація фізичної праці, яка практично вичерпала себе, а інтенсифікація практично необмеженої інтелектуальної праці людини, що використовує широкі можливості сучасних ЕОМ.

Основною стратегією щодо проведення великих заходів по вдосконаленню технічної і технологічної бази промисловості, а також впровадження нових методів організації виробництва є широке використання систем автоматизованого проектування у всіх сферах проектування і виробництва та створення промислової робототехніки і гнучких автоматизованих виробничих систем, в яких сучасні засоби обчислювальної техніки займають у функціональному відношенні центральне місце.

Успіхи, досягнуті в останні роки в області мікроелектроніки, відкрили принципово нові можливості для здійснення високоефективної автоматизації виробничих процесів, проектно-конструкторських і науково-дослідних робіт. Широке впровадження міні - і мікро-ЕОМ з різноманітним сучасним периферійним обладнанням дозволило створити системи розподіленої обробки інформації, на основі яких будуються інтегровані системи управління. Автоматизація проектування входить невід'ємною складовою частиною у пріоритетні напрями науково-технічного прогресу. Від успіхів у створенні і розвитку САПР багато в чому залежать можливості і терміни розробки зразків нової техніки, впровадження інтегрованих автоматизованих виробництв, зростання продуктивності праці інженерно-технічних працівників, зайнятих проектуванням.

При побудові нових об'єктів по заданому опису неіснуючого об'єкта виконується його матеріалізація у працездатну надійну конструкцію. Проектування — це процес створення опису, необхідного для побудови у визначених умовах ще не існуючого об'єкта, на основі первинного опису цього об'єкта. Процес створення опису нового об'єкта може виконуватися автоматизовано і неавтоматизовано.

При створенні нових об'єктів виділяють наступні етапи:

етап науково-дослідних робіт. Об'єднує стадії: передпроектне дослідження, технічне завдання та частина технічної пропозиції. Тут проводять дослідження з пошуку нових принципів функціонування нових структур, фізичних процесів, нової елементної бази, технічних засобів тощо; етап дослідно-конструкторських робіт. Включає стадії: частина технічної пропозиції, ескізний проект, технічний проект. Тут відображаються питання детального конструкторського опрацювання проекту; етап робочого проектування. Об'єднує стадії: робочий проект, виготовлення, налагодження і випробування, введення в дію. Тут опрацьовуються схемні, конструкторські і технологічні рішення, проводяться випробування, виготовлення.

Розподіл робіт між підрозділами проводиться з використанням блочно-ієрархічного підходу до проектування. Цей підхід заснований на структуруванні описів об'єкту з поділом описів на ряд ієрархічних рівнів за ступенем детальності відображення в них властивостей об'єкта та його частин. Рівні проектування можна виділяти не тільки за ступенем подробиці відображення властивостей об'єкта, але і за характером відбиваних властивостей. Якщо в першому випадку рівні називають горизонтальними, або ієрархічними, то в другому — вертикальними, або аспектами.

Методологія блочно-ієрархічного підходу базується на трьох концепціях: розбиття і локальна оптимізація; абстрагування; повторюваність. Розбивка дозволяє складну задачу проектування об'єкта звести до вирішення більш простих завдань з урахуванням взаємодій між ними. Локальна оптимізація передбачає поліпшення параметрів всередині кожної простої задачі. Абстрагування полягає в побудові формальних математичних моделей, які відображають лише значимі в даних умовах властивості об'єктів. Повторюваність полягає у використанні наявного досвіду проектування.

Роль САПР в автоматизації виробництва не обмежується функціями автоматизації конструювання і технологічної підготовки виробництва. Не менш важливе завдання САПР — проектування самих автоматизованих виробництв, включаючи проектування робототехнічних комплексів, технологічного обладнання, їх компонування, розміщення і т. п. Для цього в САПР повинні бути потужні засоби імітаційного моделювання роботи виробничих ліній, дільниць і цехів, засоби синтезу та аналізу об'єктів з фізично різнорідними елементами (роботами, маніпуляторами, технологічними апаратами; інструментальні засоби проектування програмного забезпечення; засоби розробки обчислювальних мереж та ін).

У більшості САПР проект створюється на основі типових проектних процедур, типових проектних рішень, типових елементів проекту. Цей підхід цілком прийнятний для систем управління, але при наявності добре організованої бази даних інтегрованої інформаційної основи. Таким чином, ефективність застосування технологій САПР в системах управління визначається, насамперед, ступенем інтеграції інформаційної основи.

# Тематичний напрям

## Технології



### 3D PRINTING OF NANOINKS BASED ON THE METAL AND SEMICONDUCTOR NANOPARTICLES

*Dobrozhan O.A., PhD student; Salohub A.O., student;  
Znamenshchykov Y.V., j.s.r.; Kononov O.K., student; Opanasyuk A.S., professor  
Sumy State University, Sumy*

Nowadays, we observe the transition for creation of the domestic and industry objects from the traditional methods involving the assembling of the different parts obtained by cutting, molding or otherwise to the additive manufacturing which refers to the object formation by using a layer-by-layer deposition of the versatile materials (metals, plastics, glasses, and so on) in the one 3D printing technological process. In the electronics, the attention should be given to the especially perspective technology, that is 3D ink printing of inks based on the metal nanoparticles (Ag, Cu, Sn) to obtain the printed circuit boards, charge-collecting contacts of thin-film solar cells and its connections with the external loads. Moreover, the inks based on the semiconductor materials ( $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ , ZnO) are the promising for the use in the sensitive elements of photoconverters, thermoelectric generators, transparent electronics, gas sensors, and touchpads.

In comparison to the traditional chemical methods (etching) for the creation of electrical circuits, sensitive elements in the devices of optoelectronics, sensorics and thermoelectrics, 3D printing ink technology is the low-cost method which allows to print the objects/elements with the desired forms and dimensions in short time period. With the goal of the formation of such elements, we have modified the earlier assembled 3D printer by the replacement of the standard printing head with one that allows the ink printing on substrates of different types. The majority of components for the new head were printed by using the standard 3D printer.

In this work, the Ag, Sn, Cu, ZnO,  $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$  nanoparticles with the hydrophilic ligands, such as polyvinylpyrrolidone, ethylene glycol, sulfur ions were synthesized by the colloidal technique. The inks were developed by the placing of synthesized colloidal nanoparticles in the matrix of high molecular weight synthetic polymer, polyvinyl alcohol. Furthermore, the morphological (shape and size), structural (phase composition, coherent scattering domain size) and optical (absorption coefficient, optical density, band gap) properties of the synthesized materials were investigated. The choice of high molecular weight polymer and ligands is allowed us both to use the water as an environmentally friendly solvent and to apply the low annealing temperatures,  $T_a < 523$  K, needed to get rid of unwanted chemical substances.

The possibility to control the mass weight of nanoparticles in the high molecular weight matrix opens the ways for the altering of physical-chemical properties of inks and functional properties of 3D printed objects.

## ENSURING RELIABILITY OF COMPLEX SYSTEMS BY OPTIZATION OF TIME TECHNOLOGICAL CHAINS

*Konoplianchenko Ie., Ph.D, Assoc. Prof., Kolodnenko V., SNAU, Sumy*

In modern industrial conditions different operations are carried out in different conditions, and consequently, with their various duration. Operation synchronization at large engineering distinction of producing items is especially difficult and in many cases even impossible. At different duration each pair of adjacent operations absorbs or accumulates stock, if it is not available item storage or equipment standstill will be observed. Stock storage needs interpreting stores. However, store using essentially contradicts the requirement of manufacture continuity because the industrial areas and production cycle duration increase.

Time of running a production process is production cycle characterized by length of, idle time values of equipment and wait time of parts in the production. All three features, in particularities two last, powerfully hang from the value of maximum length of one of the operations, from average length of all operations and from degrees of asynchronous length of operations. Changing an organization of moving the products during constantly brings about one and same results: changes a total idle time values of equipment, changes duration of production cycle, and changes a total wait time of items that brings about work-in process change. The analysis of time structures of technological processes has allowed choosing typical structures, which are appropriate to various kinds of specialization of manufacture. The interrelation of time, reliability and cost parameters is considered and the ways of optimization of time technological chains are specified.

Our team is designed standard time structures. This structure-modules are programmed on the certain economic effect, which value depends on amounts of production restrictions and spectrum to realization a structure on the concrete enterprise. Elements are presented by mathematical models, for the determination of output parameters which designed in algorithm and software. Using these modulas possible to decide a direct problem. To lead a rational technological system building, on output which it is necessary to get a given economic effect. As well as decide inverse problem to define a potential of existing structure and indicate ways of optimization. For rational organization of production must together assess the impact of all the process time elements, economic performance and reliability of operation, due to the effects of minimization.

The practical significance of the results is that the method of synthesis of rational choices assembly of technological processes, allowing production in preparation categorize existing time structures options and to determine through rational designed algorithm. Using mathematical models of equipment downtime and inter-operation time lying on the basis of standard time structures, there is the ability to predict the effect of the operation of the building system under real production conditions, taking into account the dynamics of the process of drafting.

## **APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY IN MECHANICAL ENGINEERING**

*Skoblo T.S., Dr.T.Sc, Romanyuk S.P., Ph.D., Maltsev T.V., graduate student  
Kharkov Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv*

New technological processes of hardening using nanotechnology have been developed, tested and used in the manufacture. In this case, an integrated approach is used in the study, which included constructive solutions at hardening, application of nano- and micro-sized coatings, the choice of material and processing technology.

New technologies of hardening are effective for work in friction, corrosion and fatigue conditions.

Depending on the requirements of the use conditions of parts, hardening by compositions of WC, TiN, CrN, and layer-application of CrN + TiN coatings, or just TiN, was carried out. For this purpose, vacuum plasma or ion-plasma technology has been used. In the processing, the level of achieved stress was evaluated by magnetic non-destructive control by the coercive force. Based on these measurements recommendations for the use of natural aging or heat treatment (low-temperature tempering) are given.

The following problems are solved by theoretical, experimental and industrial tests. The thin-walled tool for processing nuts in the confectionery industry (knives 75 mm of diameter, 0.64 mm of thickness and 0.1mm of cutting edge), when applied nanosized coating on the one its side completely prepared the tool for work, was hardened by applying stiffeners perpendicularly to cutting edge or completely the entire surface. Regardless of the coatings application method, the problems of fatigue strength and corrosion resistance improving of the tool were solved. In addition, the resistance when applying the nanocoatings is increased in 6-50 times in depending on the method and material of hardening, while application the multilayer coatings - up to 210 times. Moreover, during operation it doesn't require to repair the tool due to its self-sharpening on the other side.

Multi-layer nanocoating of various CrN + TiN compositions is used for piston rings of locomotive diesel engines. It is found that the efficiency of such composition is determined by the operating conditions and depended on more solid TiN component. The recommendations for its share in the coating, that depending on the speed of sliding, are given. The resistance of the hardened rings is increased in 15-47 times.

For evaluation formed properties during application nanocoatings and enhancing their operational stability, a new approach for determining the structure and degradation by optic-mathematical method, that allows to adjust the type of coating, its thickness and stability of the hardening process, has been developed and used.

The innovative technologies are protected by six patents of Ukraine.

## **IMPLEMENTATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR THE COMPLEX DEVELOPMENT OF BUILDINGS AND STRUCTURES BY MEANS OF 3D PRINTING**

*Smirnov V. A., assistant; Varukha D. O., B.Sc.; Pavlenko I. V., Ph.D.;  
Liaposhchenko O. O., D.Sc., Sumy State University, Sumy, Ukraine*

An uninterrupted movement towards the implementation of the basic principles of the 4<sup>th</sup> industrial revolution, well-known as “Industry 4.0” [1], requires an application of 3D printing to create buildings and structures that fundamentally changes our traditional viewpoint.

3D printing technology has appeared due to the development of digital technologies in the field of the design, simulation, calculations and mechanical processing and has acquired an explosive nature. Modern 3D printing technology as additive one is widely used in the field of material production. It represents the process of building physical objects (parts) by means of layer-by-layer deposition. In this case all stages of the project from the idea to realization are in the same technological line, and all the operations are implemented in a digital form. This means a real transition to paperless technologies, when manufacturing parts do not need to create the traditional drawing documentation.

Additive technologies permanently cover new areas of human activities, one of which is the creation of buildings and architectural structures by means of 3D printing [2]. These technologies allow building new areas in record time by creating streets and districts in a few months. The process requires significantly less financial costs unlike traditional techniques and occurs with using modern materials, such as fast hardening concrete, as well as due to conditions of the significant waste reduction, intensification of the manufacturing process, individualization of the product, accelerating the implementation of brand-new ideas, possibility of processing the parts of ultra-high complexity with relative easiness of personnel training. It essentially accelerates the building process and allows creating enough strong and reliable designs [3, 4]. Some models of 3D printers are capable to build not only concrete designs, but also to lay all the necessary communications (electrical wiring, pipeline, gas equipment, etc.). This technology can be applied for the creation of budget buildings or designs in the areas of natural disasters in a short time without using a large number of workforces.

The building principle is very simple [5–7]: the specially prepared viscous concrete mixture is filled into 3D printer, and then layer-by-layer deposition is realized due to the extrusion. Lower layers of concrete are compressed, which gives the strength of created designs. Workers only insert the metal rebar between walls for reinforcing concrete bars. This technology significantly reduces building terms and cheapens the process. One of the advantages is the possibility of partial using the industrial waste as a construction material.



Using 3D printing for building involves a wide range of problems, which are located in different fields, such as technologies of building materials, equipment and software, the solution of which allow to take a leading position in the global construction industry [6]. Despite the fact that the construction industry is conservative behind of terms for using 3D printing in another industries, the elimination of conventional concepts in the construction field is occurred in the global real estate market and construction services, as well as advanced directions are focused precisely on additive technologies. Thus, the available space in the market of building 3D printing progressively occupy such innovative companies as Winsan (China), which is represented “Office of the future” (2016, Dubai, UAE), Total Kustom (USA), which realized the project “Lewis Grand Hotel” (Philippines), as well as Specavia (Russian Federation), Monolite (UK), DUS architectural company, and WASP with the project of environmentally friendly village with low energy consumptions [8]. As a result, building additive technologies can be classified as green technologies due to the almost waste-free production [9].

### References

1. Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. *World Economic Forum, New York*, 192.
2. Permiakov, M. B., Permiakov, A. F., Davydova, A. M. (2017). Additivnyye tekhnologii v stroitel'stve [Additive technologies in construction]. *European Research*, Issue 1, 14–15 [in Russian].
3. Kwartalnov, S. V., Makulov, V. V. (2016). 3D pechat' v stroitel'stve [3D printing in construction]. *European Science*, Issue 7, 10–11 [in Russian].
4. Litovko, V. S. (2015). Vozmozhnosti ispol'zovaniya tekhnologiy 3D pechati v arkhitekture i stroitel'stve. Perspektivy primeneniya 4D prototipirovaniya v adaptivnoy arkhitekture [The possibilities of using 3D printing technologies in architecture and construction. Prospects for 4D prototyping in the adaptive architecture]. *Scientific bulletin of construction*, Issue 2, 57–60 [in Ukrainian].
5. Lei, F., Xu, Q., Zhang, G. (2017). Machinery, materials science and engineering applications. *Wuhan, CRC Press*.
6. NIIR Board of Consultants & Engineers (2017). Handbook on printing technology. *Asia Pacific Business Press*.
7. Pylypenko, O. S., Varukha, D. O., Smyrnov, V. A. (2017). Analiz metodiv ta obladnannya dlya 3D druku budivel' [Analysis methods and equipment for 3D printing of buildings]. *Modern technologies in industrial production, Sumy, Sumy State University*, Part 1, 91 [in Ukrainian].
8. Vanin, N. I., Chumadova, L. I., Goncharov, I. S. et al. (2017). 3D pechat' v stroitel'stve [3D printing in construction]. *Construction of unique buildings and structures*, Issue 1 (52), 27–46 [in Russian].
9. Kao, J., Sung, W.-P., Chen, R. (2015). Green building, materials and civil engineering. *CRC Press*.

## РОТАЦІЙНА РОЗДАЧА СПЕЦІАЛЬНИМ ІНСТРУМЕНТОМ ГРАНОВАНИХ РОЗТРУБІВ НА ТОРЦЯХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ТРУБ

*Аніщенко О.С., к.т.н., доц., ДВНЗ «ПДТУ»*

Виготовлення 4- і 6-гранованих розтрубів на торцях циліндричних трубних заготовок в умовах дрібносерійного виробництва доцільно ротаційним деформуванням кінців труб спеціальним інструментом, що має в перерізі форму трикутника Рьоло або сочевиці (двохкутника). Інструмент обкатує внутрішню поверхню розтруба, обертаючись навколо центру перерізу  $O_1$ , віддаленого від осі труби на відстань  $e$  і, в свою чергу, обертається навколо неї по колу радіуса  $r = e$ . Кутіві швидкості обертання центра  $O_1$  навколо осі труби та інструменту навколо центра  $O_1$  (відповідно  $\omega_1$  і  $\omega_2$ ) пов'язані формулою  $\omega_1/\omega_2 = 1 - n/m$  ( $n$  і  $m$  – число граней в перерізі відповідно розтруба та інструменту). Технологія та пристрої ротаційній роздачі гранованих розтрубів передбачають відносне обертання труби та інструменту як одночасно, так і окремо з використанням токарних верстатів або планетарних механізмів перетворення обертання.

Точність утворення  $n$ -гранованого контуру перерізу розтруба визначається можливістю підтримки точного співвідношення швидкостей  $\omega_1$  і  $\omega_2$ , відсутністю радіального биття інструменту на верстаті, пластичними властивостями матеріалу труби. Однак у будь-якому випадку суміжні поверхні сторін розтруба будуть характеризуватися певним радіусом сполучення.

Виготовлення призматичних або конусоподібних інструментів з вищенаведеними формами перерізу має певні складності. У зв'язку з цим була вивчена технологія ротаційній роздачі 4-гранованих розтрубів за допомогою інструмента, що має в поперечному перерізі форму однокутника. Таким однокутником є контур падаючої краплі. Наявність однієї оброблюваної поверхні, що обробляється, замість двох (у сочевиці) і трьох (у трикутника Рьоло) і той факт, що значна частина контуру є колом, обумовлює зниження трудомісткості виготовлення інструменту.

Наведене вище співвідношення  $\omega_1$  і  $\omega_2$  вимагає для роздачі «краплею» 4-гранованого розтруба співвідношення  $\omega_1/\omega_2 = -3$ , тобто обертання центра  $O_1$  навколо осі труби повинно бути в три рази швидшим, ніж обертання інструменту навколо центра  $O_1$ , причому ці обертання повинні відбуватися в протилежних напрямках.

Було виявлено, що радіус сполучення суміжних поверхонь розтруба, крім вищезгаданих факторів, пропорційно залежить від радіуса  $r$ , а для досягнення мінімуму цього радіусу слід використовувати «краплі» з габаритними розмірами, максимально наближеними до розмірів перерізу розтруба.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОІСКРОВОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ СТАЛЕВИХ ВИРОБІВ**

*Гапонова О.П., к.т.н., доцент кафедри прикладного матеріалознавства та  
ТКМ СумДУ*

Більшість відмов механізмів машин відбувається в результаті поверхневого руйнування і, в першу чергу, від зношування. Дослідження в області тертя, зношування, зносостійкості і принципово нових типів матеріалів служать передумовою для створення на цій основі нових способів і технологій, спрямованих на кардинальне вирішення питань збільшення довговічності швидкозношуваних деталей.

Нанесення зносостійких покриттів на робочі поверхні деталей машин є одним із шляхів підвищення їх працездатності і захисту контактних поверхонь від інтенсивного зносу.

Вибір конкретного покриття визначається балансом результатів і витрат, тобто співвідношенням між поліпшенням експлуатаційних характеристик деталі і вартістю нанесення відповідного покриття.

Сучасні технології нанесення покриттів мають численні методи зміни фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей металевих поверхонь в заданому напрямку, кожен з яких має свої оптимальні галузі застосування. До одного з таких методів зміцнення і нанесення захисних покриттів відноситься електроіскрове легування (ЕІЛ). До його переваг відносяться: можливість нанесення на оброблювану поверхню компактным електродом будь-яких струмопровідних матеріалів; висока міцність зчеплення шару, що наноситься, з матеріалом основи; низька енергоємність процесу; простота здійснення технологічних операцій і т.д. [1, 2].

Однак для методу електроіскрового легування недостатньо повно вивчені явища, які супроводжують перебіг електроіскрового процесу, немає оцінки ступеня їх впливу на формування структури. Мало вивчені особливості структуроутворення шарів залежно від параметрів процесу, електродних матеріалів, адже процеси структуроутворення безпосередньо визначають якісні характеристики змінених шарів [3].

У працях Б. Р. Лазаренко і Н. І. Лазаренко, А. Є. Гітлевича, В. В. Михайлова, В. Б. Тарельника та багатьох інших зазначалося, що властивості поверхневого шару істотно змінюються при ЕІЛ порівняно з покриттями, отриманими традиційними способами нанесення. Для простоти вивчення шару дослідники розбивають його на зони: 1 – «білий» шар; 2 – перехідний шар; 3 – незмінений матеріал заготовки, основа. Вважається, що в «білому» шарі спостерігаються основні хіміко-термічні перетворення, перехідний шар включає в себе зону термічного впливу і дифузійну зону, під якою знаходиться незмінений матеріал виробу (катада). Автори вважають, розподіл зон залежить від матеріалу основи і режимів електроіскрового легування.

Основною проблемою процесу ЕІЛ є вибір матеріалу легуючого електрода. Складність полягає в необхідності врахування багатьох факторів, що впливають на формування шару при ЕІЛ: твердофазної складової ерозії, фізико-хімічної взаємодії матеріалів електродів, утворення вторинної структури на робочій поверхні анода, зворотного масопереносу, схоплювання електродів, що в сукупності призводить до неаддитивності процесів ерозії і формування легованого шару[2, 4].

Вибір і створення електродних матеріалів для ЕІЛ повинні здійснюватися з урахуванням експлуатаційних характеристик покриття і фізико-хімічної природи матеріалів. У зв'язку з цим, перспективним напрямком в області створення покриттів на деталях із залізвуглецевих сплавів зі спеціальними властивостями (жаростійкістю, корозійною стійкістю, зносостійкістю та ін.) може стати отримання комбінованими технологіями ЕІЛ комплексних покриттів, що характеризуються підвищеними експлуатаційними властивостями зміненого шару[1].

Номенклатура деталей, для яких застосовують нанесення покриттів методом ЕІЛ досить широка. Це різальний, штамповий інструмент, деталі машин (торцеві ущільнювачі, посадкові місця підшипників, робоча поверхня лопатки парової турбіни та інші), що працюють в екстремальних умовах[1, 5].

Отже, вирішення важливої народногосподарської проблеми – прогнозування і управління факторами, що забезпечують формування заданих властивостей поверхневих змінених шарів на металевих виробках, отриманих в результаті ЕІЛ, є актуальною задачею.

### Список літератури

1. Тарельник В.Б. Управление качеством поверхностных слоев деталей комбинированным электроэрозионным легированием / В. Б. Тарельник. – Суми: МакДен, 2002. – 323 с.
2. Верхотуров А.Д. Формирование поверхностного слоя при ЭИЛ / А. Д. Верхотуров. – Владивосток: Дальнаука, 1995. – 323 с.
3. Химухин С. Н. Структура и свойства металлов и сплавов при электроискровом воздействии: монография / С. Н. Химухин, Хосен Ри, Э. Х. Ри. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 127 с.
4. Гитлевич Л.Е. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревутский В.М. – Кишинев: Штинца, 1985. – 196 с.
5. Бурумкулов Ф.Х. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) / Ф.Х. Бурумкулов, П.П. Лезин, П.В. Сенин, В.И. Иванов, С.А. Величко, П.А. Ионов. – Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2003. – 504 с.

## **ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА**

*Дмитренко О.С., студент  
НТУ «ХПИ», г. Харьков*

В условиях интенсификации машиностроительного производства возникает задача построения оптимальных структур технологического процесса при условии максимального использования ресурсов технологического оборудования (ТО). Данная задача может быть решена при помощи учета структуры и параметров ТО, кинематики формообразования поверхностей на уровне рабочего хода, взаимного расположения поверхностей в пространстве.

При обработке массивов отверстий, ячеистых элементов, массивов однородных конструктивных элементов в корпусных деталях, деталях типа гидроблок, аппарат направляющий в условиях автоматизированного производства существует зависимость порядка обхода элементов и величины вспомогательного времени. Современные САМ-системы разрешают проблему обхода массива однородных элементов путем нахождения кратчайшего пути обхода всех элементов. Однако данная задача решается исключительно в пределах одной плоскости и не оценивается положение элементов на технологически несопряженных поверхностях. Использование подобного подхода обеспечивает формирование оптимальной структуры технологического перехода, если элементы лежат на одной поверхности и для перемещения задействован лишь один исполнительный механизм.

Для проектирования оптимальной траектории перемещения инструмента при обработке массива элементов, которые находятся на разных технологически не сопряженных поверхностях, предлагается осуществлять поиск оптимального пути исходя из времени необходимого для перехода между текущим и следующим элементами массива. Решение данной задачи представляет собой построение сети типа «каждый с каждым», где вершинами графа являются элементы массива конструктивных элементов детали, а ребрами графа является время, необходимое на переход между текущим состоянием и следующим. Определение веса ребра подразумевает определение и формализацию структуры и параметров ТО. Исходя из структуры и параметров системы, имеется возможность определения элементарных движения, активных исполнительных механизмов и их параметров. Данные параметры позволяют построить оптимальную траекторию перемещения для определенных граничных условий (положение начальной точки, структура и параметры ТО). Применение данной методики позволяет формировать технологические переходы с минимальной величиной вспомогательного времени при обработке многоэлементных однородных массивов конструктивных элементов деталей в условиях использования автоматизированного оборудования.

## ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ РОЗ'ЄМНОГО З'ЄДНАННЯ В ДЕТАЛЯХ З АРМОВАНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

А.Ю. Довгополов<sup>1</sup>, аспірант; С.С. Некрасов<sup>1</sup>, канд. техн. наук;

<sup>1</sup> Сумський державний університет

Сучасні підприємства виготовляють продукцію цивільного і спеціального призначення для авіаційної і ракетно-космічної галузі. Розвиток цієї наукомісткої техніки нерозривно пов'язаний з розробкою нових конструктивних рішень, прогресивних технологій, вдосконаленням існуючих або створенням нових матеріалів. Серед нових матеріалів останнім часом велика увага приділяється армованим композиційним матеріалам (АКМ), що володіють унікальними властивостями. Найпоширенішими АКМ вважаються вуглепластик та склопластик, завдяки своїм високим показникам міцності, порівняно невисокою ціною матеріалу та досить невеликою масою.

Проблема створення та виготовлення працездатного та якісного роз'ємного різьбового з'єднання для АКМ досить актуальна і має досить велике народногосподарське значення було запропоновано для вирішення даної проблеми новий тип роз'ємного з'єднання, та саму технологію виготовлення даного з'єднання.

Щоб уникнути негативних факторів таких як погані показники міцності, та не допустити виникнення гострих концентраторів напруг в роз'ємному з'єднанні, і показана наступна концепція роз'ємного з'єднання для армованих композиційних матеріалів. Запропоновано використати круглу різьбу – так як вона краще з усіх типів різьб працює на зріз, характеризується досить великою стійкістю, та підвищеним опором динамічним навантаженням, за рахунок відсутності гострих концентраторів напруг. Основні параметри різьби такі як крок різі  $p$  та глибина профілю різі  $t$  а також зовнішній  $D$  та внутрішній  $D_1$  діаметри різьби представлені на рисунку 1.

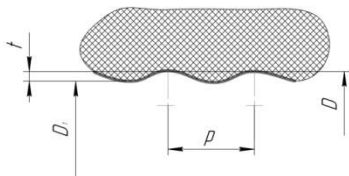


Рисунок 1 – Параметри профілю різьби

За основу технології виготовлення таких поверхонь, був взятий раніше розроблений спосіб обробки круглих різьб, оскільки лише в цьому методі геометрія інструмента не впливає на формування профілю різьби [1]. А армовані композити, в нашому випадку склопластик краще обробляти гостро заточеним різцем.

Перевагою такого способу також є те що, обробка різьбової поверхні відбувається за один прохід що зменшує час обробки, а отже і час контакту різьмачої кромки з АКМ також зменшується, що позитивно впливає на сам процес різання та не допускає миттєвого зростання температури та зносу різьмачої кромки.

Схема фрезерування круглої різьби в склопластиковому армованому матеріалі представлена на рисунку 2. Склопластиковий армований матеріал  $I$

обробляється однозубою фрезою 2, закріпленою в розточувальному пристрої 3, який закріплюється в цанговій оправці 4 фрезерного верстаку з ЧПК моделі 6P13Ф3.

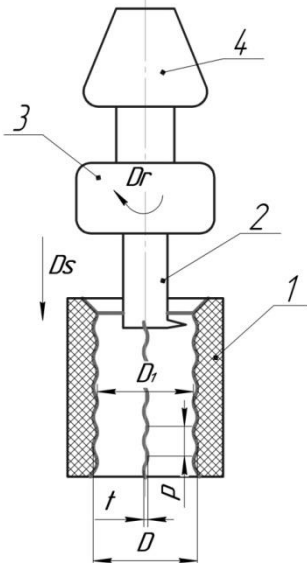


Рисунок 2 – Схема фрезерування різьби

Спрощена кінематика процесу фрезерування різьби а АКМ виглядає наступним чином, різальному інструменту надають прямолінійний рух уздовж осі заготовки, як ріжучий інструмент використовують однозубу фрезу з гострим кутом заточування, а діаметр  $d_{fp}$ , рівний сумі внутрішнього діаметра  $D_i$  різьби, та глибині профілю різьби  $t$ , встановлюють за рахунок розточувального пристрою, при цьому фрези надають обертання щодо власної осі і додатково повідомляють коловий рух навколо осі заготовки, що узгоджений з прямолінійним рухом фрези таким чином, що за один коловий рух, фрези повідомляють прямолінійний рух уздовж осі заготовки, величина якого дорівнює кроку  $p$  різьби, причому діаметр колового руху дорівнює глибині профілю різьби  $t$ , крім того вісь заготовки розташовують паралельно по відношенню до осі обертання фрези[2].

Величина діаметра  $d_{fp}$ , фрези для обробки круглої різьби визначається за формулою 1:

$$d_{fp} = D_i + t \quad 1.$$

де  $D_i$  – внутрішній діаметр різьби, мм;  
 $t$  – глибина профілю різьби, мм.

Обробка круглої різьби виконується з однієї установки заготовки  $I$  внутрішній діаметр можна не виконувати, фаску також не потрібно виконувати. Для даного способу не обов'язковим є також виконання канавки для виходу фрези 2.

#### Список використаних джерел

1. Пат. UA 103734. Спосіб обробки круглої внутрішньої різьби/ С. С. Некрасов, Д. В. Криворучко, А. О. Нешта МПК В23С 3/32 (2006.01), В23В 1/00. - № а201214037 заявл. 10.12.2012; 11.11.2013, бюл. № 21.
2. Довгополов А. Ю. Технологія обробки гвинтової поверхні роз'ємного з'єднання в деталях з армованих композиційних матеріалів / А. Ю. Довгополов, С. С. Некрасов // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях = Bulletin of National Technical University "KhPI" : coll. of sci. papers. Ser. : New solutions in modern technologies. – Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – № 42 (1214). – С. 38-42.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КУТА ЗМОЧУВАННЯ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИЧНОЇ МІКРОСКОПІЇ

*Дорогань Н.О., к.т.н.; Сікорський О.О., Миронюк О.В., к.т.н.  
Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського",  
Україна, Київ*

Змочування – явище, що виникає при контакті рідини з поверхнею твердого тіла. У більшості випадків рідина, яка нанесена на тверде тіло, не розтікається, а залишається у вигляді краплі, що контактує з твердою фазою під певним кутом, так званім крайовим кутом змочування. Якщо крайовий кут більше  $90^\circ$ , кажуть, що рідина не змочує тверде тіло - краплі відносно легко рухаються по поверхні і не проникають у капіляри і пори (рис. 1). Така поверхня називається гідрофобною. У той же час вважають, якщо рідина, повністю змочує тверде тіло - її крайовий кут дорівнює нулю (гідрофільна поверхня).

Для визначення виду твердої поверхні при взаємодії з рідиною (гідрофобна або гідрофільна) необхідно виміряти точне значення крайових кутів. Існує кілька способів вимірювання крайових кутів, але всі вони так чи інакше пов'язані з безпосереднім вимірюванням кута оптичними засобами.

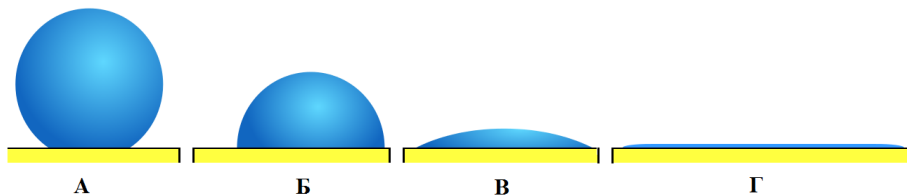


Рис. 1. Приклади змочування рідиною твердих поверхонь:

*А – супергідрофобна поверхня,  $\Theta > 150^\circ$ ;*

*Б – гідрофобна поверхня,  $\Theta > 90^\circ$ ;*

*В – гідрофільна поверхня,  $\Theta < 90^\circ$ ;*

*Г – повне змочування поверхні, повне розтікання рідини  $\Theta = 0^\circ$ .*

Крайовим кутом (кутом змочування) називається кут, який утворює крапля рідини на поверхні твердої речовини до даної поверхні. Розмір крайового кута між рідиною і твердою речовиною залежить від взаємодії між речовинами на контактній поверхні. Чим незначніше взаємодія, тим більше значення крайового кута. Визначивши крайовий кут можна дізнатися певні властивості поверхні, як наприклад, поверхневу енергію. Чим більше крайовий кут, тим важче змочити поверхню і тим менше сила взаємодії чужорідних речовин до поверхні. На рис. 2 зображено схему вимірювання кута змочування твердої поверхні рідиною.



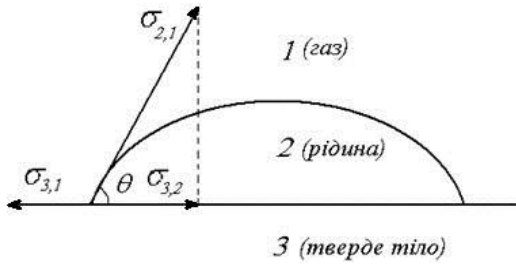


Рис. 2. Сили, що діють на краплю на поверхні матеріалу.

$\theta$  – крайовий кут змочування твердого тіла рідиною;  
 $\sigma_{3,1}$  - сила, яка діє між твердим тілом і газом і прагне розтягнути краплю;  
 $\sigma_{3,2}$  – стягує краплю і діє між рідиною і твердим тілом;  
 $\sigma_{2,1}$  – діє між газом і рідиною.

Кут змочування поверхні є комплексним параметром та пов'язує між собою такі величини як поверхнева енергія рідини, субстрату та атмосфери і його можна описати за рівнянням Юнга (1):

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{3,1} - \sigma_{3,2}}{\sigma_{2,1}} \quad (1)$$

де  $\sigma_{3,1}$  – міжфазний поверхневий натяг тверде тіло-повітря;  $\sigma_{3,2}$  – рідина – матеріал;  $\sigma_{2,1}$  – рідина-повітря. У випадку рівноваги цих сил (2);

$$\sigma_{3,1} = \sigma_{2,1} \cos\theta + \sigma_{3,2} \quad (2)$$

При ретельному виконанні всіх правил вимірювання кута змочування, методика дозволяє отримувати результати з високою точністю (помилка складає не більше 0,5 % від значення кута).

Безпосереднє вимірювання кута змочування можливо здійснювати шляхом проектування контурів краплі на екран, але більш зручним і практичним є використання мікроскопу з кутовимірювальним модулем, який зображений на рис 3.

Для набуття практичних навичок слід дослідити всі типи поверхонь по відношенню до рідини. Спочатку отримують і готують до випробувань зразки досліджуваних поверхонь. Перед початком роботи бажано пересвідчитися в чистоті поверхні, видалити з неї залишки бруду та пилу за допомогою фільтрувального паперу. Для знежирення поверхні можна використовувати ацетон. Потім слід зачекати деякий час до повного висихання поверхні. Далі досліджувану поверхню можна розмістити на предметному столику мікроскопу.

Нанесення крапель змочуючої рідини слід проводити за допомогою шприцю з голкою. Для відтворюваності результатів дослідження бажано володіти правильною технікою нанесення крапель.

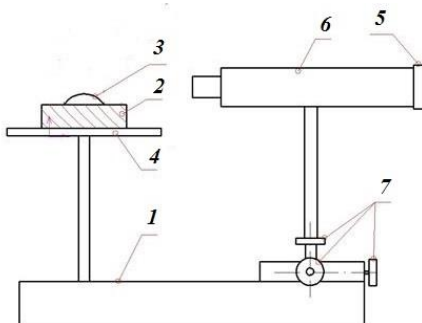


Рис 3. Схема мікроскопу з кутовимірювальним модулем

- 1 – станина мікроскопу; 2 - підкладка;  
 3 – крапля; 4 – предметний столик;  
 5 – окуляр; 6 – тубус мікроскопу;  
 7 – гвинти для наведення на краплю.

Існує декілька правил, які слід застосовувати при нанесенні крапель рідини на досліджувану поверхню:

- 1) Проміжок часу між нанесенням краплі і вимірюванням кута змочування за допомогою мікроскопу повинен бути однаковий, через дію на краплю сили тяжіння та капілярних сил досліджуваної речовини;
- 2) Розміри крапель мають бути однаковими у всіх досліджах, бажано не робити краплі занадто великими, через дію сили тяжіння на краплю;
- 3) Краплю на поверхню бажано повільно і обережно наносити/висаджувати через голку шприця майже впритул, а не з різної висоти, відносно поверхні;
- 4) Дослідження одної і тієї ж краплі через деякий проміжок часу є недоречним;
- 5) Нанесення наступних крапель на один і той же субстрат необхідно робити на деякій відстані від нанесення попередньої краплі або після повного висихання досліджуваного матеріалу.

Для набуття і закріплення практичних навичок бажано дослідити не менше трьох матеріалів з відмінними типами змочуваності по відношенню до полярних та неполярних рідин.

Оптичний мікроскоп з електронною приставкою, для вимірювання кута змочування.

### Перелік літератури

1. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания М., Химия, 1976. — 232 с.
2. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание М.: Химия, 1974. – 416 с.

## **ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ МОДУЛЬНОЇ ПОБУДОВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

*Думанчук М. Ю., ст викл., СНАУ м. Суми,*

Постійна зміна продукції, що випускається ставить підприємство перед необхідністю вдосконалення своєї системи технологічної підготовки виробництва, яка повинна забезпечувати швидке і якісне виконання робіт з розробки великої кількості технологічних процесів. Проектування технологічного процесу виготовлення деталі - процес трудомісткий, складний, важко піддається типізації, і як наслідок, дорогий. Знизити трудомісткість можна за рахунок проведення комплексу заходів щодо типізації та уніфікації рішень, прийнятих при проектуванні технологічних процесів. Одним з таких напрямків є використання принципів модульної технології.

Модульна технологія є подальшим розвитком ідеї типізації та уніфікації технологічних процесів, однак, на відміну від типової і групової технології в якості базового елемента використовується не деталь, а стабільні поєднання поверхонь - модулів поверхонь. Стабільність складу модулів поверхонь забезпечується закладеним в основу класифікації модулів принципом. Відповідно до цього принципу до складу модуля поверхонь входять тільки ті поверхні, які виконують одне службове призначення.

Послідовність проектування модульного технологічного процесу включає наступні етапи:

1. класифікацію поверхонь деталі на модулі поверхонь;
2. аналіз модулів поверхонь на технологічність;
3. вибір технологічних баз і послідовності обробки модулів поверхонь;
4. формування маршруту обробки;
5. проектування операцій.

