

ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
OERLIKON BARMAG GmbH
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТОВ «БАХ-ІНЖИНІРИНГ»
ТОВ «УКРАЇНСЬКИЙ КАРДАН»
ПАТ «САН ІНБЕВ УКРАЇНА»
ТОВ «Техно-Т»
ТОВ «ПРОМСЕРВІС»



oerlikon
barmag

BACH ENGINEERING

Матеріали IV міжнародної
науково-практичної конференції

«КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ»

19 - 21 травня 2014 р.

м. Чернігів, 2014

УДК621.7;621.791;67.05;620.268;004.415
К63

К 63 Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2014). Четверта міжнародна науково-практична конференція 19–21 травня, Чернігів, Україна.—Чернігів:ЧНТУ,2014.—300с. (збірка тез)

Оргкомітет конференції

Співголови:

Кальченко Володимир Віталійович, доктор технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи Чернігівського національного технологічного університету.

Доктор Шефер Клаус, віце-президент компанії Oerlikon Barmag, GmbH,

Філоненко Сергій Федорович, доктор техн. наук, професор, директор інституту інформаційно–діагностичних систем НАУ.

Програмний комітет:

Ступа Володимир Іванович, доктор технічних наук, професор,

Чередніченко Петро Іванович, доктор технічних наук, професор,

Харченко Геннадій Костянтинович, доктор технічних наук, професор,

Павленко Петро Миколайович, доктор технічних наук, професор,

Ільчук Валерій Петрович, доктор економічних наук, професор.

Програмний комітет*:

1. Технології машинобудування і деревообробки
Федориненко Дмитро Юрійович
тел. (04622) 3-72-89
2. Обладнання легкої та харчової промисловості
Бакалов Валерій Григорович
тел. (04622) 3-40-79
3. Зварювання та споріднені процеси і технології
Прибисько Ірина Олександрівна
тел. (04622) 3-76-17
4. Інформаційні та діагностичні системи і технології
Трейтяк В'ячеслав Віталійович
тел. (044) 408-44-45
5. Економічні, правові та філософські аспекти якості
Дубина Максим Вікторович
тел. +38099-37-63-287

Координатор конференції

Борисов Олександр Олександрович тел:(050 297 83 97)

*Автори несуть відповідальність за зміст матеріалів, викладених в тезах

©Чернігівський національний технологічний університет

СЕКЦІЯ 1
«ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ І ДЕРЕВООБРОБКИ»

Пилипенко О.І., Полуян А.В. Технологія зменшення собівартості виготовлення деталей ланцюгових передач	22
Барбаш М.І. Основні концепції створення планувань та їх оптимізації	25
Колінько С.О., Бутенко Т.І. Зміна фазового складу тугоплавких матеріалів та ґрунтів при ультразвуковому диспергуванні	27
Венжега В.И., Рудик А.В., Пасов Г.В. Технологические методы повышение надежности узлов автомобилей, содержащих пружины	30
Веремей Г.А. Технологические методы достижения качества в процессах формообразования рабочих поверхностей седла клапана	32
Веселовська Н. Р., Зелінська О.В. Сучасний стан верстатних комплексів механічної обробки для АПК	35
Бондаренко С.Г., Чередніков О.М., Борисов О.О., Гойко М.І. Моделювання змінного дисбалансу карданних передач	38
Даниленко О.В., Даниленко С.О. Вибір характеристик сигналів для розробки систем моніторингу стану інструменту	42
Даниленко О.Ю., Бойко С.В. Аналіз можливостей сучасних сам-систем для технологічної підготовки виробництва	45
Наумова О.О., Гнатенко О.В., Драгобецький В.В., Коноваленко О.Д. Технологія вибухового зміцнення твердих сплавів після первинного спікання	48
Каземирова С.К. Профессионально-коммуникативная компетентность будущих инженеров и повышение качества их подготовки	51
Луньов К.В., Барановський О.Б. Цанговий патрон	58
Кальченко В.І., Кальченко В.В., Єрошенко А.М., Кологойда А.В. Заточування голчастої циліндричної поверхні барабанів та валиків текстильних машин периферією орієнтованого круга	60
Колісник О.П., Бойко С.В. Моделювання процесу лиття полімерних матеріалів	63
Космач А.П. Емкостный метод для диагностики системы зажигания двигателя	66
Космач О.П., Кадик А.В. Особливості методів визначення твердості деревини	68
Кремчанін Є.М., Єрошенко А.М. Програмування електроерозійної обробки в середовищі DELCAM	71
Кривенок Є.В., Ступа В.І. Аналіз технологічних аспектів віртуальних підприємств	74
Литвин О.В., Стахівський О.І. Управління похибками при закріпленні заготовок в цанговому патроні	77

Іскович-Лотоцький Р.Д., Міськов В.П., Слабкий А.В. Вимірювальний комплекс вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням	80
Пасов Г.В., Венжега В.І. Використання анімаційного моделювання механізмів для створення прямолінійного поступального руху за допомогою кулачкових механізмів	81
Потапенко М.В., Бондаренко С.Г. Особливості функціонально-вартісного аналізу технічних систем	85
Прохоренко Д. А., Бондаренко С.Г. Борисов О.О. Напрями удосконалення інформаційної підтримки розмірного аналізу	88
Рудик А.В., Венжега В.І., Рудик В.А. Дослідження точності формоутворення торцевих поверхонь на верстаті 3342 АДО	95
Сапон С.П. Підвищення точності шпиндельних вузлів з регульованими гідростатичними опорами	97
Струтинський С.В. Самоформуючі мехатронні системи приводів змінної структури для роботи в екстремальних умовах	99
Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я. Математична модель динамічних властивостей шпиндельного вузла верстата	101
Федориненко Д.Ю., Тищенко Я.А. Морфологічний аналіз високошвидкісних опор ковзання	104
Цибуля С.Д. Підвищення техногенної безпеки трубопровідного транспорту технологічними методами поверхневого зміцнення сталі	106
Сахно Є.Ю., Шевченко Я.В. Гідродинамічний аналіз модернізованої гідроопори двигуна внутрішнього згорання засобами SolidWorks / FlowSimulation	108
Ярмолюк В.В., Федориненко Д.Ю. Аналіз наукових підходів до опису турбулентної течії рідини у підшипниках при визначенні розподілу тиску на опорних поверхнях	110
Буря А.И., Ерёмина Е.А., Цуй Хун, Начовный И.И., Дудка А.Н. Исследование влияния параметров переработки на износ полиэфирэфиркетона	113
Семеняко О.Г., Чередніков О.М. Взаємозв'язок параметрів якості поверхні з умовами обробки при ізостатичному поверхневому деформуванні	116
Сатюков А.І., Приступа А.Л. Щодо можливості вимірювання вологості тіл з довільною геометрією за допомогою хвилеводно-коаксиального переходу	119
Кологойда А.В. Підвищення якості заточки голчастої поверхні валиків текстильних машин зі схрещеними осями інструмента та деталі	121

СЕКЦІЯ 2
«ОБЛАДНАННЯ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»

Савченко О.М., Сиза О.І., Корольов О.О. Нові інгібітори корозії для захисту обладнання харчових виробництв	128
Акимов О.О., Ігнатенков О.Л., Платонов Є.К. Вплив пружності кріплення робочих органів диференційно-струминного екстрактора на їх вимушені коливання	131
Акимов О.О., Платонов Є.К., Буленок Г.О. Дослідження закону зміни сили притискування бобінотримача до фриційного циліндру в намотувальному механізмі машини КОЭ-315	134
Акимов О.О., Оборський І. Л., Власенко О.В. Дослідження впливу маси пакувння на критичні швидкості крутильно-звивального веретена машини КОЭ -315	136

СЕКЦІЯ 3 «ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

Копылов В. И., Антоненко Д. О. Модули упругости и когезионная прочность многокомпонентных плазменных покрытий	139
Макаренко Н.А. Способ повышения стабильности работы плазмотрона с обратным потоком плазмообразующего газа	142
Власов А.Ф., Куций А.М. Экзотермические смеси в дуговых и электрошлаковых процессах	144
Волков Д.А. Оценка прочности сцепления покрытий, полученных электроконтактной наплавкой порошковой проволокой	147
Галич П.И. Оценка склонности к образованию холодных трещин при сварке в пнл сталей на основе численного моделирования	150
Березін Л.Я., Ганєєв Т.Р. Отримання зварних вузлів мідь-алюміній-ситал в твердій фазі	151
Болотов Г.П., Руденко М.М. Отримання і застосування активованих іонною обробкою проміжних металевих прокладень при дифузійному зварюванні	153
Болотов М.Г., Руденко М.М. Поверхнева обробка металів в плазмі тліючого розряду з порожнистим катодом	155
Завальна І.В., Новомлинець О.О. Особливості отримання нероз'ємних з'єднань при виготовленні термоелементів	157
Корж В.Н., Ворона Т.В., Лопата А.В. Комбинированные методы инженерии поверхности	159
Лопата В.Н., Брусило Ю.В., Довжук С.А. Перспективы использования электродугового напыления при ремонте авиационной наземной техники	164
Миленин А.С., Великоиваненко Е.А., Розынка Г.Ф., Пивторак Н.И. Анализ предельного состояния трубопроводного элемента при сварочной наплавке дефекта утонения	168
Мирзов И.В. Остаточные сварочные напряжения во внутрикорпусной шахте реактора ВВЭР-1000	171
Прудкий И.И. МКЭ модель расчета температурного поля для компьютерной системы выбора технологических параметров дуговой сварки	172
Степанов Д.В., Воронежский І.А., Шаргородський Р.І., Фенюк Р.С., Ярмоленко О.О., Шишкін М.С. Моделивання теплових умов при наплавленні циліндричних деталей	173
Чорний А.В., Ковальчук В.Ю., Смирнов І.В. Вплив магнітного поля на горіння дуги плазмотрону з винесеним анодом	176
Могилянський М.В., Корзаченко М.М., Прибитько І.О., Ганєєв Т.Р. Дослідження зварних з'єднань арматури та закладних деталей на міцність	178

СЕКЦІЯ 4 «ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

Аладько О.І., Чередніков О.М., Борисов О.О. Структура інформаційних потоків при розробці технологічної документації в програмі EXCEL	179
Двоєглазова М.В. Аналіз взаємодії інформаційних систем підприємства та проектів	183
Любченко В.В., Гавриленко Н.І. Математична модель оптимізації інформаційно-обчислювальних процесів в АСУ	185
Ізбаш Ю.М., Бивалькевич М.О. Сучасне вирішення проблеми діагностування параметрів координатно-вимірювальних машин	187
Квасніков В. П., Білан М. О. Розробка методики визначення достовірності контролю	189
Квасніков В.П., Ганєва Т.І. Методика розрахунку датчика деформацій	191
Квасніков В.П., Михалко Н.В. Измерительные работы в производстве	194
Квасніков В.П., Шелуха О.О. Візування напрямку та стабілізація у складних технічних системах	197
Квасніков В.П., Ільченко В.М. Інформаційні технології обробки інформації в складних технічних системах	200
Квасніков В.П. Математическая модель системы управления панорамного тепловизионного прицела танка	202
Марченкова С.В., Борисов О.О. Структура та особливості діагностичних процедур системи керування мобільного робота	204
Осмоловський О.І. Моделювання процесів частотного регулювання на насосних станціях водопостачання та водовідведення	206
Девин Л.Н., Стахнив Н. Е., Чередніков І.О. Автоматизированная система исследования вибраций станков	208
Девин Л.Н., Стахнив Н. Е., Осадчий А.А. Информационная система исследования акустической эмиссии при механической обработке	210
Тюпа Д.А., Журко В.П. Приемочный контроль качества рулевых приводов	213
Умінський В.В., Юрченко М.Є. Моделювання оптимального лінійного фільтра калмана на основі диференціальних перетворень	215
Волошин С.Ю., Гаврушкевич А.Ю. Аналіз динаміки патентування передач з гнучкою в'яззю	217
Борона А.М. Аналіз оптимального динамічного управління процесом розробки керуючих програм	219
Дев'яткіна С.С. Критерії відмови складних топологічних сигнальних систем	221
Баранник Д.А. Применение переменной 3D-коррекции для обработки лопаток моноколёс на обрабатывающих центрах с ЧПУ	224

Левківська В.В., Монченко О.В. Вибір оптимального значення тривалості імпульсу сигналу в фазовому виявлячі	225
Квач Ю.М., Воронов С.І. Яремич Т.І. Обробка зображень за допомогою цифрових фільтрів з функцією збереження параметрів	228
Трейтяк В.В. Аналіз взаємозв'язку проектних, виробничих даних та нормативно-довідкової інформації	230
Толбатов С.В. Загальний підхід до моделювання аспекту «творчий потенціал»	233
Кудряков В.Ю. Аналіз технологічних основ децентралізованого виробничого процесу	235
Хлевний А.О. Інформаційна технологія управління ефективністю технологічної підготовки виробництва	237
Цигвинцев Р.Д. Інтелектуальні системи придушення акустичних завад	240
Швец В.А., Васянович В.В. Биометрическая идентификация личности. Проблемы защиты, варианты решения	242
Борковська Л.О., Борковський О.В. Розробка програмно-математичного забезпечення вимірювальних роботів	244
Гумен М.Б., Гумен Т.Ф. Забезпечення завадостійкості передачі телеметричних даних із застосуванням технологія MESHLITE	246
Дергунов О.В. Методична похибка вимірювання напруженості магнітного поля та її усунення	248
Філоненко С.Ф., Німченко Т.В. Зміна параметрів сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари тертя	252
Козьяков С.В. Алгоритм ранжування мотиваторів діяльності на основі рангів потреб ІТ - фахівців	254
Шевченко В.О., Когут П.П., Герасименко Ю.Т. Оптичний метод оцінки неоднорідності макроструктури паперового полотна	257
Павленко П.Н., Середа А.С. Проблемы использования современных информационных технологий и систем технологической подготовки машиностроительного производства	259
Соколовська Г.В., Щербак Т.Л. Визначення періоду випадкового процесу з використанням дискретного перетворення Гільберта	260
Игнатенков М.А., Чередников О.Н. Процедура определения шероховатости по набору фотографий	263

СЕКЦІЯ 5
«ЕКОНОМІЧНІ, ПРАВОВІ ТА ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ ЯКОСТІ»

Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я., Полунічев В.Е. Застосування теорії нечітких множин для комерціалізації об'єктів інтелектуальної власності «багатокоординатні верстати»	265
Весельська К. А. Управління інноваційним проектом на спільних машинобудівних підприємствах	266
Ащеулова С.В., Гаврушкевич Н.В., Гаврушкевич А.Ю. Дослідження суттєвих ознак площинних та об'ємних промислових зразків	269
Боднар О.І., Гаврушкевич Н.В. Особливості подачі заявок згідно договору РСТ	271
Лапа М.В., Терещенко І.А., Моспан І.В. Облік та аналіз показників надійності технічних засобів фізичного захисту АЕС	273
Пазюк В.Л. Бренд як символ якості та конкурентоспроможності інноваційного продукту	276
Ромашко А.С., Кравець О.М. Система управління якістю та підготовка організації до її сертифікації	279
Садчиков В.С. Підвищення якості аграрної продукції як умова виходу на європейський ринок	282
Толкачѳв В.М., Толкачѳва А.В. Инновационные информационные технологии в системе «потребление – производство»	285
Ленчук А.С., Фоя О.А. Правове регулювання передачі прав на технології	288
Пильтяй О.М., Фоя О.А. Особливості впровадження у виробництво науково-технологічних розробок	289
Штирхун Х.І. Маркетинг як інструмент формування споживчої якості продукції	291
ООО «ПРОМСЕРВИС»	293
ООО «БАХ інжиниринг»	297

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

Innovations- und Entwicklungsmanagement als nachhaltiger Erfolgsfaktor im Unternehmen

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schäfer

Vice President Technology, Oerlikon Barmag, 42897 Remscheid, Germany

Begrüßung und Einleitung Sehr Herr Rektor Prof. Schkarlet, sehr geehrter Herr Prof. Stupa, sehr geschätzte Studentenschaft, es freut mich sehr Ihnen heute das Thema Innovations- und Entwicklungsmanagement als nachhaltiger Erfolgsfaktor im Unternehmen näher erläutern und die Zusammenhänge zum wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens erklären zu dürfen.

Ich darf mich Ihnen kurz vorstellen. Mein Name ist Klaus Schäfer und ich bin seit 1977 in der Barmag tätig und seit 1986 verantwortlich für die Forschung und Entwicklung unserer Aggregate, Elektrik, Software, Texturiermaschinen, Spinnmaschinen und aller Verfahrenstechnologien und damit auch für das Innovations- und Entwicklungsmanagement weltweit. Seit 2002 bin ich auch der Geschäftsführer eines JV zwischen Oerlikon Barmag und der Brückner Technology Holding mit einem stetigen Wachstum im Bereich der Extrusion- und Filtertechnologie. In diesem Rahmen habe ich zusammen mit Herrn Prof. Dr. Stupa vor 5 Jahren auch das erfolgreiche Ingenieurbüro BACH in Tschernigov gegründet.

➤ Kurze Vorstellung der Oerlikon Barmag



Bild 1 Oerlikon Barmag in der Oerlikon Struktur

Oerlikon Barmag ist Teil der OC Oerlikon Gruppe mit Sitz in Pfäffikon / Schweiz. Oerlikon hat 5 Segmente: Beschichtungstechnik, Vakuumtechnik, Textil Technologie, Getriebebau und Präzisionstechnik. Die Oerlikon Barmag ist eine Business Unit der Textil Technik und ist der Weltmarktführer im Bereich der Spinn – und Texturier Maschinen zur Herstellung von thermoplastischen Filamentgarnen.

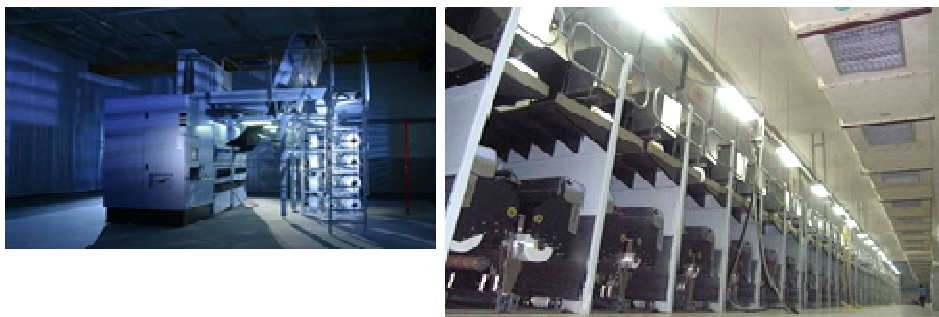


Bild 2 Geschäftsfelder der Oerlikon Barmag

Da mehr als 90% dieser Anlagen exportiert werden und vor allem in den Asiatischen Raum (China, Indien), ist es von großer Wichtigkeit dort auch entsprechende Verkaufs- und Servicestationen zu unterhalten.

Verkaufs- und Servicestationen der Oerlikon Barmag weltweit

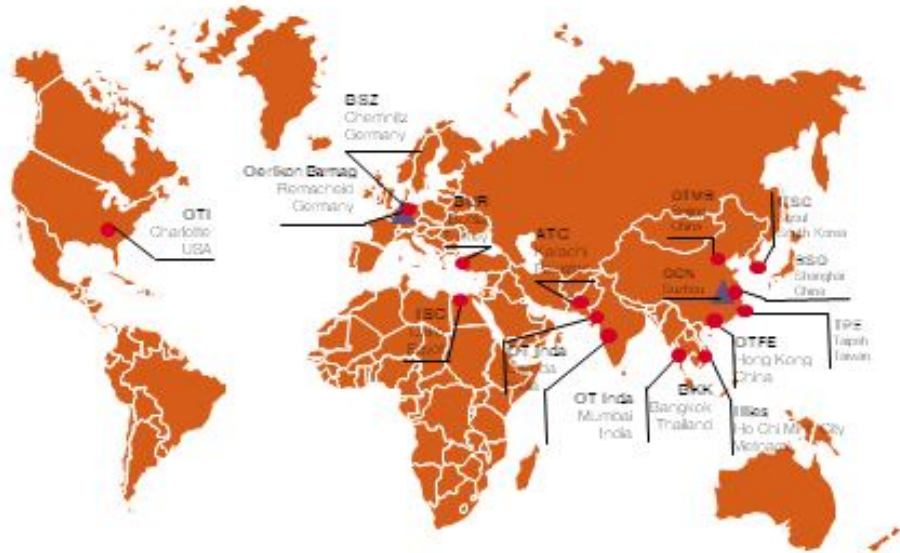


Bild 3 Oerlikon Barmag Stationen Weltweit

Die Expansion der Barmag in den Asiatischen Raum begann bereits vor mehr als 35 Jahren, so dass wir dort bereits sehr früh einen guten Service und eine gute Kundennähe aufbauen konnten.

Dies bedeutet aber auch, dass neben den guten Serviceleistungen mit Mitarbeitern vor Ort und aus den entsprechenden Ländern auch ein frühzeitiger Austausch von Wissen, Erfahrungen und Trends in den Märkten mit den Mitarbeitern und dem Management unserer Kunden stattfinden konnte. Dies ist sehr wichtig, um frühzeitig die Erfolgsfaktoren einer Entwicklung oder einer Idee bewerten zu können.

➤ Innovations- und Entwicklungsmanagement

Aber genau dies führt uns nun zu unserem eigentlichen Thema, nämlich dem: Innovations- und Entwicklungsmanagement als nachhaltiger Erfolgsfaktor im Unternehmen

Bevor wir dieses Thema nun allgemein vertiefen sind doch noch ein paar Begriffe zu definieren.

Was bedeutet

- Innovation,
- was ist Innovationsmanagement,
- was ist Entwicklungsmanagement und
- wie bewertet man einen nachhaltigen Erfolg?

Unter Innovation versteht man ganz allgemein:

Neuerung, Neugestaltung, Neuschöpfung, Veränderung. Also die praktische Umsetzung (Implementation) technischen Wissens in neue oder verbesserte Produkte und Produktionsverfahren. Die Mehrzahl der Innovationen resultiert aus neuartigen Kombinationen im Prinzip bereits bekannter Verfahren, Produkte oder Systeme. Was sind die Ziele von Innovationen ?

1. Allgemeine unternehmerische Ziele

- Gewinne erzielen
- Marktanteile halten und gewinnen
- Mit den technischen Neuerungen Schritt halten

- Im Falle Barmag ist auch die Technologieführerschaft als unternehmerisches Ziel definiert

2. Marktziele

- Gewinnen von neuen Kunden
- Man will sich an Nachfrageveränderungen anpassen
- Decken des neuen Bedarfs
- Wecken eines potentiell vorhandenen Bedarfs
- Nachfragedruck kreieren
- Wiederherstellung alter Marktverhältnisse
- Erreichen eines Marktvorsprunges

Es ist wesentlich, den Kundennutzen des Produktes so zu verbessern, dass der Markt diesen Mehrwert auch erkennt und der Anlagenbetreiber einen echten kalkulierbaren Nutzen hat.

Was bedeutet nun Innovationsmanagement?

Innovationsmanagement ist eine unternehmerische Kerntätigkeit die das systematische finden und generieren von Ideen beschreibt und vor allem die Ideen filtert, priorisiert und für das Unternehmen zu einem wirtschaftlichen Erfolg führt. Es bedarf der unternehmerischen Relevanz, um eine Neuerung im betriebswirtschaftlichen Sinne als Innovation bezeichnen zu dürfen.

Das Entwicklungsmanagement setzt nun die als richtig und damit priorisierten Innovationsprojekte mit den notwendigen Managementtools mit hoher Geschwindigkeit um.

Strategischer Innovations- Planungsprozess - Übersicht



Bild 4 Strategischer F&E Prozess

Wenn wir Bild 4 betrachten sehen wir, dass das Innovationsmanagement im Unternehmen ganzheitlich eingebunden sein muss um nachhaltig erfolgreich wirken zu können. Das Innovationsmanagement hat verschiedene Ebenen und Ansatzpunkte:

- Dem frühzeitigen erkennen von Trends und/ oder Marktverschiebungen.
- Dem frühzeitigen erkennen von neuen Kundenwünschen.
- Dem frühzeitigen Wissen um neue Entwicklungen der Konkurrenz.
- Dem Analysieren aller frei zugänglichen Informationen und der Verknüpfung mit den Möglichkeiten des eigenen Unternehmens.
- Dem Beschreiben einer klaren Entwicklungsstrategie die nachhaltig gelebt und im Unternehmen erkannt werden muss.
- Dem Beschreiben eines Entwicklungsprozesses und einer nachvollziehbaren Entwicklungsplanung.
- Der Verwendung von eindeutig beschriebenen Management Tools.

➤ Und schließlich die schnelle Umsetzung der als richtig und wichtig erkannten Innovationsprojekte.

In der Definition haben wir gehört, dass es bei einer Innovation wesentlich ist, den Nutzen eines Produkts so zu verbessern, dass dies für den Kunden auch nachvollziehbar ist und daher bereit ist, diesen Mehrwert/Mehrnutzen zu bezahlen.

Man kann also sagen, dass es für eine erfolgreiche Innovation wichtig ist, dass der Oerlikon Barmag Kunde für alle anderen Marktteilnehmer sichtbar erfolgreicher ist.

Wobei die Definition für Erfolg durchaus unterschiedlich sein kann. Für Investitionsgüter habe ich dies folgendermaßen definiert:

Erfolgsfaktoren einer Innovation

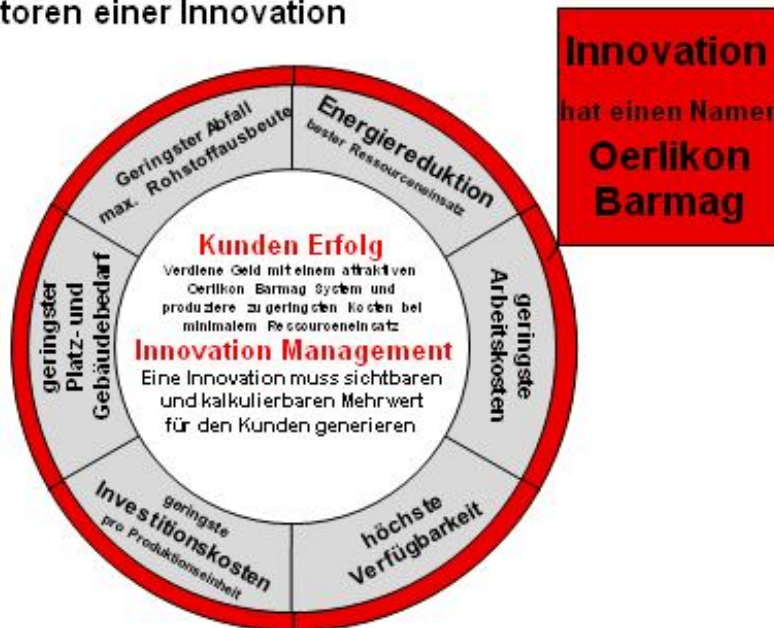


Bild 5 Erfolgsfaktoren einer Innovation

Ein Kunde ist dann erfolgreich, wenn er mit seiner Investition in einfacher Weise, mit geringstem Ressourceneinsatz und geringsten Kosten ein qualitativ hochwertiges Produkt erzeugt, welches sich mit gutem Gewinn verkaufen lässt.

Das Innovationsmanagement muss daher Lösungen mit erhöhtem Mehrwert für den Kunden suchen, beschreiben und erfolgreich umsetzen. Dies hört sich einfach an, bedarf aber hoher Kreativität, Disziplin und Erfahrung die richtigen Innovationsprojekte zu definieren, bzw. zu priorisieren.

Es gibt verschiedene Selektionsmöglichkeiten. Ich möchte Ihnen hier ein, wie ich finde, einfach nachvollziehbares Tool vorstellen.

Ideen - Bewertungs - Tool

Idee Innovation	Energie-reduktion	Arbeits-kosten	Anlagen-Verfügbarkeit	Investitionskosten je Produktionseinheit	Platz- und Gebäudebedarf	Geringster Abfall, höchste Rohstoffausbeute	kalkulierter Mehrwert
Ideenworkshop							
Bewertung der Ideen mit ihrer Wirkung auf die Erfolgsfaktoren und ihren Beitrag zum Mehrwert							
							Mehrwert je Produktionseinheit

Bild 6 Schlüsselmerkmale zur Differenzierung und Generierung von Mehrwert

Wenn ich die für meinen Kunden 5 bis 7 der wichtigsten Erfolgsmerkmale einer Investition, die den Kunden mit der Oerlikon Barmag Hardware erfolgreicher macht als eine Investition mit der Hardware der Konkurrenz, beschreiben kann, kann ich auch mit klugen Ideen Differenzierung und Mehrwert generieren.

Im Investitionsgüterbereich sind dies oft:

- Geringer Energieverbrauch
- Geringer Personaleinsatz pro Produktionseinheit
- Wenig Stillstandzeiten, geringer Reparaturbedarf
- Geringes Investment pro Produktionseinheit
- Geringer Platzbedarf, bzw. Gebäudegrößen
- Geringer Abfall
- Hohe Effizienz

Die Analyse dieser Themen im Vergleich zur momentanen Technologie bzw. der Technologie der Konkurrenz zeigt dann die Differenzierungsmöglichkeit deutlich auf und hilft bei der Selektion der richtigen Innovationsprojekte.

Je nach Wirtschaftsbranche, Konkurrenzsituation, Kundenstamm, Produktreife müssen diese Differenzierungs- und Erfolgsmerkmale deutlich herausgearbeitet werden, bevor man auf Ideensuche und Ideenbewertung geht.

Nach Analyse all dieser Fakten, kann man die Projekte mit den höchsten Differenzierungsmerkmalen relativ leicht identifizieren und entsprechen initiieren.

Wenn dieses Innovationsmanagement ein im Unternehmen implementierter Prozess ist, kann man die eigenen Produkte gut analysieren und den Lebenszyklus beschreiben.

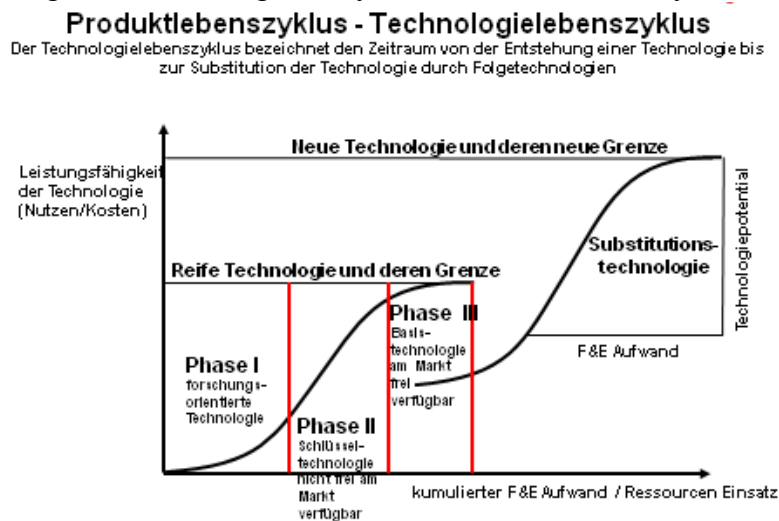


Bild 7 Lebenszyklus eines Produktes

Mit den entsprechenden Innovationen kann dann dieser Produkt Lebenszyklus verlängert oder besser durch neue substituierende Technologien in eine neue Wachstumsphase überführt werden. Eine reife Technologie zu verbessern ist eine wichtige Aufgabe um die Marktpräsenz zu erhalten, bringt aber häufig nur geringen Mehrwert trotz hohem F&E Aufwand. Oft bringt nur eine neue Substitutionstechnologie sichtbaren und kalkulierbaren Mehrwert und damit einen neuen Lebenszyklus mit verbessertem Marktanteil und verbesserter Preisgestaltung / Gewinnerwartung. Es lohnt sich daher immer, auch über neue, veränderte Wege zur Produktherstellung zu forschen und zu entwickeln. Es ist aber darauf zu achten, dass man die reife Technologie nicht vernachlässigt bevor die Substitutionstechnologie im Markt etabliert ist. Hieraus sollte dann eine mittel und langfristige Innovationsstrategie verabschiedet und eine entsprechende Innovationspipeline generiert werden.

Innovationen sind der Erfolg der Zukunft

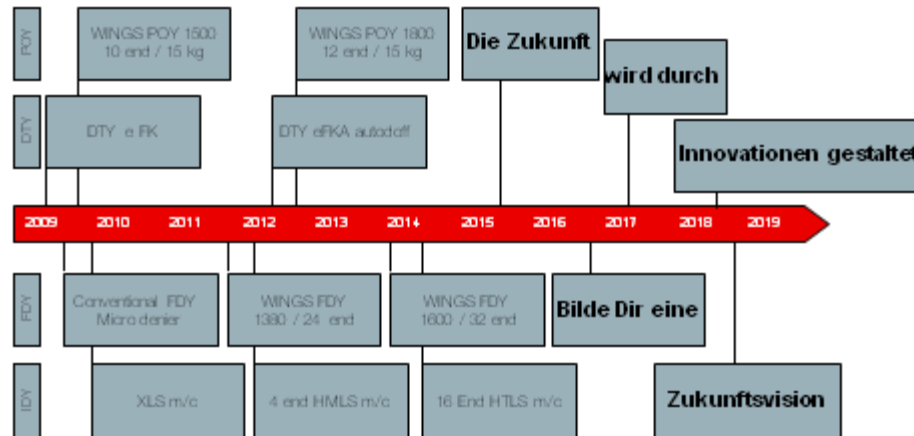


Bild 8 Innovations Pipeline

Mit diesem Innovationsmanagement konnte die Oerlikon Barmag über Jahrzehnte hinweg den Marktanteil kontinuierlich ausbauen und immer wieder neue wirtschaftlichere Technologien im Markt implementieren. Dies hat die eindeutige Technologie- und Marktführerschaft der Oerlikon Barmag nachhaltig gestärkt.

Als letztes Beispiel des nachhaltig erfolgreichen Innovationsmanagements der Oerlikon Barmag sind die Breakthrough Technologien von WINGS POY und WINGS FDY zu nennen.

Neuer WINGS POY Produktionsprozess vs. Standard POY Spinnprozess



Page 10 17.05.2011 Management Seminar UniWS

Bild 9 WINGS POY Prozess

Die 2007 vorgestellte neue Technologie zur Herstellung von POY Garnen hat sich mit einem Marktanteil von bis zu 80% erfolgreich durchgesetzt und ist heute der Produktionsstandard in Effektivität, Wirtschaftlichkeit und Qualität. Trotz einer hohen Technologiereife konnte nach 40 Jahren eine Substitutionstechnologie geschaffen werden und so ein deutlicher Mehrwert sichtbar und kalkulierbar für den Kunden geschaffen werden.

Alle diese Entwicklungen und neuen Produkte sind kein Zufall, sondern das Ergebnis einer konsequenten Innovationsplanung und Steuerung bzw. Verfolgung der als wichtig erkannten Entwicklungsprojekte. Ein solch methodisches Vorgehen optimiert den Ressourceneinsatz und verringert das Risiko des Scheiterns.

Die als umsetzungswürdig selektierten Innovationen/Ideen werden dann mit einem geeigneten Managementtool verfolgt und gesteuert.

Time to Money Prozess einer als wichtig identifizierten Idee

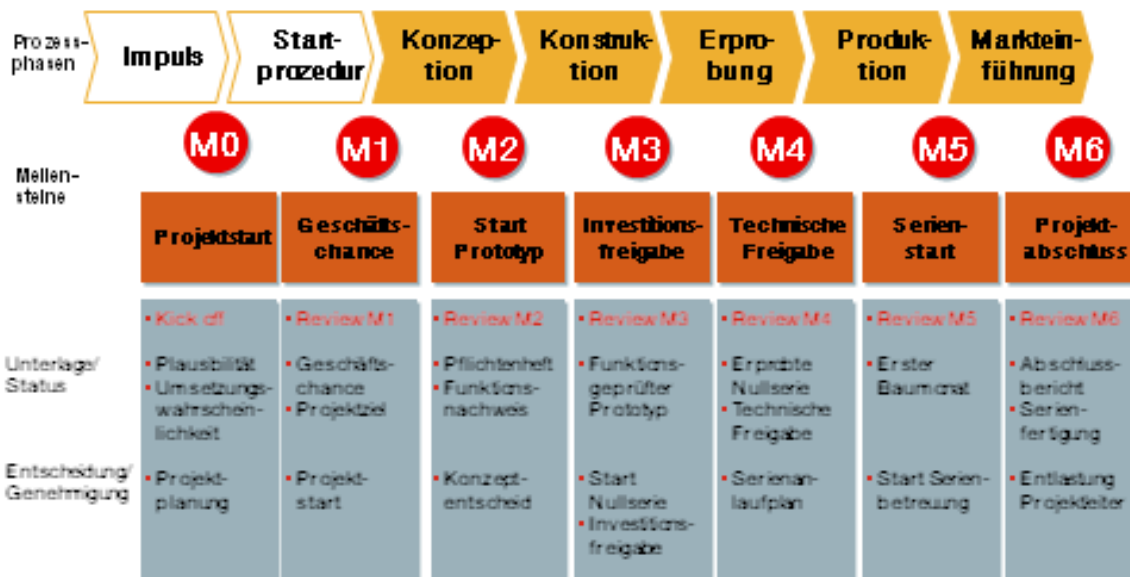


Bild 12 Entwicklungsprozess

Dieses Managementtool wird von F&E Projektmanagern ausgefüllt, verabschiedet, budgetiert, mit Ressourcen geplant und zum Erfolg geführt. Alle Schritte werden nachvollziehbar dokumentiert und regelmäßig berichtet. Bei Abweichungen von Zeit und/oder Budgetplanungen sowie von Funktionsbeschreibungen werden vom F&E Manager entsprechende Korrekturmaßnahmen ergriffen. Dies kann bis zum Abbruch eines Projektes gehen.

Es sei an dieser Stelle daher auch deutlich gesagt, dass nicht alle als Verfolgens wert eingestuft Innovationen/Ideen zum erfolgreich umgesetzt werden können.

➤ Zusammenfassung

Ein kontinuierlich gelebtes und weiterentwickeltes Innovationsmanagement ist der Garant für einen nachhaltigen Erfolg in einem Unternehmen. Dies kann nur gelingen, wenn von der Unternehmensführung bis zum Mitarbeiter ein entsprechender Geist im Unternehmen gepflegt und weiterentwickelt wird. Innovation muss zur Einstellung der Mitarbeiter gehören und jeder muss begeistert sein neues und besseres zu schaffen. Wenn diese Begeisterung dann richtig kanalisiert und geführt wird entwickelt sich die entsprechende Leidenschaft und Arbeitsfreude. Es liegt in der Natur der Sache, dass nicht jede Idee erfolgreich im Markt umgesetzt werden kann. Mit der vorgestellten Methodik haben wir aber über Jahre eine sehr hohe Erfolgsquote sicherstellen können und damit nachhaltig zum Erfolg unseres Unternehmens beitragen können.

УДК 373:005.6

С.М. Шкарлет, докт. економ. наук
В.В. Кальченко, докт. техн. наук
І.О. Прибителько, канд. техн. наук
Т.Р. Ганєєв, канд. техн. наук
Шарамко А.О., провідний фахівець

ЗАПРОВАДЖЕННЯ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ ОСВІТИ У ЧЕРНІГІВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ ТЕХНОЛОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Чернігівський національний технологічний університет

ДП «Чернігівський експертний центр метрології, стандартизації та сертифікації»

Розглянуто основні принципи запровадження системи управління якістю у Чернігівському національному технологічному університеті

Рассмотрены основные принципы внедрения системы управления качеством в Черниговском национальном технологическом университете

Basic principles of quality management system implementation in the Chernigov National Technological University were considered

Глобалізація світової економіки призводить до зміни вимог, що пред'являються до кваліфікованих фахівців. При цьому рекрутингові агенції та відділи підприємств в першу чергу звертають увагу на рівень освіти людини, яка претендує на певну посаду. У світі існують різноманітні підходи до організації навчального процесу, але в останні роки все більше університетів, інститутів та інших освітніх установ почали проходити сертифікацію за міжнародними стандартами ISO 9001.

Під час розробці системи ISO 9001 мало хто міг припустити, що вона буде використовуватися в системі освіти. Стандарти створювалися, перш за все, для потреб промислових підприємств, які чекали появи загальновизнаної методології оцінки рівня менеджменту. Однак керівництво провідних вищих навчальних закладів, орієнтуючись на потреби роботодавців, почало ініціювати проходження сертифікації ISO 9001 [1].

У ході цього процесу з'явилася можливість оцінити різні сторони освітнього процесу. Передача та засвоєння знань розглядається як послуга, яку можна проаналізувати, виявити проблемні місця та поліпшити. При цьому керівники вищих навчальних закладів (ВНЗ), в яких проведена сертифікація за міжнародною системою стандартів керувалися прагненням підвищити якість освіти, необхідність реагування на зміни в економіці, а також вимоги та очікування студентів, їх батьків та потенційних роботодавців. Сертифікований ВНЗ – це не тільки орієнтація на результат, а й оцінка системи управління освітньою установою.

ВНЗ, що пройшли сертифікацію ISO 9001, можуть гарантувати підготовку фахівців, що відповідають вимогам, які пред'являють більшість приватних і державних компаній. Цей факт розглядається як величезний плюс в багатьох країнах і полегшує працевлаштування випускників. В Україні декілька відомих інститутів і університетів вже отримали сертифікат ISO 9001, що підвищує їх статус і престижність отримання освіти.

Одним з ефективних та дієвих механізмів забезпечення конкурентоспроможності університету на ринку послуг у сфері вищої освіти, є розробка та запровадження систем управління якістю відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 9001:2008 (2009) "Система менеджменту якості. Вимоги" [2-4].

Тому у 2011 році в Чернігівському державному технологічному університеті (ЧДТУ) сумісно з Державним підприємством «Чернігівський експертний центр метрології, стандартизації та сертифікації» Держспоживстандарту України була розпочата робота щодо розробки та впровадження системи управління якістю. Актуальність та

необхідність запровадження міжнародного стандарту ISO 9001:2008 (2009) цих робіт обумовлені як еволюційними процесами розвитку суспільства, так і прагненням України інтегруватися із світовою та європейською економічними системами. Для цього держава повинна мати адекватну систему вищої освіти, здатну відповідати сучасним вимогам глобалізації, міждержавної та регіональної конкуренції, інформатизації тощо. У зв'язку з цим підвищення якості вищої освіти, в умовах зростання її впливу на розвиток економіки та суспільства, стає стратегічним національним пріоритетом України.

Основною метою створення та впровадження системи управління якістю в Чернігівському національному технологічному університеті є безперервне поліпшення якості освіти.

Головним завданням системи управління якістю Чернігівського національного технологічного університету (ЧНТУ) є не лише вихідний контроль якості наданих освітніх послуг, а й створення системи, яка дозволить забезпечити ефективність реалізації всього комплексу найрізноманітніших процесів діяльності університету, починаючи від профорієнтаційної роботи з потенційними студентами і завершуючи підготовкою кадрів високої кваліфікації [5].

Система управління якістю діяльності університету зорієнтована насамперед на найефективніше задоволення потреб споживачів ринку освітнянських послуг.

Розроблена система управління якістю повинна бути [4]:

- компактною, зрозумілою та зручною;
- ефективною;
- має приносити практичну користь університету і бути основою інформаційної моделі його діяльності;
- придатною для сертифікації;
- мати відповідний потенціал розвитку та адаптування до зміни умов зовнішнього середовища.

З метою постійного поліпшення результативності діяльності університету в основу побудови і функціонування СУЯ покладено вісім принципів управління якістю:

• **орієнтація на замовника** – університет повинен прагнути перевершити очікування замовників та якнайповніше задовольняти їх вимоги;

• **лідерство** – керівництво визначає єдність цілей і напрямів діяльності, створює інфраструктуру і робоче середовище для досягнення намічених цілей університету;

• **залучення всього персоналу** – основою університету є персонал, можливості і здібності якого повною мірою повинні використовуватися для отримання запланованого результату;

• **процесний підхід** – діяльність повинна здійснюватися на основі процесного підходу для найефективнішого досягнення запланованих результатів;

• **системний підхід до управління** – процеси діяльності повинні ідентифікуватися та розумітися, тобто ними потрібно управляти як системою, залежно від їх ролі у досягненні намічених цілей;

• **постійне поліпшення** – постійне поліпшення діяльності повинне бути повсякденним завданням;

• **ухвалення рішень на підставі фактів** – ефективні рішення повинні базуватися на основі фактів, які встановлюються в результаті аналізу інформації та даних;

• **взаємовідносини з постачальниками** – університет та його постачальники є взаємозалежними тому взаємовигідні відносини підвищують здатність обох сторін створювати цінності.

Для підтримання успіху університетом застосовуються чотири додаткових принципи:

- **створення цінності для особи, яка навчається** – для сприяння особі, яка навчається, відчувати задоволеність цінністю, яку вона отримує;
- **орієнтованість на соціальну цінність** – піклування про те, як особи, які навчаються, та інші зацікавлені сторони ставляться до етики, безпеки та збереження довкілля;
- **швидкодія** – для забезпечення сталого розвитку в надзвичайно мінливому освітнянському середовищі й перетворення постійно мінливого освітнянського середовища на сприятливе щодо постійного успіху у сфері освіти;
- **автономність** – базується на аналізуванні обставин і самоаналізуванні.

Університет приймає свої власні корисні рішення та виконує дії самостійно, не залежно від стереотипів (згідно ДСТУ-П ІWA 2:2009).

Вказані принципи системи управління були реалізовані в розроблених сектором системи менеджменту якості, сумісно з представниками підрозділів університету, методиках чотирьох основних процесів, наведених на рис. 1.



Рис. 1. Схема взаємодії процесів системи управління якістю в ЧНТУ

Запровадження методик, що базуються на вказаних принципах системи управління, дозволило підвищити ефективність керування комплексом адміністративних процесів в Чернігівському національному технологічному університеті, що підтверджується щорічними аудиторськими перевітками Державного підприємства «Чернігівський експертний центр метрології, стандартизації та сертифікації» (рисунок 2а).

Виконання всіх вимог міжнародного стандарту ISO 9001:2008 (2009) дозволило в 2013 році Чернігівському національному технологічному університету долучитися до

Великої Хартії університетів (Magna Charta Universitatum), яку було підписано в місті Болонья (Італія) (рис. 2б).

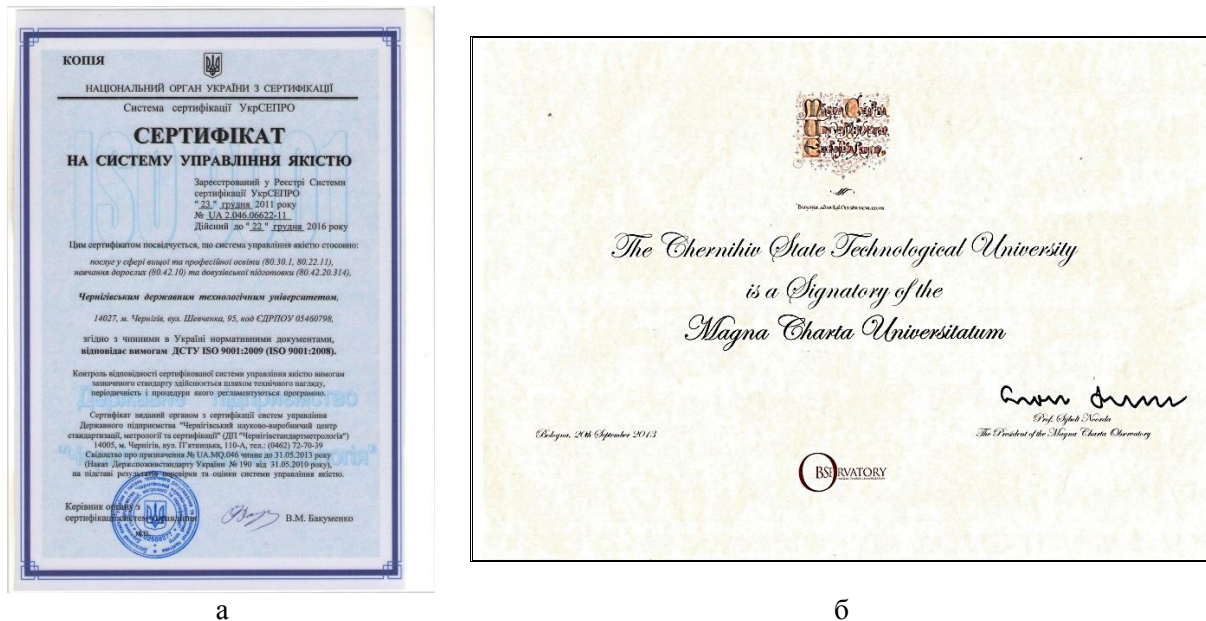


Рис. 2. Сертифікат на систему управління якістю (а) та сертифікат участі ЧНТУ у Великій Хартії університетів (б)

Підписання подібного документу означає, що університет визначає основні принципи, якими повинні керуватися університети для забезпечення розвитку освіти, інноваційного руху та налагодження тісних зв'язків між вишами, підкреслює основні цінності, права та обов'язки університету як ключової інституції суспільства.

Для студентів це означає можливість навчання у найкращих Вишах Європи за програмами обміну після будь-якого курсу та участь у магістерських програмах відомих наукових центрів.

Список літературних джерел

1. Національна доктрина розвитку освіти у XXI столітті//Освіта України. – 2001. – №1. – С. 22–25.
2. Системи управління якістю. Основні положення та словник (ISO 9000:2005, IDT): ДСТУ ISO 9000:2007. – [Чинний від 2008-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 29 с. – (Національний стандарт України).
3. Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності (ISO 9004:2000, IDT): ДСТУ ISO 9004:2001. – [Чинний від 2001-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2001. – 44 с. – (Національний стандарт України).
4. Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності (ISO 9004:2000, IDT): ДСТУ ISO 9004:2001. – [Чинний від 2001-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2001. – 44 с. – (Національний стандарт України).
5. Хриков Є.М. Управління навчальним закладом. – Київ, Знання, 2006. – 365 с.

СЕКЦІЯ 1 «ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ І ДЕРЕВООБРОБКИ»

УДК 621.855.001.24

О.І. Пилипенко, д-р. техн. наук
А.В. Полуян, аспірант

ТЕХНОЛОГІЯ ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЛАНЦЮГОВИХ ПЕРЕДАЧ

Чернігівський національний технологічний університет, 14027, м. Чернігів, вул. Шевченка. 95,
opilip@ukr.net, anatoliuviktorovich@ukr.net

Розглянуто застосування технології, яка гарантує високий ступінь використання полімерного композиту, і тим самим позитивно впливає на собівартість виробу в бік її зменшення.

Матеріаломісткість готового виробу – кінцевого продукту багатостадійного процесу його виробництва – включає в себе минулу працю, втілену у використовуваних матеріалах. Чим менше матеріалу потрібно для виготовлення конкретної деталі, тим більш досконалої її конструкція і технологія виробництва.

Зменшити матеріаломісткість виробів можна, підвищивши якість проектування шляхом оптимізації їх параметрів, зокрема, ваги конструкції. Даній меті служить застосування нових прогресивних технологічних процесів з високим коефіцієнтом використання матеріалів, об'ємним формоутворенням деталей за одну технологічну операцію, що дозволяє отримувати не тільки готові деталі без будь-якої подальшої обробки, а й інтегровані деталі, які замінять собою кілька деталей традиційного виготовлення, заснованого на послідовній обробці поверхонь різанням. Цьому сприяє підвищення якісних і функціональних характеристик вихідної сировини, більш повне її використання, включаючи переробку відходів основного виробництва.

Створення конструкції з мінімальними витратами матеріалів і праці вимагає послідовного оптимізованого підходу під час всього процесу проектування, виготовлення і експлуатації. Метою є застосування такої технології, яка гарантує високий ступінь використання матеріалу і тим самим позитивно впливає на собівартість виробу.

Деталі ланцюгових і зубчастих приводів машин, особливо сільськогосподарських, працюють в умовах циклічного згину зубців, великих ударних навантажень, вібрацій, абразивного зносу і агресивних середовищ. У цих обставинах серійно випускаємі великотоннажні полімерні матеріали виявляються непридатними. З іншого боку, є великі запаси погано використовуваної вторинної сировини у вигляді зношених шинних виробів і конвеєрних стрічок [1].

З метою створення полімерного композиту, який би задовольняв умовам експлуатації приводів машин та економії поліамідів були досліджені полімерні композити, що складаються з поліаміду ПА-6 210/310 по ОСТ 6-06-29-76, гумової крихти з вулканізованих відходів та модифікуючої добавки – масла циліндрового важкого 52 по ГОСТ 6411-76. Як наповнювач використовувалася крихта (фракції від порошку до $2,5 \pm 0,5$ мм), одержана дробленням зношених шинних виробів (ТУ 38105778-77), конвеєрних стрічок (ТУ 38105378-77) – і містить натуральний і бутадієновий каучуки, сажу і *N*-феніл – *N'*-ізопропіл – *n*-фенілендіамін в процентному співвідношенні 46,4 : 19,7 : 33,2 : 0,7 відповідно.

Розглянутий полімерний композит по суті є сумішшю полімерів, тобто комбінованим матеріалом, що складається з термодинамічно несумісних полімерних

компонентів. Структура таких полімерних композитів являє собою тверду евтектику з полімерних фаз. Це один з найбільш ефективних видів полімерних композитів, розробка якого відповідає основним тенденціям полімерного матеріалознавства [2, 3].

У технології переробки розглянутого полімерного композиту процеси формування матеріалу і отримання з нього виробів суміщені. Попередньо висушені в вакуум-шафі при залишковому тиску не більше 0,0196 МПа і температурі не більше 85⁰С в шарі близько 20 мм до вмісту вологи ≤ 0,2 % гранули поліаміду і таким же чином оброблена гумова крихта перемішується з маслом в змішувачі лопастного типу протягом 15 – 20 хвилин. При цьому основне значення при механосинтезі має хімічна природа компонентів, а не співвідношення їх фізичних властивостей. Слід також мати на увазі, що механохімічні процеси сильно залежать від температури, тому механосинтез вище температури текучості практично не відбувається, і стає важливим варіювання умовами переробки, що супроводжується механохімічними явищами, наслідком яких є виникнення розгалужених і зшитих структур [4].

Композиційний матеріал (ПА6-210 КР) переробляється литвом під тиском на стандартному обладнанні (термопластавтоматах). Номінальна температура матеріального циліндра в ⁰С по зонах обігріву ливарної машини шнекового типу: І зона – 210, ІІ зона – 220, ІІІ зона – 230, сопло – 240. Допускається коректування температурного режиму литва в межах ± 20⁰С. Температура ливарної форми 80 ± 5⁰С, час витримки під тиском 30...50с, час охолодження у формі 20...40с, питомий тиск литва 120...150 МПа, швидкість обертання шнека 50...80 хв⁻¹.

Динамічні випробування з метою визначення пружних і вібропоглинальних властивостей композиту при циклічних навантаженнях дають більше інформації про матеріал, ніж інші методи. Для розрахунку конструкцій, підданих дії вібраційних навантажень, необхідно оперувати даними не тільки про динамічний модуль пружності, але і про здатність матеріалу гасити вібрації, тобто про внутрішнє тертя в матеріалі. Кількісно внутрішнє тертя, як і динамічну пружність, оцінюють при циклічних процесах деформування, коли найбільш виразно проявляються специфічні особливості динамічних властивостей полімерних матеріалів [5, 6].

Напруження в матеріалі при визначенні пружних і демпфуючих властивостей повинні бути одного порядку з напруженням, яке виникає в конструкціях, що зазнають вібраційних навантажень. Крім того, визначення динамічних характеристик доцільно проводити при тих же частотах (10 – 300Гц), з якими доводиться мати справу в реальних конструкціях. Цим вимогам задовольняє ГОСТ 19873-80 "Пластмассы. Резонансный метод определения динамических модулей упругости и механических потерь при колебаниях консольно закрепленного образца".

Відзначимо, що температура саморозігріву полімерних матеріалів у процесі циклічних випробувань є непоганим показником розсіювання енергії. При цьому спостерігаються два режими саморозігріву при циклічному деформуванні і два відповідних їм типів руйнування в процесі втомних випробувань – механічне та теплове. Границю між ними визначають пружні і демпфуючі властивості матеріалу [5].

Результати випробування зразків на розтяг, згин і ударну в'язкість, наповнених 15% гумової крихти, наведені в таблиці 1. В дужках вказані механічні характеристики базової марки поліаміду, за винятком ударної в'язкості, яка наведена для склонаповненого поліаміду ПА6-210 КС.

Таблиця 1 – Результативипробувань

$E_p \cdot 10^3$, МПа	$E_u \cdot 10^3$, МПа	$E_\delta \cdot 10^3$, МПа	σ_p , МПа	σ_u , МПа	a , кДж/м ²	η , %
0,9	1,6	2,7	50	133	32	14,5

(1,35)	(2,65)	(3,6)	(66)	(90)	(30)	(10,2)

Як видно з таблиці 1, полімерний композит ПА6-210 КР дещо програє базовому матеріалу по статичному модулю пружності при розтягуванні і згині, а також динамічному модулю пружності при поперечному згині і руйнуючому напруженню при розтягу, зате по руйнуючому напруженню при згині і вібропоглинаючим властивостям значно виграс. Зазначені недоліки можуть бути усунені термообробкою матеріалу в контакт з короткозамкненими обкладинками з різнорідних металів (наприклад, мідь – алюміній, тобто поляризацією в електричному полі), що дає збільшення руйнівного напруження в 1,2 – 1,8 рази [7]. Поляризація полімерного матеріалу сприяє і поліпшенню триботехнічних характеристик металополімерних вузлів тертя, якими є металевий ланцюгової контур, що працює на полімерних зірочках, і полімерні натяжні зірочки на сталевих осях. Що стосується ударної в'язкості, то у модифікованого гумовою крихтою поліаміду вона навіть вище, ніж у наповненому коротким скловолокном (30 %) поліаміді ПА6-210 КС. Для зменшення коефіцієнта тертя і зносу в композит додають поліетилен (до 10%). При підвищенні температури в зоні тертя відбувається плавлення поліетилену з утворенням легкорухливої плівки розплаву (третього проміжного тіла), що забезпечує високі антифрикційні характеристики.

Враховуючи, що наповнення проводиться дешевими відходами за нескладною технологією, яка знижує ціну матеріалу на переробку у виріб, можна зробити висновок, що застосування полімерного композиту ПА6-210 КР з 15% наповненням гумовою крихтою доцільно для зірочок, зубчастих коліс в приводах машин, що зазнають циклічні навантаження. Підтвердженням цьому служить впровадження зірочок, циліндричних і конічних зубчастих коліс з полімерного композиту ПА6-210 КР на ряді підприємств машинобудування з виробництва сільськогосподарських машин та переробного обладнання.

З інших відходів хімічних заводів хороші результати дає наповнення поліамідів відпрацьованим сілікагельфосфорним каталізатором, що складається в основному (89,5%) з SiO_2 .

Список літературних джерел

1. Вторичное использование полимерных материалов. Под ред. Е.Г. Любешкиной, Химия, М., 1985, 192 с.
2. Кулезнев В.Н. Смеси полимеров. М., 1980, 304 с.
3. Сперлинг Л. Взаимопроникающие полимерные сетки и аналогичные материалы /Пер. с англ., М., 1984, 328 с.
4. Болганов В.В., Метёлкин В.И., Савватеев С.Г. Основы технологии смешения полимеров. Из-во Лен. ун-та, Л., 1984, 192 с.
5. Абрамов С.К. Резонансные методы исследования динамических свойств пластмасс. Из-во Ростовского ун-та, 1978, 136 с.
6. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матеев В.В. Вибропоглощающие свойства конструкционных материалов. Наукова думка, К., 1971, 376 с.
7. Воронежцев Ю.И., Гольдаде В.А., Пинчук Л.С., Снежков В.В. Электрические и магнитные поля в технологии полимерных композитов. Наука, /Минск/ и техника, 1990, 264 с.

УДК 515.2

М.І.Барбаш

ОСНОВНІ КОНЦЕПЦІЇ СТВОРЕННЯ ПЛАНУВАНЬ ТА ЇХ ОПТИМІЗАЦІЇ

Чернігівський національний технологічний університет, m_barbash@mail.ru

Запропоновано метод побудови комплексних об'єктів із простих елементів в AutoCAD® Architecture, версії AutoCAD, яка створена для проектування будівельних об'єктів. Інструменти архітектурного креслення дозволяють більш ефективно проектувати і створювати документацію у звичному програмному середовищі.

Постановка проблеми. Основні концепції створення планувань та їх оптимізації полягають в адаптації раніше розроблених варіантів під нові потреби або розробки «з нуля», починаючи з координатного масиву осей. Нині широко розповсюджені просторові конструкції криволінійної форми: тонкостінні просторові оболонки з залізобетону, сталі мембрани, дерев'яні і пластмасові оболонки, пневматичні і тентові конструкції, висячі системи[1]. Ці просторові конструкції дозволяють перекриття великих площ без проміжних опор, що відкриває широкі можливості архітектурного формоутворення та забезпечує ефективне застосування матеріалу. Напрямки пошуків оптимальних архітектурних форм – це вдосконалення існуючих на основі математичних чи експериментальних методів та створення принципово нових форм та конструкцій, що відзначається необмеженими творчими можливостями.

Одна з найбільш розповсюджених архітектурних САПР - AutoCAD Architecture оптимізує задачі проектування та уможливорює випуск пакету робочої документації. Розроблена спеціально для архітекторів, AutoCAD Architecture володіє новими функціями, що автоматизують рутинні архітектурні креслярські операції, скорочують кількість помилок і підвищують продуктивність; процес створення архітектурних креслень, випуску документації та розробки специфікацій значно спрощений.

Метою є дослідження використання елементарних графічних примітивів для отримання більш складних об'єктів та можливості роботи з шарами і анотативними об'єктами під час проектування будівельних об'єктів на універсальній платформі AutoCAD та спеціалізованому прикладному пакеті компанії Autodesk AutoCAD Architecture.

Головною метою цієї роботи є розробка оптимальної концепції створення планувань, що пришвидшить процес проектування та створення проектів реконструкцій для архітекторів, знайомих з AutoCAD.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо послідовність створення плану 1-го поверху двоповерхового котеджу з використанням засобів допоміжних побудов «Вид», «Шар», «Локальна система координат» та модуля СПДБ (система проектної документації для будівництва) в пакеті AutoCAD. Даний модуль дозволяє уникнути багатьох рутинних операцій. Від визначення достатньої та необхідної кількості та площі приміщень до побудови стін достатньо введення кроку до таблиці масиву координатних осей. Основною концепцією в AutoCAD є розташування споріднених елементів та споріднених об'єктів на окремих шарах. Наприклад, у випадку з генпланом дороги та вулиці, будівлі та споруди, інженерні мережі доцільно розташувати на окремому шарі. Можливі маніпуляції стосовно обраного шару: зміна кольору, типу ліній, їх ваги, замороження, блокування шару (неможливість видалення чи випадкового зсуву при збереженні можливості користування прив'язками, що досить важливо для сітки координатних осей). Таким чином ми структуруємо об'єкти, які належать окремому шару та надаємо їм однакові властивості.

Перший етап створення планування – вибір оптимального шаблону. Шаблон відповідає за наступні властивості файлу: метрична система вимірювання; налаштування стилів анотацій (тексту, розмірів (ISO-25), таблиць та виносков);

створення шару для кожного об'єкту, для кожного виду характерних конструкцій значно прискорить подальшу роботу, особливо при необхідності внесення змін в проект; налаштування графічного простору (режимів побудов: необхідності сітки, режиму орто-, полярних та об'єктних прив'язок); обрання чи створення власного робочого простору (класичний AutoCAD, 3D моделювання тощо); налаштування аркушів (кількість, формат, основний напис креслення, видовий екран, логотип фірми); налаштування для друку кожного з аркушів. Збереження вищеназаних налаштувань у створеному шаблоні дозволить виконувати всі проекти з однаковим графічним оформленням та суттєво прискорить подальшу роботу над проектом при грамотно організованих шарах побудов.

Перехід до другого етапу – створення безпосередньо геометрії – повинен супроводжуватись побічним використанням шарів та роботою з блоками за допомогою інструментальних палітр.

Третій етап – оформлення проекту, включає в себе нанесення розмірів, тексту, таблиць, тобто перехід на вкладку Анотації. З появою анотативних розмірів, їх зручно наносити як на аркуші, так і на моделі, тому виникає необхідність завчасно продумати які з розмірів і на яких аркушах будуть відображені та відповідно розбити їх по групах для розміщення на різних шарах.

Четвертий етап: перевірка форматів аркушів креслення та створення видових екранів, і остаточне редагування перед друком. Послідовне використання вищеназаних етапів дозволить максимальне використання можливостей програми при подальшій роботі над проектом, а саме, оптимальне формування розрізів, фасадів, робочої документації та створення візуалізації.

Двовимірні розрізи і фасади формуються безпосередньо з планів. При внесенні змін до проекту AutoCAD Architecture оновлює розрізи і фасади. При цьому зберігаються задані шари, кольори, типи ліній і інші властивості. Робоча документація створюється з використанням стін, дверей і вікон, які імітують реальні архітектурні об'єкти. Стіни та їх властивості редагуються на рівні компонентів, що дозволяє удосконалити роботу з такими типами стін, як похилі, кутові і пересічні вогнестійкі. При переміщенні стіни автоматично оновлюються всі примикання до неї інших стін. За допомогою вбудованих засобів візуалізації можна підготувати для замовника ефектну презентацію на будь-якій стадії архітектурного проектування. Можливості візуалізації повністю інтегровані в середу AutoCAD Architecture. Програма дозволяє швидко передавати проекти на перевірку і затвердження шляхом публікації у форматі DWF.

У AutoCAD Architecture для стін і всіх їх компонентів застосовуються АЕС - розміри. При нанесенні розмірів враховуються різноманітні варіанти прив'язки: до осевих ліній стін, їх зовнішніх поверхонь тощо. При змінах в проекті не вимагається ручного оновлення асоціативних розмірів [2], тому що вони перераховуються автоматично.

Висновки. Використання інструментів для завдання властивостей двовимірним примітивам в AutoCAD, встановлення модуля СПДБ оптимізує роботу по створенню проекту. Формулювання етапів створення проекту дозволило побудувати цілісну картину створення планування, що прискорить та полегшить внесення змін та коригування креслення при необхідності.

Список використаних джерел

1. Ковальов С.М., Гумен М.С., Пустюльга С.І., Михайленко В.Є., Бурчак І.Н. Прикладна геометрія та інженерна графіка. Спеціальні розділи. Випуск 1. – Київ – Луцьк: Редакційно-видавничий відділ ЛДТУ, 2006. – 256 с.
2. AutoCADArchitecturefeatures[Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.autodesk.com/products/autodesk-autocad-architecture/> – Назва з екрану.

УДК 762:621:135.2:548.73

С.О. Колінько, к.ф.-м.н., Т.І. Бутенко, к.т.н.

ЗМІНА ФАЗОВОГО СКЛАДУ ТУГОПЛАВКИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ҐРУНТІВ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ДИСПЕРГУВАННІ

Черкаський державний технологічний університет, but82006@rambler.ru

Методами рентгенофазового та рентгеноструктурного аналізів досліджено фазовий склад та структуру порошків ґрунту та тугоплавких сполук. Показано вплив ультразвукового диспергування на розміри областей когерентного розсіювання та мікрODEФОРМАЦІЙ в процесі пробопідготовки при проведенні досліджень методом атомно-абсорбційного аналізу.

Постановка задачі. Технологічний процес ультразвукового диспергування (УЗД) порошків є одним із засобів інтенсифікації процесу розчинення та підвищення ступеня вилучення важких металів в електроліт, оскільки призводить до збільшення питомої поверхні частинок. Особливий інтерес представляє використання УЗД в сучасних аналітичних методах контролю складу різнофазних порошкових тугоплавких матеріалів в умовах зростаючих вимог до пробопідготовки об'єктів з метою усунення недоліків існуючих методик та обмежень на проведення елементного аналізу [1]. Узагальнення літературних даних по різних способах підготовки порошкових матеріалів указує на фактори, що є визначальними при проведенні аналізу: тривалість аналізу, необхідність застосування еталонів, можливість втрати металів у вигляді летких сполук, похибки на стадії розкладу проби, витрати реактивів та необхідність хімічного посуду, десорбція домішок у присутності окислювача і т. ін.

Метою даної роботи є вивчення фазового складу та структурних характеристик тугоплавких матеріалів (на прикладі SiC, Al₂O₃) та порошків ґрунту Черкаського регіону після ультразвукової дії, що змінює не тільки стан поверхні, а й дисперсність об'єктів дослідження при елементному аналізі методами атомно-абсорбційної спектрофотометрії (ААС) та лазерної мас-спектрометрії. В ААС при аналізі порошкових проб найбільш трудомісткою є стадія переведення матеріалу у розчин з мінімальною втратою елементів, що визначаються [1].

Метод вилучення елементів важких металів у розчин для ААС залежить від форми їх знаходження у порошковому матеріалі. Важливими для збільшення ступеню вилучення важких металів у розчин є параметри ультразвуку (УЗ), тривалість обробки та аналіз зміни мікрогеометрії поверхні досліджуваних об'єктів до і після дії УЗ. Тому задачами дослідження є виявлення впливу частоти та інтенсивності дії ультразвуку на зміну ступеня аморфності та кристалічної структури порошків.

Рентгенофазовий та структурний аналіз порошків здійснювали на дифрактометрі ДРОН-3М з випромінюванням CuK_α. За результатами рентгенофазового аналізу порошків тугоплавких матеріалів та ґрунту встановлена присутність таких фаз [2]: SiO₂, Mg₂C₃, K₂CaFe(CH)₆, Ca*Al₂Si₂O₈, TiO₂, Al₂SiO₅, CaO, Ti, Mg₂Si, MgO, (Mg, Fe)SiO₃, Na-N-Al-Si-O·H₂O, K₂CaFe(CH)₆ та ін., з'ясовано, що ультразвукове диспергування незначно впливає на зміну фазового складу зразків (табл. 1).

Таблиця 1. Фазовий склад порошків ґрунту до та після УЗД.

d, Å									
Розраховані значення		Табличні значення							
До УЗК	Після УЗК	Mg ₂ Si	SiO ₂	Mg ₂ C ₃	(Mg, Fe)SiO ₃	Ca*Al ₂ Si ₂ O ₈	TiO ₂	Al ₂ SiO ₅	CaO
4,193	-	-	4,24	-	-	4,2	-	-	-
-	3,712	3,7	-	-	-	3,75	-	-	3,676
3,305	3,351	-	3,35	-	3,36	-	3,245	3,35	3,33
3,209	3,221	3,2	-	3,24	3,2	3,21	-	3,18	-
2,438	2,459	-	-	2,45	-	-	2,489	-	-
2,261	2,279	2,25	-	2,21	-	-	2,188	-	2,28
2,114	2,127	-	-	-	2,11	-	-	-	-
1,966	1,975	-	-	-	1,96	1,965	-	1,96	-
1,815	1,817	-	1,82	1,87	-	-	-	-	1,88
1,662	1,671	-	-	-	-	1,67	1,678	-	-
1,534	1,541	1,59	-	1,51	1,53	-	-	-	1,53

Вивчені структурні характеристики частинок до та після дії ультразвуку. Фізичну напівширину ліній розраховували по відповідних значеннях інтегральної та інструментальної напівширини рентгенівської лінії (рис.1). Якісну оцінку розмірів областей когерентного розсіювання (ОКР) та величини мікродеформацій решітки проводили на основі зміни кутової залежності фізичного розширення під впливом цих факторів: на малих кутах дифракції Θ переважним у розширення дифрактометричних ліній буде внесок, зумовлений розмірами ОКР, а на великих – внесок від деформації решітки[3,4].

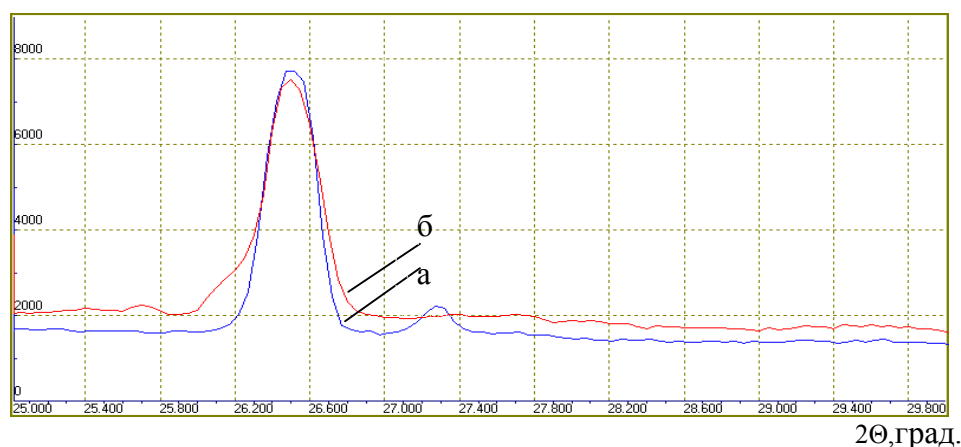


Рис.1. Зміна ширини піків (100% SiO₂) на дифрактограмах зразків ґрунту до УЗД (а) та після УЗД (б).

Розрахунки ОКР (D – розмір ОКР) та мікронапружень (а – розраховане значення періоду кристалічної решітки) носять наближений характер, оскільки були розраховані по одній лінії (табл. 2).

Таблиця 2. Структурні характеристики порошків ґрунтів до та після УЗД.

Фаза	До УЗК		Після УЗК	
	$\left(\frac{\Delta a}{a}\right)$	D, м	$\left(\frac{\Delta a}{a}\right)$	D, м
SiO ₂	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$1,56 \cdot 10^{-3}$	$3,02 \cdot 10^{-5}$
Al ₂ O ₃	$24,3 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$15,3 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$

Таким чином, розробка багатоцільових методик атомно-абсорбційної спектрофотометрії та лазерної мас-спектрометрії по визначенню вмісту хімічних елементів у багатокомпонентних пробах органічного та неорганічного походження передбачає визначення оптимальних умов для максимально повного вилучення елементів. Використання УЗ прискорює процес розчинення проби порошкових матеріалів у розчині з утворенням розвинутого рельєфу поверхні, що сприяє збільшенню ступеня вилучення домішкових хімічних елементів. В даній роботі вивчено структурні характеристики частинок порошків тугоплавких матеріалів та ґрунтів до та після дії УЗ, в результаті чого встановлено зменшення ОКР з одночасним збільшенням мікронапружень кристалічної решітки порошків та збільшення ступеня аморфності в процесі інтенсифікації пробопідготовки при визначенні концентрації важких металів у пробах методами атомно-абсорбційної спектрофотометрії та лазерної мас-спектрометрії. Спосіб пробопідготовки із використанням УЗ дозволяє забезпечити підвищення продуктивності аналітичного контролю, покращити метрологічні характеристики (точність та вірогідність результатів досліджень), що зменшує тривалість проведення аналізу і розширює область застосування ААС.

Література

1. Дубровська Г.М., Бутенко Т.І., Григор'єва Г.В. Переваги і можливості атомно-абсорбційної спектрофотометрії та лазерної мас-спектрометрії при контролі елементного складу порошкових матеріалів // Вісник ЧДТУ. – 2004. – №2. – С. 96-100.
2. Миркин Л.И. Справочник по РСА поликристаллов./ М.: Физматиздат. – 1961. – 803 с.
3. Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. Рентгенографический и электроннографический анализ. – М.: Металлургия, 1979. – 366 с.
4. Миркин Л.И., Уманский Я.С. Исследование состояния кристаллической решетки и плотности дислокаций при фазовых превращениях в сталях // Физика металлов и металловедение. – 1960 – 9, вып. 6.- С. 897-902.