Економічний ефект від впровадження модульного принципу побудови технологічних процесів в практику машинобудівного виробництва складається з двох складових:

1. Зниження складності і трудомісткості процесу проектування технологічного процесу виготовлення деталей.
2. Скорочення собівартості виготовлених деталей.

Економія на етапі технологічної підготовки виробництва (перша складова) досягається за рахунок типізації виконуваних проектних робіт і використанні при проектуванні відпрацьованих і апробованих рішень. Це призводить до зниження складності виконуваних проектних робіт і дозволяє знизити їх трудомісткість. Зниження собівартості виготовлення деталі досягається за рахунок більш раціонального побудови структур технологічних процесів, типізації виконуваних верстатних робіт і, як наслідок, зниження їх розряду; зменшення витрат часу на підготовку робочого місця внаслідок його спеціалізації по обробці певної номенклатури модулів поверхонь.

# **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЫБОРА ЗАГОТОВОК ИЗ ПРОКАТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ. РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР ЗАГОТОВОК ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ**

*Запара Ю.В., студентка НТУ «ХПИ», МШ-31а, г. Харьков  
Добротворский С. С., док. техн. наук, проф. НТУ «ХПИ», г. Харьков*

В данной работе был проведен анализ существующих методов получения заготовки для токарной обработки для автоматизации процесса выбора самого оптимального.

Рассмотрены возможности использования объектно-ориентированного языка программирования Java для автоматизации процессов в машиностроении.

С помощью языка программирования Java была разработана программа, позволяющая автоматизировать процесс выбора заготовки из проката для изготовления деталей различного профиля на обрабатывающих центрах. Полученный программный продукт позволяет значительно сократить время на проектирование детали и подготовку производства, определить размеры заготовки, её стоимость, а также нормы расхода материала. Рассматривается возможность внедрения в программу модуля, отвечающего за выбор оптимального метода получения заготовки, и проведения расчета характеристик заготовки согласно данному методу.

В экономической части данного проекта было приведено экономическое обоснование внедрения данной технологии в производство и доказана её целесообразность для повышения общей эффективности и экономичности производственного процесса.

## **Список литературы**

1 Дмитриев В.А. Обоснование метода получения заготовок. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию – Самара: СГТУ – 2010 – С. 4 – 28.

2 Руденко П.А., Харламов Ю.А., Плескач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении – Киев: «Выща школа» – 1991 – С. 21–24.

3 Смолвик Р.Ф. Методические указания к выполнению организационно-экономической части научно-исследовательских дипломных проектов для студентов машиностроительных факультетов всех форм обучения – Харьков: НТУ «ХПИ» – 2001.

## **ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ ФОРМИ В УМОВАХ СЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

*Іванов В.О.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент; Дегтярьов І.М.<sup>1</sup>, асистент;  
Карпуть В.С.<sup>2</sup>, докт. техн. наук, професор; Заяць Й.<sup>3</sup>, канд. техн. наук,  
професор; Радченко С.<sup>3</sup>, аспірант; Ботко Ф.<sup>3</sup>, аспірант;*

*Косов І.О.<sup>1</sup>, студент; Косов М.О.<sup>1</sup>, студент  
<sup>1</sup>Сумський державний університет (Україна),*

*<sup>2</sup>Національна академія Національної гвардії України (Україна)*

*<sup>3</sup>Технічний університет м. Кошице (Словаччина)*

Ринкові відносини, що за останній період часу набули істотного розвитку, змінили підходи до побудови структури та організації машинобудівних виробництв як в Україні, так і в Словаччині. Успішні підприємства, як правило, мають серійний тип виробництва, де основний акцент робиться на випуск досить широкої номенклатури продукції невеликими партіями, що часто повторюються. Актуальність роботи пов'язана із зниженням технологічної собівартості механічної обробки деталей складної форми (важелі, шатуни, вилки, кронштейни) за рахунок зменшення допоміжного та підготовчо-заключного часу. Актуальність підтверджується активним розповсюдженням та застосуванням оброблюваних центрів із ЧПК, доцільність впровадження яких обґрунтована багатомоделлюючістю деталей та серійним типом виробництва.

Широка номенклатура виробництва зумовлює часті переналагодження на обробку деталей іншої партії, що ставить питання про економічну доцільність проектування та виготовлення спеціальних верстатних пристроїв (ВП). Тому актуальною науково-практичною задачею є розроблення гнучких ВП, що мають здатність до переналагодження на інший типорозмір у межах, визначених його технічними характеристиками та можливість установаження конструктивно подібних деталей і зменшення часу при переналагодженні. Розроблені швидкопереналагоджувані ВП для установаження деталей типу важелів, шатунів і вилок, що забезпечують задану міцність і жорсткість конструкції, реалізацію багатокоординатної обробки на оброблюваних центрах із ЧПК, відповідають заданим ступеню гнучкості та рівню продуктивності.

Аналітичні та експериментальні дослідження довели доцільність застосування гнучких верстатних пристроїв для обробки деталей складної форми на оброблюваних центрах із ЧПК в умовах багатомоделлюючого виробництва з метою скорочення підготовчо-заключної складової норми часу, пов'язаної з переналагодженням ВП на обробку деталей заданої номенклатури. Визначено економічно обґрунтовану раціональну сферу застосування розроблених ВП.

## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

*Каргин Б.С., к.т.н., Каргин С.Б., к.т.н., ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь*

При горячей объемной штамповке в открытых штампах получается большой (до 20%) отход металла в заусенец. Для устранения этих отходов нами был разработан и исследован способ точной закрытой штамповки круглых в плане поковок, имеющих боковые стенки, образующие которых сонаправлены с направлениями действия силы штамповки и силы выталкивания поковки из плоскости штампа.

Сущность способа заключается в том, что в процессе формообразования металла в штампе на его боковых стенках отсутствуют штамповочные уклоны. Штамп, состоящий из 2-х половин по наружному диаметру помещается в обойму (кольцо), которое сдерживает течение металла в стороны. С помощью выталкивателя поковка извлекается из обоймы.

Высоту кольца выбирают с таким расчетом, чтобы к моменту соприкосновения с заготовкой верхний штамп входил в кольцо на глубину 15-20 мм. Зазор между штампами и кольцом принимают 0,5 мм на сторону.

На гидравлическом прессе силой 0.63 МН была отштампована поковка 1-й группы с  $D=90$  мм  $H=20$  мм, массой 0,6 кг.

Установлено, что наилучшее заполнение ручья штампа будет при диаметре заготовки, близком к наружному диаметру поковки. Учитывая, что чем меньше диаметр заготовки, тем легче выполнить отрезку ее от прутка, заготовку предварительно следует осаживать на плоских плитах. Диаметр заготовки, помещаемой в штамповочный ручей, принимают 5-10 мм меньше внутреннего диаметра кольца. Излишек металла в заготовках при точной штамповке может быть поглощен за счет толщины перемычки или высоты поковки. Увеличение толщины перемычки не влияет на процесс изготовления поковки, так как прошивку перемычки предусматривают в технологическом процессе. Если допуски по высоте получаемой поковки превышают допуски, установленные ГОСТ 7505-89, то в этом случае вводят дополнительную обработку резанием.

Применение точной штамповки позволяет приблизить форму поковки к форме готовой детали, благодаря чему возможна значительная экономия металла (20% и более), снижается трудоемкость механической обработки резанием.

Предлагаемый способ точной объемной штамповки круглых в плане поковок повышает надежность штампа за счет упрощения его конструкции.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖИНЕННЯ ЗАГОТОВКИ ПРИ ОДНОПЕРЕХІДНОМУ ТА БАГАТОПЕРЕХІДНОМУ ГНУТТІ

*Кухар В.В., д.т.н., проф., ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь,  
Нагнібеда М.М., магістрант, ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь*

До теперішнього часу немає достовірних відомостей про різницю кута пружинення, який виникає при гнутті заготовок до певного кінцевого кута за один або декілька переходів. Тому при проектуванні конструкторсько-технологічної документації недостатньо уваги приділяється врахуванню кута пружинення при виробництві холодногнутих профілів у багатовалкових профілезгинальних станах та операціях багатоперехідного згинання заготовок у штампах, що негативно впливає на дотримання регламентованих геометричних характеристик металопродукції.

Метою моделювання було дослідження ефекту пружинення при багатоперехідному згинанні та його порівняння з одноперехідним згинанням до однакового кінцевого кута.

Моделювання процесу гнуття проводили в середовищі DEFORM 2D (рис. 1). В якості робочого інструменту були змодельовані згинальні штампи зі сталі У8 для різних кутів гнуття:  $72^\circ$ ,  $91^\circ$  і  $109^\circ$  (відповідало умовам фізичного експерименту). Радіуси заокруглення відповідно дорівнюють: пуансон  $r_n = 3$  мм, 4 мм, 4 мм; матриця –  $r_m = 4,0$  мм, 5,0 мм, 5,0 мм. Товщини заготовок  $S_1 = 1$  мм;  $S_2 = 1,5$  мм;  $S_3 = 2$  мм; довжина –  $L = 60$  мм. Матеріал заготовки – Ст.3. Заготовку розбивали на 1000 кінцевих елементів. Застосовували умови не проникнення матеріалу інструменту в матеріал заготовки.

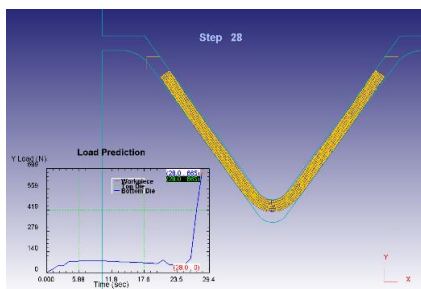


Рисунок 1 – Моделювання гнуття

Коефіцієнт тертя між заготовкою та інструментом  $f_{тр} = 0,15$ . Моделювання деформації згинання проводили для умов деформації на кривошипному пресі (К116Г), швидкість ходу повзуна –  $V_{пов} = 0,63$  мм/с. Пружинення заготовки

враховували параметрами паспорту матеріалу.

У результаті моделювання отримали геометричні параметри зігнутої заготовки з урахуванням пружинення. Для визначення кута пружинення модель зігнутої заготовки переносили у середовище КОМПАС 3D.

Таким чином, вперше було проведене порівняння кутів пружинення при одноперехідному та багатоперехідному згинанні. Встановлено, що при багатоперехідному гнутті кут пружинення у 1,3...1,6 разів менше, ніж при одноперехідному гнутті до однакового кінцевого кута згинання.

## ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД І МОРФОЛОГІЯ ПОВЕРХНІ ПОКРИТТЯ, ОТРИМАНОВОГО МЕТОДОМ ІМПУЛЬСНО-ПЛАЗМОВОЇ ОБРОБКИ

*Кущомеля Ю. Ю.\* , Чейлях О. П.\*\* , д.т.н., проф., Сіухін А. С.\* , студент,  
\*Сумський державний університет,*

*\*\*Приазовський державний технічний університет*

Можливість використання електродів з різних матеріалів та відносна простота отримання покриття металом імпульсно-плазмової обробки (ІПО) є неабиякою перевагою розробленого способу. Установити залежність утворених розмірів шару і структури від режимів ІПО і матеріалу підкладки, що служить основою для створення нових покриттів в конструкційних сталях дозволяють дослідження структурно змінених шарів.

Одним із методів досліджень морфології поверхні покриття, отриманого ІПО є метод растрової електронної мікроскопії. В основі ІПО лежить здатність дугового розряду створювати на невеликій ділянці поверхні високі щільності теплового потоку, достатні для нагріву, плавлення або випаровування металу і на підкладку потрапляють як краплі, так і конденсація плазми, локальні ділянки поверхні покриття проходять через стадію розплавлення. Утворені частинки підвищують шорсткість поверхні в порівнянні з початковою. На рисунку видно межу між підкладкою і модифікованою поверхнею. Дослідження показали, що товщина шару може досягати 30...80 мкм, а в деяких випадках і 100 мкм. Мікроаналіз проведений з поверхні покриттів, показав значне збільшення концентрації титану (рис., див. точка 2). При цьому значно зменшилася концентрація Fe, а на окремих ділянках виявлений Al. На рисунку показаний приклад проникнення титану вглиб підкладки (точка 4), що являється яскравим підтвердженням саме модифікування металу, обраного за підкладку. Аналіз, проведений за допомогою растрової електронної та оптичної мікроскопії на поперечних шліфах дає можливість судити про якість покриття - наявності пір в шарі, його неоднорідності, розтріскуванні металу. Отриманий шар не має наскрізних пір, однак присутні неглибокі мікротріщини. Кордон між підкладкою і «покриттям» має «хвилястий» характер; спостерігається модифікування поверхні титаном, в результаті якого поверхневий шар складається з нітридів, оксидів сідеріта (матеріал підкладки сталь 09Г2С) або карбідами типу  $C_{0,055}Fe_{1,945}$  (матеріалу підкладки сталь 40X); відбувається впровадження частинок титану в поверхню підкладки.

Дослідження показали, що ІПО для нанесення покриттів з титану дозволяє отримувати щільні багатофазні покриття, які мають хорошу адгезію з підкладкою і високі фізико-механічні властивості.

В результаті ІПО, при використанні ніхромового електроду марки Х20Н80, отриманий модифікований шар на сталі 40Х з близьким вмістом нікелю і хрому, що різниться товщиною і його якістю (однорідність, пористість) залежно від обраного режиму обробки.



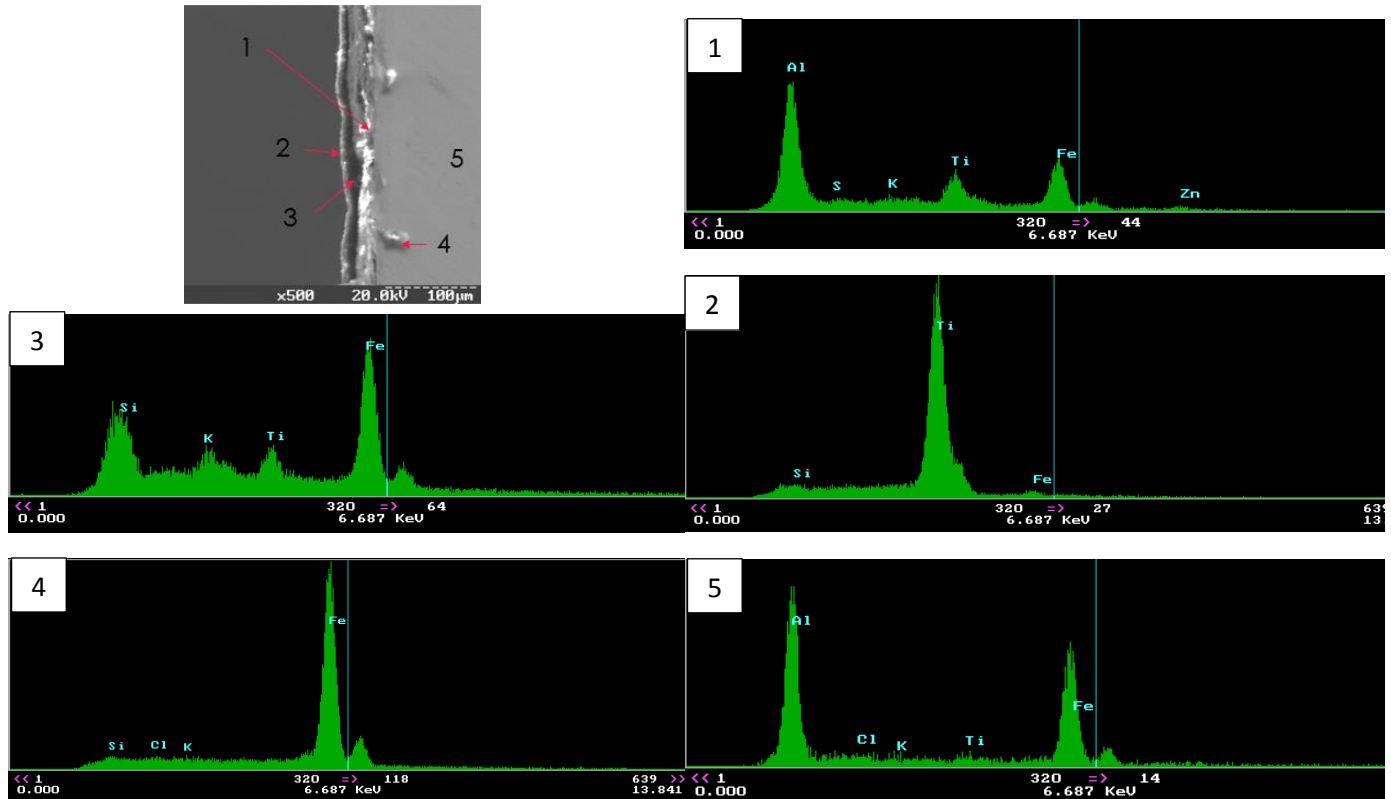


Рисунок – Мікроструктура поверхневого шару сталі 09Г2С після ПГО титановим електродом (режим: 6 імпульсів при 3,5 кВ) та хімічний аналіз в точках (1 - 5)

## ОСОБЛИВОСТІ ЗНОШУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ХАРЧОВИХ СЕРЕДОВИЩАХ

*Литвиненко О.А., д.т.н. проф., Штефан Є.В., д.т.н. проф., Пащенко Б.С.,  
асп., НУХТ, Київ*

Термін «інженерія поверхні металів» охоплює науково-технічні аспекти утворення зносостійких поверхневих шарів деталей в тому числі захисних покриттів.

Однак в умовах харчових виробництв до названих вище вимог до антифрикційних і зносостійких матеріалів додається здатність матеріалів задовільно працювати в умовах контакту з технологічними середовищами при неможливості змащування мастилами.

Численні дослідження зносостійкості матеріалів в технологічних середовищах харчових виробництв проведені співробітниками кафедри машинобудування, стандартизації та сертифікації обладнання НУХТ. На базі цих досліджень розроблені рекомендації по використанню зносостійких матеріалів для конкретних умов роботи харчового обладнання. Наприклад, встановлено, що в багатьох середовищах бурякоцукрового виробництва (воді, дифузійному соку та ін.) зносостійкість пари сталь-чавун значно перевищує зносостійкість при терті сталі по кольорових металах (бронзі, бабіту). Довговічність важконавантажених підшипникових вузлів при змащуванні водою з вмістом абразивних частинок можна забезпечити використанням для виготовлення укладок з деревини (особливо модифікованої) та полімерних антифрикційних матеріалів. Для багатьох деталей хлібопекарського обладнання, які контактують з тістом, досить ефективним може бути використання для їх виготовлення розробленого сплаву 130ХІ6М.

З метою вибору найбільш перспективних сталей для виготовлення паперорізальних ножів цукеркозагортувальних автоматів пакувальних ліній кондитерської промисловості були проведені випробування ножів із сталей: вуглецевої (У10А), малолегованих (ХВГ і 9ХС), середньохромистих (Х6ВФ і 55Х6В3СМФ), високохромистих (Р6М5 та Р18Ф2). Випробувані сталі для ножів у порядку зростання стійкості можна поділити на три групи: низької зносостійкості – вуглецеві та малолеговані; середньої зносостійкості – середньо- та високохромисті, зносостійкість яких в 1,5-2 рази вища, ніж сталей першої групи; високої зносостійкості – швидкокоріжучі, зносостійкість яких в 5-10 разів вища, ніж сталей першої групи.

О.Іпатовим було досягнуто значне збільшення стійкості ножів в результаті виготовлення їх з середньохромистих сталей. Ним, при випробуваннях, була отримана стійкість ножів із сталі Х6ВФ, яка дорівнювала  $50 \cdot 10^6$  циклів, а із сталі 55Х6В3СМФ –  $70 \cdot 10^6$ - $80 \cdot 10^6$  циклів. Однак, по мірі зношування ножів, виконувалась періодична ручна доводка ріжучого леза оселком, на яку витрачалось 10-15 хв. робочого часу, що

привело до значного зменшення випуску товарної продукції. Крім того, часті випадки, коли паперорізальні ножі виходять з ладу в результаті неправильної доводки леза ножа. Дослідженнями встановлено, що підвищити стійкість ножів у вказаних межах можна, виготовляючи рухомі і нерухомі ножі з більш зносостійких матеріалів.

Значного підвищення зносостійкості ножів можна досягти також застосуванням газотермічних та інших покриттів.

Аналогічно було досягнуте підвищення довговічності ножів м'ясорізальних вовчків у 3-4,5 рази за рахунок використання сталей 9Хс і ШХ15 замість сталі У8 в серійних вовчках.

В корозійних середовищах харчових виробництв, які містять органічні кислоти, кухонну сіль та інші активні компоненти, високу кавітаційно-ерозійну стійкість мають нержавіючі аустенітні сталі, титанові та інші корозійностійкі сплави. Наприклад, виготовлення з сплаву 130Х16М деталей відцентрових насосів, які перекачують сульфатований сік цукрового виробництва, забезпечило підвищення їх довговічності більш ніж в 7 разів у зрівнянні з серійними насосами з сірого чавуну.

В той же час, використання зносостійких високолегованих, дорогих і дефіцитних сплавів для виготовлення обладнання не завжди обґрунтоване. Наприклад, кавітаційно-ерозійна стійкість деталей може бути підвищена майже в 2 рази заміною сірого чавуну на високоміцний. Для деталей, які працюють в деяких кислих середовищах за невисокої інтенсивності мікроударної дії, ефективним може бути використання алюмінієвих сплавів.

Значного підвищення довговічності обладнання можна досягнути раціональним використанням термічної або хіміко- термічної обробки. Але треба врахувати, що в умовах корозійно-механічного, кавітаційно-ерозійного зношування в корозійних середовищах харчових виробництв зміцнювальна термообробка інколи зовсім не дає бажаного ефекту підвищення довговічності. Наприклад, зносостійкість середньовуглецевих сталей без термообробки і після загартування та низького відпуску при терті по м'якій сальниковій набивці та в умовах кавітаційно-ерозійного зношування має один порядок і не поступається менш міцним, але корозійностійким алюмінієвим і мідним сплавам. В цих умовах більш доцільною і ефективною є зміцнювальна термообробка саме корозійностійких сталей і сплавів. При роботі в хімічно-активному середовищі зносостійкість металів залежить від їх антикорозійних властивостей та властивостей вторинних структур, які утворюються на поверхні тертя, що вимагає врахування фізико-хімічних властивостей харчових середовищ.

### **Список літератури**

1. Сухенко Ю.Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв / Сухенко Ю.Г., Литвиненко О.А., Сухенко В.Ю.: Підручник. – К.: НУХТ, 2010. – 547 с.

## **ВИВЧЕННЯ УМОВ РОБОТИ, ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ДИМОСОСА Д 20x2**

*Луцирь О.В., студент СумДУ, гр. МТ-31  
Говорун Т.П., доцент кафедри ПМ та ТКМ СумДУ, м. Суми*

З метою оздоровлення повітряного середовища і для димовидалення в сучасних умовах використовується не тільки вентиляція, а й інші варіанти конструкцій, створені спеціально для цих цілей. Так, димосос представляє собою вентилятор, що створює потужний потік повітря і видалляє з приміщення всі шкідливі накопичення, які в ньому є. На сьогоднішній день подібні пристрої знайшли застосування не тільки в промисловості, але і в побуті. Їх досить часто використовують в котельних, які працюють на твердому паливі. Вміст пилу і твердих домішок в повітряпроводних системах може міститися в кількості не більше  $2 \text{ г/м}^3$ .

Димососи призначені для створення штучної тяги, необхідної для подолання димовими газами газового опору поверхонь нагрівання котлоагрегату та золотоплавляючого пристрою, і їх зазвичай встановлюють за котлом. Нормальна робота котла можлива за умови безперервної подачі в топку повітря, необхідного для горіння палива, і видалення в атмосферу продуктів згоряння після їх охолодження і очищення від твердих частинок. Вентилятор і димосос повинні надійно забезпечувати певний склад повітря при всіх режимах роботи котла, підтримуючи задане постійне розрідження або тиск в топці.

Відцентровий димосос двостороннього всмоктування Д 20x2 призначений для відсмоктування димових газів з топок різних типів котлів на твердому паливі паропроодуктивністю 420 – 220 т/год і здійснює якісне переміщення димового газу й повітря. Застосування димососа Д 20x2 допускається в технологічних установках для переміщення неагресивних газів. Пристрій розрахований на тривалий режим роботи в приміщеннях і на відкритому повітрі в умовах помірного і тропічного клімату.

Димососи виготовляються правого і лівого обертання. Правим вважається обертання робочих коліс за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з боку електродвигуна. Основними вузлами димососів є робоче колесо, ходова частина, раулик, дві всмоктуючі кішені (ліва і права) і два спрощених напрямних апарати (лівий і правий).

Робоче колесо складається з крильчатки і ступиці. Крильчатка представляє собою зварену конструкцію, що складається з 64 листових заломлених вперед лопаток (32x2), розташованих між основним (корінним) і двома конічними (покриваючими) дисками. Лопатки крильчатки і конічні диски штамповані. Ступиця, що виконана із сталевого литва, прикріплюється до основного диску крильчатки болтами і зміцнюється на валу ходової частини за допомогою двох розрізних конічних втулок, які затягуються шпильками, розташованими на обох її торцях.

Ходова частина складається з трубчастого валу з привареними з двох боків цапфами, двох роз'ємних чавунних корпусів підшипників, двох радіальних сферичних роликотідшипників і пружної втулко-пальцевої муфти, що з'єднує вал машини безпосередньо з валом електродвигуна.

Основою ходової частини є вал, який застосовуються для передачі руху обертання без зміни кутової швидкості уздовж осі вала або під невеликим кутом до цієї осі (до 20 °).

Вал димососа Д 20х2 складається з двох цапф – частин валу, на яких знаходиться опора, та труби, яка розміщується у центрі між двома цапфами. Середина валу приварюється до цапф за допомогою кілець.

Матеріал цапф валу – сталь 40Х, матеріал центральної частини валу – сталь 20, матеріал з'єднувальних кілець – сталь 20. Сталь 40Х - конструкційна, низьколегована, якісна сталь, термopolіпшувана, легована хромом і схильна до відпускнуї крихкості. Температурний поріг крихкості не повинен різко змінюватися в температурному інтервалі експлуатації. Наявність легуючих елементів в конструкційній сталі 40Х дозволяє більшою мірою регулювати структуру і властивості при термічній обробці. Це пояснюється тим, що легуючі елементи затримують дифузійні процеси і мають вплив на фазові перетворення, що протікають як при нагріванні, так і при охолодженні з різною швидкістю. Сталь 20 широко використовується для виготовлення трубної продукції. Безшовні гарячодетформовані труби зі сталі 20 застосовуються для передачі пара, газів і гарячої води під великим тиском, у тому числі на теплових і атомних електростанціях.

Ущільнення валу - комбіноване відцентрово-сальникове, складається з гумових манжет і маслоскидуючих кілець для запобігання витікання масла. Для охолодження масла і верхньої частини зовнішнього кільця підшипника, у верхній і нижній частинах корпусу є спеціальні канали, по яких під час роботи димососів циркулює вода (водяна сорочка). Витрата охолоджуючої води становить близько 0,5 м<sup>3</sup>/год на димосос, температура на вході в змійовик не повинна перевищувати 25 °С. У конструкції димососів передбачені огороження пружної втулко-пальцевої муфти, яка обертається, і вузол ущільнення, що запобігає прориву гарячих димових газів в навколишню атмосферу в місці проходження валу ходової частини через задню торцеву стінку равліка.

Для захисту обслуговуючого персоналу від впливу високої температури металоконструкції димососів повинні покриватися ззовні шаром теплоізоляції. Температура зовнішньої поверхні теплової ізоляції не повинна перевищувати 45 °С при температурі навколишнього середовища 20 °С.

Забезпечити природну, постійну тягу для підтримки ефективної роботи таких пристроїв, як великі парові котли, без застосування додаткового обладнання було б досить складно. Крім цього, рециркуляція газів в переважній більшості сучасних установок без використання вентиляторів практично неможлива. Цілий ряд пальників, які сьогодні встановлюються навіть в котли малої потужності, не здатні працювати без примусової подачі

повітря під високим тиском. Саме тому димососи і вентилятори в даний час представляють собою необхідний і важливий елемент нагрівального обладнання.

## **ПРОЦЕСИ ІНТЕНСИВНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА**

*Мініцький А.В. к.т.н, Горюшкин Н.І., Пилявська Є.О., Мініцька Н.В. к.т.н  
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ*

Відомо, що характеристики порошкових деталей залежать від складу матеріалу і щільності, досягнутої під час технологічного процесу. Для конструкційних деталей щільність спечених виробів являється ключовим параметром. Основні напрями, пов'язані з отриманням високої щільності і підвищення характеристик порошкових виробів, були зроблені в таких технологіях як подвійне пресування і спікання, штампування, просочування і гаряче пресування [1, 2]. Останнім часом з'явилися нові технології, що забезпечують одночасно підвищення складності форми деталі, і її фізико-механічні властивостей; тепле пресування пластифікованих порошків, інжекційне формування, яке, як правило, використовується для формування невеликих деталей [3]. 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 [4]. 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.

Метою роботи було дослідження процесів повторного ущільнення порошкових брикетів на основі заліза та його сплавів та визначення впливу різних схем деформації на структуру та властивості матеріалів.

В якості вихідних матеріалів було використано залізний порошок марки ПЖРВ200.28 з насипною щільністю 3,11 г/см<sup>3</sup> 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. Для зняття деформаційного наклепу після пресування зразки піддавали відпалу за температурою 700 °С протягом 1 години. Після відпалу зразки піддавали повторній деформації за різними схемами: статичне пресування у прес-формі, вільна осадка між сталевими пластинами та вільна гаряча ковка.

Процес статичної допресовки проводили у роз'ємній прес-формі під тиском 700 МПа. Було встановлено, що ефективність статичної допресовки

залежить, насамперед, від вмісту мастила як у самому брикеті, так і на поверхні брикету, що забезпечує зниження тертя об стінки прес-форми. Показано, що проводити допресовку після пресування може бути доцільно при виготовленні виробів, що мають підвищений вміст графіту та в подальшому піддаються гартуванню.

В роботі було застосовано дві схеми вільної осадки, а саме осадка брикетів вздовж напрямку пресування та перпендикулярно до напрямку пресування. Була проведена як одноразова осадка відпалених брикетів в напрямку перпендикулярному вісі пресування, так і дворазова - з поворотом на кут  $90^0$  (з утворенням практично квадратного перетину). Результати досліджень показали, що суттєвої різниці по щільності між однократною та двократною схемою осадження не спостерігається. В обох випадках допресовка дозволила отримати практично безпористу структуру.

Досліджено технологічні параметри вільної гарячої ковки сирих та спечених порошкових формовок отриманих пресуванням порошку заліза та сумішей на його основі. Встановлено, що процеси інтенсивної пластичної деформації, що відбуваються при вільній гарячій ковці дозволяють реалізувати механізм одночасної дії нормальних та дотичних напружень, що приводить до утворення нерівноважних структур порошкових матеріалів на основі заліза.

Таким чином, в роботі показано перспективність застосування повторної деформації порошкових брикетів на основі заліза. Проаналізовано різні схеми деформації та встановлено вплив технологічних параметрів на структуру та властивості порошкових брикетів. Показано можливість часткової відмови від високотемпературного спікання порошкових матеріалів. Результати роботи можуть бути використані при розробці середньо- та важконавантажених порошкових деталей конструкційного призначення з мінімальним вмістом дефіцитних легуючих елементів.

### Список літератури

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. Витязь П.А. Новые технологии получения и свойства порошковых композиционных материалов: порошковая металлургия в мире и в Беларуси: 1990-2010. Состояние, проблемы, перспективы / П.А. Витязь, А.Ф. Ильюшенко, В.В. Савич – Минск, Беларусь, 2010. – 54 с.
4. 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.

## ФОРМИРОВАНИЕ НАНОКОМПОЗИТОВ

*Павлов А.Г., СНАУ, г. Сумы*

В промышленности используются различные материалы для покрытий и способы их нанесения. Задача повышения ресурса деталей машин, оборудования и инструмента решается в мире за счет нанесения на них многофункциональных покрытий, в том числе нанокompозитных. Такие покрытия обладают свойствами, необходимыми для работы деталей и инструмента с высокой твердостью и низким коэффициентом трения. Эти свойства обеспечиваются за счет особой нанокompозитной структуры покрытий, представляющей собой нанокристаллитные керамические зерна, распределенные в матрице. Покрытия наносят в вакууме, на автоматизированных установках, которые обеспечивают стабильную повторяемость высоких свойств покрытий. В мире используют два способа нанесения нанокompозитных покрытий: вакуумно-дуговой и магнетронный. При первом способе покрытие формируется из высокоионизированной плазмы за счет энергии разряда электрической дуги на металлическом катоде. В магнетронном способе ионизированная плазма формируется в результате бомбардировки металлической мишени ионами аргона. Покрытие, осаждаемое на изделия, строится исключительно на атомарном уровне, без каких-либо включений микрокапель. Преимущества магнетронного метода нанесения нанокompозитных покрытий наиболее ярко проявились в последние годы при использовании дуальных магнетронных распылительных систем. Это системы, состоящие из двух одинаковых магнетронов, устанавливаемых рядом под некоторым углом друг к другу. Магнетроны оснащаются мишенями, выполненными из различных материалов, что позволяет формировать сфокусированные на изделии потоки атомов и ионов тех металлов, из которых строится нанокompозитное покрытие.

При подаче на дуальный магнетрон импульсного двуполярного напряжения частотой 20-40 кГц магнетроны системы начинают работать в особом режиме. В одну половину периода один магнетрон работает катодом, а другой анодом, в другую половину периода – наоборот. Такой режим работы магнетронов позволяет получить высокую степень ионизации плазмы и полностью исключить генерацию микрочастиц, которая возможна в обычном магнетронном разряде [1]. В результате формируется совершенная нанокompозитная структура покрытия с высокой гладкостью поверхности, которая обладает низким коэффициентом трения и обеспечивает высокоэффективную защиту как от износа, так и от коррозии при повышенных температурах.

### Список литературы

1. Черноиванов В.И., Голубев И.Г. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.



## ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОРОШКОВ

*Павлов А.Г., СНАУ, г. Сумы*

Среди существующих вариантов контактного электроискрового нанесения покрытий дисперсными материалами существует два способа, которые дают возможность осуществлять тонкую дозировку подаваемого в межэлектродный промежуток (МЭП) порошка.

В первом случае дисперсный материал можно подавать в зону обработки через полый электрод (аксиальная схема подачи). Это дает возможность более полной переработки порошка, так как выход порошка за пределы электрода происходит всегда через зону действия разряда. Данная схема подачи порошка более эффективна при обработке плоских поверхностей. Ее недостатками являются необходимость изготовления полых электродов и их соединение с транспортирующим устройством, а также влияние измерения геометрии торцевой поверхности полого анода на процесс электроискрового легирования (ЭИЛ). В другом случае подачу порошка можно осуществлять с боковой либо с фронтальной стороны рабочего электрода так, чтобы электрод «набегал» на насыпаемый порошок. Такие схемы подачи порошка более технологичны и позволяют наносить покрытия и на цилиндрические детали. Частицы порошка, попадая в МЭП под действием электрического разряда, расплавляются, взаимодействуют с материалом подложки и образуют слой покрытия.

При подаче в МЭП дисперсных материалов (порошков металлов и соединений) удастся наращивать покрытия на подложках из легких сплавов на основе алюминия и магния. Это достигается благодаря экранирующему действию введенного в МЭП порошка, в результате которого эрозия легкоплавкой подложки (магниевой или алюминиевой) существенно уменьшается.

С другой стороны, значительно облегчается формирование на поверхности конструкционных сплавов покрытий толщиной 0,2—0,3 мм из легкоплавких металлов (олова, свинца, кадмия, сурьмы и др.). Обработка компактными электродами из указанных материалов неэффективна и в ряде случаев практически невозможна ввиду их низкой твердости. Во время соударения с подложкой электроды деформируются. Кроме того, из-за низкой температуры плавления анодов обработка даже на режимах с небольшими значениями энергии разряда (1,0—0,1 Дж) приводит к переносу за один импульс значительного количества жидкой фазы и, как следствие, к образованию бугристого покрытия. Следует отметить еще одно преимущество рассматриваемого способа — возможность получения многофазных покрытий из смесей порошков различных материалов. Например, при ЭИЛ смесью порошков легкоплавких металлов (олова или сурьмы) с тугоплавкими металлами или их соединениями возможно получить композиционные покрытия гетерогенной структуры.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБЛЕННЯ ТОЧНИХ ОТВОРІВ З ПЕРЕРИВЧАСТИМИ (ШПОНКОВИМИ ТА ШЛІЩЕВИМИ) ПОВЕРХНЯМИ**

*Рибалка П.В., аспірант, Залога В.О., д.т.н, проф.  
Сумський державний університет, м. Суми*

Існує широка номенклатура відцентрових роторних машин обумовлена їх використанням в різних галузях промисловості. Однією з основних складальних одиниць такого агрегату є ротор, який може бути одноступінчастим або багатоступінчастим.

В конструкціях з багатоступінчастим ротором для зменшення перетоків робочого середовища, що перекачується між ступенями, доцільно виконувати шпонковий паз не на всю довжину отвору маточини робочого колеса, а тільки на деяку його частину, достатню для передачі відповідного крутного моменту. Це потребує використання довбальної операції. Такі конструктивні зміни, з однієї сторони, позитивно впливають на коефіцієнт корисної дії роторної машини, але, разом з тим, центральні отвори, які мають закриті шпонкові пази, можуть мати і суттєві недоліки. На практиці реалізація такої конструкції спричиняє виникнення похибок круглості та циліндричності отвору маточини, які пов'язані з пластичним деформуванням (спученням) металу на бічних поверхнях шпонкового пазу при перших проходах довбального різця. Практика показує, що відносно мала величина деформацій майже не дозволяє виправлення похибок форми лезовим інструментом, так як вона співрозмірна з величиною радіусу округлення різального леза. Експериментально встановлено, що у даному випадку навіть хонінгувальна операція з використання інструменту з традиційними хонінгувальними головками не дає позитивного результату, що пов'язано з ударами брусків при контакті з краями пазів при обробці переривчастих поверхонь і втратою радіального зусилля при проходженні бруска над пазом. Це призводить до зміни форми отвору як у поперечному, так і повздовжньому перетинах. Притирка чавунним притиром дозволяє дещо підвищити якісні показники отвору, проте вона є, як правило, економічно недоцільною.

З метою підвищення ефективності фінішного оброблення центрального отвору з закритим шпонковим пазом маточини робочого колеса запропоновано нову конструкцію хонінгувальної головки, робоча частина якої представляє собою прецизійну абразивно-шліфувальну шкурку з точною товщиною та направленими зернами, що закріплюється на прошліфованих під оброблювальний діаметр чавунних сегментах-брусках. Ширина бруска вибирається з розрахунку рівномірного розподілу тиску на оброблювальну поверхню та умови перекриття ширини пазу для безударного оброблення, а також з урахуванням наявних пристроїв та потужності обладнання.

## УТИЛІЗАЦІЯ ЗОЛИ БІОМАСИ

*Семірненко С.Л., к.т.н., Семірненко Ю.І., к.т.н., СНАУ, м. Суми*

Великі об'єми золи, які утворюються при спалюванні біомаси в котлах створюють екологічну небезпеку. Для сталого використання біопалива дуже важливо замкнути цикл обігу мінералів і включити золу в природні цикли. Одним із доцільних способів утилізації золи при спалюванні біомаси є використання її в якості добрива. Особливо це актуально при обмеженому внесенні в ґрунт органічних і мінеральних добрив.

Основними елементами, які виносяться з ґрунту при зростанні сільськогосподарських рослин є азот, фосфор і калій. При цьому калій, фосфор і магній є поживними речовинами, що відіграють важливу роль при використанні біомаси та її золи в якості біологічних добрив. Зола має великий вміст калію. Фосфор, який утворюється в золі при спалюванні біомаси, може лише частково підтримувати стабільний рівень в ґрунті, оскільки в такій золі він є в незначній кількості і слабо розчиняється в ґрунті. Проте, вміст фосфору в золі соломи вищий, ніж в золі деревини. Золу, одержану при спалюванні деревини, слід використовувати в лісах або в посадках, в той час як золу, одержану при спалюванні соломи або злакових, слід використовувати на сільськогосподарських землях [1, 2].

Окрім великої кількості поживних речовин, зола має у своєму складі і небезпечні для довкілля важкі метали. В табл. 1 зведені дані з різних джерел для порівняння середнього значення вмісту важких металів у золі соломи з гранично допустимим вмістом. В результаті порівняння можна зробити висновок, що середнє значення вмісту важких металів в золі соломи не перевищує гранично допустимої концентрації важких металів в сухій золі по більшості показників різних країн. У міру збільшення обсягів золи, вирішенням проблеми буде фракціонування золи.

Усю золу, яка утворюється при згоранні соломи, розділяють на зольний залишок (подова зола) і летку золу (циклонну і фільтраційну). Концентрація органічних забруднюючих речовин в подовій і циклонній золі, що одержана в установках для спалювання хімічно необробленої біомаси, невисока і екологічно безпечна. Фільтраційна зола містить значну кількість органічних забруднюючих речовин, її доля складає приблизно 10 %. Таку золу можна утилізувати шляхом промислової переробки за певних умов в дорожньому будівництві або додаванням в незначній кількості до органічних добрив за умови недопущення граничного значення.

Склад золи значною мірою залежить не лише від виду біомаси, але і від агротехнічних чинників, таких як кількість опадів, обробка посівів отрутохімікатами, внесення додаткових добрив. Тому перед внесенням золи в ґрунт необхідно не лише проводити аналіз ґрунту, але і аналіз самої золи. Кількість золи повинна розраховуватися щорічно по балансу поживних речовин та ґрунтуватися на «принципі кругообігу».

Таблиця 1 – Середній вміст і гранично допустима концентрація важких металів в золі, (мг/кг) [2]

Показники	Cu	Zn	Cr	Pb	Ni	Cd
Середній вміст важких металів у золі соломи						
Жито	18,2	83,2	9,2	3,8	1,3	0,1
Ячмінь	34,2	147,7	41,7	16,5	10,9	2,8
Пшениця	20,2	61,5	8,7	4,6	7,3	1,1
Гранично допустима концентрація важких металів в сухій золі						
Данія	1000	4000	100	120	30	0,8
Австрія	500	2000	500	500	100	10
Швейцарія	150	600	100	100	90	3
Фінляндія	700	4500	300	150	150	17,5
Швеція	400	7000	100	300	70	30

Важкі метали потрапляють в сільськогосподарські ґрунти різними шляхами, одним з основних є внесення штучних добрив. Тобто загальне зменшення обсягу внесених штучних добрив дозволить знизити навантаження з боку важких металів. Якщо біомаса не використовується для вирощування худоби або отримання енергії, вона, зазвичай, заорюється в ґрунт безпосередньо після збирання врожаю. Оскільки в соломі міститься така ж кількість важких металів, що й потім в золі, навантаження з боку важких металів на ґрунт істотно не змінюватиметься в залежності від того, чи вноситься солома в ґрунт, чи зола після її спалювання. Прийом прямого внесення на поля соломи як добрива не є технологічним, оскільки вимагає попереднього подрібнення соломи, і до того ж її мінералізація знижує кількість доступного азоту в ґрунті, що обумовлює додаткове внесення мінеральних добрив. Отже, даний напрямок використання соломи так само є обмеженим з точки зору внесення важких металів.

Відповідальність за переробку золи не визначена. Одним з можливих варіантів є відповідальність виробника за переробку і якість золи, в той час як сільськогосподарський виробник відповідатиме за правильне внесення золи на відповідних ділянках і в потрібний час.

### Список літератури

1. Билинска Е.Я. Возможности утилизации золы биомассы / Е.Я. Билинска, Е. Меллер, С. Станковски // Золошлаки ТЭС: материалы III научно-практического семинара, 22-23 апр. 2012 г.: тези доповідей. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – С. 106–109.
2. Утилизация золы котельных, работающих на древесном топливе / Программа развития ООН (ПРООН), Глобальный экологический фонд (ГЭФ), Департамент по энергоэффективности Государственного Комитета по Стандартизации; [составитель Норберт Вильдбахер]. – Минск, 2007. – 28 с.

## ВИПУСКНИЙ КЛАПАН ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

*Сторожев В.О., студент; Харченко Н. А., доцент, СумДУ, м. Суми*

Однією із молодих та перспективних галузей машинобудування сучасної України виступає автомобільна галузь. Номенклатура виробів даної галузі досить широка. Однією із відповідальних деталей авто є клапан.

За призначенням розрізняють клапани двох типів: впускний та випускний. В більш жорстких, агресивний умовах працює саме випускний клапан. Випускні клапани періодично омиваються гарячим потоком відпрацьованих газів, що містять сірчисті та інші агресивні компоненти. У карбюраторних двигунах вони нагріваються до  $700 \div 900$  °С (в дизелях ця температура дещо нижча- 500-600 0С) [1]. В зв'язку з цим випускні клапани виготовляють з кремнехромістих, кремнехромонікелевих та інших високолегованих жароміцних і корозійностійких сталей типу 10X11H20T3P, X12H14BC, 30X13H7C2 [2]. Ці матеріали недешеві, через що нерідко складові частини випускних клапанів виготовляють з різнорідних матеріалів: тарілку - з жаростійкого сплаву, а стрижень - з легованої сталі.

В аустенітних жароміцних сталях, до яких відноситься сталь 10X11H20T3P, фазові перетворення під час нагрівання й охолодження не відбуваються. Тому вони не можуть піддаватися деяким видам термообробки, пов'язаним із фазовою перекристалізацією (наприклад, гартуванню, нормалізації та ін.) [2]. Режим термічної обробки випускного клапана двигуна внутрішнього згорання зі сталі 10X11H20T3P проводиться в два етапи, за наступними режимами: аустенізація — нагрів печі до температур 1100-1150°С охолодження на повітрі, витримка 2 години; старіння — нагрів печі до температури 700°С охолодження на повітрі, витримка 14 годин.

Запропонована термічна обробка клапану ДВЗ автомобіля зі сталі 10X11H20T3P призводить до отримання структури аустеніт, карбідів легуючих елементів та інтерметалідів (складні хімічні сполуки двох та більше металів). Легований аустеніт має високу міцність як при кімнатній, так і при високих температурах. Зміцнення здійснюється за рахунок дисперсійного твердіння шляхом виділення високодисперсних сполук — карбідів та інтерметалідів. Розчиняючись в аустеніті, більшість легуючих елементів збільшують його корозійну стійкість та зносостійкість.

### Список літератури

1. Кухарёнок Г.М. Теория рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания: методическое пособие для студентов заочной формы обучения специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» / Г.М. Кухарёнок. – Минск: БНТУ, 2011. – 62 с.
2. Руденко Л. Ф. Леговані сталі та сплави: навч. посіб. / Л. Ф. Руденко, Т. П. Говорун. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 171 с.

# ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ВАЛОВ ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

## Часть 1 (влияние ЭЭЛ+ППД на микротвердость поверхностного слоя)

*Тарельник В.Б., д.т.н., Волошин И.Е., Волошко Т.П., СНАУ, г. Сумы*

### **Постановка проблемы**

Немаловажное значение в практике машиностроения имеют покрытия, которые могут быть сформированы различными способами. Основной их задачей является улучшение качественных параметров поверхностного слоя деталей машин: повышение микротвердости, износостойкости восстановление участков поверхности и др.

Одной из перспективных технологий повышения качества поверхностей деталей является метод электроэрозионного легирования (ЭЭЛ). Он универсален и используется для: увеличения твердости, коррозионной стойкости, износо- и жаростойкости; снижения способности к схватыванию поверхностей при трении; восстановлению размеров деталей машин и механизмов; проведения на обрабатываемой поверхности микрометаллургических процессов для образования на ней необходимых химических соединений; создания на рабочей поверхности переходных слоев определенной шероховатости и др. [1].

Несмотря на неоспоримые достоинства метод ЭЭЛ имеет и ряд недостатков (увеличение шероховатости поверхности, возникновение в поверхностном слое растягивающих остаточных напряжений, снижение усталостной прочности), которые нередко ограничивают его применение для более широкого круга деталей машин.

С целью повышения таких эксплуатационных характеристик деталей, как выносливость, износостойкость все шире применяют методы поверхностного пластического деформирования (ППД). Очевидно, применение ППД в сочетании с ЭЭЛ поверхностного слоя представляет особый интерес, так как эти технологии взаимно дополняют друг друга [2-4]. Работы, проводимые в этом направлении актуальны.

**Целью работы** является повышение качества поверхностей валов роторов динамического оборудования при их изготовлении и ремонте путем определения алгоритма расчета технологических параметров воздействия методами ППД на поверхности подверженные ЭЭЛ.

### **Методика исследований**

Для исследований влияния ППД на шероховатость, микротвердость и другие свойства поверхностного слоя с КЭП изготавливали образцы из стали 45 и 40Х ( $D_{нар} = 50$  мм,  $L = 200 - 250$  мм), по всей поверхности которых проводилось ЭЭЛ твердыми износостойкими (хром, твердые сплавы группы ВК сплав ВНС-2 и др.) и мягкими антифрикционными (индий, медь, олово и др.) материалами в различной последовательности на установках ЭЭЛ как с ручным вибратором, так и механизированных. Затем на каждом образце

проводилось ППД методами алмазного выглаживания (АВ), и обкаткой шариком (ОШ). Каждому режиму соответствовала дорожка на образце шириной 10 - 15 мм. АВ выполнялось на токарном станке с помощью пружинно-гидравлического приспособления выглаживателями АСПК-3 с радиусом вершины  $R = 3, 4$  мм в зависимости от твердости покрытия при скорости  $V = 40... 80$  м/мин, усилия выглаживания  $P = 60...350$  Н и подаче  $S = 0,02...0,07$  мм/об. ОШ проводилась на токарном станке пружинно-штоковым приспособлением с шариковыми головками  $\varnothing 10$  и  $\varnothing 19$  мм. Максимальное усилие обкатки для шарика  $\varnothing 10$  мм - 1200 Н, а для  $\varnothing 19$  мм - 3000 Н. Подача  $S = 0,05...0,21$  мм/об, скорость  $V = 30$  м/мин. Смазка производилась индустриальным маслом.

После упрочнения ППД из каждого образца с каждой дорожки вырезались сегменты, из которых, в свою очередь, изготавливались шлифы для проведения металлографических исследований структуры упрочненного слоя, микротвердости, сплошности и т.п. Исследование осевых остаточных напряжений, являющихся наиболее опасными для валов, проводили на призматических образцах из стали 45 размером 70 x 5 x 2 мм по методике И.А. Биргера путем послойного электрополирования напряженных слоев на установке типа «Пион». По результатам исследования строились графики распределения остаточных напряжений по глубине для образцов различных серий. В каждой серии исследовалось не менее трех образцов. Состояние поверхностного слоя при исследовании остаточных напряжений определялось для следующих серий: ЭЭЛ Cu; ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr; ЭЭЛ Cu + ППД; ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr + ППД.

Следует отметить, что ЭЭЛ медью и хромом производилось на установке с ручным вибратором «УИЛВ - 8», соответственно, при токе короткого замыкания  $I_{к.з.} = 0,5 - 0,6$  А; напряжении холостого хода  $U_{х.х.} = 56,1$  В; емкости накопительного конденсатора  $C = 20$  мкФ и  $I_{к.з.} = 2,0 - 2,2$  А;  $U_{х.х.} = 68,7$  В;  $C = 300$  мкФ. ППД покрытия из меди производилось ОШ  $\varnothing 19$  мм с усилием 500 Н, а КЭП ЭЭЛ Cu + Cr - ОШ  $\varnothing 19$  мм - с усилием 1500 Н. Усталостные испытания проводили на машине УП-50 на базе  $1 \times 10^6$  циклов. Для определения предела выносливости были изготовлены натурные образцы из стали 45 с рабочим диаметром 50 мм. Предел выносливости определялся с точностью 10 МПа для тех же серий, что и при нахождении остаточных напряжений.

### **Обсуждение результатов исследований**

Влияние удельного усилия ОШ на микротвердость слоя и подслоя образцов с КЭП показано на рис. 1.

На рис. 1, а видно, что поверхностные слои, имеющие на поверхности высокую микротвердость (11000 и 8000 МПа), соответственно для покрытий состава Cu + ВК8 и ВК8 + Cu + ВК8 с увеличением удельного усилия ОШ не упрочняются. Микротвердость более мягкого КЭП, сформированного в последовательности ВНС2 + Cu + ВНС2, которая составляет 3500 МПа с увеличением удельного усилия ОШ до  $P_{ср} = 4000$  МПа, увеличивается до ~

5000 МПа, однако из-за возникновения микротрещин качество слоя ухудшается. Наиболее рациональным является интервал удельного усилия ОШ 2500...3000 МПа.

Следует отметить, что в большей степени упрочняются поверхностные слои с низким сопротивлением деформации, например, КЭП состава In + ВК8 ( $H_{\mu} = 1970$  МПа). В данном случае микротвердость в поверхностном слое достигает 5000 МПа при удельном усилии ОШ  $P_{cp} = 2000$  МПа. Микротвердость в переходном слое (подслое) для всех КЭП возрастает, но в различной степени. Здесь также существует закономерность - чем ниже исходная микротвердость подслоя, тем больше резервы к ее повышению. Так, микротвердость КЭП: In + ВК8, Cu + ВК8, ВК8 + Cu + ВК8 возрастает, соответственно, с 3500 до 4500; с 2500 до 4000 и с 2800 до 4000 МПа при увеличении удельного усилия ОШ до 2000 МПа и для КЭП состава ВНС2 + Cu + ВНС2 с 2540 до 5000 МПа при  $P_{cp} = 4000$  МПа (рис. 1, б).

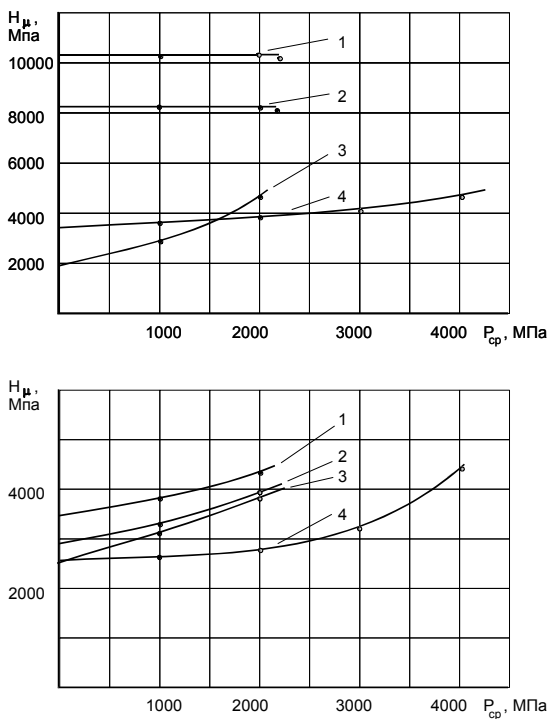


Рисунок 1 - Влияние удельного усилия ОШ на микротвердость поверхностного слоя образцов с КЭП: 1 - сталь 45, Cu + ВК8; 2 - сталь 45, ВК8 + Cu + ВК8; 3 - сталь 45, In + ВК8; 4 - сталь 40X, ВНС2 + Cu + ВНС2 (а) и подслоя образцов с КЭП: 1 - сталь 45, In + ВК8; 2 - сталь 45, ВК8 + Cu + ВК8; 3 - сталь 45, Cu + ВК8; 4 - сталь 40X, ВНС2 + Cu + ВНС2 (б).



В результате металлографических исследований образцов из стали 45 с электроэрозийными покрытиями из мягких антифрикционных металлов (олово, медь и др.) установлено, что метод АВ не рекомендуется применять для повышения их качества, так как практически на всех режимах выглаживания происходит интенсивное разрушение слоя: образование закатов, вырывов, наволакивание материала покрытия на индентор, срезание слоя и т.д.

Для повышения качества КЭП с высокой микротвердостью и низкой исходной шероховатостью возможно применение АВ.

На рис. 2 показано влияние удельного усилия АВ на микротвердость слоя и подслоя КЭП состава Cu+ВК8 и ВК8+Cu+ВК8. С увеличением удельного усилия выглаживания до  $P_{cp} = 1000$  МПа микротвердость слоя не изменяется, а затем незначительно снижается, что свидетельствует о начале разрушения покрытия, которое подтверждается фотографиями микроструктуры. Микротвердость в подслое повышается для покрытия Cu +ВК8 с 2500 до 4500 МПа, а ВК8 + Cu +ВК8 с 2800 до 5000 МПа.

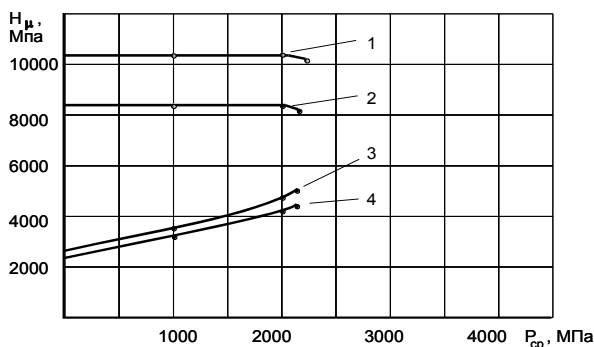


Рисунок 2 - Влияние удельного усилия АВ на микротвердость слоя (1, 2) и подслоя (3, 4) образцов из стали 45 с КЭП, соответственно, Cu +ВК8 и ВК8 + Cu +ВК8.

Наиболее рациональное удельное усилие АВ соответствует 1000 МПа.

Таким образом, для обобщения и упрощения выбора наиболее рационального усилия деформации предлагается все электроэрозийные покрытия, в зависимости от микротвердости упрочняемого участка покрытия, разбить на три группы: мягкие (< 2000 МПа), средние (2000 - 3000 МПа) и твердые (> 3000 МПа). Для мягких покрытий рекомендуются удельные усилия деформации  $P_{cp} = 750 - 1250$  МПа, средних - 1300 - 1500 МПа и твердых - 2500 - 3000 МПа. Мягкие покрытия рекомендуется упрочнять ОШ. Покрытия средней твердости и твердые можно упрочнять как

ОШ, так и АВ, учитывая то, что шероховатость (Ra) исходной поверхности не должна превышать 12 мкм для ОШ и 5 мкм для АВ.

### **ВЫВОДЫ:**

1. Экспериментально установлено, что чем ниже исходная микротвердость упрочняемого участка поверхности, тем больше резервы к ее повышению методами ППД.

2. Для обобщения и упрощения выбора наиболее рационального усилия деформации предлагается все электроэрозионные покрытия, в зависимости от микротвердости упрочняемого участка покрытия, разбить на три группы: мягкие (< 2000 МПа), средние (2000 - 3000 МПа) и твердые (> 3000 МПа). Для мягких покрытий рекомендуются удельные усилия деформации  $P_{cp} = 750 - 1250$  МПа, средних - 1300 - 1500 МПа и твердых - 2500 - 3000 МПа.

### **Список литературы**

1. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревутский В.М. – Кишинев: Штинца, 1985. – 196 с.

2. Эдигаров В.Р., Килунин И.Ю., Дегтярь В.В. Классификация комбинированных методов обработки на основе электромеханического упрочнения // Современные наукоемкие технологии.- 2012.- № 3.- С. 32-35.

3. В.И. Иванов, Ф.Х. Бурумкулов Упрочнение и увеличение ресурса объектов электроискровым методом: классификация, особенности технологии // Электронная обработка материалов, 2010, № 5, С. 27–36.

4. Романенко Д.Н. Оценка качества поверхности электроискрового покрытия после выглаживания минералокерамикой / Д.Н. Романенко // Инновационные технологии и оборудование машиностроительного комплекса: межвуз. сб. науч. тр.- Воронеж, 2007.- Вып. 10.- С.62-65.

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ВАЛОВ ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

### **Часть 2 (влияние ЭЭЛ+ППД на остаточные напряжения и усталостную прочность)**

*Тарельник В.Б., д.т.н., Волошин И.Е., Волошко Т.П., СНАУ, г. Сумы*

Формирование покрытий методом ЭЭЛ связано с высокотемпературным воздействием источника энергии на наносимый материал и подложку, а также с образованием различных фаз в поверхностных слоях при взаимодействии наносимого и обрабатываемого материалов. Процессы нагрева и охлаждения материала электродов в зоне импульсного разряда обуславливают появление в слоях, полученных ЭЭЛ, значительных напряжений. Фазовые превращения в металлах и сплавах,

сопутствующие ЭЭЛ, также приводят к образованию в них напряженного состояния. Измерение остаточных напряжений в поверхностном слое, сформированном методом ЭЭЛ, показывает, в большинстве случаев, наличие значительных растягивающих напряжений.

Наиболее опасными для усталостной прочности легированных валов являются осевые остаточные напряжения растяжения, которые увеличивают амплитуду действующих напряжений и способствуют снижению выносливости деталей. Расширение области применения ЭЭЛ для более широкого круга деталей машин за счет применения КЭП обуславливает необходимость дальнейшего изучения остаточных напряжений, возникающих в покрытиях, сформированных как за счет мягких антифрикционных, так и твердых износостойких материалов. Снижение удельного усилия деформации не обеспечивает необходимой шероховатости поверхности, а увеличение - приводит к снижению качества сформированного слоя (возникновению микро и макро трещин, шелушению, «закатам» и другим дефектам).

На рис. 1 и в табл. 1 отображены результаты измерения осевых остаточных напряжений в поверхностных слоях стали 45 с электроэрозионным покрытием из меди и КЭП медь + хром, а также влияния ППД на величину и знак этих напряжений. ЭЭЛ стали 45 медью приводит к формированию в поверхностном слое растягивающих напряжений с глубиной залегания до 0,1 мм и максимальной величиной на поверхности до 170 МПа. Нанесение на сталь 45 КЭП медь + хром, приводит к возрастанию как величины напряжения, так и глубины залегания, соответственно до 210 МПа и 0,15 мм.

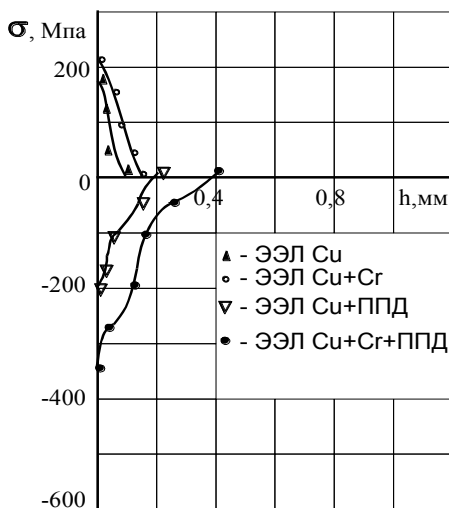


Рисунок 1 - Влияние ППД на распределение остаточных напряжений по глубине поверхностного слоя стали 45 с покрытием из меди и медь + хром.

В результате упрочнения ОШ образцов после ЭЭЛ Cu и Cu + Cr деформационные кривые значительно изменяются, так как деформации имеют отрицательный знак, что определяет наличие в поверхностном слое благоприятных напряжений сжатия.

Таблица 1 - Результаты измерения величины, знака и глубины залегания остаточных напряжений в поверхностном слое стали 45 после ЭЭЛ и ППД

Упрочнение	Остаточное напряжение, $\sigma$ , МПа	Глубина залегания, h, мм	Шероховатость, Ra, мкм
ЭЭЛ			
ЭЭЛ Cr	250	0,2	3,5 - 4,6
ЭЭЛ Cu	170	0,1	0,6 - 1,0
ЭЭЛ Cu + Cr	210	0,15	0,6 - 0,7
ЭЭЛ + ППД			
ЭЭЛ Cr + ППД	- 520	0,9	0,5
ППД + ЭЭЛ Cr + ППД	- 550	0,8	0,5
ЭЭЛ Cu + ППД	- 200	0,2	0,1
ЭЭЛ Cu + Cr + ППД	-350	0,4	0,1

Остаточные напряжения, возникающие в поверхностных слоях деталей, неразрывно связаны с такой эксплуатационной характеристикой, как усталостная прочность. Снижение уровня остаточных напряжений при применении КЭП, состоящих из мягкого антифрикционного металла и твердого износостойкого материала, по сравнению с покрытиями, состоящими только из твердого износостойкого материала, например, Cu + Cr и Cr, обуславливает проведение испытаний этих покрытий на усталостную прочность (рис. 2).

При испытании натуральных валов с КЭП Cu + Cr установлено, что в результате ЭЭЛ усталостная прочность снизилась по сравнению с образцами без покрытия в 1,5 раза (с 395 до 255 МПа), но зато она в 1,5 раза выше, чем у образцов, легированных только хромом. Обкатка шариком КЭП Cu + Cr увеличивает их усталостную прочность на 16-20 % выше базового варианта - образцов без покрытия (рис. 2, табл. 2).

Увеличение предела выносливости натуральных валов за счет применения КЭП и последующей ППД объясняется прежде всего снижением у них уровня остаточных напряжений. Кроме того, увеличению предела выносливости способствует структура КЭП покрытий. Так, зарождающаяся на поверхности вала микротрещина, развиваясь вглубь и «натываясь» на мягкую составляющую КЭП, временно «затухает» (релаксируется), увеличивая тем самым усталостную прочность вала.

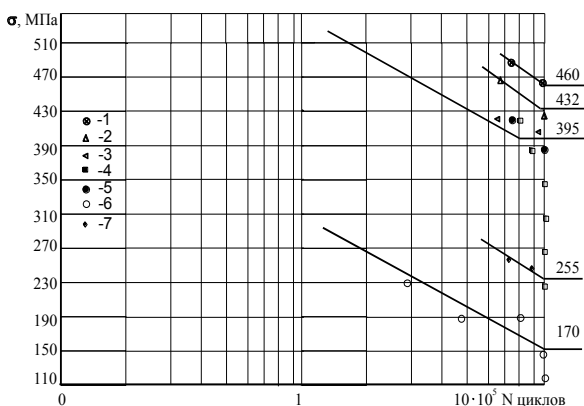


Рисунок 2 - Усталостная прочность натуральных образцов из стали 45 после ЭЭЛ и ППД: 1 - ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr + ОШ; 2 - ЭЭЛ Cr + АВ; 3 - ЭЭЛ Cu + ОШ; 4 - без упрочнения; 5 - ЭЭЛ Cr + ОШ; 6 - ЭЭЛ Cr; 7 - ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr.

Таблица 2 - Результаты усталостных испытаний натуральных моделей из стали 45 после ЭЭЛ и ППД

Упрочнение	Нагрузка Р, Н	Количество циклов, n	Характер разрушения	Напряжение, σ, МПа
Без упрочнения	10000	База $1 \times 10^6$		376
	11000	780000	Разрушение	414
	11000	902000	То же	414
ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr	4000	База $1 \times 10^6$		150
	5000			187,5
	6000			225
	7000	630000	То же	263
ЭЭЛ Cu + ОШ	8000	База $1 \times 10^6$		301
	10000	"		376
	11000	255000	То же	414
ЭЭЛ Cu + ЭЭЛ Cr + ОШ	10000	База $1 \times 10^6$		376
	11000	"		414
	12000	"		451
	13000	125000	То же	488

Анализ рисунка и табл. 2 показывает, что предел выносливости натуральных образцов с покрытием из мягкого антифрикционного металла меди и последующей ППД находится на уровне образцов без покрытия, поэтому

при необходимости можно рекомендовать данный комплекс упрочняющих технологий к практическому применению. Так как место разрушения всех упрочненных ППД образцов располагается за пределами покрытия, то увеличение предела выносливости еще больше.

### **ВЫВОДЫ:**

1. Экспериментально установлено, что чем ниже исходная микротвердость упрочняемого участка поверхности, тем больше резервы к ее повышению методами ППД.

2. Для обобщения и упрощения выбора наиболее рационального усилия деформации предлагается все электроэрозионные покрытия, в зависимости от микротвердости упрочняемого участка покрытия, разбить на три группы: мягкие ( $< 2000$  МПа), средние ( $2000 - 3000$  МПа) и твердые ( $> 3000$  МПа). Для мягких покрытий рекомендуются удельные усилия деформации  $P_{cp} = 750 - 1250$  МПа, средних -  $1300 - 1500$  МПа и твердых -  $2500 - 3000$  МПа.

3. Применение КЭП, сформированных за счет поочередного нанесения на сталь 45 меди и хрома, снижает величину растягивающих напряжений и глубину их распространения, по сравнению с покрытиями только из хрома, соответственно с  $250$  до  $210$  МПа и с  $0,2$  до  $0,15$  мм. Применение ППД (обкатка шариком) приводит к изменению знака деформаций с положительного на отрицательный, что определяет наличие в поверхностном слое благоприятных напряжений сжатия.

4. Усталостная прочность КЭП, сформированных поочередным нанесением меди и хрома, на  $50\%$  выше, чем у покрытий, состоящих только из хрома. ППД увеличивает предел выносливости КЭП  $Cu + Cr$  на  $20\%$  по сравнению с базовым вариантом - образцом без покрытия.

## **НОВЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ (Часть 1)**

*Тарельник В.Б., д.т.н., Павлов А. Г., Саржанов Б.А., аспирант,  
СНАУ, г.Сумы*

При длительной эксплуатации машин изнашивание деталей сопровождается снижением эксплуатационных показателей. Износ рабочих поверхностей деталей нередко требует их полной замены, что повышает себестоимость производимой продукции. Важнейшими задачами ремонтно-обслуживающего производства являются поддержание работоспособности, восстановление ресурса машин и оборудования, обеспечение их высокой надежности и возможности эффективного использования. Повышение износостойкости отремонтированных деталей машин - одна из актуальных задач технического обслуживания и ремонта.

## **Анализ основных достижений и публикаций**

Значительное количество технологических приемов нанесения и многообразии областей применения покрытий, широкий спектр материалов для этих целей делают непростым в условиях конкурентного подхода объективное решение по выбору покрытия и оптимальной технологии его нанесения. Восстановление деталей позволяет экономить значительное количество дефицитных материалов, в 2...3 раза продлить срок службы, уменьшить выпуск товарных запасных частей на заводах-производителях и снизить себестоимость ремонта машин и оборудования.

На сегодня существует много разных технологических методов компенсации изношенного слоя металла деталей. Наиболее распространенные из них: наплавка, гальванопокрытие, металлизация, пластическое деформирование, электроэрозионное легирование. Среди рассмотренных методов восстановления деталей большого внимания заслуживают электроэрозионное легирование (ЭЭЛ) и нанесение металлополимерных материалов (МППМ), которые экологически безопасны и последнее время все чаще используются в ремонтном производстве.

При выборе технологического способа восстановления большое значение имеет величина максимального износа, при которой деталь становится непригодной к эксплуатации. В общем случае 85% деталей машин становятся непригодными при износах, не превышающих  $(0,2 \div 0,3) \cdot 10^{-3}$  м [1].

В [2] исследованиями установлено, что на алюминиевых сплавах при помощи ЭЭЛ, электродами из сплава Al-Sn можно получить износостойкое покрытие, которое в 5-6 раз превышает стойкость закаленной стали. Особенностью такого покрытия является наличие в его структуре микро и нановолокон оксида олова, которые обладают высокой микротвердостью HV 1200 кг/мм<sup>2</sup>. Для получения покрытия повышенной толщины до  $0,3 \cdot 10^{-3}$  м использована технология «барьерных» слоев [3]. Сущность технологии заключается в следующем: после нанесения 3÷4 слоев сплава АО20-1, когда приращение слоя приостанавливается, наносится так называемый «барьерный» слой, который изолирует нанесенное покрытие из сплава АО20-1 от следующего слоя такого же состава и позволяет продолжать наращивать толщину покрытия.

Следует отметить, что с увеличением режима ЭЭЛ (энергии разряда), как правило снижается сплошность (наличие сквозных пор) формируемого покрытия. Для повышения качества, восстанавливаемого методом ЭЭЛ поверхностного слоя, нами предложен способ, при котором покрытие ЭЭЛ наносит поэтапно, причем на первом этапе наносят слой, используя режимы, которые обеспечивают наибольшую сплошность и толщину покрытия, затем, тем же электродом производят ЭЭЛ с такой энергией разряда при которой формируют поверхность с шероховатостью приблизительно в 2-4 раза выше, чем на предыдущем этапе. В этом случае происходит выброс металла катода (детали) в местах приложения импульсов, т.е. распыление наиболее

выступающих частей поверхности и на их месте образуются впадины вновь образованного покрытия, глубина которых находится на уровне поверхности предыдущего покрытия. В результате, происходит минимальное повышение уровня шероховатости поверхности.

Резервом увеличения толщины восстановленного слоя могут быть комбинированные технологии например ЭЭЛ и нанесение металлополимерных материалов (МППМ). В данном случае отдельно взятые технологии не в коей мере не снижают достоинства друг друга, а дополняют их и устраняют недостатки, присущие каждой технологии в отдельности. Преимущества интегрированной технологии ЭЭЛ + МППМ очевидны: сплошность поверхности 100%; шероховатость значительно ниже, чем при ЭЭЛ; твердость значительно выше, чем у МППМ; благодаря возможности нанесения методом ЭЭЛ покрытия с использованием большой гаммы электродных материалов, можно в широких пределах изменять механические, термические, электрические и другие свойства рабочих поверхностей деталей; попадание МППМ во впадины и микронеровности восстанавливаемой детали исключает вероятность образования очагов коррозии в этих впадинах; износостойкость, надежность и долговечность восстановленных деталей выше, чем при восстановлении, с использованием отдельно взятых технологий.

Следует отметить, что при использовании технологии ЭЭЛ + МППМ возможны различные варианты формирования поверхности. Методом ЭЭЛ можно варьировать высотой микронеровностей, а последующей лезвийной обработкой можно обеспечивать различное соотношение площадей из нанесенного металла и металлополимерного материала [5].

Несмотря на неоспоримые достоинства интегрированная технология ЭЭЛ + МППМ имеет и недостатки. Это прежде всего низкая твердость и прочность сформированного поверхностного слоя, особенно в тех случаях, когда слой МППМ находится выше покрытия, нанесенного методом ЭЭЛ. Основное применение способа это восстановление деталей в неразъемных соединениях (посадочных мест под подшипники, полумуфты и др.).

Таким образом, **целью** работы является совершенствование способа интегрированной технологии восстановления деталей ЭЭЛ + МППМ, путем повышения качества покрытия, сформированного методом ЭЭЛ и повышения твердости и прочности формируемого поверхностного слоя за счет его армирования.

#### **Методы исследования**

Из технологических инструкций заводов поставщиков оборудования ЭЭЛ, литературных источников и опыта работы известно, что для восстановления поверхности в качестве материалов электродов рекомендуются чистые металлы (хром, никель и др.), нержавеющей стали, например, 12Х18Н10Т, бронза, металлокерамические твердые сплавы групп ВК и ТК.



Методом ЭЭЛ на установке модели «Элитрон 52-А» на образцы, размером 20x10x8 и 15x15x8 мм из стали 20 при различных режимах энергии разряда наносили покрытия электродами из оловянной бронзы марки БрО10Ф1, твердого сплава Т15К6 и нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Кроме этого на образцы из высокопрочного чугуна, марки ВЧ-60, на установке модели «Элитрон -22А» наносили покрытия из хрома, никеля и твердого сплава Т15К6. При этом изготавливали три серии образцов: 1серия – покрытие проводили в один этап: на один образец наносили покрытие на одном режиме; 2 серия – покрытия проводили в два этапа: первый на режиме, обеспечивающем наибольшую сплошность и толщину покрытия и второй на более грубом, с шероховатостью в 2-4 раза больше чем на предыдущем; 3 серия - покрытия проводили в два этапа в последовательности противоположной серии 2. Толщину покрытия измеряли микрометром, а шероховатость поверхности на профилографе профилометре модели 201 завода «Калибр».

### **Результаты исследований**

Анализ проведенных исследований показал, что при нанесении оловянной бронзы, согласно серии 1, наибольшая толщина покрытия (0,1 мм), при 100 % сплошности, достигается при энергии разряда  $W_p = 0,20$  Дж. Шероховатость поверхности при этом составляет  $R_z = 21$  мкм. Последующее увеличение энергии разряда до  $W_p = 0,35$  Дж влечет за собой наряду с увеличением толщины слоя до 0,43 мм резкое увеличение шероховатости поверхности до  $R_z = 59$  мкм и снижение ее сплошности до 80%. Последующее увеличение энергии разряда сопровождается еще большим ростом шероховатости поверхности и снижением сплошности. Наибольшая толщина слоя, которая составляет 0,92 мм, формируется при  $W_p = 0,90$  Дж. При этом шероховатость поверхности и сплошность покрытия равны, соответственно,  $R_z = 98$  мкм и 60%. Дальнейшее увеличение энергии разряда приводит к резкому снижению качества покрытия (низкая сплошность, высокая шероховатость, прижоги) и выгоранию электрода.

Согласно 2-й серии первым слоем наносили оловянную бронзу с сплошностью 100% и толщиной покрытия 0,1 мм, при  $W_p = 0,20$  Дж, а затем вторым слоем при  $W_p = 0,35$  и 0,55 Дж где шероховатость, соответственно, больше ~ в 3 и 4 раза ( $R_z = 59$  и 82 мкм). При этом общая толщина слоя составляет, соответственно, 0,65 и 0,81 мм, шероховатость  $R_z = 47$  и 58 мкм при 100% сплошности. Дальнейшее увеличение энергии разряда при нанесении второго слоя до  $W_p = 0,90$  Дж, при незначительном увеличении толщины слоя, приводит к резкому увеличению шероховатости поверхности с  $R_z = 58$  до  $R_z = 81$  мкм.

Результаты качественных параметров покрытий из БрО10Ф1 на стали 20, нанесенных поэтапно, согласно серии 3, значительно хуже, чем на у покрытий из 2-й серии (сплошность 65-75%, шероховатость  $R_z = 85-92$  мкм) при незначительно отличающейся толщине нанесенного слоя.

Таким образом, восстановление стальных деталей методом ЭЭЛ электродом инструментом из оловянной бронзы марки БрО10Ф1, необходимо проводить в два этапа, причем на первом формировать покрытие при энергии разряда  $W_p = 0,20$  Дж, а на втором при  $W_p = 0,55$  Дж. В результате получим покрытие толщиной 0,81 мм, сплошностью 100% и шероховатостью  $Rz = 58$  мкм.

При нанесении твердого сплава Т15К6 сплошность покрытия 100% и толщина слоя 0,12 мм достигается при энергии разряда  $W_p = 0,55$  Дж. Шероховатость поверхности при этом составляет  $Rz = 21$  мкм. Дальнейшее увеличение энергии разряда приводит к возрастанию толщины слоя до 0,19 мм и значительному снижению качества покрытия (сплошность 85% и шероховатость  $Rz = 65$  мкм).

При формировании покрытия поэтапно, согласно предлагаемого способа, с использованием первоначально энергии разряда  $W_p = 0,55$  Дж, а затем  $W_p = 0,90$  Дж толщина слоя составляет 0,20 мм при 100% сплошности и шероховатости  $Rz = 37$  мкм. Нанесение покрытия в обратном порядке: сначала с  $W_p = 0,90$  Дж, а затем с  $W_p = 0,55$  Дж приводит к снижению его сплошности до 90% и возрастанию шероховатости до  $Rz = 54$  мкм.

При нанесении нержавеющей стали 12Х18Н10Т наибольшая сплошность покрытия 95% и толщина слоя 0,08 мм достигается при энергии разряда  $W_p = 0,35$  Дж. Шероховатость поверхности при этом составляет  $Rz = 11$  мкм. Дальнейшее увеличение энергии разряда приводит к возрастанию толщины слоя до 0,14 мм и значительному снижению качества покрытия (сплошность 80% и шероховатость  $Rz = 31$  мкм).

При формировании покрытия поэтапно, согласно предлагаемого способа, с использованием первоначально энергии разряда  $W_p = 0,35$  Дж, а затем  $W_p = 0,55$  Дж толщина слоя составляет 0,12 мм при 100% сплошности приближающейся к 100% и шероховатости  $Rz = 17$  мкм. Нанесение покрытия в обратном порядке приводит к снижению его сплошности до 80% и возрастанию шероховатости до  $Rz = 34$  мкм.