УДК 621.923

В.И. Венжега, к.т.н.; **А.В. Рудик**, к. т. н.; **Г.В. Пасов**, к. т. н.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ УЗЛОВ АВТОМОБИЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ПРУЖИНЫ

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна
venzhegavi@mail.ru

Представлен анализ и классификация отказов, возникающих в узлах автотранспортных средств по вине пружин, и предложен метод окончательной обработки пружин шлифованием, обеспечивающий высокую точность и производительность без изменения физико-механических свойств поверхностного слоя.

Работоспособность и стабильные эксплуатационные характеристики автомобилей во многом лимитируются ресурсом работы пружин. Наиболее характерно это проявляется в топливной аппаратуре, газораспределительных механизмах, подвесках автомобилей, а также других механизмах. Поэтому одним из основных путей решения проблемы повышения надежности и долговечности является применение таких технологических методов обработки, которые обеспечивают высокие эксплуатационные свойства ответственных пружин.

Практика показывает, что во многих случаях пружины, изготовленные по принятой технологии и из качественной проволоки, выдержавшей установленные испытания, в условиях эксплуатации преждевременно теряют упругие свойства или быстро разрушаются, особенно пружины, работающие в динамических условиях. Это свидетельствует о наличии недостатков в технологиях производства пружин и о необходимости разработки способов повышения их несущей способности и постоянства упругих свойств во времени. Существенное влияние на усталостную прочность пружин оказывает качество поверхностного слоя проволоки. Поломки пружин вследствие усталости или потеря рабочих характеристик из-за релаксации напряжений приводят к выходу из строя узлов или всей машины в целом.

Целью работы является анализ и классификация отказов, возникающих в узлах автотранспортных средств по вине пружин, и разработка метода окончательной обработки пружин шлифованием, обеспечивающего высокую точность и производительность без изменения физико-механических свойств поверхностного слоя.

Формирование качества поверхностного слоя деталей в основном осуществляется на заключительных операциях технологического процесса их получения.

Процессы шлифования характеризуются высокой теплонапряженностью процесса и большими удельными давлениями в зоне резания. Значительные изменения температуры и давления в зоне резания, в свою очередь, вызывают изменение структуры, фазового состояния и, на их основе, изменение физико-механических свойств поверхностных слоев металла. Наклеп, структурные и фазовые превращения формируют в поверхностных слоях деталей остаточные напряжения. Численное значение и знак напряжений зависят от значения и знака исходных остаточных напряжений, полученных деталью на предшествующих операциях, а также от степени силового и теплового воздействия текущей операции.

Окончательную обработку пружин предлагается производить на двусторонних торцешлифовальных станках с горизонтальной компоновкой шпиндельных узлов, за один проход, одновременно с двух сторон, применяя специально профилированные абразивные круги. Станки, как правило, состоят из литой чугуновой станины, на которой крепятся две шлифовальные бабки с независимыми электроприводами, механизма подачи изделий в зону обработки и механизма правки шлифовальных

кругов. Кроме этих узлов, имеются вспомогательные приборы и устройства: устройство поворота шлифовальных бабок в вертикальной и горизонтальной плоскостях, система подачи СОЖ, устройство компенсации износа шлифовального круга и другие.

Для повышения эффективности шлифования, снижения теплового воздействия, необходима профильная правка круга. Наиболее рациональным является предлагаемый комбинированный способ правки.

В рабочем цикле шлифования комбинированная правка дает возможность распределить снимаемый припуск между черновым и чистовым участками круга, увеличить рабочую длину дуги контакта деталей с кругом, что повышает производительность обработки, снизить температуру в зоне обработки. Высокая точность формы торца детали обеспечивается на формообразующем участке, прилегающем к наружному диаметру круга, при выходе из зоны обработки. При этом формообразующий участок не принимает участие в съеме припуска при входе в зону шлифования и имеет высокую стойкость.

Действительные значения отклонений от плоскостности и перпендикулярности, замерянные прибором „TALYROUND”, при обработке цилиндрических пружин демпферов муфты сцепления автомобилей «ГАЗ-53» (окончательный размер $\varnothing 26^{+0,35}_{-0,15}$ мм) на двустороннем торцешлифовальном станке 3342АДО кругами I-450×305×63-25А40СТ1Б8 с длиной калибрующего участка 20мм, соотношением углов ориентации в горизонтальной плоскости (γ) и вертикальной (ν) – $\gamma = 1,57 \cdot \nu$, вращением заготовок, не превышают 2мкм.

Для определения температуры на торцах заготовки была использована искусственная термопара хромель-капель. Спай термопар фиксировался на торцах заготовки. Из проведенных исследований следует, что при шлифовании предложенным методом температура на калибрующем участке не превышает критических точек и в металле не происходят структурные и фазовые изменения.

Выводы

В работе представлен анализ и классификация отказов, возникающих в узлах автотранспортных средств по вине пружин, и предложен метод окончательной обработки пружин шлифованием, обеспечивающий высокую точность и производительность без изменения физико-механических свойств поверхностного слоя, что способствует повышению надежности работы механизмов автомобиля, содержащих пружины

Список литературных источников

1. Остроумов В.П. Производство винтовых цилиндрических пружин. М.: Машиностроение, 1970. – 169с.
2. Иванов Ю.И., Носов Н.В. Эффективность и качество обработки инструментами на гибкой основе. – М.: Машиностроение, 1985. – 88с., ил.
3. Шияев С.А., Аллаяров С.Р., Меджитов Т.Р. Технологические методы повышения качества пружин, применяемых в автотранспорте. // Сборник научных трудов Ижевского государственного технического университета. – 2010. – №43. – С 75–83.
4. Кальченко В.В. Підвищення ефективності двостороннього шліфування торців циліндричних деталей орієнтованими абразивними кругами: Дис. канд. техн. наук: 05.03.01 – Харків, 1998. – 203с.
5. Венжега В.І. Підвищення ефективності шліфування торців при схрещених осях деталі та круга з калібрувальною ділянкою: Дис. канд. техн. наук: 05.03.01 –

Харків,

2009.–

214с.

УДК 621.923.42

Г. А. Веремей, аспирант

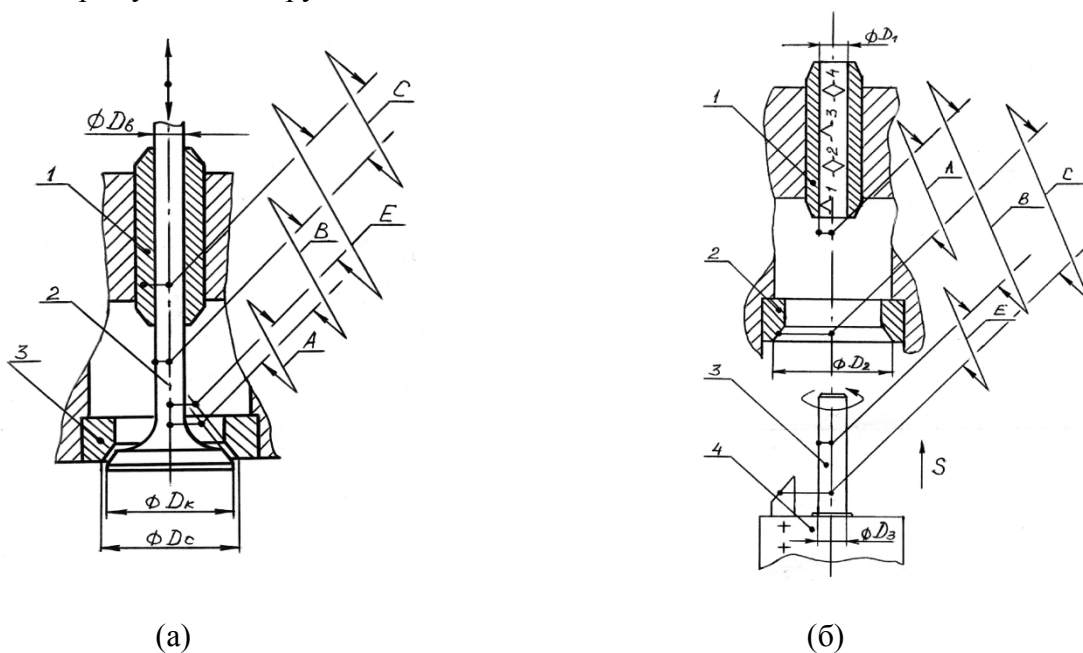
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДОСТИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА В ПРОЦЕССАХ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЕДЛА КЛАПАНА

Черниговский национальный технологический университет

Рассмотрены технологические методы достижения точности формообразования рабочих поверхностей седла клапана газораспределительных механизмов при восстановительных ремонтах головок в двигателях внутреннего сгорания. Предложена и описана схема лезвийной обработки седла клапана методом копирования с использованием приспособления «плавающего» типа.

Постановка задачи

В области металлообработки достижение качества формообразования и относительного расположения точных объёмных поверхностей является актуальным вопросом и не просто решаемой технологической задачей. Решается данная проблема за счёт применения современных технологических процессов, приспособлений, оснастки и режущего инструмента.



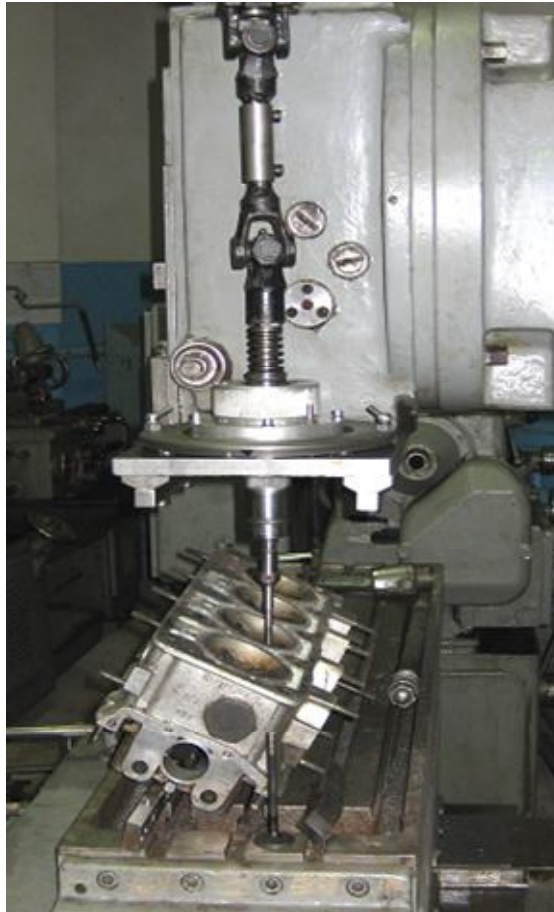
1 – направляющая втулка, 2 – клапан,
3 – седло клапана

1 – направляющая втулка, 2 – седло клапана
3 – пилот, 4 – режущий инструмент

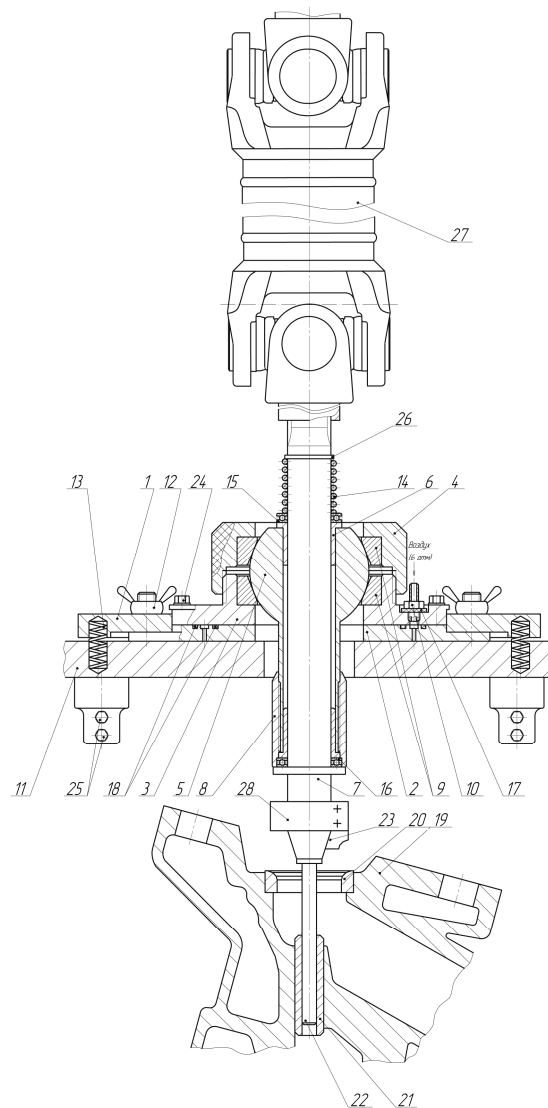
Рисунок 1 - Параметры точности: а) сопряжения поверхностей «втулка-клапан-седло»; б) в схеме обработки по направляющему пилоту

В газораспределительных механизмах (ГРМ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) качество сопряжения «клапан-седло» формируется следующими параметрами точности: концентричностью поверхностей D_K и D_C и их соосностью (параметр А) (рисунок 1, а). В свою очередь, параметр А формируется следующими: соосностью тарелки клапана и его стержня (параметр В), соосностью стержня клапана и цилиндрического отверстия D_6 (параметр С), соосностью фаски седла D_C и отверстия D_6 (параметр Е).

При обработке рабочих поверхностей седла клапана при восстановительных ремонтах в условиях ремонтного производства применяются, как правило, ручные шлифовальные машинки, а также ручные приспособления и лезвийные инструменты в виде фрез или зенковок [1]. При этом технологический процесс выполняется по схеме (рисунок 1, б) и состоит из двух основных операций - базирования пилота 3 по отверстию D_1 направляющей втулки 1 и, непосредственно, операции формообразования рабочей поверхности седла клапана D_2 . Качество обработки при этом формируется параметрами точности: A, B, C, E .



(а)



(б)

1 – планшайба, 2 – база подушки, 3 – корпус подушки, 4 – гайка накидная, 5 – опора шаровая, 6 – подшипник скольжения, 7 – вал, 8 – гайка подачи, 9 – подшипник радиальный, 10 – штуцер пневматический, 11 – платформа несущая, 12 – фиксатор винтовой, 13 – пружина, 14 – пружина, 15 – подшипник радиальный, 16 – подшипник радиальный, 17 – уплотнение, 18 – уплотнение, 19 – головка блока двигателя, 20 – седло клапана, 21 – направляющая втулка клапана, 22 – направляющий пилот, 23 – режущий инструмент, 24 – шайба, 25 – болты монтажные, 26 – шайба, 27 – карданный вал, 28 – резцедержатель.

Рисунок 2 – Общий вид (а) и конструкция (б) приспособления для обработки сёдел клапанов

Как показали практические исследования, обработанные вручную поверхности седла клапана с использованием переносных приспособлений по параметрам качества зачастую не удовлетворяют конструкторским требованиям и с переменной вероятностью могут гарантировать качество обработки [2]. Причиной тому является отсутствие жёсткости системы «станок-приспособление-инструмент-деталь» (СПИД), деформации пилота при базировании и обработке, а также неравномерность и непостоянство прикладываемых режущих усилий.

Альтернативным решением данной проблемы в ремонтном производстве может быть «плавающая» конструкция универсального приспособления, в котором базирование режущего инструмента осуществляется с помощью воздушной подушки от пневматического привода (рис. 2).

Преимущества предложенного оборудования по сравнению с традиционными перечисленными выше:

1) данное приспособление работает в системе СПИД (станок, приспособление, инструмент, деталь) и может быть монтировано на любом металлорежущем станке, имеющим перемещение рабочих элементов по четырём координатами (три - прямолинейных движения и одно вращательное), что значительно повышает точность обработки за счет использования жесткой конструкции и отсутствия переменных усилий резания при обработке рабочих поверхностей седла клапана;

2) точность изготовления режущего инструмента позволяет отказаться от финишного притирки рабочих поверхностей седла и его клапана, сокращает количество операций технологического процесса обработки;

3) приспособление исключает ручное вмешательство в процесс резания и повышает степень механизации процесса;

4) данная конструкция приспособления исключает необходимость совмещения его системы координат с системой координат станка, так как относительные движения во время базирования и обработки выполняются изменением положения исполнительных поверхностей элементов самого приспособления. При этом совмещение системы координат режущего инструмента и заготовки происходит за счет автоматического базирования приспособления с конструкторской погрешностью в пределах расчетных предельных отклонений.

Выводы

Разработанная и предложенная конструкция приспособления с плавающей подушкой позволяет обеспечить качество обработки, снизить трудоёмкость и увеличить степень механизации технологического процесса обработки сёдел клапанов в ремонтном производстве.

Список литературы

1. В.В. Кальченко, Г.А. Веремей Исследование формообразования поверхностей контакта «клапан – седло» газораспределительного механизма в двигателе внутреннего сгорания // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: Збірник – Чернігів : ЧДТУ, 2010, №42. – С.66-73

2. Технологічні методи забезпечення якості з'єднання «клапан-сідло» газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння / В.І. Кальченко, В.В. Кальченко, Г.О. Веремей // Вісник Севастопольського національного технічного університету: Збірник – Севастополь : СевНТУ, 2011, №121. – С.18-21

УДК 621:658

Веселовська Н. Р. д.т.н., професор
Зелінська О.В.

СУЧАСНИЙ СТАН ВЕРСТАТНИХ КОМПЛЕКСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ АПК

Вінницький національний аграрний університет, wnatalia@mail.ru

Механообробне обладнання є одним з головних чинників, що визначають розвиток народного господарства країни. Ефективність його використання безпосередньо впливає на виробництво нових машин для всіх галузей промисловості, сільського господарства тощо, а це характеризує рівень життя суспільства. В даний час жодна країна не виробляє всієї потрібної номенклатури обладнання, спеціалізуючись лише на деяких його типах. Проте рівень розвитку сучасного виробництва вимагає використання практично всієї номенклатури механообробного та супутнього допоміжного обладнання. Тому ознайомлення з тенденціями розвитку і функціональними можливостями верстатів не лише викликає інтерес, але й є необхідним при розробці і виготовленні сучасних машин.

Ключові слова: верстат, верстатний комплекс, технологічне устаткування, виробничий процес, класифікація, ефективність.

Вступ. Рівень розвитку сучасного виробництва вимагає використання практично всієї номенклатури механообробного та супутнього допоміжного обладнання. Тому ознайомлення з тенденціями розвитку і функціональними можливостями верстатів не лише викликає інтерес, але й є необхідним при розробці і виготовленні сучасних машин.

Основна частина. Сучасний верстат на 50...70 % складається з таких комплектуючих: пристосування, що забезпечують використання верстатів для конкретного виробництва; системи керування разом з відповідним комп'ютерним обладнанням.

Вдосконалення верстатів направлене на раціоналізацію та інтенсифікацію виробництва. Конструкції сучасних верстатів повинні задовольняти якісно нові потреби промисловості – забезпечення високої продуктивності й економічності роботи в межах вимог екології та охорони довкілля. У відповідних дослідженнях [1, 5, 8] автори відзначають високий технічний рівень металорізальних верстатів у порівнянні з іншими технологічними машинами і передбачають їх подальший розвиток за рахунок: підвищення швидкості різання до рівня, максимально допустимого з точки зору безпеки роботи верстата (згідно з європейськими нормами такі швидкості не перевищують 1000 м/хв., а досягнута на даний час швидкість до 100000 м/хв. забезпечує процес, який отримав назву «обробка з надвисокими швидкостями»; обробки променем лазера, що використовується як інструмент; обробки без використання технологічних засобів, що є одним з основних джерел забруднення довкілля; забезпечення точності обробки деталей із загартованих сталей на верстатах, що дозволяють уникнути виключити дорогого та екологічно небезпечного процесу шліфування; підвищення продуктивності і надійності верстатів, що може бути забезпечене двома способами.

Перший з них базується на скороченні кількості дій, пов'язаних з налагодженням і ремонтом верстата шляхом використання перевірених технічних рішень при проектуванні деталей та вузлів верстата з нових високоміцних конструкційних матеріалів, що зумовлюють їх високу зносостійкість. Другий спосіб — оснащення верстата датчиками і системами спостереження, діагностування та моніторингу, які розпізнають відхилення в роботі і сигналізують про це перш, ніж настане відмова верстата. Такі системи можуть бути використані також при ремонті верстата.

Нові покоління верстатів завжди з'являються як наслідок вирішення актуальних проблем суспільного виробництва і передбачають пристосованість верстата до людини. Магістральним напрямком розвитку конструкцій є широка автоматизація виробництва, комплексні технології та широке використання інформаційних технологій. Більшість обладнання, що випускається, пристосована для роботи у складі автоматизованих ділянок, цехів. Досить часто автоматизовані виробництва інтегруються з інформаційними системами підприємств, що дозволяє верстатам виконувати безліч таких нових функцій, як діагностування стану інструменту та верстата тощо.

Сучасні верстатні комплекси можна розглядати як сукупність систем верстата (або верстатів), засобів керування та технологічного забезпечення. Кожна з них відповідає своєму функціональному призначенню, має свою структуру. Структура цих систем може бути подана у вигляді відповідної класифікації за відомими ознаками. Система верстата розглядається за ознаками «технологічне призначення та клас точності», «ступінь автоматизації» та «ступінь спеціалізації».

В класифікації пропонується розширення змістовних ознак ступеня автоматизації за рахунок додаткового поняття «мехатронні». Детальний розгляд цих ознак відомий, тому їх складові наведені блоками. Що стосується ознаки «ступінь спеціалізації», то її складову - «широкого призначення» пропонується розглядати більш детально за складовими «агрегатні верстати – оброблювальні центри - багатокоординатні верстати». Це, в першу чергу, викликано тим, що складова відповідає напрямку досліджень – розширенню функціональних можливостей верстатних комплексів, а багатокоординатні верстати є найбільш сучасним механооброблювальним обладнанням. В складову ознаку «багатокоординатні» верстати запропоновано ввести верстати «з паралельною кінематикою» поряд з «фрезерними» та «токарно-фрезерними», або інтегрованими.

Підвищення ефективності механічного обладнання потребує пошуку шляхів і методів вдосконалення механізмів. Одним із перспективних напрямків розвитку машинобудування є розробка механізмів нетрадиційної компоновки із паралельними кінематичними зв'язками [1, 5]. Для розширення функціональних можливостей верстатних комплексів в останні роки застосовують верстати з паралельною кінематикою, наприклад, триподи, гексаподи, гексаглайди [1].

Удосконалені сучасні верстатні комплекси із традиційною та паралельною кінематикою широко застосовуються в авіакосмічній, автомобільній, кораблебудівній та інших машинобудівних галузях промисловості.

Висновки. Отже, як показує світовий досвід, основною тенденцією розвитку машинобудівних виробництв є створення й впровадження верстатних комплексів у вигляді гнучких виробничих модулів з автоматизованою системою керування та гнучких виробничих осередків. Запропонована класифікація цих сучасних верстатних комплексів з якісно новим рівнем технічного оснащення та організації виробничих процесів. Ефективність використання верстатних комплексів значною мірою визначається функціональним призначенням системи керування обладнанням, яка приймається як базова для основного технологічного обладнання.

Список літератури.

1. *Агрегатно-модульне технологічне обладнання* : в 3-х ч. [кол. авторів під ред. Ю. М. Кузнєцова]. – Кіровоград : Імекс ЛТД, 2004. - I ч. - 442 с; II ч. - 286 с; III ч. - 507 с.
2. *Базров Б. М.* Основы технологии машиностроения / Б. М. Базров. - М.: Машиностроение, 2007. - 736 с.
3. *Веселовська Н. Р.* Перспективи розвитку гнучких комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем / Н. Р. Веселовська, В. Б. Струтинський, О. В. Зелінська //“Наукові нотатки”: Міжвузівський збірник (за напрямом “Інженерна механіка”), Луцьк: Луцький державний технічний університет.-2009. - Випуск № 25, частина 1.- С.53-64.
4. *Орлов А. И.* Теория принятия решений: [учебное пособие] / А. И. Орлов. – М.: „Март”, 2004. – 656 с.
5. *Павленко І.І.* Промислові роботи:основи розрахунку та проектування/ І. І. Павленко. Кіровоград : КНТУ, 2007. – 420с.
6. *Пуховский Е. С.* Технологические основы гибкого автоматизированного производства / Пуховский Е. С. - К.: Выща школа, 1989. - 240 с.
7. *Схиртладзе А. Г.* Металлорежущие станки с программным управлением и подготовка программ / А. Г. Схиртладзе , В. И. Соколов. - Харьков.: ХПИ,1992. - 255 с.
8. *Шарин Ю. С.* Станки с числовым управлением. М.: Машиностроение, 1976. 149 с.
9. *Шнур Г.Н., Краузе Ф. Л.* Автоматизированное проектирование в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1988. - 648 с.

УДК 004.021:621.01.001.2

С.Г. Бондаренко, канд. техн. наук
О.М. Чередніков, канд. техн. наук
О.О. Борисов, асистент,
М.І. Гойко, студент

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІННОГО ДИСБАЛАНСУ КАРДАННИХ ПЕРЕДАЧ

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

Розглянуто розрахунок розмірних ланцюгів з векторними похибками, наведено результати зменшення плаваючого дисбалансу за рахунок усунення ланок зазорів у шарнірах карданних передач шляхом зачеканення підшипників.

Ключові слова: розмірні ланцюги, ланки зазори.

Вступ.

Продукція автомобілебудування характеризується частою зміною моделей, виробів, що викликає необхідність постійного проведення науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт

Змінний дисбаланс – векторна величина, що дорівнює добутку незрівноваженої маси на її ексцентриситет, який постійно змінює своє значення за рахунок постійного переміщення центра ваги відносно осі обертання [1].

В загальному змінний дисбаланс передачі складається з дисбалансу шарнірних та шліцевого з'єднань, тому можна записати:

$$d = 1.2 \sqrt{(e_1 m_1)^2 + (e_2 m_2)^2 + (e_3 m_3)^2},$$

де d - загальний змінний дисбаланс карданної передачі;

$e_1 m_1, e_3 m_3$ - змінний дисбаланс лівого та правого шарнірних з'єднань відповідно;

e_1, e_3 - ексцентриситети лівого та правого шарнірних з'єднань відповідно;

m_1, m_3 - маси лівого та правого шарнірних з'єднань відповідно;

$e_2 m_2$ - дисбаланс шліцевого з'єднання;

e_2 - ексцентриситет шліцевого з'єднання;

m_2 - маса шліцевого з'єднання.

Змінний дисбаланс в шарнірних з'єднаннях залежить від зміщень, спричинених зазорами в з'єднанні, а також зміщеннями внаслідок дії робочих сил та моментів, тому можна записати:

$$e_1 m_1 = 1.2 \sqrt{(e_1^{ZOX} m_1)^2 + (e_1^{YOX} m_1)^2 + (e_1^F m_1)^2};$$

$$e_3 m_3 = 1.2 \sqrt{(e_3^{ZOX} m_3)^2 + (e_3^{YOX} m_3)^2 + (e_3^F m_3)^2},$$

де e_1^{ZOX}, e_3^{ZOX} - ексцентриситети лівого та правого шарнірних з'єднань в площині ZOX відповідно;

e_1^{YOX}, e_3^{YOX} - ексцентриситети лівого та правого шарнірних з'єднань в площині YOX відповідно;

e_1^F, e_3^F - ексцентриситети лівого та правого шарнірних з'єднань відповідно внаслідок дії робочих сил та моментів.

Ексцентриситети шарнірних з'єднань в площинах визначаються як допуски замикаючих ланок відповідних розмірних ланцюгів.

Рівняння ексцентриситету шліцевого з'єднання можна записати у вигляді:

$$e_2 = 1.2 \sqrt{(e_2')^2 + (e_2^F)^2}.$$

Тому змінний дисбаланс карданної передачі можна записати у вигляді системи рівнянь:

$$\begin{cases} d = 1.2\sqrt{(e_1 m_1)^2 + (e_2 m_2)^2 + (e_3 m_3)^2}; \\ e_1 m_1 = 1.2\sqrt{(e_1^{ZOX} m_1)^2 + (e_1^{YOX} m_1)^2 + (e_1^F m_1)^2}; \\ e_2 = 1.2\sqrt{(e_2')^2 + (e_2^F)^2}; \\ e_3 m_3 = 1.2\sqrt{(e_3^{ZOX} m_3)^2 + (e_3^{YOX} m_3)^2 + (e_3^F m_3)^2}; \end{cases}$$

Таким чином видно, що змінний дисбаланс залежить від ексцентриситетів та мас шарнірних та шліцевого з'єднань.

Експериментальні дослідження. Для дослідження залежності змінного дисбалансу від ексцентриситетів та мас з'єднань необхідно провести планований експеримент. З математичного виразу змінного дисбалансу видно, що на величину змінного дисбалансу впливають такі фактори (таблиця).

Рівні варіювання досліджуваних факторів	Кодовані значення рівнів факторів	Досліджувані фактори					
		Ліве шарнірне з'єднання		Шліцеве з'єднання		Праве шарнірне з'єднання	
		Ексцентриситет	Маса	Ексцентриситет	Маса	Ексцентриситет	Маса
		X'_1 , мм	X'_2 , кг	X'_3 , мм	X'_4 , кг	X'_5 , мм	X'_6 , кг
Зоряна точка $+\alpha$	+2,828	0,55	2,097	0.92	6,167	0,55	2,097
Верхній рівень $X'_{i \max}$	+1	0,375	2,0834	0.6695	6,089	0,375	2,0834
Нульовий рівень X'_{i0}	0	0,28	2,076	0.5325	6,047	0,28	2,076
Нижній рівень $X'_{i \min}$	-1	0,185	2,0686	0.3955	6,005	0,185	2,0686
Зоряна точка $-\alpha$	-2,828	0,01	2,055	0.145	5,927	0,01	2,055
Інтервали варіювання ΔX_i	1	0,27	0,021	0.3875	0,12	0,27	0,021

Складаємо матрицю ротатбельного центрального композиційного плану. В матриці планування кількість дослідів у ядрі плану складає $n_{\alpha}=64$, кількість зоряних точок $n_{\alpha}=12$ та кількість дослідів в нульовій точці $n_0=1$, оскільки, не проводиться натурного експерименту, а параметр оптимізації визначається машинним експериментом.

Для визначення рівня значущості кожного фактора скористаємось програмним продуктом Statistica, вихідними даними для якого слугує матриця плану.

Після проведення розрахунків отримуємо діаграму Парето значущості коефіцієнтів (рисунок 1). За діаграмою встановлюємо, що значущими є фактори X_1 (ексцентриситет лівого шарнірного з'єднання), X_3 (ексцентриситет шліцевого з'єднання), X_4 (маса шліцевого з'єднання), X_5 (ексцентриситет правого шарнірного

з'єднання), взаємодії: X_1X_5 , X_3X_4 , а також квадрати: X_1^2, X_3^2, X_5^2 , оскільки більше рівня значущості $p=0,05$.

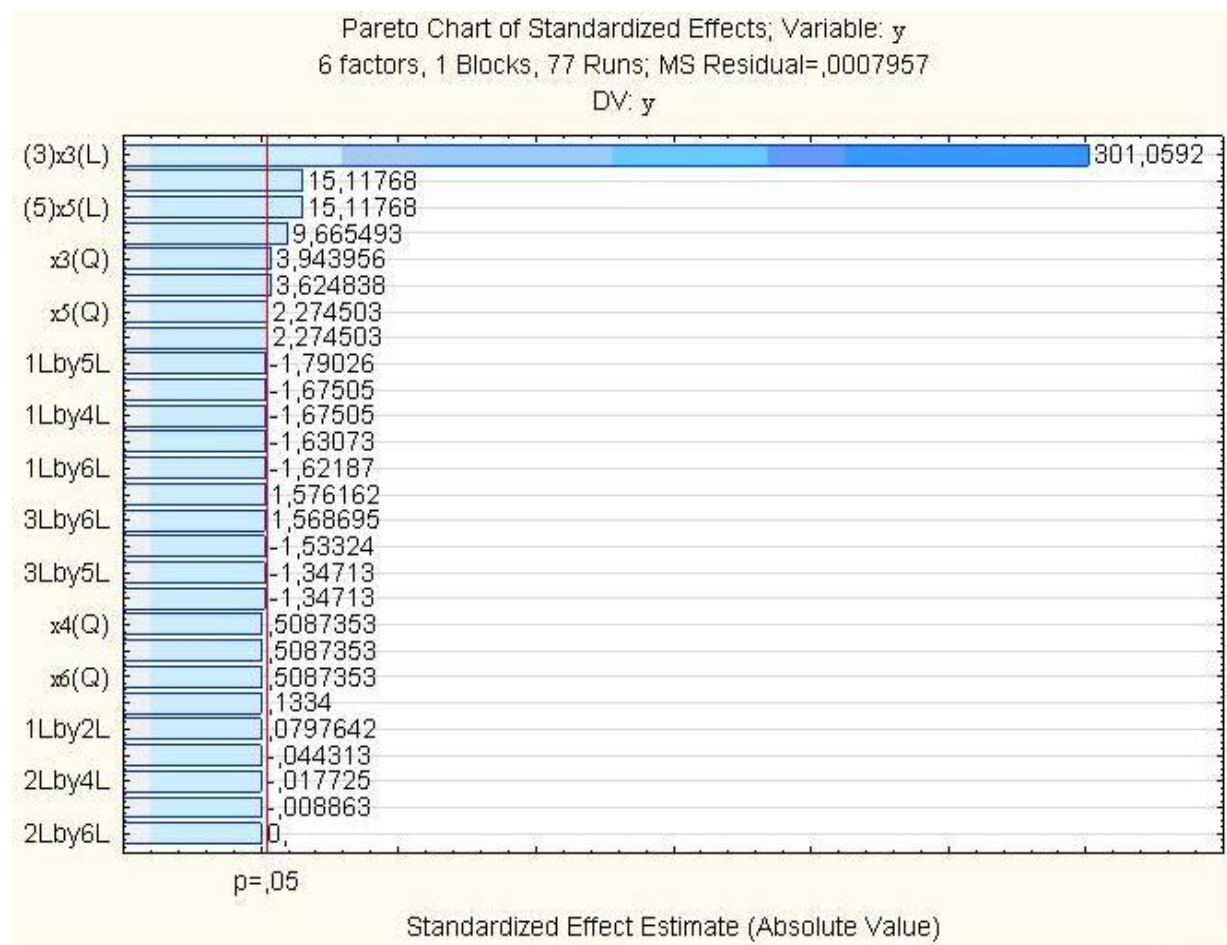


Рис. 1. Діаграма Парето значущості коефіцієнтів

Таким чином рівняння регресії має вигляд:

$$y = 3.96686 + 0.04768X_1 + 0.94949X_3 + 0.30484X_4 + 0.04768X_5 - 0.00631X_1X_5 + 0.01278X_3X_4 + 0.00886X_1^2 + 0.01536X_3^2 + 0.00886X_5^2$$

Оскільки парні взаємодії та квадрати значущі, то маємо рівняння другого порядку. Аналіз коефіцієнтів рівняння регресії показує, що зі збільшенням ексцентриситету в шліцьовому з'єднанні (X_3), шарнірних з'єднаннях (X_1 , X_5), а також маси шліцьового з'єднання (X_4) значення змінного дисбалансу збільшується.

Найбільший вплив на параметр оптимізації має ексцентриситет шліцьового з'єднання, оскільки має найбільший коефіцієнт ($b_3=0,94949$).

Найменший вплив здійснюють квадрати ексцентриситетів шарнірних з'єднань (X_1^2, X_5^2). Фактори X_1 та X_5 мають однаковий вплив на параметр оптимізації, оскільки мають однакові коефіцієнти.

Аналізуючи ефекти взаємодії, бачимо, що при одночасному збільшенні X_3 (ексцентриситету в шліцьовому з'єднанні) та X_4 (маси шліцьового з'єднання), значення змінного дисбалансу зростає. Оскільки ефект взаємодії ексцентриситетів лівого та правого шарнірних з'єднань X_1X_5 має від'ємний знак, то для збільшення значення змінного дисбалансу ці фактори повинні одночасно змінюватись в різних напрямках.

Квадрати факторів X_1 , X_3 , X_5 мають додатні знаки коефіцієнтів, тому не залежно від рівня на якому вони знаходяться квадратичний ефект збільшує параметр оптимізації.

Побудова математичної моделі змінного дисбалансу

Проаналізувавши дані, отримані в результаті планованого експерименту, з рівняння регресії визначено, що найбільший вплив на параметр оптимізації мають фактори X_3 та X_4 , оскільки мають найбільші значення коефіцієнтів: 0,94949 та 0,30484 відповідно. Найменший вплив на параметр оптимізації здійснює взаємодія факторів X_1X_5 , оскільки має коефіцієнт -0,00631.

Ексцентриситет шліцевого з'єднання можливо зменшити усунувши його переки. Параметри шарнірних та шліцевого з'єднань, які впливають на змінний дисбаланс представлені на рисунку 2.

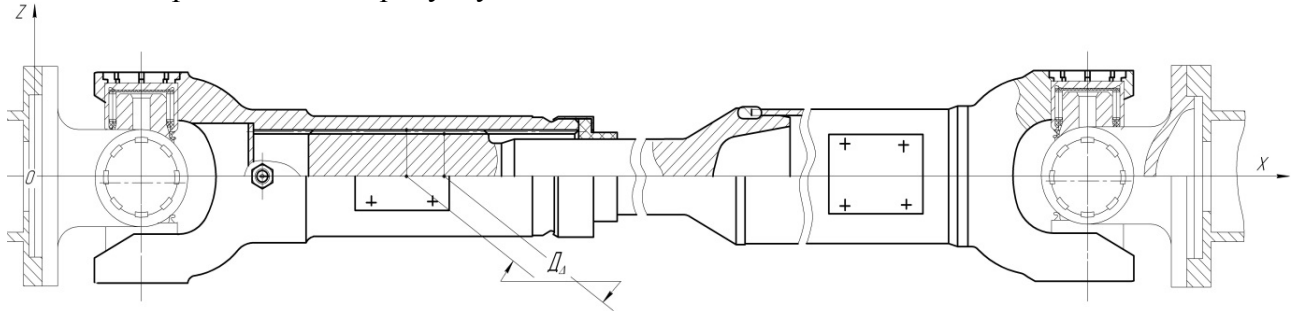


Рис. 2. Параметри шліцевого з'єднання, які впливають на змінний дисбаланс.

Оскільки актуальним є питання розгляду високошвидкісних карданних передач, то доцільно оцінити значення відцентрової сили, що визначається з конструктивних та експлуатаційних параметрів:

$$F_y = d \cdot \omega^2,$$

де d – дисбаланс карданної передачі, кг·м;

ω – кутова швидкість передачі, рад/с.

Високошвидкісні карданні передачі мають кутову швидкість понад 2000 об/хв, для прикладу порівняємо значення відцентрової сили при $\omega = 3000$ об/хв.:

$$F_y^{\max} = d_{\max} \cdot \omega^2 = 7.08 \cdot 10^{-3} \cdot 300^2 = 637 \text{ Н};$$

$$F_y^{\min} = d_{\min} \cdot \omega^2 = 1.2 \cdot 10^{-3} \cdot 300^2 = 108 \text{ Н}.$$

Отже, виходячи з проведених досліджень за допомогою математичної моделі відцентрову силу при цьому можна зменшити на 17%.

Висновки

Таким чином, визначено кількісні показники необхідного зменшення змінного дисбалансу. дає змогу збільшити частоту обертання карданного валу, тобто збільшити комфортність та надійність роботи карданної передачі на підвищеній швидкості руху автомобіля.

Література

1. Бондаренко С.Г. Розмірний аналіз автомобільних карданних передач/ Бондаренко С.Г. Борисов О.О., Чередніков О.М. // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – Чернігів: ЧДТУ. – 2012. - №4(61). - С. 86-91.
2. Душинський В.В. Основи наукових досліджень. Теорія та практикум з програмним забезпеченням: Навч. посібник – К.: НТУУ «КПІ», 1998. – 408 с.

УДК 621.229.323.2.771.5

О.В.Даниленко, к.т.н., С.О.Даниленко

ВИБІР ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ІНСТРУМЕНТУ

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут“,
Механіко-машинобудівний інститут, кафедра „Конструювання верстатів і машин“,
kvm@kpi.ua

Розглянуто аспекти аналізу сигналів для розробки систем моніторингу стану процесу; розроблено MATLAB програму для пост-обробки сигналів, записаних в середовищі LabVIEW, та селекції їх характеристик на базі коефіцієнтів кореляції з експериментальними вимірами; продемонстровано роботу алгоритму на прикладі процесу фрезерування фрезами малого діаметру.

В умовах глобальної конкуренції сучасні промислові підприємства змушені весь час рахуватися зі зростаючими вимогами щодо якості продуктів і їх різноманітності. Виробничі цикли повинні бути якомога коротшими, а витрати – мінімальними.

Втрати часу через різні перебої у виробництві можуть становити значну частину експлуатаційного часу верстата. Постійний моніторинг процесу дозволяє уникнути багатьох перебоїв і забезпечити якомога безперебійний виробничий цикл та необхідну якість продукції, а також зменшити час простою верстата [1].

Основна мета моніторингу процесу є не тільки виявити несправний стан, але й уникнути появи цього стану за допомогою регулювання параметрів процесу. Система повинна також бути здатною до саморегулювання за різних умов обробки і, по можливості, функціонувати з мінімальним втручанням з боку оператора.

Один з актуальних напрямків моніторингу є моніторинг зносу інструменту. Знос інструменту є найбільш важливим фактором, що впливає на якість поверхні безпосередньо і є одним з багатьох небажаних параметрів в процесі оптимізації виробництва. На сьогодні зміна інструменту проводиться здебільшого на основі консервативного прогнозу терміну служби інструменту. В результаті виробничий час використовується не оптимально, оскільки зміна інструменту проводиться, не приймаючи до уваги весь термін служби інструменту [2]. Успішний моніторинг стану інструменту може заощадити до 40% витрат на обробку [3], а також позитивно вплинути на якість виготовлюваної продукції.

Структура типової системи моніторингу процесу обробки наведена на рисунку 1. Система працює за наступним принципом: є кілька змінних процесу, такі як сили різання, вібрації, шум, температура, стан поверхні і т. д., які прямо або опосередковано залежать від стану інструменту та процесу видалення матеріалу з поверхні оброблюваної заготовки. Ці змінні можуть бути виміряні шляхом застосування відповідних датчиків. Сигнали, вимірювані датчиками піддаються аналоговій, а потім цифровій обробці, з метою згенерувати характеристики сигналу, які в певній мірі корелюють зі станом досліджуваного явища. Отримані характеристики використовуються в алгоритмі моніторингу для прийняття рішення про стан системи [1].

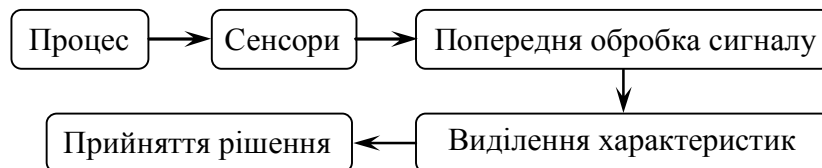


Рис. 1: Принципова схема моніторингу та контролю стану процесу

У цій роботі в першу чергу розглядається знос фрез малого діаметру і його моніторинг. Визначення ступеню зношення фрез малого діаметру складає певні складнощі. Оскільки інструмент досить малий і ступінь зношування повільно змінюється у часі, він

вносить не значні зміни до сигналу процесу, що ускладнює його моніторинг. Не менш істотно на якість сигналу впливає також перебігний характер обробки і постійно змінювані умови різання. Використання декількох джерел сигналів підвищує надійність системи, але водночас ускладнює аналіз сигналів на стадії розробки системи, через великий обсяг даних.

Метою аналізу сигналів є виявлення певної частини сигналу, яка показує найкращу кореляцію з досліджуваним явищем (наприклад, зносом інструменту). Для цього необхідно певним чином трансформувати сигнали датчиків. Отримані нові сигнали потім можуть бути додатково перетворені, щоб врешті решт отримати певне значення (характеристику), яке може описати досліджуваний процес. Оскільки не можливо наперед знати, як саме сигнал повинен бути змінений, щоб отримати шукане значення, необхідно емпірично розглядати багато різних варіантів, перш ніж буде знайдено необхідний алгоритм обробки сигналу.

В цій роботі пропонується використовувати статистичні методи для оцінки сили зв'язку характеристик сигналів з оптично замірним зносом фрези. Для цього використовувалися коефіцієнти:

Коефіцієнт кореляції Пірсона:

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_i (y_i - \bar{y})^2}}$$

де x – характеристика сигналу і y – значення з яким порівнюють; $\bar{x}$ та $\bar{y}$ відповідно середні значення x та y .

Коефіцієнт детермінації [4]:

$$R^2 = \frac{SS_{reg}}{SS_{tot}} = \frac{SS_{tot} - SS_{res}}{SS_{tot}} = \frac{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 - \sum_i (y_i - f_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}$$

де y_i – реально виміряна величина; f_i – відповідна змодельована величина y_i ; SS_{tot} – варіація y ; SS_{res} – сума квадратів залишків регресії та SS_{reg} – варіація регресії.

Оцінка інтенсивності зміни сигналу у часі визначається за коефіцієнтом [5] (чим більша величина – тим краще):

$$SOF = \left| \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{(\sigma_1 - \sigma_2)/2} \right|$$

де $\bar{x}_1$ та σ_1 – середнє значення та стандартне відхилення сигналу нового інструменту, а $\bar{x}_2$ та σ_2 відповідно для зношеного.

Для дослідів використовувались сигнали 3-х одноосних акселерометрів (PCB M352A60, позначення у програмі: Acc_X, Acc_Y, Acc_Z), сенсору акустичної емісії (Kistler 8152B121, позначення: KistlerAE) та платформи-динамометра (Kistler 9257B, позначення: Kistler9257B_X, Kistler9257B_Y, Kistler9257B_Z). Запис сигналів відбувався за допомогою двох синхронізованих між собою комп'ютерів та ПЗ LabVIEW.

Для аналізу даних датчиків була розроблена програма в MATLAB. Ця програма має свій власний графічний інтерфейс і дозволяє фільтрувати та трансформувати сигнали, розраховувати їх характеристики і переглядати результати в інтерактивному режимі або зберігати їх у вигляді зображень, відео та MATLAB *.fig файлів. Програма може бути легко розширена додатковим функціоналом (наприклад плагіном для аналізу характеристик сигналів), можлива симуляція системи контролю стану процесу та інше.

Аналізувалися наступні характеристики сигналів: максимум (max), мінімум (min), середня величина (mean), медіана (median), розмах (range), середнє квадратичне (rms),

стандартне відхилення (std), коефіцієнт ексцесу (kurtosis), коефіцієнт асиметрії (skewness), коефіцієнт форми (CrestFactor). Використовувалися дані зносу двох фрез при різних режимах різання та відповідні сигнали сенсорів, записані під час обробки. Отримані дані сенсорів були піддані кільком варіантам пост-обробки. Після серії експериментів для кожного сенсора було виділено ряд характеристик, які показували високу кореляцію з оптично виміряним зносом інструменту (рис. 2 та 3).

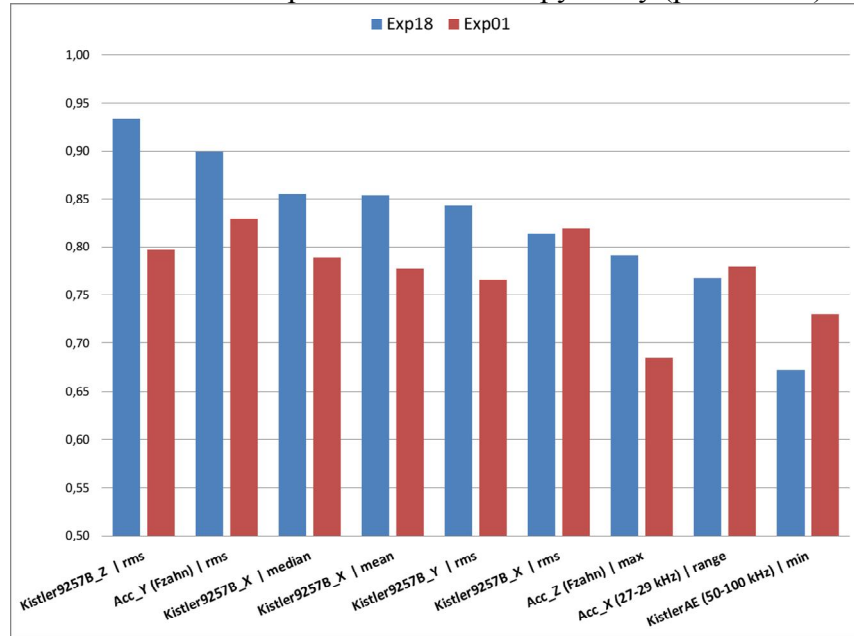


Рис. 2: Коефіцієнти детермінації обраних характеристик сигналу

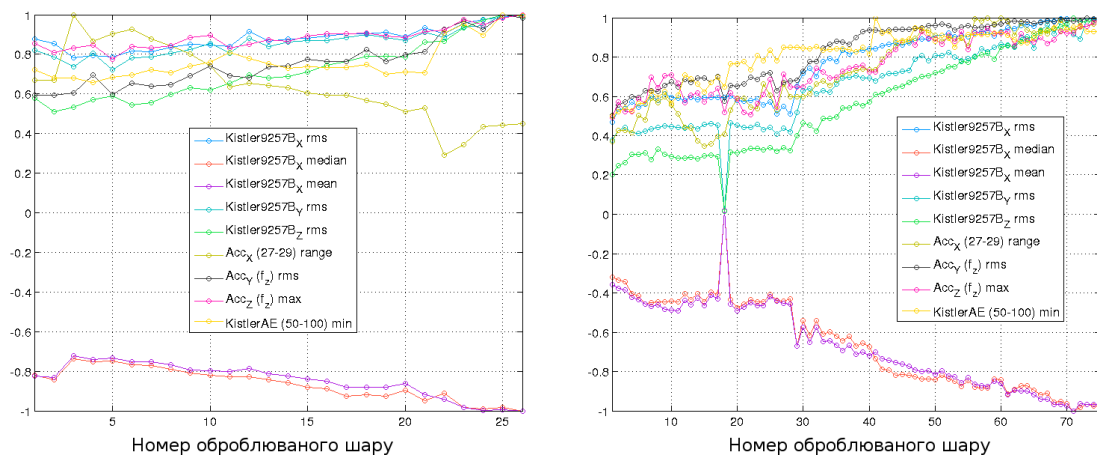


Рис. 3: Нормалізовані тренди обраних характеристик різних експериментів Exp18 та Exp01

Отримані таким чином дані можуть використовуватися як вхідні дані для алгоритмів моніторингу стану процесу на базі нейронних мереж.

Список літературних джерел

1. P. Kovac und I. Mankova, „A review of machining monitoring systems“, *Journal of Production*, Bd. 11, Nr. 1, pp. 8-13, 2011.
2. F. Alonso und D. Salgado, „Analysis of the structure of vibration signals for tool wear detection“, *Mechanical Systems and Signal Processing*, Bd. 22, Nr. 3, pp. 735-748, #apr# 2008.
3. C. Doukas, P. Stavropoulos, A. Papacharalampopoulos, P. Foteinopoulos, E. Vasiliadis und G. Chrysosolouris, „On the Estimation of Tool-wear for Milling Operations based on Multi- Sensorial Data“, *Procedia CIRP*, Bd. 8, pp. 415-420, #jan# 2013.
- 4 R. Teti, K. Jemielniak, G. O'Donnell und D. Dornfeld, „Advanced monitoring of machining operations“, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Bd. 59, Nr. 2, pp. 717-739, #jan# 2010.

5. C. Scheffer und P. Heyns, „An industrial tool wear monitoring system for interrupted turning“, *Mechanical Systems and Signal Processing*, Nr. 18, pp. 1219-1242, 2004.

УДК 681.5:621

О.Ю. Даниленко, ст. гр. МТМ-091

С.В. Бойко, канд.техн.наук.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ САМ-СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

Чернігівський національний технологічний університет

В сучасних умовах, при виготовленні деталей зі складними криволінійними поверхнями, важливим є отримання якісної продукції для забезпечення необхідних експлуатаційних характеристик, збільшення періоду експлуатації виробів та запобігання виникнення аварійних ситуацій.

Якщо раніше проектування та виготовлення складних криволінійних поверхонь знаходились на низькому рівні, через складність їх реалізації, а в деяких випадках і взагалі було неможливе, то на даний час, на етапі розвитку різноманітних автоматизованих систем, призначених для виконання задач, починаючи від проектування та закінчуючи виготовленням готової продукції, можливо забезпечити якісне виготовлення даних складних криволінійних поверхонь. Для реалізації цієї задачі доцільно використовувати сучасні CAD-системи (CAD – computeraideddesign (англ.) – САПР); САМ-системи (CAM – computeraidedmanufacturing (англ.) – автоматизоване виробництво) та CAE-системи (computeraidedengineering (англ.) – автоматизоване конструювання). Застосування CAD/CAM/CAE-систем дає можливість значно скоротити час на проектування деталей з криволінійними поверхнями, а також час на розробку керуючих програм для обробки деталей на верстатах з ЧПК.

Системний аналіз сучасних САМ-систем проводиться з метою виявлення найбільш оптимального програмного продукту для виготовлення деталей зі складними криволінійними поверхнями.

На сьогоднішній день основними САМ-системами, що мають модулі для проектування є такі: UnigraphicsNX (модуль NX CAM), SolidWorks (модуль CAMWorks), DelCAM (PowerMILL).

NX CAM - ключовий компонент системи технологічного проектування, яка також включає в себе засоби передачі інформації у виробництво і багато інших функцій.

Набір засобів для програмування верстатів з ЧПК дозволяє застосовувати NX CAM в найрізноманітніших галузях. NX CAM впроваджений і використовується в авіаційно-космічній та оборонній промисловості, автомобілебудуванні, машинобудуванні, виробництві споживчих товарів, медичного обладнання та багатьох інших галузях.

NX CAM поставляється і як окреме робоче місце для програмування обробки, і як САМ система, а також може включати систему управління технологічними даними і бібліотеками інструментів. NX CAM підтримує спільну роботу з додатками конструкторського проектування NX, утворюючи єдине рішення. NX CAM поставляється з трансляторами, вбудованими засобами візуалізації обробки, редактором постпроцесорів.

Виготовлення виробів зі складними криволінійними поверхнями вимагає відповідного програмного забезпечення для розрахунку керуючої програми для верстата з ЧПК. Залежно від складності деталі застосовується токарна обробка, фрезерна обробка на верстатах з трьома-п'ятьма керованими осями, токарно-фрезерна, електроерозійна обробка дротом. Система NX CAM володіє всіма можливостями для формування траєкторій інструменту для відповідних типів обробки.

NX CAM має широкий набір вбудованих засобів автоматизації – від майстрів і шаблонів до можливостей програмування обробки типових конструктивних елементів.

Генератор програм ЧПК включає в себе стратегії обробки, призначені для створення програм з мінімальною участю інженера.

Концепція майстер-моделі є базою, на якій будується розподіл даних між модулем проектування та іншими модулями NX, в тому числі і модулями CAM. Асоціативний зв'язок між вихідною параметричною моделлю і сформованої траєкторією інструменту робить процес оновлення траєкторії швидким і легким [1].

Модуль автоматизованої підготовки PowerMILL призначений для отримання програм управління для верстатів з ЧПК по представлених CAD-моделі та застосовується для обробки складних деталей ливарної оснастки. PowerMILL надає можливість отримувати готову програму управління чорнової, напівчистої та чистої механічної обробки. При цьому PowerMILL являється невимогливим до даних та повністю виключає появу зарізів навіть у випадку наявності розривів на поверхні моделі. Дана система надає можливість багатоосьової обробки з поворотом осей в координатах верстата за рахунок модуля PowerMILL 3+2 та 5-ти координатної обробки з врахуванням нормалей до поверхні за рахунок модуля PowerMILL 5 Axis. В якості моделі, що використовується для механообробки, в системі PowerMILL можуть використовуватись не тільки CAD-моделі з системи PowerSHAPE, а й твердотільні та поверхневі 3D-моделі, які можуть імпортуватись з різноманітних сучасних систем тривимірного моделювання.

Ефективні алгоритми розрахунку дозволяють швидко проаналізувати будь-які стратегії обробки виробу, вибрати оптимальну технологію, впевнитися в відсутності зарізів, візуалізувати процес обробки і тільки після цього приступати до реальної обробки на верстаті.

Запис макрокоманд при роботі, можливість редагування отриманих траєкторій руху інструмента та обмеження областей обробки по вибраній стратегії дозволяють значно зекономити машинний час при програмуванні обробки однотипних виробів.

Пакет дозволяє в автоматичному режимі вирішувати задачі по «зачищенню» кутів та «підчищенню» недопрацьованих областей інструментом меншого діаметра, вибрати стратегію обробки карманів, «зшивати» фрагменти в єдину траєкторію руху інструмента і т. ін. Це значно підвищує продуктивність роботи технолога.

До основних можливостей пакета PowerMILL відносяться:

- широкий та гнучкий набір чорнової, напівчистої та чистої обробки;
- висока швидкість розрахунку програм управління;
- потужний інструментарій для редагування програм управління;
- має ряд інтегрованих засобів для візуалізації та перевірки програм управління;
- підтримка високошвидкісного фрезерування;
- має можливість пошуку зон додаткового доопрацювання;
- можливість перевірки на зіткнення та автоматичного попередження зіткнень;
- імпорт твердотільних, поверхневих та фасетних моделей, а також каркасної геометрії в форматах: AutoCAD, STL, STEP, IGES, VDA, DXF;
- невимогливість до якості даних та можливість обробки без зарізів навіть при наявності розривів на поверхнях моделі.

Модуль CAMWorks дозволяє створювати програми фрезерної, токарної, токарно- фрезерної і дротяної ерозійної обробки. Підтримуються наступні типи верстатів:

- Фрезерні з одночасним управлінням двома - п'ятьма осями;

- Токарні одно- і двошпindelні, з одним або двома супортами, з програмно керованими допоміжними механізмами (задні бабки, люнети, уловлювачі деталей, і т.д.);

- Токарно-фрезерні одно- і двошпindelні, з одним або двома супортами, з програмно керованими допоміжними механізмами, з одночасним управлінням двома - п'ятьма осями;

- Ерозійні двох- і чотирьохосові [2].

Обробка ведеться безпосередньо в середовищі SolidWorks і безпосередньо по моделі SolidWorks.

У своїй роботі CAMWorks використовує інтелектуальну базу даних, що зберігає і надає користувачеві в міру необхідності саму різну технологічну інформацію. Насамперед це бібліотека інструменту, матеріалів і режимів різання і верстатів.

У CAMWorks використовується принцип поелементної обробки, що дозволяє логічно розбити деталь, що оброблюється на елементи різних типів як за кількістю осей, так і за типами топології призматичних елементів і для кожного елемента вибрати свою стратегію обробки. Всі виділені на деталі елементи представляються у вигляді Дерева Елементів, аналогічного Дереву Конструювання SolidWorks. Відповідно, всі операції обробки також представляються у вигляді Дерева Операцій з угрупованням останніх по виділених напрямках обробки. Модуль CAMWorks оснащений механізмом автоматичного розпізнавання призматичних елементів, таких як отвори, кишені, пази, виступи, в тому числі частково відкритих, з ухилами, з верхніми і нижніми скругленнями і фасками, а також багатоступеневих отворів. Розмірні параметри розпізнаних елементів можуть бути використані в правилах підбору інструменту і, при необхідності, для коригування глибин обробки порівняно з реальною геометрією елемента моделі.

CAMWorks пропонує весь необхідний спектр сервісних операцій, таких як угруповання оброблюваних елементів або операцій обробки, їх сортування як всередині кожного установи, так і з чергуванням установився в межах роботи одного взятого в магазині інструменту, перенумерація інструментів, висновки в текст програми задаються користувачем параметрів, завдання параметрів і висновки спеціальних сервісних операцій, таких як задіяння верстатних засобів і циклів вимірювання, і так далі. Мається редактор траєкторій інструменту [3].

Отже, зробивши огляд програмних продуктів, що застосовується виготовлення ливарної оснастки можна зробити висновок, що програмні продукти та PowerMILL практично ідеально підходить. Програмний продукт PowerMILL дозволяє швидко створювати якісні керуючі програми для обробки деталей, при чому внаслідок того, що програма розробляється на основі 3D-моделі створеної в PowerSHAPE, всі поверхні обробки, в тому числі й складні криволінійні поверхні, оброблюються на більш якісному рівні ніж це забезпечують інші програмні продукти.

Література:

1. NX CAM. Конструирование пресс-форм и литьевых форм [Електронний ресурс]. – Систем. вимоги: Pentium; 32 MbRAM; Windows 95, 98, 2000, XP; MSWord 97-2007. – Режим доступу до статті: <http://www.cadcam.lanit.ru/news/new3.html>
2. Программы. Delcam PowerMILL – пакет для подготовки высокоэффективных управляющих программ для фрезерных станков с ЧПУ [Електронний ресурс]. – Систем. вимоги: Pentium; 32 MbRAM; Windows 95, 98, 2000, XP; MSWord 97-2007. – Режим доступу до статті: <http://www.delcam.ru/products/powermill/powermill.htm>
3. Модуль CAMWorks [Електронний ресурс]. – Систем. вимоги: Pentium; 32 MbRAM; Windows 95, 98, 2000, XP; MSWord 97-2007. – Режим доступу до статті:

http://www.solidworks.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=35&Itemid=111

УДК 621.921

О.О. Наумова, інженер
О.В. Гнатенко, гол. металург,
В.В. Драгобецький, д.т.н., проф.,
О.Д. Коноваленко, к.т.н., доц.,

ТЕХНОЛОГІЯ ВИБУХОВОГО ЗМІЦНЕННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ ПІСЛЯ ПЕРВИННОГО СПІКАННЯ

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, vldrag@kdu.edu.ua
АТ «Мотор Січ» м. Запоріжжя, tb.ugmet@motorsich.com

Розглянуті технологічні схеми для компактування порошків з карбідів та кобальту. Показані шляхи підвищення механічних властивостей порошкових деталей. Приведені результати експериментальних досліджень по вибуховому компактуванню з порошкових заготовок, що випробувались після попереднього спікання. Надані результати механічних досліджень з металографії зразків після остаточного спікання. Значне підвищення механічних властивостей пов'язане з активацією процесу спікання та модифікуючим впливом ударних хвиль

Методами порошкової металургії можна виготовляти унікальні деталі з крихких матеріалів, що мають високі температури плавлення. Проте і цей метод має обмежене застосування, особливо у разі серійного виробництва виробів великих габаритів. Використання імпульсних джерел енергії у рамках порошкової металургії знімає ці обмеження.

Найбільш вагомою перевагою вибухової обробки порошкових матеріалів є висока густина отримуваних виробів і підвищена їх зносостійкість при низькій вартості устаткування і технологічного оснащення. Ці переваги забезпечують вибуховому пресуванню в країнах з високорозвиненою економікою широке застосування.

Одним з чинників, що визначає рівень зносостійкості твердого сплаву, є його густина. Підвищення густини матеріалу можна досягти шляхом його допресування після проведення процесу попереднього спікання.

Допресування твердосплавних заготовок звичайними методами, використовуваними в порошковій металургії, у даному випадку неприйнятне, оскільки матеріал до остаточного спікання характеризується високою крихкістю. Для ущільнення таких заготовок необхідно застосовувати спеціальні методи обробки, що забезпечують вплив на структуру сплаву в умовах інтенсивної пластичної деформації. Один з таких способів – обробка металів енергією вибуху.

Для дослідження властивостей твердосплавного інструменту (ВК8) передбачалося виготовлення зразків розміром $6,5 \times 6,5 \times 44$, які попередньо спікались в середовищі водню при температурі 870°C .

Зовнішній вигляд зразка для дослідження зображений на рис. 1.

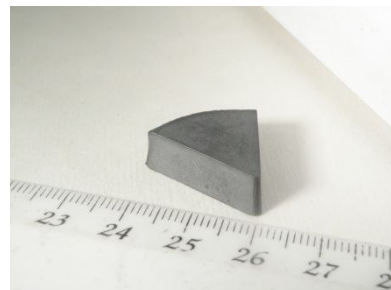
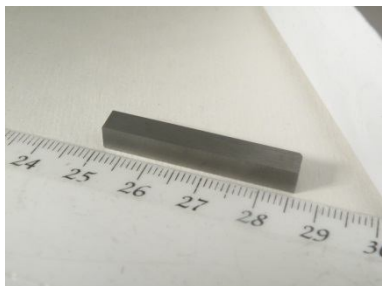


Рис. 1. Зразки з твердого сплаву після попереднього спікання

Результати механічних випробувань наведені в таблиці.

Таблиця – Механічні випробування

№ з/п	Номер зразка	Границя міцності за згинанням ($\sigma_{згин}$) кг/мм ²	Твердість, HRA	Пористість %	Знеуглецювання	Примітка
1	1	220,2	90	0,02	Не відповідає	Зразки № 1; 2; 3 – серійна технологія
2	1-2	156,8	90	0,02	Не відповідає	
3	1-3	169,1	90,5	0,02	Не відповідає	
4	2	248,4	89,5	0,02	Відповідає	Зразки № 2; 2-1 – обробка вибухом
5	2-1	204,3	89,5	0,02	Відповідає	
6	3	—	89,5	0,02	Відповідає	Пластили № 3; 4; 5 – оброблені детонаційним напильником
7	4	—	91,0	0,02	Відповідає	
8	5	—	91,0	0,02	Відповідає	
Вимоги Госту 3882-74		170	88	—	—	—

Зразки, оброблені енергією вибуху, пройшли процедуру остаточного спікання при температурі 1380° С; одночасно для порівняння були спечені зразки, виготовлені за серійною технологією.

Після шліфування зразків проведені наступні дослідження:

- 1) визначення твердості;
- 2) випробування на вигин;
- 3) визначення пористості;
- 4) аналіз мікроструктури.

Результати досліджень наведені в таблиці.

Дослідження мікроструктури проводилися на оптичному мікроскопі зі збільшенням 500 і растровому електронному мікроскопі Jeol JSM3060LA при збільшенні 1500.

Мікроструктура зразка, виготовленого за серійною технологією, зображена на рис. 2.

Мікроструктура зразка, отриманого за серійною технологією, оцінювалася за шкалами ГОСТ 9391-80. Оцінювання ступеня пористості виконувалася за шкалою А і відповідає А 0,02 % (ТВ ГОСТ 4872-75 для марки ВК-8 передбачена наявність пористості не більше 0,2 %).

Вільний вуглець у мікроструктурі не виявлений (за ГОСТ не більше 0,2 %).

η -фаза (подвійний карбід вольфраму з кобальтом) виявлена у вигляді «озерець» і «мережив». Наявність η -фази ТВ ГОСТ 4872-75 не допускається.

На рис. 3, 4 зображена мікроструктура зразка після обробки вибухом.

Мікроструктура оброблених енергією вибуху зразків також оцінювалася за шкалами ГОСТ 9391-80. Оцінка ступеня пористості робилася за шкалою А і відповідає А 0,02 %.

Небажана η -фаза не виявлена, спостерігається виразна тенденція до отримання щільнішої структури.

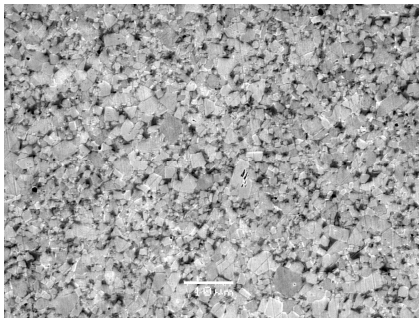


Рис. 2. Мікроструктура зразка, виготовленого за серійною технологією

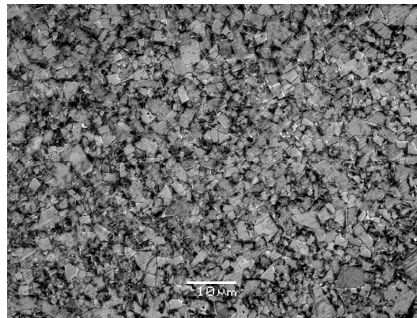


Рис. 3. Мікроструктура зразка після вибухової обробки

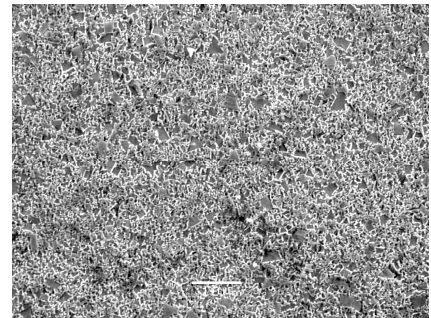


Рис. 4. Мікроструктура зразка після спікання

Підвищення густини твердосплавних заготовок з використанням енергії вибуху сприяє збільшенню міцності при згинанні на 24 % та істотному покращанню мікроструктури. Об'ємний вплив енергії вибуху на попередньо спечені твердосплавні заготовки є перспективним методом їх ущільнення.

Проведені дослідження лягли в основу серійної технології виробництва виробів з твердих сплавів (рис. 5).



Рис. 5. Зовнішній вигляд виробів з регенованих твердих сплавів зі зміцненням

Початковими компонентами є порошок твердих сплавів, отриманий вибухоударним дробленням утилізованих виробів. Технологія не має аналогів у світовій практиці. Традиційні технології пов'язані зі зміцненням вибухом або готових виробів (вибухове легування), або з активізацією спікання і реакційної здатності порошків. Проте при вибуховому зміцненні (ущільненні) заготовок після первинного спікання показники зносостійкості значно вищі (приблизно у 3 рази). Це пов'язано з тим, що при певних деформаціях, які відповідають рівномірній деформації попередньо ущільненого сплаву, відбуваються накопичення вільної енергії всередині окремих частинок заготовок, причому значно більше, ніж при обробці порошку. У цьому випадку переважає напрямок дифузії атомів – із середини частинок на поверхню. Дифузія атомів сприяє ущільненню конгломератів частинок, оскільки в результаті

дифузії атомів уздовж контактних поверхонь зменшуються розміри міжконтактних пор, що не відбувається при обробці вибухом порошкових матеріалів.

УДК 378.6: 007.

С.К. Каземирова, канд. філософ. наук

**ПРОФЕССИОНАЛЬНО-КОММУНИКАТИВНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ
БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИХ ПОДГОТОВКИ**

Черниговский национальный технологический университет, Чернигов, Украина,

kazemirova.svetlana@mail.ru

Рассматривается проблема развития профессионально-коммуникативной компетентности будущих инженеров в условиях смены традиционной образовательной парадигмы на современную, позволяющую готовить конкурентоспособного специалиста.

Постановка проблемы. Происходящие технологическая и информационная революции, вхождение Украины в единое мировое экономическое пространство обуславливают необходимость качественных изменений в высшем инженерном образовании в целях подготовки специалистов с высоким уровнем профессиональной компетентности, мобильности, готовых к эффективному межличностному и профессиональному взаимодействию. Потребности современной рыночной экономики требуют переноса акцентов образования с узкопрофессионального подхода на разностороннее интеллектуально-духовное развитие личности обучающегося, с принципа адаптивности на принцип компетентности выпускников. Возникает потребность в новой трактовке профессиональной компетентности будущих инженеров, изменении и модернизации её составляющих, включении в её структуру коммуникативной компетентности.

Анализ последних достижений и публикаций. Проблема подготовки специалистов инженерного профиля к профессиональной деятельности и повышения эффективности обучения в высшей инженерной школе является чрезвычайно актуальной в современных условиях. Основные проблемы, противоречия, тенденции развития и модернизации инженерного образования проанализированы в исследованиях Б.Л.Аграновича, С.Ф.Артюха, Н.Г.Багдасарьяна, С.Я.Батишева, В.В.Блюхера, И.В.Бубнова, А.А.Вербицкого, Е.А.Гаврилина, А.Р.Ганопольского, Г.Е.Зборовского, Э.Ф.Зеера, А.Д.Коваленко, Н.И.Лазарева, В.И.Лобунец, В.М.Ложкиной, Я.М.Нейматовой, М.А. Соловьева, А.П. Тарасюка, А.И. Чучалина и др. Изучаются вопросы профессиональной подготовки инженеров на основе компетентностного подхода (А.А.Вербицкий, В.И. Байденко, В.А. Болотов, Э.Ф. Зеер, И.А. Зимняя, Т.Ю.Митяшкина, Г.М.Мосиенко, Л.А.Сергеева, В.В.Серигов, Т.В.Симоненко, С.И.Тихолаз, А.В.Хуторский, Д.В.Пузанков, И.В. Федоров, В.Д.Шадриков и др.), обоснована компетентностная модель инженера (Д.В. Пузанков, И.В. Федоров, В.Д. Шадриков и др.). Заложены основы для изучения проблем формирования профессионально-коммуникативной компетентности специалистов (Д.Н. Годлевская, О.Ю.Загородная, В.П.Черевко) и, в частности, студентов инженерного профиля (Т.А.Бутенко, И.В.Новгородцева, Е. Н.Сунцова, К. В.Фадеева).

Однако, несмотря на обширный список работ, посвященных модернизации высшего инженерного образования и развитию коммуникативной компетентности будущих специалистов, проблема формирования профессионально-коммуникативной компетентности студентов именно инженерных специальностей отечественными учеными практически не исследовалась. Анализ научных публикаций показал недостаточное внимание к вопросам места и роли профессионально-коммуникативной компетентности в структуре профессиональных компетенций инженерных кадров, её влияния на повышение качества подготовки специалистов в области технологических процессов.

Цель статьи. Выяснение места и роли профессионально-коммуникативной компетентности в структуре профессиональных компетенций инженера, её влияния на

повышение качества подготовки специалистов в области технологических процессов и обоснование

необходимости формирования профессионально-коммуникативной компетентности у студентов инженерного профиля, что позволит будущим профессионалам соответствовать требованиям сегодняшнего времени.

Изложение основного материала. Переход человечества в новую постиндустриальную эпоху своего существования ведет к смене парадигм учения (А.М.Новиков). Прагматическая технократическая модель инженерного образования, основанная на "знаниевом" подходе, теоретические установки которого (по Е.В. Бондаревской) детерминированы "функциональностью, схематизмом, перегруженностью информационным материалом", вступила в конфликт с требованиями, предъявляемыми сегодня к инженерному образованию. [1]

Разработка проблематики реализации образовательной парадигмы инженерного образования, строящейся на принципах фундаментальности, целостности, направленности на удовлетворение интересов личности, широко отражена в современных научных публикациях. Это позволяет выделить определенные качественные характеристики новой образовательной парадигмы. К ним, в частности, относят смену основной доминанты образования. Происходит переход от рационалистических технократических ценностей к ценностям культурным и гуманитарным, вследствие чего происходит замена репродуктивной модели образования на гуманистическую, культуру-ориентированную (Е.В. Бондаревская); изменение "идеала образованности" современного специалиста технического профиля, в котором доминирует глобальная цель образования, состоящая в формировании компетентного специалиста; отход от учебно-дисциплинарной модели образования к личностно ориентированной как условию самовыражения личности (Е.В. Бондаревская, В.В.Сериков, В.А.Руденко); ориентация на демократизацию, гуманизацию, гуманитаризацию образовательного процесса, адаптированного к интересам личности, оптимально соответствующего тенденциям современного общественного развития. Новая образовательная парадигма – это образование, основанное на компетенциях*, определила поиск структуры ключевых компетентностей специалистов инженерного профиля (В.М.Бегей, В.И.Бондарь, Л.И.Даниленко, А.А.Захарова, И.А.□Зимняя, Г.В.Ельникова, В.А.Климетова, Л.Н.Коломинский, Ю.А.Конаржевский, В.И.Маслов, А.М.□Митяева, Д.Н.Нестерук, Р.М.□Петрунева, В.В.□Сериков, А.В.Хуторской, С.Г.Чернета, А.И.□Чучалин, В.В.□Шишов, Л.Б.Щербатюк и др.).

Одним из важнейших структурных компонентов профессиональной компетентности является профессионально-коммуникативная, обеспечивающая специалисту способность общаться в условиях профессиональной деятельности (Е.В. Бондарева, А.А. Деркач, А.Г.Здравомыслов и др.). Важность коммуникативной составляющей профессиональной компетентности инженеров не вызывает сомнений, что подтверждает ряд отечественных и зарубежных исследователей (С.Биби, Ю.Н.Емельянов, В.Н. Куницына, Л.А. Петровская, М.А. Холодная, Л.Д. Столяренко, Л. Бахман, Дж.А.Де Вито, М.Кнапп, Р.Крэйг, Дж.Мак-Кроски, Д. Хаймс, А. Холлидей, Д.Р. Ван Эк и др.).