Таким образом, восстановление стальных деталей методом ЭЭЛ, с использованием электрода инструмента из твердого сплава Т15К6 и нержавеющей стали 12Х18Н10Т, наиболее целесообразно проводить в два этапа, согласно предлагаемому способу. Следует отметить, что предлагаемый способ сохраняет свою актуальность и для деталей из чугуна.

### Список литературы

1. Канарчук В.Е., Чигринец А.Д., Голяк О.Л., Восстановление автомобильных деталей. Технология и оборудование. М. : Транспорт.1995 г. 303 с.
2. Е.В.Юрченко, В.И.Юрченко, А.И. Дикусар Наноструктурирование поверхности из алюминиевых сплавов в условиях электроискрового легирования. Наноинженерия - 2013. -№2. - С.12-24.
3. Иванов В.И. Увеличение толщины электроискровых покрытий. Состояние вопроса. Часть 1. Причины ограничения толщины покрытий.

Часть 2. Методы увеличения толщины электроискровых покрытий. Труды ГОСНИТИ том 113. М. 2013 г. 429- 435 с, 150-456 с.

4. Спосіб відновлення зношених поверхонь металевих деталей (варіанти): Пат. 104664. Україна. МПК В23Н 5/00 /Марцинковський В.С., Тарельник В.Б., Павлов О.Г., Іщенко А.О.; Опубл. 25.02.2014, Бюл. № 4.-3 с.

## НОВЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ (Часть 2)

*Тарельник В.Б., д.т.н., Павлов А. Г., Саржанов Б.А., аспирант,  
СНАУ, г.Сумы*

### ***Восстановление изношенных поверхностей деталей тел вращения***

Как известно, основной причиной выхода из строя деталей машин является не поломка, а износ их поверхностного слоя. Иногда возникает необходимость восстановления наружных поверхностей из мягких антифрикционных металлов деталей тел вращения, например, опорных пальцев зубчатых колес после разрушения баббитового слоя (рис. 1, а).



**а**



**б**

Рисунок 1 - Разрушение баббитового слоя опорных пальцев зубчатых колес (а) и вал ротора насоса ЦНС-180 с изношенными поверхностями (б).

В данном случае на изношенную поверхность детали **1** (рис. 2, а) методом ЭЭЛ наносится слой **3** покрытия из любого мягкого антифрикционного металла (медь, олово, серебро, оловянная бронза и др.). При этом между нанесенным металлом и деталью образуется переходной слой **2**, представляющий собой взаимное диффузионное проникновение элементов анода и катода. Покрытия можно наносить, варьируя энергию разряда в диапазоне 0,036 - 6,8 Дж. С ростом энергии разряда увеличивается толщина наносимого покрытия и шероховатость поверхности. При этом

толщина слоя может изменяться, в зависимости от характера взаимодействия анода и катода (установки с ручным вибратором, типа «Элитрон 52-А» и механизированные установки с многоэлектродными головками, типа «Элитрон-347» или «ЭИЛ-9»), в первом случае от 0,01 до 0,25 мм и во втором случае от 0,05 до 2,0 мм, а высота микронеровностей ( $R_z$ ) при этом изменяется, соответственно, от 8,5 до 155,8 мкм и от 20 до 200 мкм и более. После этого на ЭЭЛ поверхность наносится металлополимерный материал 4.

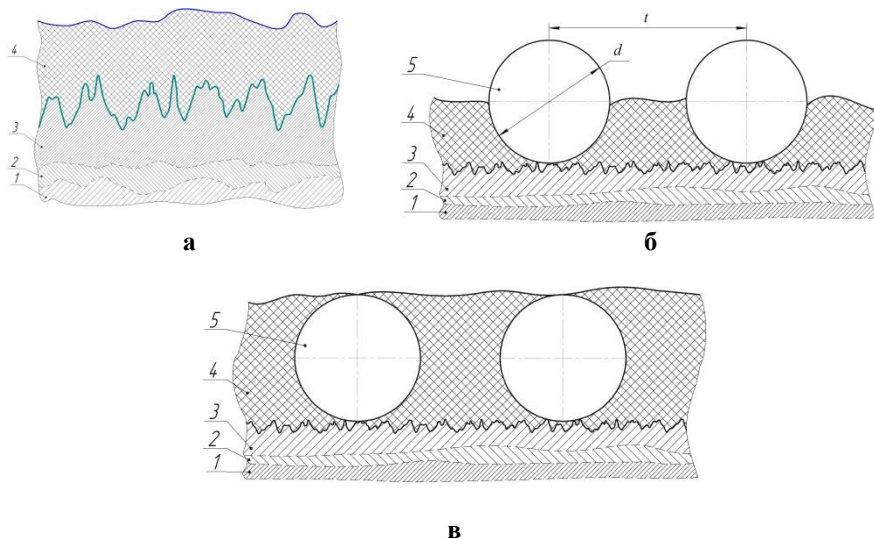


Рисунок 2 - Восстановление изношенных поверхностей тел вращения.

Нанесение материала является одной из операций, определяющих как качество образованных адгезионных связей, так и долговечность восстановленной детали. Слой металлополимера тщательно втирается лопаткой или шпателем в поверхность восстанавливаемой детали. Попадание при таком втирании полимерного материала во впадины и микронеровности восстанавливаемой детали с одной стороны обеспечивает улучшение адгезии, а с другой - исключает вероятность образования очагов коррозии в этих впадинах, не заполненных МПМ.

Руководствуясь основной концепцией применения МПМ, заключающейся в том, что его рабочий слой не должен быть меньше 1-1,5 мм шаг навивки проволоки ( $t$ ) на вал будет составлять:

$$t = d + 1 - 1,5 \text{ мм, где } d \text{ – диаметр проволоки.}$$

После навивки проволоки необходимо продолжить нанесение МПМ до тех пор, пока наносимый слой не покроеет ее полностью (рис. 2, в). В данном случае, для восстановления изношенных поверхностей можно использовать проволоку из: меди, олова, баббита, серебра и др.

На рис. 1,б изображен вал ротора насоса ЦНС-180 с изношенными подшипниковыми и посадочными шейками, которые имеют твердость порядка 35-40 единиц HRC и нуждаются в ремонте. В данном случае, после нанесения на изношенную поверхность методом ЭЭЛ покрытия из твердого износостойкого металла и нанесения слоя из МПМ, на сформированный слой, с натягом, надевают термообработанную пружину. При этом шаг ее навивки должен быть не менее 1,0 – 1,5 мм. После того, как пружина будет одета, необходимо продолжить нанесение МПМ пока он полностью не покроеет ее витки (рис. 2, в). Материалом пружины может служить сталь 65Г, 9ХВ2С, бронза БрБ2 и др.

Затвердевший металлополимерный материал можно обрабатывать любым из известных способов, включая шлифование или обработку лезвийным инструментом.

### ***Восстановление изношенных плоских и криволинейных поверхностей деталей***

Нередко возникает необходимость восстановления плоских и криволинейных поверхностей из мягких антифрикционных металлов, например, опорных и упорных подшипников скольжения (рис. 3).



**а**



**б**

Рисунок 3 - Изношенные поверхности упорных (а) и опорных (б) подшипников скольжения.

В данном случае, после нанесения на проточенную изношенную поверхность (1) методом ЭЭЛ покрытия из мягкого антифрикционного металла и нанесения слоя из МПМ, по технологии описанной выше (см. пример 1, фиг. 2а), на сформированный слой накладывают сетку из мягкого антифрикционного металла с размерами ячейки не менее 1,0-1,5 X 1,0-1,5 мм (рис. 4).

Сетка может прикрепляться за пределами восстанавливаемой поверхности любым известным способом, например, привариванием

контактной сваркой (3). После установки сетки необходимо продолжить нанесение МПМ до тех пор, пока он полностью не покрывает ее (фиг. 2, в). В

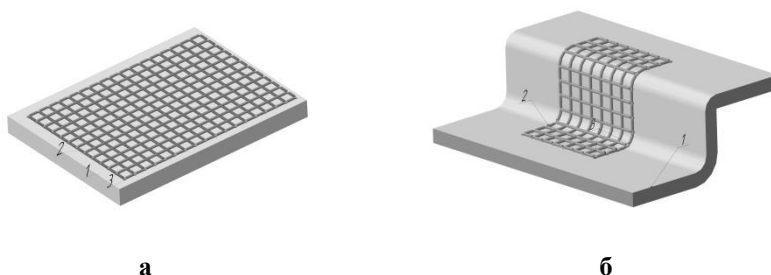


Рисунок 4 - Восстановление изношенных плоских (а) и криволинейных (б) поверхностей.

случае значительного износа накладывание сетки можно повторять необходимое число раз.

Затвердевший МПМ можно обрабатывать любым из известных способов, включая шлифование или обработку лезвийным инструментом.

***Восстановление изношенных плоских и криволинейных поверхностей деталей из твердых износостойких металлов***

На рис. 5 изображена нижняя часть корпуса центробежного компрессора с изношенными плоскими и криволинейными поверхностями.



Рисунок 5 - Нижняя часть корпуса центробежного компрессора после долгих лет эксплуатации.

В данном случае, изношенные плоские и криволинейные поверхности изделий, восстанавливают согласно технологии, описанной в выше, за исключением того, что используемая сетка изготавливается из термообработанной твердой проволоки.

**Выводы:**

1. Предложен новый способ восстановления изношенных поверхностей стальных и чугунных деталей методом ЭЭЛ, отличающийся тем, что покрытие наносят в два этапа, причем на первом этапе наносят слой, используя режимы, которые обеспечивают наибольшую толщину поверхности при наибольшей сплошности, затем на полученную поверхность наносят слой покрытия тем же электродом и способом ЭЭЛ с такой энергией разряда и соответствующей ей производительностью, при которой формируют поверхность с шероховатостью приблизительно в 2-4 раза выше, чем на предыдущем этапе. В результате, при относительно приемлемой толщине восстановленного слоя, формируется наиболее рациональная величина шероховатости и до 100% повышается сплошность поверхности.

2. Резервом увеличения толщины восстановленного слоя могут быть комбинированные технологии например ЭЭЛ и нанесение металлополимерных материалов (МПП). В данном случае отдельно взятые технологии не в коей мере не снижают достоинства друг друга, а дополняют их и устраняют недостатки, присущие каждой технологии в отдельности.

3. Предложен новый способ восстановления металлических деталей машин в соответствии с которым, на сформированную методом ЭЭЛ поверхность наносят слой МПП, который перед полимеризацией армируют, в зависимости от назначения и геометрических особенностей восстанавливаемой поверхности, хотя бы одним слоем проволоки, или проволоки, соединенной в сетку. В результате, формируется поверхностный слой, качество, износостойкость, надежность и долговечность которого выше, чем при использовании для восстановления методов ЭЭЛ и нанесения МПП каждого отдельно.

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ДОМІШКИ В МОНОКРИСТАЛАХ $PbI_2$ ТА СПОСОБИ ЇХ ВИДАЛЕННЯ**

*Фурс Т.В., к.т.н., Луцький НТУ, м. Луцьк*

В природі відсутні абсолютно чисті матеріали. Не винятком є і напівпровідникові кристали, які у своєму складі завжди містять певну кількість домішок, набутих у процесі одержання матеріалу. Ці домішкові елементи часто називають забруднюючими і неконтрольованими, оскільки наперед спрогнозувати їх кількість, а відповідно і вплив на структуру і властивості буває досить складно. Саме наявність технологічних домішок може суттєво впливати на функціональне призначення напівпровідників. Зокрема, для дийодиду свинцю ( $PbI_2$ ) визначальним фактором у прикладному значенні є задовільні електрофізичні властивості і стабільність їх параметрів, таких як ширина забороненої зони, електропровідність і опір. Домішки, виступаючи донорами та акцепторами, змінюють структуру забороненої зони

PbI<sub>2</sub>, визначають реальну кількість носіїв струму, а, отже, і електричний опір та провідність даного матеріалу.

Зазначимо, що одним із основних напрямів практичного застосування кристалів PbI<sub>2</sub> є створення на їх основі засобів детектування, в тому числі детекторів іонізуючого випромінювання [1-3]. Як відомо, детекторний матеріал повинен характеризуватися набором певних фізичних параметрів, від яких залежить якість роботи детектора. Значна кількість “заважаючих” електронів і дірок не дозволяє визначати з прийнятною точністю енергію іонізуючих частинок та погіршує швидкодію і співвідношення сигнал-шум детекторної структури. Тому для успішного використання у техніці, зокрема для виготовлення детекторів випромінювання, монокристали PbI<sub>2</sub> повинні характеризуватися високим ступенем чистоти, обумовленим, насамперед, чистотою вихідних компонентів, особливо свинцю.

Вирощування монокристалів PbI<sub>2</sub>, зазвичай, здійснюють із попередньо синтезованої сировини або з окремих компонентів свинцю і йоду (прямий синтез), або синтезують сполуку PbI<sub>2</sub> з розчину. При цьому чистота одержаної сировини обумовлена чистотою вихідних компонентів. У першому випадку чистота свинцю становить 99,9 % - 99,99 %, що негативно впливає на процес вирощування, якість і властивості одержаних кристалів. У другому випадку чистота синтезованого PbI<sub>2</sub> визначається чистотою реагентів, що зазвичай теж є низькою. І якщо чистоту компонента I<sub>2</sub> можна легко підвищити, провівши сублимацію (випаровування у присутності йодистого калію), то для підвищення чистоти Pb необхідно використовувати кристалізаційні методи очистки.

Згідно літературних джерел [1, 4-7], численні дослідження науковців для одержання високочистого PbI<sub>2</sub> спрямовані на очистку уже синтезованої сировини PbI<sub>2</sub>. Для видалення домішок найчастіше використовують метод зонної плавки (зонна перекристалізація). При цьому для якісної очистки здійснюють 50-100 і більше проходів зони, залежно від рівня чистоти вихідних компонентів. Такий спосіб ускладнює технологічний процес і не завжди забезпечує необхідну чистоту синтезованого матеріалу, оскільки домішки, коефіцієнт розподілу яких близький до одиниці ( $K \approx 1$ ), погано видаляються зонною плавкою. А деякі домішки у такий спосіб видалити неможливо, особливо у випадку, коли синтезують PbI<sub>2</sub> із розчину.

Зонна плавка [8], як метод, базується на різній розчинності домішок у твердій і рідкій фазах.

Домішки, для яких коефіцієнт розподілу  $K < 1$ , концентруються в розплавленій зоні і разом з нею переміщуються в кінець зливка. Однак, для домішок з  $K \geq 1$  цей метод неефективний. Недостатня ефективність зонної плавки для синтезованого PbI<sub>2</sub>, певним чином, обумовлена і пониженням розчинності домішок у сполуці на відміну від їх розчинності в окремому компоненті.

Тому, врахувавши недоліки очистки синтезованої сировини PbI<sub>2</sub>, у роботі для підвищення ступеня чистоти матеріалу першочергово значну



увагу зосереджено на очистці вихідних компонентів, особливо свинцю. Для проведення ефективної очистки свинцю вибрано метод термічної дистиляції у вакуумі [9]. Метод полягає у використанні склографітового порошку, який проявляє адсорбційні властивості у процесі фільтрації розплаву свинцю. Він особливо ефективний для очистки свинцю від кисневих домішок і їх аніонних комплексів. Пропонованим методом вдається очистити свинець від летких з'єднань до рівня  $10^{-7}$  ат. %, від важких металів до рівня  $10^{-6}$  ат. %.

Використання апарату для рафінування дистиляцією у вакуумі [9], дозволяє здійснити комплексну очистку свинцю в одному процесі: плавку у вакуумі, фільтрацію, адсорбцію і поглинання домішок на границях склографітових і вугільних частинок. Результати хіміко-спектрального аналізу відфільтрованого свинцю показали, що після кожної стадії очистки кількість домішок у середньому зменшується на порядок. Після виконання 3-4 фільтрацій кількість домішок у свинці – поза межами чутливості аналізу незалежно від рівня чистоти вихідного матеріалу.

На відміну від традиційних способів одержання монокристалів  $PbI_2$ , ступінь чистоти яких визначається ефективністю зонної очистки, тобто кількістю проходів зони розплаву, пропонується спосіб обумовлений насамперед чистотою вихідного свинцю. Результатом цього є суттєве скорочення тривалості усього технологічного процесу. Зокрема, тривалість процесу синтезу  $PbI_2$  зменшилась від традиційних 2 - 3 доби до 1 - 3 годин. У порівнянні з відомими методиками чистота вихідного свинцю зросла на 2 - 3 порядки [1]. За величиною питомого електороопору ( $10^{11} \dots 7 \times 10^{12} \text{ Ом} \times \text{см}$ ) вирощені нами монокристали  $PbI_2$  не поступаються монокристалом, які одержані за іншими технологіями ( $10^{10} \dots 10^{13} \text{ Ом} \times \text{см}$ ).

У роботі запропоновано технологічний процес одержання монокристалів  $PbI_2$  розпочати з очищення вихідних компонентів  $Pb$  і  $I_2$ , після чого послідовно проводити процеси прямого синтезу і вирощування. Це дозволяє підвищити ефективність усього технологічного процесу і покращити властивості монокристалів  $PbI_2$ .

### Список літератури

1. Hui S. Electrical and Y-ray energy spectrum response properties of  $PbI_2$  crystal grown by physical vapor transport / S. Hui, Z. Xinghua, Y. Dingyu, H. Zhiyu, Z. Shifu, Z. Beijun // Journal of semiconductors. – 2012. – V. 33, № 5/053002.
2. Matuchova M. Novel approach to preparation of lead iodide for x-ray detection. / M. Matuchova, O. Prochzkova, K. Zdansky, J. Maixner // J. Cryst. Res. Technol. – 2005. – V. 40. – P. 291-296.
3. Yun M. Investigation of  $PbI_2$  film fabricated by a new sedimentation method as an X-ray conversion material / M. Yun, S. Cho, R. Lee, G. Jang, Y. Kim // Japanese Journal of Applied Physics. – 2010. – V. 49, I. 4. – P. 04180-041804.

4. Hayashi T. Growth of  $\text{PbI}_2$  single crystals from stoichiometric and Pb excess melts / T. Hayashi, M Kinpara, J.F. Wang, K. Mimura, M. Isshiki // *Journal of Crystal Growth*. – 2008. – V. 310, I. 1. – P. 47-50.
5. Matuchova M. Synthesis of  $\text{PbI}_2$  with admixture of rare earth elements: Electrical and optical properties. / M. Matuchova, K. Zdansky, J. Zavadil // *Physica status solidi (c)* vol. 4 issue 4 April 2007. – P. 1532-1535.
6. He Y. Improved growth of  $\text{PbI}_2$  single crystals / Y. He, S. Zhu, B. Zhao, Y. Jin, Z. He, B. Chen // *Journal of Crystal Growth*. – 2007. – V. 300. – P. 448-451.
7. Chaudhary S.K. Impurity induced structural phase transformations in melt grown single crystals of lead iodide / S.K. Chaudhary, H. Kaur // *Cryst. Res. Technol.* – 2011. – V. 46, № 12. – P. 1235-1240.
8. Бонд В.А. Технология кристаллов / Бонд В.А. – М: Наука, 1980. – 307 с.
9. Калуш О.З., Федосов А.В. Апарат для рафінування металу дистиляцією у вакуумі.// Деклараційний патент на винахід. – Бюл. №1 від 15.02.2001.

# Тематичний напрям

## Матеріали



## **HIGH-PERFORMANCE COMPOSITE MATERIALS BASED ON POLYTETRAFLUOROETHYLENE TECHNOLOGY FOR AUTOMOTIVE AND INDUSTRIAL APPLICATIONS**

*prof. Ing. Anton Panda, PhD. \*, junior researcher Kristina Berladir\*\*  
\*Technical University of Kosice, Faculty of manufacturing technologies  
with a seat in Presov, Str. Bayerova 1, 080 01 Presov, Slovakia  
\*\*Sumy State University, Sumy, Ukraine*

There is tremendous pressure to innovate in the automotive industry nowadays and the technological requirements are becoming increasingly complex.

The materials for sealing elements have special requirements, especially considering the conditions of operation of such equipment assuming a long production cycle without service, reverse nature of movement, lack of special lubricant environments, influence of hostile environment and increased temperatures.

Widespread use of polytetrafluoroethylene (PTFE) composites in friction units and seals of various kinds of machinery and equipment is conditioned by features of molecular and supramolecular structure of polytetrafluoroethylene which ensure the implementation of a unique combination of deformation and strength, tribotechnical, anticorrosive, thermophysical and other service characteristics and determine the field of efficient use of these products.

Among the PTFE-based composites, applied to production of pressurizing and sealing elements of static and movable interfaces, the wide circulation was gained by materials of a series Flubon and Fluvis which use the dispersed carbon fiber (CF) as a multipurpose filling agent. These materials surpass domestic and foreign analogs in a complex of service characteristics. However, due to the specific characteristics of structure and morphology of macromolecules and disperse particles of PTFE and CF, potential opportunities of PTFE-based composites' components are not realized fully. It leads to a noticeable drop of load and speed range of application of products manufactured from composite materials on the basis of PTFE, reduces a resource of their effective operation and increases production and processing cost.

Good basic adaptability of the gaskets and exceptionally high temperature resistance coupled with good media resistance are the special properties of this proven material.

Scientifically substantiated and practically proved that effective way to improve physical-mechanical and tribotechnical properties of PTFE is its mechanical activation in which the supramolecular structure of PTFE undergoes significant changes - from lamellar disordered in the structure with higher ordering until the spherulitic. As a result of energy-active mechanical impact is chemical mechanical destruction of macromolecules of polytetrafluoroethylene with the formation of radical fragments and formation of inter-fractional elements of PTFE which that form the structures that more actively resist wear and provide higher physical and

mechanical properties.

By IR spectroscopy method it was found that in case of the PTFE modification as a result of mechanical activation, a transition of the polymer into dispersed, nanodispersed and other structural states occurs. In the IR spectra of these formations, the bands that characterize the vibrations of individual fragments and whole chain even under intense energy impact are preserved. This allows assuming that the external mechanical influence does not result in noticeable destruction of polytetrafluoroethylene molecular chain, but in some cases, certain changes occur at the molecular level, which leads to enhanced physical, mechanical and service properties of the polymer and reveals the possibility to use activated PTFE as a matrix of fluoropolymer composites of various applications.

The mechanical properties of PTFE depend strongly on its crystallinity, crystalline phase, and crystalline morphology, all of which may be strongly influenced by interactions at the polymer/nanoparticle interface. PTFE has a unique crystalline structure that is often described as banded, and this banded structure contains intermittent bands of crystalline polymer and amorphous polymer; the viscoelastic properties of this banded structure are related to its friction and wear responses. Within crystalline regions, lamellar slices are composed of folded PTFE chains. An individual chain is a fully fluorinated carbon backbone in a helical conformation, the twist of which dictates the phase. The influence of the nanoparticles on the polymer is limited by how well the particles have been dispersed. High surface area per unit volume, the very property that makes nanoparticles special, also encourages them to stick or agglomerate. This behavior results in a competition between the potential for mechanical enhancement and difficulty of dispersion.

There are significant efforts dedicated to the research and development of low friction, low-wear solid lubricants with traditional particle and fiber fillers, many of which have successfully transferred to application. In this particular composite, a soft PTFE film is preferentially drawn from the composite to separate the surfaces, protecting the relatively soft polymeric material from direct asperity contact, and providing a low shear friction reducing film to accommodate the sliding motion. This is called a transfer film. Friction coefficients for unfilled PEEK were relatively high and noisy with average values of  $\mu = 0.37$ . The addition of PTFE reduced the friction coefficient for all loading conditions. In the context of polymer tribology and in particular the tribology of polytetrafluoroethylene (PTFE) films, molecular dynamics (MD) simulations have been used to investigate atomic-scale friction at interfaces of self-mated PTFE constructs. Sliding of chains oriented parallel to the chain backbones resulted in low friction forces and in low barriers to interfacial slip and molecular reorganization at the surface. In contrast, sliding of chains oriented perpendicular to the chain backbones resulted in high friction forces and wear in the form of molecular reorientation and chain scission. These predictions were examined and validated by complementary experiments on oriented transfer films of PTFE.

# **OPTIMIZATION OF AUTOMATED COMPLEX FOR RESEARCHING TENSORESISTIVE PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED FILM MATERIALS USING PULSE-WIDTH MODULATION CONTROLLER**

*M.V. Hovorun, postgraduate of Computer Sciences Department,  
D.V. Velykodnyi, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, senior lector  
Sumy State University, Sumy, Ukraine*

Software-and-hardware complex allows in automated mode producing thin-film samples and researching tensorresistive properties of them by in-situ method. Condensation and its hardware-aided deformation happens in work place of deformation platform and controlled by the Arduino Mega microcontrolling platform. Monitoring of the experiment and processing of its results are carried in LabVIEW environment.

During testing of the system was a necessity to optimize engines control signal for management of movement mechanism and micro screw for tension and compression of samples. The root cause was in poor accuracy of sample placement and getting required micro screw position. Pulse-width modulation method has been applied in a result of the problem analysis. Pulse-width modulation (PWM) is a modulation technique used to encode information for transmission, its main use is to allow the control of the power supplied to electrical devices, especially to inertial loads such as motors.

The advantages of using PWM:

- sufficiently high speed of switching, depending on load (from several Hz to several hundred kHz);
- possibility to determine optimal value of management work cycle;
- small losses of energy on electronic switch thanks to the states of static resistance;
- power amplifiers high coefficient of efficiency, which can be achieved by key mode.

So, using of this method helped to solve the negative effect of inertia which allows electromotor shaft to rotate a similar period of time after power off.

Universal PWM HHO RC Motor Speed Regulator Controller Switch has been used to achieve the effect of PWM in platform engines management.

The advantages of using this device:

- optimal set of characteristics according to experiment requirements;
- no effect on the purity of the experiment, incoming and outgoing data;
- easy interchangeability in case of failure;
- integrability with Arduino Mega microcontrolling platform.

Image of the device is given on Figure 1



Figure 1. PWM Controller- part of the automated complex for research  
tensoresistive properties of nanostructured film

Thus, results of modernization are: increased smoothness of movement and accuracy of positioning movable parts of magneto-deformation complex with error of less than 0.1 mm, decreased rpm speed and inertia of electric motor with saved capacity value thanks to the signal-pause sequence duration provided by PWM.

### **MULTILAYER WEAR-RESISTANT COATINGS BASED ON MoN/CrN, TiN/ZrN FOR WARES OF MECHANICAL ENGINEERING AND CUTTING INSTRUMENT**

*Pererva V.I., student, MT-41, Gorbacheva T.Yu., student, MT-41,  
Hovorun T.P., associate professor of department AM and TCM, Sumy State  
University, Sumy*

Today, the rapid development of the industry uses new materials for cutting tools. Besides the production of new types of solid high-speed steel and alloys, focuses on strengthening and surface protection products different surfaces. One of the main trends in this area is to develop wear-resistant coatings and their application to cutting tools [1], watches with PVD-coated, glasses with gold frames and others. This is made possible by the application as coating materials based on

Ti and Zr, Mo and Cr on the use of technology in active gas mixture of nitrogen N [2].

Varieties of wear-resistant coatings, which are of great interest for engineering, electronics and microelectronics coverage from MoN/CrN, TiN/ZrN. The widespread use of a hard wear-resistant coatings on steel machine parts, including compressor, for cutting tools, diffusion barriers in electronics, decorative and corrosion-resistant coatings and others due to the fact that they have high Tribotechnical properties: hardness, wear resistance, modulus of elasticity and the physical and mechanical properties: high melting point, chemical inertness, thermodynamic stability [3].

Surface CrN have high temperature stability and a low coefficient of friction. Adding Mo in the coating during deposition of metallic nature promotes communication within the single-phase cubic Mo-Cr-N coating, resulting in improved ductility [4]. In coating TiN and ZrN similar properties such as high melting point (TiN - 2950 °C, ZrN - 2982 °C), good chemical and thermal stability, and high hardness [5].

There are many methods of applying multilayer coatings TiN/ZrN, MoN/CrN on various types of substrates. To improve the performance properties of mechanical engineering and cutting tools and increase their resistance to corrosion promising is the use of methods and reactive magnetron sputtering vacuum arc coating on the surface of products to create a thin surface layers and multilayer.

Investigated in [6] multilayer coating of Ti/TiN, Zr/ZrN and TiN/ZrN, obtained by reactive magnetron sputtering showed preferred orientation (111), which contributes to better mechanical properties. The value for hardness  $[Ti/TiN]_{20}$  i  $[Zr/ZrN]_{12}$  multyshariv 29% and 31% more than from mixtures of TiN and ZrN, applied to one layer, respectively. The value for hardness  $[TiN/ZrN]_8$  multilayer 33% and 40% greater than that of TiN and ZrN mixtures for single-layer films, respectively. The hardness of these multilayer films varied from  $19 \pm 1$  to  $30 \pm 1$  GPa. And increases with the number multilayer (fig. 1).

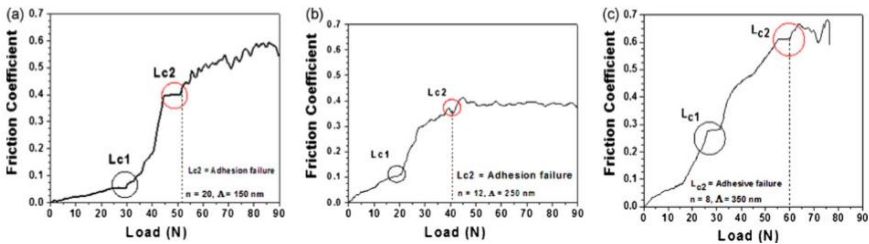


Fig 1 - Friction coefficient curves versus load for the multilayers coatings: (a)  $[Ti/TiN]_{20}$ , (b)  $[Zr/ZrN]_{12}$  and (c)  $[TiN/ZrN]_8$  [6]

The system MoN/CrN recently considered one of the most promising multilayer systems. Shown experimentally that important properties for a coating



pressure of the atmosphere during the deposition. It significantly affects the phase-structural condition of coatings. Lowering the pressure leads to a lack of nitrogen in the coating, accompanied by unstable phase-structural condition coverage and a sharp fall in its hardness. Increasing the thickness of the layers to 100 nm and more increases the hardness and adhesion strength of the coatings of the system MoN/CrN [4].

Therefore, a more detailed study of these systems TiN/ZrN and MoN/CrN, a single, multi-layer films and coatings, and multilayers is to present relevant, because the coating reduces the value of contact stresses on the surface of the instrument and provides a high mechanical properties, high wear resistance and corrosion resistance.

### References

1. Pavligo T.M., Serdyuk G.G. Klasifikatsiya nanomaterialiv u sistemí mizhnarodnoï standartizatsii // Nanostrukturnoye materialovedeniye. – 2010. – № 4. – pp. 92-99.
2. Lukaszkoicz K., Dobrzański L.A., Zarychta A., Cunha L. Mechanical properties of multilayer coatings deposited by PVD techniques onto the brass substrate // J. of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. – 2006. – Vol. 15, no 1-2. – pp. 47-52.
3. Solovan M.N., Brus V.V., Mar'yanchuk P.D., Kovalyuk T.T., Rappich J., Gluba M. Kineticheskiye svoystva tonkikh plenok TiN, poluchennykh metodom reaktivnogo magnetronnogo raspyleniya // Physics of the Solid State. – 2013, Vol. 55, no. 11. – pp. 2123-2127.
4. Lackner J.M., Waldhauser W., Majo L., Kot M. Tribology and Micromechanics of Chromium Nitride Based Multilayer Coatings on Soft and Hard Substrates // Coatings. – 2014. – no 4. – pp. 121-138.
5. Ulrich S., Ziebert C., Stqber M., Nold E., Holleck H., Gfken M., Schweitzer E., Schlogmacher P. Correlation between constitution, properties and machining performance of TiN/ZrN multilayers // Surface and Coatings Technology. – 2004. – no 188-189. – pp. 331-337.
6. Caicedo J.C., Amaya C., Yate L., Nos O. Hard coating performance enhancement by using [Ti/TiN]<sub>n</sub>, [Zr/ZrN]<sub>n</sub> and [TiN/ZrN]<sub>n</sub> multilayer system // Materials Science and Engineering B. – 2010. – no 171. – pp. 56-61.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОМПЛЕКСНИХ БОРИДНИХ ПОКРИТТІВ

*Гапонова О.П., к.т.н., доц., Охріменко В.О., студент; СумДУ*

Для досягнення високої зносостійкості та твердості деталей машин застосовують борирування, якому піддають будь-які марки залізобуглецевих сплавів. Це один із найперспективніших методів обробки поверхні металів та

сплавів, який дозволяє отримати високу зносостійкість та твердість поверхневого шару. Через високу твердість боридного шару, він має низьку пластичність, яка утруднює застосування борирування для зміцнення поверхні виробів.

Ефективним методом зменшення крихкості боридних шарів є їх мікролегування і створення сприятливого напруженого стану. Легувальні елементи по різному впливають як на властивості поверхневого шару.

Для покращення зносостійкості боридних шарів застосовують мікролегування покриття міддю та хромом. При легуванні покриття міддю збільшується абразивна зносостійкість покриття майже в 3 рази порівняно зі звичайним борируванням (рис. 1), але зменшується його мікротвердість близько 11 – 14 ГПа для сталей У8 та ХВГ. Товщина покриття складає від 130 до 150 мкм.

При додаванні хрому в борирувальну суміш твердість покриття ненабагато знижується, і близька до 18 – 19 ГПа для сталей У8 та ХВГ. Хром негативно впливає на товщину дифузійного шару яка складає 60 мкм. При проведенні випробування на абразивну зносостійкість виявилось що покриття з хромом показало середній результат між борируванням та боромідненням (рис. 1).

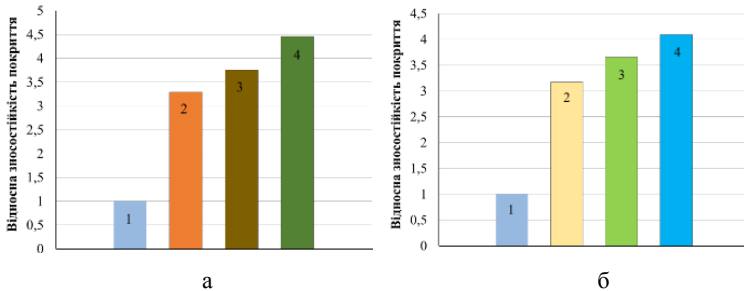


Рисунок 1 – Відносна зносостійкість комплексних боридних покриттів: а – на сталі У8; б – на сталі ХВГ: 1 – еталон (сталь 45), 2 – борирування за класичною технологією, 3 – борохромування, 4 – бороміднення

Отже, борирування один із перспективних методів покращення зносостійкості покриттів. Але головним його недоліком є крихкість покриття, тому одним із методів підвищення пластичності є покращення пластичності боридних покриттів. В роботі показано що покриття на основ бору та міді, або бору та хрому характеризуються високою твердістю, а отже і зносостійкістю покриттів.

## ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗАХИСНИХ ІНТЕРМЕТАЛІДНИХ ПОКРИТТІВ НА СТАЛІ 08X16H11M3

*Голубець В. М., д.т.н., Степанишин В.І, к.т.н., Гасій О. Б., к.т.н.  
НЛТУ України, м. Львів*

Ефективним методом підвищення стійкості металів і сплавів, що експлуатуються впродовж довгого часу в умовах одночасної дії високих температур і агресивних середовищ, є дифузійне насичення їх поверхні елементами, що здатні утворювати інтерметалідні сполуки на основі нікелю і алюмінію, що володіють високою корозійною стійкістю в розплавах рідких лужних металів.

В цій роботі пропонуються результати досліджень з формування на поверхні сталі 08X16H11M3 дифузійного інтерметалідного нікель-алюмінієвого покриття.

Покриття отримували рідкофазним способом у два етапи. Дифузійне насичення зразків нікелем проводили в розплаві Li – 10 мас.% Ni. В результаті отримували покриття товщиною  $\approx 60$  мкм, рівномірне і суцільне по всій поверхні. Після цього зразки дифузійно насичували зі сплаву Na - 5 мас.% Al. В результаті отримували багатокомпонентне покриття товщиною  $\approx 70$  мкм, рівномірне і суцільне по всій поверхні. З допомогою металографічного дюрOMETричного і мікрорентгеноспектрального аналізів встановлено, що покриття складається з чотирьох структурних шарів з різним фазовим складом і мікротвердістю. Шар покриття на границі з матрицею товщиною до 15 мкм з мікротвердістю 7,5...8 ГПа відповідає фазовому складу NiAl<sub>3</sub>, NiAl, FeAl. Цей шар складається переважно із стовбчастих зерен орієнтованих у напрямку матриця-поверхня. Наступний шар товщиною 20-25 мкм складається з більш крупних зерен неправильної форми з мікротвердістю 9,5...11 ГПа. В ньому присутні значна кількість інтерметалідів з більш високою концентрацією алюмінію: FeAl<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub>, FeAl<sub>2</sub>, Ni<sub>2</sub>Al<sub>5</sub>, Ni<sub>2</sub>Al<sub>3</sub>. Максимальна мікротвердість (до 13 ГПа) наступного тонкого (10...15 мкм) шару обумовлена наявністю в покритті фаз втілення: карбідів і нітридів, зокрема, нітридів алюмінію. Поверхневий шар покриття має мікротвердість  $\approx 8,5$  ГПа. Структура цього шару сформувалась внаслідок дифузійного насичення нікелевого покриття алюмінієм і складається, в основному, з інтерметалідів нікелю і заліза з високим вмістом алюмінію.

Дослідження зразків з покриттями проводили в рідкому літї при температурі 700<sup>0</sup>C, максимальний час витримки 100 годин. Металографічний, фазовий і мікрорентгеноспектральний аналізи дозволяють стверджувати, що в процесі витримки зразків літїю проходить часткове розчинення алюмінію з покриття. Ni і Cr в покритті перебувають у вигляді сполук, переважно карбідів. Покриття таким чином суттєво знижує розчинність в літїї нікелю і інших компонентів сталі, підвищуючи тим самим її корозійну стійкість.

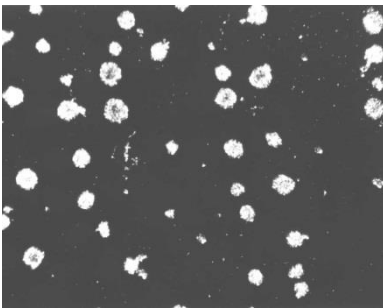
## СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМІДИСТИХ ЧАВУНІВ

*Гусачук Д.А., к.т.н., Парфентьева І.О., к.т.н., Дмитріюк М.В., к.т.н.,  
Луцький НТУ*

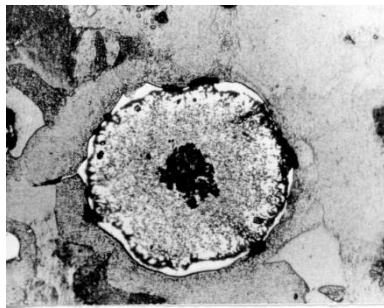
Відповідальні деталі у вузлах тертя, зі сплавів кольорових металів, часто замінюють композитними матеріалами. Окрему групу серед них займають ливарні композитні матеріали, отримані на основі чавунів [1,2]. Тому, певна увага матеріалознавців зосереджена на процесах структуроутворення простих та легованих чавунів як основи для створення литих композитних матеріалів. Простота створення для чавунів нерівноважних станів і, як наслідок, пов'язана з цим нерівноважність системи та утворення динамічних (дисипативних) структур, дозволяє в процесі синтезу сплавів створити сукупність об'єктів, які будуть сприяти дисипації енергії та впорядкуванню в середині системи при різних зовнішніх діях.

Таким особливостям відповідають високомідисті чавуни (Cu-чавуни), леговані міддю в кількостях, що перевищують розчинність її як в твердих, так і в рідких розчинах заліза (6...12 % мас. Cu). Структурний стан виливок з Cu-чавунів характеризується яскраво вираженою гетерогенністю металевої системи, що пов'язано з появою нової високомідистої  $\epsilon$ -фази [3].

В теоретичних та прикладних аспектах розробки литих композитів певного успіху досягнуто при використанні в якості основи для їх створення чавунів з компактным та кулястим графітом. Особливого зацікавлення викликає морфологія  $\epsilon$ -фази для чавунів з вуглецевим еквівалентом більше 4 %. Поряд із звичайними дрібними включеннями, високомідиста фаза в таких чавунах здатна утворювати оболонку навколо первинних кристалітів графіту (рисунок 1). По-суті в структурі Cu-чавунів з'являються нові сферичні включення  $\Gamma+\epsilon$ , які суттєво відрізняються за хімічним складом та структурно-механічним станом від металевої матриці і графіту.



а



б

Рисунок 1 – Структура високомідистих чавунів у виливках та після термічної обробки: а –  $\times 30$ ; б –  $\times 500$

Такий структурний стан Cu-чавунів обумовлює якісну зміну як експлуатаційних, так і технологічних властивостей ЛКМ. В експериментах встановлене значне підвищення зносостійкості Cu-чавунів в умовах тертя. По рівню триботехнічних параметрів розроблені ЛКМ можна порівняти з такими відомими антифрикційними сплавами як бронзи (БрО5Ц5С5, БрО10Ф1). Крім того, розроблені ЛКМ характеризуються високою пластичністю, в порівнянні з відомим в машинобудуванні графітізованими чавунами. Це дозволяє застосовувати різні методи обробки тиском для отримання зносостійких деталей.

При дослідженнях високомістих чавунів в умовах пластичної деформації була виявлена підвищена їх здатність до пластичного формування. Найвищих ступенів залишкової деформації без руйнування досягали при використанні способу видавлювання чи пресування, коли в осередку деформації виникає схема всестороннього нерівномірного стиснення. Це дозволяє використовувати технологічні способи обробки тиском для отримання трибовиробів за конструкцією втулок, стержнів.

Присутність  $\epsilon$ -фази в Cu-чавунах відкриває багато можливостей щодо керування їх властивостями у виливках. Зокрема, останніми дослідженнями доведена здатність до поглинання  $\epsilon$ -фазою елементів, що сприяють підвищенню її триботехнічних параметрів: Sn, Pb, Zn, P. Отже, якісно та кількісно змінюючи флукуаційну ситуацію в рідких та твердих розчинах сірих чавунів можна розширити області їх застосування та отримати ЛКМ з широкою гамою властивостей.

### Список літератури

1. Найдек В.Л. Композиционные материалы – тенденции, проблемы и перспективы развития // В.Л. Найдек, С.С. Затуловский // Процессы литья. – 2004. – №4. – С.3-10.
2. Бобро Ю.Г. Износостойкие литые композиты, синтезированные на основе серых чугунов // Гусачук Д.А., Парфентьева И.А., Дмитриюк Н.В. // Процессы литья. – № 4. – 2004. – С.75-80.
3. Гусачук Д.А., Особливості формування структури високомістих чавунів / Д.А. Гусачук, І.О. Парфентьева, М.Д. Мельничук // International Scientific-Methodological Conference «How to teach material sciences: new approaches and experiences from the MMATENG project», conference proceedings (23 July 2015, Krakow-Mariupol) / ed. O. Cheiliakh. – Krakow: Politechnika Krakowska, 2015. – P.153-156.

## НІЗДРЮВАТІ БЕТОНИ НА ОСНОВІ ДОМЕННИХ ГРАНУЛЬОВАНИХ ШЛАКІВ

*Дашкова Т.С., ас., Глуховський І.В., к.т.н., доц., Глуховський В.В., к.т.н., доц.  
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*

Роботою передбачено розробку принципово нової ефективної технології виробництва стінових матеріалів ніздрюватої структури на основі багатотоннажних відходів металургійного виробництва – доменних гранульованих шлаків.

Реалізація технічного рішення яке пропонується дозволяє отримувати ефективні конструкційно-теплоізоляційні ніздрюваті матеріали на основі багатотоннажних відходів металургійного виробництва використання яких дозволить суттєво підвищити коефіцієнт теплового опору огорожуючи конструкцій до 2,4 – 2,8 м<sup>2</sup>·К/Вт при їх товщині в межах 0,36 – 0,46 м, відмовитися при їх виробництві від використання високоенергоємних процесів, пов'язаних з автоклавною обробкою, параметри якої в традиційних технологіях знаходяться в температурному інтервалі 178 – 195°C, повністю вимовитися при їхньому виробництві від використання традиційних енергоємних в'язучих на основі портландцементу, замінивши його на багатотоннажні відходи металургійних виробництв.

В загальному вигляді міцність ніздрюватої структури може бути встановлена наступною ступеневою залежністю:  $R_{ст.} = R_m \cdot (D/\rho_m)^n$ , де  $R_m$  – міцність матриці;  $\rho_m$  – відносна щільність матриці;  $D$  – середня відносна щільність поризованої композиції. Встановивши значення питомої міцності матриці поризованої композиції як  $A = R_m/(\rho_m)^n$ , міцність композиції можливо визначити як  $R_{ст.} = A \cdot D^n$ . Ця залежність встановлює що міцність поризованої композиції з середньою відносною щільністю  $D$  повністю визначається питомою міцності матриці, яка в свою чергу визначається видом в'язучого яке використовуються при виготовленні композиції.

Для реалізації мети дослідження з розробки технології виготовлення високоміцних автоклавних газобетонів були використані лужні цементы [1]. Особливістю вказаного виду цементу є те, що вони виготовляються на основі великотоннажного відходу металургії – доменному гранульованому шлаку та характеризуються високою марочною міцністю (до 100 МПа), довговічністю (F1000) та корозійною стійкістю [2].

Наведені результати вказують на те, що рівень міцності лужного цементу у віці 7 діб відповідає рівню марочної міцності традиційного цементу у віці 28 діб (48...63 МПа). Марка лужного цементу у віці 28 діб суттєво перевищує марку традиційного портландцементу та, в залежності від виду лужного компоненту, знаходиться у діапазоні 77...108 МПа.

Характеристики лужного цементу, який використовувався у роботі, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні характеристики лужного цементу.

Вид лужного компонента	Густина розчину, кг/м <sup>3</sup>	Строки тужавіння, хв.		Марка цементу, МПа, у віці	
		початок	кінець	7 діб	28 діб
метасилікат натрію	1200	36	45	63,0 (5,6)*	107,8 (7,6)
	1250	37	48	59,2 (7,1)	93,0 (6,5)
дісилікат натрію	1300	56	70	48,3 (4,6)	77,3 (6,3)

\* примітка – у дужках міцність при згині.

Результати випробування ніздрюватих бетонів нормального твердіння на основі великотоннажного відходу металургійного виробництва – доменного гранульованого шлаку та на основі традиційного портландцементу наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 - фізико-механічні характеристики ніздрюватих бетонів на основі портландцементу марки 500 та на основі шлаколужного в'язучого марки 900.

Марка бетону за середньою густиною	Міцність бетону за ДСТУ Б В.2.7-45, кг/см <sup>2</sup>	Міцність бетону, кг/см <sup>2</sup> , нормального твердіння у віці 28 діб на основі	
		портландцементу	шлаколужного в'язучого
Д500	15	-	41
Д600	25	38	45
Д700	35	56	63
Д800	50	77	-

Наведені данні підтверджують залежність міцності матеріалів ніздрюватої структури від міцності матеріалу матриці.

На основі результатів роботи встановлено, що міцність ніздрюватого бетону на основі доменного гранульованого шлаку перевищує значення, регламентовані нормативним документом та аналогічні показники бетонів на основі портландцементу. Зі збільшенням часу твердіння міцність бетонів збільшується на відміну від ніздрюватих бетонів автоклавного твердіння.

### Перелік посилань

1. ДСТУ Б В.2.7-181:2009 Строительные материалы. Щелочные цементы.
2. Щелочные и щелочно-щелочноеземельные гидравлические вяжущие и бетоны / Под общ. ред. проф. В.Д. Глуховского. – Киев : Вища школа, 1979. – 232 с.

## НЕОРГАНІЧНІ В'ЯЖУЧІ НА ОСНОВІ ВІДХОДІВ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

*Дашкова Т.С., ас., Глуховський І.В., к.т.н., доц., Глуховський В.В., к.т.н., доц.  
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*

Зниження енергоємності та матеріалоємності національного продукту є першочерговою задачею розвитку промислового комплексу України. У галузі будівельного виробництва ця задача може бути вирішена шляхом зменшення витрат основного мінерального в'язучого – портландцементу, загальна енергоємність якого дорівнює 7500 МДж на тунну, та за рахунок залучення у промисловість будівельних матеріалів багатотоннажних відходів інших галузей промисловості. Одним з основних напрямів скорочення енергоємності будівельного виробництва, який відповідає існуючим світовим тенденціям, є зменшення кількості клінкерної складової у складі будівельних виробів, шляхом введення до складу цементів загальнобудівельного призначення активних мінеральних компонентів, які у більшості випадків представлені багатотоннажними відходами інших виробництв, що знайшло відображення у діючих в Україні нормативних документах.

В той же час, існує група техногенних відходів, використання яких до цього часу не передбачено до використання в будівельній галузі. Зумовлено це тим, що до тепер не відпрацьовані можливі технічні рішення, які дозволили б їх ефективно використання у якості неорганічних в'язучих для виробництва будівельних виробів та конструкцій. До цієї групи, в першу чергу, необхідно віднести золошлаки теплових електростанцій, які представляють собою тверді продукти згоряння твердого палива та термічної обробки його мінеральної складової. Фазовий склад більшості золошлаків представлений великою кількістю скла (60 – 90 мас. %), що є наслідком високотемпературної обробки цього продукту. Використання в якості неорганічного в'язучого золошлаків теплових електростанцій, дозволить значно скоротити енергоємність будівельного виробництва та буде сприяти зменшенню забруднення навколишнього середовища.

В той же час, за своїм хімічним, гранулометричним та мінералогічним складом золошлаки ідентичні природним мінеральним сировинним продуктам і, при наявності відповідних технологій, можуть бути ефективно використані у промисловому виробництві.

Продукти, що утворюються при термічній обробці мінеральної складової твердого палива представлені аморфними новоутвореннями, які, умовно, можуть бути поєднані у наступні групи: - не повністю дегідратовані та частково аморфізовані глинисті сполуки; - аморфізована та слабо спечена речовина, яка характеризується розвиненою поверхнею і складається з суміші аморфного кремнезему та глинозему; - спечена та частково осклована речовина алюмосилікатного складу.



Кристалічні новоутворення представлені: - кристалічними продуктами дисоціації карбонатів (CaO та MgO), продуктами дегідратації; - кристалічними фазами, що утворюються в результаті окисно-відновних реакцій (гематит та магнетит), які є продуктами окислення піриту та марказиту; - твердофазові новоутворення похідної глинистої речовини (шпінелі, муліт,  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) та продукти реакції глиняної речовини з карбонатами і оксидами кальцію; - кристалічні новоутворення, що виділяються з розплаву (анортит, псевдоволластоніт, мелініти, залізо-кальцієві піроксени та ортосилікати - беліт, мервініт та інші).

Дослідженнями встановлено, що розчинність продуктів термічної обробки глинистих мінералів підвищується із збільшенням температури обробки до 800°C та із зростанням рН розчину. Так розчинність кремнезему продукту термічної обробки каоліну при температурі 20°C складає 21 мг/л в розчині з рН=6,7, 828 мг/л в розчині з рН=12,8, тоді як розчинність кремнезему невипаленого каоліну у аналогічних умовах дорівнює 12 та 325 мг/л, відповідно. Аналогічна залежність спостерігається і для глиноземної складової продуктів випалу каоліну. Якщо розчинність Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> невипаленого каоліну при температурі 20°C становить 1,6 мг/л, то аналогічний показник продукту випалу каоліну в розчині з рН=6,7 дорівнює 2,0 мг/л, а в розчині з рН=12,5 – 500 мг/л.

Визначені закономірності вказують на те, що при відповідному підборі складу робочого розчину існує можливість урівноважити процеси розчинення мінеральних продуктів випалу та процесів синтезу на основі вказаних продуктів гідросилікатів та гідроалюмінітів. В результаті урівноваження вказаних процесів можливо отримати водостійкі каменеподібні продукти із відповідними фізико-механічними характеристиками.

В таблиці наведені результати випробування неорганічного в'язучого, яке було отримано на основі золошлаку Трипільської ТЕС з активаторами на основі лужного компоненту.

Таблиця – Результати випробування неорганічного в'язучого на основі золошлаку Трипільської ТЕС.

Характеристика	Од. вимір.	Значення
Міцність при стиску у віці 28 діб	МПа	22,4
Міцність при стиску у віці 90 діб	МПа	25,6
Середня густина у сухому стані	кг/м <sup>3</sup>	1450
Коефіцієнт водостійкості	%	98

Наведені результати досліджень вказують на те, що на основі золошлакового відходу Трипільської ТЕС можливо отримувати водостійке неорганічне в'язуче, яке характеризується відносно високим показником міцності при стиску, збільшує міцність при подальшому твердінні та має високий показник водостійкості.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ МАТЕМАТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ЛИВАРНИХ ПРОЦЕСІВ

*Єчко Л.А., студент, Дегула А.І., к.т.н., доц.,  
Сумський державний університет*

Технологічний прогрес в машинобудуванні відзначається появою все нових і нових методів отримання деталей механізмів. На зміну паливним печам пришли електричні, на противагу традиційному литтю – порошкова металургія, проте ливарне виробництво залишається головним способом отримання великої кількості елементів конструкцій та вузлів машин.

Найголовнішим етапом у виготовленні якісної деталі є створення оптимальної, сучасної та економічної технології виробництва. Від неї буде залежати якість не лише виробу, а і всього майбутнього механізму. Використання комп'ютерної техніки та різноманітних програмних забезпечень в проектуванні виробництва виливка дозволяють не лише скоротити час на розробку технології, витрату ресурсів металу та електроенергії, а й покращити якість майбутнього виробу.

На сучасному етапі існують десятки програм, які дозволяють візуалізувати та вдосконалити розроблену інженером-конструктором технологію виготовлення виливка. Найбільшого поширення серед програм такого типу набули MagmaSoft (Німеччина), ProCast (Франція), ПОЛИГОН та LVMFlow (Росія). Програми для моделювання ливарних процесів в основному розрізняються ступенем повноти факторів, що враховуються при моделюванні і відповідно вартістю. Друга суттєва відмінність пов'язана з математичними методами отримання і розв'язання різницевих рівнянь: рівняння тепломасопереносу можуть бути записані в диференціальному або інтегральному вигляді. Розв'язання цих рівнянь базується на методах скінченних різниць, скінченних елементів та скінченних об'ємів [1].

Візуалізація ливарної технології за допомоги програмного забезпечення по математичному моделюванню ливарних процесів включає в себе наступні етапи:

- створення в системі 3-Дмоделювання (SolidWorks , КОМПАС або ін.) конструкторської моделі виробу;
- створення технологічної моделі (тобто складальної моделі, що включає конструкторську модель, модель ливниково-живильної системи і моделі оснастки (холодильники тощо);
- моделювання та аналіз литтєвого процесу в системі візуалізації ливарних процесів (MagmaSoft, LVMFlow або ін.) — на базі технологічної моделі;
- оформлення, подання та обговорення проміжних і остаточних результатів[2].

Після завершення розрахунку можна оглянути отримані результуючі поля: усадки, критерію Ніями (характеру мікропористості), ступенню ліквідації, часу затвердіння, теплового модуля, а також проглянути всі дефекти у місцевих розрізах по трьох проєкціях і в рентгенівському тривимірному вигляді.

Окрім основних розрахунків такі програми мають також ряд додаткових функцій, серед яких: моделювання течії розплаву, теплові розрахунки, розрахунки напруг, деформації та усадки, прогнозування «гарячого» розтріскування та пористості виливка, дозволяє розрахувати тепловипромінювання та мікроструктури, виконувати зворотне моделювання.

Застосування даних програм можливо для ряду видів литва, а саме: лиття в піщано-глиняні форми, по виплавним моделям, в кокіль, під високим та низьким тиском, а також для відцентрового лиття.

Програми для математичного моделювання процесу лиття варіюються за своєю функціональністю, а отже мають різну цінову політику яка коливається від 10000 до 120000 \$ за одне робоче місце. При цьому, деякі розробники вимагають обов'язкової річної підписки на оновлення, яка може досягати 20 % від вартості придбаної версії [3]. Проте за рахунок економії ресурсів і підвищення продуктивності система повністю окупається протягом 1-2 років. Достовірність отримуваних результатів можна оцінювати з ймовірністю 90- 95% [4].

**Висновки:** Розвиток технологічного процесу в області ливарного виробництва супроводжується активним застосуванням програмного забезпечення для візуалізації ливарних процесів, що позитивно впливає на економічну, технічну, екологічну та прибуткову сферу не лише окремих підприємств, а і країни загалом. Проте висока вартість та недоступність таких програм для дрібних заводів гальмує їх поширення та активне користування в Україні. Розробка державних програм по підтримці машинобудівної промисловості дозволила б створити конкурентоспроможне ливарне виробництво на світовому ринку.

### Список літератури

1. Турищев В. Моделирование литейных процессов: что выбрать? / Владислав Турищев // CADmaster. – 2005. – № 2. – С. 33-35.
2. Девятков С. Прогрессивные методы в литейной технологии – моделирование и анализ / Сергей Девятков // CADmaster. – 2003. – № 2. – С. 19-23.
3. <http://lvmflow.ru/liteinie-programmi/kak-vibrat/>
4. Севастьянов Л. Компьютерный анализ процесса литья металлов: экономия ресурсов / Леонид Севастьянов, Геннадий Пономаренко // САПР и графика. – 2001. – № 4. – С. 16-20.

**СТРОЕНИЕ ЖИДКОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАСПЛАВА**

*Качиков А.С., Скребцов А.М., ГВУЗ “ПГТУ”, г. Мариуполь*

Проведен предварительный анализ возможностей использования рентгеновских лучей при изучении теории строения жидких металлических расплавов и анализ результатов литературных данных с целью совершенствования этой теории.

В теории жидких металлических расплавов в настоящее время остается много неясных вопросов. Например, по современным представлениям строение жидкого металла включает в себя понятие кластеров и резупорядоченной зоны расплава, которые постоянно обмениваются атомами друг с другом. В науке распад кластеров после плавления металла изучен не достаточно. Так, например, некоторые ученые (В.И. Архаров, Б.А. Баум и др.) считают, что перегрев расплава на 100 – 200 градусов над точкой ликвидуса приводит к полному разрушению кластеров. По другим данным, разрушение кластеров наступает только вблизи температуры кипения расплава. Не вполне ясно, какую форму имеет кластер – шар или выпуклый многогранник?

Полагают, что во всякой жидкости (в том числе и в растворах металла) из-за межчастичного взаимодействия атомов друг с другом возможно возникновение трех типов структур; мгновенной, средней и квазикристаллической (когда атомы колеблются на своих местах, но нет их перескоков от одного положения в другое (как в твердом теле) или они могут перескакивать из одного равновесного положения в другое (как в жидкости)). Именно, последняя структура образует ряд параллельных плоскостей колеблющихся атомов способных как зеркало отражать рентгеновские лучи и создавать их интерференцию. Квазикристаллическая структура возникает в одном месте жидкости, затем она разрушается и снова возникает в другом. По выражению А.И. Бродского такая структура постоянно перемещается по объему жидкости.

В науке принято считать, что кластер имеет форму шара, но шар не может создавать интерференцию рентгеновских лучей, очевидно кластер имеет форму многогранника.

В науке известно такое понятие кластерного полиморфизма при нагреве жидкого металла до различных температур. Изучить это явление на сплавах железа очень трудно из-за высокой температуры их появления. Поэтому моделирование этого явления провели на более легкоплавком сплаве алюминия, который имеет в твердом состоянии такую же кристаллическую решетку как и железо (кубическую). Кроме этого, в этих опытах необходимо было выяснить влияния скорости охлаждения на структурные превращения в нем.

Опыты проводили на алюминиевом сплаве АК9, расплав которого нагревали до различных температур и заливали в песчаноглинистую форму, после этого записывая температуру охлаждения сплава через каждую секунду с помощью прибора ТРМ-138Р. Полученные опытные кривые охлаждения сплава, обрабатывали их по методике А.М. Скребцова, А.О. Секачева. Таким способом провели и обработали 65 опытных плавок, Также были изготовлены шлифы затвердевшего расплава, по которым измеряли твердость затвердевшего расплава. Затем строили зависимости изменения твердости с температурой нагрева расплава .

По полученным результатам на сплаве алюминия, определены температуры кластерных превращений в жидком расплаве, их количество и влияние этого на свойства и структуру затвердевшего металла. Полученные данные дополняют теорию строения жидких металлов.

## **ВПЛИВ РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ НА СТРУКТУРУВАННЯ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ**

*Кашицький В.П.<sup>1</sup>, к.т.н., Герасимюк Ю.А.<sup>1</sup>, Маслюк В.Т.<sup>2</sup>, д. ф.-м. н.,  
Мегела І.Г.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Луцький національний технічний університет, м. Луцьк,  
<sup>2</sup>Інститут електронної фізики НАН України, м. Ужгород*

Розвиток техніки з кожним роком потребує більше нових, дешевих матеріалів з високими фізико-механічними властивостями. Композитні матеріали на основі полімерів є високотехнологічними в процесі формування виробів та зручними в плані фізичної та структурної модифікації. В даному плані перспективним напрямком в розробці полімеркомпозитних матеріалів є дослідження процесів фізичної модифікації епоксиполімерів, які вирізняються технологічністю та адгезійною здатністю. Класичний режим структурування епоксикомпозитів шляхом нагрівання вимагає контролю параметрів процесу тверднення – температури, тиску, тривалості витримки, швидкості нагріву. Правильний підбір всіх технологічних параметрів дозволяє досягнути однорідності структури, мінімальних залишкових напружень та високого ступеня структурування епоксикомпозитів. Використання термічної обробки дозволяє підвищити фізико-механічні характеристики матеріалу, проте недоліками є значна тривалість процесу тверднення та енерговитрати. Для підвищення ефективності виробництва епоксикомпозитних виробів доцільним є використання інших способів прискореного тверднення.

Одним з найбільш перспективних методів інтенсивного структурування є радіаційне тверднення [1], шляхом використання іонізуючих променів, що дозволяє значно скоротити час тверднення і зменшити енергетичні затрати. Механізм взаємодії зумовлений іонізаційно-

рекомбінаційними процесами утворення вільних радикалів, іонів та збуджених молекул, які можуть безпосередньо впливати на нарощення довжини полімерного ланцюга і поперечного зшивання [2]. Швидкість активного радикалоутворення і швидкість рекомбінації мають один порядок за кімнатної температури, тому доцільним є використання радіаційно-термічного тверднення. Даний метод передбачає поєднання опромінення з термічним впливом, що сприяє високій інтенсивності структуривання [3].

Метою роботи є дослідження впливу вмісту твердника, дози радіаційного опромінення та технології структуривання на фізико-механічні властивості полімерів на основі епоксидної смоли.

Вплив радіаційного опромінення визначали на полімерах сформованих на основі епоксидно-діанової смоли марки ЕД-20 та твердника поліетиленполіаміну. Компоненти змішували механічним способом та заливали отриману композицію у спеціальні форми. Тверднення тривало 24 год за нормальних умов. Потім епоксиполімери структуривали за одним з наступних режимів формування: радіаційне опромінення; радіаційне опромінення та термічна обробка, термічна обробка та радіаційне опромінення. Термічну обробку здійснювали за ступінчастим режимом у сушильній шафі в температурному діапазоні 70...130 °С.

Зразки епоксиполімерів опромінені на мікротроні М-30 прискореними електронами з енергією 12 МеВ в діапазоні доз 5..60 кГр.

Твердість епоксиполімерів визначали за ГОСТ 1786-80 на твердомірі Novotest ТС-БРВ. Дослідження проводили на зразках у формі бруска з гладкою поверхнею товщиною  $\geq 5$  мм і шириною  $\geq 15$  мм. При дослідженні сталеву кульку діаметром 5 мм втискували в поверхню досліджуваного матеріалу протягом 20 с.

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що твердість полімерів опромінених радіаційною дозою 60 кГр збільшується на 23 % (250,3 МПа) порівняно із неопроміненими, що пояснюється поперечним зшиванням макромолекул матриці за рахунок ініціювання іонізаційно-рекомбінаційних процесів.

Максимальне значення 265,4 МПа мають епоксиполімери із вмістом твердника 11 мас. ч., композиції яких оброблені дозою радіаційного опромінення 5 кГр без попередньої або додаткової термічної обробки. Дана твердість є вищою на 21,4 % порівняно з епоксиполімерами, що структуривані під впливом теплового поля.

Для полімерів опромінених електронами дозою 30 кГр помітне зменшення твердості в середньому на 40-50 % відносно відповідного неопроміненого полімеру, що супроводжується підвищенням крихкості системи.

Найвищий ступінь структуривання мають епоксиполімери опромінені дозами 10-30 кГр та додатково термічно оброблені ( $G \approx 99,4$  %). Підвищення дози опромінення до 50 кГр і вище призводить до підсилення взаємодії компонентів системи між собою та збільшення кількості вузлів в

результати зменшення довжини міжвузлових фрагментів. Це можливо пояснити утворенням нових функціональних груп на фрагментах макромолекул, що мають вищу реакційну здатність груп порівняно з головним ланцюгом макромолекули епокиполімеру.

### Список літератури

1. Radiation behavior of nanocomposite epoxy material. / E. Craciun, T. Zaharescu, I. Jitaru, M. Ignat, L. Catanescu, G. Zarnescu. U.P.B. Sci. Bull., Series B, Vol. 73, Iss. 3, 2011.

2. Радіаційна фізика. Підручник / Л.А. Булавін, О.П. Дмитренко, М.П. Куліш. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – С. 479-539.

3. Радиационная химия полимеров / В.Я. Кабанов, В.И. Фельдман, Б.Г. Ершов, А.И. Поликарпов, Д.П. Кирюхин, П.Ю. Апель. – Т. 43. – № 1. – Химия высоких энергий, 2009. – С. 5-21.

## СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ СИСТЕМИ TiC - ZrB<sub>2</sub>

*Кисла Г.П к.т.н., Сисоєв М.О. к.т.н., Зерник В.Ю.  
НТУУ «КПІ», Київ*

На даний час велика увага приділяється розробці матеріалів, що забезпечують реалізацію «екстремальних» технологій, коли мова йде про високі температури, механічні навантаження, корозійну, ерозійну стійкість.

Для створення подібних матеріалів найбільші перспективи мають тугоплавкі сполуки, які визначають прогрес в техніці. Особливий інтерес викликають системи тугоплавких сполук, що описуються діаграмами стану евтектичного типу. Перевагами евтектичних композиційних матеріалів є термодинамічна стабільність їх складу та когерентність ґраток контактуючих фаз на міжфазних границях. Все це забезпечує композиту високий рівень структурно-чутливих властивостей.

Для дослідження взаємодії в системі TiC - ZrB<sub>2</sub> використовували порошки карбіду титану та дибориду цирконію дисперсністю до 40 мкм. Пресовані зразки з різним вмістом дибориду цирконію (10, 20, 30, 40, 50, 60 і 80 мас. %) діаметром 10 мм та висотою 10 мм плавили в електронно-променевій установці «ЕЛА-6». Рентгенофазовий аналіз свідчить про наявність лише двох фаз в усіх сплавах системи. Характер зміни температури початку плавлення, фазовий склад, а також особливості мікроструктури отриманих зразків свідчать про те, що система TiC - ZrB<sub>2</sub> є квазібінарною та її діаграма будується по евтектичному типу зі складом евтектики 60мас.% ZrB<sub>2</sub> і температурою евтектичного перетворення 2950 ± 50°C.

Структура доевтектичного сплаву даної системи з вмістом дибориду цирконію 10 мас. % представляє собою карбідну матрицю з голкоподібними зернами дибориду цирконію. При збільшенні вмісту  $ZrB_2$  відбувається огрубіння структури і зерна  $ZrB_2$  частково приймають округлу форму, при 50%  $ZrB_2$  не спостерігається голкоподібних кристалів. При 60%  $ZrB_2$  відбувається формування дисперсної етектичної структури. Евтектичний сплав має мінімальну мікротвердість – 17 ГПа і є меншою за мікротвердість складових, що корелює з даними, отриманими Орданьяном С.С. та Унродом В.І. для систем  $TiC - TiB_2$ ,  $ZrC - ZrB_2$  та  $NbC - NbB_2$  [1-3].

#### Список літератури:

1. Орданьян С. С., Унрод В. И. Взаимодействие в системе  $ZrC - ZrB_2$  / Порошковая металлургия, 1975. – № 5. – с. 61-64.
2. Орданьян С. С., Унрод В. И. Взаимодействие в системе  $TiC - TiB_2$  / Порошковая металлургия. 1975. – № 9. – с. 40-43.
3. Орданьян С. С., Унрод В. И., Степаненко Е. К. Взаимодействие в системе  $NbC - NbB_2$  / Известия АН СССР. Неорганические материалы. 1977. – Т. 13, № 2. – с. 373-375.

**УДК 666.9.035**

### ПЛАСТИФІКУЮЧА ДОБАВКА ДЛЯ ГПСОВИХ В'ЯЖУЧИХ

*Мацієвський І.В., Флейшер Г.Ю., Трус І.М., НТУУ «КПІ», м. Київ*

Приведені загальні відомості щодо пластифікуючих добавок, а також результати дослідження впливу дослідної добавки TS-1 на такі характеристики гіпсу, як нормальна густина гіпсового тіста, терміни тужавлення, кінетика кристалізації та міцність.

Приведены общие сведения о пластифицирующих добавках, а также результаты исследования влияния опытной добавки TS-1, на такие характеристики гипса, как нормальная плотность гипсового теста, термینی схватывания, кинетика кристаллизации и прочность.

General information about plasticizing admixtures and the results of the study of TS-I influence on the normal consistency, setting times, crystallization kinetics and strength are given.

Ключові слова: пластифікуюча добавка, гіпс, нормальна густина, терміни тужавлення, міцність.



Пластифікатори широко застосовуються в технології в'язучих речовин, вони дозволяють зменшити водопотребу, та зменшують терміни тужавіння, що є дуже актуальним при виробництві будівельних матеріалів на основі в'язучих речовин.

ПАР діляться на дві групи [1]. Перша група – пластифікуючі добавки гідрофільного типу, які сприяють диспергації колоїдної системи гіпсового тіста і тим самим покращують його текучість.

Друга група – гідрофобізуючі добавки. Молекули поверхнево-активних гідрофобних добавок, адсорбуючись на поверхні розділу повітря-вода, знижують поверхневий натяг води і стабілізують дрібні бульбашки в гіпсовому тісті [2]. До добавок цієї групи відносять: смолу нейтралізовану повітрязахоплюючу (СНВ), натрієву сіль абіетинової кислоти, синтетичну поверхнево-активну добавку (СПД), сульфол (С) та ін.

Розрізняють однокомпонентні та комплексні гідрофобно-пластифікуючі добавки [2]. Існують два види однокомпонентних добавок: звичайні, інакше кажучи індивідуальні (наприклад, милонафт, асидол, деякі природні та синтетичні жирні кислоти) та модифіковані (наприклад, добавки відомі під назвами КНШ, КСШ, ЛЗГФ).

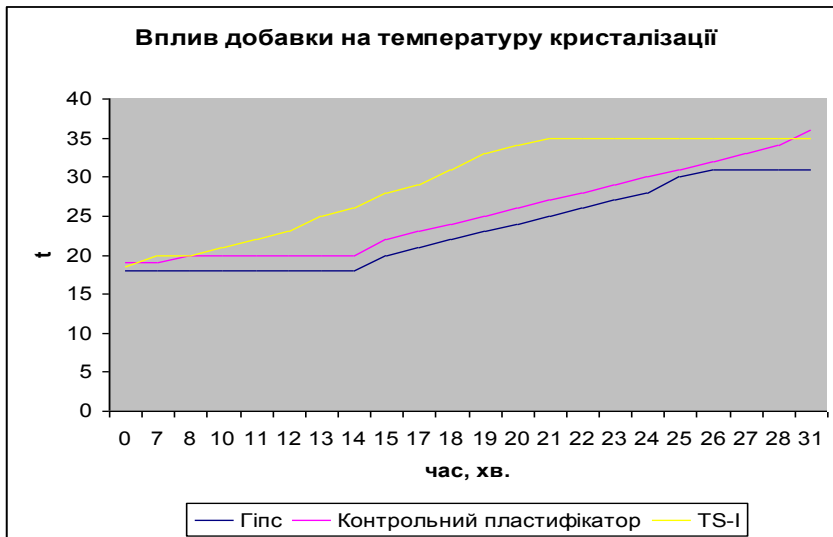
Модифіковані однокомпонентні добавки виготовляють на заводах шляхом присадки деяких речовин до певного технічного продукту. Комплексні гідрофобно-пластифікуючі добавки зазвичай виготовляють із гідрофобізуючого компонента та технічних поверхнево-активних речовин гідрофільізуючого типу.

Нами було проведено дослідження властивостей гіпсу з однокомпонентними пластифікуючими добавками полікарбоксилатного типу. Добавки представляють собою речовини білого кольору та кристалічного стану. Досліджувалися чотири показники – нормальна густина, термін тужавлення, міцність (табл. 1), температура кристалізації (рис. 1).

Таблиця 1 – Вплив добавок на фізико-механічні властивості гіпсового в'язучого

Найменування добавки	Вміст добавки, масс. %	Нормальна густина, %	Терміни тужавлення, хв-сек		Міцність, МПА, у віці 2 год	
			початок	кінець	на стиск	на вигин
Без добавки	0,0	65,0	10-30	18-20	2,1	1,2
Контрольний пластифікатор	0,2	55,0	6-20	12-40	4,5	2,5
TS-I	0,2	58,0	6-00	8-00	3,7	2,2

Графік 1 – Вплив добавки на кінетику кристалізації.



Щодо пластифікуючого ефекту, то загальноприйнято, що пластифікатори зменшують водопотребу на 5-10 %, а суперпластифікатори на 15-40 %.

Згідно табличних даних дослідну добавку TS-1 можна віднести до пластифікуючих, адже в залежності від концентрації добавки нормальну густину гіпсового тіста було зменшено на 10 %.

Порівнюючи з гіпсом без добавок терміни тужавлення пришвидшилися на 75%, порівнюючи з контрольним пластифікатором терміни тужавлення пришвидшилися на 20 %.

Швидкість кристалізації в порівнянні з гіпсом без добавок збільшилась на 19 %, в порівнянні з контрольним пластифікатором швидкість кристалізації збільшилась на 41%.

Температура кристалізації збільшилась 11 %, що свідчить про збільшення екзотермічного теплового ефекту реакції кристалізації гіпсу, і свідчить про зменшення водопотреби необхідної для кристалізації.

Таким чином, можна зробити висновок, що пластифікуючі добавки полікарбоксилатного типу є ефективними хімічними добавками для застосування у складі гіпсу. Зменшення водопотреби на 10 % при їх застосуванні призводить до збільшення міцності у 1,5-2,0 рази.

### Список літератури

1.Афанасьев Н.Ф., Целуйко М.К. Добавки в бетоны и растворы/ Н.Ф. Афанасьев, М.К. Целуйко. – К.: Будівельник, 1989. – 128 с.

2. Ружинский С., Портник А., Савиных А. Все о пенобетоне. 2-е изд., улучшенное и дополн./ С. Ружинский, А. Портник, А. Савиных. – СаБ: ООО «Строй-Бетон», 2006. – 630 с.

3. Хигерович М.И., Байер В.Е. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов/ М.И. Хигерович, В.Е. Байер. – М.: Стройиздат, 1979. – 126 с.

4. Using soybean oil to improve the durability of concrete pavement/ John T. Keavern// International Journal of Pavement Research and Technology. – 2010. - № 3. – P. 280-285.

## ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ПОЛІПРОПІЛЕНУ ТА ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК

Мельник Л.І., к.т.н.

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ*

Створення багатофункціональних композиційних матеріалів з вмістом вуглецевих нанотрубок – цікава проблема, яка до кінця не вирішена. Дана робота присвячена дослідженню впливу вуглецевих нанотрубок (ВНТ) на властивості композитів отриманих при синтезі на основі ізотактичного (ІПП) та синдіотактичного поліпропілену (СПП). Нанокompозити ІПП-ВНТ та СПП-ВНТ отримані методом полімеризації пропілену *in situ* в присутності попередньо диспергованих в реакційному середовищі ВНТ (оброблених азотною кислотою). Полімеризацію проводили при 60 °С та тискові 2,5 МПа [1]. Проводили дослідження фізико-механічних властивостей отриманих систем в залежності від вмісту наповнювача (табл. 1).

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості систем ІПП-ВНТ та СПП-ВНТ в залежності від вмісту нанотрубок, мас. %

Показник \ Концентрація ВНТ	ІПП-ВНТ				СПП-ВНТ			
	0,4	0,7	1,5	2,1	0,4	0,7	1,5	2,1
Модуль пружності, МПа	1375	1450	1600	1650	635	640	610	580
Межа текучості, МПа	37,5	37,2	36,8	36,5	20,2	20	79,9	79,8
Напруга розтягу, МПа	28	32	35	40	28	17	16	75
Деформація розтягу, %	75	55	25	70	480	225	200	175

Введення ВНТ в полімерні матриці сприяє стабілізації полімерів в процесах їх термічної і термоокислювальної деструкції. Це можна пояснити бар'єрними властивостями ВНТ та їх хімічною взаємодією з макрорадикалами, що утворилися в процесі розкладу та переведенням їх в розряд стабільних радикалів. Методом ТГА була досліджена термічна деструкція ППП та нанокомпозиту на його основі. Встановлено, що при введенні 0,1 мас.% ВНТ відмічається підвищення температури, що відповідає максимальній швидкості втрати маси матеріалу, на 30 °С в порівнянні з ненаповненим ППП. Рекомендована оптимальна концентрація наповнювача 0,1 – 0,4 мас.%, тому що при даному вмісті наповнювача в композиті відмічено помітно збільшену жорсткість при збереженій здатності до пластичної деформації, а також композити характеризуються підвищеною термостабільністю.

### Список літератури

1. Мельник Л.И. Нанокомпозитные полимерные композиции на основе полипропилена и углеродных нанотрубок // Збірник праць II Міжнародної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, Київ. – 2009. - С. 180.

## СИЛКОНОВЕ ПРОСОЧЕННЯ НЕЙЛОНУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАМЕТІВ

*Ніколаєва І. В., НТУУ «КПІ» ім. Сікорського, Київ*

Метою даного дослідження є визначення композиції для покриття наметів, для надання їм специфічних властивостей необхідних в умовах їх експлуатації.

Ця тема є актуальною, оскільки в наш час стали популярними такі види відпочинку як кемпінг та туризм. В цих галузях спорту ніяк не можна обійтись без наметів. Однак при виборі намету завжди постає питання, який матеріал є кращим? З цим питанням також стикаються виробники. Які матеріали треба використати для того щоб зробити намет легким, зручним, та можливим у використанні при різних погодних умовах? Тобто матеріал повинен не пропускати воду, не продуватись, але, в той самий час, пропускати повітря, витримувати температури в діапазоні від -40 до +40°C, не злипатись, бути стійким до ультра фіолетового випромінювання, а також мати високу зносостійкість та міцність.

При цьому матеріали повинні бути як можливо дешевшими, як і його виробництво, однак зниження ціни не повинне впливати на якість.

Водостійкість наметів, зазвичай, створюють за рахунок покриття з поліуретану або силіконового просочення. Поліуретан є більш популярним

видом просоченні, оскільки має низьку вартість. Силіконове просочення може використовуватися як замість поліуретану так і разом з ним для створення особливої водостійкості тканини. Нейлон з силіконовою пропиткою є одним з найбільш цікавих матеріалів з області високих технологій, який з'явився на туристичному ринку за останні десять років.

Вироби з силікону здатні витримувати температури від  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ , що дозволяє використовувати їх як влітку так і в взимку.