-
*Парадигма "образование, основанное на компетенциях"- Competence-based education (CBE) сформировалась в 70-х годах в Америке в общем контексте предложенного Н. Хомским в 1965 г. (Массачусетский университет) понятия "компетенция" применительно к теории языка, трансформационной грамматике.

Работодатели заинтересованы в специалистах, которым присущи эмоциональная устойчивость, способность выбирать оптимальный стиль общения в различных ситуациях, управлять своим коммуникативным поведением. Американский специалист в области коммуникации О. Матяш приводит высказывания одного из участников первой российско-американской коммуникативной конференции: "Можно утверждать, что в социально-научном знании происходит формирование новой парадигмы - коммуникативной. Двадцатый век был веком лингвистики, двадцать первый будет веком коммуникации" [2]. Сегодня приобретают новый смысл и вызывают особый интерес представления немецкого социолога Никласа Лумана о коммуникации как о сущностной характеристике самого общества, его утверждение о том, что "человеческие отношения, да и сама общественная жизнь невозможны без коммуникации" [3].

В современном деловом мире коммуникативные умения считаются ключевыми. Следует отметить, что система профессионального образования развитых стран Америки и Европы предусматривает, независимо от приобретаемой квалификации, прохождение студентами специальных курсов по различным аспектам коммуникации [2]. В России в связи с переходом на новые образовательные стандарты (ФГОС ВПО третьего поколения) и внедрением компетентного подхода в систему высшего образования становится все более актуальной задача формирования коммуникативной компетентности у будущих специалистов в рамках профессиональной подготовки в вузах [4].

Анализ требований к компетенциям международных профессиональных инженеров (EMFRegisteredInternationalProfessionalEngineers, IntPE), предъявляемых федерацией европейских инженерных организаций (Federation Europeenne d'Associations Nationales d'Ingenieurs, FEANI), Всемирной федерацией инженерных организаций (World Federation of Engineering Organizations, WFEO) и международной организацией мобильности профессиональных инженеров (Engineers Mobility Forum, EMF, созданной в 1997 году) свидетельствует, что коммуникация является одной из важнейших компетенций инженеров и выпускников образовательных программ в области техники и технологий, овладения которой требуют национальные инженерные организации и аккредитационные агентства.

Эти требования изложены в документе "Graduate Attributes and Professional Competencies" [5]. При этом под коммуникацией понимается ясность общения с другими участниками комплексной инженерной деятельности, эффективная коммуникация в процессе комплексной инженерной деятельности с профессиональным коллективом и обществом в целом, написание отчетов, создание документов, презентация материалов, выдача и прием ясных и понятных инструкций [5].

Подготовка инженеров в нашей стране опирается на "квалификационные характеристики специалиста" (ОКХ и ОПП). Это традиционная подготовка специалистов инженерного профиля. Она учитывает только две стороны деятельности будущего специалиста: функциональную и предметную. Функциональная сторона деятельности будущего инженерного работника связана с соответствующей степенью сформированности и развитости специфических навыков, монополии обучения и накопления функционального опыта в качественных параметрах его общественно-ориентированной деятельности (В.И. Байден-ко). Предметная (содержательная) сторона деятельности инженерных работников характеризуется "степенью обобщенности, абстрагирования понятий (переход от конкретных знаний к более абстрактным), степенью перехода от количественного характера знаний к качественному. Если количественный показатель определяет широту знаний, то качественный показатель - это глубина проникновения в сущность познаваемого явления или объекта" [6].

В квалификационных характеристиках специалиста-бакалавра область знаний - 0505 "Машиностроение и материалобработка" (Отраслевой стандарт высшего образования Украины, Киев, 2012) выделяются компетенции социально-личностные и инструментальные. Компетенции социально-личностные – это понимание и восприятие

этических норм поведения, способность к критике и самокритике, толерантность, адаптивность и коммуникабельность. Компетенции инструментальные - способность к письменной и устной коммуникации на государственном языке, использование одного из иностранных языков для общения и профессиональной деятельности. Обучение студентов устному и письменному речевому общению приобрело особую значимость в современной ситуации, когда общий уровень национальной языковой культуры в средствах массовой информации, в художественной литературе, в публицистике и в повседневном общении носителей языка достаточно низкий, также как и уровень владения иностранными языками. Этот пробел школьного образования частично восполняют такие дисциплины как "Українська мова за професійним спрямуванням", "Іноземна мова", "Ділова іноземна мова". Однако владение родным или государственным языком и иноязычная компетентность не исчерпывают содержание профессионально-коммуникативной компетентности специалиста. Более того, восполнение вузом пробелов школьной программы представляет собой развитие только знаниевой компоненты, а не формирование профессионально-коммуникативной компетентности как универсального качества специалиста.

Наш многолетний опыт педагогической деятельности дает возможность утверждать, что большинство студентов испытывают трудности в общении, не имеют достаточных навыков взаимодействия со "сложными" собеседниками, конфликтными людьми, не обладают навыками диагностики партнеров по общению, не умеют отстаивать свою точку зрения, убеждать, ясно и четко выражать свои мысли. Большинство чувствуют себя скованными, неуверенными, не умеют свободно, произвольно общаться друг с другом и договариваться даже с одноклассниками. У студентов отмечается низкий уровень сформированности индивидуально-личностной мотивации для овладения коммуникативной компетентностью, что негативно отражается на результатах и качестве их практических, грамматических и внешних речевых умений, способностей к конструктивному диалогу, последующей социальной адаптации и самореализации. Преподаватели гуманитарных дисциплин продолжают отмечать снижение уровня индивидуального словарного запаса студентов. Речь современной молодежи изобилует жаргонизмами. У многих студентов отсутствует терпимость к иной точке зрения в общении, проявляется речевой эгоцентризм, неадекватный биологическому возрасту, у многих не сформировано умение использовать необходимую в жанре публичных выступлений логическую аргументацию, деловую тональность или адекватную эмоциональную и лексическую окраску в высказываниях.

Феномен профессионально-коммуникативной компетентности специалистов исследовался в работах О.А. Абдуллиной, Б.Г. Ананьева, Ю.Н. Емельянова, Ю.М. Жукова, Н.В. Кузьминой, Б.Ф. Ломова, А.К. Марковой, Л.А. Петровской, Е.В. Сидоренко и др. Эти исследователи включают в понятие профессионально-коммуникативная компетентность потребность в общении, интенсивность и широту круга общения; умение говорить и слушать, убеждать и с уважением относиться к позиции партнера по общению; особенности эмоционального отклика на полученную информацию и личность партнера; собственное самочувствие в процессе коммуникативной деятельности; умение контролировать себя, адекватно оценивать самого себя, а не только партнера по общению.

Анализ существующих подходов к пониманию сущности профессионально-коммуникативной компетентности будущих инженеров позволил определить её как целостную, системную и устойчивую совокупность свойств личности, позволяющую устанавливать и поддерживать необходимые контакты различными средствами с социальной и технической средой в ходе производственной деятельности. Профессионально-коммуникативная компетентность студента технического вуза выступает в совокупности двух аспектов. В межличностном общении она создает условия для эффективной работы в команде в атмосфере сотрудничества, взаимопонимания и в коммуникации с техническими интеллектуальными системами

обеспечивает автоматизацию и роботизацию производства (К.В.Фадеева). Профессионально-коммуникативная компетентность имеет сложную организационную структуру. Она включает в качестве своих подструктур два компонента: коммуникативную компетентность и информационно-коммуникационную. Информационно-коммуникационная компетентность - это интегративное качество личности, являющееся результатом отражения работы с информацией на основе новых информационных технологий и процессов отбора, усвоения, переработки, трансформации и генерирования информации в особый тип предметно-специфических знаний, позволяющее вырабатывать, принимать, прогнозировать и реализовывать оптимальные решения в различных сферах деятельности.

Наш анализ понятия профессионально-коммуникативная компетентность будет осуществляться в области теории и практики межличностного делового общения будущего инженера, т.е. в рамках коммуникативной компетентности. Это обусловлено тем, что профессиональному деловому общению сейчас уделяется значительная часть рабочего времени современных специалистов. В частности, установление деловых контактов, совещания, беседы, переговоры, разрешение конфликтных ситуаций и конфликтов на предприятии требуют именно коммуникативной компетентности, что способствует эффективному деловому и профессиональному взаимопониманию.

В учебных планах по подготовке специалистов инженерного профиля отсутствуют дисциплины, позволяющие формировать коммуникативную компетентность, такие как "Деловое общение", "Этика делового общения" или "Психология делового общения", будущие инженеры не изучают даже курса "Основы психологии". Поэтому существуют противоречия между современными требованиями общества к выпускникам технических вузов и реальным уровнем их коммуникативной компетентности и готовности к профессиональному общению; повышением уровня значимости общения во всех сферах деятельности современного специалиста и содержанием подготовки; необходимым и реальным уровнем владения коммуникативной компетентностью как одной из составляющих профессиональной компетентности будущих инженеров.

Коммуникативная компетентность - сложное образование, в которое входят знания, социальные установки, умения и опыт в области межличностного общения (Л.А.Петровская); система внутренних средств регуляции коммуникативных действий (Ю.М.Жуков, Л.А. Петровская, П.В. Растенников); ориентированность в общении, основанная на знаниях и чувственном опыте индивида, а также свободном владении средствами общения (Ю.Н.Емельянов). В. П. Захаров и Н. Ю.Хрящева отмечают следующие факторы компетентности в общении: знания в области психологии личности, группы, общения; умения и навыки общения; коррекция и развитие установок, необходимых для успешного общения; способность адекватно и полно воспринимать и оценивать себя и других людей, а также взаимоотношения, складывающиеся между людьми; коррекция и развитие системы отношений личности. В составе коммуникативной компетентности они выделяют когнитивные (ориентированность, психологические знания и перцептивные способности), исполнительские (умения и навыки) и эмоциональные (социальные установки, опыт, система отношений личности) компоненты [7].

Когнитивный компонент включает в себя ориентированность в вербальных и невербальных средствах общения, способность правильно понимать коммуникативную ситуацию, а также рефлексии субъекта; важной его составляющей выступают перцептивные способности. Эмоциональный компонент – это проявление эмпатии и гибкости в общении, а также самоотношение, эмоциональный опыт общения и установка на партнера по общению. Поведенческий компонент – это совокупность умений эффективно использовать вербальные и невербальные средства коммуникации, наблюдать за собой и собеседником в общении, слушать его, задавать вопросы,

выражать свои чувства и отражать чувства партнера, владеть приемами обратной связи (Н. Г. Жарких).

Формирование коммуникативной компетентности способствует овладению будущими специалистами коммуникативностью. Коммуникативность — это процесс взаимодействия между людьми, в ходе которого возникают, проявляются и формируются межличностные отношения. Коммуникативность предполагает обмен мыслями, чувствами, переживаниями и т. п. Характеризуя такое явление как коммуникативность личности, авторы тренинга "Развитие коммуникативности" тренингового центра "Синтон" (Москва) отмечают, что это явление необходимо рассматривать не только как совокупность некоторых характерологических свойств и качеств, позволяющих осуществлять процесс общения, но и как компонент мотивационно-потребностной сферы. Это подразумевает, что коммуникативность требует наличия соответствующей направленности личности, определяющей социально-профессиональный и нравственный вес личности, ее потребности, интересы, убеждения, идеалы и соответствующих ценностных ориентаций, как правило, не мотивирующих непосредственно поведение, а выполняющих координирующую функцию, в том числе и "фильтрующую". Коммуникативность в целом определяется такими компонентами, как коммуникативная активность, эмоциональная реактивность в общении, коммуникативная уверенность, коммуникативный объект. При этом развитие коммуникативности начинается с формирования у человека такой направленности личности, при которой ценность человеческого общения находится не на периферии, а в центре системы ценностных ориентаций человека [8], что отвечает требованиям современной образовательной парадигмы.

Обладание коммуникативностью предполагает овладение определенными коммуникативными умениями. Опираясь на концепцию общения, предложенную Г.М. Андреевой, можно выделить комплекс коммуникативных умений, овладение которыми способствует формированию и развитию личности, способной к продуктивному общению: умения межличностной коммуникации, межличностного взаимодействия и межличностного восприятия.

Формирование коммуникативной компетентности способствует развитию коммуникативных компетенций. Понятие "компетенция" ближе к понятию "знаю, как", чем к "знаю, что"; "... употребление есть компетенция в действии" [9]. К числу коммуникативных компетенций относятся умения публично выступать; отстаивать свою точку зрения; конструктивно подавать и принимать критику; эффективно решать конфликтные и сложные ситуации; преодолевать страх общения с незнакомыми людьми и людьми более высокого статуса; вести переговоры, а также владение техниками общения: моментальной оценки ситуации взаимодействия; ориентации в позиции и скрытых мотивах собеседника, исходя из его языкового и неязыкового поведения; воздействия и противодействия чужому влиянию; установления контакта; активного слушания; результативной аргументации; приема и подачи информации; присоединения и лидерства; управления конфликтом; преодоления сопротивления партнера и др.

Следуя современным требованиям к образованию, невозможно ограничить формирование профессионально-коммуникативной компетентности только средствами специальных предметов, так как они не обеспечивают развитие целого ряда коммуникативных компетенций, таких например, как умения устанавливать контакт, подавать и получать информацию, понимать состояние другого человека и создавать оптимальный климат делового взаимодействия, слушать и убеждать и др.

В связи с этим необходимо целенаправленно использовать средства и возможности других предметов для формирования комплекса профессиональных компетентностей будущего специалиста. Речь идет о возрастании роли гуманитарных дисциплин таких, как "Основы психологии", "Психология работы с людьми",

"Психология и этика делового общения", "Деловое общение", "Коммуникативная компетентность", "Основы публичного выступления", "Межличностная коммуникация", "Конфликтология" и т.п. в профессиональной подготовке специалистов инженерного профиля. Содержание этих дисциплин позволяет применять широкий спектр активных и интерактивных методов обучения, современных информационных и коммуникационных технологий, что способствует формированию у студентов интереса к профессиональному общению, освоению знаний о его содержании и способах осуществления, овладению будущими специалистами коммуникативными умениями и навыками. Эти дисциплины способствуют формированию коммуникативной компетентности в самом широком смысле этого слова. Это подтверждается более чем десятилетним опытом преподавания в технологическом университете дисциплин "Деловое общение", "Этика делового общения" в том числе и для инженерных специальностей (с 1995 по 2005 учебные годы). Выпускники университета, изучавшие этот курс, отмечают его чрезвычайную важность, полезность и востребованность полученных навыков и умений.

Выводы. Несмотря на то, что в содержании образования украинской высшей технологической школы профессионально-коммуникативный компонент представлен сегодня весьма фрагментарно, потребность в его расширении и конституировании растет. Признавая, что наше общество переживает в настоящее время непростой процесс интегрирования в мировое сообщество, следует также отметить, что необходимым условием этого интегрирования становится соответствие международным стандартам профессионализма будущих специалистов инженерного профиля. Формирование профессионально-коммуникативной компетентности становится, таким образом, важным средством формирования этого профессионализма, и, если смотреть еще шире, способом преобразования системы высшей инженерной школы.

Список использованной литературы:

1. Бондаревская, Е.В. Парадигма как методологический регулятив педагогической науки и инновационной практики. // Педагогика. – М.: Изд-во: Педагогика, 2007, № 6. – С. 3–4.
2. Матяш О.И. Что такое коммуникация и нужно ли нам коммуникативное образование. // Теория коммуникации & прикладная коммуникация: Вестник Российской ком-муникативной ассоциации: Сборник научных трудов. Выпуск 2 (Под общей редакцией И.Н. Розиной). – Ростов н/Д: ИУБиП, 2004. – С. 103.
3. Луман Н. Невероятность коммуникации / Пер. с нем. А. М. Ложеницина под ред. Н. А. Головина. //Проблемы теоретической социологии. Выпуск 3. (Отв. ред. А. О.Боронев). – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2000. – С.43.
4. Федеральные государственные стандарты высшего профессионального образования: Законодательно-нормативная база проектирования и реализации: Учебно-информационное издание. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы, 2009. – 100 с.
5. Алисултанова Э.Д. Компетентностный подход в инженерном образовании. – М.: Изд-во РАЕ, 2010. – С. 82 – 83.
6. Петрунева Р.М. Модель специалиста-инженера: от деятельности к компетентности. – Волгоград: Политехник, 2007. – 145 с.
7. Захаров В. П., Хрящева Н. Ю. Социально-психологический тренинг: Учебное пособие. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. – С. 55.
8. Коммуникативность. Базовый тренинг "Развитие коммуникативности" //Тренинговый центр "Синтон" [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.syntone.ru/library/psychology_dict/kommunikativnost.php#
9. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования. //Высшее образование сегодня. – М.: Изд-во: Педагогика, 2003, №5. – С. 38 .

УДК 621.941.323.2

К.В. Луцьов, асист., О.Б. Барановський, студ.

ЦАНГОВИЙ ПАТРОН

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”

E-mail: konstantin.lunov@gmail.com, molodi@ukr.net

Запропоновано нову конструкцію цангового затискного патрона. Описано його конструкцію та принцип роботи.

Вступ.

Проблема підвищення надійності затиску та збільшення строку служби цангових патронів за рахунок стабілізації схеми передачі сил затиску в затискному механізмі та зменшення дії факторів, що призводять до швидкого зношення елементів конструкції, є актуальним завданням на даний час.

Конструкція цангового патрона.

Завдання вирішується за рахунок того, що зовнішні поверхні робочих пелюсток затискної цанги мають циліндричні форми, а відповідні опорні поверхні корпусу і натискної втулки виконані у вигляді похилих площин.

Цанговий патрон містить корпус 1 (рис. 1) з отвором, що має похилі поверхні 2. В отворі розташована багатопелюсткова затискна цанга 3. На циліндричній частині корпусу співісно розташована втулка 4, що має похилі поверхні 5, які протилежно розташовані похилим поверхнями 2 корпусу 1.

Для збільшення діапазону діаметрів інструменту, що затискається, затискна цанга має основні 6 та додаткові 7 губки, які розташовані між похилими поверхнями 2 корпусу 1 та похилими поверхнями 5 втулки 4. По зовнішніх різях корпусу і втулки гільза 8 забезпечує їх повздовжнє переміщення відносно один одного.

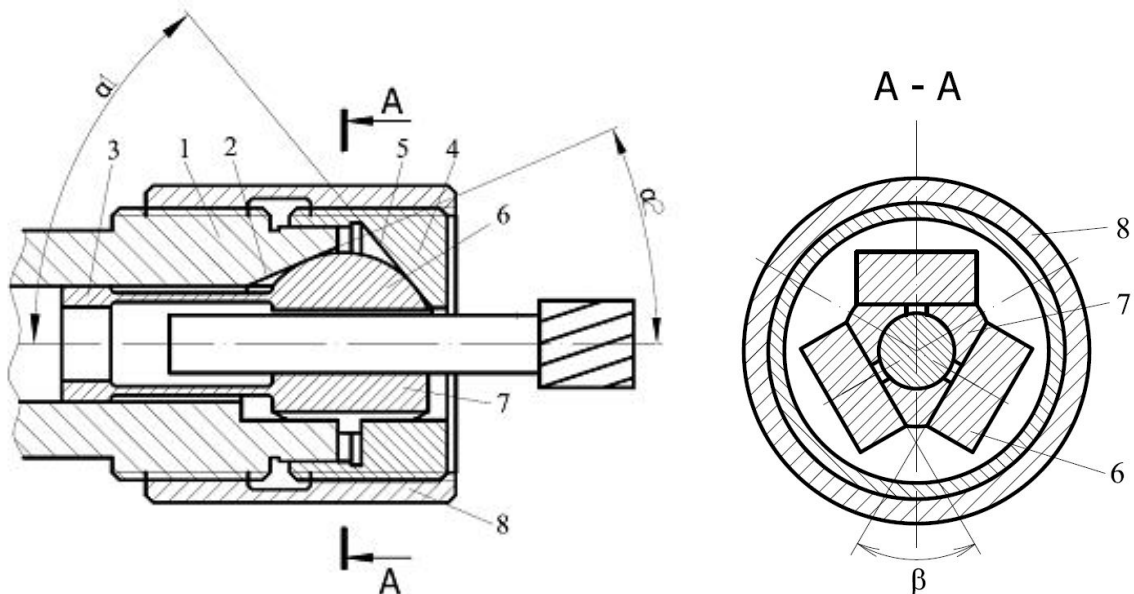


Рис. 1. Конструкція цангового патрона

Принцип роботи патрона.

Принцип роботи патрона наступний: в патрон із відгвинченою не до кінця гільзою 8 вводять хвостовик інструменту і, утримуючи його в одній руці, іншою рукою закручують гільзу 8 до контакту втулки 4 зі циліндричними поверхнями основних губок 6 цанги 3, які переміщуються радіально на величину y_1 (рис. 2) при взаємодії з одного боку з похилими поверхнями 2 корпусу 1, а з другого боку з похилими поверхнями 5 втулки 4. Стабілізацію положення точок прикладання радіальних сил затиску забезпечують циліндричні поверхні основних губок 6, а саме положення цих точок зумовлюють кути похилих поверхонь 2 і 5 корпусу 1 і втулки 4 α_1 та α_2 .

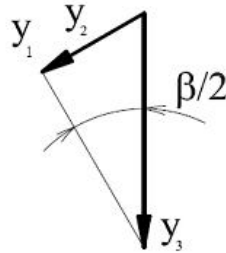


Рис. 2. Схема переміщень

Основні губки 6 цанги 3, ковзаючи по додаткових губках 7, викликають радіальне переміщення останніх на величину y_2 , яка дорівнює:

$$y_2 = \frac{y_1}{\sin \frac{\beta}{2}},$$

де $\beta = \frac{\pi}{z}$ - кут додаткової губки 7 при вершині;
 z – кількість додаткових губок 7 цанги 3.
 При $z=3$

$$y_2 = \frac{y_1}{\sin \frac{180^\circ}{2 \cdot 3}} = \frac{y_1}{\sin 30^\circ} = 2y_1,$$

тобто радіальне переміщення додаткових губок 7 вдвічі більше, ніж в основних губок 6 цанги 3. Для створення радіальної сили в губках цанги 3 достатньо високі осьові сили в похилих поверхнях 2 і 5 корпусу 1 та втулці 4 забезпечує гільза 8 за допомогою різниці в кроці різьб корпусу 1 та втулки 4.

Список літератури.

1. Авторське свідоцтво СРСР № 412989, МПК В 23 В 31/20, заявл. 17.05.76; опубл. 25.21.77, бюл. №47. - 3с.
2. Патент України на корисну модель № 72012, МПК В23В 31/20, В23С 5/26, заявл. 31.10.2011; опубл. 10.08.2012, бюл. № 15.

УДК 621.923

В.І. Кальченко, д-р техн. наук
В.В. Кальченко, д-р техн. наук
А.М. Єрошенко, канд. техн. наук
А.В. Кологойда, асистент

ЗАТОЧУВАННЯ ГОЛЧАСТОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПОВЕРХНІ БАРАБАНІВ ТА ВАЛИКІВ ТЕКСТИЛЬНИХ МАШИН ПЕРИФЕРІЄЮ ОРІЄНТОВАНОГО КРУГА

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів

Запропоновано новий спосіб заточування голчастої циліндричної поверхні барабанів та валиків текстильних машин периферією орієнтованого круга, згідно з яким шліфувальний круг повертають відносно осі, яка перпендикулярна до осей деталі та круга і проходить крізь формоутворюючу ділянку, при цьому подача на оберт вибирається з умови максимально допустимої теплонапруженості процесу при якій структура матеріалу залишається незмінною, а кут орієнтації інструмента α вибирається з умови повного завантаження профілю круга.

В процесі роботи чесальних агрегатів, на підприємствах з переробки вовни, голчаста поверхня барабанів та валиків текстильних машин піддається фрикційному зносу, у результаті чого виникає необхідність її заточування. За відомими методами шліфування голчастої поверхні [1] в зоні контакту виникають високі температури різання і розплавлений метал виноситься на кінчик голки у вигляді задирки, яка негативно впливає на якість готової продукції. При подальшому заточуванні видалити задирку практично не можливо.

Відомим є спосіб заточування голчастої поверхні периферією і торцем орієнтованого круга, що включає переміщення шліфувального круга, який обертається, вздовж твірної деталі і подачу його у напрямку перпендикулярному до осі обертання деталі, для зняття припуску [2]. Недоліком цього способу є те, що чорновий припуск знімається торцем орієнтованого круга, при цьому максимальна сила різання направлена вздовж осі деталі, що викликає деформацію голок, а також у результаті значних глибин різання температура в зоні обробки зростає, що негативно впливає на структуру поверхневого шару голок, тому цей спосіб головним чином призначений для чорнового вирівнювання голчастої гарнітури та не забезпечує достатньої якості заточування.

Метою роботи є підвищення якості заточування голчастих поверхонь барабанів та валиків текстильних машин. Дана мета досягається тим, що в процесі заточування шліфувальний круг повертають відносно осі, яка перпендикулярна до осей деталі та інструмента і проходить крізь формоутворюючу ділянку, при цьому подача на оберт S_z вибирається з умови максимально допустимої теплонапруженості процесу при якій структура матеріалу залишається незмінною а кут орієнтації інструмента α вибирається з умови повного завантаження профілю круга.

Голчасту поверхню валика заточують на верстаті з ЧПК (рис. 1), при цьому валик 1 встановлюється в центри та обертається навколо власної осі з певною кутовою швидкістю ω_d , шліфувальний круг 2 підводять до поверхні та повертають відносно осі, яка перпендикулярна до осей деталі та круга і проходить крізь формоутворюючу ділянку на кут α , при цьому подача на оберт S_z вибирається з умови максимально допустимої теплонапруженості процесу при якій структура матеріалу залишається незмінною а кут орієнтації інструмента α вибирається з умови повного завантаження профілю круга. Інструмент подається на врізання у радіальному напрямку та переміщується вздовж осі деталі з подачею S_z .

Радіус-вектор інструментальної поверхні в системі координат деталі має вигляд:

$$\bar{r}(z, \theta, \theta_d) = M3(\theta_d \cdot p_z) \cdot M6(\theta_d) \cdot M2(-y_c) \cdot M4(\alpha) \cdot M3(C) \cdot M3(z) \cdot M6(\theta) \cdot M2(R_u) \cdot \bar{e}4,$$

$$p_z = \frac{S_z}{2\pi}, \quad y_c = R_u + R_d - t, \quad \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial z} \times \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial \theta} \cdot \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial \theta_d} = 0.$$

де $M1, M2, M3$ – матриці лінійних переміщень вздовж осей X, Y, Z ; $M4, M5, M6$ – матриці кутових поворотів навколо осей X, Y, Z ; R_u – радіус інструмента; z – поточна координата на профілі інструмента, змінюється від нуля до B – висоти круга; C – величина калібруючої ділянки інструмента; y_c – міжосьова відстань; R_d – початковий радіус голчастої поверхні деталі; θ_d – кут повороту деталі відносно власної осі; t – припуск на обробку; α – кут орієнтації інструмента.

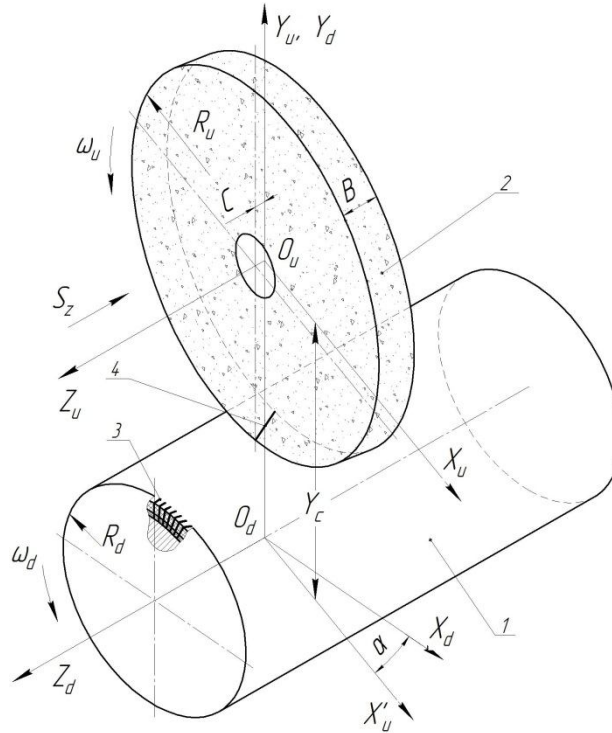


Рис. 1. Схема заточування голчастої поверхні валика орієнтованим кругом

1 – валик текстильної машини, 2 – шліфувальний круг, 3 – голка,
4 – лінія контакту інструмента і деталі.

Для отримання поверхні обробленої деталі необхідно визначити рівняння лінії контакту інструменту та деталі, та обертати її навколо осі деталі. Точки, що належать лінії контакту на поверхні інструмента можна знайти використовуючи логічний блок:

$$\text{LinKon} = \begin{cases} \theta \leftarrow 0 \\ \text{for } j \in 0..N \\ \quad z \leftarrow z_{\min} + \frac{z_{\max}}{N} \cdot j \\ \quad \theta \leftarrow \text{root} \left(\frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial z} \times \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial \theta} \cdot \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial \theta_d}, \theta \right) \\ \quad M^{(j+1)} \leftarrow \begin{pmatrix} z \\ \theta \end{pmatrix} \\ M^T, \end{cases}$$

де $z_{\min} = 0$, $z_{\max} = B$ – мінімальна та максимальна координати на профілі круга; N – кількість точок на які розбивається загальна висота круга; θ – кутова координата точки

на поверхні інструмента; M – матриця координат точок лінії контакту.

Для подальшої роботи необхідно виконати інтерполяцію дискретної залежності в функціональну:

$$\text{LinKon}(z) = \text{interp}\left(\text{cspline}\left(\text{LinKon}^{(1)}, \text{LinKon}^{(2)}\right), \text{LinKon}^{(1)}, \text{LinKon}^{(2)}, z\right).$$

Тоді рівняння лінії контакту інструмента і валика має вигляд

$$\overline{\text{LK}}(z) = M2(-y_c) \cdot M4(\alpha) \cdot M3(C) \cdot M3(z) \cdot M6(\text{LinKon}(z)) \cdot M2(R_u) \cdot \bar{e}4,$$

а рівняння поверхні деталі:

$$\overline{r_d}(z, \theta_d) = M3(\theta_d \cdot p_z) \cdot M6(\theta_d) \cdot \overline{\text{LK}}(z).$$

Кут орієнтації шліфувального круга α відносно циліндричної голчастої поверхні валика розраховуємо з у мови повного завантаження периферії інструменту, у цьому випадку кінцева точка профілю круга буде торкатись початкової поверхні валика (заготовки), тобто необхідно вирішити рівняння

$$\left[\begin{array}{l} M3(\theta_d \cdot p_z) \cdot M6(\theta_d) \cdot M2(-y_c) \cdot M4(\alpha) \times \\ \times M3(C) \cdot M3(z) \cdot M6(\text{LinKon}(z)) \cdot M2(R_u) \cdot \bar{e}4 \end{array} \right]_{2,1} - R_d = 0.$$

При шліфуванні валика діаметром 60 мм, шліфувальним кругом $\varnothing 200$ мм з припуском 0,5 мм оптимальний кут орієнтації становить $\alpha = 1,48^\circ$.

Величину припуску, що зрізується елементарною ділянкою шліфувального круга можна визначити аналогічним чином для відомого кута орієнтації шліфувального круга

$$t(z) = \left[\begin{array}{l} M3(0 \cdot p_z) \cdot M6(0) \cdot M2(-y_c) \cdot M4(\alpha) \times \\ \times M3(C) \cdot M3(z) \cdot M6(\text{LinKon}(z)) \cdot M2(R_u) \cdot \bar{e}4 \end{array} \right]_{2,1} - R_d.$$

Побудуємо ряд послідовних положень периферії круга (рис. 2) вздовж оброблюваної поверхні. Аналіз отриманого графіка показує, що величина знімаемого припуску за один прохід дорівнює величині подачі на оберт.

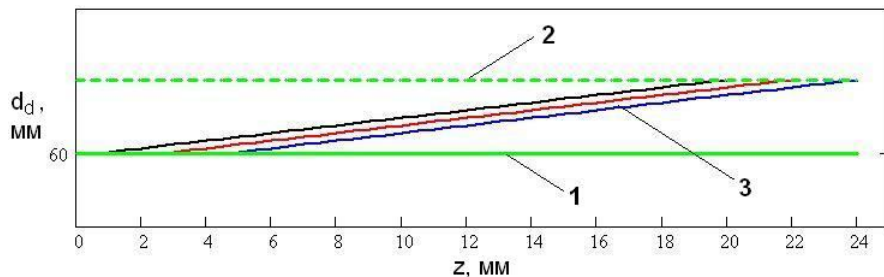


Рис.2. Розподіл величини припуску вздовж різальної поверхні інструмента
1 – кінцевий діаметр поверхні деталі, 2 – початковий діаметр поверхні заготовки, 3 – послідовні положення різальної кромки шліфувального круга.

Використання запропонованого способу підвищує якість заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин, забезпечує сталість структури матеріалу голок за рахунок вибору оптимальної подачі на оберт та кута орієнтації інструмента, а також зменшує розміри задирок на робочих кінцях голок.

Список літературних джерел

1. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Кологойда А.В. Особливості процесу заточки голок валків чесальних машин зі схрещеними осями інструмента та деталі // Вісник Сумського державного університету. Науковий журнал. – Суми: СумДУ, 2010. – № 4. – С. 55-60.
2. Пат. №14240 Україна, МПК В24В19/00. Спосіб заточування голчастої поверхні периферією і торцем орієнтованого круга/ Кальченко В.В.; опубл. 15.05.2006, Бюл.№5.

УДК 678.02.621.9.011

О.П.Колісник, ст. гр. МТМ-091
С.В.Бойко, к.т.н., доцент кафедри ТМД, ЧНТУ

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЛИТТЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Полімери - це високо молекулярні сполуки, які складаються з довгих молекул з великою кількістю однакових угруповань атомів, з'єднаних хімічними зв'язками.

Спосіб отримання виробів з полімерів включає нагрівання полімеру, формування та охолодження виробів з розплаву полімеру. Плавлення полімеру та охолодження сформованих виробів проводять при температурах, відповідних мінімальним значенням g -фактора, попередньо розраховується за сигналами електронного парамагнітного резонансу для вихідного полімеру в розплавленому і твердому станах. Охолодження ведуть до температури навколишнього середовища, а в якості полімеру беруть лінійний полімер з бічними відгалуженнями. Технічний результат полягає в одночасному підвищенні руйнівного напруження при розтягуванні і відносного подовження при розриві за рахунок створення можливості точної термофіксації тих чи інших поворотних ізомерів полімеру, макромолекули яких містять бічні відгалуження.

При литті під тиском розплав полімеру охолоджується в результаті теплопередачі до більш холодної стінки литтєвої форм[1]. У різних шарах по поперечному перерізі деталі ефективна швидкість охолодження розплаву від температури розплаву T_p до температури кристалізації $T_{кр}$ різна. Швидкість охолодження зменшується від стінок форми до центру деталі. Швидкість охолодження при кристалізації робить істотний вплив на структуроутворення полімерів. При високих швидкостях охолодження ($V_{охл}$) - великих, ніж критична швидкість V_2 (рис. 1, ділянка I), - кристалізація йде з утворенням тільки зачатків кристалічних форм (кристаліти і ламелярні утворення). У цьому випадку оптичні методи аналізу не показують наявності в твердому матеріалі ознак структурних утворень. При охолодженні зі швидкістю меншою, ніж V_1 (ділянка III на рис. 1), в полімері утворюються розвинені сфероліти. Охолодження зі швидкістю, що лежить в інтервалі V_1-V_2 , призводить до формування сферолітів, розміри яких пропорційні швидкості охолодження.

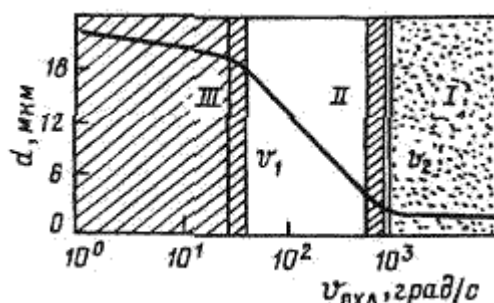


Рис. 1 Вплив швидкості охолодження $V_{охл}$ на форму і розміри структурних утворень d : I — ламелярні кристаліти; II — деформовані (нерозвинені) сфероліти; III — сфероліти.

Охолодження розплаву у формі супроводжується наявністю здвигової течії, інтенсивність якої характеризується напругою зсуву, яка справляє вплив на формування структури полімеру (рис. 2).

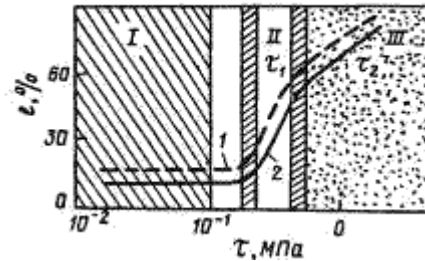


Рис. 2 Вплив напруження зсуву τ на орієнтацію l :

I – ізотропні сфероліти; II – деформовані (нерозвинені) сфероліти; III – сноповидні утворення. Швидкість охолодження $V_{охл}$, град/с: 100—150 (1) и 20—50 (2).

Охолодження при низьких напругах зсуву, менше ніж τ_1 , не викликає деформації утворюються сферолітів [2]. У сформованих виробах зберігаються симетричні сферолітні структури. Якщо охолодження супроводжується дією високих напруг зсуву - більших, ніж τ_1 , - відбувається сильна орієнтація кристалізуючого полімеру, формуються витягнуті в напрямку течії потоку сноповидні або стрижневі утворення, а сфероліти не формуються. При проміжних напругах зсуву утворюються сфероліти деформовані. Ступінь орієнтації залежить від доданого здвигової напруги.

В результаті поєднання різних швидкостей охолодження і зсувних напружень на кожній із стадій процесу формування виробу утворюється неоднорідна структура виробу. Можна виділити три характерні структурні області, що формуються в кожному з періодів процесу лиття під тиском.

Перша структурна область - поверхнева оболонка (δ) утворюється в період заповнення форми. Її товщина дорівнює товщині охолодженого (нерухомого) шару, що формується протягом періоду заповнення форми. Друга область - середній шар (β), який формується в період наростання тиску (ущільнення і витримка під тиском). Товщина цього шару відповідає глибині просування фронту затвердіння протягом витримки матеріалу під тиском. Третя область - центральний шар (j). Він утворюється протягом періоду спаду тиску після затвердіння живильника.

В роботі провели дослідження впливу якостей полімерних матеріалів. В якості об'єкта дослідження, розглядається виготовлення деталі заглушки, при литті у прес-формі (Рисунок 3) на трьох матеріалах – поліпропілен, поліамід та полікарбонат. Було розглянуто аналіз в програмі CAE-системи Moldflow як від властивостей матеріалу буде змінюватися час заливання, тиск, температура полімеру, який потрібно час для виймання з прес-форми та жолоблення за рахунок усадки, та як кожен матеріал буде охолоджуватися.

Виявили, що кращі ливарні властивості має полімерний матеріал – поліпропілен.

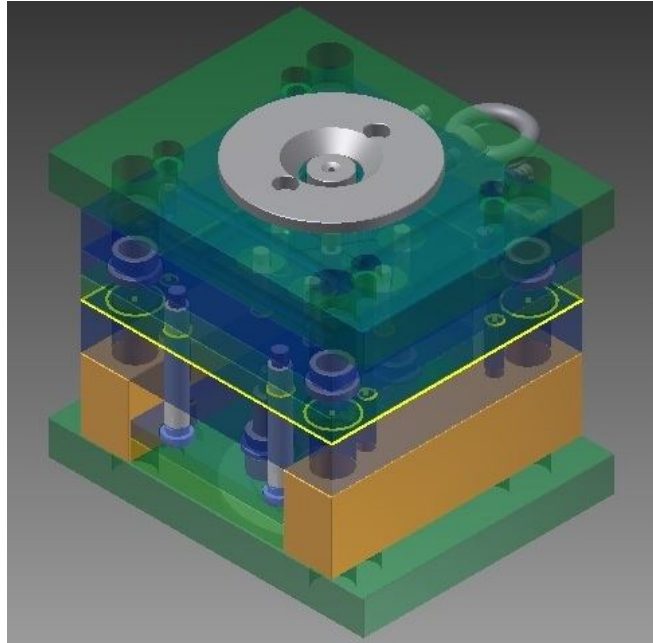


Рис. 3 Прес-форма для виготовлення шести заглушок

Отже, виходячи з огляду на вплив, на вироби з полімерних матеріалів можна зробити висновок, що охолодження та вибір матеріалу являється дуже важливим фактором на процес створення пластикової деталі, тому проводять певні аналізи, в програмах CAE-систем, щоб забезпечити правильну литтєву форму і отримати бажаний результат виробу.

Література:

1. Яковлев А.Д., "Технология изготовления изделий из пластмасс", Л., М.: Химия, с. 200 – 203.
2. Новак И.И., "Влияние температуры на ИК-спектр поглощения полиэтилена и поворотная изомерия", Журнал технической физики, т.24, вып. 1, 1954 г., с. 18 – 24.

УДК.621.43.002.56

А.П. Космач, к.т.н., ассист.

ЕМКОСТНЫЙ МЕТОД ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

Черниговский национальный технологический университет (alexkos86@gmail.com)

Рассмотрены возможности и условия использования емкостного метода для диагностики системы зажигания двигателя внутреннего сгорания. Показано, что емкостной метод наряду со многими преимуществами имеет также ряд особенностей, которые не позволяют в полной мере реализовать возможности этого метода.

Введение

Существующие машины находят широкое применение в разных отраслях промышленности и транспорта благодаря высокой производительности, относительно малым габаритным размерам и большому ресурсу безотказной работы. В связи с этим все чаще возникает необходимость в непрерывном определении технического состояния в процессе их эксплуатации с определением стадий приработки ее основных исполнительных элементов, их установившегося и критического изнашивания. С точки зрения финансовых затрат и безопасности эксплуатации машин ключевое значение также имеет достоверное определение стадий катастрофического (критического) изнашивания ее элементов с целью своевременного изъятия машины из эксплуатации или полной остановки. Такие действия позволяют предотвратить необоротные процессы изнашивания основных элементов машины, а также по необходимости позволяют провести ремонтные работы. Решение и предотвращение данных проблем основывается на использовании большого количества методов диагностики и контроля основных элементов и систем машины. Следует отметить, что данные методы основаны на различных физических и химических эффектах имеющие разную чувствительность и быстродействие. Практика показывает, что система зажигания двигателя, является важной частью общей системы электрооборудования машины, которая существенно влияет на такие показатели работы машины как расход и полнота сгорания топлива, мощность, неравномерность работы и вибрации шатунно-поршневой группы, а также многое другое. По этому диагностика системы зажигания двигателя имеет важное значение для обеспечения продолжительной и безотказной эксплуатации машины. Существует несколько методов диагностики системы зажигания двигателя. К одному из них относят емкостный метод. Основные исследования с использованием данного метода направлены на интерпретацию получаемой информации. Рассмотрим основные преимущества, а также условия и проблемы в использовании данного метода при диагностике системы зажигания двигателя внутреннего сгорания.

Задачи исследования

В работе будет показано основные преимущества, условия работы, а также перспективные направления научных исследований с использованием емкостного метода для диагностики системы зажигания двигателя внутреннего сгорания.

Результаты исследований и выводы

Для диагностики и правильности установки зажигания двигателя внутреннего сгорания наибольшее распространение получили следующие методы: искровой, эксплуатационный, емкостный.

Искровой метод основан на обнаружении искры, которая появляется между проводом свечи зажигания или центральным проводом при зазоре с «массой» двигателя в пределах 4-5 мм. Для бесконтактно-транзисторных систем зажигания момент установки зажигания определяется по образованию искры между электродами разрядника и свечи зажигания. Также используются и другие методы, которые

основаны на определении состояния свечей зажигания по состоянию электродов, изнашиванию изолятора и др.

Эксплуатационный метод используется при работе двигателя близкого к номинальному режиму. Момент зажигания, при этом определяют исходя из соответствующих незначительных стуков при кратковременном повышении мощности. Отсутствие стуков означает, что на двигателе установлено позднее зажигание. В свою очередь сильные стуки информируют о том, что на двигателе установлено ранее зажигание. Использование данного метода основывается на ручной регулировке распределителя на двигателе с целью обеспечения его устойчивой работы. Следует отметить, что для рассмотренных ранее методов основным преимуществом является относительная простота в использовании. При этом к основным недостаткам относят большие затраты времени на проведение испытаний, а также не высокая достоверность.

Наиболее простой и безопасный метод диагностики зажигания двигателя, является емкостной метод. Данный метод основан на регистрации напряжения системы зажигания с использованием датчика емкостного типа. Регистрация сигнала происходит за счет изменения емкости, которая образовывается между экранированными обкладками датчика и центральной токопроводящей жилой высоковольтного провода исследуемой системы зажигания. Существует достаточно много конструкций емкостных датчиков в зависимости от конструкции катушки зажигания и способа ее установки на двигателе. Формируемый сигнал с датчика через аналого-цифровой преобразователь поступает в систему обработки, анализа и хранения данных на базе персонального компьютера. Полученные результаты обработки данных можно отображать на экране цифрового устройства в режиме реального времени. Еще одной отличительной особенностью данного метода является отсутствие необходимости в использовании дополнительного питания для емкостных датчиков, что существенно упрощает процесс диагностики. Емкостной метод позволяет более достоверно определить следующие важные параметры системы зажигания двигателя [1, 2]: максимальное напряжение, которое возникает на каждом электроде свечи зажигания каждого цилиндра; напряжение и длительность горения искры, которые характеризуют полную энергию искры; момент открытия силового транзистора коммутатора; момент перехода коммутатора в режим удержания энергии; момент окончания искрообразования и формирования затухающих процессов и др. Основные недостатки данного метода заключаются в отсутствии однозначной интерпретации полученной информации. Например, при длительности горения искры выше 1,5 мс основными причинами неисправностей являются неисправности свечи зажигания, токоразностной пластины, крышки распределителя, катушки зажигания, заливание свечи топливом или маслом, а также многое др.

Перспективное направление исследований при использовании емкостного метода является в первую очередь теоретическое исследование сигнала, которое проявляется в разработке модели и моделировании формируемого сигнала с определением его наиболее чувствительных параметров, а также определение факторов, которые вносят наибольший вклад в формируемый результирующий сигнал.

Список литературы

1. *Ружило З.В.* Использование осциллографических методов при испытаниях и диагностике автотракторных двигателей / *З.В. Ружило, В.Д. Войтюк, Ю.А. Герасимчук* // *Вестник ХНТУСГ*. – 2013. – №133. – С. 290 – 296.
2. *Петровский С.В.* Математическое моделирование процессов дугообразования в системе зажигания автомобиля / *С.В. Петровский* // *Вестник СамГТУ: Технические науки*. – 2009. – №2 (22). – С. 199 – 204.

УДК.674.031.1/3

О.П. Космач, к.т.н., асист., А. В. Кадик, студ.

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТВЕРДОСТІ ДЕРЕВИНИ

Чернігівський національний технологічний університет (alexkos86@gmail.com, ghostik2308@yandex.ua)

Представлена загальна класифікація найбільш розповсюджених методів визначення твердості деревини. Показано основні переваги та недоліки існуючих методів, а також складнощі та проблеми, які пов'язані з визначенням твердості різних порід деревини.

Вступ

На сьогоднішній день використання деревини в якості одного з основних конструкційних та будівельних матеріалів стає все більш актуальним завдяки, насамперед, високій екологічності, а також технологічності. Існуючі конструкції з деревини працюють в умовах різного типу механічних та немеханічних навантажень, які можуть постійно змінюватися в часі. До механічних навантажень можна віднести навантаження розтягу та стиску, навантаження згину та кручення, циклічні навантаження, ударні навантаження та ін. В свою чергу до немеханічних навантажень або полів навантажень можна віднести теплове, магнітне, хімічне, акустичне та ін. В зв'язку з цим довговічність та надійність конструкції безпосередньо залежить від достовірно визначених фізико-механічних властивостей деревини, які закладаються під час проектування виробу або конструкції. До одного з таких основних фізико-механічних показників відносять твердість деревини. З практичної точки зору існує проблема в забезпеченні необхідної та достатньої твердості основних елементів конструкції. До таких конструкцій можна віднести колоди різного виду та призначення, перекриття, настили та покриття, верстаки та ін. Достатня твердість елементів конструкції в першу чергу повинна забезпечуватися вибором необхідної породи деревини або деревинного матеріалу, комплексом хімічної та термічної обробки для прийнятих умов навколишнього середовища, які характеризуються діапазоном зміни температури та вологості, а також агресивністю середовища.

З метою визначення основних переваг та недоліків існуючих методів визначення твердості деревини, а також особливостей їх використання та обмежень необхідно проведення їх детального аналізу, що є достатньо актуальним напрямком наукових досліджень. Безумовно, що сучасні методи визначення твердості деревини повинно ґрунтуватися в першу чергу на таких основних показниках як достовірність та загальна тривалість вимірювання.

Задачі дослідження

В роботі буде представлено класифікацію основних методів визначення твердості деревини. При цьому будуть показані їх основні переваги, недоліки та умови використання.

Результати досліджень

Твердість деревини характеризує її здатність чинити опір проникненню в неї більш твердих тіл. Твердість торцевої поверхні деревини зазвичай більш висока ніж радіальна або тангенціальна. Суттєвий вплив на твердість деревини має її залишкова вологість. При збільшенні вологості деревини, її твердість зменшується.

В деревообробній промисловості існують показники твердості кожної породи дерева, а також деревинного матеріалу. Твердість деревини в більшості випадків залежить від породи дерева, а також умов та місця вирощування. Навіть для однієї породи дерева твердість може суттєво варіюватися при дії вказаних чинників. В Україні та Європі показники твердості деревини відображуються в шкалі Брінеля , а в

США в загальному випадку твердість деревини представляється за шкалою Янка (hardness Janka).

Методи визначення твердості деревини використовуються як в наукових дослідженнях, так і в деревообробній промисловості. Частіше всього визначення твердості деревини проводять для групування заготовок пиломатеріалів для подальшої остаточної механічної та хімічної обробки, ідентифікації породи деревини, аналізу напружено-деформованого стану елементів конструкції, співставлення результатів зміцнення деревини.

В свою чергу відмінність в твердості деревини призводить до зміни наступних показників, які пов'язані з фізико-механічними властивостями та технологічними особливостями виготовлення виробу:

- довговічність елементів конструкції;
- міцність деревини;
- зносостійкість;
- механізм руйнування;
- якість обробленої поверхні;
- часові витрати на опоряджувальні роботи.

Кінцевим результатом зміни розглянутих показників при значному коливанні твердості деревини є зміна собівартості, а також витрат, які пов'язані з виготовленням виробу.

Огляд науково-технічної літератури показав, що найбільш розповсюджені методи визначення твердості деревини можна віднести до лабораторних та промислових. Загальна класифікація методів визначення твердості представлена на рис.1.



Рис.1. Класифікація основних методів визначення твердості деревини

Лабораторні методи визначення твердості деревини характерні в першу чергу, ретельним відбором дослідних зразків. При цьому не допускається суттєва відмінність в текстурі деревини, сучки, тріщини та інші дефекти. Відмінність в вазі зразків для випробування не повинна коливатися в межах декількох грамів. Лінійні розміри не повинні коливатися в межах декількох десятих частин міліметра, а шорсткість випробовуваної поверхні не повинна перевищувати 200 мкм. Температура навколишнього середовища повинна складати 20 ± 1 °C, а вологість дослідного зразка деревини повинна бути в межах 12–15 %.

Наноінденторний метод використовується для визначення твердості клітинної стінки деревини в нанометровій шкалі вимірювання. Для цього використовується мікроскопічний індентор з надтвердого матеріалу, який, зазвичай, має складну форму (наприклад піраміда). При цьому твердість деревини визначається до початку деформування її поверхневого шару. При цьому отримується інформація про фізико-механічні властивості шару деревини або їх зміна в часі. Найчастіше всього даний метод використовується для ідентифікації клітинних структур або виявлення відмінності між ними, а також дозволяє прогнозувати експлуатаційні характеристики матеріалу після хімічної обробки [1]. Слід відмітити, що даний метод визначення твердості деревини на сьогодні є не стандартизованим.

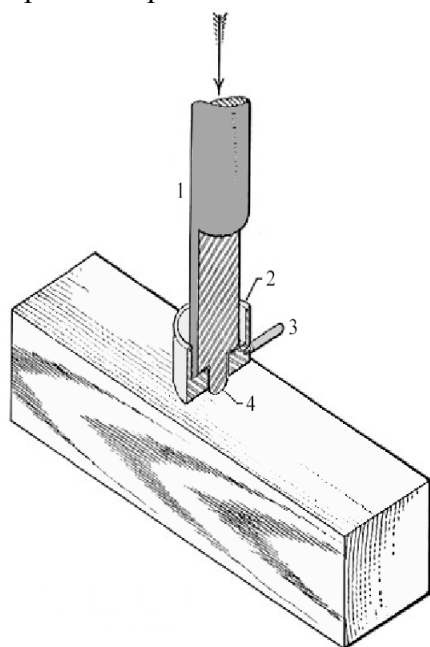


Рис. 2. Схема визначення твердості (а) та загальний вигляд обладнання для визначення твердості Янка:

1 – вісь; 2 – пристрій для встановлення індентору; 3 – пристрій для переналагодження; 4 – кулька індентор з діаметром 11,28 мм (0,444 дюйма)

Одним з найбільш розповсюджених лабораторних методів визначення твердості деревини є метод Янка (рис. 2). Даний метод використовується в таких країнах як США, Австралія, Швеція та ін. Метод Янка оснований на визначенні зусилля, яке необхідне для проникнення індентора (кульки) діаметром 11,28 мм (0,444 дюйма) на половину її діаметра (5,64 мм) в досліджувану поверхню зразка деревини з вмістом вологості в межах 12% [2]. Даний метод визначення твердості деревини є стандартизованим. Випробування зразків деревини проводять в двох напрямках, зокрема, в одному радіальному напрямку, а також в двох тангенціальних напрямках. Визначення твердості поперек волокон називають боковою твердістю, а на поверхні зрізу – кінцевою твердістю. Слід відмітити, що в результатах досліджень не уточнюються за яким напрямком волокон була визначена твердість деревини, що може приводити до неоднозначних результатів. За даним методом в США твердість визначається в фунтах сили, в Швеції визначається в кгс, в Австралії визначається в Ньютонах (Н) або кН. Результати представляються, наприклад, як 660 Янка.

Список використаної літератури

1. Comparison of nanoindentation cell wall hardness and Brinell wood hardness in jackpine / M. Vincent, Q. Tong, N. Terziev, G. Daniel, C. Bustos, W. Escobar, I. Duchesne // Journal of the international Academy of wood science. – 2014. – Vol.48. – P. 7 – 22.
2. Doyle J. Indentation Hardness of Wood / J. Doyle, J. C. F. Walker // Wood and Fiber Science. – 2007. – С. 369–376.

УДК621.9.048.4

Є.М. Кремчанін ст. гр. МТМ-091

А.М. Єрошенко ктн, доцент кафедри ТМД ЧНТУ

ПРОГРАМУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ В СЕРЕДОВИЩІ DELCAM

«Доповідь присвячена програмуванню електроерозійної обробки в середовищі програмних продуктів компанії DELCAM. Показано на конкретному прикладі, що для виробництва прес-форм для виготовлення пластмасових виробів використовується як остаточна – електроерозійна обробка. Створюється 3-D модель пластмасового виробу, прес-форми, електрода.»

Здавалося б, що з розвитком фрезерування на верстатах з ЧПК проблему з формою, розмірами і якістю оброблюваних поверхонь вирішено, все-одно знайдуться якісь поверхні, які важко отримати за допомогою фрезерування. Особливо це стосується якості отриманої поверхні. Тому для отримання остаточної якості поверхні використовується електроерозійна обробка на верстатах з ЧПК.

Електроерозійна обробка (англ. *EDM — Electric discharge machining*) є різновидом електрофізичної обробки і характеризується тим, що зміна форми, розмірів та якості поверхні заготовки з електропровідного матеріалу відбувається під дією електричних (іскрового чи дугового) розрядів.

Вона базується на використанні контрольованого руйнування електропровідного матеріалу під дією електричних розрядів між двома електродами, тобто це вид механообробки з використанням електричної ерозії [1].

При електроерозійній обробці між електродом-інструментом і заготовкою є зазор через який проходить електричний розряд, в результаті чого руйнуються як матеріал заготовки так і матеріал електрода-інструмента. Але в більшій мірі проходить руйнування матеріалу заготовки. На поверхні заготовки утворюється лунка за рахунок розплавленого металу, температура в зоні обробки становить до 10000°C . Імпульсні розряди, які виникають між катодом і анодом, мають енергію від 10^{-4} до 10^{-6} Дж до десятків Дж. Напруга що виникає між електродом-інструментом і заготовкою становить від 10-20В до 300-400В. Тривалість імпульсу становить від долей мікросекунд до декількох мікросекунд. Частота імпульсів від 50 Гц до сотень кГц.

Електроерозійна обробка поділяється на:

- електроіскрову;
- електроімпульсну.

Відрізняються вони тривалістю імпульсу.

Для електроіскрової обробки тривалість імпульсу $< 10^{-4}$ секунди, а для електроімпульсної $> 10^{-3}$ секунди.

Також електроіскрова обробка відрізняється від електроімпульсної скважністю, для електроіскрової – $g > 5$, а для електроімпульсної – $g < 5$.

Скважність g – це відношення періоду повторення імпульсу T , до його тривалості τ :

$$g = \frac{T}{\tau}.$$

Основні матеріалами для виготовлення електрода-інструмента [3]:

- мідь чиста М1, М2;
- латунь Л62;
- вольфрам;
- алюміній;
- графіт;
- композити.

Основними рідинами, які використовуються при електроерозійній обробці, являються [2]:

- суміш масла (індустріальне 20) і гасу в пропорції 1:1 або 1:2;
- дистильована вода (при обробці на верстатах з ЧПК).

Переваги електроерозійної обробки над механічною:

- скорочення кількості операцій обробки, оскільки точність і якість оброблених поверхонь відповідають відповідному шліфуванню;
- до деталі не прикладаються великих зусиль при обробці;
- усунення деяких обмежень при обробці (наприклад по твердості заготовки);
- можливість отримання складних за конструкцією деталей.

Недоліки електроерозійної обробки:

- високе енергоспоживання;
- швидке зношування електрода-інструмента;
- неможливість обробки діелектричних матеріалів.

В даному дослідженні проектується електрод-інструмент для обробки матриці (Рисунок 2) і пуансона прес-форми для виготовлення пластмасового кутника (Рисунок 1).

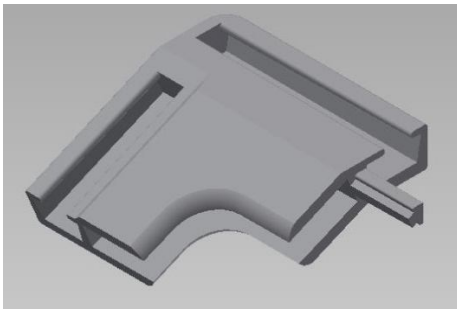


Рис. 1. Зображення 3-D моделі кутника.

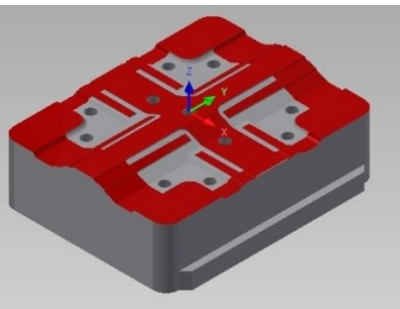


Рис. 2. Зображення 3-D моделі матриці.

Створення 3-D моделі кутника, деталей прес-форми і електрода-інструмента виконується в CAD-системі DelcamPowershape, який є високопродуктивним і простим у використанні інструментом моделювання поверхонь складної форми.

Для того, щоб спроектувати електрод-інструмент в програмі Powershape спочатку потрібно створити 3-D модель пластмасового кутника. Після цього за допомогою програмного продукту Autodesk Simulation Moldflow Adviser виконується аналіз пластмасового виробу: обираються найкращі ділянки для вприску пластичного матеріалу (Рисунок 3); встановлюється місце вприску і аналізується модель на проливання, охолодження, попередню якість, можливі дефекти а також короблення (Рисунок 4).

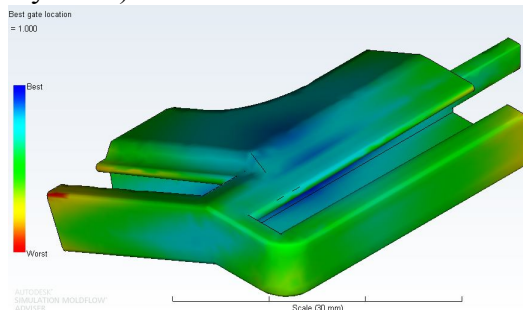


Рис. 3. Зображення найкращих ділянок вприску.

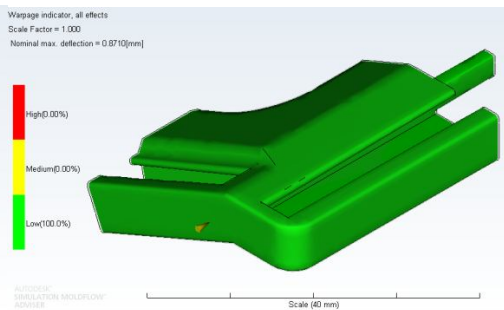


Рис. 4. Зображення можливого короблення.

Користуючись результатами аналізу за допомогою програми Powershape проектується прес-форма: матриця, пуансон, знаки, система живлення, охолодження, виймання готового виробу.

Маючи готову прес-форму можна приступати до проектування електрода-інструмента для надання форми і розмірів формотворної поверхні матриці. За допомогою вбудованого модуля Electrode створюється модель електрода (Рисунок 5).

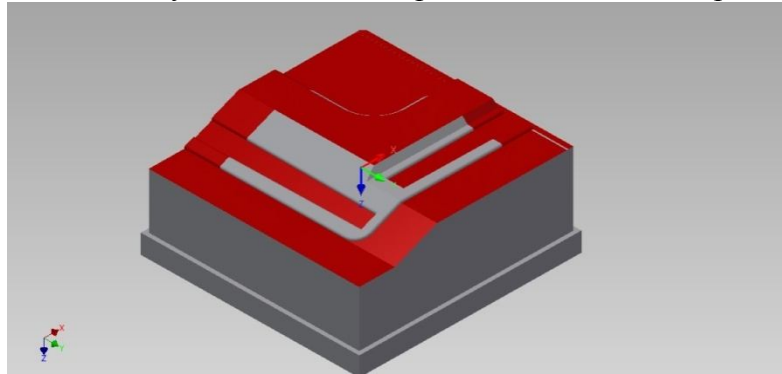


Рис.5. Зображення 3-D моделі електрода-інструмента

Оскільки обробка проводиться на верстаті з ЧПК, то в якості робочої рідини застосовується дистильована вода. Для виготовлення даного електрода-інструмента використовується чиста мідь М1.

Після проектування інструмента проводиться моделювання механічної обробки самого інструмента. За допомогою програмного продукту PowerMILL розробляється маршрут механічної обробки, здійснюється підбір інструменту, режимів різання.

Виготовивши електрод, можна приступати до механічної обробки матриці. Спочатку, по можливості, на фрезерному верстаті з ЧПК знімається основний шар матеріалу. Далі остаточна форма і розміри надаються за допомогою електроерозійної обробки.

Аналіз джерел дає можливість зробити наступні висновки:

1. Електроерозійна обробка є найбільш доречною при виготовленні пуансона і матриці заданої прес-форми, оскільки такий спосіб обробки дозволить остаточно отримати задану форму, розміри і якість поверхні.

2. Для розробки 3-D моделей пластмасового виробу, прес-форми і електроду найбільш доцільно використовувати програмний продукт DelcamPowershape, до складу якого входять вбудовані модулі для проектування прес-форм і електродів.

3. Для підвищення продуктивності і зниження собівартості при виготовленні пуансона і матриці чорнову обробку доцільно проводити фрезеруванням на верстаті з ЧПК, а остаточну чистову – електроерозійною обробкою.

4. Найбільш раціонально створювати електрод-інструмент у середовищі DelcamPowershape, оскільки форма і розміри виробу, прес-форми і електрода взаємопов'язані.

Література:

1. Лазаренко Б.Р., Лазаренко Н.И. Электрическая эрозия металлов. М., Л.: Государственное издательство, 1944. 28 с.
2. Современные подходы к технологии электроэрозионной обработки материалов: учеб. пособие / Т.Р.Абляз, А.М. Ханов, О.Г. Хурматуллин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 121 с.
3. Электроэрозионная и электрохимическая обработка. Расчет, проектирование, изготовление электродов-инструментов. Ч. 1. Электроэрозионная обработка/ Под ред. А.Л. Лившица и А. Роша. М.:НИИМаш, 1980. 224 с.

УДК 658.115.3:658.511

Є.В. Кривенюк, студ. гр. МТМ-091

В.І. Ступа, д.т.н., професор, зав. кафедри ТМД

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ВІРТУАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Чернігівський національний технологічний університет

В сучасних умовах глобалізованого світу ринок висуває багато вимог до продукту, а саме зростаюче значення якості товару, ціни та швидкості задоволення споживачів. Такі вимоги стає дедалі складніше задовольняти великим підприємствам з тисячами робітників і значними виробничими потужностями зосередженими в одному місці. В умовах зростаючих потреб споживачів та постійного розвитку нових інформаційних і комунікаційних технологій створюються і розвиваються нові організаційні форми сучасного підприємства.

Для розв'язання проблеми умов розвитку підприємств в сучасних умовах недостатньо вносити зміни у виробничий процес. Постає задача докорінної перебудови системи виробництва і збуту товарів, здійснення прориву в розвитку у відповідності до нових параметрів функціонування глобальної ринкової економіки, орієнтованої на отримання прибутків та задоволення вимог кінцевого споживача. Ці задачі покликані вирішувати нові організаційні форми підприємств – віртуальні (мережеві) форми, що представляють собою інший механізм координації проектів.

Віртуальна форма організації бізнесу стає одним з перспективних напрямків розвитку підприємства. Віртуальне підприємство представляє собою мережеву організаційну структуру, яка складається з неоднорідних компонентів (організацій, окремих колективів та людей), розташованих у різних місцях світу, тимчасово об'єднаних для досягнення визначеної мети в рамках єдиної інформаційної мережі. [1]. В цьому сенсі воно дійсно є «віртуальним» тобто неіснуючим в фізичному просторі. На рівні сучасного розвитку мереж і Internet, робота таких підприємств здійснюється в режимі реального часу. Ефективне використання CALS-технологій також грає надзвичайно важливу роль у організації такої роботи [2].

В ринкових умовах віртуальні підприємства досягають максимальної конкурентоспроможності за рахунок орієнтації на виконання певних ринкових замовлень аж до задоволення певних запитів конкретних організацій чи осіб. Основою організації виробництва становиться підхід «just – in – time» (точно в строк) при якому на кожному етапі процесу наступна (зазвичай невелика) партія прибуває для обробки точно в той момент, коли попередня партія завершена [3]. У результаті виходить система, в якій відсутні будь-які пасивні одиниці, що очікують обробки, а також простоюють робочі або обладнання, які очікують виробу для обробки. В зв'язку з цими факторами можна виділити такі конкурентні переваги віртуальних підприємств [4]:

- економія сукупних витрат;
- спільне використання ресурсів та досвіду різних підприємств;
- можливість гнучкої організації часу роботи;
- можливість більш повного задоволення інтересів замовника;
- підвищується швидкість виконання ринкового замовлення;
- можливість зниження транспортних проблем;
- можливість швидкої адаптації до змін ситуації на ринку.

- можливості створення тимчасових робочих груп, які знаходяться в різних географічно віддалених місцях і можуть цілодобово підтримувати робочі процеси над терміновими проектами;
- зниження бар'єрів для виходу на нові ринки збуту.

При об'єднанні та організації роботи віртуальних підприємств виникає ряд проблем, або аспектів (рис 1) які потребують детальної проробки. Вони поділяються на декілька груп і охоплюють весь час функціонування віртуального підприємства.

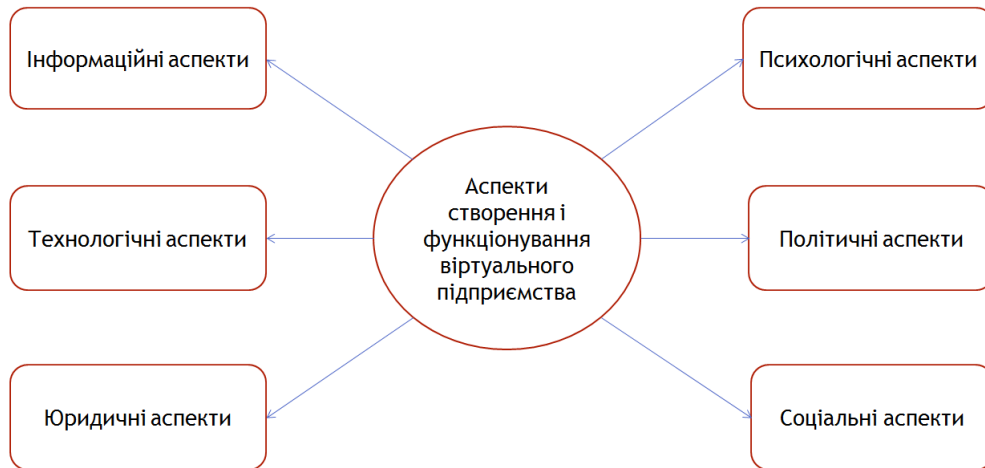


Рис. 1. Групи аспектів віртуального підприємства

Організація роботи за принципами «just – in – time» вимагає передбачення всіх спірних моментів на самому початку розробки продукції. При відсутності варіантів їх виключення, а при їх появі – вирішення, ефективність роботи віртуального підприємства буде значно зменшена. Також такий підхід накладає жорсткі вимоги на технологічність розробляємої продукції, при проектуванні виробу потрібно використовувати максимально можливу кількість стандартизованих елементів та складальних одиниць [5]. Це значно спрощує складання, закупку виробів, навчання робітників та обробку даних деталей. В таких умовах проектування особливо важливим є вибір системи стандартів, яка задовольняла б всі висунуті до неї вимоги.

На етапі створення учасниками віртуального підприємства кожна фірма може використовувати різні стандарти. Найчастіше це виникає якщо співпрацюючі фірми розташовані в різних державах, наприклад конструкторська фірма Німеччини в основному буде використовувати стандарти DIN, українська - ДСТУ, американська – систему ANSI. При цьому виникають проблеми в оформленні конструкторсько-технологічної документації, нормативних документів, передачі їх на виробництво і на фірми які постачають сировину та деталі, а також у звичайному спілкуванні. Для вирішенні цих протиріч необхідно вибирати єдину систему стандартів і працювати виключно з нею, при цьому критеріями вибору можуть бути:

- відповідність системи стандартів поставленій задачі;
- необхідна якість, яка повинна бути досягнена;
- зручність у використанні;
- наявність у відкритому доступі;
- галузь промисловості в якій виготовляється продукт.

Вибір системи стандартів повинен проводитись абсолютно всіма учасниками віртуального підприємства. Правильність вибору системи яка б задовольняла всім пред'явленим вимогам грає надзвичайно важливу роль оскільки допомагає скоротити

час на підготовку виробництва, підвищити технологічність виробів, їх якість та зручність у використанні.

Важливим аспектом при створенні віртуально підприємства є перевірка інших учасників на відповідність виконання ними їх функцій. Це означає що підприємства повинні бути в змозі виконати свою частину роботи, тобто у них достатньо технічних, людських та матеріальних ресурсів для виконання робіт. При пошуку відповідного учасника віртуального підприємства необхідно мати чітке уявлення про можливості кожного підприємства. Об'єктивне уявлення про здатність виконати заявлені функції можна скласти на основі оцінки виробничих можливостей підприємств. Виробнича можливість – показник який виражає максимальну спроможність підприємства по здійсненню випуску товарної продукції в натуральних або вартісних одиницях виміру відносно до визначеного періоду часу. Цей показник дає можливість:

- спрогнозувати майбутні фінансові витрати;
- порівняти виробниче підприємство з іншими аналогічними підприємствами;
- виявити резерви збільшення випуску продукції шляхом збільшення завантаження обладнання;
- порівняти використання виробничих можливостей підприємства в різні періоди часу;

Такий контроль підприємств повинен проводитись на етапі створення підприємства за визначеними методиками. Виконані заходи дадуть можливість будувати стратегію роботи з даним підприємством в майбутньому, при розробці інших проектів. Розробка методик оцінки з врахуванням особливостей роботи віртуального підприємства та принципу «just – in – time» є пріоритетним напрямом в подальших дослідженнях.

При роботі фірм з різних країн виникає питання конкретних державних обмежень на виготовлення, переміщення та експлуатацію продукції в країнах. Ці питання повинні бути вивчені на початковому етапі розробки продукції. При цьому можна розробити такі технології виготовлення продукції які б відповідали всім міжнародними нормам. При такому підході можна значно здешевити виготовлення продукції, знизити вартість її транспортування та уникнути штрафів, які можуть бути накладені країнами за нахождение на їх території об'єктів заборонених законами.

З вище сказаного слідує що на етапі створення та функціонування віртуального підприємства необхідна тісна співпраця всіх учасників мережі для виявлення та швидкого реагування на проблеми. Основними напрямками майбутніх досліджень у сфері технологічних аспектів віртуальних підприємств є розробка шляхів взаємодії технічних спеціалістів з іншими (юристами, логістами, маркетингологами), методики оцінки та перевірки підприємств для вибору таких з них які б максимально можливо задовольняли принципу «just – in – time».

Список використаних джерел:

1. Катаев А.В. Виртуальные бизнес-организации. — СПб: Изд-во Политехнического университета, 2009. — 120 с.
2. Дмитров В.И. CALS, как основа проектирования виртуальных предприятий.// автоматизация проектирования, №5, 1997.
3. Патюрель Р. Создание сетевых организационных структур//Проблемы теории и практики управления, №3, 1997.
4. Катенев В. И. Сетевой подход к организации взаимодействия предпринимательских структур / Владимир Иванович Катенев – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2007. – 217 с.
5. Подчасова П.Т. Віртуальні підприємства як сучасна форма організації виробництва / П.Т. Почасова // Збірник наукових праць МННЦІТІС. — 2009. — Вип. 14. — С. 24—45

УДК 621.229.323.2.771.5

О.В.Литвин, к.т.н., О.І. Стахівський

УПРАВЛІННЯ ПОХИБКАМИ ПРИ ЗАКРІПЛЕННІ ЗАГОТОВОК В ЦАНГОВОМУ ПАТРОНІ

Національний технічний університет України «КПІ»

Наведено конструкції цангових патронів для центрування і затиску пруткового матеріалу різного профілю і окремих заготовок, розглянуто вплив лінійних жорсткостей вздовж головних осей б-ти пелюсткового патрону. Розглянуто силові фактори та переміщення при консольному затиску деталі в цанговому патроні в процесі різання.

Затискні цангові патрони широко застосовується для закріплення заготовок при обробці на токарних верстатах. Вимоги до підвищенню точності обробки деталей безперервно підвищуються, і ця тенденція досить важлива для розвитку сучасного виробництва. Цангові патрони використовують для центрування і затиску пруткового матеріалу різного профілю і окремих заготовок. Відомі конструкції цангових патронів для центрування по зовнішньому та внутрішньому діаметру: з тягнуchoю цангою, які застосовують для закріплення штучних заготовок (для орієнтування заготівки в осьовому напрямі у середині цанги встановлений упор); з штовхаюchoю цангою найчастіше вживаною для закріплення пруткової заготовки (для фіксації прутка в осьовому напрямі упор встановлений попереду цанги) та нерухомою цангою.

Жорсткість затискного патрона, його складальних одиниць або складових частин характеризують їх пружні деформації і поведінку під впливом зовнішніх сил і моментів, стійкість до змін їх форми і положення. Для різних режимів навантажень і деформації визначальними є відповідні жорсткості і податливості. При визначенні параметрів, які впливають на розрахунок пружної деформації, перед усім повинні розглядатися наступні лінійні: k_{xx}, k_{yy}, k_{zz} , $k_{x\alpha}, k_{y\gamma}$. (рис.1). На експлуатаційні характеристики затискного патрона впливають також параметри закріплення деталей. На практиці, при оснащенні токарних верстатів і верстатних систем використовується уніфіковані затискні патрони, при проектуванні і розрахунку яких т.з. «базові» деталі залишаються незмінними, а зміни і доопрацювання зазнають лише деталь і елементи патрона, які що взаємодіють із заготовкою. Тому, при одних і тих же габаритах патрону, їх гамма при незначних змінах 2-3 деталей, може надійно закріплювати заготовки різного діаметру (але в межах габаритів «базових» деталей).

На рис. 2 наведено конструкцію уніфікованого цангового патрона для закріплення штучних заготовок різного діаметру. Патрон призначений для затиску деталей по циліндричній поверхні. Забезпечує затиск деталей в межах 70...150 мм вказаного типорозміру з допуском $\pm 0,5$ мм. Деталі взаємозамінні. Патрон використовується ПАТ «Веркон» на верстатах мод. ПАБ 350 та ТАК 102, 103.

Процес затиску заготовок з діаметрами затиску D_1 , D_2 и D_3 (причому $D_1 < D_2 < D_3$) в цанговому патроні відбувається при наступних параметрах патрона a – база затиску; l – виліт закріпленої заготовки відносно точки А прикладення зусилля затиску в патроні, l_p – плече прикладення зусилля різання P_p відносно точки В, яка визначається перетином радіусу пружно-фрикційного шарніру з поверхнею заготовки діаметром D , точка А – визначає місце прикладення зусилля в стику конус цанги-корпус патрону, точка О – центр пружно-фрикційного шарніру для даного патрону і конкретної схеми затиску. $m_1 > 0$; $m_2 \approx 0$; $m_3 < 0$, де m – відхилення пелюстки цанги від горизонталі – параметр затиску заготовки, a – довжина конуса корпусу патрона вздовж його вісі, b – довжина (база) затиску. При цьому діаметр розточування конуса корпусу патрона під цангу однаковий у всіх патронів. Згідно [1], розташування центру пружно-фрикційного шарніру $O_1 - O_3$ визначається для одинарного цангового затиску відрізком

$OD = L_i$ при зазначеній довжині затиску b . І чим більша величина відрізка OD , тим вище жорсткість закріплення заготовки.

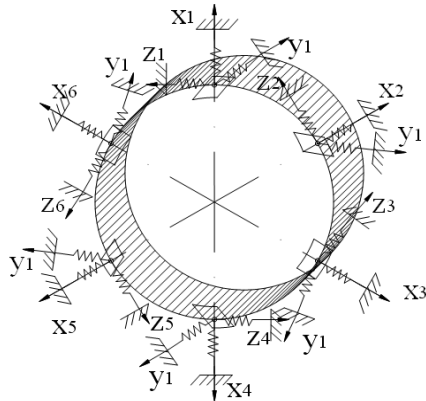


Рис. 1. Лінійні жорсткості 6-ти пелюсткового цангового патрону

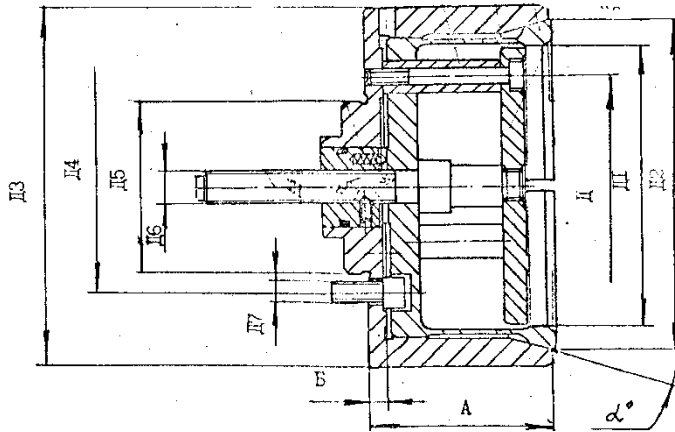


Рис.2. Конструкція уніфікованого цангового патрона ПАТ «Веркон»

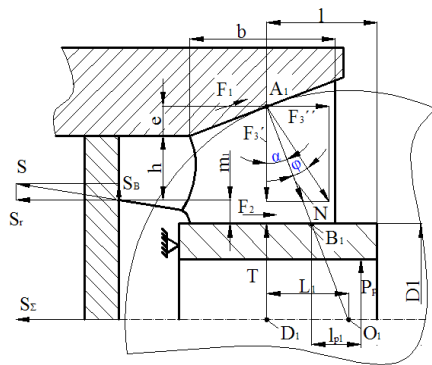


Рис. 3. Розрахункова схема цангового патрона з упором

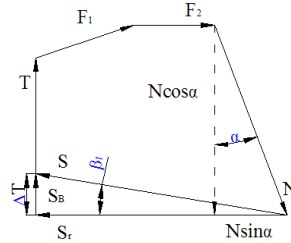


Рис. 4. Силовий багатокутник в цанговому патроні з упором

При консольному затиску деталі в цанговому патроні на неї діють сили процесу різання, що викликають в затискному цанговому патроні осьові та радіальні сили, а також моменти кручення і поздовжній момент (рис.5). Від згинального моменту, що діє в площині затиску, виникає осьове переміщення деталі, яке створює на пелюстку 1 осьову силу зчеплення F_o і на пелюстках 2 і 3 відповідно осьові сили зчеплення $\frac{F_o}{2}$, що призводять до виникнення відносного осьового зміщення h_o деталі:

$$h_o = \frac{F_o}{C_z} + \frac{\frac{F_o}{2}}{C_z} = \frac{3}{4}d_3 \cdot \theta_3$$

де d_3 – діаметр затиску, C_z – жорсткість вздовж осі Z , θ_3 – кут повороту заготовки.

З цього рівняння отримуємо осьову силу реакції на пелюстку кулачку 1:

$$F_0 = 0,5d_3 \cdot \theta_3 \cdot C_z$$

Навантаження заготовки згинальним моментом призводить до утворення осевого зазору Δl на затискних пелюстках, який складається із переміщення Δl_{III} під дією сили F_o на пелюстку 1 і $\Delta l_{II,3}$ – на пелюстках 2 та 3. Одночасно з кутом повороту заготовки внаслідок переміщення під дією сили затиску кулачків отримуємо додатковий кут повороту в площині затиску пелюстків, який залежить від загальної згинальної жорсткості патрону C вздовж осі Z . Кут повороту θ_l заготовки відносно площини затиску на пелюстку 1 можна визначити наступним чином:

$$\theta_1 = \theta \text{ та } \theta_1 = -\frac{T_{\Sigma} \cdot \Delta l_{\Pi 1}}{C}$$

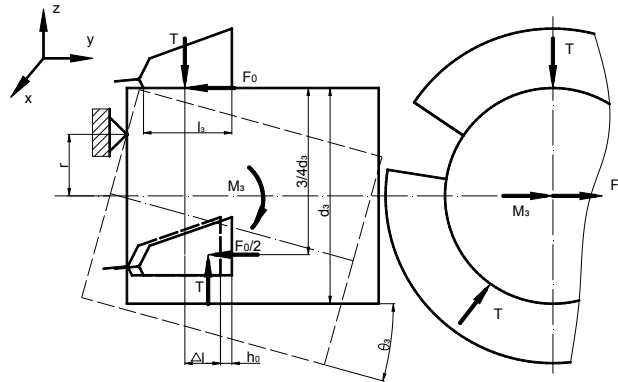


Рис.5. Визначення сил реакції у площині затиску при навантаженні згинальним моментом

Кут повороту $\theta_{2,3}$ заготовки відносно площини затиску на пелюстках 2 та 3:

$$\theta_{2,3} = \frac{\theta}{2} \text{ та } \theta_1 = -\frac{T_{\Sigma} \cdot \Delta l_{B2,3}}{C}$$

Приймемо, що пелюски цанги завжди прилягають до заготовки по всій довжині поверхні затиску. Тоді осьове переміщення від сили затиску на пелюстках 1 та 2 (3):

$$\Delta l_{B1} = \frac{Q \cdot C \cdot \theta}{(1+Q) \cdot T_{\Sigma}} \text{ та } \Delta l_{B2,3} = \frac{Q \cdot C \cdot \theta}{2(1-Q) \cdot T_{\Sigma}} \text{ де } Q = \frac{l_3 \cdot C_p}{12 \cdot C},$$

C_p – радіальна жорсткість патрону.

Враховуючи, що $Q \ll 1$, отримуємо зазор в точках прикладання сил затиску на пелюстках 1 і 2 (3):

$$\Delta l = \Delta l_{\Pi 1} + \Delta l_{\Pi 2,3} \approx \frac{l_3^2 \cdot C \cdot \theta}{8T_{\Sigma}}$$

У випадку затиску, коли пелюстки прилягають до заготовки не по всій довжині затиску, з'являється зазор Δl і разом з тим призводить до зменшення жорсткості затиску, так і зменшення допустимого згинального моменту. Від'ємна конусність поверхні пелюсток є сприятливою для досягнення напружених станів на всій довжині кулачка. Ці результати підтверджуються раніше проведеними експериментальними дослідженнями [1,3].

Література

1. Самонастраивающиеся зажимные механизмы: Справочник (Ю. Н. Кузнецов, А. А. Вачев, С. П. Сяров, А. Й. Цървенков; под ред. Ю. Н. Кузнецова.- К.: "Тэхника"; София: Гос. изд-во «Техника», 1988. - 221 с.
2. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: В 3-х ч. / За ред. Ю.М. Кузнецова. – Кіровоград: Імекс ЛТД, 2004. – Ч. I. – 442 с.; Ч. II. – 286 с.; Ч. III. – 507 с.
3. Кузнецов Ю.Н. Зажимные механизмы для высокопроизводительной и высокоточной обработки резанием: монография (в 2-х частях) / Ю.Н. Кузнецов, В.Н. Волошин, П.М. Неделчева, Ф.В. Эль-Дахаби — К.: ООО «ГНОЗИС». — Ч.1, 2009. — 270 с.; Ч. 2, 2010.

УДК 621.74

Р.Д. Іскович-Лотоцький, проф., д.т.н.
В.П. Міськов, аспірант
А.В. Слабкий, к.т.н.

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ВІБРОПРЕС-МОЛОТА З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМ КЕРУВАННЯМ

Вінницький національний технічний університет, каф. МРВОАВ, vadimmiskov@mail.ru

В даній роботі наводяться принципи проектування по вибору вимірюючої апаратура, що використовується для дослідження роботи вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням.

Використання корисних вібрацій та віброударного режиму у технологічних процесах, що пов'язані з пресуванням і виготовленням виробів з порошкових та інших дрібнодисперсних матеріалів має ряд переваг перед звичайними без вібраційними методами. Здійснення відповідних технологічних процесів відбувається на спеціальному віброударному обладнанні, розробкою та проектуванням якого займається кафедра МРВ та ОАВ Вінницького національного технічного університету. Одним із дослідних зразків є вібропрес-молот з електрогідравлічним керуванням на базі промислово-дослідної машини ІВІМ-16 з використанням уніфікованої гідравлічної апаратури та спеціально розробленого блоку керування [1,2].

Під час проектування та дослідження будь-якого обладнання необхідно проводити контроль його робочих параметрів. У нашому випадку це зміна тиску у гідравлічній системі та відповідне переміщення виконавчого органу. Саме ці два показники, в основній мірі, визначають ефективність використання даного обладнання. В процесі експлуатації та досліджень гідроімпульсного обладнання сформувались ряд вимог до давачів, що використовуються, а саме: висока швидкодія; власна частота давачів повинна бути більше 600 Гц; використання давачів з металевим чутливим елементом, оскільки через крихкість чутливих елементів, що виготовляються з керамічних сплавів (наприклад оксиду алюмінію чи кремнію і т.п.), давачі швидко виходять з ладу; схема під'єднання давачів повинна будуватись на основі поєднання цифрової та загальної землі (використання однієї загальної землі призводить до накладання сигналів, що спотворює реальну картину); потрібно враховувати віброударну стійкість давачів.

На основі вище вказаних вимог, які висуваються до віброударного обладнання, нами розроблено вимірювальний комплекс для перевірки адекватності роботи даного технологічного обладнання та його функціональної придатності, що складається з давача переміщення TURK Ni8-M18-LiU, давача тиску ADZ-SML-10.0, АЦП Е14-140, які під'єднанні до спеціально розробленої блок схеми [3].

Такий комплекс вимірювальної апаратури забезпечує нормальну функціональну здатність віброударного обладнання та дозволяє відслідковувати усі його технологічні параметри під час роботи.

Список літератури

1. **Іскович – Лотоцький Р.Д.** / Процеси та машини вібраційних і віброударних технологій. Монографія. // Іскович – Лотоцький Р.Д., Обертюх Р.Р., Севостьянов І.В. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006 -291 с.
2. **Іскович – Лотоцький Р.Д.** / Основи теорії розрахунку процесів і обладнання для віброударного пресування. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006. – 338 с.

3. **Слабкий А. В.** Дослідження гідроімпульсного привода пристрою для радіального віроточіння / А. В. Слабкий, Р. Р. Обертюх, О. В. Дерібо // Промислова гідравліка і пневматика. — 2013. — №2(40). — С. 84 — 90

УДК 371.315.7

Г.В. Пасов, канд. техн. наук
В.І. Венжега, канд. техн. наук

ВИКОРИСТАННЯ АНІМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРЯМОЛІНІЙНОГО ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ ЗА ДОПОМОГОЮ КУЛАЧКОВИХ МЕХАНІЗМІВ

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

Розглянуто анімаційне моделювання кулачкових механізмів для створення прямолінійного поступального руху в різноманітних верстатах та промислових роботах. Описано складові цих механізмів та перспективи інтерактивного ними керування в подальшому.

Освіта є основою будь-якого суспільства. В наш час при вивченні різноманітних дисциплін використовується багато джерел різноманітної інформації: підручники, посібники, журнали, збірники, Інтернет. В сучасних умовах широкі можливості відкриває використання електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) в навчальному процесі, особливо персональних комп'ютерів (ПК) і високоінтелектуальних програмних продуктів.

Традиційно при засвоєнні будь-якої навчальної дисципліни студент повинен вивчати її на лекціях, лабораторних та практичних заняттях. Але при цьому в якості методичного наочного матеріалу використовуються, як правило, ілюстрації зовнішнього вигляду, будови та конструкції різноманітних механізмів у вигляді двовимірних статичних схем елементів. Саме використання ЕОМ та відповідних програмних продуктів і дозволяє удосконалити навчальний процес (та освіту загалом), надаючи йому інтенсивності та інтерактивного змісту.

В Чернігівському національному технологічному університеті (ЧНТУ) на кафедрі “Інтегровані технології машинобудування і автомобілі” для вивчення навчальних дисциплін “Металообробне обладнання”, “Підйомно-транспортне обладнання і роботи”, “Обладнання та транспорт механоскладальних цехів”, “Промислові роботи” розроблено навчальний продукт: “Анімація роботи механізмів прямолінійного поступального руху – кулачкові механізми”. Анімація розроблена для лекційного курсу “Обладнання та транспорт механоскладальних цехів”.

Під час розробки анімації механізмів прямолінійного руху за допомогою кулачкових механізмів були використані сучасні програмні продукти: “3Ds Max” та “КОМПАС-3D”.

Для перевірення на останній ступені приводу обертового руху в поступальних у різноманітних верстатах використовуються різні кулачкові механізми з використанням дискових, торцевих та циліндричних кулачків.

Ці механізми дозволяють забезпечити будь-який закон зміни швидкості робочого органа, одержувати необхідне співвідношення швидкості робочого і зворотного ходів і на відміну від інших механізмів можуть одночасно виконувати функції командно-розподільчого пристрою. Завдяки цим перевагам кулачкові механізми з дисковими (рис. 1), торцевими (рис. 2) і циліндричними (рис. 3) кулачками знайшли широке застосування у верстатах-автоматах і напівавтоматах для здійснення автоматичного циклу роботи.

Розроблена анімаційна модель дозволяє наочно продемонструвати роботу всіх наведених механізмів. Продукт: “Анімація роботи механізмів прямолінійного поступального руху – кулачкові механізми” розроблений в якості чергового кроку в забезпеченні навчання за допомогою сучасних програмних продуктів. В подальшому

його можна розширювати, корегувати та удосконалювати (наприклад, інтерактивне керування процесами анімації того чи іншого вузла.

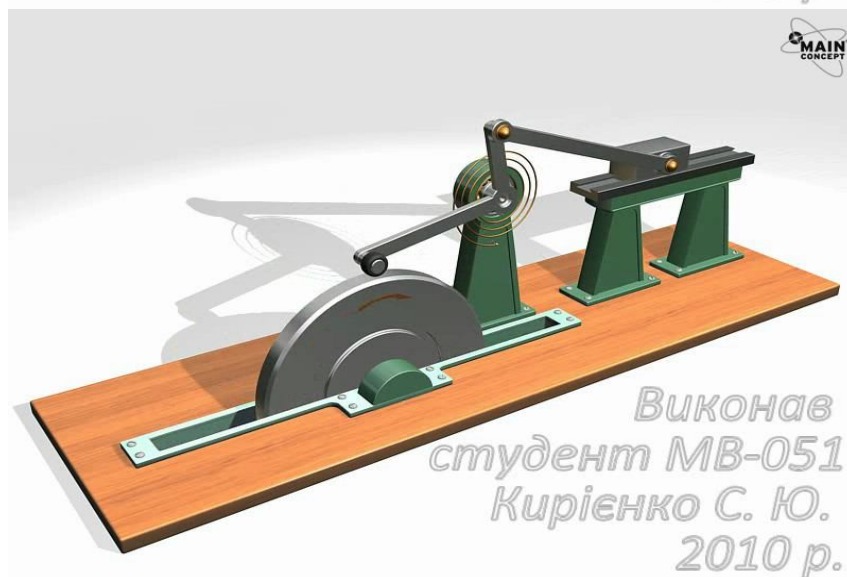
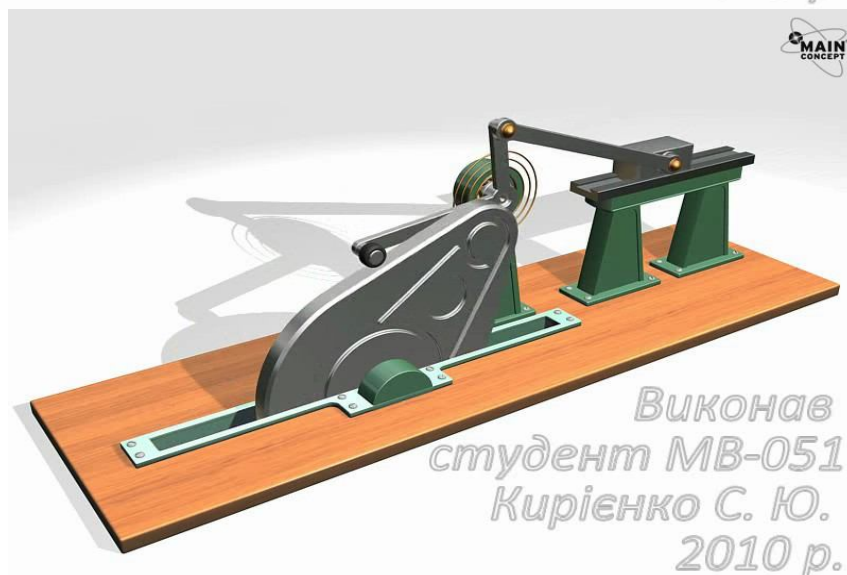
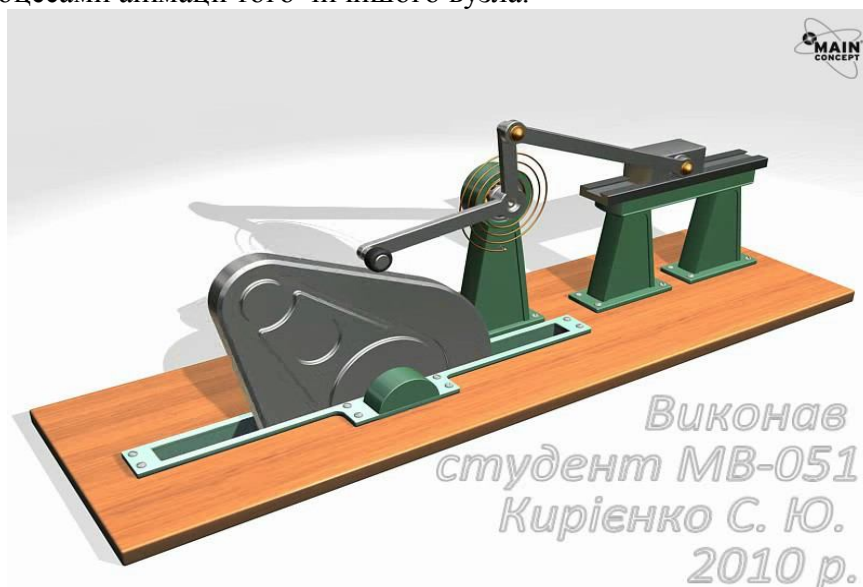


Рис. 1. 3D модель роботи дискового кулачка

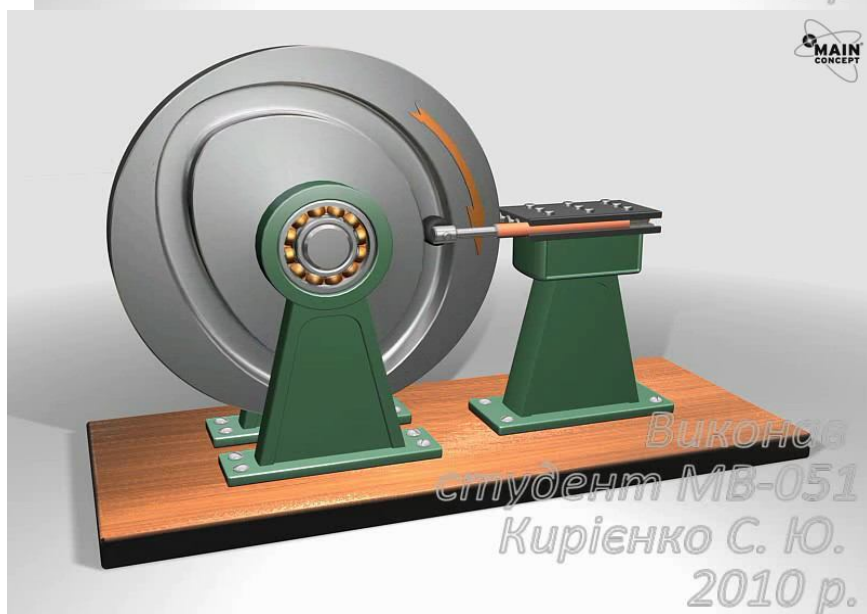


Рис. 2. 3D модель роботи торцевого кулачка

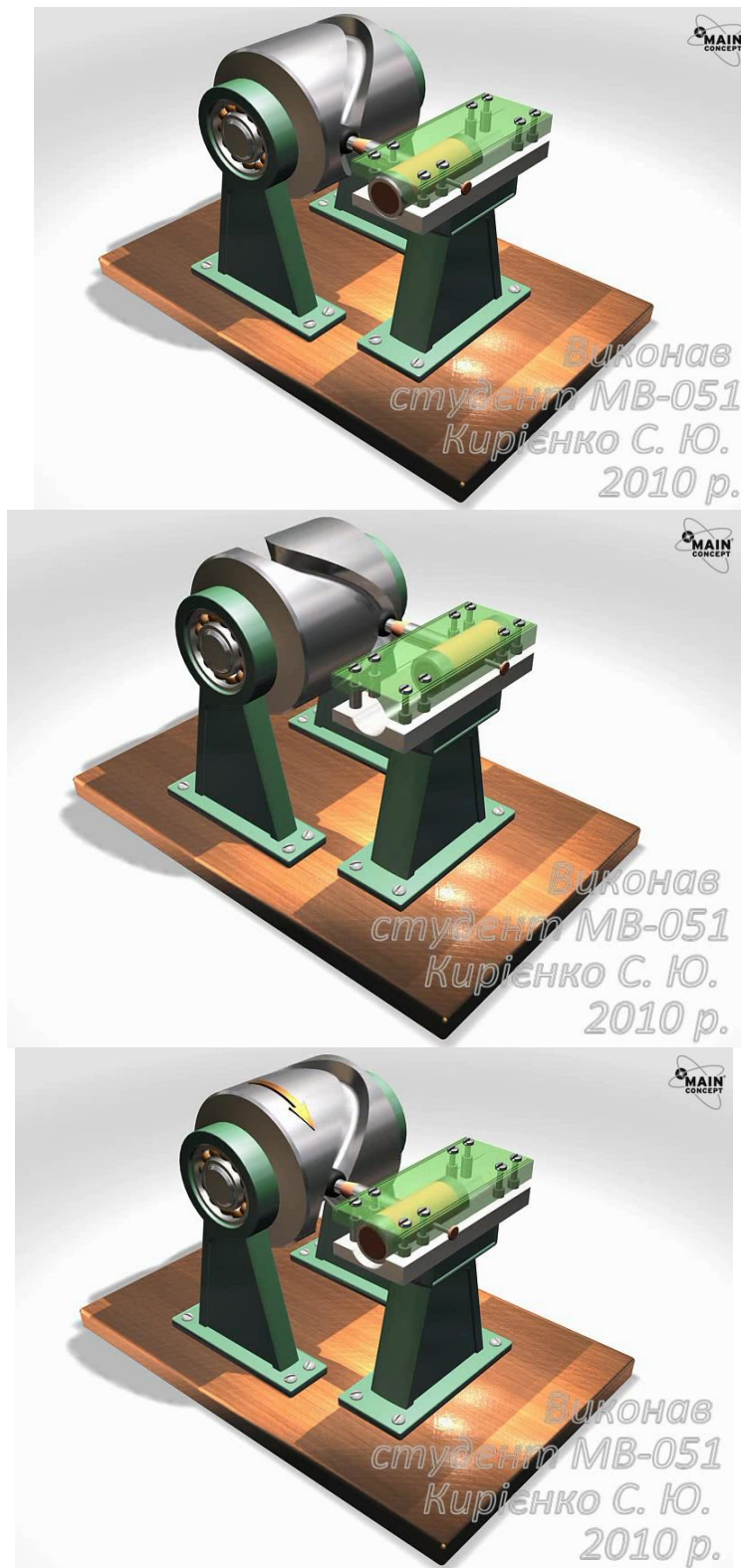


Рис. 3. 3D модель роботи циліндричного кулачка

Розроблений програмний проект може ефективно використовуватись при вивченні наступних дисциплін: “Підйомно-транспортне обладнання і роботи”, “Промислові роботи”, “Металообробне обладнання”, “Обладнання та транспорт механоскладальних

цехів”, “Проектування та оснащення гаражного господарства”. На основі цих розробок можливо створювати аналогічні програмні анімаційні продукти й для інших дисциплін.

УДК 336.532.3 : 621

М.В. Потапенко, студ. гр. МТМ-091

С.Г. Бондаренко, канд.техн. наук, професор кафедри ТМД

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНОГО АНАЛІЗУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Чернігівський національний технологічний університет

Одним із методів удосконалення технічної системи на всіх стадіях життєвого циклу є функціонально-вартісний аналіз (ФВА), метод дослідження функцій об'єкту (виробу, процесу, структури), спрямований на мінімізацію витрат у сферах його проектування, виробництва і експлуатації при збереженні чи підвищенні якості і корисності об'єкта.

За внутрішнім своїм змістом ФВА - це техніко-економічний метод системного дослідження об'єкта, спрямований на підвищення ефективності матеріальних і трудових ресурсів через абстрагування від існуючих рішень, аналізу основних, допоміжних і непотрібних функцій, оцінки альтернативних методів реалізації корисних функцій, вибору найбільш економічних [1].

Поява ФВА як методу пов'язана з іменами двох фахівців - конструктора Пермського телефонного заводу Ю.М.Соболева (1950 р.) і співробітника американської фірми "Дженерал Електрик" Л.Майлза (1947 р.), що наприкінці 40-х - початку 50-х років нашого століття практично одночасно заклали теоретичні основи ФВА, хоча і з різних позицій. Соболев пропонує поліпшувати вже існуючий виріб за рахунок зміни його конструкції. Майлз пропонує на основі аналізу функцій виробу створити нову конструкцію, яка найбільш відповідає необхідним функціям. Сучасний ФВА - це раціональне сполучення ідей Соболева і Майлза.

У методиці ФВА велика увага приділяється функціям виробу: їх опису, упорядкуванню та систематизації. Саме на основі функцій здійснюється «розчленування» конструкцій машин та інших виробів, пошук нових технічних рішень і економічне порівнювання варіантів [2].

Функція- це здатність об'єкта (системи) до збереження і прояву властивостей (рисунок 1). Функцію визначають мета (потреби) і властивості. Вони проявляються у вигляді показників якості при використанні об'єкта.

Основний постулат ФВА – постійна наявність резервів розвитку в будь-якій технічній системі, конструкції і технології. Іншими словами, немає ідеальної машини і технології, є невміння знаходити шляхи їх удосконалення. Формула ідеальності технічної системи:

де - сума корисних функцій технічної системи;

$\sum \mathbf{B}$

- сума витрат на виконання корисних функцій, що складається з витрат необхідних і витрат надлишкових у створенні, виробництві й експлуатації елементів технічної системи [3].

Метою функціонально-вартісного аналізу є виключення надлишкової вартості на основі виявлення непотрібних функцій і відповідно їх носіїв (деталей, конструктивних або технологічних елементів).

Статистичні дані покачали, що функціонально-вартісний аналіз дозволяє на 1 грошову одиницю витрат отримати до 20 одиниць економії.

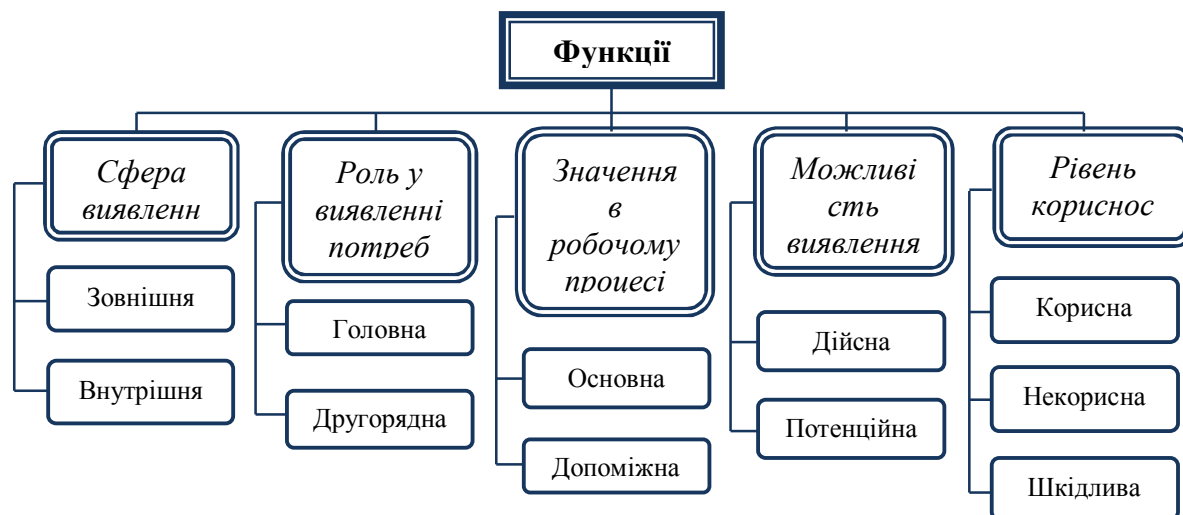


Рис.1.Класифікаційні ознаки функцій виробу

Форми застосування ФВА [4]:

1)	ворча – проектування нової ТС;	т
2)	орегуюча – удосконалення раніше випущеної ТС;	к
3)	нверсна (як варіант корегуючої).	і

Область застосування ФВА:

–	роектування нових виробів і технологій;	п
–	одернізація освоєних у виробництві виробів; реконструкція підприємств;	м
–	ниження витрат основного і допоміжного виробництва;	з
–	ниження витрат сировини, матеріалів.	з

Функціонально - вартісний аналіз включає сім послідовних етапів: підготовчий, інформаційний, аналітичний, творчий, дослідницький, рекомендаційний та етап впровадження [5].

Переваги методу:

•	ункціональний підхід;	ф
•	озширення можливості впровадження нових оригінальних і нестандартних рішень;	р
•	истемний підхід: виготовлення виробу розглядається як система; підсистемами якої виступають конструкція, технологія, організація і управління виробництвом;	с
•	ніверсальність — метод використовується як при розробці нових виробів і технологій, так і при їх модернізації та удосконаленні;	у
•	озв'язуються дві взаємопротилежні задачі - зменшення витрат і підвищення якості виробу;	р

- рганічне поєднання інженерного і економічного підходів. О
Недоліки методу:
- лабкий ступінь розвитку методологічного апарату проведення ФВА; С
- едостатність інформаційного та програмного забезпечення методу; Н
- исокий рівень тривожності і низький рівень мотивації спеціалістів по відношенню до впровадження прогресивних методів. В
Основні проблеми на етапах ФВА:
- 1) ідготовчий етап: П
 - ідсутність основних критеріїв вибору об'єкту аналізу; В
 - кладність побудови дерева цілей і задач; С
- 2) інформаційний етап: і
 - едостатність інформаційного та комп'ютерного забезпечення пошуку та обробки інформації; Н
- 3) налітичний етап - складність: а
 - изначення основних і допоміжних функцій об'єкту; В
 - рупування корисних і шкідливих функцій; Г
 - обудови функціонально-структурної моделі об'єкту; П
 - творення функціонально-вартісної моделі об'єкту; С
 - иявлення непотрібних функцій; В
 - изначення значущості функцій, витрат на їх реалізацію та функціонально-необхідних витрат функцій; В
- 4) ворчий етап: Т
 - кладність пошуку варіантів усунення непотрібних функцій та удосконалення об'єкту; С
- 5) ослідницький етап: Д
 - кладність опрацювання пропозицій та оптимізації. С
- 6) екомендаційний та етап впровадження: Р

кладність оформлення рекомендацій та впровадження вибраного варіанту нового техніко-економічного рішення аналізуемого об'єкта і контроль за реалізацією розроблених в результаті ФВА рекомендацій.

Шляхи вирішення визначених проблем:

- розробка критеріїв вибору об'єкту ФВА;
- створення типової схеми цілей і задач ФВА;
- комп'ютеризування формулярів наказів;
- комп'ютеризування формулярів відомостей про об'єкт;
- комп'ютеризування складу інформаційної бази;
- комп'ютеризоване групування, класифікування та типізація інформаційної документації;
- створення бази даних функцій типових машинобудівних деталей та технологічних процесів;
- програмна побудова структурно-елементної моделі об'єкта;
- розробка програм для визначення вартості функцій;
- використання різноманітних методів пошуку інноваційних ідей для удосконалення об'єкту;
- розробка типової методики оцінки собівартості запропонованих варіантів удосконалення;
- розробка програм вибору методів розрахунку витрат на реалізацію функцій, оцінки якості виконання функцій, техніко-економічної оцінки, методів оптимізації та їх реалізація.

Таким чином, розв'язання виділених проблем суттєво спростить методологію та скоротить час використання ФВА, тим самим зробивши цей метод простішим та доступнішим.

Список літературних джерел:

1. С.Г.Бондаренко. Організація технологічних ресурсів. Навчальний посібник. – К.: Кондор-Виробництво, 2012. – 244 с.
2. Кардаш В.Я., Павленко І.А., Шафалюк О.К. Товарна інноваційна політика. Підручник. – К.: КНЕУ, 2002. – 266 с.
3. Прохоров Ю.Ф., Лихолетов В.В. Основы функционально-стоимостного анализа систем: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 122 с.
4. Моисеева Н. К., Карпунин М. Г. Основы теории и практики функционально-стоимостного анализа. — М.: Высшая школа, 1988. — 192 с.
5. Справочник по функционально-стоимостному анализу/ А. П. Ковалев, Н. К. Моисеева, В. В. Сысун и др.; Под ред. М. Г. Карпунина, Б. И. Майданчика. — М.: Финансы и статистика, 1988. — 431 с.; ил.

УДК 004.932.2

Д.А. Прохоренко, студ.

С.Г. Бондаренко, кандидат технічних наук, професор кафедри ТМД

О.М. Чередніков, кандидат технічних наук, професор кафедри ТМД

О.О. Борисов, асист.

НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ РОЗМІРНОГО АНАЛІЗУ

Чернігівський національний технологічний університет

Актуальність даної теми полягає в тому, що система комплексної автоматизації розмірного аналізу з використанням інформаційних технологій має суттєві невирішені проблеми, що сповільнює технічне підготування виробництва та ускладнює раціональне використання розмірного аналізу.

Для вирішення проблеми інформаційної підтримки на етапі технічного підготування виробництва була розроблена база даних, яка автоматично, при необхідних заданих параметрах, проводить розрахунок типового вузла методом повної взаємозамінності.

Опис програмного продукту:

Підготовка до роботи

Склад та зміст носія дистрибутивного носія даних.

Приклад конструктивної схеми вузла, що використовується в програмі для типового розрахунку (рис. 1.).

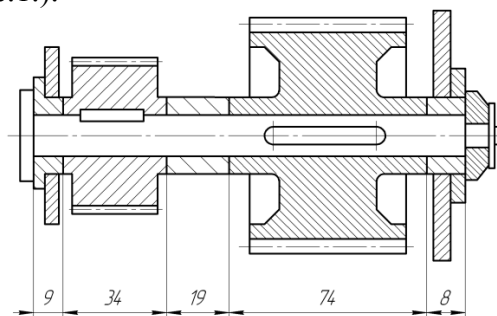


Рис. 1. Схема вузла

Порядок завантаження даних.

Дані заносяться до комірок помаранчевого поля вікна введення програми. Для контролю правильності введення, у верхній частині вікна введення прописані назви параметрів, які необхідно ввести (рис. 2.). Дані можуть заноситися в довільному порядку.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Номінальні значення складових ланок	Граничні відхилення замикаючої ланки (ЗЛ)	Допуск ЗЛ	Координата середини поля допуску ЗЛ	Передатні відношення складових ланок	
3	Умовні позначення	A_i	$\Delta_{вд}$	$\Delta_{нд}$	T_d	$\Delta_{од}$	C_i
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	мм	(+1/-1)
5	A_1	145	0,95	0,05			1
6	A_2	9					-1
7	A_3	34					-1
8	A_4	19					-1
9	A_5	74					1
10	A_6	8					-1

Рис. 2. Занесення даних

Обмеження по введенню даних:

- розмір ланки A_1 повинен бути в межах 120 – 180 мм;
- розмір ланки A_2 повинен бути в межах 6 – 10 мм;
- розмір ланки A_3 повинен бути в межах 30 – 50 мм;
- розмір ланки A_4 повинен бути в межах 18 – 30 мм;
- розмір ланки A_5 повинен бути в межах 50 – 80 мм;

- розмір ланки A_6 повинен бути в межах 6 – 10 мм;
- знаки передатних відношень повинні відповідати вказаним.

Перевірка роботоздатності. Перевірка роботоздатності програми полягає в занесенні всіх необхідних контрольних даних, та порівнянням отриманих даних із заздалегідь відомим конкретним результатом.

Опис здійснених операцій.

Опис всіх виконуваних функцій, задач, комплексів задач, процедур.

Задачі, що виконуються програмою:

- Визначення допуску замикаючої ланки.
- Визначення координати середини поля допуску замикаючої ланки.
- Визначення номінального значення замикаючої ланки.
- Визначення кількості одиниць допуску складових ланок.
- Розрахунок значення допуску регульованої ланки.
- Визначення координат середин полів допусків складових ланок.
- Визначення координати середини поля допуску регульованої ланки.
- Визначення граничних відхилень регульованої ланки.
- Розрахунок перевірки правильності розрахунків.

Опис операцій технологічного процесу обробки даних, які необхідні для виконання функцій, комплексів задач, процедур.

Технологічний процес обробки даних складається з наступних операцій:

1. Занесення даних: номінальних значень складових ланок, граничних відхилень замикаючої ланки та передатних відношень складових ланок (рис. 2).
2. Автоматичне знаходження допуску замикаючої ланки, розрахунок ведеться за формулою $A_{\Delta} = \Delta_{в\Delta} A_{\Delta} - \Delta_{н\Delta} A_{\Delta}$. Зв'язки комірки зображені на рис. 3.

	A	B	C	D	E
1					
2		Номінальні значення складових ланок	Граничні відхилення замикаючої ланки (ЗЛ)	Допуск ЗЛ	
3	Умовні позначення	A_i	$\Delta_{в\Delta}$	$\Delta_{н\Delta}$	A_{Δ}
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм
5	A_1	145			
6	A_2	9			
7	A_3	34	•0,95	•0,05	•0,9
8	A_4	19			
9	A_5	74			
10	A_6	8			

Рис. 3. Зв'язки комірки «Допуск ЗЛ»

3. Автоматичне знаходження значення комірки «Координата середини поля допуску ЗЛ», розрахунок ведеться за формулою $\Delta_{0\Delta} = (\Delta_{в\Delta} - \Delta_{н\Delta})/2$. Зв'язки комірки зображені на рисунку 4.

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Номінальні значення складових ланок	Граничні відхилення замикаючої ланки (ЗЛ)	Допуск ЗЛ	Координата середини поля допуску ЗЛ	
3	Умовні позначення	A_i	$\Delta_{в\Delta}$	$\Delta_{н\Delta}$	A_{Δ}	$\Delta_{0\Delta}$
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	мм
5	A_1	145				
6	A_2	9				
7	A_3	34	•0,95	•0,05	•0,9	•0,5
8	A_4	19				
9	A_5	74				
10	A_6	8				

Рис. 4 Зв'язки комірки «Координата середини поля допуску ЗЛ»

4. Автоматичне знаходження значення комірки «Номінальне значення замикаючої ланки», розрахунок ведеться за формулою: $A_{\Delta} = \vec{A}_1 - (\vec{A}_2 + \vec{A}_3 + \vec{A}_4 + \vec{A}_5 + \vec{A}_6)$. Зв'язки комірки зображені на рис. 5.

Рис. 5. Зв'язки комірки «Номінальне значення замикаючої ланки»

[illegible][illegible]

Интервал розширення, мм	Однінця допуску, мкм
0-5	0,6
5-6	0,75
6-10	0,9
10-18	1,1
18-20	1,3
20-30	1,6
30-50	1,9
50-80	2,3
80-120	2,5
120-180	3,0
180-250	3,9

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1		Номиналы начальных слагаемых лямбда	Граничные значения вспомогательной лямбда (3.7)			Дополн. 3.7	Координаты пересечения лямбда	Переходы классовых слагаемых	Номиналы начальных вспомогательной лямбда	Значения лэмбда, доступу допуска	Количество лэмбда, доступу слагаемых лямбда
2		Уровень различия Осцилля	$\Delta\lambda_1$	$\Delta\lambda_2$	$\Delta\lambda_3$	$\Delta\lambda_4$	$\Delta\lambda_5$	$\Delta\lambda_6$	$\Delta\lambda_7$	λ	a
3		мен	мен	мен	мен	мен	мен	(+/-1)	мен	мен	
4		$\Delta\lambda_1$	145					1		2,3	
5		$\Delta\lambda_2$	0					-1		0,9	
6		$\Delta\lambda_3$	254	0,95	0,05	0,9	0,5	-1	273	0,9	93,90
7		$\Delta\lambda_4$	19					1		0,1	наимень
8		$\Delta\lambda_5$	7					-1		0,9	
9		$\Delta\lambda_6$	8					1		0,9	
10		$\Delta\lambda_7$	8					-1		0,9	

Интервал размеров, мм	Однородность, мм
0-3	0,6
3-6	0,75
6-10	0,9
10-18	1,1
18-30	1,3
30-50	1,6
50-80	1,9
80-120	2,3
120-180	2,5
180-240	2,9

Інтервал розмірів, мм	Одиниця допуску мм
0-3	0,6
3-6	0,75
6-10	0,9
10-18	1,1
18-30	1,3
30-50	1,6

[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2		Номинальна визначена середня ціна	Граничні відхилення визначеної ціни (ЗП)		Допуск ЗП	Координата визначеної ціни допуску ЗП	Граничні відхилення визначеної ціни	Номинальна визначена середня ціна	Значення зміни допуску	Класифікація визначеної ціни
3	Узгоджені порядження	ΔU	$\Delta \Delta_{\Delta}$	$\Delta \Delta_{\Delta}$	$\Delta \Delta$	$\Delta \Delta_{\Delta}$	Δ	ΔU_p	f	a
4	Опційні випередження	mm	mm	mm	mm	mm	(+/-) с/т	mm	mm	
5	Δ_1	145					1		2,5	
6	Δ_2	9					-1		1,6	
7	Δ_3	14	0,95				-1	271	1,6	
8	Δ_4	19	0,05	0,05	0,9	0,5	-1		1,6	
9	Δ_5	14					-1		1,6	
10	Δ_6	14					-1		1,6	
11										95,90 91,1 customer

Інтервал розмірів, мм	Одиниця допуску, мкм
0-3	0,6
3-6	0,75
6-10	0,9
10-18	1,1
18-30	1,3
30-50	1,6
50-80	1,9
80-120	2,2
120-180	2,5
180-250	2,9

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2		Номинальні значення складових змінних	Граничні відхилення складових змінних (ΔT)	Допуск ΔT	Координати середини площі допуску ΔT	Періодичні відхилення складових змінних	Номинальні значення складових змінних	Значення складових змінних	Відхилення складових змінних	Відхилення допусків складових змінних
3	Узагальнені значення	A _н	ΔA _н	ΔA _н	A _н	ΔA _н	σ _н	A _{нр}	i	a
4	Оцінки варіаційності	mm	mm	mm	mm	mm	(+/-1/-1)	mm	mm	
5		A _н	143	A _н	1	1	1	271	2,5	
6		A _н	9	A _н	0,9	0,9	0,9		0,6	
7		A _н	14	A _н	0,95	0,5	0,5		0,6	
8		A _н	19	A _н	1	1	1		1,3	
9		A _н	14	A _н	0,9	0,5	0,5		0,6	SS 20 n=1; мінімум
10		A _н	14	A _н	0,9	0,5	0,5		0,6	

Інтервал розмірів, мм	Одиниця допуску, мкм
0-5	0,6
5-10	0,75
10-18	0,9
18-30	1,1
30-50	1,2
50-80	1,6
80-120	1,9
120-180	2,2
180-250	2,5
250-315	2,5
315-500	3,0

Інтервал розмірів, мм	Одиничний допуск, мм
0-3	0,6
3-6	0,75
6-10	0,9
10-18	1,1
18-30	1,3
30-50	1,6
50-80	1,9
80-120	2,2
120-180	2,5

6. Автоматичне знаходження значення комірки «Кількість одиниць допуску складових ланок», розрахунок ведеться за формулою

значення $a = 98,90$ найбільше підходить 11 квалітет (таблиця 1.1). Зв'язки, що впливають на комірку зображені на рис.7.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Номинальні значення складових ланок	Граничні відхилення замикаючої ланки (ЗЛ)	Допуск ЗЛ	Координата середньої точки допуску ЗЛ	Передатні відхилення складових ланок	Номинальне значення замикаючої ланки	Значення одиниць допуску	Кількість одиниць допуску складових ланок	
3	Умовні позначення	A_i	Δ_{Σ}	Δ_{Σ}	A_{Σ}	Δ_{0i}	C_i	$A_{\Sigma p}$	i	a
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	мм	(+/-)	мм	мм	
5	A1	145				1			2,5	
6	A2	9				-1			0,9	
7	A3	34	0,95	0,05	0,9	-1		271	1,6	98,90
8	A4	19				-1			1,5	≈ 11 квалітет
9	A5	74				1			1,9	
10	A6	8				-1			0,9	9,1

Рис. 7. Зв'язки комірки «Кількість одиниць допуску складових ланок»

Таблиця 1. Значення числа «а» для квалітетів від 5 до 17

Квалітет точності	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17
Значення a	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600

7. Знаходження значення комірки «Граничні відхилення всіх складових ланок». Це значення стає для даного прикладу вузла (розміри ланок вузла повинні входити в задані програмою межі). Згідно ГОСТ 25347-82 призначаються допустимі відхилення для складових ланок за 11 квалітетом, враховуючи при цьому, збільшуючи ланки – за «Н», а зменшуючи – за «h», відповідно за отвором і валом. Вірний підбір значень із зображеними зв'язками зображений на рисунку 8.

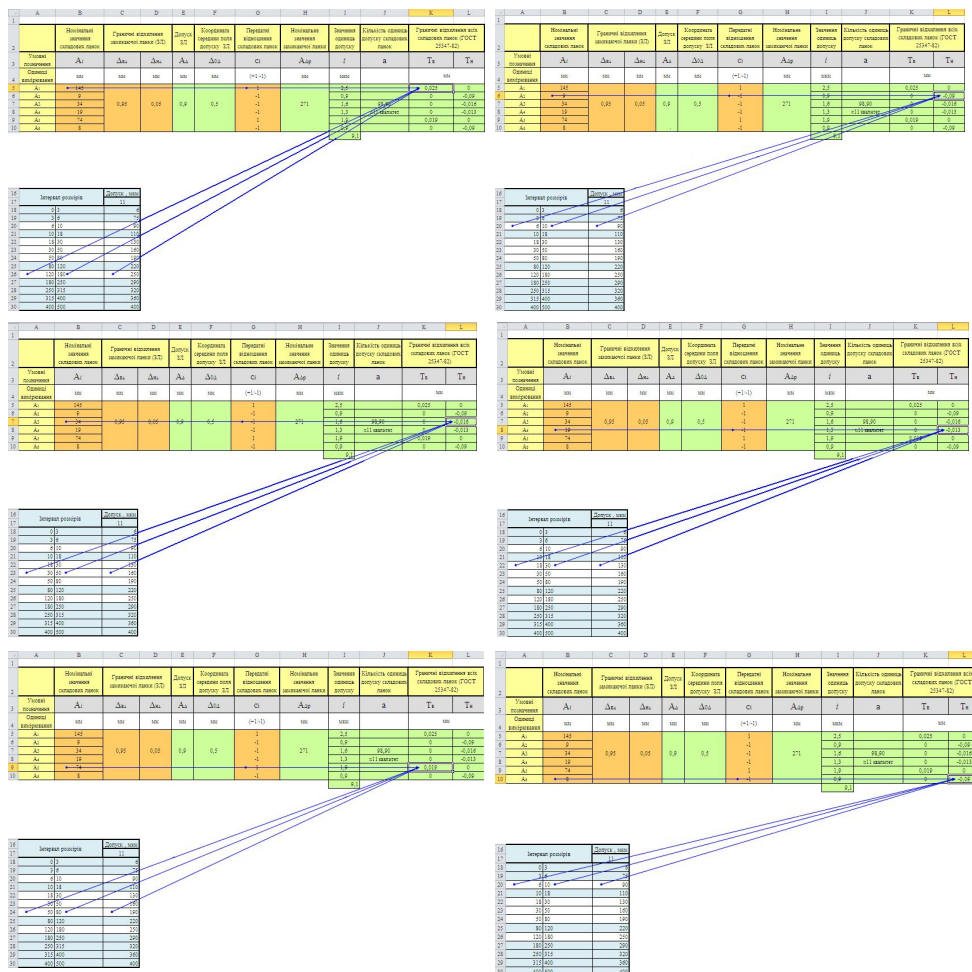


Рис. 8. Зв'язки комірки «Граничні відхилення всіх складових ланок»

8. Автоматичне знаходження значення комірки «Допуск регульованої ланки», розрахунок ведеться за формулою $A_2 = A_{\Delta} - (A_1 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6)$. Назначені раніше допуски коректуються за законом: В якості регульованої ланки, відповідно до схеми вузла, призначаємо A_2 . Зв'язки, що впливають на комірку зображені на рис. 9.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2		Номинальні значення складових ланок	Граничні відхилення зв'язуючої ланки (ЗЛ)	Допуск ЗЛ	Координата середини поля допуску ЗЛ	Передатні відношення складових ланок	Номинальне значення зв'язуючої ланки	Значення одиниць допуску	Кількість одиниць допуску складових ланок	Граничні відхилення всіх складових ланок (ГОСТ 25347-82)	Допуск регульованої ланки		
3	Умовні позначення	A_i	Δ_{Δ_i}	Δ_{Δ}	$\Delta_{0\Delta}$	C_i	$A_{\Delta p}$	i	a	T_{Δ}	$T_{\Delta p}$		
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	(+1;-1)	мм	мм		мм	мм		
5	A_1	145	0,95	0,05	0,9	0,5	271	2,5		0,025	0		
6	A_2	9						0,9	0	-0,09	0,737		
7	A_3	34						1,6	98,90	0	0,015		
8	A_4	19						1,3	≈11 квалитет	0	0,013		
9	A_5	74						1,9		0,019	0		
10	A_6	8						0,9		0	-0,09		
								9,1					

Рис. 9. Зв'язки комірки «Допуск регульованої ланки»

9. Автоматичне знаходження значення комірки «Координати середин полів допусків складових ланок», розрахунок ведеться за формулою

$$\Delta_0 A_{\Delta} = \sum_{i=1}^1 \Delta_0 \vec{A}_1 - \sum_{i=1}^6 (\Delta_0 \vec{A}_2 + \Delta_0 \vec{A}_3 + \Delta_0 \vec{A}_4 + \Delta_0 \vec{A}_5 + \Delta_0 \vec{A}_6).$$

Зв'язки, що впливають на комірку зображені на рис. 10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1															
2		Номинальні значення складових ланок	Граничні відхилення зв'язуючої ланки (ЗЛ)		Допуск ЗЛ	Координата середини поля допуску ЗЛ	Передатні відношення складових ланок	Номинальне значення зв'язуючої ланки	Значення одиниць допуску	Кількість одиниць допуску складових ланок	Граничні відхилення всіх складових ланок (ГОСТ 25347-82)		Допуск регульованої ланки	Координати середин полів допусків складових ланок	
3	Умовні позначення	A_i	Δ_{Δ_i}	Δ_{Δ}	Δ_{Δ}	$\Delta_{0\Delta}$	C_i	$A_{\Delta p}$	i	a	T_{Δ}	T_{Δ}	$T_{\Delta p}$	Δ_{0i}	
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	мм	(+1/-1)	мм	мм		мм		мм	мм	
5	A_1	145	0,95	0,05	0,9	0,5	1	271	2,5		0,025	0		0,0125	
6	A_2	9								0,9		0	-0,09	0,737	
7	A_3	34								1,6	98,90	0	0,015		0,008
8	A_4	19								1,3	≈11 квалитет	0	0,019		0,0065
9	A_5	74								1,9		0,019	0		0,0095
10	A_6	8				-1			0,9		0	-0,09		0,045	
									9,1						

Рис. 10. Зв'язки комірки «Координати середин полів допусків складових ланок»

10. Автоматичне знаходження значення комірки «Координата середини поля допуску регульованої ланки», розрахунок ведеться за формулою

$$\Delta_0 A_{\Delta} = \sum_{i=1}^1 \Delta_0 \vec{A}_1 - \sum_{i=1}^6 (\Delta_0 \vec{A}_2 + \Delta_0 \vec{A}_3 + \Delta_0 \vec{A}_4 + \Delta_0 \vec{A}_5 + \Delta_0 \vec{A}_6).$$

Зв'язки, що впливають на комірку зображені на рисунку 11.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2		Номинальні значення складових ланок	Граничні відхилення зв'язуючої ланки (ЗЛ)	Допуск ЗЛ	Координата середини поля допуску ЗЛ	Передатні відношення складових ланок	Номинальне значення зв'язуючої ланки	Значення одиниць допуску	Кількість одиниць допуску складових ланок	Граничні відхилення всіх складових ланок (ГОСТ 25347-82)	Допуск регульованої ланки	Координати середин полів допусків складових ланок	Координата середини поля допуску регульованої ланки		
3	Умовні позначення	A_i	Δ_{Δ_i}	Δ_{Δ}	$\Delta_{0\Delta}$	C_i	$A_{\Delta p}$	i	a	T_{Δ}	$T_{\Delta p}$	Δ_{0i}	$\Delta_{0\Delta p}$		
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	(+1/-1)	мм	мм		мм	мм	мм	мм		
5	A_1	145	0,95	0,05	0,9	1		2,5		0,025	0	0,0125	-0,4375		
6	A_2	9				-1		0,9		0	-0,09	0,737			
7	A_3	34				-1	271	1,6	98,90	0	0,015			0,008	
8	A_4	19				-1		1,3	≈11 квалитет	0	0,013			0,0065	
9	A_5	74				1		1,9		0,019	0			0,0095	
10	A_6	8				-1		0,9		0	-0,09			0,045	
								9,1							

Рис. 11. Зв'язки комірки «Координата середини поля допуску регульованої ланки»

11. Автоматичне знаходження значення комірки «Граничні відхилення регульованої ланки», розрахунок ведеться за формулами

$$\Delta_{\Delta p} = \Delta_0 \Delta_p + \frac{T A_p}{2}; e i A_p = \Delta_0 \Delta_p - \frac{T A_p}{2}.$$

Зв'язки, що впливають на комірку зображені на рис. 12.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2		Номинальні значення складових ланок	Граничні відхилення замикаючої ланки (ЗЛ)	Допуск ЗЛ	Координата середини поля допуску ЗЛ	Передатні відношення складових ланок	Номинальне значення замикаючої ланки	Значення одиниць допуску	Кількість одиниць допуску складових ланок	Граничні відхилення всіх складових ланок (ГОСТ 25347-82)	Допуск регульованої ланки	Координати середини поля допуску складових ланок	Координата середини поля допуску регульованої ланки	Граничні відхилення регульованої ланки			
3	Умовні позначення	A_i	$\Delta_{вi}$	$\Delta_{нi}$	A_{Δ}	$\Delta_{0\Delta}$	c_i	$A_{\Delta p}$	i	a	T_v	T_n	$T_{\Delta p}$	Δ_{0i}	$\Delta_{0\Delta p}$	$\Delta_{\Delta p}$	$\Delta_{\Delta p}$
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	мм	(+1;-1)	мм	мм		мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
5	A_1	145					1		2,5		0,025	0	0,0125				
6	A_2	9					-1		0,9		0	-0,09	0,737		-0,4375	0,069	0,069
7	A_3	34	0,95	0,05	0,9	0,5	-1	271	1,6	98,90	0	-0,016	0,008				
8	A_4	19					-1		1,3	±11 квалітет	0	-0,013	0,0065				
9	A_5	74					1		1,9		0,019	0	0,0095				
10	A_6	8					-1		0,9		0	-0,09	0,045				
									9,1								

Рис. 12 – Зв'язки комірки «Граничні відхилення регульованої ланки»

12. Автоматичне знаходження значення комірки «Перевірка правильності», розрахунок ведеться за формулами

$$\Delta_{в\Delta p} = T_v \vec{A}_1 - (\Delta_n \vec{A}_p + T_n \vec{A}_3 + T_n \vec{A}_4 + T_n \vec{A}_5 + T_n \vec{A}_6),$$

$$\Delta_n \Delta_p = T_n \vec{A}_1 - (\Delta_{в\Delta p} + T_v \vec{A}_3 + T_v \vec{A}_4 + T_v \vec{A}_5 + T_v \vec{A}_6).$$

Результати перевірки співпадають з вихідними даними, а значить задача вирішена правильно. Зв'язки, що впливають на комірку зображені на рис. 13.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1																			
2		Номинальні значення складових ланок	Граничні відхилення замикаючої ланки (ЗЛ)	Допуск ЗЛ	Координата середини поля допуску ЗЛ	Передатні відношення складових ланок	Номинальне значення замикаючої ланки	Значення одиниць допуску	Кількість одиниць допуску складових ланок	Граничні відхилення всіх складових ланок (ГОСТ 25347-82)	Допуск регульованої ланки	Координати середини поля допуску складових ланок	Координата середини поля допуску регульованої ланки	Граничні відхилення регульованої ланки	Перевірка правильності				
3	Умовні позначення	A_i	$\Delta_{вi}$	$\Delta_{нi}$	A_{Δ}	$\Delta_{0\Delta}$	c_i	$A_{\Delta p}$	i	a	T_v	T_n	$T_{\Delta p}$	Δ_{0i}	$\Delta_{0\Delta p}$	$\Delta_{\Delta p}$	$\Delta_{\Delta p}$	$\Delta_{\Delta p}$	$\Delta_{\Delta p}$
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	мм	(+1;-1)	мм	мм		мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
5	A_1	145					1		2,5		0,025	0	0,0125						
6	A_2	9					-1		0,9		0	-0,09	0,737		-0,4375	0,069	0,069	0,069	0,069
7	A_3	34	0,95	0,05	0,9	0,5	-1	271	1,6	98,90	0	-0,016	0,008						
8	A_4	19					-1		1,3	±11 квалітет	0	-0,013	0,0065						
9	A_5	74					1		1,9		0,019	0	0,0095						
10	A_6	8					-1		0,9		0	-0,09	0,045						
									9,1										

Рис. 13. Зв'язки комірки «Перевірка правильності»

Аварійні ситуації (дії у випадках довготривалих відмов технічних засобів, виявлення несанкціонованого втручання в дані, дії по відновленню програм або даних, і т. п.)

У випадку порушення точності розрахунків необхідно перевстановити програму.

У випадку відмови роботи програми, яка виражається як поява попереджувального вікна MSExcel (рисунк 14), необхідно перевірити правильність введених даних.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		Номинальні значення складових ланок	Граничні відхилення замикаючої ланки (ЗЛ)	Допуск ЗЛ	Координата середини поля допуску ЗЛ	Передатні відношення складових ланок	Номинальне значення замикаючої ланки	Значення одиниць допуску	
3	Умовні позначення	A_i	$\Delta_{вi}$	$\Delta_{нi}$	A_{Δ}	$\Delta_{0\Delta}$	c_i	$A_{\Delta p}$	i
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	мм	(+1;-1)	мм	мм
5	A_1	145					1		2,5
6	A_2	9					-1		0,9
7	A_3	34	0,95	0,05	0,9	0,5	-1	271	1,6
8	A_4	19					-1		1,3
9	A_5	74					1		1,9
10	A_6	8					-1		0,9
11									9,1

Рис.14. Відмова роботи програми

У випадку помилки роботи програми, яка виражається як слово «ЛОЖЬ» в комірку програми MSExcel (рисунок 15), необхідно перевірити правильність введених даних. Повинні бути враховані обмеження програми.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		Номинальні значення складових ланок	Граничні відхилення замикаючої ланки (ЗЛ)		Допуск ЗЛ	Координата середини поля допуску ЗЛ	Передатні відношення складових ланок	Номинальне значення замикаючої ланки	Значення одиниць допуску
3	Умовні позначення	A_i	$\Delta_{в\Delta}$	$\Delta_{н\Delta}$	A_{Δ}	$\Delta_{0\Delta}$	c_i	$A_{\Delta p}$	i
4	Одиниці вимірювання	мм	мм	мм	мм	мм	(+1/-1)	мм	мкм
5	A1	14	0,95	0,05	0,9	0,5	1	140	ЛОЖЬ
6	A2	9					-1		0,9
7	A3	34					-1		1,6
8	A4	19					-1		1,3
9	A5	74					1		1,9
10	A6	8					-1		0,9
11									6,6

Рис.15.Помилка роботи програми

Рекомендації з освоєння.

Для простої роботи з програмою, в програму доданий зональний поділ на кольори. Кожний колір вказує на той або інший процес:

 (зелений) – результати розрахунків;

 (помаранчевий) – введені дані;

 (жовтий) – сталі надписи.

Для швидкого освоєння управлінням програми рекомендовано орієнтуватися на кольорову палітру програми.

На сьогодні автоматизований розмірний аналіз використовується тільки для найпростіших об'єктів, ширше використання вимагає додаткових досліджень та використання штучного інтелекту.

Список використаних джерел

1. Бондаренко С. Г. Розмірні зв'язки конструкцій і технологічних процесів: монографія [Текст] : навчальний посібник / С. Г. Бондаренко, О. М. Чередніков; за заг. ред. С. Г. Бондаренка. – Чернігів : Черніг. держ. технол. ун-т, 2013. – 527 с.
2. Направленное формирование свойств изделий машиностроения[Текст] : довідник / А.С.Васильев, А.М. Дальский, Ю.М. Золотаревский, А.И.Кондаков. – М.: Машиностроение, 2005. 352 с.: ил. ISBN 5-217-03268-5.
3. Венгловская Н.А. Размерный анализ технологических процессов в машиностроении: [Текст] 2007. – 74 с.
4. Калачев О.Н. Интерактивное моделирование размерных изменений заготовки при проектировании технологического процесса механической обработки [Текст]/ Информационные технологии. –2001, – №2. – С.10-14.

УДК 621.923

Рудик А.В., к.т.н., Венжега В.І., к.т.н., Рудик В.А. ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ ТОРЦЕВИХ ПОВЕРХОНЬ НА ВЕРСТАТІ 3342 АДО

Чернігівський національний технологічний університет

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження точності обробки торцевих поверхонь на верстаті моделі 3342АДО

Діагностування точності обробки через обов'язкову наявність похибок положення вузлів верстату, в тому числі динамічних, та розрахунку їх впливу на процес формоутворення є актуальною, поки що не вирішеною, науковою проблемою.

Виявлення впливу таких похибок, особливо на фінішних операціях на етапах проектування та удосконалення точного верстатного обладнання, та розрахунок їх внеску у загальну помилку обробки дозволить цілеспрямовано підвищувати ефективність модернізації верстатів.

Подібний приклад був приведений в роботі [1] для токарного верстата, який має порівняно просту формотворну систему та функцію формоутворення, яка не враховує формування інструменту на етапі правки та розмірів верстатних ланок. Однак, в указаній роботі дана проблема подана скорочено, лише у вигляді алгоритму. Інші подібні дослідження точності верстатів авторам не відомі.

Питання підвищення ефективності обробки на торцево-шліфувальному верстаті моделі 3342АДО є актуальним. Конструкція верстату є жорсткою, він має високу продуктивність та може бути вбудованим у автоматичну лінію. Для включення торців абразивних кругів в процес різання, їх, разом з шліфувальними бабками, орієнтують у вертикальній та горизонтальній площинах, через це, однак, точність обробки знижується. Іншим методом підвищення продуктивності та якості обробки є використання комбінованої правки кругів [2,3], що виділяє калібрувальну ділянку на торці інструменту, однак звужує її розміри.

Роботи по дослідженню точності обробки на торцево-шліфувальному верстаті проводилися багатьма вченими. Однак питання потребує додаткового вивчення при визначенні впливу похибок положення ланок на точність формоутворення.

Метою даної роботи є підвищення точності формоутворення торців деталей на двохсторонньому верстаті моделі 3342 АДО за рахунок теоретичного встановлення взаємних зв'язків між похибками наладки вузлів верстату (вхідними похибками) та похибками формоутворення на ньому плоских торцевих поверхонь (вихідними) та експериментальної перевірки отриманих залежностей.

Передаточні відношення W_{ik} (коефіцієнти) між k -ою вхідною та i -ою вихідною похибками враховують силу їх впливу на останні та для визначення навіть не потребують обладнання, можуть бути проведеними безпосередньо на математичній моделі, складеній на основі функції формоутворення. Крім того, по них можна продіагностувати, яка саме з похибок чинить найбільший вплив на неточність обробки. Сенс цих коефіцієнтів – є відношення об'ємів, знайдених в межах обробки, що виміряні між базовою та спотвореними через наявність вхідних та вихідних похибок.

Як вихідний технологічний параметр точності обробки прийнять той, що визначає відхилення від перпендикулярності обробленої торцевої поверхні деталі. Тобто положення середньоквадратичної базової площини щодо обробленого торця можуть бути описаними за допомогою похибок кутової орієнтації навколо осей, що в ній знаходяться.

Порівняно до фундаментальної роботи [1] методика визначення передаточних коефіцієнтів W_{ik} спрощена та доповнена проведеним експериментальним та багатократним розрахунковим аналізом у співпраці з іншими вченими [2,3]. Так розрахункові результати, проведені згідно різних методик майже співпадають.

Крім визначення самих передатних коефіцієнтів, наявність функції формоутворення дозволяє визначати ступінь розсіювання реальної обробленої поверхні навколо базової.

Точність обробленої торцевої поверхні експериментально оцінювали по профілографі, знятій на кругломірі Talyrond[4]. По масиву координат точок торцевої поверхні (рис.) визначалися відхилення базової середньоквадратичної площини від перпендикулярності та розсіювання навколо неї координат реальної поверхні.

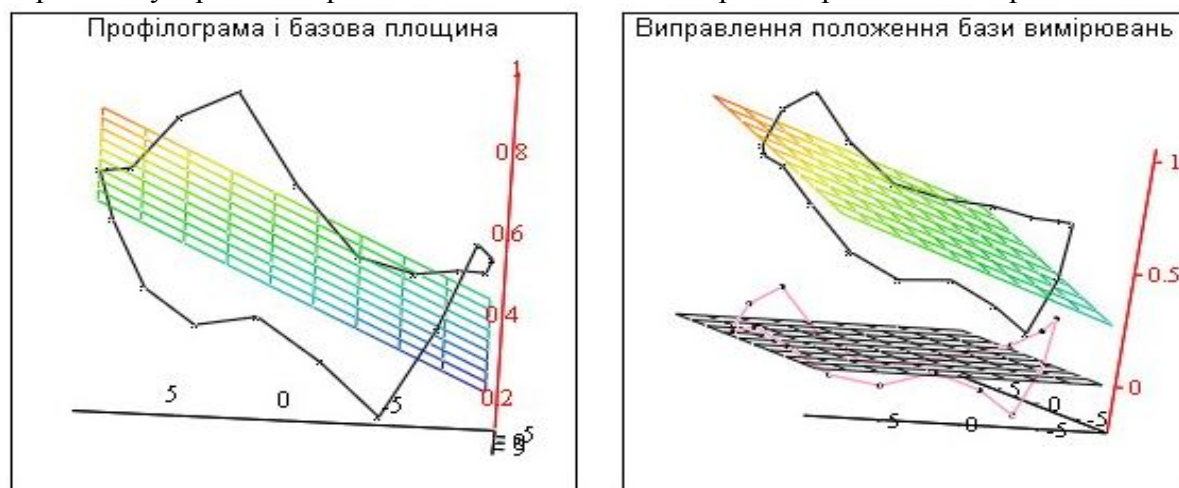


Рис. Результати розрахунку похибки положення та розсіювання відносно базової середньоквадратичної площини згідно профілограми обробленої торцевої поверхні та корекція її положення

Висновки. Створена методика дозволяє порівнювати теоретично розраховані похибки з експериментально виміряними профілографом. Дані виміру можуть бути одержані по довільній або декількох траєкторіях вимірювань та перевірені розрахунковим шляхом, що робить методику універсальною. Її можна застосовувати для порівняння різних методів обробки площин як круглої, так і прямокутної форм.

Складені алгоритм та програми розрахунку в пакеті програм MathCAD по визначенню відхилень від площинності і перпендикулярності та матриці передатних коефіцієнтів між входними та вихідними похибками.

Отримані експериментальні результати не суперечать теоретичним. Похибка знаходиться в межах 10%.

Список літературних джерел

1. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1986. – 336 с.
2. Кальченко В.В. Научные основы эффективного шлифования со скрещивающимися осями инструмента и обрабатываемой детали: Автореф. дис. на соиск. уч. степ, доктора техн. наук. – Харьков, 2006, 36 с.
3. Венжега В.І. Визначення продуктивності при обробці на двосторонніх торцешліфувальних верстатах Дисс. канд. техн. наук. – Харьков, 2008 г. – 212 с.
4. Рудик А.В., Венжега В.І., Рудик В.А. Експериментальні дослідження точності формоутворення торців // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: Збірник – Чернігів: ЧДТУ, 2013.– Вип.№2 (65).– С.76-80.

УДК 621.941-229.3:621.822.172

С.П. Сапон, ст. викладач

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ З РЕГУЛЬОВАНИМИ ГІДРОСТАТИЧНИМИ ОПОРАМИ

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

Сучасні пріоритети розвитку машинобудівної галузі висувають підвищені вимоги до точності обробки, продуктивності, надійності металообробного обладнання та рівня його автоматизації. Одним з найбільш відповідальних формоутворюючих вузлів будь-якого верстата є шпиндельний вузол (ШВ), вихідні показники точності якого в значній мірі залежать від типу шпиндельних опор. Розробка нових та модернізація існуючих конструкцій ШВ шляхом застосування в них гідростатичних опор (ГСО) регульованого типу є ефективним напрямком підвищення точності верстатів, що забезпечить розширення їх технологічних можливостей шляхом суміщення чорнової та чистової обробки, підвищення продуктивності обробки на основі високошвидкісних конструктивних виконань опор та зниження експлуатаційних витрат завдяки регулюванню геометричних, експлуатаційних параметрів ГСО в залежності від характеру технологічного навантаження.

Відомі дослідження точності ШВ з ГСО переважно ґрунтуються на оцінці детермінованого впливу окремих конструктивних [1,3], експлуатаційних [1,2,6], геометричних параметрів ГСО [2,3,4,6], технологічних навантажень [6,7], пружних, температурних деформацій [5,6] на вихідні показники точності ШВ. Опорні поверхні ГСО переважно ідеалізуються або враховуються окремі відхилення форми [2,3,4]. Такі підходи не дозволяють адекватно, в умовах максимально наближених до реальних умов експлуатації визначити вихідні показники точності ШВ, оскільки реальний профіль опорних поверхонь шпиндельних ГСО містить сукупність відхилень форми [8] та змінюється під дією пружних і температурних деформацій, котрі, як і більшість експлуатаційних параметрів ГСО та технологічних навантажень, мають випадковий характер та здійснюють одночасний вплив на ШВ.

Тому дослідження, спрямованні на підвищення точності ШВ шляхом розробки нових конструкцій опорних вузлів та виявлення закономірностей формування показників точності ШВ з одночасним урахуванням похибок форми, температурних деформацій опорних поверхонь, випадкового характеру експлуатаційних параметрів шпиндельних ГСО та технологічних навантажень є актуальною науковою задачею, вирішення якої дозволить підвищити якість верстатів та розширити їх технологічні можливості.

З метою підвищення точності визначення положення шпинделя створено математичну модель траєкторій руху шпинделя в зосереджених параметрах, в якій враховано одночасний вплив конструктивних параметрів, геометричних відхилень форми, температурних деформацій опорних поверхонь підшипника, випадкових і детермінованих експлуатаційних параметрів ГСО та технологічних навантажень. Це дозволило підвищити на 30–60% точність визначення положення шпинделя.

При моделюванні траєкторій руху шпинделя встановлено, що врахування похибок форми в поперечному напрямку та температурних деформацій опорних поверхонь ГСО призводить до зростання статистичних характеристик величини радіус-вектора траєкторій шпинделя: математичного сподівання – на 30%, середньоквадратичного відхилення – на 12,5% порівняно з ідеалізованими опорними поверхнями підшипника.

За результатами обчислювального експерименту встановлено та експериментальним шляхом підтверджено статистичні закономірності формування геометричної точності

токарного верстата УТ16А за показником точності траєкторій переміщення шпинделя на ГСО залежно від тиску, температури мастила в карманах ГСО, режимів різання, статичного дисбалансу обертових елементів шпиндельного вузла.