Відмінність силіконового покриття від поліуретанового полягає в тому, що шар поліуретани покриває всю тканину, і нитки тканини втрачають взаємну рухливість, а силіконове покриття сідає на кожну нитку окремо, після чого взаємна рухливість ниток додатково зростає за рахунок високої «слизькості» силікону.

Давайте порівняємо палатки с силіконовим та поліуретановим просоченням, для порівняння візьмемо дві однакові за розміром та за кроєм палатки виробництва компанії «Оберон»: [1]

Таблиця 1 – Намети з просоченням матеріалу:

Властивість (характеристика)	Силікон	Поліуретан
Вага тенду (кг)	1,22	1,88
Вага каркасу (кг)	0,66	0,79
Загальна вага намету (кг)	2,9	3,55
Водонепроникність (мм водяного стовпа)	4000-8000	6000-1000
Ціна (грн)	2665	2201

Таким чином, аналізуючи нашу таблицю, ми бачимо, що дійсним мінусом цих наметів з силіконом є різниця в ціні у 464 грн, проте ця різниця в компенсується її легкістю. Таким чином силіконовий тент економить 680 грам ваги на намет, плюс економія за рахунок ваги скандієвих каркасів дає ще 130 грам. У сумі маємо економію 19% ваги.

При використанні в якості матеріалу для тентів наметів, 30D сілнейлон працює досить добре (принаймні, на початковому етапі). Для своєї ваги він має високу міцність на розрив і є досить водонепроникним щоб відобразити всі види опадів, за винятком хіба що дуже сильних дощів (в цьому випадку волога може проникнути через тонку тканину тенту і створити в наметі «ефект туману»), це пов'язано з визначеною нами різницею водонепроникності на 2000 мм водяного стовпа порівняно з поліуретаном.

Ще до позитивних наслідків використання силіконового просочення для наметів є, порівняно до поліуретановим, такі їх властивості як: міцність (в 2,5 – 3 рази вище у Si), та можливість використовувати довший час, так як їх термін придатності в умовах експлуатації набагато вище(10 років), це пов'язано з тим, що палатки не проклеюють водонепроникною стрічкою, також силікон забезпечує виключний захист від ультрафіолетового впливу, що є позитивним для використання палаток у горах.

В даній роботі ми дослідили матеріали які використовуються для виробництва прогумованих палаток. Визначили що в якості тканини для просочення краще всього підходить нейлон, а в якості речовини, якою він просочується, ми обрали силікон. Ми обрали наш матеріал, тому що він є більш легким, стійким до більшого діапазону температур, має вищу зносостійкість, а також стійкіший до ультрафіолетового випромінювання. Для того щоб все ж таки довести переваги силіконізації нейлону, ми порівнювали дві палатки виробництва «Оберон» з просоченням обраного матеріалу та просоченням поліуретану.

### Список літератури

1. 2. Jim Wood (2005). A Treatment for Silnylon Floors. London: Copyright. p.60-80.

3. Chiou J. Stable silicone coated fabric without adhesion promoter [Електронний ресурс] / Joseph Chiou // IFI CLAIMS Patent Services. – 1995. – Режим доступу до ресурсу: <https://patents.google.com/patent/US5700532A/en?q=siliconized+nylon&q=composition>.

4. Main A. Liquid silicone rubber coating composition for application [Електронний ресурс] / A. Main, N. Koichi, T. Tsuj // IFI CLAIMS Patent Services. – 1993. – Режим доступу до ресурсу: <https://patents.google.com/patent/EP0553840A1/en?q=siliconized+nylon&q=composition&page=1>.

## БАЗАЛЬТОФТОРОПЛАСТОВІ КОМПЗИТИ ТРИБОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Перерва В.І., студентка гр. МТ-41,  
Мартинов А.І., студент гр. МТ.м-61,  
Говорун Т.П., доцент кафедри ПМ та ТКМ СумДУ,  
Берладір Х.В., м.н.с. кафедри ПМ та ТКМ СумДУ, м. Суми*

Одним із найкращих матеріалів для полімерної основи антифрикційних матеріалів металополімерних вузлів тертя вважають політетрафторетилен (ПТФЕ), який характеризується своєю унікальністю фізико-механічних (густиною, міцністю при розриві, відносним подовженням) та триботехнічних (інтенсивністю зношування, коефіцієнтом тертя) властивостей [1].

Підвищення вимог до матеріалів спонукало створення полімерних композитних матеріалів (ПКМ) триботехнічного призначення з поліпшеним комплексом властивостей на основі ПТФЕ з наповнювачами із вуглецевого (ВВ) та базальтового волокна (БВ) [2].

Перевагою використання БВ є доступність і низька вартість сировини, висока термостійкість, низька теплопровідність, висока хімічна стійкість до агресивних середовищ [3].

В результаті досліджень встановлено, що в структурі механоактивованого ПТФЕ спостерігаються сочевицеподібні утворення у вигляді гранул з мікронними розмірами по площі і по товщині, ниткоподібні пасма волокон та інші утворення, які відсутні в структурі неактивованого полімеру [4].

При додаванні механоактивованого вуглецевоволокнистого наповнювача в об'єм такої матриці утворюється гомогенна структура композиту зі зменшенням кількості пустот і більш рівномірним розподілом фрагментів ВВ, які, контактуючи з активованими частинками полімеру, формують первинні адгезійні зв'язки, зменшуючи ймовірність виникнення дефектів при формуванні композиту [5]. При використанні БВ механоактивованій ПТФЕ сприяє підвищенню адгезійної взаємодії інгредієнтів композиції, створюючи на поверхні БВ полімерний прошарок [2].

Комбінування різних видів волокон (БВ і ВВ) в ПКМ варіювалося в широкому інтервалі від 5 до 25 мас. %. Це сприяло появі нових властивостей матеріалу, які неможливо було б отримати введенням якогось одного інгредієнта. Фізико-механічні та триботехнічні властивості розроблених ПТФЕ-матеріалів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фізико-механічні та триботехнічні властивості розроблених ПТФЕ-матеріалів

№ зразка	Склад композиту (мас. %)	Густина $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Міцність при розриві $\sigma_{pp}$ , МПа	Відносне подовження $\delta$ , %	Інтенсивність зношування $I \cdot 10^{-6}$ , мм <sup>3</sup> /Н·м	Коефіцієнт тертя
1	80 ПТФЕ + 5 ВВ + 15 БВ	2279	19,7	85	2,10	0,29
2	80 ПТФЕ + 10 ВВ + 10 БВ	2269	20,0	100	1,35	0,25
3	80 ПТФЕ + 15 ВВ + 5 БВ	2149	17,4	95	1,30	0,25
4	75 ПТФЕ + 20 ВВ + 5 БВ	2135	16,7	90	1,20	0,25
5	80 ПТФЕ + 20 ВВ (контроль)	1970	24,2	154	5,00	0,26

У ході проведених досліджень встановлено, що введення БВ до основного наповнювача (ВВ) призводить до погіршення фізико-механічних властивостей, в той час як значно збільшується зносостійкість ПТФЕ-матеріалу з бінарним наповнювачем.

Одержані дані дозволяють зробити загальний висновок, що механічна активація як матриці, так і наповнювачів є перспективним методом підвищення фізико-механічних та триботехнічних властивостей композитів на основі ПТФЕ [4, 5].

### Список літератури

1. Handbook of fluoropolymer science and technology / edited by D.W. Smith, S.T. Iacono, S.S. Iyer. – Hoboken : Wiley, 2014. – 646 p.
2. [http://sumdu.edu.ua/images/stories/scientific\\_inf/research/report/final2016-Diadiura.pdf](http://sumdu.edu.ua/images/stories/scientific_inf/research/report/final2016-Diadiura.pdf)
3. Singha K. A short review on basalt fiber / K. Singha // International Journal of Textile Science. – 2012. – №1 (4). – P. 19–28.
4. Structural conformation of polytetrafluoroethylene composite material / O.A. Budnik, A.F. Budnik, V.A. Sviderskiy, K.V. Berladir, P.V. Rudenko // Chemistry & Chemical Technology. – 2016. – Vol. 10, No. 2. – P. 241–246.
5. Berladir K.V. Designing and examining polytetrafluoroethylene composites for tribotechnical purposes with activated ingredients / K.V. Berladir, V.A. Sviderskiy // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 6 (84). – P. 14–21.

### ДО ПИТАННЯ ПРО ТЕРМОДИНАМІЧНУ СУМІСНІСТЬ МОДИФІКОВАНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ

*Савчук П.П., д.т.н., професор, Кашицький В.П., к.т.н., доцент, Боярська І.В.,  
к.т.н, асистент, Матрунчик Д.М., аспірант  
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк*

Розробка складу та технології формування захисних покриттів на основі полімерних композиційних матеріалів, що вирізняються високими механічними, хімічними та експлуатаційними властивостями є одною з головних задач для ефективного розвитку сучасної машинобудівної галузі [1-2]. Вирішення даної проблеми полягає у якісному виборі полімерної матриці та наповнювачів, які забезпечать покращення фізико-механічних властивостей в'язучого за умови виникнення міцних адгезійних зв'язків між компонентами системи. Використання епоксидних олігомерів в якості в'язучого дозволить отримати технологічні покриття, які характеризуються високою хімічною стійкістю, адгезією до твердофазних складових композиційної системи та поверхні металевої підложки, а також можливістю



піддаватися модифікації при термодинамічному суміщенні рідкофазних полімерів.

Метою даної роботи є проведення комплексну оцінку впливу модифікаторів при мультифазному наповненні системи на фізико-механічні властивості.

Як основний компонент при формуванні епоксидних матриць вибрано діановий олігомер марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84), що представляє собою високов'язку прозору рідину. Для зшивання епоксидних композицій використано твердник поліетиленполіамін ПЕПА (ТУ 6-05-241-202-78). Як модифікатор застосували – 3,3<sup>1</sup>-(1,4-фенілен)біс(2-хлоропропіонітрилу) (ГОСТ 5234-78).

Границю адгезійної міцності при нормальному відриві визначали за ГОСТ 14759-69. Дослідження проводили на розривній машині марки УММ-5 при швидкості переміщення нижньої траверси 2 мм/хв.

При визначенні границі міцності на зсув (ГОСТ 14760-69) використовували пластини із сталі 45 розміром 80x10x2 мм. Площа торцевої поверхні склеювання грибків (пластин) складала 2 см<sup>2</sup>.

Границю міцності на згин та теплостійкість за Мартенсом визначали за методикою [3]. Границю міцності на стиск визначали за ГОСТ 4651-82.

Залишкові напруження визначали консольним методом за ГОСТ 13036-67. Покриття наносили на пластинку-основу з пружної сталі з відомими фізико-механічними характеристиками розміром 80x15 мм, товщиною 0,25...0,3 мм.

ІЧ-спектри реєстрували на спектрофотометрі марки “IRAffinity-1” (Японія) у ділянці частот 400 – 4000 см<sup>-1</sup> однопроменевим методом у відбитому світлі. Розгортку спектру за хвильовими числами  $\lambda^{-1} = \nu$  здійснювали на діаграмі у межах 225 мм у діапазоні вибраних частот. Хвильові числа визначали за допомогою комп'ютерної програми IRsolution [4].

При дослідженні впливу вмісту модифікатора у діапазоні концентрацій від  $q = 0,10 \text{ mass.}\%$  до  $q = 2,00 \text{ mass.}\%$  на властивості епоксидної матриці, встановлено оптимальний вміст 3,3<sup>1</sup>-(1,4-фенілен)біс(2-хлоропропіонітрилу) у матриці з поліпшеними адгезійними і когезійними властивостями, який складає  $q = 0,10 \text{ mass.}\%$  на 100 mass.% олігомеру ЕД-20. Така матриця має наступні властивості: адгезійна міцність при відриві –  $\sigma_a = 25,7 \text{ МПа}$ , адгезійна міцність при зсуві –  $\tau = 12,3 \text{ МПа}$ , залишкові напруження –  $\sigma_z = 2,1 \text{ МПа}$ , руйнівні напруження при згинанні –  $\sigma_{z2} = 90,0 \text{ МПа}$ , модуль пружності при згинанні –  $E = 2,94 \text{ ГПа}$ , теплостійкість –  $T = 346 \text{ К}$ .

Методом ІЧ-спектрального аналізу було досліджено природу хімічних зв'язків, які виникають при структуроутворенні модифікованої матриці. Встановлено міжмолекулярну взаємодію модифікатора 3,3<sup>1</sup>-(1,4-фенілен)біс(2-хлоропропіонітрилу) з макромолекулами епоксидного зв'язувача, про що свідчить зміщення смуги поглинання при  $\nu = 759,95 \text{ см}^{-1}$  у бік більших хвильових чисел відносно вихідної матриці. Це вказує на

взаємодію СІ-груп модифікатора при термічному зшиванні. Встановлено “розщеплення” смуг поглинання модифікованої матриці у діапазоні хвильових чисел:  $\nu = 2318,44 \dots 2353,16 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu = 2819,93 \dots 3035,96 \text{ cm}^{-1}$  та  $\nu = 3672,47 \dots 3734,19 \text{ cm}^{-1}$  свідчить про взаємодію активних груп модифікатора і ланцюгів епоксидного олігомера. В результаті формуються композити з підвищеними показниками фізико-механічних і теплофізичних властивостей.

### Список літератури

1. Савчук П.П., Рудь В.Д., Кашицький В.П., Мельник О.Д. Оптимізація складу та дослідження впливу різнофункціональних наповнювачів на зносостійкість епоксикомпозиту // Наукові нотатки. – 2001. – Випуск 9. – С. 244-249.
2. Полімерні композиційні матеріали в ракетнокосмічній техніці: Підручник / Джур Є.О., Кучма Л.Д., Манько Т.А., Ситало В.І. – К.: “Вища освіта”, 2003. – 399 с.
3. Григорьев А.П., Федотова О.Я. Лабораторный практикум по технологии пластических масс: В 2 ч. / Изд. 2-е, перероб. и доп. Поликонденсационные и химически модифицированные пластические массы. М.: Высшая школа, 1977. – Ч. 2. – 264 с.
4. Казицына Л.А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии: учеб. пособие для вузов / Л.А. Казацына, Н.Б. Куплетская. – М: Высш. школа, 1971. – 264 с.

## ВПЛИВ ПОРОШКІВ ГРАФІТУ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Садова О.Л., к.т.н., асистент, Кашицький В.П., к.т.н., доцент,  
Лющук О.М., аспірант  
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк*

В сучасній науці закладений значний технічний потенціал, що дозволяє отримувати полімеркомпозитні матеріали з підвищеними фізико-механічними та експлуатаційними характеристиками шляхом регулювання складу та технології формування. Застосування полімерів у чистому вигляді є малоефективним через формування гомогенної структури, яка в основному забезпечує експлуатацію виробів у вузькому діапазоні зовнішнього впливу. Зокрема впровадження полімерів в триботехніці є обмеженим, оскільки лише окремі з них здатні забезпечити високі триботехнічні характеристики.

Покращити експлуатаційні властивості полімерів, які мають високі фізико-механічні характеристики, можливо шляхом введення спеціальних добавок, які повинні мати високу сумісність до компонентів системи. Вибір і застосування твердих мастильних наповнювачів в композитах на основі

реакційноздатних полімерів є важливою задачею для отримання надійних виробів триботехнічного призначення у вигляді підшипників ковзання, кулачкових механізмів, направляючих, ущільнень, втулок шарнірів [1, 2].

Досить перспективним в даному плані є полімеркомпозитні матеріали на основі епоксидних смол, які доцільно модифікувати антифрикційними наповнювачами, зокрема порошками графіту, що виконують мастильну функцію та дозволяють експлуатувати вузли тертя в умовах без мастильного середовища. Однак при цьому можуть знижуватись механічні характеристики та навантажувальна здатність системи через низьку когезійну міцність даного наповнювача.

В роботі застосовано порошки сферичного (20...100 мкм) та крупнолускатого графіту (0,1...1,0 мм) з метою надання триботехнічних характеристик епоксикомпозитному матеріалу, підвищення конструкційної міцності та теплостійкості без суттєвого зниження когезійної міцності. Оскільки графіт має високу тепло- і електропровідність, є ефективним твердим мастилом в системах на основі полімерів, тому введення графітових наповнювачів в епоксидні композитні матеріали збільшує стабільність їх розмірів, хімічну стійкість, антифрикційні характеристики, тепло- і електропровідність [2, 3].

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що при збільшенні вмісту порошку сферичного графіту в полімерну матрицю до 8 мас. ч. спостерігається ріст адгезійної міцності на 20,26% (18,28 МПа), що пояснюється зменшенням кількості пор в епоксисистемі та утворенням більшої кількості вузлів зшивання між матрицею та частинками графіту. При подальшому збільшенні вмісту наповнювача зростання є незначним. Максимальне значення даної характеристики 19,99 МПа зафіксовано для епоксикомпозитів із вмістом порошку сферичного графіту 16 мас. ч., що є вищим на 9,74% порівняно із епоксикомпозитами, наповненими лускатим графітом (максимальне значення 18,5 МПа при вмісті 8 мас. ч.).

Зростання міцності при стисканні в 2,1 рази та ударної міцності в 1,2 рази відбувається за умови збільшення вмісту сферичного порошку від 4 мас. ч. до 12 мас. ч., що можна пояснити більшою площею взаємодії частинок із полімерною матрицею за рахунок вищого вмісту порошку та рівномірного його розподілення в системі. Підвищення вмісту наповнювача до 16 мас. ч. призводить до зниження даних характеристик до 2 раз, що зумовлено підвищенням крихкості системи через наявність надмірної кількості концентраторів напружень у вигляді частинок даного наповнювача. Найвищі значення міцності при стисканні (120,13 МПа) та ударної міцності (13,7 Дж) зафіксовано за вмісту порошку сферичного графіту в кількості 12 мас. ч., що є вищим на 16,26 % і 18,97 % відповідно порівняно з характеристиками епоксикомпозитів, наповнених лускатим графітом, що пояснюється зниженням ймовірності зародження тріщин біля краю сферичних частинок.

Найвищий ступінь структурування мають епоксикомпозити наповнені порошками сферичного та лускатого графіту за вмісту 8 мас. ч., що становить 99,81 % та 91,45 % відповідно. Підвищення вмісту наповнювачів до 16 мас. ч. призводить до поступового зниження ступеня структурування, що призводить до послаблення взаємодії компонентів системи між собою через погіршення змочуваності частинок епоксиполімером в зв'язку з утворенням агломератів, які легко вимиваються розчинником [1].

Епоксикомпозитні матеріали, наповнені порошком сферичного графіту мають вищі фізико-механічні характеристики в 1,17...1,23 рази, порівняно із наповненими лускатим графітом. Це можна пояснити утворенням додаткової кількості фізико-хімічних зв'язків між поверхнею частинок і полімерною матрицею за рахунок вищої дисперсності сферичного порошку та однорідністю розміщення наповнювача в матриці, а також зниженням внутрішніх напружень полімерної композиції завдяки оптимальної форми, яка нівелює наявність концентраторів напружень.

### **Список літератури**

1. Букетов А.В. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів / А.В. Букетов, П.Д. Стухляк, Є.М. Кальба. – Тернопіль: Збруч, 2005. – 182 с.
2. Савчук П.П. Особливості застосування епоксидних композиційних матеріалів у триботехніці / П.П. Савчук // Проблеми трибології. – 2008. – № 4 (50). – С. 120-125.
3. Стухляк П.Д. Эпоксидные композиты для защитных покрытий / П.Д. Стухляк. – Тернополь: Збруч, 1994. – 177 с.

## **ОСОБЕННОСТИ УПРОЧНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ**

*Супрун О. В., аспирант, ИПМ им. И.М.Францевича НАН Украины*

Титановые сплавы являются незаменимым материалом для применения в аэрокосмической, автомобильной и химической промышленности благодаря их низкой плотности, высокой прочности и хорошей коррозионной стойкости [1]. В то же время высокая прочность и стойкость к коррозии делают титан и его сплавы идеальными материалами для многих применений.

Для расширения области применения титановых сплавов, повышения их жаропрочности и прочности при сохранении достаточного уровня пластичности, в последние годы применяют многокомпонентное легирование, которое позволяет получить принципиально новый материал с широким диапазоном свойств [2,3].

Много лет промышленные титановые сплавы рассматривали исключительно как сплавы, представляющие собой  $\alpha$ - и  $\beta$ -твердые растворы. Конструкционные и жаропрочные титановые сплавы, применяемые в настоящее время в различных отраслях промышленности, относятся, как правило, к сплавам на основе  $\alpha$ -, ( $\alpha + \beta$ ) - или  $\beta$ -фаз и представляют собой твердые растворы замещения различных легирующих элементов в титане, что является основным фактором, определяющим функциональные характеристики этих сплавов. [4].

В связи с последними достижениями в разработке технологии сверхбыстрого затвердевания металлических расплавов в качестве компонентов приобретают новые легирующие элементы, которые ранее считались неперспективными ввиду их малой растворимости в твердом состоянии [2].

Так, легирующие добавки классифицируются на две группы  $\alpha$  и  $\beta$  стабилизирующих элементов, которые по-разному влияют на температуру полиморфного превращения титана в зависимости от того, увеличивают они или снижают температуру  $\alpha / \beta$ -превращения (882°C). Например, Fe ускоряет процесс спекания за счет образования переходной эвтектической жидкой фазы при температуре 1085°C [6]; Mo увеличивает прочность, а также сопротивление ползучести и сопротивление к окислению [7]; Редкоземельные элементы эффективно увеличивают пластичность материала за счет продувки кислорода из матрицы Ti [4].

Также существуют  $\alpha + \chi$  сплавы, где  $\chi$  состоит из TiAb, TiFe, TiMn, TiCr, TiC фаз. В свою очередь, заметное увеличение прочностных свойств титановых сплавов может быть достигнуто путем дисперсного упрочнения карбидами (TiC, SiC, B<sub>4</sub>C), боридами (TiB<sub>2</sub>, TiB), оксидами (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, где R - редкоземельный элемент) и интерметаллидными соединениями (Ti<sub>3</sub>Al, TiAl, Ti<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>) [8]. Известно, что работоспособность титановых сплавов с использованием таких сплавов, как C, B, Si существенно зависит от степени дисперсности, формы и равномерности распределения фаз. Кроме того, легирования углеродом и бором вызывает существенное повышение прочностных характеристик, жаропрочности и ползучести [4]. Добавление твердых включений в титановые сплавы также значительно увеличивает их износостойкость и несущую способность при использовании в качестве компонентов узлов трения [9].

Одним из основных препятствий для широкого распространения титановых сплавов, является высокая стоимость материалов и компонентов [8]. Перспективным методом изготовления недорогих компонентов из титановой матрицы для предприятий с экономичным бюджетом является порошковая металлургия (ПМ). Металлургическая переработка позволяет смешивать элементарные недорогие порошки титана и другого сырья и способна формировать почти чистую форму [9].

Таким образом при использовании порошковой металлургии титановые сплавы могут достигать высокой прочности и более равномерных

механических свойства, несмотря на их низкую пластичность. Кроме того, в них будет отсутствовать анизотропия формы зерна.

### Список литературы

1. Thermomechanical response of particulate-reinforced powder metallurgy titanium matrix composites—A study using processing map / [B. Liu, Y.P. Li, H. Matsumoto and oth.]. // Mater. Sci. Eng. A. – 2010. - Vol. 527, - Pp. 4733–4741.
2. Фирстов С. А. Механические свойства многокомпонентного титанового сплава / С. А. Фирстов, В. Ф. Горбань, Н. А. Крапивка, Э. П. Печковский, Н. И. Даниленко, М. В. Карпец // Проблемы прочности. – 2010. – № 5. – С. 187–198.
3. Горбань В. Ф. Высокопрочный литой  $\beta$ -титановый сплав / В. Ф. Горбань, Н. А. Крапивка, М. П. Бурка и др. // Современные проблемы физического материаловедения. – 2008. – Вып. 17. – С. 126–139.
4. Сысоева Н. А. Интерметаллидное упрочнение высокопрочных титановых сплавов / Н. А. Сысоева // Технология легких сплавов. – 2002. – № 4. – С. 85–91.
6. Koike J. Characterization of superplasticity in Ti-5.5Al-1Fe / J. Koike, Y. Shimoyama, H. Fujii, K. Maruyama // Scripta Materials. – 1998. – Vol.39, No.39. - Pp. 1009–1014.
7. Design of powder metallurgy titanium alloys and composites / [Y. Liu, L.F. Chen, H.P. Tang and oth.]. // Mater. Sci. Eng. A. – 2006. - Vol.418, No. (1-2). - Pp. 25–35.
8. Poletti C. Production of titanium matrix composites reinforced with SiC particles / C. Poletti, M. Balog, T. Schubert. // Comp. Sci. Techn. – 2008. – No.68. – Pp. 2171–2177.
9. Production of titanium powder by an electrolytic method and compaction of the powder / James C. Withers // Tit. Powd. Metall. – 2015. - No. 3. - Pp. 33-49.

## ВПЛИВ ЛЕГУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА КОРОЗІЮ НЕРЖАВІЮЧИХ СТАЛЕЙ В ОЗОНУЄМОМ СЕРЕДОВИЩІ

*Татарченко Г.О., д.т.н., проф., Білошицький М.В., к.т.н., доц.,  
Білошицька Н.І., к.т.н., доц., Уваров П.Є., к.т.н., доц.  
СНУ ім. В. Даля, м. Севе́родонецьк*

Відомо [1], що в 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 200С сталі 12X18H10T і 08X22H6T знаходяться в області активного розчинення і можуть бути використані як конструкційні тільки із застосуванням анодної захисту. У той же час встановлено [2], що озон, полегшуючи катодний процес, переводить нержавіючі сталі в пасивний стан. Автори [3] відзначають, що вибірковість розчинення компонентів легованих сталей X18H10T, X17H5M3,

10X17H13M3T при травленні в розчинах  $H_2SO_4$  порівняно велика і на поверхні металу можуть формуватися шари, збагачені Cr і Ni.

Згідно з отриманими нами результатами виявлено, що присутність нікелю в сплавах повинна погіршувати їх корозійно-електрохімічну поведінку, а хрому – покращувати. Однак дослідження сталі 08X22H6T (з великим вмістом хрому і зниженим нікелю) показали погіршення її корозійних властивостей в 25%  $H_2SO_4$ , що озонується в порівнянні зі сталлю 12X18H10T. Аналогічні результати отримали і для більш легованої сталі 10X17H13M2T.

Потенціал корозії залізо-хромової сталі 08X17T істотно негативний ніж у сталей, що містять нікель; анодні струми досягають граничних значень. Подібні ділянки кривої зазвичай пов'язують з утворенням на поверхні металу важкорозчинних плівок, їх дія зводиться до часткового екранування поверхні електрода, а пористість їх залежить від потенціалу. Відмінності на поляризаційних кривих сталей 08X22H6T і 12X18H10T невеликі, але вони мають принципові значення, тому що визначаються тільки незначною різницею в концентрації хрому, а за вмістом нікелю відрізняються майже в два рази.

Різниця у вмісті нікелю призводить до зміни структури сталей з феритної на аустенітну. Це позначається на зниженні катодних струмів в області потенціалів ( $-0,1 \dots 0,2$ ) В, за рахунок активного розчинення нікелевої складової, а також до їх збільшення при ( $0,3 \dots 0,7$ ) В, за рахунок відновлення озону і можливого осадження нікелю на поверхні з утворенням складних комплексів, що призводять до більш глибокої пасивації. Механізм впливу Ni можна пов'язувати з тим, що в процесі розчинення в сталі його атоми заміщають атоми Fe в найбільш активних центрах поверхні [4]. У загальному випадку Ni підвищує корозійну стійкість сплавів, збільшуючи потенціал пітінгоутворення, розширює пасивну область і знижує струм пасивного розчинення.

Тут же можна відзначити, що на сталі 12X18H10T досягаються граничні катодні густини струмів, і корозія металу визначається дифузійним контролем – підведення озону, тоді як для сталі 08X22H6T в більшій мірі притаманний кінетичний контроль. Перепасивація для обох сталей настає при більш позитивних потенціалах, ніж для сталі 08X17T. Таким чином, присутність хрому в сталі сприяє більшій адсорбції кисню і озону на поверхні, утворення захисного шару і переводу сталі в пасивний стан; наявність нікелю призводить до прискорення розчинення металу при низьких потенціалах і призводить до зниження швидкості корозії сталі з осадженням його на поверхні при більш позитивних.

Згідно Херсблебу [5] на потенціал транспасивного переходу впливають тільки Ni, який злегка зменшує його, Si при концентрації нижче 0,1% і більш ніж 2%, і P нижче 0,02% зменшують щільність струму в транспасивній області. Марганець також злегка знижує струм, в той час як

Cr, Ni, Ti та Si в діапазоні концентрацій 0,1% 2,0% мають ефект, що незначно збільшується.

Вплив легуючих елементів і домішок на корозію нержавіючих сталей складний, причому не тільки в транспасивній області, а й до певної міри також в пасивній області. Якщо порівняти густину струму пасивації для сталей 12X18H10T (0,035 A/m<sup>2</sup>) і 06XH28MДТ (0,059 A/m<sup>2</sup>), отриманих при їх поляризації в озонованій 30% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> видно, що більш легована сталь 06XH28MДТ в пасивному стані розчиняється швидше. У пасивній області Cr, Ni і Cu мало впливають на густину струму, а Mo незначно збільшує цей вплив. Основна роль і в установленні, і в порушенні пасивного стану в таких багатокомпонентних сплавах, як 06XH28MДТ, належить хрому. Отже, розчинення залізо-хром-нікелевої основи сталей підвищує реакційну здатність Cu і Mo компонент в пасивному та транспасивному станах, а в процесі активного розчинення сталей кінетика парціальних процесів розчину і накопичення компонентів сталей на поверхні показує, що Cu і Mo блокують поверхневі центри, знижуючи корозію. Підвищення температури змінює цю залежність на зворотну, тому що в розчині стає недостатньо окиснювача, щоб відновлювати оксидну плівку.

Наскільки благотворно впливає Mo на корозійну стійкість нержавіючих сталей все ще є суперечним моментом, а також немає єдиної думки з питання механізму його дії. Існують два основних механізми – біполярна пасивна плівкова модель та модель взаємодії вакансії розчиненої речовини. Автори [6] припускають, що Mo уповільнює процес корозії за рахунок адсорбції, утворення сполук молібдену або синергічної взаємодії іонів молібдену з іншими оксидами або оксигідрооксидами. Згідно [7] молібден зменшує, як і нікель, щільність струму активного піку на анодній поляризаційній кривій. Присутність молібдену злегка збільшують Фладе-потенціал і густину струму в пасивній області. Згідно, [8] молібден – важливий легуючий елемент в хром і хром-нікелевих нержавіючих сталях, який збільшує стійкість їх до локальних видів корозії. Очевидно, це зумовлено деякими фактами: збагачення молібденом оксидної плівки, нарощування пасивної плівки і стабілізація оксиду Cr присутністю Mo<sup>6+</sup>. Однак вплив молібдену на густину струму нержавіючих сталей в транспасивній області невідомо, дослідження в цій області потенціалів практично відсутні.

У зв'язку з цим представляло інтерес провести дослідження на чистих металах, які є основними легуючими елементами більшості конструкційних сталей і сплавів. Таким чином, встановлено, що:

- в озонованій H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, в порівнянні зі сталлю 12X18H10T, сталь 08X22H6T менш стійка, за рахунок більшого вмісту хрому і меншого нікелю; сталь 10X17H13M2T менш стійка, за рахунок присутності в ній молібдену. Пасивація сталей, що містять більшу кількість хрому і нікелю, під дією озону протікає легше;



- присутність хрому в сталі сприяє адсорбції озону на поверхні, утворенню захисного шару і переводу сталі в пасивний стан;

- наявність нікелю призводить до прискорення розчинення металу при низьких потенціалах, зниженню швидкості корозії за рахунок накопичення його на поверхні при потенціалах вище 0,6 В.

### Список літератури

1. Гуляев А.П. *Металловедение* / Гуляев А.П. - Москва: Машиностроение, 1967. – 462 с.

2. Татарченко Г.О. Влияние озона на электрохимическое и коррозионное поведение металлов в кислых средах / Г.О. Татарченко, А.Н. Кузюков // *Защита металлов*. -2004. -Т. 40, №1. - С. 106-108.

3. Малышева Т.В. О накоплении ионов железа, хрома и никеля в сернокислых растворах при травлении легированных сталей / Т.В.Малышева, А.С.Афанасьев, Н.П. Руденко // *Защита металлов*. – 1978. – Т.14. – С.469-471.

4. Сухотин А.М. Физическая химия пассивирующихся пленок на железе / Сухотин А.М. - Л.: Химия, 1989. - С. 41.

5. Herbsleb, G. Der Einfluss von Legierungselementen auf das Passivierungsverhalten nichtrostender Stähle / G. Herbsleb// *VDI-Z. Zeitschrift des vereins Deutscher Ingenieure für Maschinenbau und Metallbearbeitung*. - 1981. – V. 123, № 12. - P. 505-511.

6. Montermor M.F. The role of Mo in the chemical composition and semiconductive behaviour of oxide films formed on stainless steels / M.F.Montermor, A.M.P. Simoes, M.G.S.Ferreira, Da Cunha Belo M. // *Corrosion Science*. – 1999. – V. 41 №1. - P. 17-34.

7. Bojinov M. Influence of molybdenum on the transpassivity of a Fe + 12% Cr alloy in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solutions / M. Bojinov, I.Betova, R.Raicheff // *Journal of Electro-analytical Chemistry*. - 1997. - V. 430, №1-2. -P. 169-178.

8. Томашов Н.Д. Влияние легирования Мо и Тi на коррозионные и механические свойства высокохромистой суперферритной стали / Н.Д. Томашов, Г.П. Чернова, А.Д. Горонкова [и др] // *Защита металлов*. – 1986. – Т. 22, №4. – С.517-521.

## СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ КОМПЛЕКСНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ГІДРОКСИПАТИТУ

*Федоренко Ю.О.<sup>1</sup>, Тіхенко В.М.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Аспірантка; ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ*

*<sup>2</sup>Доктор технічних наук, професор ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ*

За останні роки зростає кількість захворювань кісткової тканини щелепно-лицьового скелету. Атрофія альвеолярної тканини, утворення порожнин – наслідки патологічної деградації, запальних процесів та онкології. На сьогоднішній день найпоширенішими матеріалами для остеопластики є метали та їх сплави, полімери і кераміки. Проте, при їх використанні спостерігається ряд негативних ефектів, які в свою чергу призводять до реакції відторгнення [1]. Для реконструкції кісткової тканини застосовують матеріали на основі гідроксиapatиту (ГАП). Даний матеріал за своїм хімічним складом є аналогом мінеральної складової кісткової тканини, він нетоксичний, біосумісний та корозійно-стійкий. Однак ГАП має суттєвий недолік, який заважає використовувати його в якості несучих конструкцій: крихкий та володіє низькою тріщиностійкістю. Покращення механічних властивостей відкрило б в майбутньому нові галузі застосування в медицині цього перспективного з огляду на біосумісність матеріалу. Тому дослідження, розробка та виробництво нових матеріалів для остеопластики є невід'ємною складовою наукоємних технологій.

На базі Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАНУ розроблено композиційну систему на основі гідроксиapatиту, зміцненого базальтовою лускою (БЛ) для подальшого застосування в реконструктивній стоматології. Встановлена масова кількість БЛ в системі, що дозволяє отримати необхідні механічні характеристики: оптимально 5% та 10% БЛ [2].

Наступним кроком розробки нового біоматеріалу, перед впровадженням в медичну практику, є дослідження біохімічної стабільності цієї композиційної системи у фізіологічних середовищах. Для цього було проведено лабораторний експеримент *in vivo*, який з точки зору метрології можна розділити на наступні етапи: вибір методу, відбір проб, проведення вимірювань та обробка результатів. В попередніх роботах [3,4], описано розробку та постановку дослідження. Тепер головним завданням є обробити отримані дані та показати їх статистичну достовірність. В даній роботі розглянуто результати хімічного аналізу.

Загалом метрологія аналітичної хімії для подібних експериментів виділяє декілька основних критеріїв. Правильністю результатів є їх незміщеність, а відтворюваністю є їх стабільність. Точними та достовірними

результати можна назвати лише в тому випадку, коли систематична та випадкова похибки є малими. Для оцінки розкиду даних застосуємо дисперсію та її похідні. Для хімічного аналізу зручніше використовувати абсолютне, або відносне стандартне відхилення [5].

Для початку оцінимо результати взаємодії БЛ з фізіологічними середовищами. Обрано результати розчинення БЛ по залізу в розчині Рінгера-Локка. В таблиці 2 наведено значення абсолютного та відносного стандартного відхилення для вихідної породи, аморфно-кристалічної (АБЛ-АК), кристалічно-аморфної (АБЛ-КА) та кристалічної (АБЛ-К) модифікацій базальтової луски.

Таблиця 2 – Відхилення для модифікацій БЛ

	Вихідна порода	АБЛ-АК	АБЛ-КА	АБЛ-К
Абсолютне відхилення	0,00535	0,00146	0,00014	0,00008
Відносне стандартне відхилення	0,05226	0,02475	0,01114	0,01633

Що стосується композиційних систем, статистична обробка результатів проводилась для трьох систем в динаміці. Обрано результати розчинення по кальцію в плазмі крові. Масова частки БЛ складає 10 %, температурні режими 700 °С, 900 °С та 1200 °С відповідно.

Таблиця 3 – Відхилення для композиційних систем

	24 години	72 години	120 годин	240 годин
ГАП+10% БЛ, 700 °С				
Абсолютне відхилення	0,0008	0,0016	0,0016	0,0016
Відносне стандартне відхилення	0,0817	0,0709	0,0327	0,0176
ГАП+10% БЛ, 900 °С				
Абсолютне відхилення	0,00009	0,00868	0,00206	0,00115
Відносне стандартне відхилення	0,00354	0,37737	0,04103	0,01499
ГАП+10% БЛ, 1200 °С				
Абсолютне відхилення	0,0013	0,0006	0,0009	0,0020
Відносне стандартне відхилення	0,0508	0,0189	0,0235	0,0410

На основі розрахунків відносних відхилень, можна зробити висновок, що дані результати є оптимальними. Оскільки для інструментальних методів вимірювання відносне відхилення має лежати в межах від 0,005 до 0,1 [5].

Також проведена оцінка довірчих інтервалів для кожного зразка, отримані результати наведено в Табл.4 та Табл.5.

Таблиця 4 – Довірчі інтервали для модифікацій БЛ

Вихідна порода	АБЛ-АК	АБЛ-КА	АБЛ-К
0,1023±0,0049	0,0591±0014	0,0125±0,0001	0,0050±0,0007

Таблиця 5 – Довірчі інтервали для композиційної системи

	ГАП+10% БЛ, 700 °С	ГАП+10% БЛ, 900 °С	ГАП+10% БЛ, 1200 °С
24 години	0,010±0,0013	0,027±0,0002	0,024±0,0020
72 години	0,023±0,0026	0,023±0,0138	0,030±0,0009
120 годин	0,050±0,0026	0,050±0,0033	0,040±0,0015
240 годин	0,093±0,0026	0,077±0,0018	0,050±0,0033

З отриманих довірчих інтервалів, як для БЛ так і композиційних систем, ми можемо оцінити похибку наших вимірювань. В результаті отримали досить малі значення, що свідчить про достовірність даних.

Висновки. В ході комплексних досліджень доведено, що композиційна система ГАП+10% БЛ при 900 °С є найбільш перспективним матеріалом для остеопластики з точки зору міцнісних характеристик: міцність по Вікерсу 0,86 ГПа та модуль пружності 23,7 ГПа наближені до параметрів природної кістки. Також встановлено біохімічну стабільність систем в середовищах живого організму. Обґрунтована статистична достовірність отриманих результатів.