Експериментальним шляхом встановлено статистичні характеристики відхилення від круглості зразків-виробів при токарній обробці залежно від режимів різання, температури та тиску в карманах ГСО шпинделя при наявності статичного дисбалансу обертових елементів ШВ.

Здійснено оцінку отриманих моделюванням і встановлених експериментальним шляхом закономірностей формування показників точності шпиндельного вузла в залежності від експлуатаційних параметрів ГСО та технологічних навантажень. Встановлено взаємозв'язок статистичних характеристик траєкторій руху шпинделя та контурів оброблених поверхонь зразків-виробів при регулюванні тиску, температури мастила в карманах ГСО, частоти обертання шпинделя.

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено науково обґрунтовану методику вибору раціональних експлуатаційних та конструктивних параметрів ГСО регульованого типу з метою підвищення точності механічної обробки на токарних верстатах та розроблено схемні рішення конструкцій керованих гідравлічних опор дозволяють підвищити у 1,3-1,5 рази точність регулювання величини радіального зазору, швидкохідність до $2 \cdot 10^6$ мм·хв⁻¹, технологічність виготовлення опор та розширити номенклатуру конструкційних матеріалів для їх виготовлення.

Для зниження впливу технологічної спадковості на величину радіального зазору між спряженими поверхнями ГСО запропоновано технологічні засоби підвищення точності гідростатичних підшипників з пружними корпусними елементами, які дозволяють практично повністю виключити вплив похибки закріплення на точність їх виконавчих поверхонь.

Список посилань

1. Бушуев В.В. Гидростатическая смазка в станках / В.В. Бушуев. – М.: Машиностроение, 1989. – 176 с.
2. Белоусов А.И. Влияние некоторых погрешностей форм вала и обоймы на характеристики гидростатического подшипника / А.И. Белоусов, Т.А. Хромова // Исследование гидростатических подшипников. Сб. статей под ред. Г.С. Скубачевского. – 1973. – С. 18 – 28.
3. Данчин И.А. Влияние отклонений формы опорных поверхностей гидростатодинамических подшипников на динамические характеристики роторных систем: дис. ... канд.техн. наук 01.02.06 / И.А. Данчин.– Орел, 2007.- 161 с.
4. Кащевский Л.Я. Влияние некруглости шпинделя и отверстия гидростатического подшипника на радиальное биение оси шпинделя / Л.Я. Кащевский// Станки и инструмент. - 1980. - №12 - с.27-28.
5. Ковальов В.Д. Основи теорії розрахунку та проектування гідравлічних опорних вузлів верстатного устаткування: дис. ...доктора техн. наук: 05.03.01 / Віктор Дмитрович Ковальов. – К.: НТУУ „КПІ”, 2001. – 424 с.
6. Пуш, А.В. Шпиндельные узлы: Качество и надежность./ А.В.Пуш – М.: Машиностроение, 1992. – 228 с.
7. Сахно Є.Ю. Теорія проектування системи зрівноважування шпиндельних вузлів токарних верстатів: дис. ... доктора техн. наук: спец. 05.03.01 / Євгеній Юрійович Сахно. – К., НТУУ „КПІ”, 2007.– 356 с.

8. Струтинський В.Б. Статистична динаміка шпиндельних вузлів на гідростатичних опорах: монографія/ В.Б.Струтинський, Д.Ю.Федориненко. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 464с.

УДК 621.09.06

С.В. Струтинський, к.т.н.

САМОФОРМУЮЧІ МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ ПРИВОДІВ ЗМІННОЇ СТРУКТУРИ ДЛЯ РОБОТИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
strutynskyi@gmail.com

Наведено конструктивні рішення систем приводів високої надійності для роботи в екстремальних умовах, які дозволяють здійснювати маніпулювання об'єктами в замкнених об'ємах. Особливістю даних конструкцій є можливість в процесі автономної роботи самостійно змінювати свою комплектність і конфігурацію.

Маніпулювання об'єктами в замкнених об'ємах потребує створення систем приводів високої надійності для роботи в екстремальних умовах. Одним із шляхів створення таких приводів є розробка систем, які в процесі автономної роботи самостійно змінюють свою комплектність і конфігурацію.

Системи приводів, які призначені для маніпулювання об'єктами в замкнених об'ємах повинні задовольняти спеціальним технічним вимогам. Замкнений об'єм має вхідний отвір незначного розміру через який в замкнений об'єм повинна бути поміщена система приводів. Маніпулювання об'єктами здійснюється на значній відстані від вхідного отвору, що не дозволяє безпосереднє зовнішнє спостереження за роботою системи. Значні відстані (десятки метрів) потребують постійного енергопостачання та надійної роботи системи. Для забезпечення її функціонування доцільно використати дистанційне керування та відео супровід роботи системи. Телекамера і освітлення повинні встановлюватись поза пристроєм маніпулювання. Це забезпечує надійний огляд та точне керування системою приводів.

Для забезпечення вказаних вимог запропонована самоформуюча мехатронна система приводів змінної структури.

Розроблена система приводів побудована по модульному принципу на елементній базі електропневмоавтоматики. Приводи у вигляді спеціально оснащених пневмоциліндрів об'єднуються в планарну структуру складену із трикутників. У вершинах трикутників розміщені сферичні магнітні шарніри встановлені на аеростатичних опорах. Сферичні шарніри мають значні діапазони поперечно-кутових переміщень при мінімальних силах тертя. Окремий сферичний шарнір має магнітну сферу 1 з якою взаємодіють поверхні хвостовиків 2 (рис. 1).

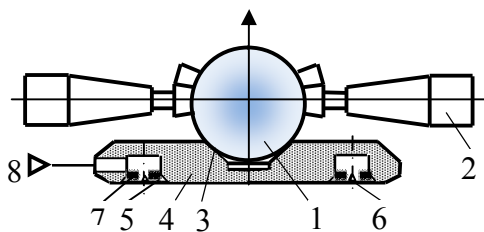


Рис. 1. Конструктивна схема магнітного сферичного шарніра із аеростатичною опорою

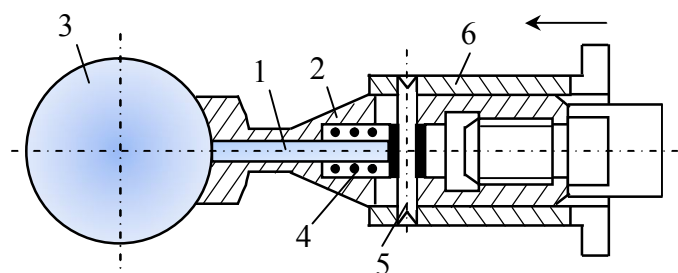


Рис. 2. Конструктивна схема хвостовика із пристроєм для його від'єднання від поверхні магнітної сфери

Поверхні хвостовиків, які контактують із сферою виконані сферичними з метою зменшення зазору між сферою і хвостовиком, а відповідно і збільшення сили притягання хвостовика до сфери.

Сфера встановлена в конічній заглибині 3 аеростатичної опори 4. Опора має кармани 5 і 6 до яких через дроселі 7 підводиться стиснене повітря від магістралі 8. В разі необхідності магістраль 8 вакуумується. При цьому в карманах 5,6 знижується тиск і опора додатково притискається до основи.

Хвостовики встановлюються на штоках і корпусах пневмоциліндрів. Хвостовики мають пристрої, які забезпечують їх від'єднання від поверхні сфери. Це здійснюється за допомогою рухомого стрижня 1 встановленого в отворі хвостовика 2 (рис. 2).

Стрижень відтискається від поверхні сфери 3 пружиною 4. Стрижень зв'язано пальцем 5 із ковзаючою втулкою 6. При переміщенні втулки в напрямку показаному стрілкою, стрижень 1 взаємодіє із поверхнею сфери 3 відриваючи від неї поверхню хвостовика 2. При цьому втрачається контакт поверхонь сфери і хвостовика, а відповідно різко знижується сила магнітної взаємодії хвостовика і сфери. Стрижень 1 виконано із немагнітного матеріалу. Тому після переміщення стрижня 1 хвостовик із пневмоциліндром можна видалити із системи. Втулка 6 переміщується за рахунок переміщення штока пневмоциліндра. Переміщення штока в кінці ходу забезпечує рух стрижнів або хвостовиків встановлених на кінцях пневматичного привода.

Приводи із хвостовиками об'єднуються попарно на опорі А. Їх корпуси фіксуються фіксатором (рис. 3).

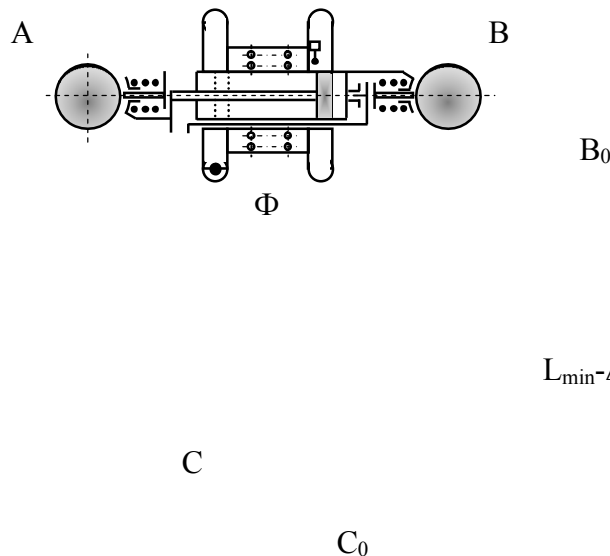


Рис. 3. Самоформування триангулярної структури із системи двох приводів до якої приєднується третій привід

Схема збирання елементної триангулярної структури включає фіксацію двох приводів із встановленими на їх кінцях магнітними сферами із утворенням системи двох приводів. дана система може рухатись в необхідному напрямку. При цьому вона переміщається так, що опори В і С наближаються до опор B_0 і C_0 .

Нові конструктивні рішення систем приводів реалізуються додаванням необхідної кількості попарно з'єднаних приводів (рис. 4).

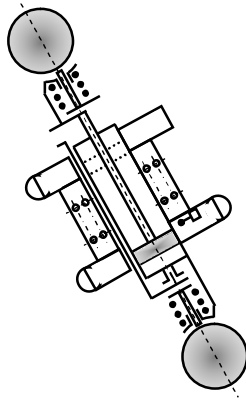


Рис. 4. Схема формування системи, яка включає 7 приводів об'єднаних в три елементарні триангулярні структури

Система приводів після збирання допускає поступальні переміщення по поверхні та поворот в необхідному напрямку. Переміщення забезпечуються включенням відповідних приводів та аеростатичних опор.

В процесі роботи є можливість зміни структури системи шляхом від'єднання або приєднання пар приводів. Можлива заміна одного або кількох приводів в системі. Є можливість повної дезінтеграції системи приводів.

Розроблені самоформуючі мехатронні системи приводів змінної структури є основою технологічного обладнання для роботи в екстремальних умовах.

УДК 621.9.04

В.Б. Струтинський, д.т.н., проф., **О.Я. Юрчишин**, к.т.н., доц.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ВЕРСТАТА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
oksana.jur@mail.ru

Представлено процес створення математичної моделі визначення точності шпиндельного вузла металорізального верстата з врахуванням стохастичних сил різання. На основі проведених експериментальних досліджень підтверджено правомірність опису стохастичних сил різання полігармонічними випадковими процесами. Математичну модель стохастичної сили різання визначено у вигляді набору передавальних функцій, з'єднаних по адитивній схемі.

Металорізальний верстат включає прецизійні вузли і механізми, що забезпечують точність положення деталей порядку 1 мкм і вище. Високі вимоги висуваються до параметрів кінематичної точності рухомих деталей. Жорсткі обмеження накладені на динамічні характеристики основних вузлів верстатів. Необхідність обмеження сумарних статичних і динамічних похибок величинами порядку 10 мкм потребує відповідного підходу до виявлення причин і характеру параметрів точності верстату.

Одним із основних і плідних підходів є врахування стохастичного характеру сил, переміщень та кінематичних і динамічних параметрів руху прецизійних вузлів верстатів.

В даний час рівень розробки даної науково-технічної проблеми є недостатнім. Це пояснюється в першу чергу відсутністю відповідного математичного апарату,

придатного до опису реальних динамічних процесів, які мають місце в прецизійних вузлах верстатів. Розробка відповідного теоретичного забезпечення на основі стохастичних моделей складає наукові основи методів підвищення точності верстатів.

Показники точності шпиндельного вузла визначаються рядом випадкових факторів. Раціональним є спрощений аналіз загальних характеристик.

В результаті експериментів визначені часові реалізації проекцій сил взаємодії різця і деталі. Їх статистична обробка дала можливість визначити спектри потужності процесів зміни проекцій сили різання.

Випадкові переміщення різця і деталі визначаються широким колом факторів. Більшість із них не допускає точного визначення. Тому для опису стохастичних факторів при різанні запропонована загальна математична модель з наступними уточненнями коефіцієнтів виду моделі по результатам експериментальних досліджень.

Вектор малих взаємних переміщень $[\delta x] = [x, y, z]^T$ різця і деталей може бути описаний полігармонічними залежностями. Подамо випадковий вектор зміни взаємного положення інструменту і деталі у вигляді полігармонічного процесу із випадковими амплітудами гармонік та A_i^* та випадковими початковими фазами ψ_i^* :

$$[\delta x]_3 = \left[\sum_{i=1}^N A_i^* \sin(n_i \omega_i t + \psi_i^*) \right]. \quad (1)$$

Тоді значення вектора сили різання буде знайдене через компоненти матриць амплітудно-частотних $[W(\omega)]$ та фазо-частотних $[\psi(\omega)]$ характеристик:

$$[\delta P]_3 = \left[\sum_{i=1}^N A_i^* W(n_i \omega_i) \times \sin(n_i \omega_i t + \psi_i + \psi(n_i \omega_i)) \right] \quad (2)$$

де компоненти матриць $[W(\omega)]$ та $[\psi(\omega)]$ обчислюють при частотах $\omega = n_i \omega_i (i=1, \dots, N)$ для кожної складової вектора $[\delta x]$.

Полігармонічні процеси (1) та (2) допускають безпосередні виміри. Проведені експериментальні дослідження підтверджують правомірність опису стохастичних сил різання полігармонічними випадковими процесами (рис. 1).

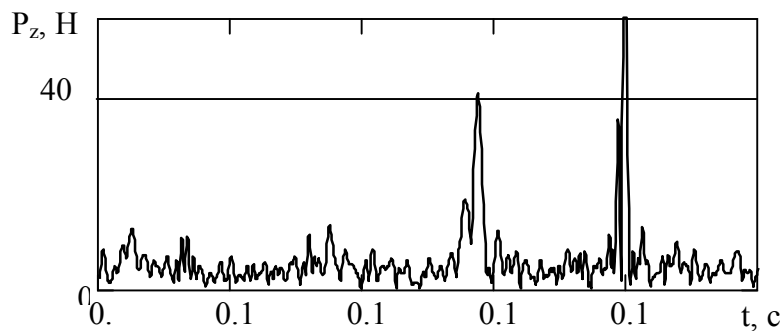


Рис. 1. Випадкова складова проекції сили різання

Якщо прийняти, що вхідний параметр динамічної системи $N(t)$ є стаціонарним процесом у вигляді “білого шуму”, то по спектральній щільності сили різання $P(t)$ можна визначити математичну модель стохастичної сили різання у вигляді набору передавальних функцій з’єднаних по адитивній схемі (рис. 2).

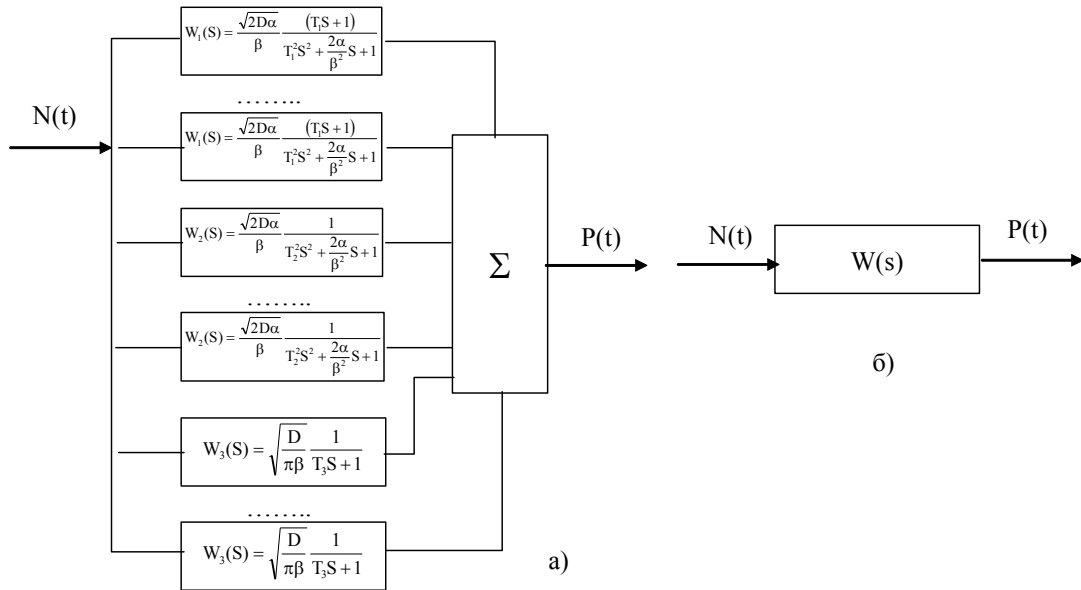


Рис. 2. Загальна математична модель взаємодії різця і деталі (а) та спрощена модель, яка відповідає оригінальній спектральній щільності (б)

Спектральна щільність довільного квазістаціонарного процесу може бути описана математичною моделлю виду:

$$S_{xy}(\omega) = \sum_{D, \alpha, \omega_0} \frac{\alpha D}{\pi} \left[\frac{1}{\alpha^2 + (\omega - \omega_0)^2} + \frac{1}{\alpha^2 + (\omega + \omega_0)^2} \right] + \sum_{D, \alpha, \omega_0} \frac{\alpha D}{\omega_0} \left[\frac{2\omega_0 - \omega}{\alpha^2 + (\omega - \omega_0)^2} + \frac{2\omega_0 + \omega}{\alpha^2 + (\omega + \omega_0)^2} \right] + \sum_{D, \alpha} \frac{2D}{\pi} \frac{\alpha}{\alpha^2 + \omega^2}$$

Цю формулу можна інтерпретувати як суперпозицію дії вхідних сигналів у вигляді білого шуму з спектральною щільністю $S0(\omega) = const = 2\pi$ на динамічні системи з відповідними передавальними функціями.

Доданкам першої суми відповідають передавальні функції наступного виду:

$$W_1(s) = \frac{\sqrt{2D\alpha}}{\beta} \frac{(T_1 s + 1)}{T_1^2 s^2 + \frac{2\alpha}{\beta^2} s + 1},$$

де $T1 = 1/\beta$ – постійна часу передавальної функції.

Доданкам другої суми відповідають передавальні функції наступного виду:

$$W_2(s) = \frac{\sqrt{2D\alpha}}{\beta} \frac{1}{T_2^2 s^2 + \frac{2\alpha}{\beta^2} s + 1}.$$

Відповідна постійна часу даної передавальної функції $T2 = 1/\beta$.

Доданкам третьої суми відповідають передавальні функції наступного виду:

$$W_3(s) = \sqrt{\frac{D}{\pi\beta}} \frac{1}{T_3 s + 1}.$$

Наведені вище теоретичні та експериментальні дослідження дозволяють виявити причини та характер параметрів точності верстату, здійснити математичне моделювання процесу підвищення точності верстату з врахуванням стохастичного характеру сил різання.

УДК 621.822.6

Д.Ю. Федориненко, док. техн. наук, проф.

Я.А. Тищенко, магістр

МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ОПОР КОВЗАННЯ

Чернігівський національний технологічний університет

Сучасний розвиток машинобудівної галузі безперервно пов'язаний з підвищенням продуктивності технологічних машин, що обумовлює постійне зростання їх робочих швидкостей. Підвищення робочих швидкостей роторів машин вимагає пошук нових технічних рішень щодо їх опорних підшипникових вузлів, які були б спроможними забезпечити високі показники швидкохідності.

Існують певні обмеження при підвищенні швидкохідності роторів технологічних машин із підшипниками кочення, оскільки тіла кочення є джерелом вібрацій, що зростають пропорційно квадрату кутової швидкості обертання шпинделя. Окрім того, для опор кочення є певна залежність між параметром швидкохідності $d \cdot n$ та власною частотою коливань ротора. Це обмежує максимальні частоти обертання необхідністю забезпечення дорезонансного режиму роботи роторного вузла.

Підшипники ковзання володіють рядом істотних переваг порівняно із підшипниками кочення. Так гідравлічні підшипники забезпечують дуже високу точність обертання. Крім того, вони володіють високими показниками жорсткості та демпфування. У гідростатичних підшипниках (ГСП) навантаження передається через мастильну плівку, яка утворюється під дією тиску, створюваного від зовнішнього джерела (насосу), розміщеного за межами опори. Точність обертання визначається як дуже висока. Використання ГСП вимагає високоякісної фільтрації робочої рідини і, особливо для високошвидкісних роторів, можливість додаткового охолодження мастила [1]. Проте, при використанні в якості робочих рідин в'язких мастил, ГСП властиві великі втрати потужності на тертя і, як наслідок, сильний нагрів при підвищених частотах обертання, що стримує їх впровадження у якості опор високошвидкісних роторів. В гідродинамічному підшипнику навантаження передається також через мастильну плівку, проте, на відміну від ГСП, плівка утворюється під дією гідродинамічних робочих процесів в підшипнику. При значному зростанні навантаження порушується режим рідинного мащення, що спричиняє зменшення довговічності пари тертя ковзання. В порівнянні з ГСП гідродинамічні підшипники не володіють істотними перевагами. Пневматичні підшипники дуже добре працюють при великих частотах обертання і забезпечують виключно високу точність обертання, але мають дуже низьку жорсткість. Для всіх видів підшипників ковзання характерна залежність точності обертання від форми деталей підшипників ковзання. Мастильна плівка певною мірою компенсує похибки форми. Перспективними видами опор шпинделя є активні магнітні підшипники. Як і ГСП, активні магнітні підшипники забезпечують виключно високу точність обертання, допускають лінійну швидкість на опорних шийках ротора до 200 і більш м/с. Основною проблемою, яка стримує широке впровадження активних магнітних підшипників у машинобудуванні, є складність і висока вартість електронної системи керування. Перспективним є використання комбінованих гідростатично-гідродинамічних опор, які в значній мірі позбавлені недоліків як гідростатичного, так і гідродинамічного способів мащення.

Отже, необхідний пошук нових технічних рішень щодо опорних вузлів високошвидкісних роторів, які б забезпечували високі показники точності, швидкохідності, тепло та вібростійкості машини.

Метою роботи є розробка високошвидкісних опор ковзання шляхом вдосконалення їх конструкції на основі системного аналізу.

Для пошуку нових технічних рішень щодо високошвидкісних опор використовувався метод морфологічного аналізу, на основі якого у технічний системі встановлено ряд характерних морфологічних ознак з метою забезпечення опорними вузлами високих показників точності та швидкохідності.

Основні ознаки, які були виявлені у ході обробки існуючої літератури: матеріал підшипника; навантаження, які сприймаються; форма втулки; шар між валом і опорою; наявність роздільних камер; з'єднання пелюсток; форма карманів; регулювання опори; охоплення опорної поверхні; підвід мастила в зону змащування; мастило-відвід; система подачі мастила; діаметральний зазор підшипника; оберти, які розвиваються опорою.

За результатами аналізу складена морфологічна таблиця (табл. 1), яка містить 914457600 варіантів конструкції опори. Для вибору найбільш раціонального варіанту конструкції опори ковзання використовувався метод попарних порівнянь.

Таблиця 1.1 – Морфологічна таблиця (фрагмент)

№	Ознаки	Варіанти виконання					
		1	2	3	4	5	6
1	Матеріал підшипника	чавун	латунь	сталь	бронза	пласт-маси	-
2	Навантаження, які сприймаються	радіальні	осьові	радіально-осьові	-	-	-
3	Форма втулки	циліндрична	сферична	з одним конічним пояском (КП)	з двома КП	-	-
4	Наявність роздільних камер	одна	дві	три	чотири	п'ять	немає
5	З'єднання пелюсток	пазами криволінійного профілю	пружним елементом	суцільне	немає	-	-
6	Форма карманів	прямокутна	сферична	призматична	трапецеподібна	-	-

У результаті отримали синтезовану прогресивну конструкцію високошвидкісної керованої радіальної гідростатодинамічної опори. Підвищення швидкохідності ротора машини досягається шляхом виконання несучих карманів радіальних опор сферичної форми, до яких підведення стисненої малов'язкої рідини здійснюється через регульовані клапани витрат з релейною системою керування. Виконання карманів підшипника сферичної форми дозволяє зменшити втрати потужності, обумовлені стрибкоподібною зміною форми проточної частини опори, що призводить до зменшення втрат потужності на в'язке тертя при збільшенні швидкостей обертання ротора.

Застосування регульованих клапанів витрат для живлення підшипника із спеціальною системою змащення дозволяє при зростанні частоти обертання шпинделя зменшити подачу робочої рідини до карманів опори, в результаті чого підшипник переходить до гідродинамічного режиму роботи (робоча рідина з метою охолодження системи надходить тільки до нижнього карману опори), тим самим зменшуючи втрати потужності як на в'язке тертя, так і на прокачування робочої рідини. Це забезпечує підвищення швидкохідності підшипника.

Список використаних джерел:

1. Пуш А.В.Шпиндельные узлы: Качество и надежность. - М.: Машиностроение.1992. – 288 с

УДК 620.193(194):620.197+504.064

С.Д. Цибуля, к.т.н., доцент

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ СТАЛІ

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

Для підвищення витривалості, тривкості металовиробів у агресивних середовищах в техніці широко використовується поверхнєве зміцнення (накатка роликми, дробеструйна обробка, особливими режимами імпульсної технології: механічною (МО), механо-ультразвуковою (МУО), фрикційно-зміцнювальною (ФРУО), лазерною обробкою (ЛО) [1-7]. Отже, набуває важливого, актуального значення дослідження ефективності поверхнєвого зміцнення трубної сталі в природних та агресивних технологічних середовищах, забруднених важкими металами (ВМ).

Мета роботи: дослідження технологічної ефективності поверхнєвого зміцнення сталі на “білий шар” віброобробка, ударною хвилею, для роботи в забруднених природних, технологічних середовищах.

Досліджували можливість підвищення техногенної безпеки інженерних споруд (трубопровідного транспорту) в забруднених ВМ технологічних (стічні води) та природних середовищах (річкова вода, ґрунту) з використанням інноваційної технології поверхнєвого зміцнення сталей 20, 45, 40Х, 30ХГСНА, 12Х18Н10Т обробкою на “білий шар”, розробленою у ФМІ АН УССР (д.т.н., проф. Бабей Ю.І.) [1, 2], вібраційною (ВО) [3], ударною хвилею (УХ) [4].

Забруднення середовища оцінювали: індексом забруднення води (ІЗВ), сумарним показником забрудненості ґрунту [8-11]. Технологічну ефективність обробки характеризували коефіцієнтом γ_T за показниками корозійної тривкості (γ_T^C , γ_T^K , γ_T^A), наводнювання (γ_T^H) та за малоцикловою витривалістю ($\gamma_T^{МЦВ}$).

Аналіз поверхнєвого шару сталей 45, 40Х з БШ показав, що він збагачується С, Сг, Мп [1, 2]. Легування відбувається на глибині 20-150 мкм. В результаті збільшується тривкість сталі 40Х в стічних водах (ІЗВ=7.51) в 1.9...6.0 раз, в поверхневих (р. Білоус, ІЗВ=5.78) – в 1.7...6.4 рази (максимально за анодною реакцією). Наводнювання знижується в 2.0...2.1 рази. Технологічна ефективність поверхнєвого зміцнення трубної сталі для роботи в ґрунті, забрудненому ВМ ($Z_c=61$, III категорія забрудненості – небезпечний, за ДСанПіН 2.2.7.029-99), досить висока ($\gamma_T=7.3$, сталь 40Х, МУО та 6.9, сталь 30ХГСНА, ВО).

Значна технологічна ефективність обробкою ВО, УХ спостерігалася на сталях 20, 30ХГСНА, 12Х18Н10Т в різних агресивних середовищах (поверхневі, стічні води та НАСЕ) за наводнюванням, витривалістю при малоцикловому навантаженні (основні характеристики роботоздатності металоконструкцій): γ_T^H – 1.9...3.3, $\gamma_T^{МЦВ}$ – 3.0...5.5. Це надійно підвищує екологічну безпеку трубопровідного транспорту захистом від малоциклової втоми, розтріскування трубної сталі – основних причин техногенних аварій в нафтогазовому комплексі.

Головними причинами підвищення експлуатаційної надійності трубопровідного транспорту є зміцнення поверхнєвого шару трубних сталей ВО, УХ, яке обумовлює наявність високих залишкових напружень стиску та інтенсивної пластичної деформації, яка збільшує E_{acc} дифузії водню в метал. Знижується електрохімічна гетерогенність, за

рахунок підвищення гомогенності структури. Зменшенню наводнювання сприяє також уповільнений розряд H_3O^+ , що утруднює процес розряду H^+ на зміцненій поверхні.

Використання інноваційних технологій поверхневого зміцнення вуглецевих, низько- та високолегованих сталей (обробкою на “білий шар”, віброобробкою та ударною хвилею) можна значно підвищити екологічну безпеку трубопровідного транспорту в технологічних середовищах (в т.ч. – стічних водах), природних (поверхневі забруднені води, ґрунті). Це має важливе значення для роботи підземного, наземного та підводного трубопровідного транспорту, особливо в нафтогазовому комплексі.

Список посилань

- 1) Бабей Ю.И., Сопрунок Н.Г. Защита стали от коррозионно-механических разрушений. – К.: Техника, 1991. – 126 с.
- 2) Бабей Ю.И. Физические основы импульсного упрочнения стали и чугуна. – К.: Наук, думка, 1988. – 240 с.
- 3) Пистун И.П., Куслицкий А.Б., Старчак В.Г. Влияние вибрационной обработки на повышение сопротивления высокопрочной стали воздействию водорода //Защита металлов. – 1976. – №5. – С. 619-620.
- 4) Пистун И.П., Куслицкий А.Б., Тесленко А.Г., Старчак В.Г. Повышение коррозионно-усталостной выносливости сталей методом упрочнения ударной волной //Коррозия и защита в нефтегаз. пром-сти. – 1976. – №1. – С. 21-22.
- 5) Липкин Я.Н., Штанько В.М. Химическая и электрохимическая обработка стальных труб. – М.: Металлургия, 1982. – 256 с.
- 6) Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. НТЖ. – М.: ВНИИОЭНГ, 2000. – №2-3. – 33 с.
- 7) Сучасне матеріалознавство ХХІ ст. /Відп. редактор акад. НАНУ І.К. Походня – К.: Наук, думка, 1998. – 658 с.
- 8) Сидоренко С.Н., Черных Н.А. Коррозия металлов и вопросы экологической безопасности магистральных трубопроводов. – М.: РУДН, 2002. – 83 с.
- 9) Вплив екологічної ситуації на протикорозійний захист металоконструкцій /В.Г. Старчак, С.Д. Цибуля, Н.П. Буяльська та ін. //Фіз.-хім. механіка матер. – 2012. – Спецвип. № 9. – Т. 2. – С. 767-772.
- 10) Цибуля С.Д. Комплексне забезпечення екологічної безпеки трубопровідного транспорту //Фіз.-хім. механіка матер. – 2012. – Спецвип. № 9. – Т. 2. – С. 773-779.
- 11) ДСанПіН 2.2.7.029-99.

УДК 621. 9. 06

Сахно Є.Ю. д.т.н., професор
Шевченко Я.В., ст. викладач

ГІДРОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ МОДЕРНІЗОВАНОЇ ГІДРООПОРИ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ЗАСОБАМИ SolidWorks / FlowSimulation

Чернігівський національний технологічний університет, evsakhno@yandex.ru,
yaros-shevche@yandex.ru

Побудовані 3D моделі базової та модернізованої системи живлення корінних гідростатичних опор двигуна внутрішнього згорання автомобіля. Проведене комп'ютерне моделювання робочих процесів які відбуваються в гідросистемі до та після модернізації.

Вступ

Відомо, що підчас роботи двигуна внутрішнього згорання виникають сили, які зміщують кривошип в гідростатичній опорі корінного підшипника, що призводить до зносу робочих поверхонь шийок кривошипа. Авторами розроблена модернізована система регулювання положення кривошипа в опорі, за допомогою якої відбувається подача додаткового об'єму робочої рідини в карман гідроопори у момент найбільших навантажень на кривошип [1, 2].

Постановка завдання

Завданням даної роботи є проведення комп'ютерного моделювання процесів в спряженні «корінна шийка кривошипа – підшипник гідроопори» базової схеми та після проведення двох варіантів модернізації підшипника засобами SolidWorks / FlowSimulation.

Виклад основного матеріалу

Комп'ютерне моделювання процесів в гідростатичній опорі ДВЗ для порівняння результатів до та після модернізації, виконуємо за допомогою програмного забезпечення для ПЕОМ за методикою яка наведена в роботах [3, 4]. Для моделювання процесів задаємо параметри, які відповідають роботі двигуна при обертанні кривошипа з частотою 1000 об/хв [5, 6]; тиск з яким подається масло до кармана гідроопори $p_{cm} = 0,08$ МПа; робоча рідина – моторне масло SAE 10W40 з наступними характеристиками [7, 8]: динамічна в'язкість – 0,38 Па·с; густина – 873 кг/м³; матеріал кривошипа вуглецева сталь; чистота обробки поверхні корінної шийки 6,3 мкм; режим моделювання приймаємо на середні значення.

До моделювання робочих процесів створено 3D моделі базової та модернізованих конструкцій гідростатичного підшипника, в пакеті FlowSimulation. Після вводу основних параметрів, отримуємо розрахункову сітку з кроком 0,0025 м. Запускаємо процес моделювання робочих параметрів для 3D моделей. В результаті отримуємо графіки робочих процесів для моделей та діаграми розподілу тиску і швидкості в гідроопорі після виходу кривошипа у робочий режим та стабілізації параметрів.

З графіків розрахунку 3D моделей видно, що вже на початковому етапі спливання кривошипа в базовій схемі відбувається нестабільно і тиск в момент спливання вала становить 0,044 МПа. Далі відбувається стабілізація роботи підшипника і робочий тиск збільшується до 0,062 МПа. З епюри розподілу тиску на поверхні гідростатичного підшипника видно, що його значення не перевищують середніх позначок в і в зоні кармана гідроопори становлять 0,069 МПа, а на кромках підшипника знижуються до 0,012 МПа.

В модернізованій гідростатичній опорі з додатковою подачею рідини змащування до кармана під кутом 15° спливання вала відбувається плавніше без коливання тиску в системі, при цьому початковий тиск збільшується до 0,054 МПа, а стабілізація вала відбувається при досягненні тиском значення 0,065 МПа. За розподілом тиску на поверхні гідростатичного підшипника видно, що в зоні найбільшого навантаження (нижня частина опори) виникає поле високого тиску зі значенням 0,08 МПа, і далі тиск розповсюджується до країв підшипника знижуючись до значень 0,02 МПа.

При виконанні гідростатичного підшипника з додатковою подачею масла в перемички, моделювання дало наступні результати: спливання вала відбувається при значенні тиску 0,047 МПа і супроводжується незначними коливаннями; стабілізація вала відбувається коли тиск в кармані гідростатичної опори становить 0,063 МПа; епюра розподілу тиску на поверхні гідростатичного підшипника показує, що в зонах перекоосу корінної шийки кривошипа відбувається підвищення тиску до 0,055 МПа, а зони середніх тисків розширюються забезпечуючи збільшення несучого шару рідини змащування.

Висновки

З епюр розподілу тиску в модернізованих гідростатичних підшипниках видно, що стабілізація корінної шийки кривошипа відбувається коли тиск сягає максимальних значень, а розподіл зони високого та середнього тиску переміщується в точки найбільших навантажень на вал.

Змоделювавши робочі процеси за допомогою ПЕОМ отримуємо наступні результати: на відміну від базової гідроопори, в модернізованих ГСО відбувається швидка стабілізація вала в опорі, за рахунок стрімкішого наростання тиску в кармані і перемичках, збільшуються швидкості руху масла в зонах навантаження та відбувається миттєва компенсація нестачі масляного шару. Зона активного впливу масляного шару розширюється і відповідно збільшується несуча здатність гідростатичного підшипника.

Список літератури:

1. Пат. 95020 України МПК F16C 32/06. Регулятор жорсткості гідростатичних опор / Сахно Е.Ю. Шевченко Я.В. заявник Чернігівський державний інститут економіки і управління, UA № 2010 а03340; дата подання 23. 03. 2010; дата публікації 25.06.2011, Бюл №12 (Др.) – 6 с.
2. Сахно Ю.О. Модернізація системи змащування підшипників колінчатого валу / Ю.О. Сахно, Є.Ю. Сахно, Я.В. Шевченко, Бойко С.В. Вісник Чернігівського Державного Технологічного Університету (Серія технічні науки), 2008. – № 34. – С. 95 - 99.
3. Алямовский А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
4. Сахно Ю.О. Регульовані гідростатичні підшипники для шпиндельних вузлів: Монографія / Ю.О. Сахно, Д.Ю. Федориненко, С.В. Бойко, В.С. Волик. – Ніжин: ТОВ «Видавництво Аспект-Поліграф», 2009. – 172 с.
5. Двигатели «Моторсич Д - 250». Руководство по эксплуатации 0583600000 РЭ. – Запорожье: ОАО Моторсич, 2004.- 28с.
6. Сахно Ю.О. Визначення навантаження на корінні шийки кривошипа / Ю.О. Сахно, Є.Ю. Сахно, Я.В. Шевченко. Вісник Чернігівського технологічного університету. (Серія. Технічні науки) 2009. - № 42. – С.85- 92.
7. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей /Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
8. Алексеев В.П. Двигатели внутреннего сгорания: устройство и работа поршневых

и комбинированных двигателей / В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. Под общ. ред. А.С. Орлина. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.

УДК 621.822.173

В.В. Ярмолук, студ. гр. МТМ-091

Д.Ю. Федориненко д.т.н., професоркафедри ТМД

АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ДО ОПИСУ ТУРБУЛЕНТНОЇ ТЕЧІЇ РІДИНИ У ПІДШИПНИКАХ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ РОЗПОДІЛУ ТИСКУ НА ОПОРНИХ ПОВЕРХНЯХ

Чернігівський національний технологічний університет

Тенденція зростання вимог до продуктивності, точності, вібростійкості й універсальності прецизійних та високошвидкісних металоріжучих верстатів, що намітилась останнім часом, призводить до необхідності застосування високошвидкісних гідравлічних підшипників. Вищенаведені фактори, в свою чергу, вимагають більш точних, адаптивних та простих для розрахунку моделей процесів, що протікають у високошвидкісних гідравлічних опорах (ВГО).

Метою даної роботи являється вивчення та аналіз наукових підходів до моделювання течій рідини з критеріями Рейнольдса більшими за критичні (в умовах турбулентності) у ВГО для виявлення такої моделі, яка дозволить найбільш достовірно описати дані течії, з точки зору гідромеханіки, та буде володіти прийнятним рівнем складності з точки зору її практичного застосування.

Більшість наявних моделей турбулентних течій базуються на наступному рівнянні:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{h^3}{\mu k_x} \cdot \frac{\partial \bar{P}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{h^3}{\mu k_z} \cdot \frac{\partial \bar{P}}{\partial z} \right) = \frac{1}{2} U_0 \frac{\partial h}{\partial x}. \quad (1)$$

Це рівняння являє собою одну з форм запису узагальненого рівняння Рейнольдса для турбулентної течії. Відмінність відомих, найбільш розповсюджених методів узагальнень полягає в описі коефіцієнтів турбулентності k_x та k_z .

Метод В.Н. Константинеску [3] ґрунтується на концепції Прандтля, в якій йдеться про те, що довжина перемішування біля стінок опори наближається до нуля й лінійно змінюється з відстанню від ближньої стінки.

За даним методом коефіцієнти турбулентності, що входять до узагальненого рівняння (1), зводяться до наступного вигляду:

$$k_x = 12 + 0,53(k^2 R_h)^{0,752}; \quad k_z = 12 + 0,296(k^2 R_h)^{0,65}. \quad (2)$$

В підсумку метод В.Н. Константинеску [3] зводиться до рівняння виду (1):

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{h^3}{\mu k_x} \cdot \frac{\partial \bar{P}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{h^3}{\mu k_z} \cdot \frac{\partial \bar{P}}{\partial z} \right) = \frac{1}{2} U_0 \frac{\partial h}{\partial x} + V_0. \quad (3)$$

Досить вагомою перевагою методу Константинеску є його відносна простота (в порівнянні з нижченаведеними) у застосуванні та розрахунках.

Основними недоліками даного методу є те, що прогнозована товщина в'язкого підслою не співпадає з експериментальними даними (розбіжність в деяких випадках досягає 200%). Також цей метод не може бути застосований для підшипників з зовнішнім нагнітанням рідини або гідродинамічних опор з великими ексцентриситетами. До недоліків також можна віднести і те, що в даному методі ортогональні течії не пов'язані одне з іншим.

Подібним до методу Константинеску є метод Нг – Пена – Елрода, який пропонує нам таке рівняння турбулентної течії:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{h^3}{\mu} G_x \cdot \frac{\partial \bar{P}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{h^3}{\mu} G_z \cdot \frac{\partial \bar{P}}{\partial z} \right) = \frac{1}{2} U_0 \frac{\partial h}{\partial x}, \quad (4)$$

де G_x та G_z – нелінійні коефіцієнти турбулентності:

$$G_x = J(1) \frac{\bar{I}}{I(1)} - \bar{J} + \frac{\left(\frac{1}{2} - \frac{\bar{I}}{I(1)} \right)}{B_x}; \quad G_z = J(z) \frac{\bar{I}}{I(1)} - \bar{J}. \quad (5)$$

Методу Нг – Пена – Елрода притаманний достатньо суттєвий недолік – отримані вищеописані залежності типу (5) не враховують інтенсивності напорних течій у мастильному шарі.

За методом послідовних наближень при ізотермічному процесі рівняння розподілу тиску має вигляд [2]

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(h^3 \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) = 12V \frac{\partial}{\partial x} (\sqrt{\varphi h}) \quad (6)$$

це рівняння можна лінеаризувати методом ітерацій:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(h^3 \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) = F(x, z), \quad (7)$$

$$\text{де } F(x, z) = 12V \frac{\partial}{\partial z} \approx k(\lambda) h(z) [p_{\infty}(x) + C_1] + C_2; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{6\mu V'}{h^2} \left(1 - \frac{C_1}{\varphi h} \right); \quad \varphi = p^{\frac{1}{\chi}}.$$

При показнику політропи $\chi > 1$ та при великих швидкостях ($V \rightarrow \infty$) маємо:

$$\frac{p}{p_0} \approx \left(\frac{p_{\chi=1}}{p_0} \right)^{\chi}, \quad (8)$$

Зі зменшенням швидкості V до середніх або малих швидкостей:

$$\frac{p}{p_0} \approx \left(\frac{p_{\chi=1}}{p_0} \right)^{\frac{2\chi}{\chi+1}}, \quad (9)$$

Даний метод можна вважати вірним при процесі, відмінному від ізотермічного (коли $\chi > 1$). Основним недоліком є значна трудоемність методу та недостатня точність.

Метод Шейнберга ґрунтується на розрахунку в першому наближенні тиску у підшипників кінцевої довжини, помножуючи відповідні значення тисків двовимірної задачі на поправочний коефіцієнт, який є функцією z [2]:

$$p - p_0 = f(z)(p_{\infty} - p_0); \quad (10)$$

$$f(z) = 1 - ch \frac{\left(\frac{z}{2c_{\lambda}} \right)}{ch \left(\frac{\lambda}{c_{\lambda}} \right)}. \quad (11)$$

Даний метод відноситься до емпіричних методів і є в певній мірі неточним, оскільки він передбачає розподіл тисків однаково у всіх перерізах підшипника. Метод може застосовуватись і при інших видах рівняння (10) у вигляді функції з декількома невизначеними коефіцієнтами. Проте, розрахунок при цьому значно ускладнюється, а вищевказаний недолік методу залишається.

В основу підходу І.Я. Токаря та В.М. Горбунова покладено використання тришарової моделі течії рідини в підшипниковій щілині. Застосувавши гіпотезу

Прандтля для турбулентного ядра потоку, вони отримали нелінійне рівняння турбулентної течії [1]:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \cdot \frac{\partial p}{\partial x} \right) T_x + \frac{\partial}{\partial z} \left(h^3 \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \right) T_z = \frac{dh}{dx}, \quad (12)$$

де коефіцієнти T_x та T_z формально залежать від місцевих градієнтів тиску й числа Рейнольдса для куєтівської течії:

$$T_x = \frac{k\alpha - \ln 2\alpha + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{h^3}{2\psi} \operatorname{Re}_\omega \left| \frac{\partial p}{\partial x} \right| \right)}{\sqrt{\frac{2h^3}{\psi} \operatorname{Re}_\omega \left| \frac{\partial p}{\partial x} \right|}}; \quad T_z = \frac{k\alpha - \ln 2\alpha + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{h^3}{2\psi} \operatorname{Re}_\omega \left| \frac{\partial p}{\partial z} \right| \right)}{\sqrt{\frac{2h^3}{\psi} \operatorname{Re}_\omega \left| \frac{\partial p}{\partial z} \right|}}. \quad (13)$$

Недоліками є складність математичної моделі, апіорний підхід до визначення характеру течії рідини та те, що область застосування цього методу обмежена режимами роботи підшипників з малими та середніми ексцентриситетами.

Особливістю методу Хірса, або методу інтегральних характеристик, [3] є те, що автор не намагається проаналізувати потік у всіх деталях. Замість цього він базується на глобальній характеристиці потоку, яку легко виміряти, а саме на відношенні між середньою швидкістю потоку і напруженням стінки опори.

В підсумку Хірс дає наступні коефіцієнти турбулентності, що входять до рівняння (1):

$$k_x = 0,0687 R_h^{0,75}; \quad k_z = 0,0392 R_h^{0,75}. \quad (14)$$

Розрахунки за методом Хірса дещо менші за об'ємом, оскільки враховується лише глобальна характеристика потоку, що, в свою чергу, зумовлює певну неточність даної моделі. Також розрахунки за цим методом можна вважати вірними лише при числах Рейнольдса менших за 10^5 .

При високих числах Рейнольдса прогнози Нг – Пена – Елрода і Хірса є майже ідентичними і розбігаються лише в перехідному режимі і біля нього. В цій зоні прогнозовані значення за обидвома методами дещо не співпадають з експериментальними, але теорія Нг – Пена – Елрода показує більш точні результати [3].

Слід зазначити, що більшість більш розвинених теорій (доповнень до вищенаведених методів), що враховують шорсткість робочих поверхонь підшипників, температурні аспекти та ін., в своїй більшості, ґрунтуються саме на методах Хірса або Нг – Пена – Елрода.

Таким чином, використовувані на практиці теорії турбулентного змащення зводяться або можуть бути зведені до особливих методів визначення коефіцієнтів удаваного зростання в'язкості середовища при турбулентних режимах.

Враховуючи вищеописані особливості та недоліки розглянутих методів, найбільш оптимальним методом для опису турбулентної течії рідини у високошвидкісних гідравлічних опорах серед даних є підхід Нг – Пена – Елрода.

Список літературних джерел

1. Артеменко Н.П. Гидростатические роторы быстроходных машин / Н.П. Артеменко, А.И. Чайка, В.Н. Доцкно, Ф.Ф. Кузьминов, А.И. Поддубный, В.В. Усик. – Харьков: Изд-во «Основа» при Харьк. ун-те, 1991 – 197с.
2. Константиnescу В.Н. Газовая смазка / В.Н. Константиnescу; пер. с рум. – М.: Машиностроение, 1968. – 709 с.
3. Szeri A.Z. Fluid film lubrication / A.Z. Szeri. – Cambridge University Press, 2011. – 564 p.

УДК 678.01:539.53 539.21

А.И. Буря¹, Е.А. Ерёмкина¹, Цуй Хун², И.И. Начовный³, А.Н. Дудка³

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕРАБОТКИ НА ИЗНОС ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОНА

¹Днепродзержинский государственный технический университет, Украина, г. Днепродзержинск,²Институт материаловедения северозападного политехнического университета, Китай, г. Сиань,³Украинский государственный химикотехнологический университет, Украина, г. Днепропетровск.*Методом математического планирования эксперимента найдены оптимальные условия переработки полиэфирэфиркетона, которые обеспечили повышение его износостойкости в 6 раз.*

Современное машиностроение требует расширения ассортимента термостойких материалов с высокими эксплуатационными характеристиками. Одним из таких полимеров является ароматический полиэфирэфиркетон (ПЭЭК), обладающий повышенными тепло- и термостойкостью, прочностью, что позволяет использовать его в узлах трения машин и механизмов, работающих в экстремальных условиях.

Учитывая это, представляло научный интерес изучение влияния режимов переработки на износ полиэфирэфиркетона.

Износ образцов из ПЭЭК диаметром $\varnothing = 10$ мм и высотой $h = 15$ мм определяли на установке с возвратно-поступательным движением штока, изготовленного из стали 38ХМЮА (HRC 46 – 50; Ra 0,32 мкм), скорость которого изменялась по синусоидальному закону. Время опыта составляло 30 минут, нагрузка – 2 МПа.

Исследования проводили с помощью полного трехфакторного эксперимента. Параметры переработки изменялись в пределах: температура 613 – 628 К (x_1), время выдержки без давления 5 – 10 мин (x_2), время выдержки под давлением 5 – 10 мин (x_3), и были выбраны как варьируемые факторы.

Согласно принятому плану полного трехфакторного эксперимента было проведено $N = 8$ опытов, каждый из которых повторяли трижды ($k = 3$). Для полного исключения системных ошибок опыты были рандомизированы с помощью таблицы случайных чисел.

Описание рассматриваемого процесса предлагалось искать в виде:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3.$$

На основании полученных экспериментальных данных рассчитывали среднее значение функции отклика $\overline{y_j}$ и дисперсии параллельных опытов S_j^2 :

$$\overline{y_j} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k y_{ji}; \quad j = 1, 2, \dots, N;$$

$$S_j^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (y_{ji} - \overline{y_j})^2.$$

Проверку однородности полученных дисперсий проводили по критерию Кохрена:

$$G_p = \frac{\max_j S_j^2}{\sum_{i=1}^k S_j^2},$$

Расчетные значения G_p сравнивали с табличными $G_{\text{табл.}}$ [1], которые соответствуют доверительной вероятности $P = 0,95$ при $N = 8$ и степени свободы $f_1 = 2$.

В нашем случае дисперсии параллельных опытов однородны, т.к. $G_p < G_{\text{табл.}}$, а однородная дисперсия воспроизводимости эксперимента, $f_2 = 16$, усредняется по соотношению:

$$S_{\text{воспр.}}^2 = \sum S^2 / N$$

Ошибку эксперимента рассчитывали по формуле:

$$S_y = \sqrt{S_y^2}.$$

На основании полного трехфакторного эксперимента были вычислены коэффициенты регрессии, в соответствии с формулами:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \bar{y}_j, \quad b_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{ji} \bar{y}_j,$$

$$b_{lm} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{jl} x_{jm} \bar{y}_j, \quad l \neq m$$

После расчета всех коэффициентов уравнение принимает вид:

$$y = 0,0043 - 0,0017x_1 - 0,001x_2 - 0,0008x_3 + 0,0015x_1x_2 + 0,0009x_1x_3 + 0,0002x_2x_3, \quad (1)$$

Проверку значимости коэффициентов проводили по критерию Стьюдента. Для эксперимента ошибки коэффициентов равны между собой и определяются:

$$S_{bi} = \frac{S_y}{\sqrt{N \cdot k}}.$$

Далее определяли доверительный интервал Δb_i :

$$\Delta b_i = t_{kp} \cdot S_{bi}.$$

Критическое значение t_{kp} выбирали по таблице коэффициентов Стьюдента [1] для числа степеней свободы $f_2 = 16$ и уровня значимости 0,05. Коэффициент регрессии значим, если:

$$|b_i| = t_{kp} \cdot S_{bi}.$$

Все коэффициенты уравнения (1) статистически значимы, следовательно, оно и описывает исследуемый процесс. Полученное уравнение проверяли на адекватность, для чего оценили отклонения значений y_j^p , рассчитанных по уравнению (1), от $\bar{y}_j$ - экспериментальных значений - для каждого из опытов эксперимента, что позволило определить дисперсию адекватности для равного числа параллельных опытов:

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{N - B} \sum_{j=1}^k (\bar{y}_j - y_j^p),$$

где B – число значимых коэффициентов. Число степеней свободы: $f_{ad} = N - B = 1$.

Адекватность уравнений оценивали с помощью F-критерия:

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2}$$

Таблица 1. Расчетные значения для оценки адекватности по критерию Фишера

Дисперсия воспроизводимости	Коэф. регрессии							Дисперсия адекватности
	b_0	b_1	b_2	b_3	$b_{1,2}$	$b_{1,3}$	$b_{2,3}$	
$4 \cdot 10^{-8}$	0,0043	0,0017	0,0010	0,0008	0,0015	0,0009	0,0002	$4 \cdot 10^{-6}$

Так как при уровне значимости 0,05 и степенях свободы $f_{ад} = 1$ и $f_2 = 2$ для данного уравнения $F_p = 17,16$, что меньше табличного $F_{табл.} = 18,51[1]$, то оно адекватно.

Полученные с помощью полного трехфакторного эксперимента математические модели были представлены в виде поверхностей отклика. В нашем случае при двух варьируемых и одном фиксированном параметрах линейные модели иллюстрируются плоскостями в трехмерном пространстве: рис. 1.

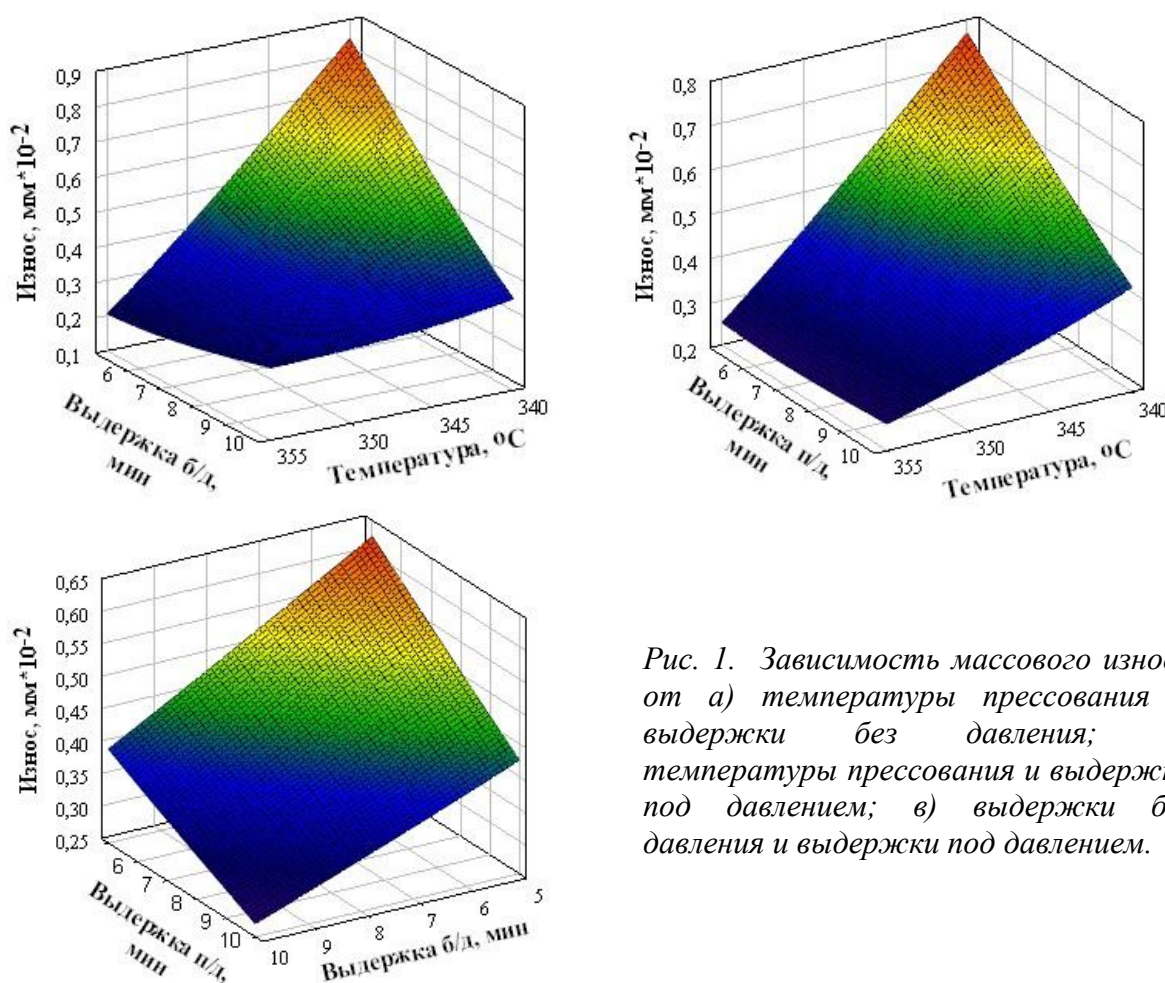


Рис. 1. Зависимость массового износа от а) температуры прессования и выдержки без давления; б) температуры прессования и выдержки под давлением; в) выдержки без давления и выдержки под давлением.

Выводы: При анализе экспериментальных данных и полученных на их основании уравнений регрессии установили, что наибольшее влияние на свойства полиэфирэфиркетона оказывает температура прессования. Далее, в зависимости от значимости, параметры переработки располагаются в следующем порядке: время выдержки без давления и под давлением. Установлен оптимальный режим переработки полиэфирэфиркетона: $T = 355^{\circ}\text{C}$, $\tau_{б/д} = 10$ мин., $\tau_{п/д} = 5$ мин. В целом, варьируя режимы переработки, удалось повысить износостойкость полиэфирэфиркетона в 6 раз.

Литература:

Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1965. – 474с.

УДК 621.787

Семеняко О.Г., аспірант
Чередніков О.М., канд. техн. наук

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ З УМОВАМИ ОБРОБКИ ПРИ ІЗОСТАТИЧНОМУ ПОВЕРХНЕВОМУ ДЕФОРМУВАННІ

Чернігівський національний технологічний університет

Визначені взаємозв'язки основних параметрів якості маложорстких кілець з пористих спечених композицій з конструктивно-технологічними параметрами обробки при ізостатичному поверхневому пластичному деформуванні. Приведена схема взаємозв'язків параметрів якості поверхні і режимів обробки.

Постановка проблеми

Залежно від функціонального призначення робочі поверхні деталей машин повинні забезпечувати певні експлуатаційні властивості, які в свою чергу характеризуються комплексом параметрів якості поверхневого шару. Незважаючи на велику кількість досліджень, до теперішнього часу не вдалося отримати загальновизнані залежності, що дозволяють кількісно визначити параметри якості поверхні при поверхневому пластичному деформуванні (ППД) у всьому діапазоні режимів обробки. Це пояснюється складною взаємодією великої кількості факторів при обробці, з одного боку, і недостатньою увагою до особливостей течії металу в осередку деформації з іншого [1].

Тому для кращого розуміння процесів, які відбуваються в поверхневому шарі деталі (маложорсткого кільця з пористого спеченого матеріалу) при обробці ізостатичним ППД, необхідно розглянути взаємозв'язок основних параметрів якості з умовами обробки.

Аналіз останніх досліджень

В даний час є загальновизнаним, що основним чинником, що впливає на показники якості поверхневого шару, особливо на шорсткість поверхні Ra , Rz , при обробці деталей поверхневим пластичним деформуванням є зусилля деформації. Проте, аналіз літературних джерел і результатів експериментальних досліджень показує, що при обробці з одним і тим же зусиллям деформації, але різними по розмірах і формі робочої поверхні інденторами результати виходять різні. В зв'язку з цим рядом авторів [1,2,3] було висловлено думку, що замість зусилля деформації як інтегруючий показник слід прийняти площу поверхні контакту. Проте, площа поверхні контакту також не є параметром, що однозначно описує умови і результати обробки.

Фізико-механічний стан поверхневого шару при ППД характеризується ступенем зміцнення ϵ , значенням мікротвердості $H\mu$, приросту мікротвердості $\Delta H\mu$ при обробці, глибиною зміцненого шару h , величиною залишкових напружень σ_z та їх розподілом по глибині поверхневого шару. Основний вплив на формування фізико-механічних параметрів чинять режими обробки і геометрія інструменту [1,2,4].

Мета роботи

Метою роботи є визначення взаємозв'язків основних параметрів якості робочих поверхонь маложорстких кілець з пористих спечених композицій з конструктивно-технологічними параметрами обробки при ізостатичному ППД.

Виклад основного матеріалу

Основними факторами і параметрами обробки, які визначають формування поверхневого шару, при ізостатичному ППД є: кількість циклів навантаження, форма і розміри деформуючих елементів (інденторів), розміри оброблюваної деталі, зусилля

деформування, геометрія контакту, максимальна глибина впровадження індентора, механічні характеристики матеріалу (границі текучості і міцності), пористість, твердість і деякі інші величини.

Другорядним фактором, який впливає на якість поверхневого шару є змащуючо-охолоджуюча рідина (ЗОР) – зменшення чи збільшення тертя між інденторами (коефіцієнт тертя).

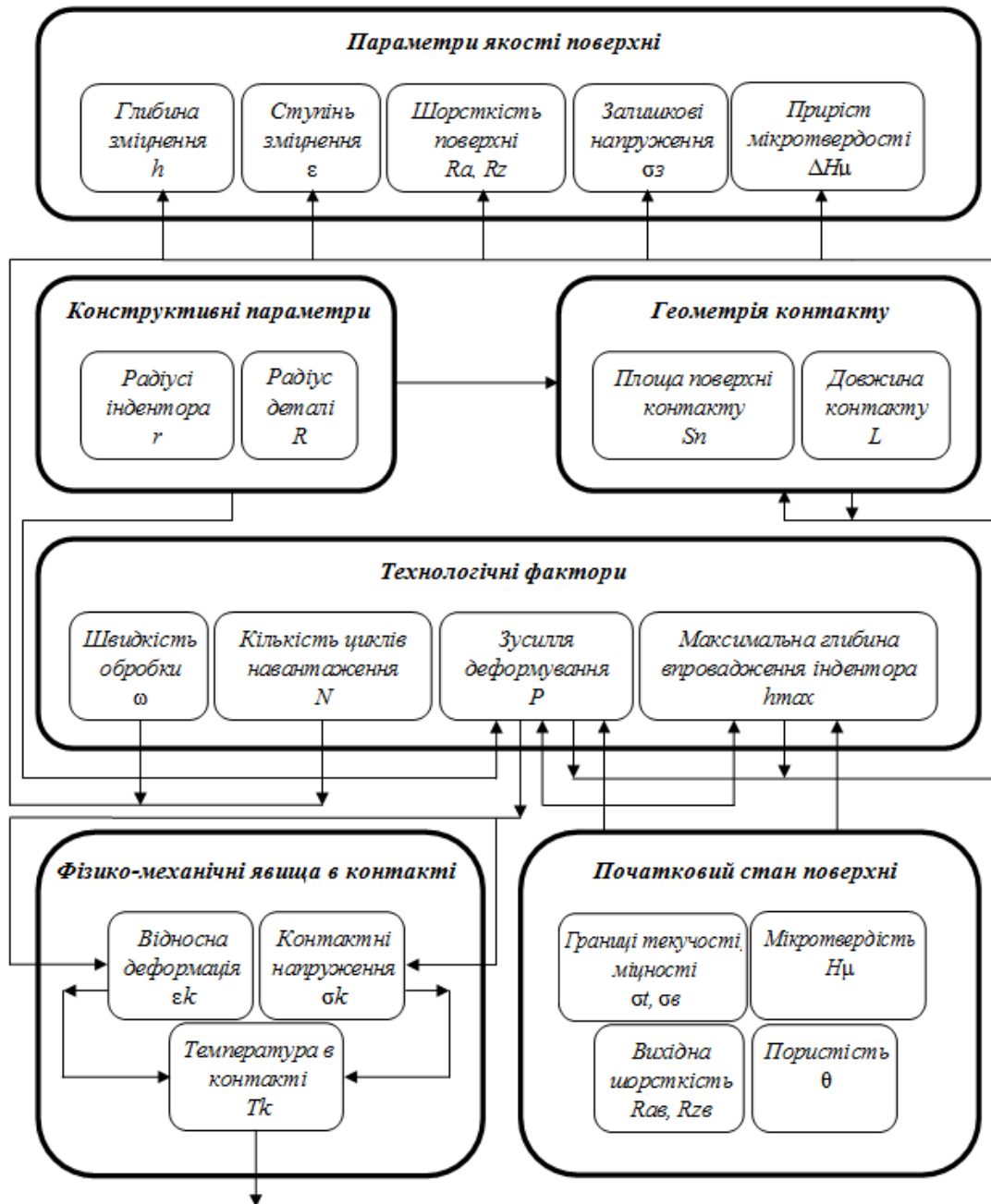


Рис. 1. Взаємозв'язок основних параметрів якості робочих поверхонь малошорстких кілець з пористих спечених композицій з конструктивно-технологічними параметрами обробки при ізостатичному ППД

При ізостатичному ППД режими обробки і параметри інструменту тісно взаємопов'язані та істотно впливають один на одного. Зрозуміло, що ті й інші необхідно визначати виходячи з фізичної картини формування поверхневого шару при ізостатичному ППД. На сьогоднішній день узагальненої фізичної картини, яка описує всі процеси, що відбуваються при ізостатичному ППД, немає. Однак існує безліч

моделей, що описують окремі випадки опоряджувально-зміцнюючої обробки ППД або, які охоплюють цілі групи методів, що побудовані як на великих експериментальних даних, так і на результатах теоретичних досліджень.

При обробці маложорстких кілець ізостатичним ППД деформуючими елементами кульками для опису взаємозв'язку між величинами, що визначають умови обробки та показниками якості, можна написати загальну систему рівнянь:

$$y = f(r, R, P, h_{max}, N, \omega, \sigma_t, \sigma_v, H_\mu, \theta, T_k, R_v) \quad (1)$$

де y - один з показників якості поверхневого шару (шорсткість поверхні, ступінь зміцнення, глибина зміцнення, величина залишкових напружень, приріст твердості), r - радіус індентора, R - радіус деталі, P - зусилля деформування, h_{max} - максимальна глибина впровадження індентора, N - кількість циклів навантаження, ω - швидкість обробки (кількість навантажень в одиницю часу), σ_t - границя текучості, σ_v - границя міцності, H_μ - мікротвердість, θ - пористість, T_k - температура в контакті, R_v - вихідна шорсткість оброблюваної поверхні.

Велика кількість величин, які впливають на якість поверхневого шару, істотно ускладнюють вибір оптимального поєднання їх значень.

На рис. 1 схематично показаний взаємозв'язок основних параметрів якості робочих поверхонь маложорстких кілець з пористих спечених композицій з конструктивно-технологічними параметрами обробки при ізостатичному ППД. В цій схемі вплив одних параметрів на інші визначається по напрямку стрілок.

Висновки

Визначені взаємозв'язки основних параметрів якості маложорстких кілець з пористих спечених композицій з конструктивно-технологічними параметрами обробки, фізико-механічними явищами в контакті і початковим станом оброблюваної поверхні при ізостатичному поверхневому пластичному деформуванні показують наскільки конструктивні параметри і технологічні фактори (зусилля деформування, максимальна глибина впровадження індентора) визначають геометричні параметри контактної зони, а через параметри контакту (геометрію контакту), вихідні властивості матеріалу заготовки (границя текучості, границя міцності, твердість, пористість) впливають на фізико-механічні явища в зоні контакту (напруження, деформації, температуру в контакті). В свою чергу, через фізико-механічні процеси в осередку деформації остаточно формується якість поверхневого шару.

Список літературних джерел

1. Гуров, Р.В. Проектирование технологии отделочно-упрочняющей обработки поверхностным пластическим деформированием деталей машин с учетом их функционального назначения: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.08. – Брянск, 2012. – 32 с.
2. Отений Я. Н., Смольников Н. Я., Олыштынский Н.В. Прогрессивные методы обработки глубоких отверстий: Монография / ВолгГТУ. – Волгоград, 2003. – 136 с.
3. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.
4. Руденко П. А., Чередников О. Н. Разработка и исследование технологических методов повышения качества деталей машин и эффективности их изготовления. - Чернигов: Черниговский филиал КПИ, 1983. – 36 с.

УДК 621.372

А.І.Сатюков, к.ф.-м.н, доц.

А.Л.Пристапа, к.т.н., доц

ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ТІЛ З ДОВІЛЬНОЮ ГЕОМЕТРІЄЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ХВИЛЕВОДНО-КОАКСІАЛЬНОГО ПЕРЕХОДУ

Чернігівський національний технологічний університет, кафедра інформаційно-вимірювальних технологій, метрології та фізики, ivtmif@ukr.net

Запропоновано метод вимірювання вологості речовини, що використовує хвильоводно-коаксіальний перехід в якості вимірювального перетворювача. Вимірювальною інформацією служить частота, на якій спостерігається мінімум НВЧ сигналу. Даний метод можна використовувати для вимірювання вологості тіл довільної форми.

Сфера використання електромагнітних хвиль надвисокого частотного діапазону (НВЧ) постійно розширюється. Цей частотний діапазон відповідає довжинам хвиль від 100 мм до 10 мм (частоти від 3 до 30 ГГц); тому його називають також діапазоном сантиметрових хвиль. [1] Традиційно цей частотний діапазон використовується для телебачення, радіозв'язку (в ньому працюють мобільні телефони, рації), побутових приладів, зокрема мікрохвильових печей, супутниковій навігації, тощо.

Активно радіовимірювання використовуються під час наукових досліджень для вивчення взаємодії електромагнітних хвиль з речовиною, зокрема при створенні систем вимірювання вологості. [2]

Як відомо, молекули води розкручуються електромагнітним полем. В результаті швидкість проходження радіохвиль сповільнюється, а їх інтенсивність зменшується. Ці явища використовуються для створення пристроїв та систем, що вимірюють вологість з використанням НВЧ сигналів. Робота більшості з них базується на визначенні величини послаблення сигналу або зміни діелектричної проникності вологою речовиною. [3].

Для проведення вимірювань досліджуваний зразок розміщується між двома антенами, в об'ємному резонаторі або в хвильоводі. Це абсолютно коректний підхід, якщо відомі геометричні розміри, перш за все товщина досліджуваних зразків. Такі системи вимірювання вологості активно використовуються в промисловості та сільському господарстві, зокрема для вимірювання вологості різноманітних речовин на конвеєрах, лотках, в бункерах, контейнерах. [3] Якщо ж об'єкти мають довільну форму, задача вимірювань значно ускладнюється.

Ще одна складність в деяких випадках зумовлена необхідністю однозначного розміщення та орієнтації передавальних та приймальних елементів, оскільки будь-які антени мають певну діаграму спрямованості.

Авторами зроблено спробу використати в якості вимірювального перетворювача хвильоводно-коаксіальний перехід. [4]

Добре відомо, що в прямокутному хвильоводі довжина хвиль, що можуть розповсюджуватись, пов'язана з розмірами хвильоводу: a , b (рис.1) . Так, максимальна довжина хвилі типу H_{10} дорівнює подвійному розміру широкої стінки хвильоводу $2a$. Хвилі з меншими частотами мають великий коефіцієнт затухання. Цей факт використовується для створення сталих атенуаторів у вигляді відрізка хвильоводу певної довжини.

Таким чином, якщо на хвильоводно-коаксіальний перехід направити НВЧ сигнал з частотою трохи меншою за граничну, а потім плавно підвищувати її, то потужність, що потрапляє до коаксіальної лінії, буде зростати, оскільки ми будемо наблизатись до частот, на які власне і розрахований цей хвильоводно-коаксіальний перехід.

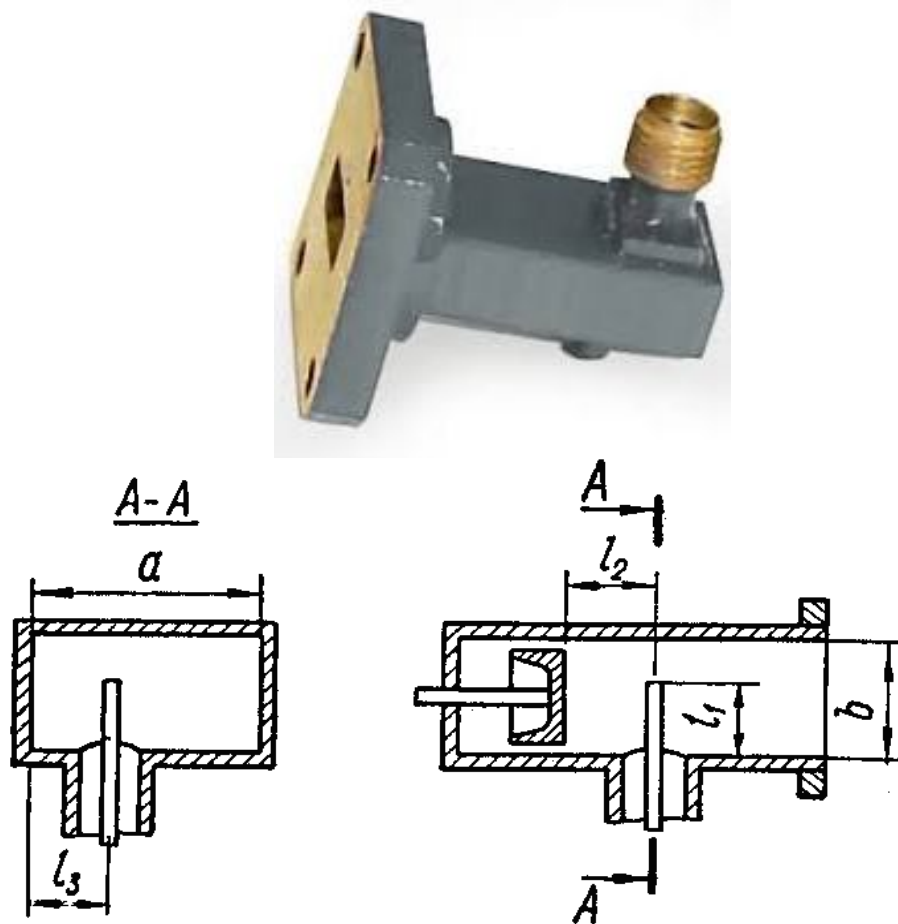


Рис. 1. Хвильоводно-коаксиальний перехід

З іншого боку у деяких речовин спостерігається зростання послаблення НВЧ сигналу зі збільшенням частоти. Таким чином ці два протилежних фактори призводять до наявності на частотній залежності ступеню затухання НВЧ хвилі чітко спостерігаемого мінімуму. Авторами встановлено, що частота максимального послаблення монотонно залежить від проценту вологості досліджуваного зразку.

Таким чином інформацією про рівень вологості речовини в даному випадку є не ступінь послаблення НВЧ сигналу, а частота, на якій спостерігається мінімальний сигнал.

Отже представлена методика при певній доробці може бути використана для вимірювання вологості зразків з довільною геометрією, або застосовуватись в системах неруйнівного моніторингу стану різноманітних об'єктів.

Список літературних джерел

1. ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения
2. Г. Клингер. Сверхвысокие частоты: основы и применения техники СВЧ. - М.: Наука, 1969. - 272 с.
3. Виктор В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Радиоволновые измерения параметров технологических процессов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 208 с.
4. Сатюков А.І., Приступа А.Л. Використання хвильоводно-коаксиального переходу при вимірюванні вологості тіл з довільною геометрією // Фізика, електроніка, електротехніка. Матеріали та програма науково-технічної конференції. – Суми: Сумський державний університет, 2014. – С.71-72

УДК 621.923

А.В. Кологойда

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗАТОЧКИ ГОЛЧАСТОЇ ПОВЕРХНІ ВАЛИКІВ ТЕКСТИЛЬНИХ МАШИН ЗІ СХРЕЩЕНИМИ ОСЯМИ ІНСТРУМЕНТА ТА ДЕТАЛІ

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

Досліджено процес заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин. Запропоновано новий спосіб заточування периферією орієнтованого круга, за яким подача на оберт вибирається з умови максимально допустимої теплонапруженості процесу при якій структура матеріалу залишається незмінною, а кут орієнтації інструмента вибирається з умови повного завантаження профілю круга. Запропонована термомеханічна модель обробки з врахуванням пружних характеристик деталі.

На підприємствах з переробки вовни широко застосовуються чесальні агрегати, які складаються з подаючого та чесального барабанів, діаметром від 900 мм «Befama» до 3,5 м «Oktir» та робочих валиків діаметром до 240 мм, які працюють в парі з барабанами. Головним робочим елементом барабанів та валиків чесальних машин є голчаста гарнітура, від якості заточування якої залежить відсоток браку та якості готової продукції. У процесі роботи голчаста гарнітура барабанів і валиків піддається фрикційному зносу, у результаті чого кінчики голок заокруглюються і виникає необхідність їх повторного заточування. За існуючими методами барабани шліфують не знімаючи з агрегату, враховуючі їх габарити, а валики встановлюють на круглошліфувальних верстатах. При заточуванні голчастої гарнітури значний вплив на подальшу експлуатацію мають твердість голок, форма робочої частини та точність і рівномірність їх установки. При невірно підібраних режимах різання, у результаті значних температур в зоні обробки, на кінчиках голок виникають задирки, які практично не знімаються при подальшій обробці а при роботі чесального агрегату збільшують відсоток бракованої продукції. Отже, задача вибору методу та режимів заточування голчастої гарнітури барабанів та валиків текстильних машин, а також параметрів різального інструменту є актуальною.

Головною метою роботи є підвищення продуктивності та якості обробки голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- розробити та дослідити математичну модель процесу шліфування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин;
- розробити методику визначення сил різання при обробці голчастої гарнітури, які діють на одну голку, та загальних сил різання;
- розробити та дослідити термомеханічну модель процесу;
- розробити методику визначення продуктивності та якості заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин;
- розробити методику та загальні рекомендації для виробу оптимальних режимів різання та характеристик шліфувального круга;
- провести експериментальні дослідження з метою підтвердження отриманих результатів.

Об'єктом дослідження є процес шліфування нежорстких голок барабанів і валиків текстильних машин абразивним інструментом.

Предмет дослідження – основні характеристики процесу шліфування голчастої гарнітури барабанів та валиків текстильних машин.

Текстильний валик (рис. 1) представляє собою барабан на який намотується голчаста гарнітура. Барабан (рис. 1, а) є зварною конструкцією і складається з вала 1, призначеного для передавання обертального руху, двох фланців 2, які служать опорами

для забезпечення необхідного горизонтального положення труби та передачі крутильного моменту за допомогою шпонок 3. Голчаста гарнітура кріпиться за допомогою болтів. Вона складається з двох основних елементів (рис. 1, б): основи і скобок із проволоки, які закріплюються у визначеному порядку. Основа складається з декількох шарів хлопчатобумажної тканини і верхнього шару волоку, останнім часом набувають поширення гумові основи. Скоби голчастої стрічки представляють собою проволоку циліндричного перерізу і мають П-подібну форму. Робочою частиною голок являється їх вершина і бокові частини.

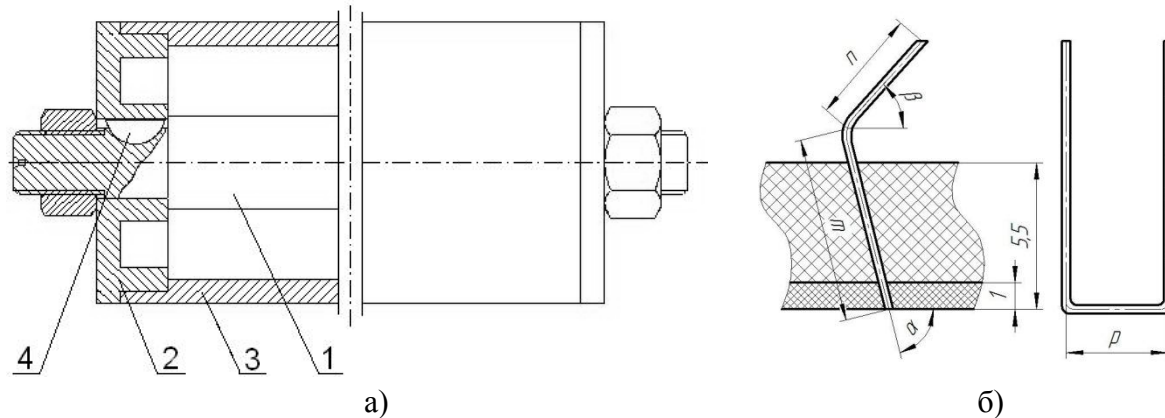


Рис. 1. Валик текстильної машини

За відомими способами шліфування валиків здійснюється валиком обтягнутим абразивною стрічкою, або кругом (рис. 2). При цьому осі обертання валика та інструмента не лежать у одній горизонтальній площині. Як показали теоретичні та експериментальні дослідження прогин циліндричної напрямної у середній її частині від власної ваги становить 0,18 мм [1, 2], це викликає похибку барабана у вигляді гіперболи, внаслідок чого утворюється нерівномірний зазор між барабанами і випуск бракованої продукції. При монтажі валика виникають похибки установки ΔX та ΔY – у вигляді схрещення осей, що також знижує точність формоутворення. Заточування голок на відомих верстатах відбувається за пружною схемою, де в процесі створення натягу в системі «інструмент – деталь» голки оплавляються та виникають задирки, які при роботі валика спричиняють розрив нитки та випуск браку. Розміри задирок залежать від режимів обробки, при подальшій обробці їх видалити практично неможливо.

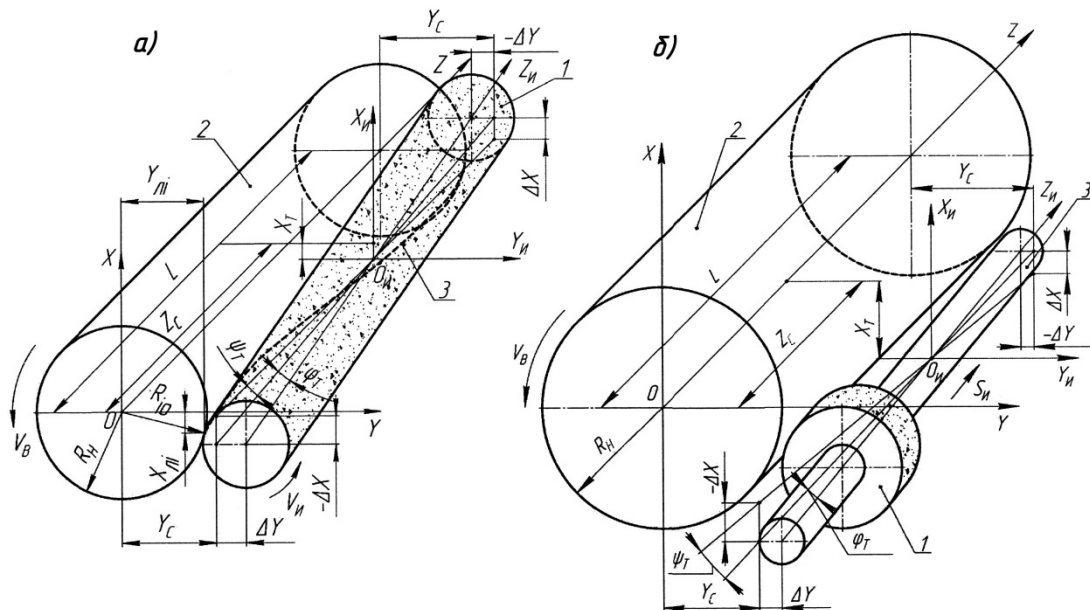


Рис. 2. Схема шліфування вигнутих циліндричних голок

Головною особливістю процесу заточування голчастої гарнітури є мала жорсткість оброблюваної деталі, тобто в процесі обробки голка значно деформується, що змінює напрям результуючої сили різання та кінцеву форму робочого торця голки. Дослідження показали, що при незначних швидкостях різання, за рахунок деформації голки у напрямку знімання припуску, робоча поверхня голки набуває форму еліпсу, а при збільшенні швидкості наближається до прямолінійної. Проте при високих швидкостях різання збільшується температура в зоні обробки, що спричиняє появу задирки та зміну структури матеріалу голки. Для дослідження поведінки голки в процесі різання було проведено статичне та динамічне моделювання. Статична модель побудована та вирішена у програмному пакеті SolidWorks, у результаті отримані карти напружень (рис. 3,а) та переміщень (рис. 3,б), отримані результати підтверджені експериментальними дослідженнями. Експериментальна схема наведена на рис. 4.

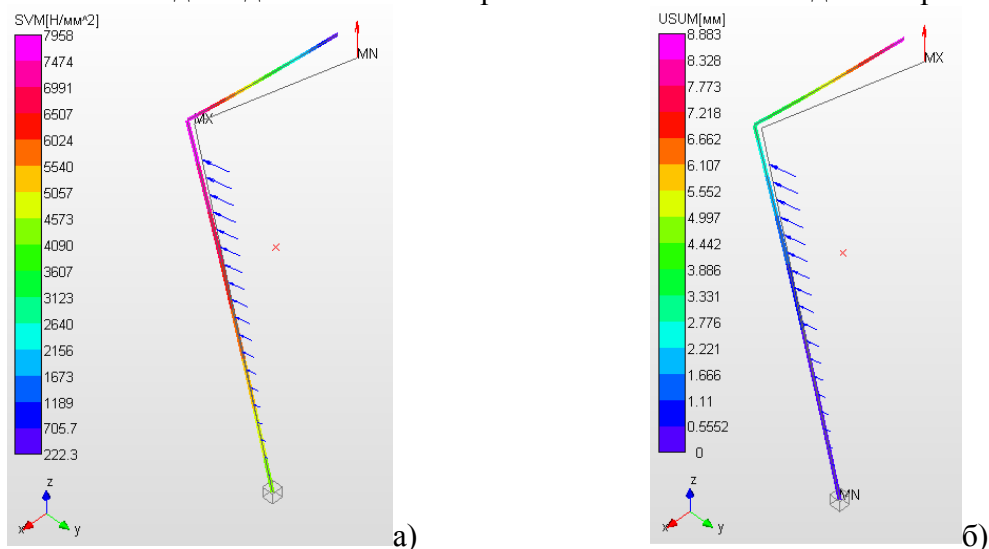


Рис. 3. Статичне дослідження у програмному пакеті SolidWorks
а) – карта напружень, б) карта переміщень



Рис. 4. Експериментальне дослідження жорсткості голки

Для проведення більш детального, динамічного аналізу були використані такі програмні пакети, як SolidWorks, ANSYSWorkBench, LSPrePost та розрахунковий модуль LS-DYNA, дослідження проводились за методикою запропонованою у роботі [3].

3D модель тіла голки була створена у пакеті SolidWorks (рис. 5, а) за основні розміри було прийнято [4]: $d=0,3$ мм, $m=7$ мм, $n=4,5$ мм, $\alpha=77^\circ$, $\beta=48^\circ$. Під час шліфування голчастої гарнітури ступінь деформації голок залежить від демпфуючих властивостей та розмірів основи. Для зменшення машинного часу розрахунків а також враховуючи, що напруження у волоку зменшується при віддаленні від центру, зображуємо основу у вигляді циліндра діаметром $d_c=1$ мм та висотою $h_c=5,5$ мм, пружні властивості якого відповідають пружним характеристикам войлоку.

Сітку скінченних елементів створюємо у програмному модулі CosmosWorks, при цьому, з метою оптимізації процесу розрахунків розміри сітки скінчених елементів голки приймаємо меншими за розміри основи (рис. 5, б).

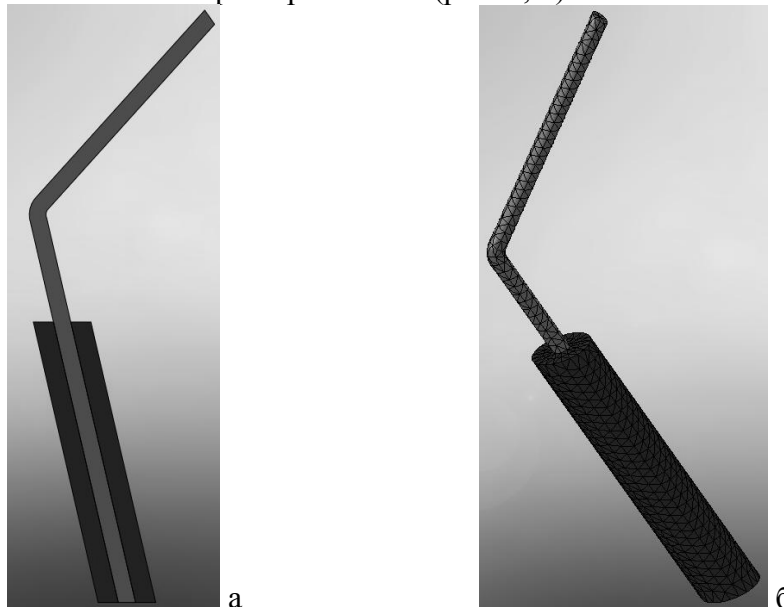


Рис. 5. 3D модель та сітка скінченних елементів заготовки
а – 3D модель деталі, б – сітка скінченних елементів деталі

На правильність розрахунків та визначення основних параметрів шліфування текстильного валика впливає вибір та побудова моделі інструменту. Для моделювання заточування голчастої гарнітури абразивним інструментом з середнім розміром зерен

160 мкм, у якості геометричної моделі зерна приймаємо октаедр з розміром головної діагоналі 160 мкм (рис. 6, а). Зв'язку зображуємо у вигляді паралелепіпеду, властивості матеріалу якого вибираємо найбільш близькими до властивостей керамічної зв'язки (рис. 6, б). Сітку скінчених елементів на поверхні інструменту створюємо засобами програмного модуля CosmosWorks (рис. 3, в), при цьому розмір елементів зерна приймаємо меншим за розміри елементів зв'язки, з метою зменшення машинного часу розрахунку системи, та враховуючі незначні втрати точності на зв'язці.

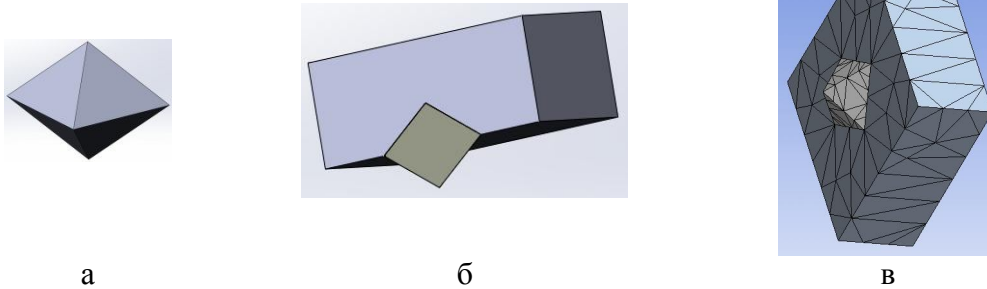


Рис.6. Моделювання робочої поверхні інструменту
а – 3D модель ріжучого зерна, б – метод закріплення зерна у зв'язці,
в – сітка скінчених елементів інструмента

Складальну модель (рис. 7) створюємо у програмі SolidWorks. Початкові параметри процесу (швидкість та глибина різання) та властивості матеріалу задаємо у препроцесорі LSPrePost. Вважаючи, що швидкість різання направлена по дотичній до радіуса валика текстильної машини, абразивне зерно розміщуємо на відстані припуску на обробку та надаємо йому швидкості у горизонтальному напрямку, всі інші рухи обмежуємо накладаючи відповідні зв'язки. Рух деталі обмежуємо забороняючи переміщення нижнього торця голки та основи, а також забороняючи будь які переміщення зовнішнього циліндра демпфера.

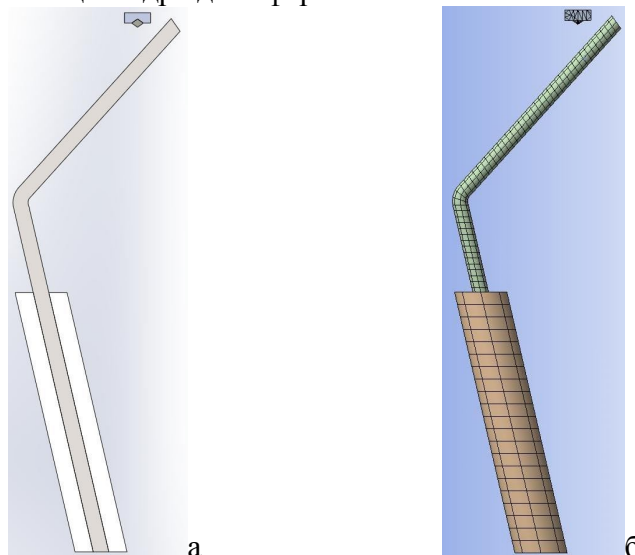


Рис. 7. Складальна 3D модель обробки

а – 3D обробляючої системи, б – створення сітки скінчених елементів системи

З метою покращення якості обробки гарнітури, запропоновано новий спосіб чистового заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин, при цьому шліфувальний круг повертають відносно осі, яка перпендикулярна до осей деталі та інструмента і проходить крізь формоутворюючу ділянку, при цьому подача на оберт S_z вибирається з умови максимально допустимої теплонапруженості процесу при якій структура матеріалу залишається незмінною а кут орієнтації інструмента α

вибирається з умови повного завантаження профілю круга.

Голчасту поверхню валика заточують на верстаті з ЧПК (рис. 8), при цьому валик 1 встановлюється в центри та обертається навколо власної осі з певною кутовою швидкістю ω_d , шліфувальний круг 2 підводять до поверхні та повертають відносно осі, яка перпендикулярна до осей деталі та круга і проходить крізь формоутворюючу ділянку на кут α , при цьому подача на оберт S_z вибирається з умови максимально допустимої теплонапруженості процесу при якій структура матеріалу залишається незмінною а кут орієнтації інструмента α вибирається з умови повного завантаження профілю круга. Інструмент подається на врізання у радіальному напрямку та переміщується вздовж осі деталі з подачею S_z .

Радіус-вектор інструментальної поверхні в системі координат деталі має вигляд:

$$\bar{r}(z, \theta, \theta_d) = M3(\theta_d \cdot p_z) \cdot M6(\theta_d) \cdot M2(-y_c) \cdot M4(\alpha) \cdot M3(C) \cdot M3(z) \cdot M6(\theta) \cdot M2(R_u) \cdot \bar{e}_4,$$

$$p_z = \frac{S_z}{2\pi}, \quad y_c = R_u + R_d - t, \quad \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial z} \times \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial \theta} \cdot \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial \theta_d} = 0.$$

де $M1, M2, M3$ – матриці лінійних переміщень вздовж осей X, Y, Z ; $M4, M5, M6$ – матриці кутових поворотів навколо осей X, Y, Z ; R_u – радіус інструмента; z – поточна координата на профілі інструмента, змінюється від нуля до B – висоти круга; C – величина калібруючої ділянки інструмента; y_c – міжосьова відстань; R_d – початковий радіус голчастої поверхні деталі; θ_d – кут повороту деталі відносно власної осі; t – припуск на обробку; α – кут орієнтації інструмента.

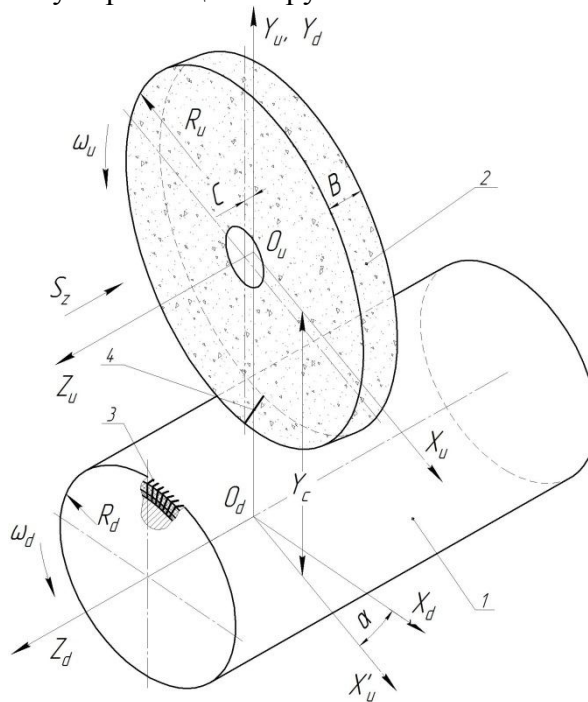


Рис. 8. Схема заточування голчастої поверхні валика орієнтованим кругом
1 – валик текстильної машини, 2 – шліфувальний круг, 3 – голка, 4 – лінія контакту інструмента і деталі.

Оптимальний кут орієнтації шліфувального круга α відносно циліндричної голчастої поверхні валика знаходимо з умови повного завантаження периферії інструменту, у цьому випадку кінцева точка профілю круга буде торкатись початкової поверхні валика (заготовки), тобто необхідно вирішити рівняння

$$\left[\begin{array}{l} M3(\theta_d \cdot p_z) \cdot M6(\theta_d) \cdot M2(-y_c) \cdot M4(\alpha) \times \\ \times M3(C) \cdot M3(z) \cdot M6(\text{LinKon}(z)) \cdot M2(R_u) \cdot \bar{e}_4 \end{array} \right]_{2,1} - R_d = 0.$$

При шліфуванні валика діаметром 60 мм, шліфувальним кругом $\varnothing 200$ мм з припуском 0,5 мм оптимальний кут орієнтації становить $\alpha = 1,48^\circ$.

Величину припуску, що зрізується елементарною ділянкою шліфувального круга можна визначити аналогічним чином для відомого кута орієнтації шліфувального круга

$$t(z) = \left[\begin{array}{l} M3(0 \cdot p_z) \cdot M6(0) \cdot M2(-y_c) \cdot M4(\alpha) \times \\ \times M3(C) \cdot M3(z) \cdot M6(\text{LinKon}(z)) \cdot M2(R_u) \cdot \bar{e}4 \end{array} \right]_{2,1} - R_d.$$

Використання запропонованого способу підвищує якість заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин, забезпечує сталість структури матеріалу голок за рахунок вибору оптимальної подачі на оберт та кута орієнтації інструмента, а також зменшує розміри задирок на робочих кінцях голок.

На теплонапруженість процесу впливає, також довжина лінії контакту інструмента і деталі. Початковий та кінцевий кути контакту шліфувального круга і текстильного валика (рис. 9) та довжину дуги контакту можна визначити з залежностей

$$\beta_{0,k} = \pm \arccos \frac{(R_d + R_k - t)^2 + R_k^2 - R_b^2}{2 \cdot (R_d + R_k - t) \cdot R_k}, \quad l_k = (\beta_{0,k} + \beta_{0,k}) \cdot R_k.$$

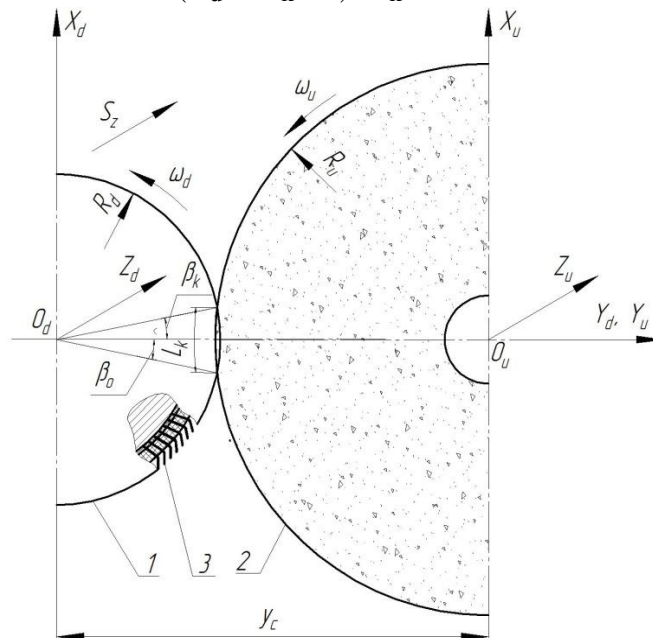


Рис. 9. Схема розрахунку довжини лінії контакту інструмента і деталі

На рис. 10 зображено експериментальну установку шліфування голчастої поверхні валика текстильної машини зі схрещеними осями інструмента і деталі.

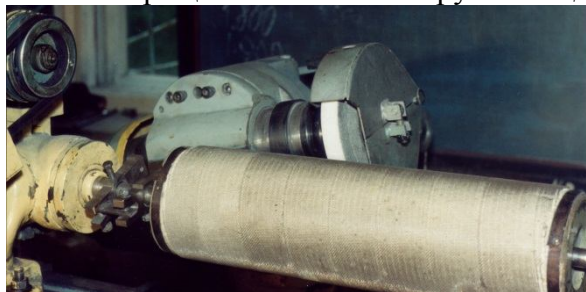


Рис. 10. Експериментальний стенд заточування голчастої гарнітури валика

У результаті виконання роботи запропоновано та досліджено математичну модель процесу шліфування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин, розроблено методику визначення сил різання. Запропонована термомеханічна модель процесу заточування та методика визначення продуктивності та якості заточування

голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин. Розроблено методику та загальні рекомендації для виробу оптимальних режимів різання та характеристик шліфувального круга. Проведені експериментальні дослідження, які підтвердили отримані результати.

Список літературних джерел

1. Грабченко А.И., Кальченко В.И., Кальченко В.В. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали (Монография). – Чернигов: ЧГТУ, 2009. – 356 с.
2. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Кологойда А.В. Особливості процесу заточки голок валків чесальних машин зі схрещеними осями інструмента та деталі //Вісник Сумського державного університету. Науковий журнал. – Суми: СумДУ, 2010. – № 4. – С. 55-60.
3. Криворучко Д.В., Залога В.А., Корбач В.Г. 3D Моделирование рабочих процессов резания методом конечных элементов. / Уч. пос. Сумы, 2008, - 326 с.
4. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Єрошенко А.М., Кологойда А.В. 3D моделювання процесу заточування голчастої гарнітури барабанів та валиків текстильних машин // Вісник ЧНТУ. – Чернігів: ЧНТУ, 2014. - №1.

СЕКЦІЯ 2 «ОБЛАДНАННЯ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»

УДК 620.197.3

О.М. Савченко, канд. техн. наук

О.І. Сиза, д-р техн. наук

О.О. Корольов, канд. техн. наук

НОВІ ІНГІБІТОРИ КОРОЗІЇ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Чернігівський національний технологічний університет, e-mail: syza@rambler.ru

Розроблено екологічно безпечні інгібітори на основі лецитину тваринного походження – (Ін-1) та на основі компонентів вторинної сировини сиро-молочної галузі (Ін-2). Встановлено, що оптимальна ефективність протикорозійного захисту вуглецевих сталей в 0,1М НСІ ($Z_m = 95,9\%$) досягається за концентрації інгібітора Ін-1 – 5 г/л і Ін-2 ($Z_m = 89,6\%$) – 2 г/л.

Інгібітори, що широко застосовуються для захисту металевих конструкцій в різних галузях промисловості в більшості випадків токсичні або малотоксичні, що в значній мірі ускладнює чи робить неможливим їх застосування у харчовій промисловості. Тому, пошук нових нетоксичних інгібіторів є актуальною задачею.

Розширення асортименту екологічно-безпечних інгібіторів корозії можливе шляхом вилучення безпечних речовин, які мають протикорозійні властивості, з рослинної та тваринної сировини. Протикорозійні властивості продуктів рослинного походження відомі давно: агар-агар, аскорбінова кислота [1], крохмаль, желатин, макуха [2]; сполуки часнику, моркви, картоплі [3], кісточкові відходи плодово-ягідних культур [4]. У Чернігівському національному технологічному університеті розроблено і запатентовано інгібітори МГ-ЧДТУ, РС-ЧДТУ і ФЕС на основі рослинної сировини та відходів жиролійної промисловості [5]. Ці інгібітори безпечні з екологічної точки зору, але кожен з них має певні недоліки. Наприклад, обмежену сферу використання; необхідність застосування при виробництві концентрованих кислот, аміаку або лугів; короткий термін зберігання; незадовільні органолептичні характеристики (різкий та стійкий запах). Тому важливою актуальною задачею сьогодення є створення недорогих, екологічно-безпечних як на стадії виробництва, так і застосування, ефективних інгібіторів, що задовольняють санітарно-гігієнічним вимогам протикорозійного захисту обладнання харчових виробництв.

Мета роботи полягала у розробці нових інгібіторів корозії на основі продуктів переробки екологічно-безпечної природної сировини України для захисту обладнання харчових виробництв.

Результати дослідження

У технологічних процесах харчових виробництв, крім нержавіючих сталей, широке застосування знаходять маловуглецеві сталі, наприклад, Ст3 і сталь 20: теплообмінне обладнання; у виробництві цукру та кондитерських виробів (корпуси та лопаті дифузійних апаратів, рамки і сітки дискових фільтрів, трубопроводи подачі дифузійного соку та сиропу); у виробництві безалкогольних напоїв (дно та стінки чанів для замочки зерна, внутрішня поверхня корпусів машин для миття склотари, турнікетна частина розливного автомату); у виробництві пива (корпуси збірників сусла, перфоровані циліндри та корпуси бродильних апаратів, корпуси ємностей для зберігання виноматеріалів) та ін. Тому в даній роботі для дослідження використовували маловуглецеву сталь Ст3 та сталь 20.

Досліджували протикорозійну активність розроблених нами інгібіторів на основі лецитину тваринного походження (Ін-1) та на основі компонентів вторинної сировини сиро-молочної галузі (Ін-2). Перспективність вибору пов'язана з доступністю сировини

і з наявністю фосфор-, сульфур-, нітрогенвмістних сполук у складі діючих речовин сировинної бази, що дозволяє прогнозувати їх протикорозійні властивості.

На апарати харчових виробництв впливають агресивні миючі і дезинфікуючі розчини сульфатної кислоти, хлоридної кислоти, нітратної кислоти та ін. В якості робочих середовищ досліджували 0,1 М розчин HCl .

Для електрохімічних досліджень швидкості корозії використовували індикатор поляризаційного опору P5126 [6]. Експерименти проводили при гальваностатичному режимі поляризації, використовували датчики з електродами циліндричної форми діаметром 6 мм (площа поверхні $\approx 5,8 \text{ см}^2$). Дослідження проводили в статичних умовах без перемішування розчину за температури $293 \pm 2 \text{ K}$, об'єм розчину $50 \pm 1 \text{ мл}$. Час вимірювання у кожній точці складав не менше 60 секунд.

Масометричні дослідження проводили на зразках із Ст3 у вигляді прямокутних пластинок розміром $50,3 \times 22,3 \times 3,2 \text{ мм}$ (0,1М HCl) при 293К на протязі 3,5 годин. Швидкість корозії оцінювали за формулою: $K_m = (m_1 - m_2) / S \cdot \tau$, де: K_m – швидкість корозії, $\text{г/м}^2 \cdot \text{год}$; m_1 – маса зразка до випробування, г ; m_2 – маса зразка після випробування, г ; S – площа поверхні зразка, м^2 ; τ – тривалість дослідження, години.

Ефективність захисної дії інгібітора корозії оцінювали за ступенем захисту: $Z_m = [(K_m - K'_m) / K_m] \cdot 100, \%$, де K_m, K'_m – швидкість корозії металу без інгібітора та з інгібітором, відповідно, $\text{г/м}^2 \cdot \text{год}$.

Виявлено, що додавання інгібітору Ін-1 у розчин 0,1М HCl призвело до збільшення захисної здатності за усіх досліджуваних концентрацій (рис. 1, а) – спостерігаємо зростання поляризаційного опору в часі протягом першої години експерименту, а потім встановлюється майже незмінна величина. Це свідчить, що процес формування захисних шарів на поверхні електроду відбувається протягом години, а потім підтримується такий стан до кінця експерименту. Встановлено, що при збільшенні концентрації з 5 г/л до 6 г/л протикорозійні властивості знижуються – поляризаційний опір в системі значно зменшився (з 5500 Ом до 3500 Ом). Тобто, оптимальна концентрація інгібітору становить 5 г/л.

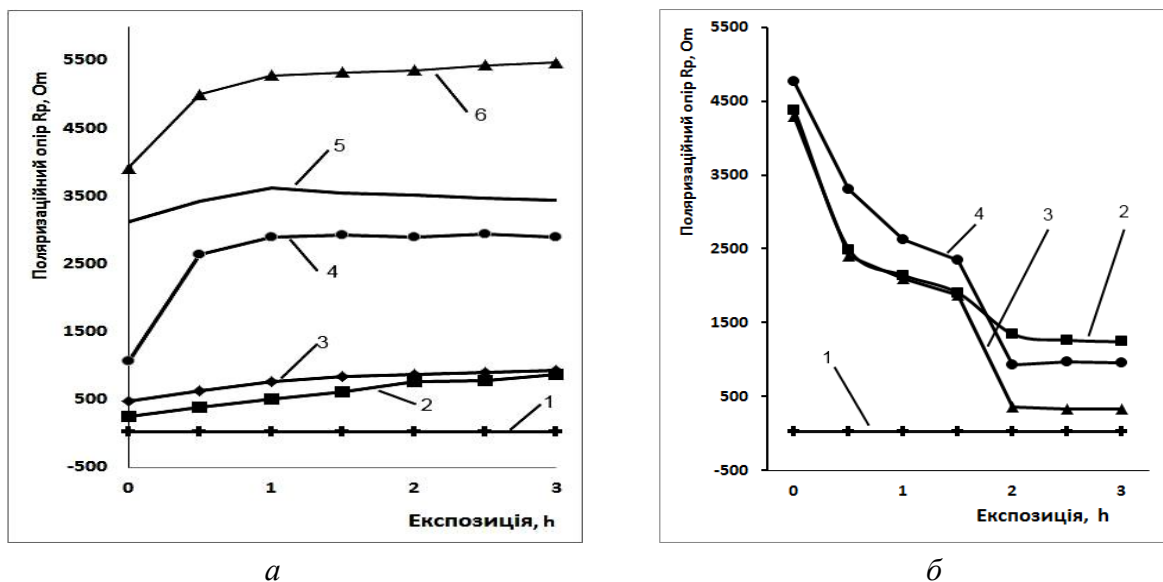


Рис. 1. Залежність поляризаційного опору сталі 20 від терміну випробувань у 0,1М HCl (1) та з додаванням інгібітору: а – Ін-1, г/л: 2 – 2,5; 3 – 4,0; 4 – 4,5; 5 – 6,0; 6 – 5,0; б – Ін-2, г/л: 2 – 1,0; 3 – 2,0; 4 – 3,0.

При додаванні інгібітору Ін-2 у розчин 0,1М HCl спостерігаємо зменшення захисного ефекту за усіх концентрацій (рис 1, б). На початковому етапі поляризаційний опір знаходиться на рівні з Ін-1, потім поступово знижується і залишається на низькому

рівні. Слід зауважити, що ці зміни носять нелінійний ступінчатий характер. На нашу думку, з огляду на природу інгібітора, це пов'язано з поступовим гідролізом складових суміші. Що доказує зміна рН середовища та кольорові реакції на пептидні групи та амінокислоти. Впродовж 1 години від початку дослідження рН робочого розчину зростає від 2,45 до 2,8, а потім за наступну годину знижується до 2,55 за рахунок протікання процесів гідролізу.

Гравіметричні дослідження на Ст3 кількісної оцінки захисної дії інгібіторів у 0,1М НСІ підтвердили представлені вище результати. Так, максимальний ступінь захисту ($Z_m = 95,9\%$) також отримано при концентрації Ін-1 – 5 г/л (табл.1), а Ін-2 ($Z_m = 89,6\%$) – 2 г/л. На поверхні металу в інгібованому розчині поступово формувалась міцна, матова плівка сірого кольору.

Таблиця 1.

Ефективність інгібіторів на Ст3 в 0,1М НСІ (експозиція 3 години при 293 К)

Ін	$C_{ин}, \text{г/л}$	$K_m, \text{г/(м}^2 \cdot \text{год)}$	$Z_m, \%$	γ_m
Без Ін	–	4,54	–	–
Ін-1	2	0,29	92,6	15,6
	4	0,24	94,7	18,9
	5	0,19	95,9	23,9
	6	0,32	92,9	14,2
Ін-2	0,5	0,98	78,4	4,6
	1,5	0,72	84,1	6,3
	2	0,47	89,6	9,6
	10	0,62	86,3	7,3

Висновки

Розроблено екологічно безпечні інгібітори на основі лецитину тваринного походження – (Ін-1) та на основі компонентів вторинної сировини сиро-молочної галузі (Ін-2). Встановлено, що оптимальна ефективність протикорозійного захисту вуглецевих сталей в 0,1М НСІ ($Z_m = 95,9\%$) досягається за концентрації інгібітора Ін-1 – 5 г/л і Ін-2 ($Z_m = 89,6\%$) – 2 г/л.

Інгібітор Ін-1 може застосовуватись для захисту обладнання впродовж тривалого часу експлуатації. Найбільш ефективним способом застосування інгібітору Ін-2 можуть бути операції кислотної промивки технологічного устаткування різних галузей промисловості при кімнатній температурі 30...60 хвилин. В подальшому його захисна здатність значно зменшується.

Список літературних джерел

1. Локшин Я.Ю., Жебровский В.В., Муравин Я.Г. и др. Лакокрасочные покрытия тары в пищевой промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 224 с.
2. Иванов Е.С., Иванов С.С. Ингибиторы коррозии металлов. – М.: Знание, 1980. – 64 с.
3. Srivastava Kum Kum, Srivastava Poonam // Brit. Corros.J. – 1981. – №4. – С. 28.
4. Чигиринец Е., Гальченко Г., Стовпченко А. Исследование механизма защитного действия ингибитора ИПС-1 синтезированного из отходов растительного происхождения // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2004. – №4, Т2. – С. 805-810.
5. Протикорозійні властивості продуктів переробки рослинної сировини / Сиза О.І., Корольов О.О., Савченко О.М., Гаценко С.В., Пасічніченко І.В.// Фіз.-хім. механіка матеріалів. – Спец. Випуск, 2006. – № 5. – С. 874-879.
6. Білоусова Н. Проблеми метрології вимірювань швидкості корозії поляризаційними методами / Н. Білоусова, Ю. Герасименко // Проблеми корозії та протикорозійного захисту металів. – Львів : Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2006. – Т.1. – С.365-369.

УДК 66.061.34

О.О.Акимов, канд. техн. наук^{*},
О.Л.Ігнатенков, канд. техн. наук^{*},
Є.К.Платонов, канд. техн. наук^{**}

ВПЛИВ ПРУЖНОСТІ КРІПЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДИФЕРЕНЦІЙНО-СТРУМИННОГО ЕКСТРАКТОРА НА ЇХ ВИМУШЕНІ КОЛИВАННЯ

Чернігівський державний технологічний університет м.Чернігів, Україна^{*},
Чернігівський інститут МАУП, м.Чернігів, Україна^{**}

Коливальна система диференційно-струминного екстрактора[1] складається з ексцентрикового валу, що здійснює обертальний рух, на якому розміщені тяги з закріпленими на них тарілками. В роботі [2] коливальна система розглядається як абсолютно жорстка. В роботі [3] одержана система диференціальних рівнянь, що описує вимушені коливання тарілок при їх індивідуальному пружному кріпленні.

Система диференціальних рівнянь має наступний вигляд:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 + b_1 \dot{x}_1 + (C_1 + C_2)x_1 - C_2x_2 = C_1A \sin \omega t \\ m_2 \ddot{x}_2 + b_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) - C_2x_1 + (C_2 + C_3)x_2 - C_3x_3 = 0 \\ m_3 \ddot{x}_3 + b_3(\dot{x}_3 - \dot{x}_2) - C_3x_2 + C_3x_3 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Результуюча жорсткість кріплення тарілки визначиться як результуюча для двох пружних елементів з'єднаних послідовно [3]:

$$C_1 = \frac{C01 * C1}{C01 + C1}; \quad C_2 = \frac{C02 * C2}{C02 + C2}, \quad C_3 = \frac{C03 * C3}{C03 + C3} \quad (2)$$

де - C01, C02, C03 жорсткості відповідних пружин;

C1, C2, C3 - жорсткості відповідних ділянок валу.

Частоти власних коливань механічної системи визначаються з системи рівнянь, що описують вільні коливання з системи рівнянь (1), прирівнявши праву частину першого рівняння нулю.

Власні частоти коливань визначаються зі стандартної задачі на власні значення [1]:

$$(M)\bar{x} = \lambda C\bar{x}, \quad (3)$$

де $\lambda = 1/\omega^2$;

M – матриця інерційних коефіцієнтів;

C – матриця коефіцієнтів жорсткості.

Матриця інерційних коефіцієнтів має вигляд:

$$M = \text{diag} (m_1, m_2, m_3) \quad (4)$$

Матриця коефіцієнтів жорсткості має вигляд:

$$C = \begin{vmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 & 0 \\ -c_2 & c_2 + c_3 & -c_3 \\ 0 & -c_3 & c_3 \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Частоти власних коливань визначаються за допомогою оператора Mathcad

$$\nu := \sqrt{\text{eigenvals}(M^{-1} \cdot C)}$$

Коливальна система має три частоти власних коливань значення яких можуть змінюватися в широких межах та мають практичний інтерес. Шляхом цілеспрямованого підбору жорсткостей одержані наступні частоти коливань: 10,75 рад/с; 28,62 рад/с; 42,72 рад/с.

Значення частот власних коливань знаходяться близько до частоти вимушених коливань, що робить можливим досягти резонансних коливань різним підбором жорсткостей пружин підвісу тарілок.

Амплітуди вимушених коливань визначалися шляхом числового інтегрування системи рівнянь (1) методом Рунге-Кутта з перемінним кроком інтегрування за допомогою оператора: $Z := \text{Rkadapt}(Y, 0, 0.9, 3000, D)$.

На рисунку 1 наведена часова залежність вібропереміщення однієї з тарілок, одержана шляхом числового інтегрування. Коливання тарілки відбуваються з частотою збуджуючої сили модульованою однією з частот (найближчою) власних коливань тарілки. Характер коливань інших тарілок аналогічний.

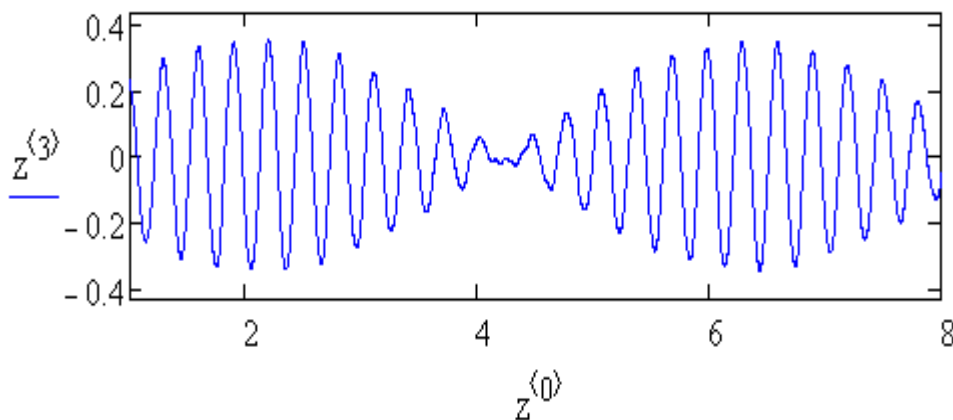


Рис. 1. Часова залежність амплітуди коливань першої тарілки

В таблиці 1 наведені середньо - квадратичні значення (СКЗ) амплітуд коливань тарілок

Таблиця 1 – СКЗ амплітуди коливань тарілок

Номер тарілки (зверху вниз)	1	2	3
СКЗ амплітуди коливань, м	0.028	0.047	0.063

На рисунках 2,3 для порівняння коливання тарілок накладених на один графік.

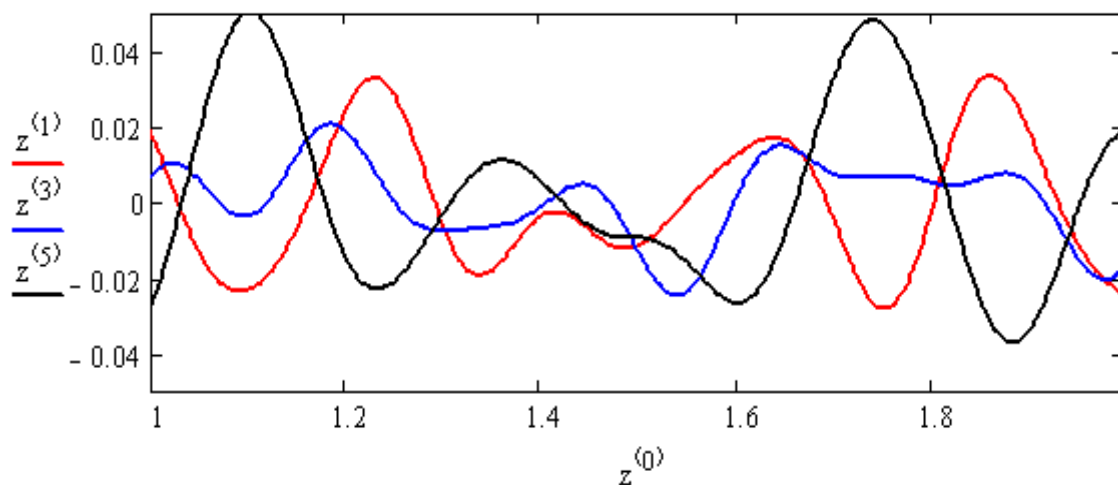


Рис. 2. Коливання тарілок екстрактора при нестационарному режимі

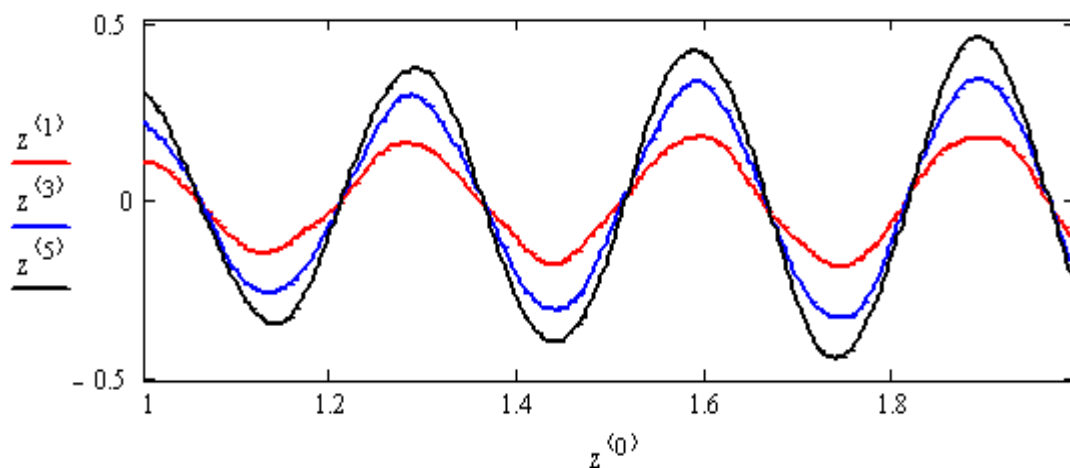


Рис.3. Коливання тарілок екстрактора при стаціонарному режимі

Коливання тарілок при нестационарному режимі несинхфазні, а при стаціонарному – близькі до синфазних при різних амплітудах коливань тарілок, що приводить до дезорганізації потоків робочого середовища і, як наслідок, підвищення ефективності процесу екстракції.

При вибраних жорсткостях кріплення тарілок можливе забезпечення наростаючих амплітуд коливання тарілок більше ніж в два рази (до 0.063 м) в прямому чи протилежному напрямку руху сировини, значно збільшить ефективність технологічного процесу.

Література

1. Городецкий И.Я. Вибрационные массообменные аппараты. изд. «Химия», М.: 1980 г, 192 с.
2. Игнатенков А.Л. Противоточные твердофазные массообменные аппараты. Учебное пособие на пр. монографии. – К.: УМК ВО, 1992, 68с.
3. Акимов О.О. Игнатенков О.Л., Платонов Е.К. Коливання пружно закріплених робочих органів диференційно-струминного екстрактора.// Матеріали 3 міжнар. наук.практич. конф. «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» 14-16

травня 2013 року, ЧДТУ, Чернігів –с.67-68.

УДК 658.515(088.8)

О.О.Акимов, канд. техн. наук*,
Є.К.Платонов, канд. техн. наук**,
Г.О. Буленок, магістр*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНУ ЗМІНИ СИЛИ ПРИТИСКУВАННЯ БОБІНОТРИМАЧА ДО ФРИКЦІЙНОГО ЦИЛІНДРУ В НАМОТУВАЛЬНОМУ МЕХАНІЗМІ МАШИНИ КОЭ-315

Чернігівський державний технологічний університет м.Чернігів, Україна*,
Чернігівський інститут МАУП, м.Чернігів, Україна**

При розрахунку і дослідженні механізму становить інтерес залежність від маси напрацьованого пакування величини статичного зусилля притискання бобінотримача до фрикційного циліндра. Схема механізму наведена на рис. 1

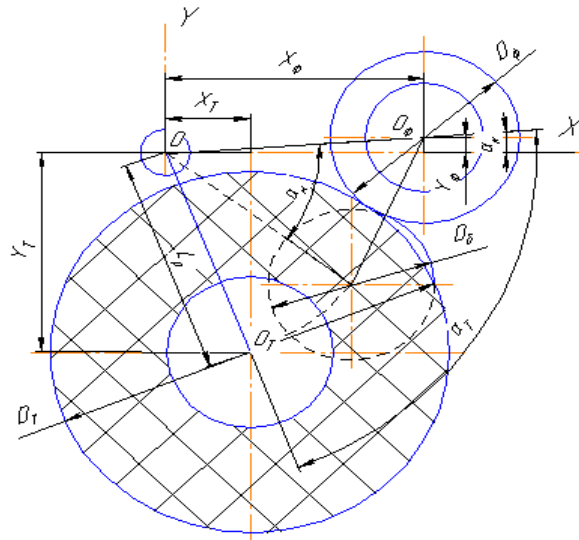


Рис.1. Схема намотувального механізму

Маса напрацьованого пакування буде аргументом і її будемо задавати від мінімальної-0 до максимальної маси пакування через товщину тіла намотування з обраним кроком t .

У довільний момент часу для маси пакування m_T з геометричних міркувань зв'язок між кутом відхилення важеля та товщиною пакування визначиться наступним чином:

$$\alpha_T = \arccos \left\{ \frac{1}{2L_p \cdot L_\phi} \left[L_p^2 + L_\phi^2 - \left(\frac{D_\phi}{2} + \frac{D(t)}{2} \right)^2 \right] \right\} \quad (1)$$

де D_ϕ - діаметр фрикційного циліндра; L_p - довжина важеля бобінотримача; L_ϕ - відстань від осі важеля до осі фрикційного циліндра; α_T - кут між важелем і лінією OO_ϕ у плинний момент часу.

Залежність довжини плеча сили реакції фрикційного циліндру до бобінотримача при координатах центрів мас бобінотримача $O_T (X_T, Y_T)$ та фрикційного циліндра $O_\phi (X_\phi, Y_\phi)$ визначиться наступним чином:

$$h_T = \frac{Y_\phi \cdot X_T - X_\phi \cdot Y_T}{\sqrt{(Y_T - Y_\phi)^2 + (X_T - X_\phi)^2}}. \quad (2)$$

Величина моменту, що притискує бобінотримач M_{np} визначиться наступним чином:

$$M_{nn}(\Delta, \alpha_{pp}) := M_{pp}(\Delta, \alpha_{pp}) + M_g(\Delta) \quad (3)$$

де $-M_{pp}$ – момент, що створює компенсаційна пружина; M_g – гравітаційний момент.

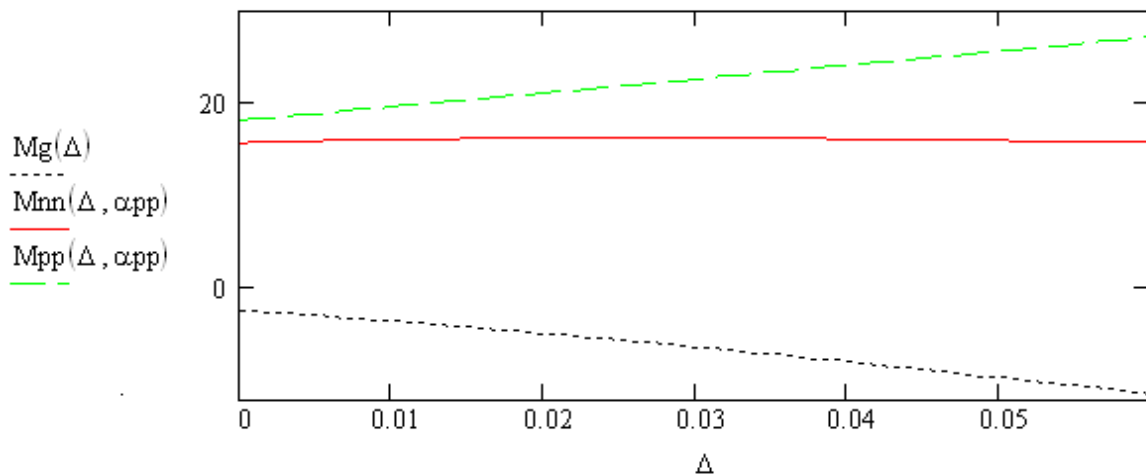


Рис.2. Залежність притискного моменту M_{np} ($H \cdot m$) бобінотримача до фрикційного циліндру від товщини тіла намотування Δ (m)

Залежність сили притискування бобінотримача до фрикційного циліндру від товщини тіла намотування має наступний вигляд

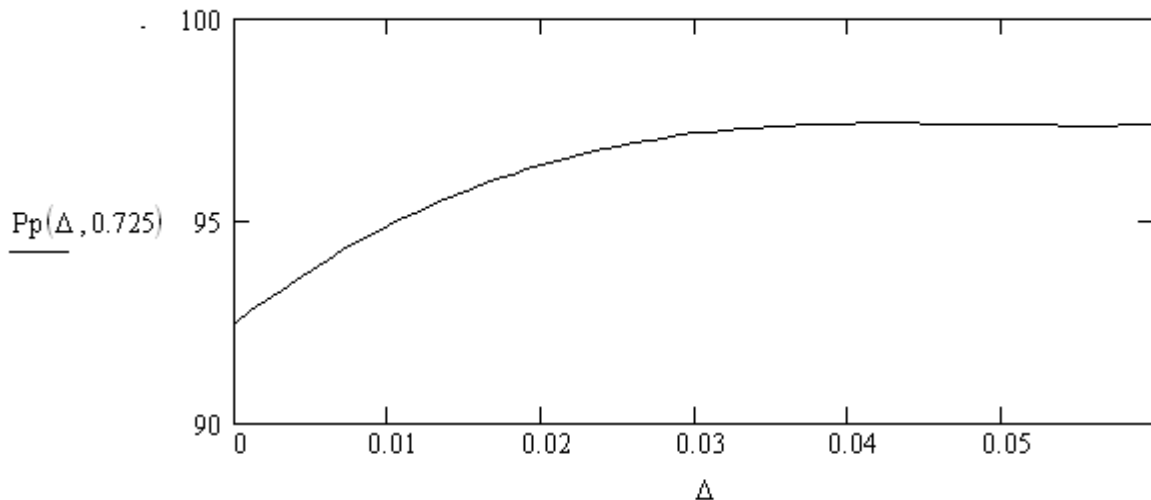


Рис. 3. Залежність сили притискування P_r (H) пакування від товщини тіла намотування Δ (m)

Виходячи з даних залежностей видно, що для створення необхідного компенсуючого моменту необхідно:

- початковий кут повороту компенсуючого пружинного пристрою розташовувався під кутом 0.725 рад;
- крутильна жорсткість пружин механізму притиску $-C_y$ - $25 \text{ Н} \cdot \text{м/рад}$.

УДК 658.515(088.8)

О.О.Акимов, канд. техн. наук^{*},
І. Л. Оборський, канд. техн. наук^{**},
О.В. Власенко, бакалавр^{***}

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАСИ ПАКУВННЯ НА КРИТИЧНІ ШВИДКОСТІ КРУТИЛЬНО-ЗВИВАЛЬНОГО ВЕРЕТЕНА МАШИНИ КОЭ -315

Чернігівський національний технологічний університет м. Чернігів, Україна^{*},
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, Україна^{**}

Особливістю крутильно-звивального веретена є наявність нерухомого паковотримача, розташованого на валу веретена, ігнорування яким може привести до значної похибки. Дослідженню динаміки веретена подібного типу в літературі приділено недостатньо уваги. Зважаючи на тенденцію зростання швидкостей обертання роторів текстильних машин дослідження динаміки крутильно-звивального веретена є актуальною задачею. Для складання динамічної моделі веретена використаємо метод “напівжорсткого” шпинделя, який знайшов широке використання для дослідження веретен та бобінотримачів [1], [2].

На рис.1 приведені динамічна модель веретена та позначення основних елементів.

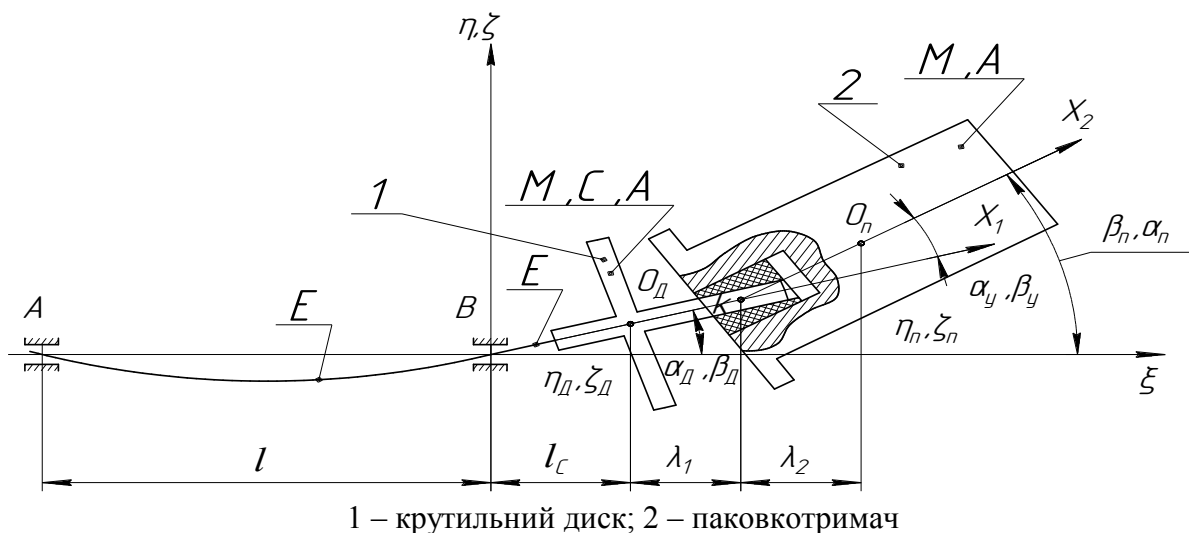


Рис. 1. Динамічна модель крутильно-звивального веретена

Вибір системи координат, та припущення, використані при складанні динамічної моделі аналогічні приведеним в роботі [1].

Положення двохмасової механічної системи визначається наступними координатами:

η_{cd}, ζ_{cd} - координати центру мас крутильного диску;

α_d, β_d - кути нахилу головних центральних осей інерції диску до осі обертання;

η_{cn}, ζ_{cn} - координати центру мас паковотримача;

α_n, β_n - кути нахилу головних центральних осей інерції до осі обертання.

Кінетична енергія системи складається з кінетичної енергії крутильного диску та кінетичної енергії паковотримача та визначається аналогічно [1].:

Потенційна енергія системи складається з потенційної енергії деформованого шпинделю та потенційної енергії гумового шарніру.

Потенційна енергія пружної системи визначається виразом:

$$P = \frac{1}{2} \left[m_1 (\eta_d^2 + \zeta_d^2) - 2m_2 (\alpha_d \eta_d - \beta_d \zeta_d) + m_3 (\alpha_d^2 + \beta_d^2) \right] + \frac{1}{2} \left\{ K_{\Pi} \left[(\eta_{\Pi} - \eta_d - \lambda_1 \alpha_d - \lambda_2 \alpha_{\Pi})^2 + (\zeta_{\Pi} - \zeta_d - \lambda_1 \beta_d - \lambda_2 \beta_{\Pi})^2 \right] + K_y \left[(\alpha_{\Pi} - \alpha_d)^2 + (\beta_{\Pi} - \beta_d)^2 \right] \right\}. \quad (1)$$

На основі виразів кінетичної та потенціальної енергій за допомогою рівнянь Лагранжа другого роду одержимо систему диференціальних рівнянь другого порядку, які описують вільні коливання крутильно - звивального веретена:

$$\begin{cases} M_d \ddot{\eta}_d + (m_1 + K_{\Pi}) \eta_d - (m_2 - K_{\Pi} \lambda_1) \alpha_d - K_{\Pi} \eta_{\Pi} + K_{\Pi} \lambda_2 \alpha_{\Pi} = 0 \\ M_d \ddot{\zeta}_d + (m_1 + K_{\Pi}) \zeta_d - (m_2 - K_{\Pi} \lambda_1) \beta_d - K_{\Pi} \zeta_{\Pi} + K_{\Pi} \lambda_2 \beta_{\Pi} = 0 \\ A_d \ddot{\alpha}_d + C_d \omega \dot{\beta}_d - (m_2 - K_{\Pi} \lambda_1) \eta_d + (m_3 + K_{\Pi} \lambda_1^2 + K_y) \alpha_d - K_{\Pi} \lambda_1 \eta_{\Pi} + (K_{\Pi} \lambda_1 \lambda_2 - K_y) \alpha_{\Pi} = 0 \\ A_d \ddot{\beta}_d - C_d \omega \dot{\alpha}_d - (m_2 - K_{\Pi} \lambda_1) \zeta_d + (m_3 + K_{\Pi} \lambda_1^2 + K_y) \beta_d - K_{\Pi} \lambda_1 \zeta_{\Pi} + (K_{\Pi} \lambda_1 \lambda_2 - K_y) \beta_{\Pi} = 0 \\ M_{\Pi} \ddot{\eta}_{\Pi} - K_{\Pi} \eta_d - K_{\Pi} \lambda_1 \alpha_d + K_{\Pi} \eta_{\Pi} - K_{\Pi} \lambda_2 \alpha_{\Pi} = 0 \\ M_{\Pi} \ddot{\zeta}_{\Pi} - K_{\Pi} \zeta_d - K_{\Pi} \lambda_1 \beta_d + K_{\Pi} \zeta_{\Pi} - K_{\Pi} \lambda_2 \beta_{\Pi} = 0 \\ A_{\Pi} \ddot{\alpha}_{\Pi} + K_{\Pi} \lambda_2 \eta_d + (K_{\Pi} \lambda_1 \lambda_2 - K_y) \alpha_d - K_{\Pi} \lambda_2 \eta_{\Pi} + (K_{\Pi} \lambda_2^2 + K_y) \alpha_{\Pi} = 0 \\ A_{\Pi} \ddot{\beta}_{\Pi} + K_{\Pi} \lambda_2 \zeta_d + (K_{\Pi} \lambda_1 \lambda_2 - K_y) \beta_d - K_{\Pi} \lambda_2 \zeta_{\Pi} + (K_{\Pi} \lambda_2^2 + K_y) \beta_{\Pi} = 0 \end{cases}. \quad (2)$$

Критичні швидкості веретена на основі математичної моделі наведеної в [1] визначаються з розв'язку задачі на власні частоти з ермітовою матрицею:

$$(M - iC)\bar{x} = \lambda K \bar{x}, \quad (3) \quad (1)$$

де $\lambda = 1/\omega^2$;

M – матриця інерційних коефіцієнтів;

C – матриця гіроскопічних коефіцієнтів;

K – матриця жорсткості.

Знайдення значень власних коливань приводиться до розв'язання стандартної задачі:

$$A\bar{y} = \lambda \bar{y}, \quad (4) \quad (2)$$

з дійсною симетричною матрицею A подвійного порядку в порівнянні з M , C , і K .

Матриця інерційних коефіцієнтів має вигляд:

$$M = \text{diag}(M_d, A_d, M_p, A_p) \quad (5) \quad (3)$$

Матриця коефіцієнтів жорсткості має вигляд:

$$K = \begin{vmatrix} m_1 + k_p & -(m_2 - \lambda_1 k_p) & -k_p & \lambda_2 k_p \\ -(m_2 - \lambda_1 k_p) & m_3 + k_p \lambda_1^2 + k_y & -k_p \lambda_1 & k_p \lambda_1 \lambda_2 - k \\ -k_p & -k_p \lambda_1 & k_p & -k_p \lambda_2 \\ \lambda_2 k_p & k_p \lambda_1 \lambda_2 - k & -k_p \lambda_2 & k \lambda_2^2 + k_y \end{vmatrix}, \quad (6)$$

Одержана математична модель власних коливань крутильно-звивального веретена дозволяє визначити його критичні швидкості при прямій та зворотній прецесіях.

Визначення критичних швидкостей є стандартною задачею і проводилося за допомогою пакета Mathcad.

Розрахунок критичних швидкостей проводився при базових значеннях параметрів веретена з модернізованим гумовим шарніром. Початкова маса пакування - 4 кг.

В результаті розрахунків були одержані три значення критичних швидкостей:

-для початку переробки пакування: $\omega_{1п} = 134,2$ рад/с; $\omega_{2п} = 856,3$ рад/с; $\omega_{3п} = 8884,4$ рад/с;

-для закінчення переробки пакування: $\omega_{1к} = 146,0$ рад/с; $\omega_{2к} = 894,8$ рад/с; $\omega_{3к} = 8922,7$ рад/с;

Із-за того, що $C_d > A_d$ веретено не має четвертої критичної швидкості. Перші дві належать власним коливанням паковкотримача, третя - критична швидкість крутильному диску. Третя критична швидкість дуже віддалена від робочої кутової швидкості (500 рад/с) і має лише теоретичне значення.

Завдяки переважаючій масі паковкотримача вплив маси пакування на критичні швидкості веретена незначний, проте при збільшенні маси паковкотримача з паковою критичні швидкості зменшуються. З розрахунків видно, що найкращим діапазоном частот для роботи веретена є діапазон між першою та другою критичними швидкостями (300 –700) рад/с. Модернізація веретена дозволила підвищити робочу швидкість до на 30 %.

Коливання корпусу паковкотримача в напрямку перпендикулярному фронту машини, представлені на рисунку 3.

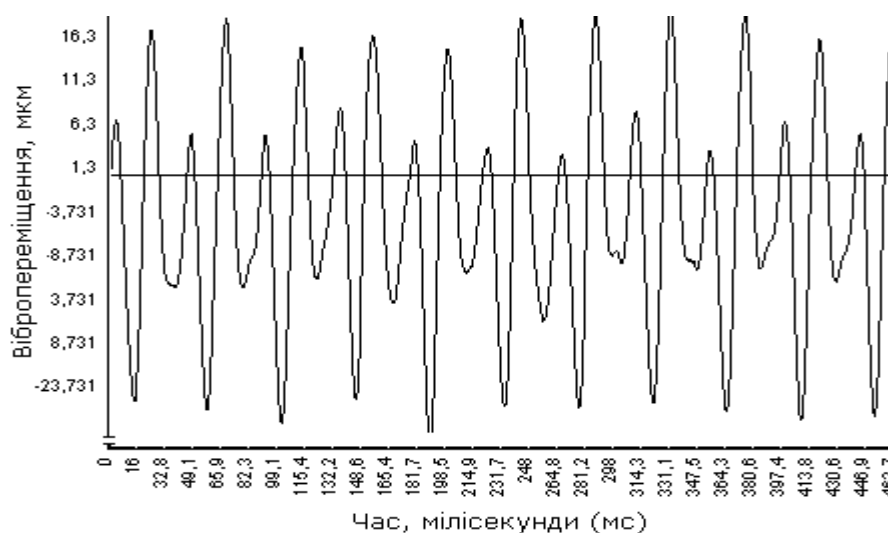


Рис. 3. Коливання паковкотримача

З рисунка видно, що характер коливань носить полігармонічний характер, що визначається частотами власних та вимушених коливань веретена. Встановлення більш м'якої гуми веде до зниження величини

Література

1. Коритынский Я.И. Динамика упругих систем текстильных машин: Моногр. – М.:Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. – 272 с.
- 2.Oborski I., Zenkin A. Badanie parametrow konstruktorsko-technologicznych oraz opracowanie technologii montagu malogabarytowych polaczen czesci wrzecion. Zeszyty

Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Nr. 273. Mechanika, z. 79. Polaczenia montazjve. Rzeszow 2010 (Польша). — С. 135 — 141.

СЕКЦІЯ 3 «ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 539.375.5:621.793.74

¹В. И. Копылов д.т.н., ²Д. О. Антоненко

МОДУЛИ УПРУГОСТИ И КОГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Сварочный факультет, кафедра инженерии поверхности kvi-45@yandex.ru

²Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Отдел №36 Сварка, резка и обработка металлов взрывом dimant@email.ua

В работе рассмотрены прочностные свойства и модули упругости многофазных металлокерамических плазменных покрытий на основе металлических порошков NiAl, NiCr с ультрадисперсными составляющими в виде наноразмерного диоксида кремния SiO₂. Модули упругости и способность исследуемых материалов рассеивать энергию упругих колебаний были оценены при помощи физического метода исследований – метода внутреннего трения. Была проведена оценка возможного зарождения и распространения трещин в системе основа-покрытие в условиях трехточечного изгиба. Применены соответствующие методики определения когезионной прочности для возможных случаев распространения трещин в покрытии.

Вступлення

С появлением новых материалов, технологий и систем, существует необходимость создания и/или совершенствования имеющих методик определения физико-механических свойств системы основа-покрытие. Для оценки данных свойств актуальными могут быть два подхода, базирующихся на уравнениях классической теории прочности и на критериях разрушения, т.е. условиях образования и развития микротрещин [1].

Нанесение многофазных покрытий сопровождается изменением тонкой структуры слоев композиционного материала, что показано исследованиями внутреннего трения (ВТ) [2]. Метод ВТ является структурно-чувствительным методом, позволяющим на микроуровне по характеру рассеяния энергии механических колебаний определить ряд характеристик покрытий, например их модуль упругости, демпфирующие и прочностные свойства.

Целью работы является оценка влияния структуры и состава на физико-механические характеристики многофазных плазменных покрытий для возможного управления технологией их напыления.

Методика проведения исследований

Исследовались плазменные покрытия на основе порошков Mo, NiCr, NiAl, Al₂O₃ (фракция 20-40 мкм), напыляемых на углеродистую сталь и сталь 08X18H10T, а также в виде композиционных систем на основе NiAl, NiCr, и нанопорошков диоксида кремния SiO₂. При исследовании физико-механических характеристик системы основа-покрытие проводились испытания на изгиб по стандартным методикам. Зависимость ВТ изучали на обратном крутильном маятнике на проволочных образцах из чистого железа диаметром (1...1,5 мм) и длиной (100...110) мм с плазменными покрытиями толщиной до 100 мкм [2-3].

Определение модуля упругости покрытия методом внутреннего трения

Модуль упругости материалов является основополагающим параметром, от которого зависят прочностные свойства любых материалов. Одним из наиболее точных методов для определения модуля упругости является физический метод исследований, основанный на измерении параметров ВТ в твердых телах. Располагая экспериментальными данными по рассеянию энергии в объеме материала без покрытия

и с покрытием при соответствующем уровне деформаций и определенной температуре, можно рассчитать нормальный модуль упругости E или модуль сдвига G [4-6]. На основе таких решений, после ряда преобразований получена зависимость для относительного модуля упругости в виде:

$$E^* = \frac{h_n}{1-h_n} \sqrt{1 + (Q_o^{-1})^2 (Q_n^{-1} - Q^{-1})} / \sqrt{1 + (Q_n^{-1})^2 (Q^{-1} - Q_o^{-1})}, \quad (1)$$

где Q^{-1} , Q_o^{-1} – ВТ в системе «основа-покрытие» и в основе без покрытия (определяется экспериментально); Q_n^{-1} – расчетное значение ВТ в покрытии; h_n – толщина покрытия; $E^* = E_n/E_o$ – относительный модуль упругости, функция модулей упругости материалов покрытия и основы.

Определенные по данной методике модули упругости некоторых покрытий приведены в таблице.

Когезионная прочность и разрушение плазменных покрытий

Рассмотрены два возможных случая распространения трещин в покрытии – межламеллярная трещина, распространяющаяся по границам раздела ламелей в покрытии, и трансламеллярная трещина, проходящая по телу ламелей в направлении границы раздела системы «покрытие – основа».

Согласно исследованиям при статических испытаниях образцов с покрытиями максимальное значение напряжения, при котором покрытие разрушается, соответствует когезионной прочности самого покрытия [1,7]. По данным диаграммы «напряжение – деформация» при трехточечном изгибе экспериментально определены значения нагрузок P , при которых покрытие разрушалось [8]. Выражение для оценки когезионной прочности материалов с покрытиями для условий возникновения трещин первого типа имеет вид:

$$\sigma_{ког} = \frac{P_{ког} l}{4} \frac{(e-h)E_c}{J_o E_o + J_n E_n}, \quad (2)$$

где $P_{ког}$ – нагрузка, которая вызывает растрескивание (либо отслоение) покрытия; h , H – толщина покрытия, основы; E_n , E_o – модуль упругости покрытия и основы.

Для такой дефектной системы, как композиционное плазменное покрытие, состоящей из отдельных зерен – частиц (ламелей), его прочность определяется условиями зарождения и развития микротрещин. Уровень напряжения, при котором начинает развиваться трещина, является максимальным (предельным), соответствующим прочности когезионных связей.

В случае второго типа - при распространении межзеренной трещины в направлении границы раздела покрытия и основы [3,9], зависимость, определяющая уровень максимальных разрушающих напряжений (когезионная прочность покрытия) примет вид:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{4}{\pi(1-\nu_0^2)} \frac{\bar{f} \gamma_c E_c^2}{h E_o}}, \quad (3)$$

где h – толщина покрытия; E – модуль упругости; ν – коэффициент Пуассона; индексы «с» и «о» соответствуют покрытию и основе, соответственно.

Коэффициент $\bar{f}$ выражает количественно факт относительной площади контакта между частицами. Расчетно-экспериментальные результаты представлены в таблице.

Таблица

Расчетно-экспериментальные физико-механические характеристики плазменных покрытий

Покрытие	E, ГПа	ν	$\sigma_{коз}$, МПа	σ_p , МПа
Mo	89	0,3	136	71
NiAl	150(143)	0,28	284	238
Al ₂ O ₃	98(54)	0,25	125	46
AlNi – (SiO ₂ Al ₂ O ₃)	157	0.27	374	438
ПГ-10 – (SiO ₂ Al ₂ O ₃)	193	0.22	472	536

(В скобках приведены для сравнения литературные данные)

Наблюдается определенная корреляция между представленными значениями когезионной прочности (2) и разрушающего напряжения (3).

В представленной работе проведен анализ физико-механических характеристик плазменных покрытий сложной структуры на основе подходов теорий прочности и разрушения, способности системы «основа-покрытие» рассеивать энергию упругих колебаний. Рассмотренные в работе покрытия многофазной структуры с наличием ультрадисперсной составляющей показали высокую сопротивляемость разрушению (распространению трещин), высокие модуля упругости.