### Список літератури

1. Иванов С.Ю. Синтетические материалы, используемые в стоматологии для замещения дефектов костной ткани / С.Ю. Иванов, Р.Ф. Мухаметшин, А.А. Мураева // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №1.
2. Каплуненко Н.В. Дисперсно-зміцнений базальтовою лускою гідроксиапатит // Н.В. Каплуненко, Н. В. Ульянич, В. Д. Кліпов, В. Ф. Горбань // Порошкова металургія. – 2016. - №5. – С. 70-76
3. Федоренко Ю.О. Порівняльна характеристика фізико-хімічної стабільності базальтової луски різної модифікації у фізіологічних розчинах // Ю.О. Федоренко, Н.В. Бошицька, І.В. Уварова та інші // Доповіді національної академії наук України. – 2015. - №5. – С. 78.
4. Федоренко Ю.О. Взаємодія компонентів композиційних систем гідроксиапатит-базальтоа луска з біологічними середовищами // Ю.О. Федоренко, Н.В. Бошицька, І.В. Уварова та інші // Доповіді національної академії наук України. – 2016. - №5. – С. 67-73
5. Гармаш А.В. Метрологические основы аналитической химии / А.В. Гармаш, Н.М. Сорокина – М., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2012, 47 с.

## ОСОБЛИВОСТІ ОРІЄНТАЦІЇ ТРУБ ІЗ ПОЛІЕТИЛЕНУ ВИСОКОЇ ГУСТИНИ

*Шнирук О.М., Ліснічук І.Л., Нудченко Л.А., Петухов А.Д., д.т.н., НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ*

Одним з методів модифікації полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) з метою поліпшення механічних властивостей екструзійних товстостінних труб (на відміну від рукавних плівок) є двовісна орієнтація, тобто їх одночасне розтягнення в поздовжньому і поперечному напрямках при температурі, котра нижчі температури плавлення полімеру-матриці (ПМ) ПКМ. Теоретична міцність ПМ, яка виходить із уявлення про одночасний розрив пучка всіх хімічних зв'язків макромолекулярних ланцюгів, упакованих з двох боків в незалежні кристали по всьому перетину зразку, що розривається. Віртуально отримані значення міцності полімерів на порядки вище технічних (реальних). За результатами досліджень Баранова В.Г. і Дувакіна В.А. та на їх думку про те, що в реальних зразках існує незначна кількість так званих тримаючих (у напрямку прикладених сил) прохідних полімерних ланцюгів всього близько 1-3%, які і забезпечують розривну міцність виробів з полімерів. Це відноситься до кристалічних полімерів, до яких відноситься і поліетилен високої густини (ПЕВГ) [1].

Розглядаючи умови і наслідки одноосного розтягу зразків ПЕВГ при певній швидкості не можна не звернути уваги на плато, що утворюється на деформаційній кривій – залежності напруги розтягнення від відносної деформації зразку. Виникнення шийки призводить до формування структури, істотно відмінної від структури вихідного матеріалу, що можна трактувати як перехід з неорієнтованого в орієнтований стан ПЕВГ.

Відомо, що фізико-механічні властивості виробу з ПКМ залежать від морфології ПМ, котра формується і змінюється в температурних, силових і швидкісних (часових) полях. Численні дослідження структурних перетворень, які протікають в мінливих зовнішніх умовах, показали, що вони залежать і, багато в чому, пояснюються процесами, котрі відбуваються на молекулярному і надмолекулярному рівнях. Саме керовані переміни морфології макромолекул, ланцюгів, їх елементів (сегментів), надмолекулярних утворень дають змогу отримувати нові позитивні особливості властивостей виробів, підвищення їх значень [2]. Керований вплив на морфологію полімерів дає змогу змінювати і кількість прохідних ланцюгів і таким чином підвищувати механічні характеристики виробів з ПЕВГ, тим самим підвищувати коефіцієнт корисної дії полімерів (відношення технічних значень характеристик ПКМ до їх теоретичних значень).

Близько півстоліття робилося не мало спроб налагодити промислове виробництво двовісно орієнтованих труб з ПЕВГ, але до сіх пор остаточного рішення проблеми не має. Підвищення міцності труб завдяки орієнтації

макромолекул, їх елементів в значній мірі залежить від ступеня витяжки, тобто ступеня здійсненої орієнтації ланцюгів макромолекул, їх елементів. Чим вище ступінь орієнтації, тим міцніше труба. Однак практично зміцнення труб має певні межі, веде до погіршення деяких міцностних та деформаційних властивостей (еластичності, гнучкості ланцюгів, жорсткості, хрупкості та інших ознак старіння ПМ). Важливе значення набувають питання стабільності в часі (довговічності) орієнтованого стану ПМ і супроводжуючих їх властивостей та характеристик.

Швидкість дезорієнтації суттєво залежить від гнучкості ланцюгів макромолекул. У ПЕВГ стабільність орієнтованого стану крім всього іншого підтримується зростанням ступеню кристалічності полімеру, а швидкість дезорієнтації прямує до нуля. Для здійснення дезорієнтації ланцюгів макромолекул при експлуатації необхідно витратити енергію на руйнування первинних та вторинних кристалічних структур.

Високий ступінь кристалічності ПЕВГ обумовлює низку труднощів при одержанні орієнтованих труб. При аналізі деформаційних кривих в інтервалі температур 22-124°C ( Рисунок ) видно, що при 22°C різко виражений максимум (М) напруження, характерний для місцевої граничної зони течії з різким зменшенням перерізу (утворення шийки). З підвищенням температури цей максимум зменшується, а при 122°C зовсім зникає. Одночасно скорочуються довжини зон розтягнення. При температурі

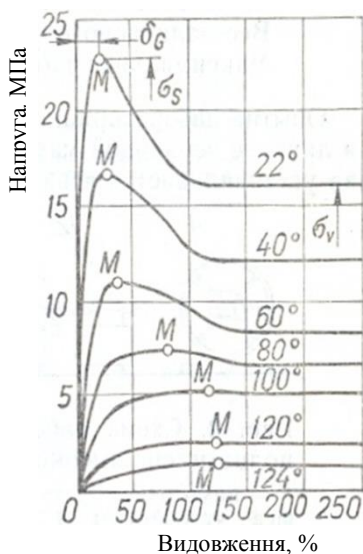


Рисунок – Діаграма «розтягнення – видовження» плоских зразків з поліетилену високої густини.

близької до точки плавлення кристалів, зразок рівномірно розтягувався по всьому перерізу. Подібне спостерігається при роздуві заготовки труби стиснутим повітрям. Утворення місцевої зони текучості призводить до утворення тонкостінних пухирів, які швидко руйнуються. І тільки в вузькому температурному інтервалі (127-130°C) заготовка труби рівномірно розширюється по всьому перерізу.

Основні проблеми з одержання в промисловості орієнтованих труб з ПЕВГ та їх експлуатацією поетапно вирішуються. Технологічні операції при орієнтації труб з ПКМ на базі ПЕВГ та і інших кристалічних полімерів (з досвіду УКРНДІпластмаш): нагрівання ПКМ до температури, котра перевищує температуру його плавлення і сприяє частковому руйнуванню кристалічної структури ПМ; охолодження або переохолодження ПКМ для збереження

близького до аморфного в розплаві стану, полегшуючий наступну орієнтацію; орієнтація при температурі, близької до температури плавлення кристалів; термообробка (термостабілізація) для зняття внутрішніх напружень в ПМ і запобігання усадки труби.

### **Список літератури**

1. Андрианова Г.П. Физико-химия полиолефинов. М.: Химия, 1974. – 234 с.
2. Свідерський В.А. Кристалізаційна орієнтація і коефіцієнт корисної дії полімерів / В.А. Свідерський, А.Д. Петухов / Збірка матеріалів X Міжнародної науково-технічної WEB-конференції «Композиційні матеріали» (квітень 2017 р.). – м. Київ, 2017.– С. 87-90

# Тематичний напрям

## Прикладне програмне забезпечення





## МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНОВОЇ МАТРИЦІ

*Білоус О.А., к.ф.-м.н., Берладір Х.В. м.н.с.,  
Лаврик Д.С., студ., СумДУ (м.Суми)*

Сучасні полімери та композиційні матеріали на їх основі широко використовуються в машинобудуванні в якості матеріалів, що перевершують за деякими своїми характеристиками конструкційні сталі і сплави.

Метою роботи є вивчення результатів процесу механічної активації політетрафторетилену (ПТФЕ) методами математичного моделювання та оптимізації [1]. Так дослідження залежності деформаційної характеристики матриці від параметрів процесу активації виконували методом ортогонального планування експерименту. За допомогою двохфакторного регресійного аналізу були визначені оптимальні рівні основних факторів і їх взаємодії. Функцією відгуку (параметра оптимізації) була деформаційна характеристика – відносне подовження ( $\delta$ ).

Факторами технологічного процесу механічної активації ПТФЕ-матриці виступали:  $x_1$  – число обертів подрібнювача ( $n$ , хв.<sup>-1</sup>);  $x_2$  – час активації ( $\tau$ , хв.). Для проведення моделювання була сформована область факторного простору, яка представлений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Матриця варіювання факторів

Рівні та інтервали варіювання	Кодове значення	Фактори	
		$x_1$	$x_2$
Верхній рівень	+1	9000	7
Нульовий рівень	0	7000	5
Нижній рівень	-1	5000	3
Інтервал варіювання	Є	2000	2

Для двохфакторного експерименту рівняння регресії розглядалося у вигляді:

$$Y = b_0x_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2, \quad (1)$$

де  $b_i$  – коефіцієнт регресії;  $x_0$  – фіктивна змінна;  $y$  – параметр оптимізації.

Результатом моделювання є залежність

$$\delta(n, \tau) = -434,15 + 0,012 \cdot n + 289 \cdot \tau - 27,9 \cdot \tau^2 \quad (2)$$

На рисунку 1 представлені графіки поверхні відгуку (рис. 1 а) та ліній рівня (рис. 1 б) залежності відносного видовження  $\delta$  (%) від числа обертів робочих органів подрібнювача  $n$  і часу активації  $\tau$ .

Проведена перевірка результатів дослідів на однорідність, досліджена значимість коефіцієнтів моделі, розглянута гіпотеза про адекватність отриманої моделі, а також виконаний аналіз моделі на інформативність.

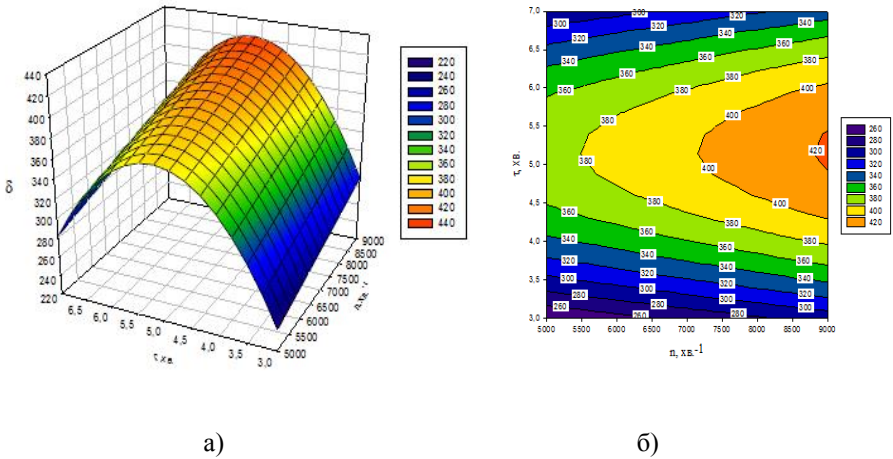


Рисунок 1 – Геометричне представлення результатів моделювання

Отримана залежність була оптимізована, а потім, за результатами оптимізації, розраховано теоретичне значення максимального відносного видовження активованої ПТФЕ-матриці. Аналіз показує, що теоретичні розрахунки підтверджують експериментальне значення при оптимальних режимах роботи подрібнювача.

Таким чином, проведені дослідження і отримані залежності дозволяють теоретично передбачити відносне видовження ПТФЕ-матриці в залежності від технологічних характеристик процесу механічної активації (число обертів робочих органів подрібнювача, час активації). Крім цього, отримана залежність деформаційної характеристики від технологічних параметрів процесу активації може бути закладена в алгоритм вибору технологічного режиму, що забезпечує випуск продукції з заданими якісними показниками, і досягненні при цьому екстремального значення деякого критерію ефективності.

### Список літератури

1. Budnik O.A., Sviderskii V.A., Budnik A.F., Berladir K.V., Rudenko P.V. Composite material for chemical and petrochemical equipment friction assemblies // Chemical and Petroleum Engineering. – 2016. - Volume 52, Issue 1. – pp. 63-68.

## ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗАГОТОВКИ ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПРОЕКТУВАННІ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

*Іванов В.О.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент; Заяць Й.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, професор;  
Павленко І.В.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент; Ващенко С.М.<sup>1</sup>, канд. техн. наук,  
доцент; Багрій Я.В.<sup>1</sup>, аспірант; Гатала М.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент;  
Мітал Д.<sup>2</sup>, канд. техн. наук, асистент; Кармаза А.І.<sup>1</sup>, студент;  
Дрофа К.А.<sup>1</sup>, студент*

<sup>1</sup>Сумський державний університет (Україна),  
<sup>2</sup>Технічний університет м. Кошице (Словаччина)

Розроблення та впровадження систем автоматизованого проектування верстатних пристроїв (CAFD-системи), які дозволяють у автоматизованому режимі проектувати верстатні пристрої (ВП), оцінювати їх ефективність та розробляти необхідну документацію, є одним із перспективних напрямків інтенсифікації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва. Процес проектування ВП складається з трьох етапів: технологічного аналізу об'єкту обробки; синтезу конкуруючих варіантів та оптимізації компонувань ВП; інженерно-виробничого аналізу.

Результатом етапу технологічного аналізу об'єкту обробки є план обробки заготовки та визначення схеми устанавлення заготовки. Для досягнення цього спочатку здійснюється ідентифікація функціональних поверхонь заготовки. Визначаються такі поверхні: оброблювані; базові; поверхні під притискачі. Для кожної поверхні на основі вхідних даних та інформації з бази даних визначаються розмірні, точнісні та якісні характеристики, фізико-механічні властивості та інші технічні вимоги.

На основі інформації про оброблювані поверхні формується план обробки поверхонь і визначаються: зони безпеки та їх параметри; принципова схема обробки поверхонь; режими різання (глибина, подача, швидкість); сила різання; необхідна потужність верстата. Сукупність базових поверхонь реалізують теоретичну схему базування, яка обирається з бази даних. Аналіз поверхонь під притискачі дозволяє вибрати одну з типових схем закріплення, що містяться у базі даних. Розроблена методика визначення точок контакту заготовки з функціональними елементами ВП дозволяє обґрунтовано обирати оптимальні рішення для кожної проектної ситуації. А отже, визначення точок контакту заготовки з установлювальними і затискними елементами здійснюється в автоматизованому режимі.

Інформація, отримана у цьому модулі, є вхідною інформацією для інших етапів проектування ВП, створюючи єдиний інформаційний простір. Такий підхід дозволяє обґрунтовано приймати рішення щодо кожної проектної ситуації.

# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ У ПЛАСТИНІ, ЩО ОБРОБЛЯЄТЬСЯ ДЖЕРЕЛОМ ТЕПЛА, РОЗПОДІЛЕНИМ ЗА НОРМАЛЬНИМ ЗАКОНОМ

*Клименко В.А., ст. викладач, Білоус Д.О., студ., СумДУ (м. Суми)*

Швидкий розвиток сучасних новітніх технологій вимагає від науковців та дослідників приділяти значну увагу розробці і виготовленню елементів технічних систем різного виду з врахуванням високих вимог до підвищеної надійності та довголіття, стійкості до навантажень різного типу, в тому числі, і до дії теплових джерел [1].

**Постановка задачі.** Врахуємо, що всі сторони прямокутної пластини ( $0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b$ ) теплоізолювані, а температурне поле не залежить від координати  $z$ . На пластину діє точкове джерело тепла, що залежить від часу інтенсивністю  $q(t)$ . Сформулюємо наступну задачу:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha^2 \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{c\rho} q(t) \delta(y) e^{-A(x-vt)^2}, \quad (1)$$

де  $\alpha^2$  – коефіцієнт теплопровідності;  $c$  – питома теплоємність;  $\rho$  – густина матеріалу;  $\delta(y)$  – дельта-функція Дірака,  $v$  – швидкість переміщення джерела.

Врахуємо умови  $u(x, y, t_0) = u_0(x, y)$  і

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=a} = \left. \frac{\partial u}{\partial y} \right|_{y=0} = \left. \frac{\partial u}{\partial y} \right|_{y=b} = 0. \quad (2)$$

В силу лінійності поставленої задачі і на основі принципу суперпозиції задача (1) – (2) була розбита на дві частини. Одній частині задачі відповідає випадок, коли рухоме джерело знаходиться поза деталі, що обробляється, а інша частина – випадку, коли джерело діє безпосередньо на деталь.

Із застосуванням метода Фур'є, власних функцій крайової задачі Штурма-Ліувілля і з урахуванням отриманих частинних розв'язків був отриманий розв'язок задачі. Але, отриманий вираз для розрахунку температурних полів, не дивлячись на його простоту, призводить до значних труднощів при обчисленні інтегралів від швидкоосцилюючих функцій. Тому були запропоновані рекурентні співвідношення, які дозволили провести числові обчислення для відповідних даних. Отримані графічні залежності вказаних параметрів.

## Список літератури

1. Лучко Й.Й. Моделі розрахунку напружено-деформованого стану інженерних конструкцій за умов локального термомеханічного навантаження / Й.Й. Лучко, І.М. Добрянський, Є.І. Іваник. – Львів: Каменяр, – 2012. – 311 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ “CRITICAL FREQUENCIES OF THE ROTOR” ДЛЯ РАСЧЁТА СОБСТВЕННЫХ И КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ РОТОРОВ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ

*Павленко И. В., канд. техн. наук, доцент, Сумский государственный университет, г. Сумы;*

*Симоновский В. И., д-р техн. наук, профессор, Сумский государственный университет, г. Сумы;*

*Вербовой А. Е., Сумский государственный университет, г. Сумы;*

*Демьяненко М. Н., Сумский государственный университет, г. Сумы*

Современные методы исследования динамики роторных систем неразрывно связаны с использованием программных комплексов, используемых, как правило, трёхмерные конечноэлементные модели. Применение таких программ, в частности ANSYS, сопровождается сравнительно трудоёмким процессом создания модели и значительным машинным временем на численную реализацию. При этом, как показывает практика [1], отклонения значений собственных и критических частот, определяемых при помощи эквивалентных балочных моделей [2], незначительно отличаются от аналогичных значений для твердотельных моделей. Кроме того, использование балочных моделей имеет преимущество, связанное с незначительной трудоёмкостью введения исходных данных и высокой скоростью расчёта.

Целью данной работы является подтверждение достоверности математической модели свободных колебаний роторов путём сравнения результатов расчётов с данными численного моделирования в программном комплексе ANSYS. Для достижения поставленной цели была разработана компьютерная программа “Critical frequencies of the rotor” [2], основанная на применении плоских балочных двухузловых конечных элементов с четырьмя степенями свободы [3, 4]. Преимуществом программы является возможность учёта гироскопических моментов насадных деталей, а также зависимости коэффициентов жёсткости опор и уплотнений от частоты вращения ротора.

Предложенная математическая модель подтверждена на примерах расчёта роторов многоступенчатых центробежных компрессоров 225ГЦ2-135/12-50М1245 и 295ГЦ2-190/44-100М (рис. 1, табл. 1).

При расчёте критических частот применялась квадратичная зависимость жёсткости  $c$  опор от частоты  $\omega$  вращения ротора:

$$c = c_0 + \alpha\omega + \beta\omega^2,$$

где  $c_0$  – жёсткость при отсутствии вращения;  $\alpha$ ,  $\beta$  – коэффициенты полинома, определяемые путём аппроксимации экспериментальных данных [5], полученных на ПАО «Сумское НПО».

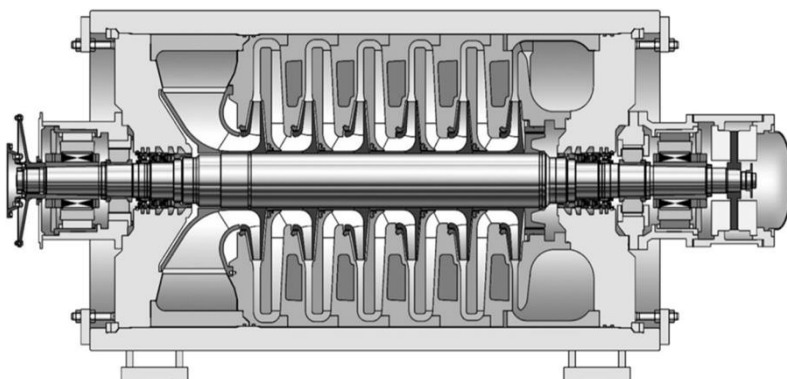


Рисунок 1 – Разрез многоступенчатого центробежного компрессора 295ГЦ2-190/44-100М

В результате численного расчёта определены спектры собственных и критических частот роторов, а также построены соответствующие формы свободных колебаний. При этом расчёт в ANSYS сопровождается необходимостью построения диаграммы Кемпбелла для определения критических частот, в то время как программа “Critical frequencies of the rotor” позволяет производить расчёт автоматически с учётом любой заданной аналитической зависимости жёсткости подшипниковых опор от частоты вращения ротора.

#### Список литературы:

1. Симоновский В. И. Динамика роторов центробежных машин : учебное пособие / В. И. Симоновский. – Сумы : Сумский государственный университет, 2006. – 126 с.
2. Компьютерная программа “Critical frequencies of the rotor” : авторское свидетельство № 59855, Украина / И. В. Павленко, В. И. Симоновский. – Дата регистрации 27.05.2015 г.
3. Павленко И. В. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов и линейной теории упругости : учебное пособие / И. В. Павленко. – Сумы : Сумский государственный университет, 2006. – 148 с.
4. Павленко И. В. Метод конечных элементов в задачах колебаний механических систем : учебное пособие / И. В. Павленко. – Сумы : Сумский государственный университет, 2007. – 179 с.
5. Симоновский В. И. Оценивание коэффициентов математических моделей колебательных систем : учебное пособие / В. И. Симоновский. – Saarbruecken : LAP LAMBERT AcademicPublishing, 2015. – 100 с.

## **ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ КОГНІТИВНИХ ІТ ЦЕНТРІВ ЯК СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ РЕГІОНАЛЬНИХ АГРОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ**

*Толбатов В.А. \*, к.т.н., доцент; В'юненко О.Б. \*\*, к.е.н., доцент;*

*Толбатов А.В. \*\*, к.т.н., доцент; Толбатова О.О. \*\*, студентка*

*\* Сумський державний університет, м. Суми, Україна*

*\*\* Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна*

Сучасні системи моніторингу дозволяють консолідувати відомості про обсяги виробництва, реалізації, ресурсах, державну підтримку підприємств агропромислового комплексу (АПК) регіону, виявити пріоритетні сфери для реалізації регіональних цільових програм, а також оперативно контролювати їх результативність. Базовою метою регіональної політики в галузі агропромислового комплексу є забезпечення збалансованого соціально-економічного розвитку регіону, створення максимально сприятливих умов для розвитку товаровиробників, що в сукупності становить основу для зростання рівня соціально-економічного розвитку регіонів в цілому. Кожен регіон України, незалежно від розмірів і ролі в загальному економічному розвитку, не є самодостатнім економічним суб'єктом і, незважаючи на наявність внутрішніх тенденцій, і взаємозв'язків, не може планувати свій розвиток, виходячи тільки зі своєї динаміки і пропорцій. Регіон є відкритою системою, в якій потоки експорту і імпорту погано спостережувані [1 – 3].

Для підвищення ефективності взаємодії і задоволення інформаційних потреб суб'єктів управління необхідне швидке впровадження віртуальних інтеграційних майданчиків, що представляють собою соціальну мережу професійних комунікацій, яка об'єднує експертів, зацікавлені бізнес-спільноти та державні структури для співпраці в області забезпечення аналізу і перспектив розвитку регіональних АПК. Такі веб-системи, в свою чергу, інтегрується з ІТ інструментарієм віртуальних когнітивних центрів для реалізації пошуку інформаційних і виконавчих ресурсів при вирішенні конкретних завдань управління.

### **Список літератури**

1. В'юненко О.Б., Толбатов А.В., Агаджанова С.В., Толбатов В.А., Шандиба О.Б., Толбатов С.В. Побудова систем моніторингу, аналізу та оцінки прийняття рішень регіонального рівня для ситуаційних центрів АПК / ВОГТП – Хмельницький, 2015. – №4.
2. Tolbatov A., Zaritskiy O., Pavlenko P. Data Representing and Processing in Expert Information System of Professional Activity Analysis // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 718–720.
3. Tolbatov A., Lavrov E., Pasko N., Krivodub A. Mathematical models for the distribution of functions between the operators of the computer-integrated flexible manufacturing systems // TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 72–75.

## ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПИСУ ПРОЦЕСУ РЕЛАКСАЦІЙНОГО ПАРООУТВОРЕННЯ

*О.Ю. Чех, аспірант, С.О. Шаранов, асистент, СумДУ, м. Суми*

Питання про утворення парової фази при русі недогрітої до насичення рідини у соплах досі до кінця не зрозуміле. Однак, більшість дослідників прийшли до висновку, що під час руху закипаючої рідини, пароутворення відбувається не в об'ємі, а поблизу поверхні стінок або на стінках, при збереженні в центральній частині сопла рідкого метастабільного ядра. Це обумовлено початковим зародженням парової фази у пристінній області потоку і дією інерційних сил. Аналіз матеріалів експериментальних досліджень і дослідних даних, свідчить про те, що визначальний вплив на умови зародження парової фази і структуру потоку справляє температура і початковий недогрів рідини, який характеризує віддаленість початкового стану рідини на вході у канал від стану насичення:

$$(1 - \varepsilon_{s0}) = (p_0 - p_{s0}) / p_0,$$

де  $p_0$  - тиск на вході в канал,  $p_{s0}$  - тиск насичення.

Вплив цього комплексу, пояснюється особливостями механізму скипання метастабільної перегрітої рідини в районі мінімального перетину сопла і переважно динамічним характером росту парових бульбашок в об'ємі потоку рідини. Найбільша концентрація рідкої фази має місце у центральній області потоку, що обумовлено початковим зародженням парової фази у пристінній його частині і дією інерційних сил (рис.1).



Рисунок 1 – Об'ємний паровміст у потоці рідини, що закипає

З цією метою було виконано моделювання процесу релаксаційного пароутворення з використанням програмного комплексу ANSYS CFX (рис.1). Отримані за допомогою математичної моделі результати фізичних процесів у соплі були підтверджені експериментом. Ця модель може бути ефективно використана при проектуванні струменевих нагнітачів різного призначення, включаючи струменеві термонасоси (пароводяні інжектори) і термокомпресори, а також для оптимізації обчислень їх геометрії.



Таким чином, актуальним є дослідження руху скипаючої рідини у соплах Лавалю, за допомогою математичної моделі, яка враховувала б як гідравлічні течії рідини у певній частині каналу, так і прогнозувала б місце виникнення парової фази з урахуванням можливої метастабільності рідини і описувала б подальше розширення пароводяної суміші. На даний момент часу це завдання у повному обсязі не вирішене.

**Тематичний напрям**

**Нормативно-методичне  
забезпечення**



## САМООРГАНІЗАЦІЯ В СИСТЕМАХ СТАНДАРТІВ

*Євстаф'єва Є.О., аспірант, Дядюра К.О., д. т. н., проф.  
СумДУ, м. Суми*

Актуальним підходом до опису розвитку різних систем є синергетичний підхід, в якому об'єкти розглядаються як системи, що самоорганізуються. У відкритих системах під впливом зовнішнього середовища відбуваються флуктуації (випадкове відхилення величини, що характеризують систему, від їх середнього значення). Флуктуації приводять систему в точку біфуркації (критичний момент її розвитку), що зумовлює стан нестійкості системи. Найчастіше це відбувається у відповідь на введення в систему нового компонента. Розвиток систем відбувається при переході від однієї точки біфуркації до іншої. У кожній точці біфуркації система вибирає шлях розвитку, траєкторію свого руху.

Під розвитком систем стандартів слід розуміти якісну зміну їх структури. Цей процес, як правило, є незворотнім та закономірним, спрямованим на постійне поліпшення. Зміни, що відбуваються в стандартах виникають в силу того, що на певному етапі розвитку накопичуються нові знання, факти, завдання та інтереси. Як правило, для систем стандартів треба враховувати фактор невизначеності через узгодження великих обсягів інформації (вимог, критеріїв). А оскільки окремі нормативні документи час від часу переглядають, стан рівноваги системи стандартів є динамічним.

Результати досліджень окремих наукових проблем, пов'язаних з моніторингом, контролем та оцінюванням процесів і систем, відображено в роботах таких вчених: Г. Тагуті, Р. Хартлі, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко, Р.М. Триш, О.И. Ларічев, Є.Т. Володарський, Дж. Кантер, Р.І. Байцар, Н.А. Зубрецька, Т.З. Бубела та інших. Ряд робіт присвячено проблемі формування систем інформаційних показників, методів обґрунтування рішень на їх основі (К.Х. Рамперсад, К.О. Дядюра, С.С. Федін, В.В. Дружинін, Д.С. Конторів та інші).

Аналіз показує, що на розвиток систем стандартів впливають різні види протиріч, вимог до продукції та пов'язаних з нею процесів [1], зокрема між прагненням до якості і засобами її досягнення (між постійно змінюваною кількістю і якістю). Система стандартів адаптується до середовища і внаслідок цього стає більш чутливою до флуктуацій.

Серед завдань, що виникають у зв'язку з дослідженням складних систем стандартів, можна виділити два основних класи [2 – 5]:

1) завдання аналізу, пов'язані з вивченням властивостей та поведінки системи в залежності від її структури і значень параметрів;

2) задачі синтезу, зводяться до вибору структури та значень параметрів в залежності від заданих властивостей системи.

Традиційно ефективність складної системи оцінюється у такій послідовності: встановлення показників та (або) критеріїв ефективності; визначення числових значень показників ефективності; прийняття рішення про ефективність системи.

Показник ефективності досить повно характеризує якість роботи системи, він враховує всі основні особливості і властивості системи, а також умови її функціонування і взаємодії із зовнішнім середовищем, тому показник ефективності визначається процесом її функціонування. При цьому можна уявити собі безліч процесів функціонування системи, елементи якого відрізняються один від одного внаслідок різних умов і режимів роботи системи. Кожному елементу цієї множини можна поставити у відповідність елемент іншої множини - значень показника ефективності системи. Отже, показник ефективності можна вважати функціоналом, заданим на безлічі процесів функціонування системи.

Так як складні системи працюють в умовах дії випадкових факторів, значення функціоналів виявляються випадковими числами, а при оцінці показників ефективності зазвичай користуються середніми значеннями функціоналів.

### Список літератури

1 ГОСТ Р МЭК 61069-3-2012 Измерение и управление промышленным процессом. Определение свойств системы с целью ее оценки. Часть 3. Оценка функциональности системы. [Действующий от 2014-07-01]. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200102936>.

2 Цвиркун А. Д. Основы синтеза структуры сложных систем / А. Д. Цвиркун. – М. : Наука, 1982. – 200 с.

3 Воронин А. Н. Сложные технические и эргатические системы : метод использования /А. Н. Воронин, Ю. К. Зиатдинов, А. В. Харченко, В. В. Осташевский. – Х. : Факт, 1997.– 240 с.

4 Дедков В.К. Принципы формирования критериев и показателей эффективности функционирования сложных технических систем / В.К. Дедков Журнал «Надежность и качество сложных систем», Пензенский государственный университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/printsiipy-formirovaniya-kriteriev-i-pokazateley-effektivnosti-funktsionirovaniya-slozhnyh-tehnicheskikh-sistem>

5 Чумаков Н. М. Оценка эффективности сложных технических устройств /Н. М. Чумаков, Е. И. Серебряный. – М. : Сов. радио, 1980. – 192 с.

## **НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕРУЙНІВНОГО ЕКСПРЕС-МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЛЕЗ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

*Залога В. О., д.т.н., професор; Дядюра К. О., д.т.н., професор;  
Івченко О. В., к.т.н., доцент; Залога О. О., м.н.с., СумДУ, м. Суми*

Відомо, що на сучасному етапі розвитку промислового виробництва у зв'язку з суттєвим збільшенням номенклатури виробів та зменшенням їх у кількості у партіях, що замовляються, стає нераціональним виготовлення різальних інструментів й інструментального оснащення «своїми» силами, у результаті чого у теперішній час суттєво зросла питома вага покупних інструментів та оснащення, виготовлених спеціалізованими виробництвами (фірмами). Створення і виготовлення новітніх конкурентоспроможних зразків продукції машинобудівного виробництва, у тому числі оборонного комплексу України, постійно вимагає вирішення проблеми вибору як інструментів, так і їх постачальників, оскільки на цьому ринку представлені десятки торговельних марок, а також постійно розробляються і все більше застосовуються різні покриття виробів та інструментів, що дозволяють значно поліпшити якість поверхонь і їх працездатність. Крім того, відомо, що внаслідок свого специфічного складу і технології виготовлення (порошкова металургія) тврдосплавні пластини мають досить великий розкид фізико-хімічних характеристик, що призводить до великого розкиду зносостійкості, який, наприклад, для пластинок збірного інструменту однієї марки, але різних партій виготовлення може відрізнятися в десятки разів, і навіть в межах однієї партії виготовлення – в кілька разів.

Все це часто призводить до неможливості використання існуючих рекомендацій щодо вибору різального інструменту, в першу чергу інструментального матеріалу, та режимів різання для виконання конкретного (заданого) технічного завдання. Тому на даний момент актуальною є задача створення надійного методу оцінювання різальних властивостей інструменту у відповідності з заданим технічним завданням, і прийняття управлінського рішення щодо придбання найкращого (раціонального) із можливих (запропонованих на ринку) варіантів, такого різального інструменту, який би задовольняв на відповідному машинобудівному підприємстві всім умовам виготовлення конкурентоспроможної продукції: її якість, висока продуктивність, економічність тощо.

Таким чином, успішне вирішення завдання підвищення ефективності машинобудівного підприємства у сучасних умовах, поряд з пошуком нових технічних рішень, вимагає створення комплексної системи забезпечення його якісними інструментами, у т. ч. різальними, шляхом оптимізації їхніх показників якості як при проектуванні і виготовленні інструментів своїми силами (у випадку, якщо це на даному виробництві має місце), так і надійного оцінювання рівня працездатності покупних інструментів та

ступеня забезпечення ними найкращих (високопродуктивних) технологічних і експлуатаційних параметрів при механічній обробці в умовах конкретного виробництва машинобудівної продукції.

Для нормативного забезпечення неруйнівного експрес-методу оцінювання якості лез різальних інструментів було розроблено проект стандарту, який, згідно вимог ДСТУ 1.5, має структуру представлену на рис. 1.



Рисунок 1 – Структура стандарту

У роботі представлені нові методологічні підходи до оцінювання якості твердосплавних пластин збірного різального інструменту (різців) для чистового точіння з метою прийняття управлінського рішення щодо найкращого (раціонального) варіанту вибору та придбання при наявності декількох (дві і більше) пропозицій на відповідному ринку в залежності від конкретних вимог і умов виробництва. Проведені маркетингові, теоретичні та експериментальні дослідження дозволили розробити і запропонувати надійний експрес метод оцінювання якості твердосплавних пластин збірного різального інструменту без їх руйнування та довготривалих і відносно дорогих стійкісних експериментів. У відповідності з запропонованим експрес – методом розроблені методики вимірювання радіусоукруглення різальної кромки за допомогою електронного мікроскопу, а також розроблена методологія визначення середнього коефіцієнту тертя за допомогою запатентованого методу вимірювання деформаційної та адгезійної складових коефіцієнту тертя і, відповідно, за цими показниками визначення якісних показників різального інструменту для чистового точіння, достатніх для порівняльного аналізу працездатних можливостей декількох інструментів та прийняття рішення щодо оснащення виробництвом робочих місць різальним інструментом в залежності від заданих умов оброблення.

## **УСТАНОВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ СМЕШАННОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

*Иванова К.А., аспирант, СумГУ, г.Сумы*  
*Алексеев А.Н., д.пед.н., профессор, СумГУ, г.Сумы*

Преподаватель является одним из составляющих компонентов качественного образования. От его квалификации прямо зависит успеваемость студентов и их качественное прохождение курса. Так что, повышение уровня компетентности преподавателей является важным и актуальным вопросом в сфере образования как в классической форме, так и в дистанционной, смешанной (гибридной). В связи со своей спецификой, смешанное образование выставляет иные требования к навыкам и умениям преподавателей. Наше исследование направлено на изучение и в дальнейшем применение критериев компетентности преподавателей смешанного образования именно инженерных специальностей.

Исследование проводилось на основе ранее проработанного анализа критериев компетентности преподавателей классической формы образования и литературного обзора требований к смешанной форме (гибрид классического и дистанционного образования), которая более приемлема для ИКТ-обучения инженерных специальностей. Были проработаны рейтинговые системы ТОПовых университетов мира, показатели МОН Украины и требования к преподавателям дистанционного образования [1].

Нами были предложены критерии компетентности преподавателей для смешанного образования инженерных специальностей и проведено экспертное оценивание важности каждого из них с использованием непараметрического критерия Фридмана [2]. Вычисление критерия Фридмана проводилось с помощью программы IBM SPSS Statistics [3].

Изначально было выделено 55 критериев для преподавателей смешанного образования инженерных специальностей. В ходе проведения анкетирования и обработки всей полученной информации с помощью непараметрического критерия Фридмана был проведен анализ важности каждого выделенного критерия.

Все расчеты проводились в трех подгруппах, каждая из которых отвечает той или иной роли преподавателя инженерных специальностей в смешанной форме образования:

- Разработка e- learning курсов
- Сопровождение e-learning курсов
- Специфика смешанного образования

Промежуточные результаты исследования критериев по каждой подгруппе представлены на рисунке 1.

Признаки классификации	1...2	1...3	1...4	1...5	1...6	1...7		
$\chi^2$	,067	,160	1,452	3,247	5,153	6,327		
$p$	,796	,923	,693	,517	,398	,388		
Признаки классификации	1...8	1...9	1...10	1...11	1...12	1...13		
	Признаки классификации	1...2	1...3	1...4	1...5	1...6	1...7	
	$\chi^2$	,077	,311	2,385	2,400	5,325	7,866	
Признаки	$p$	,782	,856	,497	,663	,378	,248	
	Признаки классификации	1...8	1...9	1...10	1...11	1...12	1...13	
							270	35,075
Признаки классификации	1...2	1...3	1...4	1...5	1...6	1...7	03	,000
$\chi^2$	,000	,122	,310	1,463	3,029	3,939		
$p$	1,000	,941	,958	,833	,695	,685		
Признаки классификации	1...8	1...9	1...10	1...11	1...12	1...13		
$\chi^2$	8,152	13,422	19,485	25,957	31,995	35,125		
$p$	,319	,098	,021	,004	,001	,000		
Признаки классификации	1...14	1...15	1...16	1...17				
$\chi^2$	49,951	59,166	69,328	76,403				
$p$	,000	,000	,000	,000				

Рисунок 1 – Вычисление критерия  $\chi^2$  и уровня значимости  $p$  критерия Фридмана

В результате проведенного исследования мы установили, что из представленных нами 55 критериев по мнению экспертов 27 из них необходимы для определения уровня компетентности преподавателей смешанного образования инженерных специальностей, 7 критериев находятся в зоне неопределенности (принятие решения по ним может быть некорректным) и 21 – по мнению экспертов не важны при определении уровня компетентности преподавателей смешанного образования инженерных специальностей.

По итогу проведенной работы нами составлен список из 27 критериев определения компетентности преподавателей смешанного образования для инженерных специальностей.

В дальнейшем перед нами стоит задача установить методы расчета всех критериев и составить математическую модель. Сложность данной задачи состоит в том, что в представленном списке критериев присутствуют как количественные, так и качественные критерии.