Список литературы

1. Механика разрушения и прочность материалов: Справ. Пособие: 4 т.// Под общей ред. Панасюка В.В.- Киев : Наук. Думка, 1988-1990
2. Копылов В. И. Основные особенности формирования многокомпонентных газотермических покрытий, обуславливающие физико-механические свойства композиций при напылении / В. И. Копылов, И. А. Варвус, Б. Г. Стронгин и др. // Физ.-хим. механика материалов.- 1991.- №1.- С. 65 – 70.
3. Антоненко Д. А. Трещиностойкость композитных материалов с нанокерамическими составляющими / Д. А. Антоненко, В. И. Копылов // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2012. – №3(28). – С. 24 – 30.
4. Криштал М. А., Головин Н. С. Внутреннее трение и структура металлов.- М.: Металлургия, 1976.- 376 с.
5. Фавстов Ю. К. К определению внутреннего трения демпфирующих покрытий // Изв. АН СССР, ОТН, Механика и машиностроение, 1963.- № 3.- С.127-128.
6. Liming Yu, Yue Ma, Chungen Zhou, Huibin Xu. Damping efficiency of the coating structure // International Journal of Solids and Structures, 2005.- № 42.- P. 3045 – 3058.
7. Ляшенко Б. А. О критериях адгезионно-когезионной равнопрочности и термостойкости защитных покрытий // Проблемы прочности, 1980,- № 10.- С. 114-116.
8. Долгов М. А. Використання критерію адгезійно-когезійної рівномірності під час згинання для створення покриттів із оптимальним поєднанням характеристик міцності / М.А. Долгов, І.В. Чихіра, П.Д. Стухляк, І.Б. Букетов // Нафтова і газова промисловість.- 2010.- № 6.- С. 41 -45.
9. Шоршоров М. Х. Расчет коэффициента интенсивности напряжений для трещины, распространяющейся перпендикулярно границе раздела разнородных материалов / М.
10. Шоршоров, Л. В. Виноградов, Л. М. Устинов // Физика и химия обработки материалов. – 1978. – № 5. – С. 146 – 150.

УДК 621.791.927.5

Н.А. Макаренко, докт. техн. наук

**СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ ПЛАЗМОТРОНА С
ОБРАТНЫМ ПОТОКОМ ПЛАЗМООБРАЗУЮЩЕГО ГАЗА**

Донбасская государственная машиностроительная академия, кафедра «Оборудование и технологий сварочного производства», sp@dgma.donetsk.ua

Показана актуальность развития плазменно-дуговой наплавки. Для повышения стабильности работы плазмотрона с обратным потоком плазмообразующего газа предложена схема питания плазменной дуги импульсным током с частотой следования импульсов 400 Гц и высокой скоростью нарастания тока импульса ($dl/dT = 2,2 \cdot 10^6$ А/с).

Во второй половине XX века за достаточно короткий период решены сложные научно-технические вопросы в области развития плазменно-дуговых технологий, а именно: создано оборудование и производственные технологии. Некоторые способы плазменной и микроплазменной наплавки обладают заметными преимуществами не только перед дуговыми, но и другими видами, в том числе и основанными на более концентрированных источниках энергии. Тем не менее, плазменная наплавка, как особый вид наплавки плавлением, имеет значительные резервы для усовершенствования. Одной из основных задач науки и техники является повышение концентрации энергии, управление тепловложением и формированием шва. При проектировании сварочных плазмотронов учитываются противоречивые требования, обусловленные стремлением повысить проплавляющую способность плазмы и обеспечить хорошее формирование и качество металла шва. Поэтому вопросы геометрии и компоновки электродного и соплового (защитного и плазменно-формирующего) узлов решаются в комплексе.

Плазмотроны с обратным потоком плазмообразующего газа [1] имеют ряд преимуществ: небольшие габариты; простота конструкции; отсутствие вольфрамового неплавящегося электрода; низкую стоимость. Такие плазмотроны целесообразно применять при процессах наплавки, так как они позволяют отсасывать вредные вещества непосредственно из места их выделения, обеспечивают малое давление плазменного потока на поверхность металлической ванны, что приводит к уменьшению глубины проплавления основного металла. В то же время, таким плазмотронам присущ недостаток: низкая стабильность их работы. В ряде случаев плазменная дуга перебрасывается с внутренней поверхности канала сопла на его наружный торец, при этом плазменный процесс переходит в обычный дуговой, а хаотичное перемещение дуги по торцу сопла делает наплавку невозможной [2, 3], в связи с чем задача повышения стабильности работы плазмотрона с обратным потоком плазмообразующего газа является актуальной.

Исследования, проведенные кафедрой «Оборудование и технологий сварочного производства» Донбасской государственной машиностроительной академии, показали, что важным фактором, влияющим на стабильность работы плазмотрона, является система его питания сварочным током.

Согласно принципа минимума Штеенбека дуга в пространстве стремится занять положение, при котором падение напряжения на ней будет минимальным, т.е

$$U_A + U_K + U_{CT} = U_{dmin}. \quad (1)$$

Учитывая, что для данных условий горения дуги

$$U_A + U_K = \text{const} = C. \quad (2)$$

Так как при любом положении дуги одно из активных пятен находится на изделии, а второе – на медном сопле (неплавящемся электроде), а состав плазмообразующего газа остается постоянным, то возбуждение дуги (1) можно записать в виде

$$C + E l_d = U_{dmin}, \quad (3)$$

где E – напряженность поля в столбе дуги.

Из выражения (3) следует, что при любых условиях дуга будет стремиться гореть с торца неплавящегося электрода (сопла) на изделие, то есть при минимальной длине дуги - l_d .

Потоком плазмообразующего газа дуга втягивается во внутрь сопла и ее активное пятно оказывается расположенным внутри канала плазмообразующего сопла. Однако, при повышении тока дуги, вследствие увеличения степени обжаривания дуги, возрастает напряженность электрического поля E в ее столбе, при этом изменение длины дуги вызывает более сильное изменение падения напряжения на ней, что и приводит к перемещению активного пятна дуги с внутренней поверхности плазмообразующего канала на его торец. Такого рода нарушения в работе плазмотрона характерны именно для больших плотностей тока в канале плазмообразующего сопла. Так, при диаметре плазмообразующего канала, равном 4,5 мм, и расходе плазмообразующего газа 8 л/мин устойчивое горение дуги возможно на токах до 60-70 А (при повышении силы тока наблюдаются переходы дуги на торец сопла).

Разработана схема питания плазмотрона импульсным униполярным током.

Установлено, что длительность импульса тока должна составлять 0,7-1,2 мс, при этом частота следования импульсов тока составляет 250-400 импульсов в секунду (режим работы плазмотрона в этом случае стабильный). Амплитуда тока в импульсе может достигать до 400-600 А (в зависимости от диаметра плазмообразующего сопла и количество газа, отсасываемого через внутреннюю полость неплавящегося электрода-сопла). Следует отметить, что возбуждение дуги необходимо производить в режиме горения дежурной дуги, подачу импульсов тока следует начинать через 2-3 с после возбуждения дуги. В импульсном режиме средний ток наплавки достигает до 200А при прямой полярности и 140 А – при обратной полярности, при этом дальнейшее увеличение тока ограничивается лишь стойкостью медного сопла-неплавящегося электрода. Таких величин тока плазменной дуги вполне достаточно для плазменной наплавки ряда изделий.

ВЫВОДЫ

1. Доказано, что применение импульсного режима горения дуги позволяет увеличить средний ток дуги без опасности нарушения работы плазмотрона с обратным потоком плазмообразующего газа, а при подаче импульсов тока необходима высокая скорость нарастания тока $dI/dT = 2,2 \cdot 10^6$ А/с.

3. Исследования показали, что для стабильной работы плазмотрона с обратным потоком плазмообразующего газа длительность импульса должна лежать в пределах 0,7-1,2 мс, а возбуждение дуги необходимо производить на токах дежурной дуги величиной 25-30 А, подачу импульсов тока следует начинать через 2-3 с после возбуждения дежурной дуги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cooper C. H., Palermo J., Browling J. A. Recent development in plasma welding // Welding Journal. – 2009. - №4. – P.268-276.
2. Вайнерман А. Е. Пламенная наплавка металлов. / А. Е. Вайнерман, М. Х. Шоршоров, В. Д. Веселков, В. С. Новосадов, Л. : Машиностроение, 2009. – 190 с.
3. Сидоров А. И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой. М. : Машиностроение, 1987. – 187 с.

УДК 621.791.G21.73

А.Ф. Власов, к.т.н.; А.М. Куций, к.т.н.

ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЕ СМЕСИ В ДУГОВЫХ И ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫХ ПРОЦЕССАХ

Донбасская государственная машиностроительная академия (г. Краматорск), кафедра «Оборудования и технологий сварочного производства», sp@dgma.donetsk.ua.

Показано, что использование экзотермической смеси или экзотермического флюса (окалины и алюминиевого порошка, легирующих элементов) в количествах, достаточных для протекания экзотермических реакций является эффективным способом повышения производительности дуговых и электрошлаковых процессов. Установлено, что экзотермические смеси в составе порошковых проволок и лент позволяют свести к минимуму передачу тепловой энергии от оболочки к сердечнику и повысить показатели их плавления.

В настоящее время при производстве сварных конструкций наряду с возрастанием объема применения автоматической, особенно полуавтоматической сварки в среде защитных газов, ручная электродуговая сварка покрытыми электродами (из-за своей простоты и универсальности) является распространенным способом сварки, как в нашей стране, так и за рубежом. Одной из главных задач, решаемых при совершенствовании сварочных и электрошлаковых процессов, является повышение их производительности и изыскание новых видов сырья для их осуществления. Одним из направлений решения данной задачи является использование дополнительных источников тепла (эффекта экзотермических реакций) путём введения в состав сварочных и наплавочных материалов экзотермических смесей. Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей промышленностью выпускается множество марок электродов, производительность которых довольно низка (коэффициенты наплавки и скорости их плавления не превышают, соответственно, 8,5...10,0 г/А·ч и 13...16 м/ч) [1].

Одним из основных и наиболее эффективных способов повышения производительности ручной дуговой сварки является введение в состав покрытия электродов до 70% железного порошка при одновременном увеличении толщины покрытия электродов. Наибольшая производительность ($\alpha_n = 14...18$ г/А·ч) достигается при содержании в покрытии электродов 60...70% железного порошка при коэффициенте массы покрытия в пределах 100...200% [2]. При дуговом способе наплавки под слоем гранулированного флюса, предварительно насыпаемого на поверхность основного металла, создаются условия для увеличения доли основного металла в наплавленном (при наплавке электродными материалами типа проволок, лент и др.) до величины 0,27...0,6. Специальные свойства наплавленного металла обеспечиваются за счет легирования [3]. Известен также механизированный способ нанесения и легирования наплавленного металла с применением флюсов - смесей [4], при котором флюс предварительно насыпается на поверхность основного металла.

Экзотермические смеси в данной работе представляют собой механическую смесь окалины и алюминиевого порошка, а экзотермические легирующие флюсы – механическую смесь окалины, алюминиевого порошка, легирующих элементов в виде ферросплавов или порошков и рабочего флюса (АНФ-6 или др.)

В работе [5] приведены результаты экспериментального определения экзотермического процесса при нагреве и плавлении электродов. Установлено, что при нагревании до 1000°C электродного покрытия, содержащего свыше 35% экзотермической смеси, экзотермический процесс протекает до образования электродной капли. При изменении содержания в покрытии электродов экзотермической смеси от 35 до 64% прирост температуры в нем составил 1280°C. Проведенные исследования [6] показали, что повышение производительности ручной

дуговой сварки, отсутствие или значительное снижение содержания в покрытиях электродов дефицитных компонентов возможно обеспечить путем применения в сварочных материалах экзотермических смесей. В научной статье [6] приведены данные механических свойств, химического и газового состава металла швов и неметаллических включений, выполненных различными партиями разработанных электродов с экзотермической смесью в покрытии, которые показывают, что электроды по механическим свойствам и содержанию в наплавленном металле серы и фосфора полностью удовлетворяют требованиям ГОСТ 9467-75 к электродам типов Э46(ЭТ-3), Э50А (ЭТ-2) и Э60 (ЭТ-4). В работе [7] высокая производительность термитнодуговой наплавки под экзотермическим флюсом достигнута, прежде всего, наличием в нем термитной (экзотермической) смеси и металлических порошковых присадок. Шлаковая система флюса представляет собой совокупность соединений Al_2O_3 - TiO_2 - SiO_2 - CaF_2 . Состав экзотермического флюса содержит (с учетом связующего): 40 % железоалюминиевой термитной смеси и 18% железного порошка. Опытная наплавка на пластины из стали Ст3 производилась на следующем режиме: $I_{св} = 500$ А, $U_d = 41...43$ В, $V_n = 25$ м/ч, $V_{эл} = 148$ м/ч. Производительность термитнодугового сварочного процесса под экзотермическим флюсом (по сравнению с обычным процессом под флюсом АН-348А) увеличивается в 1,5...3,5 раза.

Результаты исследований [8] процессов плавления порошковых проволок показали, что температура на их торце недостаточна для полного расплавления сердечника, обеспечивающего переход электродного металла через стадию капли. Применение экзотермических смесей на основе гематита и ферросплавов позволяет свести к минимуму передачу тепловой энергии от оболочки к наполнителю и повысить показатели плавления порошковых лент. Тепловой эффект экзореакций можно регулировать за счет содержания экзотермической составляющей в наполнителе, а установив оптимальный состав и содержание этой составляющей в наполнителе, – регулировать скорость плавления оболочки и наполнителя, обеспечивая их равномерность.

При наличии термитной смеси в шихте, несмотря на относительно высокую скорость расплавления оболочки и порошковой ленты, в целом обеспечивается равномерное плавление сердечника и оболочки. Плавление порошковых лент сопровождается мелкокапельным переносом. Производительность их расплавления увеличивается на 40...60 %, а наплавки – на 30 %. Расчетно-экспериментальным путем был оценен тепловой баланс плавления порошковой ленты с термитной шихтой при $I_d = 1000$ А и $U_d = 32$ В. Полная мощность дуги составляет 32 кДж/с. В результате экзотермической реакции выделяется дополнительная тепловая мощность. По расчетным данным она составляет 10 % от полной мощности дуги. Тепловая мощность дуги распределяется на плавление оболочки (до 25 %), а также в виде теплоты излучения – около 20 % (6400 Дж/с). Можно полагать, что с учетом теплоты экзотермической реакции ее расход на нагрев и плавление сердечника приближается к величине 10 кДж/с, что обеспечивает равномерное плавление сердечника и оболочки.

При электрошлаковых процессах ряд вышеперечисленных недостатков может быть устранен путем применения экзотермических смесей (флюсов) соответствующего состава и предложенного нового способа расплавления рабочего флюса [9], позволяющего повысить выход годного металла до 3%, снизить расход электроэнергии и рабочего флюса соответственно на 10 и 20 %. Равномерность химического состава наплавленного металла и уменьшение глубины проплавления основного металла обеспечивается тем, что на поверхность изделия устанавливается формирующее устройство (связанные между собой пластины по периметру на ширину валика) и в его пространство насыпается слой электропроводной экзотермической легированной

металлофлюсовой смеси (например, на кромки инструмента холодного или горячего деформирования). При необходимости наплавки широких плоских поверхностей процесс повторяется после наложения предыдущего валика. Благодаря наличию в данной смеси восстановителя (Al, Ti, Si, SiCa, Zr) и окислителя (окалины, гематита и других компонентов, содержащих кислород) в заданном количестве достигается ускорение расплавления самой смеси и флюса за счет тепла, выделяемого вследствие экзотермической реакции, и снижения электропроводности шлаков. Промышленные испытания показали, что применение экзотермических смесей в электрошлаковых процессах позволяет использовать высвобождающиеся флюсоплавильные печи под электрошлаковые процессы при изготовлении крупногабаритных деталей ответственного назначения.

В процессе наплавки обеспечить эффективное проведение термообработки, по сравнению с другими технологическими приемами, можно только с применением экзотермических смесей. Важными факторами являются: автономность применения, возможность регулирования теплового эффекта, температуры реакции и скорости ее протекания (за счет соответствующего подбора химических соединений и удельного расхода смеси). Таким образом, экзотермический флюс должен удовлетворять следующим требованиям: погонная энергия процесса наплавки с учетом экзотермической реакции должна составлять не менее 70 кДж/см; температура воспламенения – 920...1000°C; скорость экзотермической реакции должна соответствовать скорости наплавки; шлак должен обладать хорошей отделяемостью, а смесь, в целом, должна быть безопасной в работе. Поставленным условиям соответствует состав экзотермического флюса $\text{KNO}_3 + \text{Al} + \text{CaSi}_2$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Ворновицкий, И.Н. Новые электроды с фтористокальциевым покрытием 'ТМУ-21 / И.Н. Ворновицкий [и др.] // Сварочное производство.- 1975.- №1.- С.33-35.

2 Походня, И.К. Высокопроизводительные низкотоксичные электроды АНО-I / И.К., Походня,

А.М Бейниш, А.Е. Марченко // Автоматическая сварка.- 1962.- №3.-С.19-26.

3 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов.-2-е изд.испр. и доп./А.И. Акулов и [др.]/Под ред. А.И. Акулова.- М.: Машиностроение,2003.-560с.:ил.ISBN 5-217-03130-1.

4 Кузнецов, В.Д. Фізико-хімічні основи створення покриттів /В.Д. Кузнецов, В.М. Пащенко.: Навч.посібник.-К.: НМЦВО,1999.-175с.

5 Власов, А.Ф. Экспериментальное определение экзотермического процесса, протекающего при нагреве и плавлении электродов./ А.Ф.Власов, В.М.Карпенко, А.И.Лещенко.- Вісник ДДМА, №2(4), 2006.С.65-68.

6 Власов, А.Ф. Исследование и разработка электродов с экзотермической смесью в покрытии для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей: диссертация канд.техн.наук: 05.04.05: защищена 21.05.84 : утв.10.10.84/ Власов Анатолий Федорович.-Киев, 1984.- 235с.- 04200201565.

7 Глущенко, А.С. Повышение производительности расплавления металла при термитной сварке под флюсом / А.С.Глущенко, Л.К.Лещинский // Автоматическая сварка, 1976.- №10.- С.68.

8 Попов, В.С. Термическая обработка металла экзотермическим флюсом в процессе автоматической наплавки / Попов В.С. [и др.] // Автоматическая сварка, 1976.- №12.- С.46-49.

9. Деклараційний патент 36618А, Україна, МКИ В23К 25/00. Спосіб електрошлакового зварювання/ Карпенко В.М, Власов А.Ф.; Заявлено 13.01.00 №200001024; опубл. 16.01.01, Бюл №3.

УДК 621.791.927

Д. А. Волков, канд. техн. наук

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ

Донбасская государственная машиностроительная академия, vda_30_05_77@mail.ru

Приводятся данные по оценке прочности сцепления покрытий, полученных электроконтактной наплавкой порошковой проволокой, в зависимости от режимов наплавки. Показаны преимущества и недостатки существующих и предлагаемого присадочных материалов, методика и результаты испытаний на прочность сцепления покрытий, полученных этими материалами.

Постановка проблемы

В последнее время все большее применение при восстановлении и упрочнении деталей различного назначения находит способ электроконтактной наплавки [1, 2]. Существующие способы электроконтактной наплавки можно разделить по видам используемых присадочных материалов и их конструктивным особенностям [3]. Наиболее широко используемыми присадочными материалами для электроконтактной наплавки являются: стальная проволока, стальная лента и порошковые материалы. Однако прочность сцепления наплавленных слоев с основой, при наплавке данными материалами, обычно не превышает 100...120 МПа, что существенно ограничивает область применения электроконтактной наплавки для восстановления тяжело нагруженных деталей.

Анализ последних исследований и публикаций

Исторически первым присадочным материалом для электроконтактной наплавки являлась стальная проволока [4], однако наиболее распространенными присадочными материалами на сегодняшний день являются порошковые композиции и стальные ленты. У каждого из этих присадочных материалов есть свои достоинства и недостатки. Например, при использовании порошковых материалов открывается возможность вести процесс в режиме спекания и припекания, что позволяет с помощью относительно недорогих, общедоступных наплавочных материалов получить высокие эксплуатационные характеристики наплавленного слоя [2]. Относительно высокая прочность сцепления стальной проволоки при электроконтактной наплавке объясняется высокой пластической деформацией проволоки, что является обязательным условием качественного соединения металлов в твердой фазе [5]. В отличие от проволоки, у стальной ленты практически отсутствует пластическая деформация, приварка ведется с образованием жидкой фазы, и ввиду интенсивного теплоотвода в медный ролик литое ядро смещается от стыка в глубь изделия, что снижает прочность сцепления [6]. Таким образом, технологические возможности электроконтактной наплавки данными присадочными материалами реализуются не в полной мере из-за низкой сцепляемости наплавленного слоя с основой, а так же ограниченной износостойкости наносимого слоя в связи с невозможностью применения в качестве износостойкой составляющей композиционного материала неэлектропроводных компонентов (оксидов, карбидов и боридов) [3, 5].

Цель исследований

Принимая во внимание выше сказанное, целью данной работы является разработка нового присадочного материала для электроконтактной наплавки в виде порошковой проволоки сегментного сечения, позволяющей существенно увеличить износостойкость наносимого слоя за счет использования в качестве порошковых наполнителей карбида бора и феррохрома, а так же исследование прочности сцепления с основой слоя, наплавленного данным присадочным материалом.

В качестве присадочного материала для электроконтактной наплавки использовали предварительно изготовленную порошковую проволоку сегментного сечения с наполнителем системы Fe–FeCr–B₄C. Порошковый сердечник данной системы легирования дает возможность существенно повысить износостойкость наплавленного слоя, а оболочка проволоки предотвращает электроразрядные процессы между частицами порошка на первой стадии спекания. Кроме того, появляется возможность предварительного уплотнения порошка в оболочке, придание ей форме сегмента и, как следствие, влияние на процессы тепловыделения в очаге деформации [7], что в свою очередь существенно сказывается на прочности сцепления покрытия с основой.

Прочность сцепления определяли при испытании на срез специально изготовленных образцов на разрывной машине УММ-5 по методике изложенной в [8].

При повышении содержания феррохрома более 10% отмечалось повышение прочности сцепления спеченного слоя с металлической основой до некоторого уровня давления на электродах – 0,8 кН, а затем следовало резкое ее снижение. Определяли возможность повышения износостойкости и прочности сцепления наплавленного слоя за счет увеличения количества феррохрома в сердечнике порошковой проволоки. В качестве металлической матрицы в работе исследовался порошок железный ПЖ-1М, с добавками феррохрома ФХ-800 в количестве 10, 20, 30, 40, 50 % по весу. Наплавку производили на шовной машине МШП-100-1 как порошками в свободном состоянии, так и в виде порошковой проволоки сегментного сечения. Параметры режима наплавки были следующие: время импульса тока $t_{и}=0,85$ сек.; давление на электродах P изменялось в пределах от 0,8 кН до 3,2 кН; ток наплавки $I_{нап}$ в пределах от 9 кА до 15 кА. По результатам экспериментов и математического моделирования были получены следующие зависимости (рис. 1).

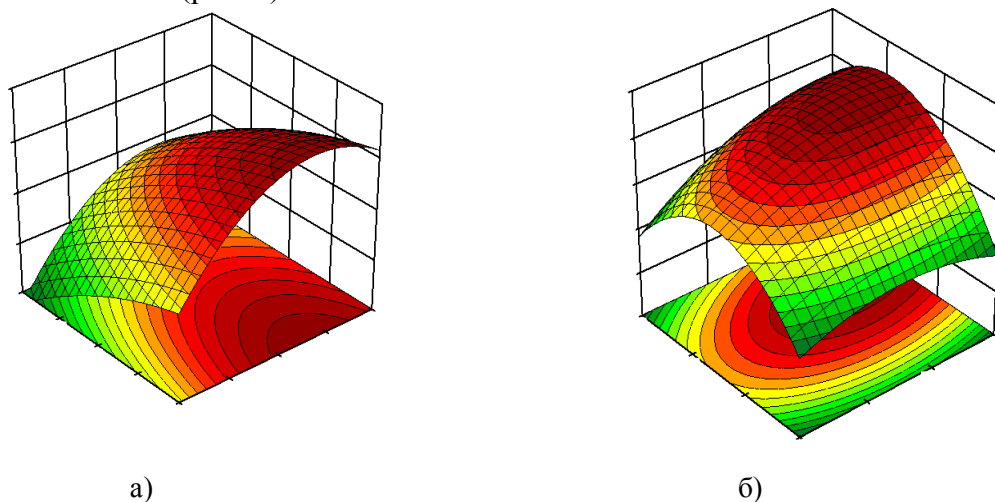


Рис. 1. Зависимость прочности сцепления покрытия с основой от усилия на электродах и содержания FeCr в порошковой шихте а) и тока наплавки б)

Прочность сцепления при содержании до 10% феррохрома в шихте монотонно убывала (рис. 1, а). Это объясняется тем, что у порошковых смесей, состоящих из железа и феррохрома, с увеличением содержания последнего растет скорость уплотнения в начальный момент прессования. Этим и объясняется некоторое повышение прочности сцепления спеченного слоя при невысоких давлениях прессования. С увеличением содержания феррохрома более 40% плотность мало изменяется в исследованном интервале давлений. Такой характер изменения плотности можно объяснить тем, что в смесях, содержащих до 10% феррохрома, его твердые округлые частицы препятствуют перемещению частиц более мягкого железа, имеющих разветвленную поверхность. С увеличением содержания феррохрома до 40% плотность прессовки растет за счет их действия как измельчающих тел, обламывающих углы

частиц железа и дробящих их. Мелкие обломки частиц, заполняя промежутки, увеличивают плотность.

Этому процессу так же способствует повышение давления на электродах. Происходит смятие микронеровностей частиц железа, что так же способствует падению общего контактного электросопротивления. Общее количество тепла, выделяющееся в межэлектродной зоне, падает, и прочность сцепления спеченного слоя металлической основой уменьшается. На рис. 1, б представлены зависимости прочности сцепления покрытия с основным металлом от тока и усилия на электродах при наплавке порошковой проволокой. В рассматриваемом интервале изменения параметров режима наплавки установили, что прочность сцепления покрытия, полученного при наплавке порошковой проволокой в 2...2,5 раза выше, чем при наплавке порошковой смесью в свободном состоянии (рис. 1, а). Кроме того, установлено, что при увеличении усилия на электроде в исследованных пределах прочность сцепления покрытия с деталью уменьшается. Это объясняется снижением температуры нагрева в зоне соединения, связанной с деформацией оболочки проволоки до включения импульса электрического тока. При этом резко увеличивается площадь контакта между оболочкой и деталью, что приводит к уменьшению электрического сопротивления контакта, плотности тока и прочности сцепления.

Вывод

Доказана перспективность применения порошковой проволоки в качестве присадочного материала при электроконтактной наплавке, обеспечивающей высокую прочность сцепления покрытия с основой при достаточно высоком содержании износостойких составляющих.

Список литературы

1. Нафиков, М. З. Обоснование технологических процессов и разработка технических средств восстановления автотракторных деталей электроконтактной приваркой: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / М. З. Нафиков. – Саранск, 2010.
2. Красота, М. В. Технологія електроконтактного наварювання порошків з отриманням рівномірних властивостей по перерізу покриття : автореф. дис. ... кандидата техн. наук / М. В. Красота ; Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». – К., 2002. – 21 с.
3. Сайфуллин, Р. Н. Электроконтактная приварка порошковых материалов при восстановлении деталей и получении защитных покрытий / Р. Н. Сайфуллин. – Уфа : Изд-во БашГАУ, 2008. – 182 с.
4. Клименко, Ю. В. Электроконтактная наплавка / Ю. В. Клименко. – М. : Металлургия, 1978. – 128 с.
5. Дубровский, В. А. Основные направления научно-исследовательских работ в области восстановления деталей машин электроконтактной наплавкой проволокой / В. А. Дубровский, В. В. Булычев // Социально-экономические проблемы управления производством, создание прогрессивных технологий, конструкций и систем в условиях рынка : тез. докл. Российской науч.-тех. конф. – Калуга, 1997. – С. 122.
6. Левин, Э. Л. Особенности электроконтактной приварки стальной ленты к нормализованным и цементованным деталям / Э. Л. Левин, Р. Н. Сайфуллин // Сварочное производство. – 2007. – № 10, – С. 23-24.
7. Пат. 41013 Україна, МПК (2006) B23K11/06. Спосіб електроконтактного наплавлення / Волков Д. А., Катренко В. Т., Пресняков В. А. ; заявник і патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. – № u2008 15302 ; заявл. 30.12.2008 ; опубл. 27.04.2009, Бюл. № 8.
8. Волков Д. А. Методы оценки прочности сцепления покрытий, полученных электроконтактной наплавкой порошковых материалов в металлической оболочке / Д. А. Волков, В. Т. Катренко // Вісник Донбаської державної машинобудівної

академії : зб. наук. праць ДДМА. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – № 2(19) – С. 57–64.

УДК 621

П.И. Галич

ОЦЕНКА СКЛОННОСТИ К ОБРАЗОВАНИЮ ХОЛОДНЫХ ТРЕЩИН ПРИ СВАРКЕ ВПНЛ СТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Создание качественных и надежных конструкций из высокопрочных низколегированных сталей с помощью дуговой сварки осложняется образованием в сварных соединениях холодных трещин (ХТ). Известно, что основными факторами, способствующими образованию ХТ в сварных соединениях являются высокие растягивающие напряжения, закалочная микроструктура и избыточный водород. Прогнозирование этих факторов на основе математического моделирования при разработке новых технологий сварки является в настоящее время актуальной задачей.

В данной работе изучается влияние различных подходов определения микроструктурных превращений на результаты моделирования сварочных напряжений. В первом подходе непосредственно вычисляются объемные доли микроструктурных составляющих и производится пересчет их механических свойств по модели, предложенной О.Г. Касаткиным [1]. Влияние микроструктуры на объемные эффекты учитывается с помощью соотношений, полученных С.Ф. Юрьевым [2]. Во втором случае влияние микроструктурных изменений на сварочные напряжения учитывается косвенным образом за счет зависимости коэффициента температурного расширения основного и присадочного материалов от температуры. В работе используются экспериментальные данные для стали 14ХГ2САФД, полученные в ИЭС им. Е.О.Патона.

Указанные подходы реализованы в математических моделях физических процессов тепловыделений и микроструктурных превращений в металле шва и ЗТВ при сварке плоского стыкового образца толщиной 5 мм. Выполнено сравнение результатов моделирования остаточных напряжений и сделана оценка склонности к образованию ХТ для стали 14ХГ2САФД на основе существующих критериев [3,4].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Касаткин О. Г.* Математическое моделирование зависимостей состав-свойства сварных соединений и создание расчетно-экспериментальной системы для оптимизации основных факторов сварки низколегированных конструкционных сталей: Автореф. дис. д-ра техн. наук. – Киев, 1990, – 32 с.
2. *Юрьев С. Ф.* Удельные объемы фаз в мартенситном превращении аустенита. – М.: Металлургиздат, 1950. – 150 с.
3. *Макаров Э. Л.* Холодные трещины при сварке легированных сталей. М.: Машиностроение, 1981. – 247 с.
4. *Ito J., Bessyo K.* A Prediction of Welding Procedure to Avoid Heat Affected Zone Cracking. Doc. IIW-IX-631-69.

УДК 621.791:666.1.037.42

Л.Я.Березін, канд. техн. наук

Т.Р. Ганєєв, канд. техн. наук

ОТРИМАННЯ ЗВАРНИХ ВУЗЛІВ МІДЬ-АЛЮМІНІЙ-СИТАЛ В ТВЕРДІЙ ФАЗІ

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

Пропонуються особливості технології виготовлення в твердій фазі вузлів мідь-алюміній-ситал з використанням дифузійного зварювання у вакуумі та зварювання в електричному полі.

В ряді сучасних електронних та іонних приладах є необхідність отримання прецизійних вузлів при температурах, що не перевищують задану межу. Наприклад, приєднання мідних анодів до ситалового корпусу лазерних гіроскопів, де температура отримання нероз'ємного з'єднання не повинна перевищувати 723 К. Використання дифузійного зварювання у вакуумі (ДЗВ) не дозволяє вирішити поставлену задачу. Так, для отримання з'єднань неметалів (ситали, кварцове скло, кераміки) з міддю температура зварювання повинна бути значно більше 723 К (у більшості випадків вона більше 1000 К). При цьому товщина міді повинна бути не більше 0,5 мм, що пов'язано з виникненням великих зварювальних напружень. Поява цих напружень в основному викликана різницею в ТКЛР матеріалів, що зварюються, та товщиною металу. Чим вища температура зварювання, тим більше негативний вплив вказаних факторів [1].

Вирішити питання, що розглядається, могло би дозволити використання зварювання в електричному полі (ЗЕП) високої напруги [2].

Метою даної роботи було отримання в твердій фазі вакуумщільних вузлів ситалу СО-115М з міддю товщиною не менше 1,5 мм при температурах зварювання, що не перевищують 723 К з використанням ДЗВ та ЗЕП.

В основі досліджень було отримання зварного з'єднання ситал-мідь з використанням проміжної прокладки та використанням ДЗВ і ЗЕП. В якості проміжної прокладки був використаний алюміній марки А999.

Процес отримання зварного з'єднання ситал-мідь з використанням проміжної алюмінієвої прокладки був розділений на два етапи: 1) отримання вузла мідний виріб (анод) – алюмінієва прокладка з використанням ДЗВ; 2) зварювання вузла мідь-алюміній з ситаловим корпусом приладу з використанням ЗЕП.

Для реалізації першого етапу було випробувано ряд рекомендованих варіантів режимів зварювання ДЗВ [1] в діапазонах: температура зварювання $T_{зв} = 673 - 873$ К; питомий тиск зварювання $P_{зв.пит.} = 5 - 10$ МПа; витримка при температурі зварювання і під тиском $t_{зв} = 10 - 60$ хв; величина вакууму $1,3 \cdot 10^{-1} - 1,33 \cdot 10^{-3}$ Па. Цей етап зварювання включав технологічні операції: вхідний контроль матеріалів, що зварювалися; механічна обробка та знежирення поверхонь, що будуть зварюватися; складання вузла; відпалювання міді; зварювання; контроль якості. Відпрацювання оптимального режиму ДЗВ мідь-алюміній проводилося на зразках-імітаторах з наступними механічними випробуваннями на розтяг. Товщина алюмінію перед ДЗВ з міддю була $0,7 \pm 0,1$ мм. В якості основного режиму ДЗВ для реальних вузлів був вибраний: $T_{зв} = 698 \pm 5$ К; $P_{зв.пит.} = 10$ МПа; $t_{зв} = 10$ хв; вакуум $2,7 \cdot 10^{-2}$ Па. Для вказаного режиму зварювання міцність з'єднань на розтяг була не менше 30 МПа, що задовольняє технічним умовам на виготовлення багатьох приладів.

На другому етапі проводили ЗЕП в атмосфері повітря мідно-алюмінієвого вузла з ситаловим корпусом з наступною послідовністю технологічних операцій: знежирення, травлення і механічна обробка поверхні алюмінію під зварювання з ситалом; хімічне очищення ситалу (рекомендації, що до очищення ситалу перед ЗЕП наведено в [3]); складання вузла; зварювання; контроль якості. Режими зварювання та особливості технології відпрацьовувалися на макетах. ЗЕП алюміній-ситал виконували без

компенсаційного кільця та з компенсаційним кільцем для зменшення залишкових напружень в зоні утворення зварного з'єднання.

Відпрацювання режимів ЗЕП алюміній-ситал проводилося з використанням механічних випробувань на відрив. В якості основного режиму ЗЕП для реальних вузлів був вибраний: $T_{зв} = 603 \pm 5$ К; $P_{зв.пит.} = 10 - 15$ МПа; густина струму $(4 - 5) \cdot 10^{-3}$ мА·мм⁻²; $t_{зв} = 10$ хв. Для вказаного режиму зварювання міцність з'єднань на відрив була не менше 20 МПа.

Для зменшення питомого тиску зварювання при ЗЕП та покращення якості зварювання проводилася попередня обробка тиском (пресування) опорної поверхні алюмінію, що буде контактувати з поверхнею ситалового корпусу, з використанням металевих полірованих шайб зі сплаву типа ВК та кварцового скла марок КВ. Дослідження показали, що використання кварцових шайб, поверхня яких була відполірована до $R_a \leq 0.02$ мкм, дозволяє отримати більш якісну (дзеркальну) поверхню алюмінію, з точки зору величини мікрошорсткості поверхні. Перед обробкою тиском проводилося хімічне очищення алюмінію в ацетоні і розчині їдкого натру з наступним освітленням в азотній кислоті. Товщина алюмінію після пресування і перед ЗЕП знаходилася в межах 0,5 – 0,55 мм. Для всіх заготовок та етапів зварювання проводився контроль якості [4]. Для зварювання реальних об'єктів (приварювання вузла мідний анод-алюмінієва прокладка до ситалового моноблоку лазерного гіроскопа) використовувався спеціальний кондуктор.

Дослідження та випробування макетів та реальних об'єктів показали можливість використання поетапного варіанту отримання якісних вузлів мідь-алюміній-ситал та промислового його використання. Для напрацьованих режимів зварювання та при забезпеченні всіх технологічних особливостей процесу було досягнуто в 100 % випадків дотримання технічних вимог до реальних вузлів після відповідних випробувань. Режим зварювання обираються відповідно до форми, розмірів та властивостей елементів вузла. Всі етапи процесу отримання вузлів мідь-алюміній ситал в два етапи реалізуються на відповідному зварювальному обладнанні (установки для дифузійного зварювання та зварювання в електричному полі) [5] та технологічному оснащенні.

Висновки. Показана можливість промислового застосування технології поетапного зварювання мідних анодів з ситаловим корпусом приладу через алюмінієву прокладку в два етапи: отримання вузла мідь-алюміній з використанням дифузійного зварювання у вакуумі і зварювання вузла мідь-алюміній з ситалом з використанням зварювання в електричному полі, розглянуті технологічні особливості і надані практичні рекомендації для отримання зварних з'єднань мідь-алюміній-ситал.

Список літературних джерел

1. Диффузионная сварка материалов: Справочник / Под ред. Н.Ф.Казакова. – М.: Машиностроение, 1981. – 271 с., ил.
2. Березін Л.Я. Напрямки використання зовнішніх електричних полів для отримання нероз'ємних з'єднань різномірних матеріалів / Л.Я. Березін // Вісник ЧДТУ. Серія «Технічні науки». – Чернігів, 2011. – № 4(53). – С. 94-103.
3. Березін Л.Я. Вплив хімічного очищення поверхні ситалу на якість з'єднання з алюмінієм зварювання в електростатичному полі / Л.Я. Березін, С.В. Олексієнко, Т.М. Недей // Вісник ЧДТУ. Серія «Технічні науки». – Чернігів, 2004. – № 21. – С. 102-111.
4. Березін Л.Я. Критерії якості зварювання в електричному полі високої напруги / Л.Я. Березін // Вісник ЧДТУ. Серія «Технічні науки». – Чернігів, 2013. – № 1(63). – С. 103-111.
5. Березін Л.Я. Обладнання для проведення процесу зварювання в зовнішніх електричних полях високої напруги / Л.Я. Березін // Вісник ЧДТУ. Серія «Технічні науки». – Чернігів, 2013. – № 2(65). – С. 94-103.

УДК 621.791.4

Г.П. Болотов, докт. техн. наук
М.М. Руденкостарший викладач

ОТРИМАННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВОВАНИХ ІОННОЮ ОБРОБКОЮ ПРОМІЖНИХ МЕТАЛЕВИХ ПРОКЛАДЕНЬ ПРИ ДИФУЗІЙНОМУ ЗВАРЮВАННІ

Чернігівський національний технологічний університет

Розглянуто можливість інтенсифікації процесів дифузійного зварювання застосуванням компактних проміжних металевих прокладень у вигляді фольги, активованої іонною обробкою тліючим розрядом у середовищі аргону

Активация контактуемых поверхностей при дифузійному зварюванні в умовах відносно невисокої силової та теплової дії є необхідною умовою інтенсифікації утворення активних центрів і розвитку об'ємної взаємодії. Одним з таких каналів активзації процесу дифузійного зварювання є застосування проміжних прокладень, які впливають на швидкість протікання основних етапів утворення з'єднання. Проте, компактні проміжні прокладення у вигляді фольги з відповідного металу або сплаву не мають достатньої активності для істотного впливу на дифузійні процеси. Тому, доцільним є пошук шляхів попередньої активації самих таких прокладень.

Зокрема, відомо[1], що в процесі іонної імплантації іони домішки, що імплантується, під дією прискорюючої напруги здатні призводити як до розпилення поверхні, що бомбардується, так і проникати у приповерхневий шар на деяку глибину. При цьому, якщо в процесі імплантації катодне розпилення поверхні досить мало, тобто доля розпорошених часток набагато нижча долі часток, втілених в поверхневий шар, то можуть бути досягнуті значні концентрації домішки в матричному матеріалі. При цьому можуть утворитися пересичені розчини домішки, що імплантується, в опромінюваній матриці, коли концентрація домішки перевищує межу природної розчинності. При подальшому відпалі створений іонною імплантацією метастабільний розчин розпадається з виділенням нових фаз. Прикладом такого розпаду є, зокрема, утворення газових бульбашок в твердих тілах, опромінених іонами інертних газів. В процесі безперервного опромінення бульбашки об'єднуються, утворюючи великі пухирі, які можуть лопатися, якщо тиск усередині них достатній для розриву тонкої зовнішньої оболонки (явище блістерінгу) [2].

Руйнування газових бульбашок з відшаровуванням лусочок при нагріві імплантованих зразків у вакуумі оголює ювенільні ділянки поверхні металу. При значній кількості бульбашок на одиниці поверхні така поверхня в результаті блістерінгу матиме високу активність, що може представляти інтерес для активзації процесів зварювання тиском у вакуумі.

У справжній роботі вивчали можливість активації алюмінієвої фольги АД-0 завтовшки 100 мкм з подальшим використанням її в якості проміжного прошарку при зварюванні неметалічних матеріалів. Зразок розміщали у камері обробки і здійснювали іонне бомбардування його поверхні іонами аргону протягом 6...7-ми годин при тиску газу 5, 8 Па, щільності струму не більше 5 А/м² і напрузі на електродах до 400 В, що приблизно відповідає дозі опромінення 10²⁴ іон/ м². Режим обробки встановлювали таким, щоб температура нагріву фольги під час обробки не перевищувала 373...423 К.

При подальшому нагріві обробленої фольги у вакуумі на її поверхні починають з'являтися локальні спучення діаметром у соті й десятки долі міліметра, викликані тим, що при нагріві в результаті теплового розширення в порах підвищується тиск газу, що

скупчився. При подальшому нагріві розмір спучень зростає і при температурі 773...873 К пори починають розкриватися. Якщо активоване вказаним чином металеве прокладення розмістити між зварюваними поверхнями двох деталей без прикладання до них зусилля стискання, то в процесі нагріву характер розкриття пір відрізнятиметься від їх розкриття у вакуум. В цьому випадку розтягуючі зусилля, що виникають в порах, діятимуть, в основному, уздовж проміжку і розкриття пори при цьому супроводжуватиметься дробленням оболонки і, відповідно, дробленням, тобто диспергуванням окисних плівок, що знаходяться на поверхні оболонки. Дисперговані фрагменти оболонки осідають на поверхнях деталей в околиці початкової пори. При цьому можливе додаткове очищення(активація) поверхонь як осколками, що розлітаються, так і вибуховим викидом газу. Після додавання зусилля стискування до деталей в контакт з їх поверхнями вступають ювенільні внутрішні поверхні пір, що розкрилися, які в результаті пластичної течії металу прокладення збільшуються в розмірах, розширюючи зону активної взаємодії з поверхнями деталей.

Можливість використання таких проміжних прокладень для активації процесів формування з'єднання в умовах дифузійного зварювання оцінювали на прикладі з'єднання п'єзокерамики ЦТС- 19. У дослідях використали зразки діаметром 8 мм і заввишки 2 мм. Режими зварювання : температура 853...873 К, зусилля стискування 5 МПа, час зварювання 10 хв. Результати механічних випробувань зварних зразків на зріз показали, що застосування запропонованої схеми активації дозволяє понизити температуру зварювання на 40...60 К в порівнянні з суцільним прокладенням завтовшки 0,2 мм з того ж матеріалу до досягнення приблизно однакової міцності з'єднання. В цілому, по ефективності застосування активованого іонним опроміненням прокладення виявилось порівнянним із застосуванням перфорованого прокладення завтовшки 0,1 мм з алюмінію АД- 0(діаметр отворів 1 мм, крок перфорації 2 мм).

Особливістю запропонованого способу є можливість одночасної активації фольгового матеріалу прокладення із площею поверхні до десятків та сотень тисяч квадратних сантиметрів [3], що є достатнім для забезпечення зварювання значної кількості деталей.

Список літературних джерел

1. Аброян И.А. Физические основы электронной и ионной технологии /И.А. Аброян, А.Н. Андронов, А.И.Титов. –М.: Высшая школа, 1984. –320 с.
2. Бабад-Захряпин А.А. Радиационно-стимулируемая химико-термическая обработка /А.А. Бабад-Захряпин, Г.Д. Кузнецов. –М.: Энергоиздат, 1982. –96 с.
3. Котельников Д.И. Сварка давлением в тлеющем разряде /Д.И. Котельников. –М.: Металлургия, 1981. –116 с.

УДК 621.791.3

М.Г. Болотов, канд. техн. наук
М.М. Руденко, старший викладач

ПОВЕРХНЕВА ОБРОБКА МЕТАЛІВ В ПЛАЗМІ ТЛЮЧОГО РОЗРЯДУ З ПОРОЖНИСТИМ КАТОДОМ

Чернігівський національний технологічний університет

Працездатність деталей машин та механізмів в значному ступеню визначається станом робочої поверхні, а саме здатністю поверхонь у сполучених парах тертя протистояти зносу.

В даний час для підвищення твердості, міцності та зносостійкості широкого застосування в промисловості набули методи термічної та хіміко-термічної обробки із застосуванням газорозрядної плазми (іонна обробка в тліючому розряді, обробка дуговим розрядом). Однак застосування того чи іншого способу не завжди дозволяє забезпечити необхідні властивості поверхневого шару, та і техніко-економічна доцільність їх використання викликає значних сумнівів.

Застосування дугового розряду в процесах поверхневої обробки металів знайшло широке впровадження внаслідок ряду технологічних особливостей, а саме низької напруги горіння дуги, високого значення розрядних струмів та широкого діапазону тисків при яких він запалюється та стабільно горить. Однак наявність в плазмі, що генерується дуговим розрядом значної кількості мікрокрапель матеріалу, що розпилюється розжареним катодом дещо обмежує використання його в процесах модифікування поверхонь.

В останній час все більший розвиток та застосування отримують методи іонної обробки в тліючому розряді, які дозволяють регулювати технологічні параметри процесу в широкому інтервалі режимів, володіють досить високою швидкістю насичення, мають високий клас чистоти поверхні та велику економічність процесу за рахунок значного скорочення часу обробки, тощо. Однак процес протікає при досить високих тисках $10 \dots 1000$ Па і тому внаслідок значного теплового впливу на деталі, що обробляються може спостерігатися зміна мікроструктури, значний ріст зерна, і, як наслідок, зменшення міцності основи зразків, що в багатьох випадків неприпустимо.

В той же час є доцільним використання в якості джерела нагріву для поверхневої обробки металів тліючого розряду що генерується в порожнистому катоді. Це дозволяє значно підвищити енергетичну ефективність процесу, знизити робочий тиск, понизити напругу запалювання та стабільного горіння розряду, скоротити загальний час процесу нагріву та охолодження деталей, що обробляються, знизити витрати робочого газу, тощо.

Вперше можливість нагрівання тліючим розрядом з порожнистим катодом була показана англійським ученим В. Круксом ще в 1879 році. Він виявив, що від катода тліючого розряду поширюються частки (електрони), що володіють великою енергією. Він також показав, що їх можна концентрувати, використовуючи для цього не плоский, а порожній катод. У місці фокусування виділяється велика кількість тепла.

На основі експериментального приладу Крукса в 60-х роках минулого століття в Харуельській лабораторії термоядерних проблем (Велика Британія) було створено пристрій для теплової обробки металів на основі тліючого розряду що горить в порожнистому катоді. В обох приладах тепловий ефект досягається при гальмуванні на зразку, що обробляється, швидких електронів, розігнаних у зоні темного катодного простору, що прилягає до напівсферичних сегментів катода [1]. Концентровані фокуруючою системою пучки електронів, які несуть в собі велику енергію, гальмуючись на поверхні будь-якого твердого тіла ефективно передають йому свою енергію у вигляді тепла. Цей процес лежить в основі застосування електронно-променевих гармат для різного роду термічної обробки матеріалів.

На сьогоднішній день тліючий розряд з порожнистим катодом досить широко застосовується в процесах поверхневої обробки.

Відомі роботи [2, 3] по іонному азотуванню високолегованих конструкційних сталей в неоднорідній плазмі тліючого розряду із порожнистим катодом. В роботах показано, що при азотуванні в неоднорідній плазмі тліючого розряду сталі *13X11H2B2MФ* при тиску $P=300$ Па, $I=600$ мА, $U=650$ В, в суміші газів азоту, аргону та ацетилену на протязі часу $t=4$ години температура поверхонь що обробляється не перевищує 550 °С. При цьому крім загального зміцнення поверхні сталі відбувається

також зонне зміцнення, на поверхні формується характерний макрорельєф з вираженою границею розділу.

В роботі [4] приведені результати азотування технічного титану BT1-0 в несамостійному тліючому розряді із порожнистим катодом в суміші робочих газів (N_2 -Ar, N_2 -He, N_2 -Ne). Експериментальна схема приведена на рис.1.

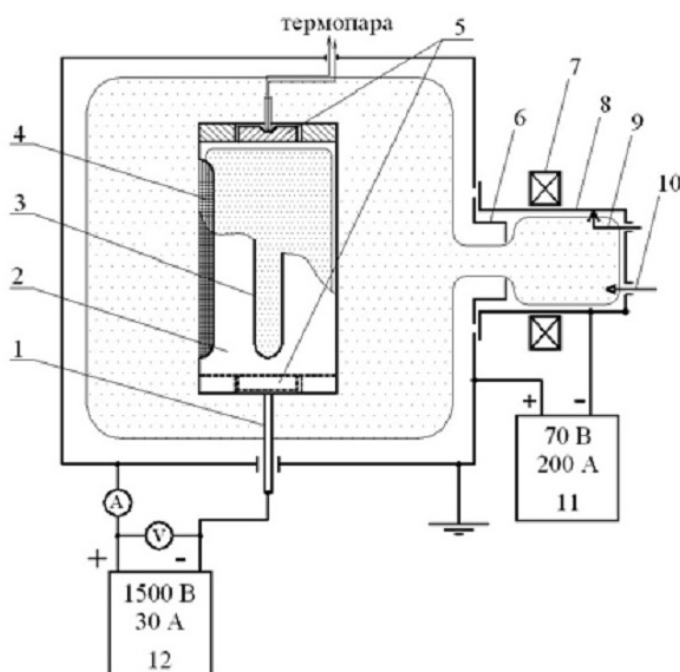


Рис.1. Експериментальна схема азотування технічного титану BT1-0 в плазмі несамостійного тліючого розряду з порожнистим катодом: 1 – тримач; 2 – порожнистий катод; 3 – вікно; 4 – вікно з дрібно структурною сіткою; 5 – зразки що обробляються; 6 – дугогасник; 7 – магнітна котушка; 8 – порожнистий катод; 9 – підпалючий пристрій; 10 – ввід газу; 11 – джерело живлення дугового розряду; 12 – джерело живлення тліючого розряду.

Експериментально показано, що процес азотування технічного титану в плазмі несамостійного тліючого розряду з порожнистим катодом здійснюється з високою ефективністю при відносно низьких температурах (до 600 °C) та низьких тисках (2-4 Па), що приблизно в 3-4 рази менше в порівнянні з азотуванням в тліючому розряді з одним плоским катодом. Встановлено, що величина мікротвердості зразків зростає з підвищенням щільності катодного струму, напруги горіння розряду та температури зразків. Параметри режиму обробки та результати приведені в таблиці 1.

Таблиця 1.
Значення параметрів азотування та величини мікротвердості поверхонь зразків

$P_{\text{смеси}}, \text{Па}$	$T, ^\circ\text{C}$	$U_p, \text{кВ}$	$j, \text{мА/см}^2$	$HV_{0.5}, \text{ГПа}$	HV/HV_0
3.9	850	1.4	4.0	14	4.7
2.8	650	1.4	3.9	8.2	2.7
2.1	550	1.0	1.9	6.4	2.1

Література

1. Москалев Б.И. Разряд с полым катодом / Б.И. Москалев – М.: Энергия. 1969. – 183 с.
2. К.Н. Рамазанов, Д.З. Ишмухаметов, Н.С. Садаков. Ионное азотирование в неоднородной плазме тлеющего разряда // Вестник УГАТУ. – 2011. – №3. – С. 67 - 71.
3. Шехтман С.Р., Будилов В.В., Киреев Р.М. Использование разряда с полым катодом для обработки поверхности конструкционных материалов // Физика и химия обработки материалов. 2001. – №2. – С. 31-35.
4. Ахмадеев Ю.Х., Иванов Ю.Ф., Гончаренко И.М., Коваль Н.Н. Азотирование

технически чистого титана в тлеющем разряде с полым катодом // Письма в ЖТФ.
– 2005. – Т.31. Вып.13. – С.24-30.

УДК 621.791.4

І.В. Завальна, аспірант кафедри ТЗтаБ

О.О. Новомлинець, к.т.н., доцент кафедри ТЗтаБ

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ НЕРОЗ'ЄМНИХ З'ЄДНАНЬ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ТЕРМОЕЛЕМЕНТІВ

Чернігівський національний технологічний університет, irina-zavalnaya@rambler.ru, oon1@ukr.net
Приводиться короткий літературний огляд особливостей отримання нероз'ємних з'єднань при виготовленні термоелементів. Проаналізовано тенденції розвитку та області використання термоелементів. Розглядаються способи комутації віток термоелементів, їх переваги та недоліки. Наведені основні вимоги до матеріалів віток термоелементів. Проаналізовані вимоги щодо отримання якісних нероз'ємних з'єднань.

В умовах стрімкого зростання світового споживання енергії, що призводить до скорочення запасів природного палива, неминуче виникає проблема пошуку альтернативних джерел енергії. Одним із перспективних варіантів є термоелектричні перетворювачі, які працюють на основі взаємоперетворення теплової і електричної енергії [1].

Термоелектрика – це прогресуючий, пріоритетний науково-технічний напрямок, в основі якого лежать дослідження явищ термоелектричного перетворення енергії та їх використання для створення джерел електричної енергії, приладів охолодження та вимірювальної техніки [2].

Термоелемент - електричний ланцюг, складений з двох або декількох провідників (напівпровідників), що чергуються. Якщо місця з'єднань провідників підтримувати при різних температурах, то на кінцях ланцюга виникає електрорушійна сила (Е.Р.С.), а при замиканні ланцюга в ній протікає електричний струм і навпаки - при пропусканні по ланцюгу електричного струму одні її контакти нагріватимуться, а інші – охолоджуватися [3].

Термоелементи переважно застосовують для [2]:

- використання відпрацьованого тепла двигунів(автомобільних, корабельних та ін.);
- автономні джерела електроенергії для забезпечення роботи котелень, установок з переробки відходів та ін.;
- джерела живлення для катодного захисту нафто- і газопроводів;
- перетворення тепла природних джерел(наприклад, геотермальних вод) в електричну енергію;
- забезпечення живлення різних пристроїв телеметрії та автоматики на об'єктах, віддалених від ліній електропередачі;
- вимірювання теплових потоків (теплоти);
- забезпечення автономним живленням малопотужних електронних пристроїв(бездротові датчики) за рахунок накопичуваної енергії, яка збирається за наявності мінімальних перепадів температур (менше 10°C);
- отримання електричної енергії на сонячних концентраторах за рахунок різниці температур гарячого і охолодженого теплоносія в контурі.

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що на сучасному етапі розвитку промисловості значний інтерес визивають термоелементи на основі напівпровідникових матеріалів, які мають низьку теплопровідність і високу рухливість носіїв заряду (Bi_2Te_3) [1].

Комутація - складний технологічний процес, оскільки необхідно отримати нероз'ємні, сумісні за фізико-хімічними властивостями контактні з'єднання між гілками р- і n- типів провідності при мінімумі втрат на електро- і теплопереходах, при високій стабільності, достатній механічній міцності і стійкості до теплоперемінам.

Існуючі на сьогодні способи отримання нероз'ємних з'єднань напівпровідникового матеріалу з комутуючою пластиною при виготовленні термоелементів (паяння, спільне пресування, напилення, гальванічне та хімічне нанесення комутаційних матеріалів) мають недоліки і не можуть в повній мірі задовольнити вимоги до якості нероз'ємних з'єднань напівпровідникового матеріалу з комутуючою пластиною [4].

Для отримання якісних нероз'ємних з'єднань при виготовленні термоелементів висувають ряд вимог [5]:

- реальний розмір термоелемента повинен бути: шар провідника складає 10-1000мкм; бар'єрний шар 1-100 мкм; шар припою 10-100мкм; розмір напівпровідників, які використовуються у вітках термоелемента знаходиться в діапазоні від 50×50×50 до 500×500×500мкм [6];

- найпривабливішим для комутації віток є використання металів з високою тепло- і електропровідністю, наприклад, міді, срібла;

- використання мідної комутації вимагає нанесення на вітки модуля товстих антидифузійних шарів, наприклад, для зменшення дифузії міді в термоелектричний матеріал товщина антидифузійного шару Ni не повинна бути меншою, ніж 150-200 мкм, що призводить до збільшення внутрішніх напружень, які послаблюють адгезію Ni до термоелектричного матеріалу (дифузія міді у термоелектричний матеріал з тонкими антидифузійними шарами Ni, як і суттєве послаблення адгезії Ni до термоелектричного матеріалу з товстими антидифузійними шарами, є головними чинниками зменшення ресурсу роботи модулів з мідно-нікелевою комутацією;

- температура процесу не повинна перевищувати 252-262°C, при максимальному значенні робочої температури гарячого спаю модуля до 120°C, та 316-331°C, при максимальному значенні робочої температури гарячого спаю модуля до 290°C [7];

- пластична деформація матеріалів, що зварюється не повинна перевищувати 0,5-1%.

У зв'язку з вищесказаним, можна зробити висновок, що на сьогоднішній день важливою проблемою є пошук і розробка нового антидифузійного матеріалу та нової технології отримання нероз'ємних з'єднань напівпровідникового матеріалу з комутуючою пластиною для забезпечення високої тепло-, електропровідності, низького рівня залишкових напружень, високої стійкості до термоцилювання та низької собівартості при виготовленні термоелементів.

Список літературних джерел

1. М.А. Анисимов, Новые <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D> - YANDEX_74 <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D>

[0%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%BB%D1%8F%D0%BA%D](http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%BD%D0%B0%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%BB%D1%8F%D0%BA%D)
%D

YANDEX_73 термoeлeктpичeские [http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%BD%D0%B0%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%BB%D1%8F%D0%BA%D](http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%BD%D0%B0%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%BB%D1%8F%D0%BA%D)

YANDEX_75<http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%BD%D0%B0%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%BB%D1%8F%D0%BA%D>

YANDEX_74матepиaлы <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%BD%D0%B0%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%BB%D1%8F%D0%BA%D>

YANDEX_76на <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%BD%D0%B0%D0%BE%D1%81%D0%B%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%BB%D1%8F%D0%BA%D>

YANDEX_75oснoвe <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%BD%D0%B0%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%BB%D1%8F%D0%BA%D>

%BA%D	-
YANDEX_77	http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D
%D	- YANDEX_76редкоземельных
	http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%B%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D
%D	-
YANDEX_78	http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D
%D	-
YANDEX_77	гексаборидовhttp://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D
%D	-
YANDEX_79	http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D
%D	- YANDEX_78

для <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D> -
YANDEX_79

криогенных <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D> -
D

YANDEX_81 <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D> -
YANDEX_80

рефрижераторов <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D> -
A%D

YANDEX_82 <http://hghltd.yandex.net/yandbtm?lang=ru&fmode=envelope&tld=ua&text=%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B3%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BA%D> -
%D

УДК 621.763

В.Н. Корж^{*}, д.т.н., Т.В. Ворона^{**}, аспірант, А.В. Лопата, студент^{*}

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРИИ ПОВЕРХНОСТИ

^{*}Национальный технический университет Украины «КПИ»

^{**}Кировоградский национальный технический университет

В работе приведены основные тенденции устранения недостатков методов упрочнения деталей машин. Представлена краткая информация о комбинированных технологиях инженерии поверхности. Показаны преимущества их использования для повышения качества упрочняемых поверхностей деталей.

Состояние вопроса и постановка задачи исследования.

Технологические методы поверхностного упрочнения согласно литературным источникам [1, 2] подразделяются на методы модификации поверхности (методы изменения состояния поверхностного слоя) и методы нанесения покрытий. Модификация поверхности изделий повышает его сопротивление разрушению благодаря физико-химическим изменениям в металлах и осуществляется как изменением структуры поверхностных слоев, так и их химического состава [3]. К первой группе относят такие методы модификации как лазерную обработку, закалку и другие [3]. Ко второй группе - химико-термическую обработку, гальванические методы или их комбинации [3].

Во многих случаях целесообразно упрочнять не всю деталь, а достаточно нанести на ее рабочую поверхности слой покрытия с необходимыми свойствами. В результате, дорогостоящие материалы, из которых изготовлены детали, заменяют дешевыми материалами, а дефицитные материалы – общедоступными [4]. Применение покрытий позволяет значительно уменьшить расход легированных сталей и сплавов. При нанесении покрытий упрочнение деталей достигается путем осаждения на ее поверхности материалов, которые по своим свойствам отличаются от основного металла, но наиболее полно отвечают условиям эксплуатации (износ, коррозия, химическое воздействие и т.п.). Нанесение покрытий способствует повышению функциональных свойств поверхностей, взаимодействующих с другими деталями, веществами и потоками энергии. Покрытия увеличивают срок эксплуатации машин путем повышения износо-, термо- и коррозионной стойкости их деталей, восстанавливают и упрочняют изношенные детали, а также придают эстетический вид деталям, агрегатам, оборудованию. В настоящее время существуют различные способы нанесения покрытий. Один и тот же материал покрытия может быть нанесен разными способами. Большинство способов восстановления и поверхностного упрочнения можно рассматривать как альтернативные. Каждый способ имеет свою область применения [4]. Многообразие видов нанесения покрытий объясняется тем, что ни один из них не может претендовать на универсальность: один и тот же метод в одних условиях эксплуатации может дать положительный эффект, а в других отрицательный.

Широкому внедрению упрочняющих защитных покрытий препятствует их недостаточная прочность и долговечность [5]. Так, абразивная износостойкость покрытий, полученных горизонтальной электрошлаковой наплавкой по слою порошкового присадочного материала на основе тугоплавких карбидов, зависит от состояния, природы и свойств основных составляющих нанесенного слоя: карбидов (их состава, кристаллического строения, размеров, твердости и др.) и матричного сплава, в котором эти карбиды расположены (его состава, кристаллического строения и твердости) [5]. Механизм разрушения поверхностного слоя начинается с износа

матричного материала с последующим выкрашиванием карбидных зерен [5]. Характеризуются сложным напряженным состоянием, неоднородностью структуры и физико-механических характеристик детали, упрочненные лазерной обработкой в режиме глубокого проплавления [5]. При электроискровом легировании имеет место локальные выкрашивания покрытия в результате усталостного разрушения [5]. Одна из наиболее распространенных технологий в машиностроении – электрохимического нанесения покрытий обладает таким существенным недостатком как низкая адгезионная прочность.

Основные тенденции устранения недостатков покрытий. Комбинированные технологии инженерии поверхности – перспектива поверхностного упрочнения.

В попытках устранения недостатков покрытий наблюдаются две основные тенденции:

- нанесение многослойных, многофункциональных покрытий;
- развитие интегрированных многооперационных технологий [5-6].

Интегрированные технологии являются перспективными для поверхностного упрочнения малоуглеродистых сталей в условиях всё возрастающего дефицита дорогостоящих легирующих материалов. Находят применение интегрированные технологии в комбинации лазерного легирования и химико-термической обработки [6]. Предварительная дискретная лазерная обработка вносит существенный вклад в процесс последующего газового азотирования [6]. Повышенная растворимость азота в кристаллической решетке стали при обработке ее поверхности лазерным лучом, является следствием образования высокой плотности подвижных дислокаций, а также сильного диспергирования исходной структуры. При этом процесс насыщения поверхности азотом ускоряется в 17 раз на протяжении первого часа. В сравнении с технологиями газового азотирования или дискретно-лазерной обработкой износостойкость при интегрированной технологии повысилась в 2,5 раза [6]. Из интегрированных технологий наибольший эффект по несущей способности обеспечивают дуплексные покрытия [6], сочетающие глубокое предварительное ионное азотирование и тонкий наружный слой сверхтвердого вакуум-плазменного покрытия. Во всех вариантах интегрированных технологий критерием выбора является сравнение затрат и увеличение комплекса механических свойств упрочненных изделий. Так в работе [6] исследован эффект упрочнения ферритно-мартенситной стали в процессе комплексной обработки, состоящей из закалки, ультразвуковой обработки, ионно-плазменного азотирования и высокотемпературного отпуска. Упрочнение стали после азотирования при 600°C связано с выделением нитридных частиц в поверхностном слое и карбидных частиц в объеме стали. Эффективна комбинация электроискрового легирования с последующим ионным азотированием [6]. Этим существенно увеличивается глубина слоев повышенной твердости. А вот комбинация лазерной и электроискровой обработки обеспечивает крайне незначительный эффект [6].

В настоящее время объединение нанесения покрытий с модификацией поверхности и обработкой покрытий позволяет создать комбинированные методы инженерии поверхности [7-10]. Комбинированное упрочнение деталей основано на использовании двух или трех методов упрочнения, каждый из которых позволяет усилить то или иное эксплуатационное свойство детали. Комбинированное лазерно-электроискровое упрочнение поверхности материалов уменьшает абразивное изнашивание за счет гомогенизации структуры и состояния поверхности [6-10]. Отмечают существенное повышение износостойкости модифицируемых материалов сочетанием методов ионной, электронно-лучевой и лазерной обработки [6-10]. Повышают характеристики композиционных электролитических покрытий лазерной обработкой [6], ультразвуковой обработкой [6], ионным азотированием [6]. Ионное азотирование повышает

износостойкость при абразивном изнашивании за счет превращения электроосажденного хрома в нитрид Cr_2N [6]. Определен механизм влияния термообработки на упрочнение электроосажденного Fe-V-покрытия, обеспечивающий повышение износостойкости [6]. Технология восстановления изношенных деталей электролитическим железнением с последующей нитроцементацией обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики – прочность сцепления, износостойкость, усталостную прочность [6]. Эффективно сульфацианирование электроосажденного Fe-V-покрытия, обеспечивающее повышение износостойкости и снижение коэффициента трения [6]. В комбинациях технологий электроискровой, лазерной и электронно-лучевой обработки с ионным азотированием наблюдается эффект неаддитивности [6]. Предварительная обработка этими первичными технологиями существенно увеличивает азотируемость сталей, глубину упрочненного слоя и обеспечивает многократное повышение твердости и износостойкости в сравнении с ионным азотированием [6]. Лазерная обработка деталей после их ионного азотирования или ионной имплантации приводит к образованию упрочненных участков [6]. Комбинация лазерной обработки с ионным азотированием существенно увеличивает азотируемость сталей, глубину упрочненной зоны и повышает износостойкость [6], обеспечивает повышением твердости в сравнении с ионным азотированием [6].

По данным Института электросварки им. Е.О. Патона в США и Западной Европы [10], так называемые «гибридные» процессы инженерии поверхности получают преимущественное финансирование. В настоящее время в практике упрочнения нашли применение следующие «гибридные процессы»:

химико-термическая обработка с поверхностным пластическим деформированием (азотированием с дробенаклепом, азотирование с холодной накаткой, цементирование с поверхностным пластическим деформированием, в частности наклепом дроби) и с последующей электроконтактной обработкой (легирование бором и углеродом с последующей электроконтактной обработкой);

химико-термическая обработка лазерно-легированных сталей;

цементация с последующим дробеструйным упрочнением;

пластическое деформирование с диффузионным насыщением (прокатка диффузионным насыщением при газовой цементацией), с печным нагревом или электронагревом (дробеструйная обработка и электронагрев), с электроимпульсной обработкой (электроимпульсное деформирование при прокатке) и с микродуговым оксидированием (МДО);

упрочнение гальванических покрытий ППД;

газотермическое напыление с последующей холодной прокаткой или горячим изостатическим прессованием, с наложением вибраций или нагревом, с последующим обработкой ультразвуком;

волочение при воздействии токовых импульсов (электростимулированное волочение);

электромагнитная наплавка с последующей термомеханической обработкой (поверхностным пластическим деформированием);

лазерная закалка с пластическим деформированием или после цементации;

лазерная обработка плазменных покрытий, борированных поверхностей, ионно- и газовой азотированного слоя;

лазерно-ультразвуковое легирование и лазерное легирование с пластическим деформированием;

электронно-лучевая обработка детонационных и электролитических хромовых покрытий.

Следует отметить явление инверсии, когда изменение последовательности операций упрочнения приводит к отличающимся результатам. Естественно, оптимальный выбор

операций и их последовательность определяется повышением комплекса механических свойств (твердости, износостойкости), а также качества поверхности и точности размеров деталей. Предварительную химико-термическую обработку целесообразно использовать для подготовки поверхности под электроискровое легирование, а финишное электроискровое легирование цементированных и азотированных поверхностей обеспечивает дополнительное повышение твердости и износостойкости [6]. Различная последовательность электроискрового легирования и азотирования позволяет управлять распределением микротвердости в легированном слое, а именно – положением максимума в приповерхностном слое [6]. Отмечают инверсию в комбинации лазерной обработки и ионного азотирования [6]. Лазерная обработка азотированного слоя обеспечивает более плотный оксинитридный слой под поверхностью, а также увеличение глубины азотированного слоя [6]. В наноструктурированном поверхностном слое после шлифования азотированный слой вдвое толще, чем на крупнозернистой поверхности в тех же условиях азотирования, что объясняется ускорением диффузии азота вдоль границ зерен в наноструктурном железе [6]. Финишная дробеструйная обработка азотированного слоя повышает износостойкость и предел выносливости зубчатых передач [6].

По мнению большинства исследователей, различные схемы наплавки являются одними из наиболее гибких способов не только упрочнения рабочих поверхностей, но и их восстановления и увеличения срока службы деталей. Вместе с тем повышенное тепловыделение при нанесении слоев большой толщины искажает геометрию восстанавливаемой детали, снижает ее ресурс, а наплавка покрытий больших толщин требует снятия значительных припусков при финишной механической обработке. Методы наплавки не обеспечивают сохранение исходных свойств материала покрытий, вносят существенные изменения в структуру материала упрочняемой детали, что связано с нагревом материала покрытия до температур, превышающих его температуру плавления. Высокие температуры, как правило, отрицательно сказываются на свойствах упрочняемых деталей. Поэтому, при выборе технологии упрочнения необходимо выбирать технологии, позволяющие сохранять исходные свойства материала покрытий и не снижать свойства материала деталей. Эффективное использование способов формирования покрытий все чаще реализуются с помощью автономного или совместного (в различных сочетаниях) воздействия во времени температурных, механических и химических факторов. В частности, в различных видах химико-термической обработки, включая термодиффузионное насыщение, нашло отражение совместное воздействие химического и температурного факторов; в основе термомеханической и электромеханической обработки лежат факторы совместного воздействия температуры и пластической деформации; механический фактор является основным при проведении наклепа и т.п. [12]. Все шире применяется упрочнение и восстановление поверхностей путем нанесения покрытий с использованием электродуговых, плазменных, лучевых и др. источников энергии [10]. Импульсные методы характеризуются большими энергетическими возможностями и экономичностью [13]. К таким технологиям относится электроконтактный способ упрочнения (ЭКУ) [2, 8], который осуществляется при температурах $(0,8-0,9)T_{пл}$ в режиме спекания и припекания порошковых материалов (ЭКПП), позволяет сохранить исходные свойства материалов покрытий и деталей. Этот способ относится к термомеханическому методу обработки и нанесения покрытий, в основе которого лежат факторы совместного воздействия температуры и пластической деформации. [2, 8]. Способ электроконтактного упрочнения в режиме спекания и припекания может быть использован в комбинации с другими методами нанесения покрытий, для их упрочнения и обработки, в частности, он нашел применение с газотермическими

методами напыления. Комбинированная технология газотермического напыления с электроконтактным упрочнением подробно представлена в материалах доклада.

Выводы.

Из анализа информационных потоков и обобщения представленной информации о способах инженерии поверхности можно сделать вывод, что в настоящее время основными тенденциями устранения недостатков методов упрочнения является применение «гибридных» процессов, интегрированных и комбинированных технологий, инженерии поверхности.

Список литературных источников

1. М.И. Черновол, В.Н. Корж, Л.А. Лопата, Н.А. Савченко Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: Сб. научн. трудов / Под ред. С.А. Астапчика, П.А. Витязя, Минск, ПГУ, 2001, С. 105-109
2. В.Н. Корж, Л.А. Лопата, Н.А. Савченко Перспективы развития инженерии поверхности деталей машин Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Збірник наукових праць КДТУ, Вип. № 10. Кіровоград, 2001, С. 3-5
3. Канарчук В.Є., Посвятенко Е.К., Лопата Л.А., Шляхи удосконалення методів інженерії поверхні деталей машин. Metody obliczeniowe i badania w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych samochodowych, 2000, Р. 20-23.
4. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь, В.С. Ивашко, А.Ф. Ильющенко и др. – Мн.: Беларуская навука, 1998. – 583 с.
5. Писаренко Г.С., Ляшенко Б.А., Цыгулев О.В. Пути повышения прочности и долговечности защитных покрытий // Защитн. покрытия в машиностроении. Тез. докл. XXII сессии Научного совета АН СССР, 22-24 апреля 1986. – Киев: ИЭС им. Е.О.Патона АН УССР, 1986.-С.9-11.
6. Новиков Н.В. Методы упрочнения поверхностей машиностроительных деталей / Н.В. Новиков, Б.А. Ляшенко. - К.: АН УССР, 1989. - 250 с.
7. Комбинированные методы поверхностного упрочнения / Усов С.В., Какоулин М.М. // Трибол. и надеж. машин / АН СССР. Ин-т машиновед. – М., 1990 – с.93-98.
8. Дорожкин Н.Н. Теоретические и технологические перспективы создания новых комбинированных способов нанесения защитных покрытий /Высокоэффективное оборуд. и технол. процессы упрочнения реж. INSTR. и деталей машин: Тез. докл. респ. науч.-техн. конф. – Могилев, 20-21 нояб., 1990. – С. 3.
9. Комбинированные электротехнологии нанесения защитных покрытий. Чередниченко В.С., Радченко В.Г., Радченко Т.Б., Шевцов Ю.О., Радченко В.Г., Хомутов О.И. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004, 260 с. (Моногр. НГТУ. Сер. «Соврем. электротехнол.». Т.6).
10. Современные достижения в области нанесения защитных и упрочняющих покрытий / Борисов Ю.С. // Порош. металлургия (Киев). – 1993. - № 7. С. 5-14.

УДК 621.793

В.Н. Лопата, к.т.н., Ю.В. Брусило, С.А. Довжук

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО НАПЫЛЕНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ АВИАЦИОННОЙ НАЗЕМНОЙ ТЕХНИКИ

Национальный авиационный университет

В работе отмечается, что развитие и внедрение ремонтных технологий авиационной наземной техники (АНТ) сдерживается отсутствием специализированного оборудования и материалов для ремонтных работ, низким их качеством. Поэтому, особое внимание следует уделять оснащению ремонтного производства методами, технологиями и оборудованием для восстановления и упрочнения деталей, и в частности электродуговому напылению (ЭДН). Показаны достоинства, недостатки и основные направления усовершенствования ЭДН, которые должны быть направлены на решение задачи управления технологией напыления, составом и свойствами напыляемого материала и несущей среды, конструктивными параметрами оборудования, способами подготовки поверхности под напыление и методами обработки этих поверхностей после нанесения покрытий.