### Список литературы

1. Лозова, К.А. Сертифікація професорсько-викладацького складу при змішаному навчанні [Текст]/ К.А. Лозова, О.М. Алексєєв// Збірник наукових праць ОДАТРЯ. – 2016 - № 1(8) – С.17-24 - ISSN 2412-5288
2. Шелехова Л. В. Математические методы в педагогике и психологии: в схемах и таблицах / Л.В. Шелехова – Майкоп, изд-во АГУ, 2010. – 192 с.
3. IBM SPSS Statistics Режим доступа: <http://www.predictivesolutions.ru/software/statistics.htm> – Загл. с экрана.



## **РОЛЬ РЕГЛАМЕНТА ПОСТАНОВКИ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ В ПРОИЗВОДСТВО ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ СЕРТИФИКАЦИИ ПО СПЕЦИФИКАЦИИ API 6D**

*Концевич В.Г. к.т.н СумГУ г.Сумы; Сидорец И.И. ПАО СМНПО г.Сумы*

В связи со вступлением Украины Международную организацию торговли актуальность приобретает соответствие нормативной базы предприятия с международными, региональными и корпоративными стандартами и спецификациями. В большинстве случаев соответствие внутренних стандартов и технических регламентов требует сближение методов разработки, изготовления и применения выпускаемой продукции.

Для предприятий нефтегазовой промышленности вышеуказанное соответствие внутренних нормативных документов возникло из-за влияния неправительственной некоммерческой организации США Американский институт нефти (API), занимающегося исследованиями в нефтяной сфере, включая добычу, производство, транспортировку морем и трубопроводами, переработку, продажу, маркетинг, службы и поддержку.

Сегодня стандарты API используются ISO в качестве основы при разработке международных стандартов. Сертификат API — это показатель высшего международного уровня в плане культуры производства, контроля качества и безопасности материалов и продукции, отвечающей современным требованиям нефтегазовой отрасли.

Наличие признаваемых документов, подтверждающих качество - весомое рыночное преимущество на рынке. В частности требуют полного соответствия оборудования используемого на их предприятиях стандартам API. Сертификат API для украинских предприятий открывает дверь на международный рынок, т.к. способствует повышению эффективности системы управления качеством производства продукции и материалов, в соответствии с самыми жесткими мировыми стандартами.

За счет внедрения проверенных инженерно-технических методов при проектировании, изготовлении, установке и эксплуатации трубопроводной арматуры промышленно-ориентированные стандарты API могут:

- повысить качество выпускаемой арматуры;
- снизить затраты на производство, испытания и эксплуатацию;
- повысить безопасность производства и эксплуатации.

Гармонизация украинской системы технического регулирования международным нормам позволит украинским экспортерам улучшить доступ на международные рынки.

Закон Украины «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» устанавливает, что технические регламенты должны разрабатываться с использованием положений передовых зарубежных документов.

Технический регламент - нормативно-правовой акт, в котором определены характеристики продукции или связанные с ней процессы или

способы производства, а также требования к услугам, включая соответствующие положения, соблюдение которых является обязательным.

Технический регламент должен содержать исчерпывающий перечень продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения перевозки, реализации и утилизации, в отношении которых устанавливаются его требования.

Спецификация API 6D «Спецификация на трубопроводную арматуру» является уникальным в своем роде - в Украине на сегодняшний день нет нормативного документа, полностью покрывающего проектирование трубопроводной арматуры - от выбора материалов до расчетов. Также нет и грамотного перевода этого стандарта на украинский или русский языки. В связи с этим одной из первых проблем, с которой столкнулось ПАО СМПО это составление терминологической базы на основе перевода спецификации API 6D.

Перевод нормативно-технической документации отличается от просто технического перевода. При переводе стандартов учитываются особенности не только технического, но и юридического перевода, поэтому при переводе необходимо строго соблюдать единство терминологии и структуру изложения, избегать размытости, избыточности и многозначности используемых терминов.

В настоящее время специалистами ПАО проводится перевод данной спецификации, законченный перевод этой спецификации, включая схемы, формулы и таблицы соответствия станет основой для разработки регламента постановки трубопроводной арматуры в производство. Кроме того, предполагается создать терминологический англо-русско-украинский словарь для специалистов в области арматуростроения, а также для студентов и преподавателей, имеющих дело с газо- нефтяной промышленностью.

## Заключение

Потребность в использовании иностранных стандартов, включая стандарты ISO, API, ASTM, будет нарастать быстрыми темпами. Для этого не только необходимо четкое отслеживание международных стандартов, но и конкретная возможность их перевода и последующей технической экспертизы.

Возможность применения отечественных нормативных документов для изготовления продукции по требованиям API и/или стандартов ISO существует, но такой выбор должен быть задокументирован, причем документы должны подтверждать соответствие всех необходимых свойств и характеристик требованиям спецификаций API.

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КОМПРЕССОРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНЫХ СЛУЖБ**

*Кривошея С. А., аспирант; Залого Р. О., студент;  
Дядюра К. А., д.т.н., профессор, СумГУ, г. Сумы*

Повысить эффективность организаций в условиях инвестиционного кризиса невозможно без совершенствования принципов и методов технического обслуживания и ремонта оборудования и управления производственными фондами. Большинство организаций признают реальную отдачу от использования специализированных систем автоматизации для этих целей, качество бизнес-процессов находится на весьма низком уровне.

Автоматизация и управления процессов ремонта и технического обслуживания компрессорно-энергетического оборудования (далее процессов ТОРО КЭО) позволяет в значительной мере оптимизировать затраты организаций и тем самым повысить эффективность инвестиций в производственные фонды. Однако уровень зрелости предприятий в этой области крайне низок.

В то же время в развитых индустриальных странах экономический эффект от использования систем ЕАМ/ТОРО давно признан очевидным (рис. 1). С 1979 г. затраты на ремонт растут на 10–15 % в год. Общая стоимость ремонтов в 2015 г. превысила 1 трлн долл. При этом: 1) приблизительно один ремонт из трех заканчивается неудачно; 2) ремонтный персонал тратит менее четырех часов в день непосредственно на ремонтные работы; 3) отношение неполученной прибыли и убытков к прямым затратам на ремонтные работы – 4:1.

По данным зарубежных агентств, при внедрении подобных систем предприятия преследуют цели возврата инвестиций в активы, снижения рисков от выхода из строя критически важного оборудования, энергосбережения, повышения качества обслуживания сложной техники. Срок окупаемости решения составляет от 6 до 18 месяцев.

О специализированных системах управления основными производственными фондами (ЕАМ-системы), данные компании IBS, знает еще меньше респондентов. В 11 % предприятий, у которых отсутствует автоматизация процессов ТОРО, стоит ERP-система (при этом 23 % назвали SAP), у остальных ERP-системы нет вообще. Из предприятий, которые не используют автоматизацию ТОРО, только 3 % имеют такие планы, 83 % не собираются это делать. Все ответы свидетельствуют в первую очередь об очень низкой информированности респондентов о существовании автоматизированных систем управления ТОРО и возможности с их помощью управлять инвестициями в производственные фонды.

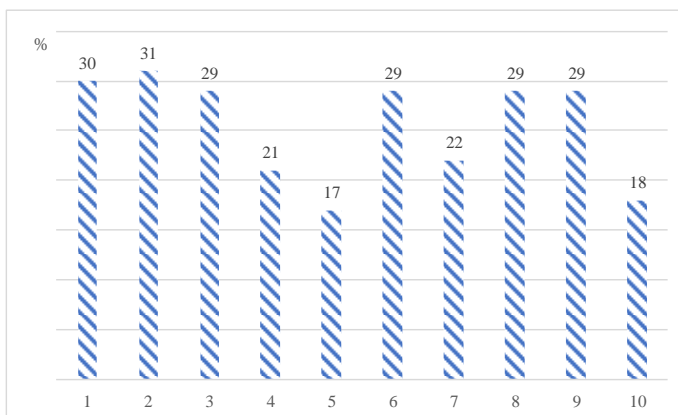


Рисунок 1 – Эффект от использования систем EAM / ТОРО в индустриально развитых странах, данные компании IBM:

1 – Сокращение затрат на обслуживание оборудования; 2 – Сокращение стоимости аварийных работ; 3 – Повышение производительности ремонта; 4 – Сокращение сверхнормативных запасов; 5 – Повышение коэффициента готовности оборудования; 6 – Уменьшение случаев нехватки запасов; 7 – Уменьшение количества сверхурочных работ; 8 – Уменьшение времени ожидания материалов, необходимых для проведения работ; 9 – Сокращение срочных закупок; 10 – Экономия за счет получения более выгодных цен, связанная с появлением возможности выбора поставщика

В тоже время, специализированные информационные системы, которые помогают решать задачи управления производственными фондами, широко известны на мировом рынке, например, Maximo (IBM), Datastream (Infog) и др. Отечественные предприятия для этих целей чаще всего используют модули SAP ERP, Oracle E-Business Suite и Microsoft Dynamics AX.

По данным компании IBM 71 % организаций, автоматизировавших процессы ТОРО, не оценивали экономическую эффективность использования систем. Поэтому ответы респондентов носят скорее экспертный характер. Те, кто проводил подобную оценку, признают реальную отдачу от автоматизации: 91 % финансовых руководителей заявили, что система позволила снизить расходы на техобслуживание и ремонт.

Затраты на ремонт оборудования и поддержание основных фондов в целом по экономике страны могут достигать, по экспертным оценкам, 6–9 % ВВП. Далеко не все указанные средства расходуются эффективно, и руководителям организаций есть, о чем задуматься. Очевидно, пока недостаточно стимулов для внимательного подхода к управлению этими бизнес-процессами, но с ростом конкуренции борьба за производительность труда, капиталоемкость, энергоёмкость активизируется.

## ОЦІНКА РИЗИКІВ СТРАХОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗГІДНО ВИМОГ СТАНДАРТУ ISO / ІЕС 31000

*Крючков Р. О., студент; Сущенко Н. В., інженер;  
Івченко О. В., к.т.н., доцент; Динник О. Д., к.т.н., доцент; СумДУ, м. Суми*

Ризик є невід'ємною складовою повсякденного існування будь-якого суб'єкта економічних відносин. На сьогодні європейське громадянське суспільство відпрацювало ефективну систему методів управління ризиком, серед яких особливу роль відводять саме системі страхування. Бажання України приєднатися до життєвих стандартів країн ЄС, вимагає, перш за все, прийняття ментальності громадянського суспільства, що вибудовує систему соціального захисту кожного суб'єкту громади шляхом передання фінансової відповідальності за наявний в нього ризик на управління спеціалізованій комерційній структурі – страховій компанії на договірних умовах. Тому, невід'ємною складовою розбудови ефективної, конкурентної національної економіки на сьогодні є широка страхова освіта громади в питанні оцінки ризиків страхової діяльності згідно вимог стандарту, одним з яких є впровадження міжнародного стандарту ISO / ІЕС 31001.

Передумовою виникнення страхових відносин служить ризик. Без наявності відповідного ризику немає страхування, оскільки немає страхового інтересу. Зміст ризику і ступінь ймовірності його визначають зміст і межі страхового захисту. Ризик існує на всьому протязі дії договору страхування. Поняття ризик означає небезпеку несприятливого результату на одне очікуване явище. Це гіпотетична можливість настання збитку.

Для оцінки та аналізу ризиків їх класифікують за відповідними ознаками в типи, види, групи, тощо. Безумовно, що найбільш поширену групу складають ризики, які можливо застрахувати.

Страховий ризик – це такий ризик, який піддається вимірюванню, оцінці з позиції ймовірності настання страхової події та кількісних характеристик можливого збитку.

Страхування, як основний метод управління ризиком, дає реальну можливість для реалізації великомасштабних проєктів, створює економічні передумови для безперервного відтворювального процесу. Страхування забезпечує відшкодування збитків, створює механізми для їх запобігання та зменшення.

Страхування, таким чином, активно впливає на інвестиційний клімат країни, створює умови для акумуляції капіталів та їх раціонального використання. Враховуючи цю особливість страхування, необхідно створювати умови для формування страхового ринку, сприяти економічній діяльності всіх його суб'єктів, розширювати базу для страхового бізнесу, інтегрувати національні правові механізми страхування у світовий економічний простір.

## ПЕРШИЙ КРОК ДО ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТИВ

*О.А. Лесніцька, аспірант*

*Л.В. Баль-Прилипко, д.т.н., професор, декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК НУБіП України, Т.Ю. Васильківська, голова правління «Всеукраїнське Братство Бджолярів України»  
НУБіП України, м. Київ*

У рамках адаптації законодавства України у сфері санітарних та фітосанітарних заходів до вимог Європейського Союзу продовжується робота щодо реформування системи державного контролю та нагляду безпечності харчових продуктів. Зараз уже понад рік як набрав чинності Закон України 22.07.2014 № 1602-VII "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів", а саме: з 20 вересня 2015 року, Загальні гігієнічні вимоги щодо поводження з харчовими продуктами, - який вже вимагає наявності у всіх операторів ринку харчових продуктів програм-передумов системи НАССР (гігієнічних вимог).

Відносно обов'язку щодо розроблення, введення в дію та застосування постійно діючі процедур, що засновані на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках, а також забезпечення належної підготовки з питань застосування постійно діючих процедур, що базуються на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках, осіб, які є відповідальними за ці процедури, під час виробництва та обігу харчових продуктів Законом передбачені перехідні періоди, так НАССР в обов'язковому порядку необхідно запровадити до:

20 вересня 2017 року — на потужностях, які провадять діяльність з харчовими продуктами, у складі яких є необроблені інгредієнти тваринного походження;

20 вересня 2018 року — на потужностях, які провадять діяльність з харчовими продуктами, у складі яких відсутні необроблені інгредієнти тваринного походження;

20 вересня 2019 року — на малих потужностях. [1].

Реалізація положень зазначеного Закону України забезпечила встановлення прозорого механізму надання державних гарантій безпечності та якості харчових продуктів, а також запровадження державного контролю в сфері санітарних та фітосанітарних заходів «від лану – до столу» згідно з вимогами європейського законодавства [2].

Впровадження системи менеджменту безпеки харчової продукції, заснованої на принципах НАССР, дає підприємству підвищення надійності та безпеки готового продукту; збільшення безпеки ланцюга живлення; підвищення конкурентоздатності, крім того, істотно зменшується кількість відгуків і вилучень продукції, тобто знижуються фінансові ризики.

Для відповідності законодавчим вимогам України досить впровадити, а при бажанні сертифікувати систему менеджменту безпеки харчових продуктів відповідно до стандартів ДСТУ 4161 або ISO 22000, але даних стандартів не досить для Євросоюзу і багатьох великих торгових мереж.

Для Євросоюзу, як мінімум потрібна впроваджена і сертифікована система за стандартом FSSC 22000 (поліпшена версія ISO 22000). Як правило, великі торгові мережі вимагають наявності більш жорстких систем IFS і BRC.

А взагалі наявність сертифіката не впливає на систему менеджменту безпеки харчової продукції — це справа престижу підприємства і визнання його компетентності в даній області.

За законом України сертифікація має добровільний характер, тому кожне підприємство для себе приймає рішення про сертифікацію.

Та найголовніше, потрібно усвідомлювати, що наявність сертифікату системи менеджменту безпеки харчової продукції, не є гарантом виходу на ринок ЄС, але це перший крок до Європейських стандартів.

Слід зазначити найпоширеніші стандарти, які реалізують принципи HACCP: ДСТУ 4161 (Національний стандарт України), ISO 22000, FSSC 22000 (поліпшена версія ISO 22000); IFS Food Standard (внутрішній стандарт європейських торгових мереж); BRC GLOBAL STANDARD FOR FOOD SAFETY (британський стандарт).

Впровадження системи менеджменту безпеки харчової продукції, заснованої на принципах HACCP, дає підприємству ряд переваг: системний підхід, що дозволить контролювати параметри безпечності харчових продуктів на всіх етапах життєвого циклу, контроль безпеки продукту, зниження кількості невідповідної продукції, розподіл відповідальності за забезпечення безпеки, концентрація на виявлених критичних контрольних точках, своєчасне використання попереджувальних заходів, документально підтверджена впевненість щодо безпеки продуктів, збільшення довіри клієнтів, розширення ринків збуту, збільшення конкурентоспроможності, створення репутації виробника якісного і безпечного продукту харчування.

Отже, згідно законодавства України впровадження системи менеджменту безпеки харчової продукції, заснованої на принципах HACCP, є обов'язковою до виконання для харчових підприємств, а сама сертифікація здійснюється на добровільних засадах. Але головним є те, що система має бути не лише розроблена та впроваджена, а й функціонувати надалі, більше того постійно поліпшуватись, згідно принципам HACCP.

### **Список літератури**

1. <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1602-18>
2. <http://infoindustria.com.ua/vprovadzheniya-nassr-ne-vtrachayte-i-hvilini/>

# МЕТРОЛОГІЧНЕ ПІДТВЕРДЖЕННЯ ПРИДАТНОСТІ НА ПІДСТАВІ КАЛІБРУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Малецька О.Є., к.т.н., УІПА, м. Харків  
Денисенко А.М., ТОВ "ОС "ПромСтандарт", м. Дніпро*

Метою цього докладу є розгляд використання результатів калібрування засобів вимірювальної техніки (далі - ЗВТ) для визначення їх придатності щодо вирішення конкретного вимірювального завдання як підчас проведення вимірювань в технологічних процесах на підприємствах, так і при проведенні робіт в акредитованих випробувальних лабораторіях. Згідно із Законом України «Про метрологію та метрологічну діяльність» забезпечення єдності вимірювань обумовлює наявність похибки або невизначеності вимірювань, які відомі з певною ймовірністю і не виходять за встановлені границі. З оцінкою похибок вітчизняні метрологи працюють на протязі багатьох років. В нормативно-правових актах та нормативних документах як на загальні метрологічні вимоги, так і на конкретну продукцію встановлюються вимоги до похибок вимірювань. А ось з невизначеністю вимірювань в основному зустрічалися наукові метрологічні центри та акредитовані випробувальні та калібрувальні лабораторії. Тому є актуальним ще раз звернутися до питання метрологічного підтвердження придатності засобів вимірювальної техніки на підставі результатів калібрування ЗВТ.

Метрологічне підтвердження придатності стосується ЗВТ, які повинні відповідати поставленому вимірювальному завданню. Без цієї процедури неможливо забезпечити єдність вимірювань. Метрологічне підтвердження придатності ЗВТ розглядається в ДСТУ ISO 10012 [1] як перевіряння можливості реалізації конкретного вимірювання із застосуванням саме цього ЗВТ з його метрологічними характеристиками. Треба підкреслити – його діапазону вимірювання, похибки тощо. Від якості проведення калібрування ЗВТ залежить якість вимірювань, що виконуються. У зв'язку з наявністю недоліків як у проведенні калібрування ЗВТ, так і оформленні його результатів, в докладі розглядаються вимоги до калібрування ЗВТ та критерії відповідності відкаліброваного ЗВТ вимогам точності вимірювань.

## Список літератури

1. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюваннями. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання.



## СТАНДАРТИ ISO СЕРІЇ 50000 – ЗАПОРУКА СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

*Павлова А. С., студент; Івченко О. В., к. т. н., доцент;  
Єкіменко О. С., аспірант; Дмитрієва Н. В., інженер, СумДУ, м. Суми*

В 1970 році Римський клуб за порадою відомого фахівця в області системної динаміки професора Джея У. Форрестера запропонував Деннісу Л. Медоузу, тоді ще зовсім невідомому двадцяти шестирічному асистентові Массачусетського технологічного інституту, очолити групу з розробки моделі світового розвитку. Ця модель повинна була показати, що станеться в світі, якщо збережуться існуючі на той момент часу тенденції зростання населення, промислового і сільськогосподарського виробництва, нерационального використання невідновних природних ресурсів, забруднення навколишнього природного середовища. 13 березня 1972 року, в Смітсонівському інституті у Вашингтоні був вперше представлений колективний труд «Межі зростання. Доповідь Римському клубу».

Висновки, зроблені авторами, змушували задуматися про майбутнє Землі. За прогнозом Д. Медоуза і його колег, людство впевнено йшло назустріч катастрофі, уникнути яку було неможливо, тільки прийнявши заходи з обмеження та регулювання зростання виробництва і зміни критеріїв прогресу. Книга попереджала про те, що матеріальний ріст не може тривати до нескінченності на фізично кінцевій планеті, і вимагала відмовитися від підвищення кількості (зростання) на користь якості (розвитку). Це призвело до того, що в останні десятиліття підприємства звернули свою увагу на економію витрат. Енергія, яка стала складати значну вартість в бізнесі, стала ключовим аспектом. Оскільки і раніше енергія завжди була ресурсом, необхідним для виробництва, вона стала визнаватися одним з головних джерел витрат, який заслуговує на серйозну увагу. Розвивається концепція енергетичного менеджменту має на увазі менеджмент енергії як будь-якого іншого виробничого ресурсу з метою зниження витрат підприємства шляхом покращення енергетичної ефективності. Визнання важливості енергії як одного з видів ресурсів, який вимагає такого ж менеджменту як будь-який інший дорогий ресурс, а не як накладних витрат підприємства, є головним першим кроком до поліпшення енергоефективності та зниження енерговитрат.

Так був розроблений цілий ряд стандартів різних країн, кожен з яких відображає національну специфіку, узагальнює досвід і практику безлічі промислових і непромислових організацій. Найпершим був випущений в 1985 році британський стандарт BS 8207:1985 «Звід практик для енергоефективності будівель», що діють до сих пір з невеликими змінами, внесеними в 1994 році. Американським Національним Інститутом Стандартів (ANSI) та Інститутом інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE) розроблені стандарти ANSI / MSE 2000:2005 «Система енергоменеджменту» і ANSI / IEEE 739:1995 «Рекомендована практика для енергоменеджменту на промислових і комерційних підприємствах». Данський стандарт DS 2403:2001 став першим стандартом, що

забезпечує організації повноцінним керівництвом по впровадженню системи енергоменеджменту (далі СЕнМ).

У 2009 році був опублікований європейський стандарт EN 16001:2009, який отримав національний статус до теперішнього часу в 17 країнах Європи.

У 2008 році Міжнародна організація по стандартизації (ISO) почала розробку нового міжнародного стандарту ISO 50001 (Система енергоменеджменту. – Вимоги з керівництвом по застосуванню). З цією метою створено новий технічний комітет ISO / TC 242 «Енергоменеджмент».

Впровадження стандартів ISO серії 50001 можливо для всіх організацій, незалежно від їх масштабу і роду діяльності, він може бути впроваджений в організації як окремо, так і з іншими системами менеджменту (далі СМ), такими як ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 та іншими. Стандарт заснований на загальних елементах, які використовуються у всіх стандартах СМ ISO, що забезпечує високий рівень сумісності з іншими СМ.

Мета серії стандартів полягає в наданні компаніям структурованого і всеосяжного керівництва по оптимізації процесу споживання енергетичних ресурсів і системного управління цими процесом.

Стандарти ISO серії 50001 розроблений, щоб встановити для організацій загальновизнану схему інтеграції енергозбереження в їх практики управління. У організацій у всьому світі з'явився доступ до єдиного узгодженого стандарту для впровадження його в усі сфери діяльності з опорою на логічну і стійку методіку визначення та впровадження поліпшень.

Стандарт призначений для досягнення наступних цілей: 1) допомогти організаціям більш повно використовувати їх існуючі енергопотребляючі активи; 2) створити прозорість і сприяти комунікації з питань менеджменту енергоресурсів; 3) просувати кращі практики енергетичного менеджменту і зміцнити належні практики енергетичного менеджменту; 4) підтримувати потенціал оцінки та визначення пріоритетів впровадження нових енергозберігаючих технологій; 5) забезпечити схему просування раціонального використання енергії по всьому ланцюгу поставок; 6) сприяти поліпшенню енергетичного менеджменту для реалізації проектів зниження викидів парникових газів.

Таким чином, організація, яка побудувала і налагодила роботу якісної СЕнМ, отримує можливість: 1) поліпшити виробничий цикл; 2) своєчасно проводити ефективні заходи з енергозбереження; 3) отримувати віддачу від цих заходів у вигляді фінансового прибутку; 4) підвищити свою енергоефективність; 5) реалізувати плани щодо поліпшення результативності енергозбереження шляхом проведення аналізу поточного споживання енергії щодо очікуваного; 6) впроваджувати і застосовувати в повсякденній діяльності організацій різні законодавчі, регулюючі, контрактні та інші вимоги та зобов'язання; 7) виконувати важливу регулюючу функцію в зміні клімату.

## ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕННЯ FMEA – АНАЛІЗУ

*Приходько О.М., аспірант, НУ «Львівська політехніка»,  
Ванько В.М., д.т.н., проф., НУ «Львівська політехніка», м. Львів*

Сучасні тенденції розвитку провідних машинобудівних компаній (МК) направлені на поліпшення якості продукції ще на етапі її проектування. Одним із найефективніших методів аналізу потенційних відмов та ризиків в ході проектування продукції у світі є FMEA-аналіз.

FMEA-аналіз - це системна методика проведення аналізу ризику відмов, що призначена для визначення потенційних видів відмов продуктів і процесів, оцінки ризику, пов'язаного з цими видами відмов, ранжування проблем відповідно до їх вагомості.

Успішне проведення FMEA вимагає, щоб аналітик включив всі важливі види відмов для кожного елемента або частини системи, що впливають. Процедури FMEA можуть виконуватися у трьох основних випадках:

1) нова продукція, технологія або процес: FMEA-аналіз за обсягом повністю охоплює всю конструкцію, технологію або процес;

2) модифікація існуючої конструкції або процесу: FMEA повинен фокусуватися на модифікації конструкції або процесу;

3) використання існуючої конструкції або процесу в новому оточенні, місці: FMEA-аналіз повинен бути зосереджений на впливі нового оточення, місця на існуючий продукт або процес [1].

Інформаційна система підтримки аналізу ризиків відхилень від технічних умов виготовлення продукції передбачає виконання наступних операцій: введення, редагування та пошук форм аналізу ризиків невідповідностей; розрахунок пріоритетного числа ризику; формування реєстру невідповідностей; складання діаграм розподілу причин невідповідностей, діаграм розподілу значень пріоритетного числа ризику та діаграм Ісікави; складання повідомлень про коригувальні, запобіжні та оперативні дії [2].

Для систематизації та недопущення введення невірних даних в основні документи вводять операційні кодифікатори, які показують існуючі і видалені значення даних, для запобігання їх втрати.

Таким чином, якщо слідувати процедурам проведення FMEA-аналізу, то можна досить швидко і ефективно поліпшити якість та надійність вітчизняної продукції, а отже і її конкурентоспроможність з зарубіжними аналогами.

### Список літератури

1. FMEA-анализ видов и последствий потенциальных отказов / Крайслер Корп., Форд Мотор Компани, Дженерал Моторс Корп. Руководство 4-е издание.

2. Анализ видов, последствий и причин потенциальных несоответствий (FMEA). Вашуков Ю.А., Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А. Метод. указания / Самарский государственный аэрокосмический университет, 2008. – 31 с.

## **РЕГЛАМЕНТОВАНИ ВИМОГИ ЩОДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

*Руденко В.П., к.т.н., доцент СНАУ, м. Суми*

Реформування системи технічного регулювання в Україні передбачає приведення національного нормативно-правового забезпечення у відповідність до вимог європейського законодавства. Україна вживає необхідних заходів щодо застосування та дотримання принципів та практик, викладених у актуальних Рішеннях та Регламентах ЄС: прийнято скасування обов'язковості застосування стандартів та інших нормативних документів у сфері стандартизації; відмінено реєстрацію технічних умов і відомчі погодження проектів національних стандартів; усунуто нормативно-правове регулювання відносин, пов'язаних із розробленням стандартів та технічних умов підприємств, установ та організацій.

Законодавчою базою для адаптації українських нормативно-правових документів до європейських вимог та положень Угоди про технічні бар'єри в торгівлі СОТ є прийнятий Закон України "Про технічні регламенти та оцінку відповідності" від 15.01.2015 №124-VIII, який визначає правові та організаційні засади розроблення, прийняття та застосування технічних регламентів і передбачених ними процедур оцінки відповідності. Цей закон регулює відносини, що виникають у зв'язку з розробленням та прийняттям технічних регламентів, їх застосування стосовно продукції, яка вводиться в обіг, надається на ринку або вводиться в експлуатацію в Україні. Однак дія цього закону не поширюється на оцінку відповідності певних видів продукції, таких як зерно та продукти його переробки, сільськогосподарська техніка, колісні транспортні засоби та їх частини тощо. Процедура оцінки відповідності зазначених видів продукції повинна здійснюватись за відповідними технічними регламентами стосовно цих об'єктів.

В агропромисловому виробництві широке застосування мають колісні транспортні засоби, в процесі експлуатації яких вирішується важливе завдання - приведення технічного стану транспортного засобу у відповідність з вимогами експлуатаційної безпеки. Відновлення справності транспортних засобів або відновлення їх ресурсу повинне проводитись згідно технічної документації на базі сучасного нормативного забезпечення. Постановою КМ України від 3.07.2013 р. № 643 затверджено Технічний регламент з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів. (із змінами, внесеними згідно з постановою КМ № 161 від 22.03.2017).

Цей технічний регламент визначає вимоги до виконавця технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів, їх складових частин (систем) та надаваних ним послуг, а також до оцінки відповідності таких послуг. Технічне обслуговування розглядається, як технологічна операція або комплекси операцій, що виконуються з дотриманням вимог, установлених експлуатаційними документацією та інформаційним забезпеченням; технічний стан колісного транспортного засобу оцінюється на відповідність його конструкції на дату державної реєстрації уповноваженим органом МВС та експлуатаційним характеристикам такого транспортного засобу на дату проведення перевірки виконавцем. Ці роз'яснення зроблено в змінах від 22.03.2017 року. Виконавці дотримуються вимог законодавства щодо технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів, технологічної документації, кодексів ustalеної практики, якщо вони не суперечать вимогам законодавства у сфері безпеки дорожнього руху. Послуги з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів, їх складових частин (систем) надаються згідно з технологічною документацією, яка повинна забезпечити безпеку виробничих процесів для працівників і навколишнього природного середовища, а також дотримання рівня вимог до експлуатаційної безпеки відремонтованих транспортних засобів. Зазначений Технічний регламент встановлює вимоги щодо оцінки відповідності послуг технічного обслуговування і ремонту. Виконавець самостійно оцінює відповідність надаваних ним послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів, його складових частин (систем) вимогам цього Технічного регламенту.

Технічний регламент визначає вимоги до оцінки відповідності:

- застосовуваних засобів з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів за рівнем їх відповідності вимогам до проведення випробувань, складених після ремонту транспортних засобів;
- виробничих споруд і будівель, які оцінюються з урахуванням їх відповідності правилам охорони праці на автомобільному транспорті та затвердженим в установленому порядку правилам пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України;
- персоналу, кваліфікація якого повинна відповідати вимогам технологічної документації, посадовим інструкціям і документам про освіту та підвищення рівня кваліфікації;
- технологічної документації з наявними необхідними реквізитами щодо виконуваних технологічних операцій, застосованих способів ремонту, технологій відновлення та способів маркування, встановлених законодавством та виробником.

Планом заходів із застосування Технічного регламенту з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів передбачено забезпечення обов'язкового застосування вимог цього Технічного регламенту починаючи з 2016 року. Відповідальність за виконання заходів застосування

покладено на Мінінфраструктури Міністерства економічного розвитку і торгівлі України та центральні органи виконавчої влади.

Таким чином, приведення правил і процедур українського нормативно-правового забезпечення у відповідність до європейської практики створює умови для переходу від обов'язкової сертифікації до оцінювання відповідності продукції вимогам технічних регламентів, що підвищуватиме ефективність агропромислового виробництва та сприятиме подальшому розвитку торговельного та інвестиційного співробітництва з країнами ЄС в аграрній сфері.

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ**

*Ступин Б. А., к.т.н., доцент; Довгополов А. Ю., аспирант;  
Хропко Д. М., студент, СумГУ, г. Сумы*

В машиностроении, авиастроении, приборостроении, и других отраслях машиностроения, распространённым видом изделий являются нежесткие тонкостенные детали. Обработка таких деталей связана с рядом сложностей, таких как: недостаточная жесткость заготовки и в целом технологической системы, деформация детали при закреплении ее на станке. Деформации влияют на точность детали после обработки. Соответственно, достижение заданных параметров точности обработанной поверхности становится сложной технологической и производственной задачей.

Для того чтобы погрешности обработки были минимальными, необходимо правильно выбрать методы и средства технологической подготовки производства. Достичь одинаково высокого уровня всех факторов обработки в реальных производственных условиях практически невозможно.

Обработка тонкостенных деталей на металлорежущих станках обычно требует применения специально разработанных приспособлений, предотвращающих деформацию деталей от воздействия на них сил резания и закрепления. Создание и применение специальных приспособлений связано с дополнительными затратами и, как следствие, с повышением себестоимости продукции. Современные приспособления не позволяют изготавливать тонкостенные детали с минимальными экономическими и технологическими затратами. Поэтому разработка новых упрощенных и универсальных конструкций приспособлений для зажима тонкостенных деталей – задача актуальная и имеет большое народнохозяйственное значение.

Представленное технологическое решение в виде универсального патрона для зажима тонкостенных деталей [1]. В основе технологического решения задача усовершенствования трех кулачкового патрона для возможности зажима тонкостенных деталей, путем изменения его

конструкции, что позволяет создать равномерное распределение нагрузки, обеспечивает исключение деформации деталей, сократить время установки детали, сделать конструкцию более универсальной, с возможностью применения простых стандартизированных устройств зажима. Данное приспособление, позволяет решить большую часть проблем, связанных с обработкой тонкостенных деталей, таких как деформация при закреплении, а также позволяет повысить точность при обработке тонкостенных деталей.

### **Список литературы**

1. Довгополов, А. Ю. Приспособление для закрепления тонкостенных деталей [Текст] / А. Ю. Довгополов, С. С. Некрасов // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2016. – № 1. – С. 38–40.

## **ЕНЕРГОПЛАНУВАННЯ У МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

*Тарельник Н.В, к.е.н., доцент кафедри ПТС, СНАУ, м.Суми*

Підвищення конкурентоспроможності вітчизняної промисловості в сучасних умовах залежить від внутрішньогосподарських резервів, включаючи більш раціональне використання енергоресурсів.

В умовах безперервного зростання цін на енергоносії однією з найбільш актуальних проблем стає одночасно пошук способів економії енергії і палива. Застосування сучасних методів планування, обліку та економічного аналізу енергоспоживання і енерговитрат не може не викликати інтерес у енерготехнічних служб підприємства. Все це визначає актуальність теми наукового дослідження.

Впровадження системи енергоменеджменту, яка сформована на базі міжнародного стандарту ISO 50001:2011, автоматично виводить машинобудівне підприємство на новий рівень взаємодії з клієнтом, що досить важливо в конкурентній боротьбі. В свою чергу енергополітика є провідним елементом у впровадженні та поліпшенні системи енергоменеджмента підприємства, а також рівня енергоефективності в рамках її сфери застосування і меж.

На рис.1 представлена блок-схема процесу енергопланування машинобудівного підприємства, який включає аналіз його виробничої діяльності, бути погодженим з його енергополітикою, а також направленим на безперервне поліпшення рівня енергоефективності.

У ряді національних і регіональних стандартів використовуються такі поняття як ідентифікація і аналіз енергоаспектів або енергопрофіля, які можуть бути включені в поняття енергоаналізу. Підприємство повинно ідентифікувати і виконувати законодавчі, а також інші вимоги. Необхідно визначати, яким чином ці вимоги застосовні до характеру використання, кількості споживаної енергії та енергоефективності. Забезпечити, щоб

законодавчі та інші вимоги, слідувати яким організація погодилася добровільно, були враховані в ході розробки, впровадження та підтримки в робочому стані системи енергоменеджменту.



Рисунок 1 – Блок-схема процесу енергопланування машинобудівного підприємства.

*Джерело:* Міжнародний стандарт ISO 50001:2011 [1].

Основою раціональної організації енергопланування на підприємстві є правильне планування виробництва і споживання енергоресурсів із застосуванням балансових методів. Вони дають можливість розраховувати потребу підприємства в різних видах палива і енергії виходячи з обсягу виробництва і прогресивних норм, а також визначати найбільш раціональні джерела покриття цієї потреби.

Основними напрямками вдосконалення енергетичного планування та підвищення ефективності машинобудівного підприємства є: придбання ресурсозберігаючого обладнання; використання найбільш економічних видів енергоресурсів; вдосконалення схем енергоспоживання; вдосконалення технологічних процесів; автоматизація виробничих процесів, обліку і контролю використання ресурсів; вдосконалення конструкції



енергообладнання; застосування розрахунково-аналітичних методів нормування ресурсів; спрощення структури енергетичного господарства підприємства; стимулювання поліпшення використання ресурсів та ін.

Таким чином процес енергопланування відіграє суттєву роль в системі енергоменеджменту машинобудівного підприємства. Впровадження міжнародного стандарту ISO 50001:2011 дозволить підвищити конкурентоздатність підприємства та вдосконалити процес енергопланування.

### Список літератури:

1. Международный стандарт Energy Management System ISO 50001:2011 [Электронное издание]: [http://www.hkeia.org/iso50001/eguidebook/ISO50001%20guide\\_ENG%2019Aug\(Final\).pdf](http://www.hkeia.org/iso50001/eguidebook/ISO50001%20guide_ENG%2019Aug(Final).pdf)
2. Іншеков Є.М. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М. Іншеков, Є.С. Нікітін, М.В.Тарновський, А.В. Чернявський. – К.: Поліграф плюс, 2014. – 238с.

## РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

*Яшина Т.В., аспірант, Залога В.О., д.т.н., проф., СумДУ, м. Суми,  
Динник О.Д., к.т.н., доц. каф.ФЗНД, КІ СумДУ, м. Конотоп*

Високий рівень якості продукції на будь-якому сучасному підприємстві досягатися застосуванням прогресивних та ефективних підходів до методів її оцінювання, прогнозування та управління. Згідно з міжнародними стандартами [1], таким підходом являється забезпечення якості виробництва на всіх етапах життєвого циклу, як єдиної системи, спрямованої на отримання високоякісної продукції. Але методологія оцінювання процесів не визначена і не існує нормативного документу, який би регламентував порядок оцінювання якості процесів.

Актуальність зазначених вище проблем визначила основну мету дослідження: підвищення якості продукції відповідно до вимог міжнародних стандартів ISO серії 9000 шляхом розробки методу оцінювання виробничих процесів (ВП) та визначення алгоритму дій для визначення найбільш критичного за рівнем якості процесу та його поліпшення.

В ході дослідження сформульовано основні вимоги до методу оцінювання, який дозволив би достовірно визначити і здійснити подальше підвищення рівня якості ВП, що дасть можливість найбільш точно виявити найменш ефективний процес для подальшого поліпшення з метою його стабілізації, зниження варіабельності даних і підвищення відтворюваності.

На основі проведеного аналізу запропоновано оцінювати якість ВП на основі узагальненого показника, який враховує як обсяг виробництва, рівень дефектності, так і статистичні характеристики, що дозволить оцінити вплив

всіх цих параметрів безпосередньо на якість процесу, тим самим отримуючи об'єктивну інформацію про функціонування процесів.

Для реалізації даного методу створено певну послідовність операцій у вигляді алгоритму дій знаходження і подальшого поліпшення найбільш критичного за рівнем якості процесу виробництва

Таким чином, використання на практиці запропонованого методу дозволяє вирішувати відразу кілька завдань: проводити швидку і ефективну оцінку всіх процесів; детально вивчати структуру процесів, що функціонують на підприємстві виробництва і, тим самим, впливати на якість елементів і операцій, які є частинами досліджуваних процесів; обґрунтовано вибирати процес для проведення поліпшення.

### **Список літератури**

1 Системи управління якістю. Вимоги: ДСТУ ISO 9001:2009. – [Чинний від 22.06.2009]. – К.: Держспоживстандарт України. – 37 с. – (Національний стандарт України).

Наукове видання

**СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ  
ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0.  
СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ  
ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Матеріали II Міжнародної науково-практичної  
конференції

(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)

Відповідальний за випуск К. О. Дядюра  
Комп'ютерне верстання: Ю. Ю. Куцомеля, Х. В. Берладір

Стиль та орфографія авторів збережені.

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 11,39. Обл.-вид. арк. 12,14. Тираж 100 пр. Зам № .

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.