Состояние проблемы и постановка задач исследования.

Многообразие типов авиационной наземной техники, эксплуатирующейся на аэродромах страны в любых климатических условиях, и разнообразие выполняемых ней работ предполагает необходимость постоянно поддерживать работоспособность АНТ и стремиться при этом к повышению ее ресурса за счет применения прогрессивных технологий ремонта и восстановления.

Рост цен на авиационную наземную технику зарубежного производства, дефицит в ее запасных частях и их высокая стоимость, перерасход дорогостоящих запасных частей из легированного металла для замены изношенных деталей - главная проблема эффективного использования машин АНТ, которая заставляет по-новому подойти к стратегии эксплуатации и сохранения парка авиационной наземной техники отечественного производства, а также роли ее ремонта, включающего комплекс мероприятий по восстановлению и повышению ресурса деталей АНТ.

Обобщая результаты исследований дефектации деталей АНТ, причин и характера их повреждений, основных видов изнашивания сделан вывод, что снижение надежности, долговечности и ресурса деталей авиационной наземной техники обусловлено недостаточной их поверхностной прочностью, которая снижает сопротивление деталей разрушению в процессе эксплуатации. Эксплуатационные отказы АНТ вследствие износа составляют 80-90% от общего количества отказов. При этом 40% наиболее часто встречаемого дефекта — износ внешней цилиндрической поверхности.

Анализ различных групп деталей авиационной наземной техники показал, что количество и конструктивная значимость деталей типа «вал» являются определяющими в обеспечении работоспособности АНТ. К основным причинам потери работоспособности деталей типа «вал» АНТ можно отнести различные виды износа: поломки и выкрашивание в результате усталостного изнашивания, разного рода коррозионные поражения, разрушение вследствие ползучести и всевозможные сочетания вышеуказанных причин. Среди разработанных технологических процессов восстановления деталей - 60% предназначено для восстановления деталей типа «вал».

Основным назначением процесса восстановления деталей типа «вал» АНТ, особенно наиболее ответственных и дорогостоящих ее представителей, коленчатых и распределительных валов, является восстановление их геометрической формы, механической прочности, износостойкости.

Из анализа причин износа деталей АНТ и в частности деталей типа «вал», сделан вывод, что в подавляющем большинстве случаев размеры рабочих поверхностей деталей можно восстановить нанесением износостойких, коррозионностойких и др. покрытий со специальными свойствами. Общим выводом из анализа информационных потоков следует, что нанесение покрытий может позволить не только восстановить геометрические размеры деталей, но и обеспечить их эксплуатационные свойства при ремонте, а соответственно и продлить ресурс. Однако отсутствие практических рекомендаций по поверхностному упрочнению путем нанесения покрытий и ограниченной информации по свойствам покрытий вызывает обоснованное недоверие конструкторов и технологов авиаремонтных предприятий Украины к восстановлению и повышению ресурса деталей АНТ покрытиями при их ремонте.

Наибольшее распространение из числа известных способов восстановления изношенных поверхностей деталей приобрели различные способы наплавки, газотермического напыления и гальванизирования. Однако эти способы имеют ряд недостатков, которые ограничивают область их применения.

При сложившейся экономической ситуации в Украине, в условиях нарушения ранее существовавших экономических связей и возрастающей международной кооперации, усовершенствование существующих и разработка простых в эксплуатации и дешевых технологий восстановления и упрочнения деталей АНТ позволит увеличить их ресурс и в значительной мере уменьшить поставки запасных частей по наиболее дорогостоящим, металлоемким и дефицитным деталям, в том числе импортного производства, для замены изношенных деталей и потерь от простоев авиационной наземной техники. Особое внимание следует уделить оснащению ремонтного производства методами, технологиями и оборудованием для восстановления и упрочнения деталей.

Таким образом, важнейшим направлением в усовершенствовании ремонта деталей авиационной наземной техники является научно-обоснованный поиск прогрессивных и менее затратных методов восстановления и повышения надежности, долговечности и ресурса ее деталей. Анализ методов нанесения покрытий показывает, что их совершенствование должно реализовываться с учетом следующих основных положений:

расплавление основы в процессе нанесения слоя нежелательно, так как влечет за собой изменение химического состава и свойств нанесенного слоя;

протекание процессов кристаллизации наплавленного металла в свободных условиях без использования внешнего формирующего механического фактора обуславливает образование в наплавленном слое характерных сварочных дефектов;

тепловой режим нанесения износостойких слоев на поверхности деталей различных размеров и форм должен обеспечивать благоприятный характер распределения остаточных напряжений. В частности, в нанесенном слое и в зоне соединения его с основой желательно образование сжимающих остаточных напряжений, которые способствуют повышению сопротивляемости усталости;

длительность процесса нанесения покрытий должна быть минимальной для того чтобы структура наносимого износостойкого покрытия не воспринимала нежелательных изменений.

При выборе способа восстановления необходимо учитывать основные условия формирования качественных покрытий: доля участия основного металла в покрытии должна быть близка к нулю; термические воздействия на деталь должны полностью предотвращать фазовые или структурные превращения в основном металле; в зоне соединения не должны развиваться процессы релаксационного характера, способные изменить ее структуру и фазовый состав.

Из анализа и обобщения представленной информации о способах восстановления метод электродугового напыления полностью отвечает вышеуказанным положениям.

Перспективы ремонта деталей АНТ электродуговым напылением и основные направления его усовершенствования.

В последнее время ЭДН находит широкое применение и вытесняет традиционный газопламенный метод. Это обусловлено многими достоинствами метода: простотой и доступностью оборудования, позволяющему наносить покрытия по качеству практически не уступающему покрытиям, нанесенным плазменным и детонационным методами; более высокой тепловой эффективностью, достигающей 57 % по сравнению с 13 и 17 % при газопламенном и плазменном напылении; высокой производительностью (в 3...4 раза выше, чем при газопламенном напылении); распространенностью и доступностью источника энергии для плавления металла; получением покрытий с большей прочностью сцепления с основным металлом, чем при газопламенном напылении. Простота и легкость реализации электродугового напыления способствуют его широкому внедрению. ЭДН наносится более 75 % покрытий. Это связано с тем что, среди способов газотермического напыления, он является самыми дешевым и простым методом нанесения покрытий, который не требует применения высокостойкого оборудования и обладает технологической гибкостью применения к различным типоразмерам деталей. Этим методом можно восстанавливать около 60% наименований деталей, обеспечивая при этом их износостойкость на уровне новых.

Несмотря на большое количество разработок по электродуговому напылению, в настоящее время, исследования развиваются активно по усовершенствованию этой технологии и оборудования, причем они приобрели направленность на активирование процесса напыления с использованием разных приемов, методов, устройств. Повышение ресурса восстанавливаемых и ремонтируемых деталей АНТ электродуговым напылением покрытий возможно путём совершенствования конструкции аппарата для электродугового напыления и повышения защитно-энергетического уровня факела распыла. Методы активирования процесса напыления - основа для совершенствования ЭДН - технологии и оборудования, внедрения технологических процессов восстановления и упрочнения деталей АНТ. Из приемов активации наиболее целесообразно применение таких, которые интенсифицируют процессы теплообмена в системе «факел - частица», увеличивают динамические параметры частиц, позволяют уменьшить размер частиц при распылении проволок. Наиболее универсальным и приемлемым является способ электродугового напыления с активированием распыляющего потока продуктами сгорания пропано-воздушной смеси.

Большинство существующих подходов к совершенствованию и управлению технологий нанесения покрытий ЭДН основано на получении заданного состава и структуры в исходном, обычно стабильном состоянии – до эксплуатации. При этом не учитывается и, как правило, игнорируется эволюция фазово-структурного состояния поверхностного слоя детали в процессе нанесения покрытий, а также под влиянием внешних и внутренних воздействий, имеющая место в реальных условиях эксплуатации.

Нами предлагается новый подход к совершенствованию технологии восстановления деталей авиационной наземной техники, и в частности, деталей типа „вал”, электродуговым напылением, в основе которого лежит создание и целенаправленное управляемое использование фазово-структурных превращений и метастабильных состояний при нанесении покрытий.

Для реализации предлагаемого подхода было предложено использовать для напыления покрытий материалы, главной особенностью которых является способность к определенным фазовым превращениям и структурным изменениям, как на стадии нанесения и обработки покрытий, так и на стадии эксплуатации; которые давали бы возможность обеспечить улучшение физико-механических и эксплуатационных свойства, а следовательно и ресурс деталей АНТ.

Выводы

Основные усилия совершенствования ЭДН должны быть направлены на решение задачи управления технологией напыления, в частности параметрами газотермического потока (скоростью и температурой газа и распыляемого материала, коэффициентом сосредоточенности потока), составом и свойствами напыляемого материала и несущей среды, конструктивными параметрами оборудования, способами подготовки поверхности под напыление и методами обработки этих поверхностей после нанесения покрытий.

Список литературных источников

1. Иванова В.С. Механизмы разрушения, структура и трещиностойкость конструкционных материалов // Проблемы прочности, 1985, № 10, С. 96-102.
2. Брусило Ю.В. Особливості використання авіаційної наземної техніки під час оперативного технічного обслуговування повітряних суден / Ю.В. Брусило, Т.Ю. Крамаренко // Вісник Національного авіаційного університету. – Київ: НАУ, 2011. - № 1(46). - С. 112-116.
3. Сосновский Л.А. Анализ механических состояний силовых систем. Сообщ.1. Состояние поврежденности / Л.А. Сосновский // Пробл. прочности – 2003 – № 5. – С. 50–70.
4. Громановский Д.Г., Ибатуллин И.Д., Дынников А.В. и др. Проблемы кинетики изнашивания / Д.Г. Громановский // Сб. докл. Междунар. конгр. «Мех. и трибология транспортных систем – 2003», Ростов на Дону, 10–13 сент., 2003. Т. 1. Ростов на Дону: Изд-во Рост. гос. ун-та путей сообщ., 2003 – С. 252–257.
5. Башуров Б.П., Серeda М.П. Трибологические отказы – фактор, определяющий функциональную надежность транспортных систем / Б.П. Башуров // Сб. докл. Междунар. конгр. «Механика и трибология транспортных систем – 2003», Ростов на Дону, 10–13 сент. 2003, Т.1. Ростов на Дону: Изд-во Рост. гос. ун-та путей сообщ., 2003. – С. 72–74.
6. Полянский А.С., Дубинин Е.А., Плетнев В.Н. Анализ и классификация показателей ремонтпригодности средств транспорта // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Тракторна енергетика в рослинництві: Зб. наук. праць, Вип. 60. – Харків, 2007. – С. 165-169.
7. Балдаев Л. Х. Перспективы применения газотермического напыления при ремонте и производстве оборудования в промышленности (ООО «ТСЗП») Компрес. техн. и пневмат. 2004, №5, с 33-34.
8. Белоцерковский, М.А. Технологические особенности и области использования гиперзвуковой металлизации / М.А. Белоцерковский, А.С. Прядко, А.Е. Черепко // Инновации в машиностроении: Сборник научн. трудов. (Минск, 30-31 октября 2008 г.) / Редкол.: М.С. Высоцкий [и др.]. Минск' ОИМ НАН Беларуси. 2008 - С. 479-484.

УДК 621.791:658.588

А.С. Миленин, к.т.н., Е.А. Великоиваненко, к.ф.-м.н.,
Г.Ф. Розынка, Н.И. Пивторак

АНАЛИЗ ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО ЭЛЕМЕНТА ПРИ СВАРОЧНОЙ НАПЛАВКЕ ДЕФЕКТА УТОНЕНИЯ

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, d34@paton.kiev.ua

На основе современных представлений о зарождении и развитии разрушения материалов при сварке разработан комплекс математических моделей сварочной наплавки дефектов локальной потери металла в рамках ремонтно-восстановительных работ на магистральных трубопроводах под давлением. На примере наплавки типичного дефекта утонения стенки трубопровода продемонстрировано влияние основных параметров ремонта на технологическую прочность конструкционного элемента и эффективность восстановления его несущей способности.

Введение.

Обеспечение бесперебойной работы магистральных трубопроводов (МТ) сопряжено с необходимостью регулярного проведения процедур технической диагностики фактического состояния конструкций и соответствующих ремонтно-восстановительных работ. В частности, одним из самых распространённых эксплуатационных повреждений МТ являются дефекты локальной потери металла, которые при существенном развитии коррозионных процессов могут вызвать значительное снижение несущей способности конструкции. Использование для устранения такого рода дефектов сварочной наплавки позволяет производить ремонт МТ без вывода его из эксплуатации, что, наряду с экономическими и экологическими преимуществами, имеет характерные сложности. К последним следует отнести необходимость гарантирования высокого уровня безопасности проведения сварочных работ, что препятствует широкому внедрению такого рода технологических подходов в комплексе процедур поддержания работоспособности МТ.

Среди существующих критериев оптимизации сварочных процессов при наплавке дефектов МТ под давлением можно выделить два основных подхода: обеспечение прогрева внутренней поверхности трубы не выше критической температуры $T_k=720-980^\circ\text{C}$ и гарантирование отсутствия существенного избыточного выпучивания стенки в процессе локального нагрева $dr_k < 1$ мм [1]. Оба эти подхода являются достаточно консервативными, но не учитывают ряд важных параметров ремонта, требующих оптимизации и позволяющих максимально эффективно использовать преимущества ремонта МТ без вывода из эксплуатации. В рамках настоящей работы на основе современных методов математического моделирования реализованы подходы численного анализа предельного состояния трубопроводного элемента под внутренним давлением в процессе многопроходной наплавки трёхмерного поверхностного дефекта, а также предложены критерии для оптимизации параметров этого технологического процесса.

Математическая модель процесса сварочной наплавки поверхностного дефекта утонения стенки трубопровода.

В основу моделирования процесса сварочной наплавки положено решение краевой задачи нестационарной термопластичности, которое позволяет проследить развитие упруго-пластических деформаций с момента начала наплавки вплоть до остаточного состояния после полного остывания конструкции [2]. Для гарантирования технологической прочности МТ при проведении ремонтных работ важным является выбор рациональных критериев нарушения целостности стенки трубы. При высоких температурах и в отсутствие острых геометрических концентраторов основным механизмом зарождения несплошности материала конструкции является вязкое

разрушение, которое заключается в зарождении и развитии микропор материала при интенсивном пластическом течении и последующем формировании макродефектов. Изменение несущего нетто-сечения металла при достижении им предельных нагрузок необходимо дополнительно учитывать при формулировке задачи нестационарной термопластичности, что в настоящей работе было реализовано посредством использования критерия текучести согласно модели Гурсона-Твергаарда-Нидлмана [3]. Таким образом, критерием целостности стенки МТ при сварочной наплавке является отсутствие пластической неустойчивости несплошного материала, что математически выражается условием:

$$\Psi < \frac{1}{2 \cdot G} + \frac{\varepsilon_f - \kappa^*}{1,5 \cdot \sigma_i \cdot (1 - 2 \cdot f/3)}, \quad (1)$$

где Ψ – функция состояния материала, определяемая итерированием для удовлетворения условия пластического течения; G – модуль сдвига; κ^* – параметр Одквиста на предыдущем шаге прослеживания деформаций; σ_i – интенсивность напряжений; f – объёмная концентрация несплошности материала; ε_f – предельная деформация металла [3].

Результаты и обсуждение.

Использование данного подхода позволяет оценить влияние на технологическую прочность МТ при наплавке дефекта таких параметров, как мощность сварочного источника, внутреннее давление при ремонте P_r , минимальная температура остывания металла после наложения валиков $T_{\min}$. В качестве примера был рассмотрен типичный дефект коррозионного утонения $2s \times a = 70 \times 10$ мм на внешней поверхности трубопровода $D \times t = 1420 \times 20$ мм (см. рис. 1 а) из стали 17Г1С с максимальным эксплуатационным давлением $P = 7$ МПа. Температура предварительного подогрева места наплавки для предотвращения появления холодных трещин $T_{np} = 100^\circ \text{C}$. Порядок наложения валиков приведен на рис. 1 б.

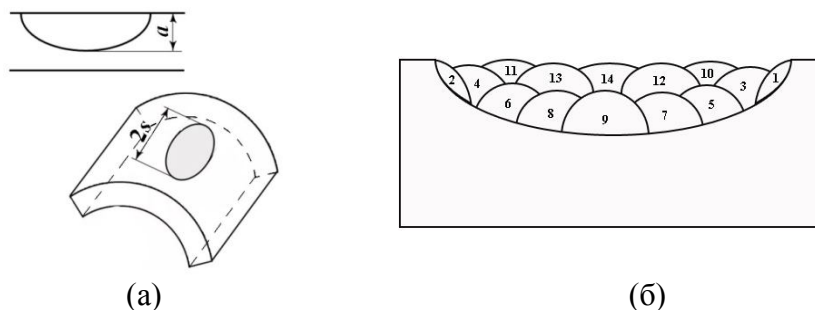


Рис. 1. Схема дефекта утонения стенки трубопровода (а) и порядок наложения валиков при сварочной наплавке (б)

Расчёт согласно разработанной методике показал меньшую консервативность оценки предельного состояния трубопровода при наплавке в сравнении с существующими подходами. Так, соотношение между максимальным выпучиванием стенки $dr_{\max}$ и максимальной температурой внутренней поверхности $T_{\max}$ при наложении центрального валика (см. рис. 2 а) для допустимых согласно рекомендованным режимам сварочных токов I и внутренних давлений P_r удовлетворяет всем критериям допустимости. Большие мощность сварочного нагрева и внутреннее давление вызывают недопустимый перегрев внутренней поверхности и избыточную деформацию стенки МТ (см. Рис. 2 б), но при этом условие пластической неустойчивости (1) не выполняется. Это объясняется тем, что P_r не является параметром оптимизации согласно критерию оценки T_k , поэтому диапазон давлений выбран максимально консервативно.

Выполнение критерия (1) возможно при избыточном перегреве в области сварки, т.е. при чрезмерно высокой температуре T_{min} . Если петля деформаций в температурном цикле при наложении валиков недостаточна для значительного снижения деформаций выпучивания, это может вызвать либо снижение коэффициента запаса n прочности трубопровода в результате неблагоприятного остаточного деформированного состояния в области наплавки (дефекта формы), либо пластическую неустойчивость и разрушение стенки трубопровода в процессе ремонта (см. Табл. 1).

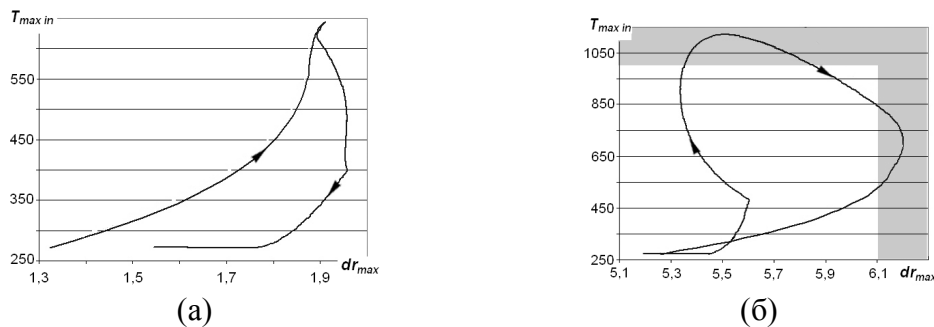


Рис. 2. Зависимости избыточного радиального перемещения стенки МТ dr_{max} от максимальной температуры внутренней поверхности $T_{max in}$ при наплавке валика на дефект утонения (выделена область недопустимых состояний согласно существующим критериям): (а) – $I=100$ А, $P_r=4$ МПа; (б) – $I=150$ А, $P_r=7$ МПа

Выводы.

1. Построены математические модели и комплекс средств компьютерного моделирования кинетики полей напряжений, деформаций, напряжений при многопроходной сварочной наплавке дефекта локального утонения стенки МТ при ремонте под давлением. Предложены критерии предельного состояния трубопровода при наплавке, основанные на условиях пластической неустойчивости металла.

2. Показано, что существующие критерии оптимизации ремонта МТ сварочной наплавкой объективно более консервативны в сравнении с предложенным подходом, т.к. не рассматривают ряд важных технологических параметров, таких как внутреннее давление в трубопроводе при ремонте, степень остывания области дефекта в процессе многопроходной наплавки, параметры предельного состояния материала конструкции.

3. На примере типичного дефекта утонения стенки трубопровода продемонстрированы характерные особенности предельного состояния конструкции и технологические параметры, допустимые с позиции безопасности и качества ремонта наплавкой на МТ под давлением.

Таблица. 1. Влияние некоторых технологических параметров наплавки на предельное и остаточное состояния трубопровода

№ режима	P_r , МПа	I , А	Минимальная температура остывания T_{min} , °С	Снижение n в результате образования дефекта формы
1	4	100	300	$1-2,227/2,254=0,012$
2	4	100	500	$1-2,213/2,254=0,018$
3	7	100	300	$1-2,137/2,254=0,052$
4	7	150	300	$1-2,077/2,254=0,079$
5	7	150	500	разрушение

Литература.

1. J.F. Kiefner, W. A. Bruce, D.R. Stephens. Pipeline repair manual. – Houston: Technical Toolboxes, Inc., 1994. – 167 p.
2. Махненко В.И. Ресурс безопасной эксплуатации сварных соединений и узлов современных конструкций. Киев: Наукова думка, 2006. – 618 с.

3. Моделирование процессов зарождения и развития пор вязкого разрушения в сварных конструкциях. // Великоиваненко Е.А., Розынка Г.Ф., Миленин А.С. и др./ Автоматическая сварка. – № 9. – 2013. – С. 26–31.

УДК 621.

И.В. Мирзов

**ОСТАТОЧНЫЕ СВАРОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ
ВО ВНУТРИКОРПУСНОЙ ШАХТЕ РЕАКТОРА ВВЭР-1000**

Внутрикорпусная шахта реактора ВВЭР-1000 является сварной конструкцией цилиндрической формы, изготавливаемой из аустенитной стали 08X18H10T. Шахта расположена в корпусе реактора, на ее граненый пояс устанавливается выгородка активной зоны. На уровне установки выгородки внутрикорпусная шахта имеет внешний радиус 1805 мм и толщину стенки 60 мм.

Выгородка реактора подвержена высоким дозам радиационного облучения, что в течение эксплуатации приводит к ее распуханию и формоизменению. В исходном состоянии зазор между кольцами выгородки и шахтой составляет 2.5 мм. Не исключается контакт выгородки и внутрикорпусной шахты в течение эксплуатации.

Давление выгородки на шахту изнутри приводит к росту напряженного состояния в последней. В то же время остаточные сварочные напряжения в шахте могут достигать значений ~ 330 МПа. Так как точное расположение продольных и кольцевых сварных швов во внутрикорпусной шахте не известно, актуальной задачей является оценка напряженного состояния во внутрикорпусной шахте в области ее контакта с выгородкой, в особенности, если место контакта приходится на сварное соединение.

Внутрикорпусная шахта также подвержена распуханию, однако повреждающая доза в ней на порядок ниже, чем в выгородке. При распухании исходное напряженное состояние снижается, следовательно, при эксплуатации реактора стоит ожидать релаксацию остаточных напряжений в сварных швах шахты.

Целью данной работы является изучение напряженного состояния в сварных швах внутрикорпусной шахты реактора ВВЭР-1000 в течение эксплуатации с учетом радиационного распухания и контактного взаимодействия выгородки и шахты. Нами разработана численная модель расчета НДС при радиационном распухании выгородки и шахты и их контактном взаимодействии, смоделированы остаточные напряжения в сварных швах шахты. Применяются математические модели радиационного распухания и механических свойств материала ВКУ, рекомендованные методологией Verlife "Integrity and lifetime assessment procedure of RPV internals in WWER NPPs during operation".

УДК 621.

И.И. Прудкий

МКЭ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Киев, Украина

Сокращение сроков разработки и повышение требований по качеству производства сварных конструкций, вызвало создание целого ряда компьютерных программ, которые облегчают и ускоряют работу инженера-сварщика или инженера-технолога по разработке новых сварных конструкций и технологий сварки. Эти программные продукты можно условно разделить на две основные группы: системы автоматического проектирования технологических процессов (САПР ТП), которые, как правило, интегрированы с системами 3D моделирования для решения конструкторских задач, и системы инженерного анализа для моделирования технологических процессов сварки.

В ИЭС им. Е.О. Патона было создано сварочное ПО ARCWELDSYS (системы выбора сварочных материалов для дуговой сварки конструкционных сталей), которое предназначено для сокращения объема экспериментов на образцах при выборе сварочных материалов для конкретного сварного соединения путем использования средств математического моделирования. С учётом развития современной компьютерной техники и расчётных методов математического моделирования, физико-химических и металлургических процессов при сварке целесообразным является дальнейшее совершенствование существующей версии компьютерной системы на основе доработки математических моделей и расчётных алгоритмов по определению температурных полей и соответствующих структурных превращений для различных типов сварных соединений, в том числе за счёт применения трёхмерных моделей.

В докладе представлены сравнения результатов расчета тепловых полей при дуговой сварке, полученных с помощью двухмерных и трехмерных моделей методом конечных элементов. Показано, что при сварке сталей двухмерная модель позволяет получить распределение температур в поперечном сечении сварного соединения с достаточной для инженерного применения точностью. При сварке алюминиевых сплавов, имеющих высокий коэффициент теплопроводности, целесообразно применение трехмерной модели.

УКД 621.721.92

Д.В. Степанов, асистент
І.А. Воронежський, студент
Р.І. Шаргородський, студент
Р.С. Фенюк, студент
О.О. Ярмоленко, студент
М.С. Шишкін, студент

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ УМОВ ПРИ НАПЛАВЛЕННІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ

Національний технічний університет України "КПІ", schweiser1@gmail.com,
ivanvoronezhskiy@gmail.com, rinat.shargorodskiy@mail.ru, rusol12@ukr.net, Jarmolenko_S@ukr.net

Розраховано приріст температури основного металу при безперервному автоматизованому наплавленні на тонкостінну циліндричну деталь. Встановлено, що на 10-15 проході встановлюється режим теплонасичення, коли приріст температури основного металу є настільки незначним, що ним можна знехтувати. Встановлено, що змінювати режим наплавлення для підтримання стабільного розміру ванни доцільно шляхом збільшення швидкості наплавлення. Розраховано зміну швидкості при наплавленні.

Циліндричні вироби, переважно, наплавляють по гвинтовій лінії і, в наслідок тепловкладення, температура виробу постійно зростає. Зі зростанням температури ростуть і розміри зварювальної ванни, зокрема збільшується проплавлення. Якщо наплавлення відбувається на вертикальну поверхню, то зі зростанням об'єму ванни збільшується загроза стікання наплавленого шару. Щоб цього не відбувалось потрібно забезпечити стабільні розміри зварювальної ванни.

При розрахунках за основу брались моделі розроблені Рикалінім і Фроловим.

На підставі проведеного аналізу особливостей механізованого наплавлення в середовищі вуглекислого газу, впливу параметрів режиму на геометричні параметри валика, розрахункових схем визначення теплових умов наплавлення для моделювання теплових процесів при нагріванні електричною дугою тонкостінних циліндричних тіл прийняли схему швидкодіючого потужного лінійного джерела теплоти в пластині.

Розрахунки проводились для циліндричних виробів, виготовлених з низьколегованої сталі, з довідкової літератури [2] бралися всі необхідні коефіцієнти і величини.

Коефіцієнт температуровіддачі розраховувався за формулою

$$b = \frac{2 \times \alpha}{c\rho \times \delta}, \quad (1)$$

Довжина кола кільцевого проходу при наплавленні циліндра складає $l = \pi d$

Час виконання одного кільцевого проходу $t = \frac{l}{V}$. Час кільцевого проходу t_{ne} враховує зміщення дуги на крок наплавлення для наступного проходу. Воно відбувається за час $t_0 = \frac{x}{V}$.

Кількість кільцевих проходів n є величиною змінною і при розрахунках діапазон зміни n задається. Для 1-го проходу $n = 1$. Значення $n = 6$ означає, що розпочалося виконання 6-го кільцевого проходу.

При наплавленні на тонкостінний циліндр по гвинтовій лінії можна, як стверджується в [2], користуватися схемою швидкодіючого потужного лінійного джерела теплоти в пластині з сумуванням температурних полів від окремих джерел. Тому матимемо

$$\Delta T = \sum_n \frac{q}{V\delta\sqrt{4\pi\lambda c\rho t_n}} e^{\frac{-x_n^2}{4at} - bt_n} \quad (2)$$

де ΔT – приріст температури в точці, яка досліджується; x_n – відстань від точки, що досліджується, до дуги на n -му проході вздовж осі наплавлення; t_n – час, впродовж якого відбувалась дія дуги.

Значення x_n змінюються за наступною залежністю: $x_n = 0 + x(N-n)$, а t_n відповідно за залежністю: $t_n = t_0 + t(N-n)$, де N – кількість кільцевих проходів, здійснених на даний момент

Загальна температура точки, що розглядається розраховується по формулі:

$$T = T_0 + \sum_n \frac{q}{V\delta\sqrt{4\pi\lambda c\rho t_n}} e^{\frac{-x_n^2}{4at} - bt_n} \quad (3)$$

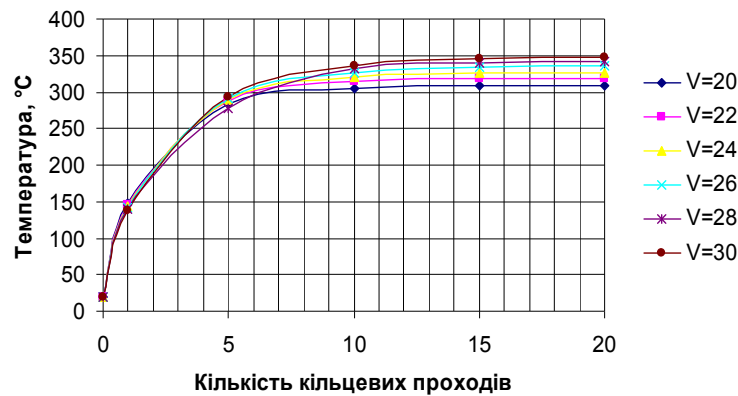


Рис. 1. Залежність ΔT від кількості кільцевих проходів для циліндричного виробу діаметром 150 мм, товщиною стінки 6 мм. Режим $I = 175A$, $U = 19B$; $v = 24$ м/год

За відомими залежностями визначаємо ширину B , довжину L і час існування t_{icn} зварювальної ванни при наплавленні виробу. Отримані значення є суто теоретичними, але у порівнянні їх з величинами, які дають інші схеми розрахунку параметрів шва, більше наближені до реальних.

Значення площі проплавлення $F_{пр}$ не брали до уваги в наслідок того, що в прийнятій схемі розрахунків вона фактично дорівнює прямокутнику, утвореному з ширини ванни та товщини стінки циліндра, що не відповідає дійсності.

Ширину, довжину та час існування зварювальної ванни обчислювали за наступними формулами:

$$B = \sqrt{\frac{2}{\pi e}} \times \frac{q}{\delta V c \rho (T_{nl} - T_0)}, \quad (4)$$

$$L = \frac{q^2}{4\pi\delta^2 V^2 c \rho (T_{nl} - T_0)^2}. \quad (5)$$

$$t_{icn} = \frac{q^2}{4\pi\delta^2 V \lambda c \rho (T_{nl} - T_0)^2}, \quad (6)$$

Таким чином після 5-ти кільцевих проходів при наплавленні поверхні тонкостінного тіла обертання змінилися – збільшились всі параметри зварювальної ванни. Це пояснюється тим, що під час першого кільцевого проходу температура по траєкторії подальшого наплавлення почала зростати і кожен наступний валик наплавляється на вже підігріту поверхню тіла.

Результати проведеного моделювання теплових умов наплавлення тонкостінних циліндричних тіл показали, що незалежно від режиму наплавлення або діаметра чи

товщини стінки циліндра, що наплавляють розміри ванни при збільшенні числа кільцевих проходів зростають до закінчення періоду теплонасичення і досягнення граничного теплового стану.

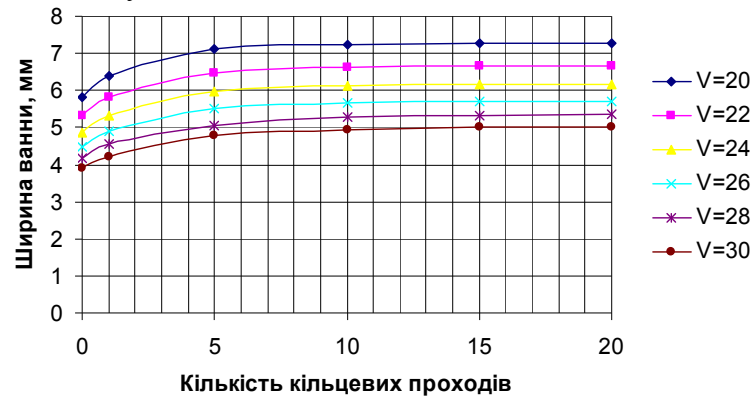


Рис. 2. Залежність ширини ванни від кількості кільцевих проходів для циліндричного виробу діаметром 150 мм, товщиною стінки 6 мм. Режим $I = 175A$, $U = 19V$

Щоб нівелювати негативний вплив підвищення температури тіла, а фактично, супутнього підігріву та унеможливити значне збільшення розмірів зварювальної ванни і валика необхідно по мірі нагріву тіла, що наплавляють, збільшувати швидкість наплавлення, оскільки це є найбільш простим з конструктивної і технологічної точки зору.

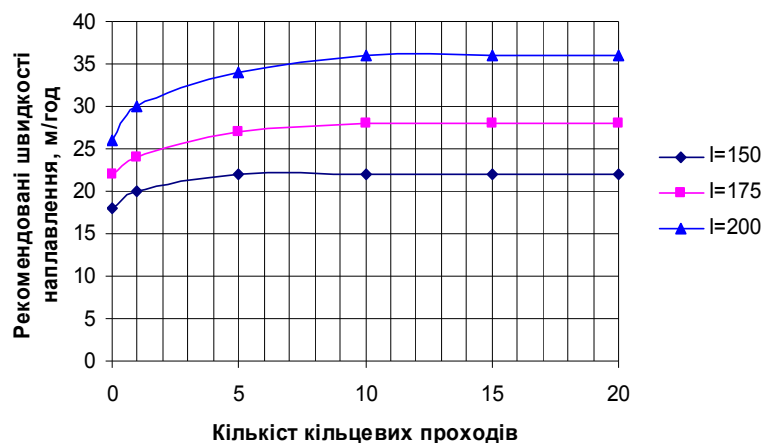


Рис. 3. Зміна швидкості наплавлення в залежності від струму та кількості кільцевих проходів для циліндричного виробу діаметром 150 мм, товщиною стінки 6 мм. при $B = \text{const} = 5-5,5 \text{ мм}$

Отримані дані наочно показують, що із збільшенням сили струму швидкість наплавлення необхідно збільшувати. При цьому, підвищення швидкості наплавлення повинно бути пропорційним зростанню розмірів ванни. В свою чергу, розміри ванни залежить від параметрів режиму, розмірів, інших технологічних чинників.

Література

1. Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке, М., 1951
2. Теория сварочных процессов: Учебник для ВУЗов по спец. «Оборудование и технология сварочн. производства». Под редакцией Фролова В.В. – М.: Высшая школа, 1988. – 559с
3. Фрумин И.И. Автоматическая электродуговая наплавка. – Харьков: Metallurgizdat, 1961. – 422с.

УДК 621.793.7

А.В. Чорний, кандидат технічних наук

В.Ю. Ковальчук, магістр

І.В. Смирнов, доктор технічних наук

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ГОРІННЯ ДУГИ ПЛАЗМОТРОНУ З ВИНЕСЕНИМ АНОДОМ

Національний технічний університет України "КПІ", black803@mail.ru, gureg33@gmail.com,
smirnovigor2012@gmail.com

Проведено аналіз впливу магнітного поля на умови горіння дуги при роботі плазмотрону з винесеним анодом. Досліджено стабільність горіння дуги на основі аналізу осцилограм напруги на дузі в залежності від дії магнітного поля та встановлено його вплив на зменшення діаметру дуги. Представлено розподіл індукції магнітного поля котушки в зоні горіння плазмової дуги.

На сьогоднішній день плазмотрони є одним з найбільш поширених пристроїв для нанесення різних типів газотермічних покриттів. Відомі різні типи плазмотронів, що розрізняються видом споживаної електричної енергії, принципами стабілізації електричного розряду (стінками каналу, потоком газу, магнітним полем і т. д.), режимом витікання (ламінальний, турбулентний) та інші [1].

Особливе місце серед плазмотронів займають електродугові генератори постійного струму з ламинарним характером витікання плазми. Подібні плазмотрони відрізняються, як правило, високою стабільністю роботи, збереженням заданого складу плазми і наявністю локального термічного впливу. Так в роботах [2, 3] наведені результати дослідження теплових та електричних характеристик ламинарного плазмотрону потужністю до 3 кВт. Особливістю конструкції даного плазмотрону є частково винесена дуга. Відкрита дуга, має нестійке положення в просторі, що викликається пульсаціями потоку і електричними пробоями між окремими ділянками дуги [4]. Вирішити дану проблему, для даної конструкції плазмотрону, можливо шляхом накладання додаткового магнітного поля на дугу, що дозволить прив'язати дугу в місці горіння, зменшити її діаметр і як результати покращити фокусування потоку [5].

Тому для вирішення поставлених задач було розроблено плазмотрон з винесеною дугою для отримання ламинарного струменя плазми при потужності (≈ 5 кВт) з можливістю накладання магнітного поля. За основу був взятий універсальний плазмотрон для зварювання та наплавлення ПС- 3 [6], який серійно випускається у складі установки для плазмового зварювання і наплавлення типу УПНС - 304.

Для дослідження стабільності горіння дуги плазмотрону в залежності від зміни параметрів подачі газу, струму дуги і типу винесеного аноду використовувався цифровий осцилограф. Дослідження осцилограм напруги на дузі проводилися протягом 1 сек. після виходу на стабільний режим горіння дуги. Ділянки осцилограм напруги на дузі впродовж 5 мс наведено на рис. 1.

За результатами досліджень проведена обробка осцилограм напруги на дузі. На осцилограмі підраховувалася сумарна кількість пульсацій за певний період часу 300 мс. Аналіз даних показав, що при накладанні магнітного поля постійної дії кількість пульсацій зменшилася на 20-30%. Данна поведінка дуги пояснюється додатковим її обжиманням магнітним полем та прив'язкою на аноді.

Дослідження впливу дії постійного магнітного поля на діаметр плазмового струменя при витратах плазмоутворювального газу $0,2 \text{ м}^3/\text{год}$ та силі струму 80 А показало його зменшення на 15-20%.

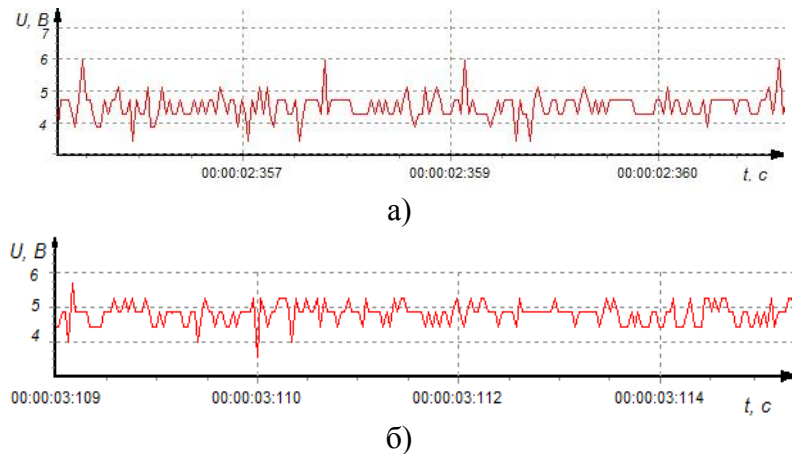


Рис. 1. Осцилограми напруги на дузі: а) без магнітної стабілізації дуги; б) з магнітною стабілізацією дуги.

Розподіл індукції постійного магнітного поля котушки в зоні горіння дуги представлено на рис. 2.

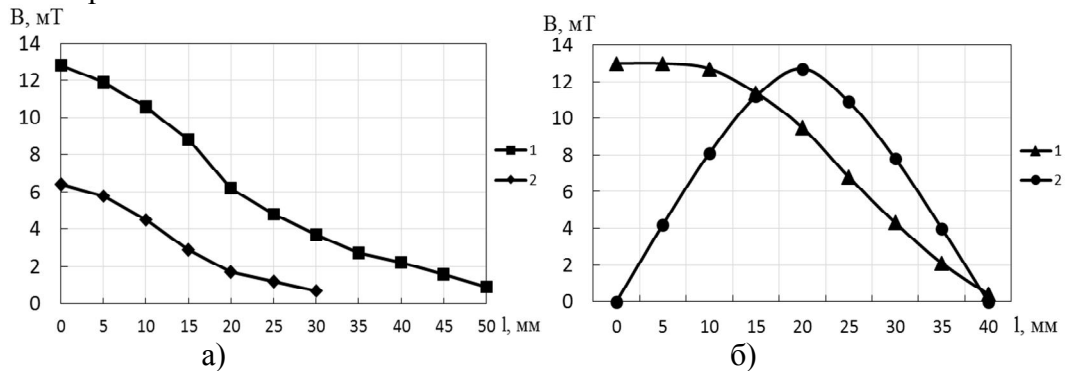


Рис. 2. Залежність аксіальної (1) та радіальної складової (2) електромагнітної індукції від дистанції вздовж плазмового струменя (а), та на відстані 2 мм від електромагнітної котушки (б).

Отримані дані дозволяють оптимізувати роботу плазмотрону з точки зору зниження пульсацій частково винесеної дуги на 20-30%, при накладанні постійного магнітного поля. Це забезпечує додаткове обжимання та прив'язування дуги на аноді, як результат підвищення її стабільності горіння.

Література

1. Кудин В. В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование/ В. В. Кудин, Г. В. Бобров. – М.: Металлургия, 1992. – 432 с.
2. Пат. Украины 1848 В23К10/00 Плазмотрон для напыления покрытий / Ю. С. Борисов, С. Г. Войнарович, А. А. Фомакин, К. А. Ющенко.– Оpubл. 16.06.2003, Бюл.№6.
3. Борисов Ю. С. Особенности процесса микроплазменного напыления с использованием проволочных материалов/ Борисов Ю. С., Кислица А. Н., Войнарович С. Г.// Автомат. сварка.– 2006. – №4.– С. 26–31.
4. Даутов Г.Ю. Плазмотроны со стабилизированными электрическими дугами /Даутов Г.Ю., Дзюба В.Л., Карп. И.Н. – К.: Наук. думка, 1984.
5. Коротеев А.С. Электродуговые плазмотроны/ А.С. Кортеев. – М.: Машиностроение, 1980.- 174 с.
6. Ермаков С. А. Напыление порошковых материалов универсальными плазмотронами с межэлектродными вставками// Порошковые, композиционные и текстурированные материалы / Ермаков С. А., Соснин Н. А., Тополянский П. А. Сборник научных трудов ЛПИ. – 1986. – № 417. – С. 99–102.

УДК 621.791.052.2

**М.В. Могильницький, викл., М.М. Корзаченко, викл.
І.О. Прибителько, канд. техн. наук, Т.Р. Гансєв, канд. техн. наук
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ АРМАТУРИ ТА ЗАКЛАДНИХ
ДЕТАЛЕЙ НА МІЦНІСТЬ**

Чернігівський державний інститут економіки і управління
Чернігівський національний технологічний університет

Розглянуто вплив процесу зварювання арматурних елементів на міцність будівельних конструкцій

Одним з основних показників якості будівельних конструкцій є зварні вузли стержневої арматури, придатність яких досить важко контролювати. Арматура на даний час широко використовується в будівництві – це і каркаси несучих систем залізобетонних конструкцій, і арматурні сітки в кам'яних конструкціях, і закріплення ґрунтів та багато іншого. Будівельна арматура застосовується в найбільш відповідальних будівельних конструкціях, тому її характеристики повинні бути незмінно високими, а при зварюванні - забезпечено міцність стиків.

Міцність зварних вузлів стержневої арматури, яка залежить від якості зварювання, неможливо проконтролювати під час процесу зварювання. Тому метою даної роботи є встановлення відповідності та надійності зварних з'єднань арматурних стержнів будівельних конструкцій.

В якості методу контролю зварних з'єднань було обрано руйнівний метод, а саме - механічні випробування контрольних зразків на розрив. Було проведено дослідження зварних з'єднань арматури на розтяг за допомогою спеціалізованої машини для статичних випробувань металів УММ-200 [1].

Міцність зварних з'єднань контролювали шляхом випробувань до руйнування контрольних зразків. Дослідження були проведені у відповідності до діючих нормативних документів [2]. Під час випробування зварних з'єднань арматури визначалися: руйнівні зусилля P (кгс), напруження σ (кгс/мм²) та визначалися відповідні коефіцієнти для встановлення достатньої міцності і придатності арматури до використання в будівельних конструкціях [1].

В результаті проведення експериментальної частини було проведено випробування 70 стержнів з 24 партій. Діаметр арматури від 24 до 40 мм з арматурної сталі касу АІІ.

З двадцяти чотирьох партій – дев'ять не відповідають вимогам міцності (це становить 38%), в більшості досліджених зразків розрив відбувався не по арматурі, а по шву.

Таким чином можна зробити висновки, що однією з причин розриву арматурної сталі по зварювальному шву є його неякісне виконання, тому зварюванню арматурних стержнів потрібно приділяти значно більше уваги.

З іншої сторони можливою причиною є явище знеміцнення сталі [3]. Для запобігання процесу знеміцнення, зварні шви рекомендується виконувати ручним дуговим зварюванням електродами малих діаметрів. При цьому необхідно жорстко контролювати кількість тепла, що вводиться у виріб (зварюванням на малих токах) [3].

Список літературних джерел

1. Чвертко Є. П. Моніторинг процесу контактного стикового зварювання оплавленням. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.06 – Зварювання та споріднені процеси і технології. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», МОНМС України, Київ – 2011 р.
2. ДСТУ 3760-2006 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. – ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України, Київ. – 2007. 27 с.
3. О. Карташова, С. Хропко, Э. Меннанов Прочность сварных соединений арматурного класса А500С. –Актуальные проблемы архитектуры, строительства и энергосбережения, Выпуск 4,

Национальная академия природоохранного и курортного строительства, – Симферополь, 2012.

СЕКЦІЯ 4

«ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК004.042:658.512

О.І. Аладько, студ. гр. МТМ-091

О.М. Чередніков, к.т.н., проф.

О.О. Борисов, асист.

СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ В ПРОГРАМІ EXCEL

Чернігівський національний технологічний університет

У процесі розробки та підготовки до випуску нової продукції інженеру доводиться мати справу із створенням та заповненням великої кількості конструкторських технологічних документів. Більшість із цих документів є типовими, а їх форма встановлена стандартами ДСТУ та ГОСТ. Ці документи містять велику кількість інформації, яка подається у вигляді чисельних та літерних даних, встановлених стандартами. У такому вигляді інформацію важко сприймати, а це ускладнює та сповільнює процес створення та заповнення документів.

Для створення шаблонів основних технологічних документів використовуються можливості програми Excel [1]. Вибір цієї програми можна пояснити тим, що основні види технологічних документів, що використовуються у студентських роботах та на виробництві, мають вигляд таблиць.

Було створено документ в Excel, який містить аркуші із таблицями-заготовками технологічних документів. У шаблоні технологічної документації є п'ять аркушів з якими студент буде працювати. Перехід між аркушами можна здійснювати за допомогою ярличків, що містяться внизу робочого аркуша Excel. Назви ярличків відповідають скороченим назвам основних технологічних документів: ТЛ – титульний лист, МК – маршрутна карта, ОК – операційна карта, KE – карта ескізів. Єдиним доповненням тут є аркуш «Форма», який не входить у основний комплект.

Роботу із шаблоном доцільно почати з аркуша «Форма» (рис. 1).

	A	B	C	D	E
1	Назва підприємства	ЧНТУ			
2	Позначення виробу	РГР.РВДМ.09502025			
3	Номер документу вищого порядку	РГР.РВДМ.095020257			
4	Загальна кількість сторінок	8			
5	Розробив	П.Б.			
6	Перевірів	П.Б.			

Рис. 1. Аркуш «Форма» у шаблоні Excel

На даному аркуші розміщуються поля для заповнення даних, що повторюються на кожному із технологічних документів. Тобто, якщо заповнити певне поле на аркуші «Форма», то дані, що були записані, автоматично потраплять у відповідні чарунки аркушів ТЛ, МК, ОК, KE. Для полегшення заповнення форми до чарунок було додано пояснення, які викликаються, якщо навести курсор миші на відповідну чарунку.

1	Міністерство освіти і науки України	
2	Чернігівський національний технологічний університет	
3	Кафедра технології машинобудування і деревообробки	
4	КОМПЛЕКТ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ на технологічний процес	
5	Виконав	
6	студент гр.	
7	ІНГЕ №	П.Б.
8	Коробок	П.Б.
9	ТА	Титульний аркуш
10		Червень 2016

Рис. 2. Загальний вигляд аркуша «Титульний аркуш»

Титульний лист (рис.2) є першим аркушем основної технологічної документації.

Після заповнення аркуша «Форма» деякі поля Титульного аркуша будуть вже містити необхідні дані. Вручну необхідно заповнити поля 1 і 2. У полі «1» треба вказати назви відомства, підприємства та підрозділу, якщо потрібно, а у полі «2» вказується назва процесу, до якого відноситься даний комплект технологічної документації. Чарунки «Титульного аркуша», в які необхідно заносити дані містять підказки, що полегшить роботу

студента.

Починаючи з Маршрутної карти таблиці основних технологічних документів мають розгалужену структуру і орієнтуватися в них може бути дуже складно. Тут міститься близько 70 чарунок і запам'ятати призначення кожної з них дуже складно, а ще складніше вибрати необхідні дані. Так як комплект документів оформлюється на кожну операцію обробки деталі, то ця задача є дуже важкою.

На рисунку 3 зображено вигляд «Маршрутної карти» у шаблоні, а цифрами 1-3 позначено групи чарунок даного аркуша.

ABCEDEFGHIJKLMNOPQRSTU VWXYZAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAABBBB888																														

Рис. 3. Аркуш «Маршрутна карта» шаблону

Чарунки першої групи, що відносяться до штампу, заповнюються автоматично із аркуша «Форма», тобто не потрібно повторно вводити одні й ті ж дані. Чарунки другої групи містять велику кількість інформації, тому для роботи з цією групою даних у шаблоні передбачено підказки до вмісту. Окрім того тут міститься велика кількість

інформації, що є стандартизованою (різноманітні коди та позначення).

Одиниці виміру величин	об
	796

Рис. 4. Функції підказок у шаблоні

Інформацію про стандартизовані дані було занесено до файлів, які входять у комплект до шаблону Excel. Чарунки, які містять додаткову інформацію відрізняються від інших синім кольором тексту (рис. 4). Щоб скористатися цими даними потрібно лівою кнопкою миші натиснути на текст чарунки, після чого відкриється відповідний файл.

Чарунки, в яких описується маршрут обробки, не містять стандартизованих даних і заповнюються у відповідності до технологічного процесу.

[illegible]

Рис. 6. Аркуш «Карта ескізів» у шаблоні

За структурою аркуш «Операційна карта» (рис. 5) майже не відрізняється від «Маршрутної карти». Всі функції, які полегшують заповнення документації, так само доступні і на даному аркуші. Процес заповнення даного аркуша буде аналогічним до попереднього.

Excel

Карта ескізів (рис. 6) близька за своїм змістом до креслення, тому що містить ескізи, схеми та таблиці, що пояснюють технологічний процес.

Більшу частину аркуша займає порожнє робоче поле для розміщення зображень. У верхній частині знаходиться група чарунок, які містять загальну інформацію про технологічну документацію (деякі дані будуть занесені автоматично з аркуша «Форма»).

Інформація про виконавця та того хто перевіряє заноситься автоматично. Так само як і на попередніх аркушах у чарунках містяться підказки.

В основному, ескізи підготовлюються у програмах Компас-3D та Solidworks. Є два варіанти розміщення ескізів – вставка ескізу у вигляді рисунка і у вигляді об'єкта.

Після завершення роботи з шаблоном необхідно зберегти документ із відповідною назвою.

При розробці документів в програмі Excel, основними проблемами були правильна послідовність заповнення аркушів, збір початкових даних для заповнення документації, та зміна інформації даних протягом заповнення. Тому для вирішення цих проблем була запропонована розробка схеми інформаційних потоків технологічної документації.

В нашому випадку розглядається інформаційний потік як стабільний рух інформації, спрямований від джерела інформації до отримувача, визначений функціональними зв'язками між ними. Тобто, це інформація, що розглядається в процесі її руху в просторі та часі в певному напрямку.

Вимірюється інформаційний потік кількістю обробленої або переданої інформації за одиницю часу. Інформаційний потік ґрунтується на переміщенні паперових або електронних документів. Залежно від цього, він може вимірюватися або кількістю оброблених і переданих одиниць паперових документів або сумарною кількістю документорядків у цих документах, або кількістю інформації (біт), яка міститься в тому чи іншому повідомленні.

Було побудовано схему інформаційних потоків технологічної документації, в якій показано виявлені інформаційні потоки, що рухаються через певні етапи у напрямку свого призначення. Схему інформаційних потоків зображено на рисунку 7.

Із усіх видів технологічної документації були обрані ті документи, що використовуються у кваліфікаційних роботах студентів, а саме – титульний аркуш, маршрутна карта, операційна карта, карта ескізів [3]. Також було залучено додаткові інформаційні джерела, які включали технічне завдання, довідники, кресленики, програмне забезпечення CAD, ГОСТи та класифікатори.

Для зображення інформаційних потоків використовуються схеми у вигляді блоків, що з'єднані стрілочками. Блоки відображають інформацію про етапи, через які проходить інформаційний потік, а стрілочки показують напрям і вміст потоків.

Для пояснення схеми інформаційних потоків розглянемо рух інформаційного потоку "Маса деталі (МД)". Він починається з етапу "Технічне завдання", звідки береться інформація про марку матеріалу та бажану форму деталі. Далі на етапі "Програмне забезпечення CAD" відбувається побудова моделі деталі та встановлення її остаточної форми та розмірів, на основі яких відбувається визначення маси за допомогою вбудованих можливостей CAD програм. Потім інформаційний потік рухається до "Кресленика" заданої деталі. Маршрутна карта створюється на основі кресленика, тому наступним етапом у русі потоку буде "Маршрутна карта". Далі інформаційний потік "МД" потрапляє на етап "Операційна карта", який є завершальним.

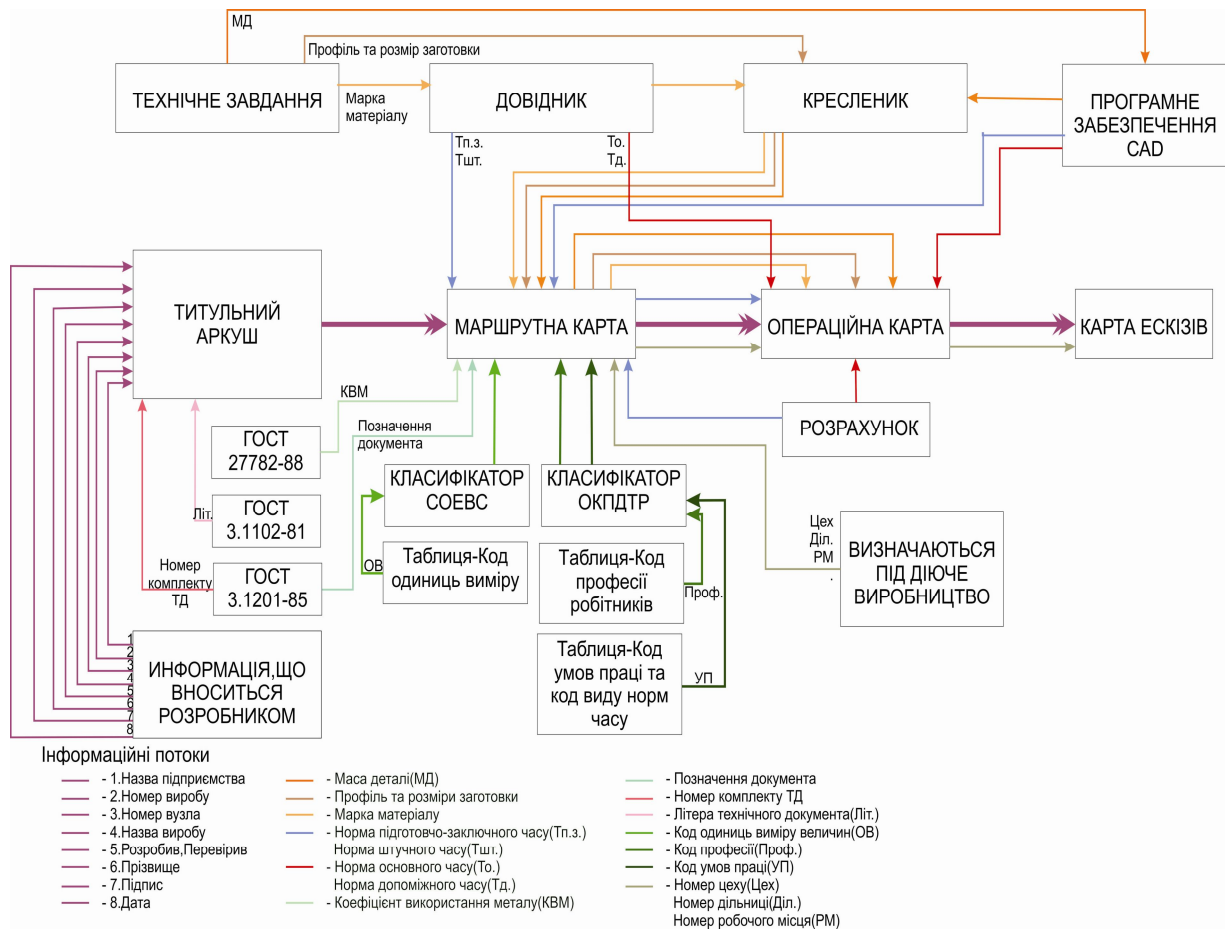


Рис.7. Схема інформаційних потоків технологічної документації на стадії конструкторсько-технологічного підготовки виробництва

В якості підсумку можна сказати, що дослідження інформаційних потоків при заповненні технологічної документації і побудова схем даних потоків дає можливість зорієнтуватися у переліку необхідних початкових даних та вибрати правильну послідовність заповнення. Тобто виявлення інформаційних потоків при роботі із технологічною документацією полегшить роботу студентам при виконанні кваліфікаційних робіт.

Список літературних джерел:

1. Гужва В.М. Інформаційні системи і технології на підприємствах: Навч. посібник. – К.КНЕУ, 2001. – 400 с.
2. Бондаренко С.Г. Основи технологічного менеджменту. – Чернівці: ПП "АГРОС", 2001. – 255 с.
3. Юрчишин І.І. та ін. Технологія машинобудування: Посібник для виконання кваліфікаційних робіт: Навч. посібник / За ред. І.І. Юрчишина. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

УДК 004.896:629.3.081.4

М.В. Двоєглазова, канд. техн. наук

АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПІДПРИЄМСТВА ТА ПРОЕКТІВ

Чернігівський національний технологічний університет, marinita_1905@mail.ru

Встановлено, що розробка і ефективна реалізація проекту залежить від взаємодії інформаційних систем підприємства та проекту в єдину інформаційну систему для найбільш ефективного використання інформаційних ресурсів.

Інформаційні системи (ІС) являють собою широкий перелік програмного забезпечення, що використовується підприємством для автоматизації роботи. Оскільки обсяги оброблюваної інформації постійно збільшуються, то на підприємстві існує необхідність створення інформаційної системи. Така система є продуктом, що містить в собі різноманітні сучасні технології доступу, накопичення, обробки даних, роботи в мережі, тощо. В ході виконання кількох проектів на підприємстві кількість інформації збільшується. Тому необхідна інтеграція інформаційних систем підприємства та проекту в єдину інформаційну систему для найбільш ефективного використання інформаційних ресурсів [1].

Інформаційні системи підприємства та проекту мають взаємний вплив одне на одне. З одного боку інформаційні системи проекту повинні приєднуватися до підприємства з метою забезпечення необхідною інформацією працівників підприємства. З іншого боку підприємство повинно бути відкритим для впливу інформаційних систем для отримання вигоди від нових технологій.

Варто розуміти, що інформаційні системи можуть змінювати життя на підприємстві. Тому менеджери проектів не можуть успішно проектувати нові системи або керувати існуючими системами без розуміння діяльності підприємства.

Необхідно відмітити, що розробка і реалізація проекту неможлива без тісного взаємозв'язку з промисловою організацією або комплексом реалізації проекту. В цьому випадку від швидкості та якості взаємодії двох систем в єдине ціле багато в чому залежить ефективність реалізації всього проекту. В умовах комплексної інформатизації та автоматизації процесів управління промисловою організацією це питання стає особливо актуальним [2].

Процес об'єднання інформаційних систем в єдиний інформаційний простір, який дає можливість швидко і якісно реалізовувати проект є дуже важливою задачею. При цьому таке об'єднання повинно здійснюватися на основі відомих принципів побудови інформаційних систем і принципу синергізму, який виникає при об'єднанні двох або більше близьких стратегічних ініціатив [3].

Розглянемо вплив інформаційних систем на підприємство, а також вплив підприємства на інформаційні системи. На взаємодію між інформаційними системами підприємства та проекту впливає велика кількість факторів, включаючи організаційну структуру підприємства, стандартну техніку експлуатації, політику, культуру, навколишнє середовище та управлінські рішення (рис. 1.1).

З економічної точки зору інформаційні технології (ІТ) можна розглядати як засоби виробництва, які можуть замінювати капітал та робочу силу. Оскільки вартість ІТ зменшується, вони замінюють робочу силу, вартість якої історично збільшується. Як наслідок, в мікроекономічній теорії ІТ повинні привести до зменшення кількості менеджерів та працівників, оскільки ІТ замінюють їх. Інформаційні технології впливають на вартість проектів підприємств, тому що вони значно зменшують

операційні витрати.

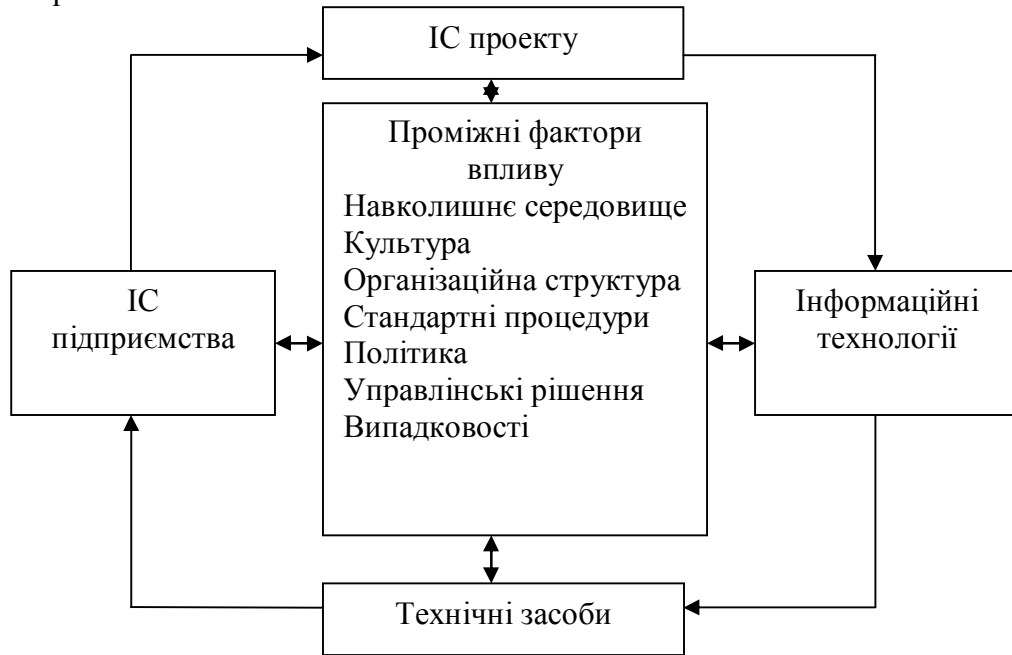


Рис. 1. Взаємозв'язок між інформаційними підсистемами в організаціях

В теперішній час такі ІТ, як електронна пошта, Інтернет, відеоконференції дозволяють координувати виконання проектів, що реалізуються на географічно іншій території від підприємства. Інформаційні системи з мережевою структурою дозволяють підприємствам координувати їх географічно розподілені підрозділи як віртуальні корпорації. Віртуальні компанії використовують мережі з метою об'єднання людей, майна та послуг, поєднуючи з постачальниками та клієнтами, створюючи та розподіляючи нові вироби та послуги. Інформаційні системи з мережевою структурою дозволяють підприємствам з'єднуватися для забезпечення виробництва товарів та послуг.

Область дії інформаційних систем поступово збільшується. Це зумовлено взаємозалежністю ділової стратегії, правилами та процедурами, з одного боку, та інформаційним програмним забезпеченням систем, обладнанням, базами даних та передачею даних – з іншого боку.

Зміни в будь-якому з цих компонентів вимагають змін інших компонентів. Цей взаємозв'язок стає критичним, коли планується управління проектами підприємства на перспективу.

Список літературних джерел:

1. Абрамов В.В. Механизмы интеграции систем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fetmag.mrsu.ru/2010-2/pdf/Integration.pdf>.
2. Барановская, Т.П. Информационные системы и технологии в экономике / Т.П. Барановская. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
3. Двоєглазова М.В. Управління процесами взаємодії двох інформаційних систем / М.В. Двоєглазова // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія Технічні науки: зб. наукових праць. – Чернігів, 2011. - №3 (51). – С. 201-207.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В АСУ

Національний авіаційний університет, vov_l@mail.ru
 Чернігівський національний технологічний університет, cheshirckay@gmail.com

Одним із ефективних напрямків удосконалення управління підприємством є розробка і впровадження сучасних інформаційно-управляючих систем із необхідними засобами обробки інформації.

Структура і параметри інформаційно-обчислювальних процесів в значній мірі залежить від організаційних рішень, визначаючих розподіл програм і даних а також інформаційний обмін в процесі її функціонування.

Сучасні інформаційні технології призводять до функціональних і організаційних змін у роботі промислових підприємств. Автоматизація функцій управління оптимізує інформаційні потоки, скорочує кількість структурних підрозділів.

Вирішення задач в системі АСУ зв'язано із переробкою великої кількості постійної і змінної інформації програмними модулями. Потужність вхідного інформаційного потоку досягає до двох і більше мільйонів байт в місяць. У зв'язку з чим в основу розробки АСУ покладені деякі спеціальні принципи, забезпечуючи найкращу організацію збору, формування, передачі, прийому, обробки і аналізу інформації, визначення варіантів вирішення, прийняття і передачі прийнятого рішення. До цих задач відноситься: автоматизація збору інформації, мінімізація об'єму інформації, централізація обробки і зберігання інформації, необхідної для оперативного управління промисловим підприємством.

Для збільшення надійності роботи вузлів мережі, захисту інформації від спотворення і порушення цілісності передбачено можливість примусового розподілу задач по вузлам мережі і відновлювальне резервування інформаційних ресурсів.

Пропонується наступна математична модель, яка дозволить оптимізувати інформаційно-обчислювальні процеси на рівні мережі.

Розглянемо комп'ютерну систему АСУ промислового підприємства в якій міститься L комп'ютерів і іншого обчислювального устаткування. В даній мережі працює w станцій і виконується на них N задач. Кожну n -ну задачу можна розділити на $I_n = (n = 1, 2, \dots, N)$ програмних модулів. Порядок вирішення задачі можна представити у формі направленої графа (рис.1).

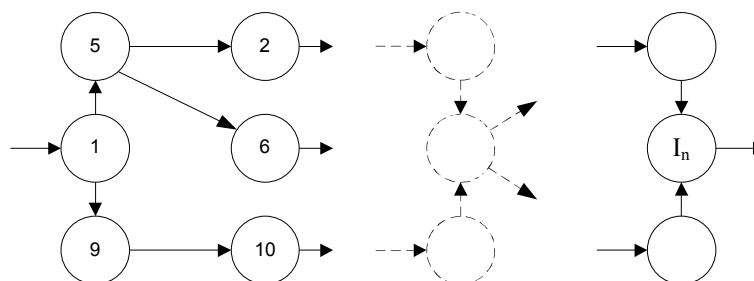


Рис. 1 Порядок вирішення n -ї задачі

Вершинами графа являються програмні модулі вирішення задачі, а дуги - зв'язки між ними (інформаційні потоки). Граф вирішення n -ї задачі можна представити у формі матриці зв'язності:

$$\psi_n = \|\psi_{nij}\|, n = 1, 2, \dots, N; I = 1, 2, \dots, I_n; j = 1, 2, \dots, I_n$$

Розподіл програмних модулів по мережі представимо у формі матриці:

$$X_n = \|x_{knj}\|,$$

$$\text{де } x_{knj} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } k - \text{й програмний модуль розташовується на } j - \text{му вузлі} \\ 0, \text{ в іншому випадку} \end{cases},$$

$$k = 1, 2, \dots, I_n; n = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, L.$$

Під час вирішення задачі h -м абонентом f -го вузла n -ї задачі ($h \in s_j; f = 1, 2, \dots, L; n = 1, 2, \dots, N$) в мережі циркулюють інформаційні потоки, значення яких:

$$\wedge_{h f j} = l_{h f n}^3 q_{h n j}^1 + \sum_{j=1}^L \sum_{m=2}^{M_{n-1}} \sum_{k \in B_{m-1}} \sum_{i \in B_m} l_{k i n}^0 \Psi_{n k i} q_{k i n j}^2 + l_{h f n}^p q_{h n j}^3 \rightarrow \min,$$

де

$$q_{h n j}^1 = \begin{cases} 1, \text{ якщо } x_{I_n j} = 1, h \notin s_j, \\ 0, \text{ якщо } x_{I_n j} = 1, h \in s_j; \end{cases}$$

$$q_{k i n j}^2 = \begin{cases} 0, \text{ якщо } x_{k n j} = 1, x_{i n j} = 1, \\ 1, \text{ в іншому випадку;} \end{cases}$$

$$q_{h n j}^3 = \begin{cases} 1, \text{ якщо } x_{I_n j} = 1, h \notin s_j, \\ 0, \text{ якщо } x_{I_n j} = 1, h \in s_j; \end{cases}$$

s_i - множина номерів абонентів в автоматизованих системах управління j -го вузла, $l_{h f n}^3$ - довжина запиту h -го абонента f -го вузла при вирішенні n -ї задачі, $l_{h f n}^p$ - довжина повідомлення яке містить результати вирішення n -ї задачі h -го абонента f -го вузла, $l_{k i n}^0$ - довжина інформаційного повідомлення, переданого від k -го програмного модуля до m -го програмного модуля при вирішенні n -ї задачі.

При чому значення циркулюючої інформації в комп'ютерній мережі промислового підприємства повинно бути мінімальним, тобто $\wedge_{h f j} \rightarrow \min$. Що дасть змогу зменшити навантаження на комп'ютерну мережу і систему обробки даних в цілому.

Література

1. Любченко В.В. Обработка информации в системе керування промисловим підприємством / В.В. Любченко // Авиационно-космическая техника и технология №7/104. Харьков – 2013 – С. 238-241.
2. Павленко П.М. Оптимальне управління в інформаційному середовищі автоматизованих систем. / П.М. Павленко // Вісник НАУ – №4 – 2005 – С27-29.
3. Борисов О.Н., Есиков О.В., Кислицын А.С. Математические модели оптимизации информационно-вычислительных процессов в автоматизированных системах управления радиотехническими средствами с распределенной обработкой информации. / О.Н. Борисов, О.В. Есиков, А.С. Кислицын // Радиотехника – №10 – С.29-34.
4. Табуров Д.Ю. Оптимизация вычислительных процессов в информационно-измерительных и управляющих системах гибких автоматизированных производств. / Д.Ю. Табуров // Вестник МГУПИ – №34 – 2011– С9-14.
5. Попов П.М. Организация автоматизированных систем подготовки авиационного производства / П.М. Попов // Ульяновск: УлГТУ – 2000 – 172с.

УДК 531

Ю.М. Ізбаш аспірант, М.О. Бивалькевич

СУЧАСНЕ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КООРДИНАТНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ МАШИН

Національний авіаційний університет, м. Київ

yulika.ua@gmail.com

Чернігівський національний технологічний університет

Було проаналізовано сучасне виробництво координатно-вимірювальних машин. Розглянуто світове виробництво координатно-вимірювальних машин. Проаналізовано реалізацію проблеми діагностування координатно-вимірювальних машин.

В умовах сучасного виробництва проблема його автоматизації постає як одна з важливих задач.

Впровадження координатно-вимірювальних машин (КВМ) в машинобудуванні, авіабудуванні, схемотехніці та інших високотехнологічних областях дозволяє контролювати партії деталей, проводить будь-які вимірювання в автоматичному режимі, а також забезпечує графічне представлення геометричних елементів і миттєвий вивід результатів. Одним із шляхів підтримки потрібного рівня надійності подібних пристроїв у процесі їх експлуатації чи зберігання являється контроль працездатності пристроїв та пошук несправностей в них. Важливе значення також має контроль у процесів виробництва складних пристроїв.

Незалежно від того, якими методами чи засобами повинен проводитися контроль (спеціалізованими чи універсальними, вбудованими чи зовнішніми засобами), завжди важливо мати якого менше затрат часу та пристроїв контролю. Ці затрати у першу чергу визначаються числом зовнішніх впливаючих факторів, що подаються на об'єкт у процесі контролю, та числом підлягаючих контролю параметрів об'єкта і послідовністю виконання окремих операцій контролю.

Неодмінна умова КВМ – точність, швидкість вимірювань, адаптованість до умов реального виробництва, простота в навчанні персоналу і експлуатації КВМ [1].

1. Типи КВМ.

Існують такі типи КВМ:

1. 3D-портальні.
2. Стійкові.
3. Шарнірно-з'єднувальні типу «Рука».
4. Шестиосьові на основі платформи Стюарта.
5. Фото- та рентгенографічні.
6. Лазерні далекоміри з об'ємним скануванням.

Світові виробники КВМ такі як Carl Zeiss IMT GmbH (м. Оберкохен, Німеччина) КВМ портального та стійкового типів. Лідером у виробництві мобільних КВМ являється фірма FARO Technologies Inc. (США). Наприклад, її модель Quantum FaroArm дозволяє проводити вимірювання з точністю $\pm 0,025$ мм, Gage Plus – 0,006 мм.. Серед вітчизняних виробників можна виділити ПП «СпецМаш», що виробляє 3-координатні вимірювальні машини [2].

2. Діагностування КВМ.

Через поширене використання КВМ постає проблема її експлуатації, постійному контролю, ремонту. Одним із шляхів, сприяючих підвищенню ефективності обслуговування і ремонту технологічного устаткування, являється його своєчасне діагностування.

Технічне діагностування призначене для встановлення і вивчення ознак, що характеризують наявність дефектів в КВМ, пристроях, вузлах і т.д., прогнозування можливих відхилень в режимах роботи та для розробки методів і засобів їх виявлення.

Кожний виріб характеризується визначеними вихідними параметрами – величинами, що визначають показники якості даного виробу. Вихідними параметрами КВМ можуть бути: показники точності позиціонування, механічні характеристики та характеристики міцності, кінематичні та динамічні параметри та інші. В період експлуатації КВМ вони можуть знаходитися у працездатному чи непрацездатному стані [1].

Діагностування КВМ включає наступні дії: збір даних про стан об'єкта діагностики; приймання інформації та її обробка; прийняття рішення про виконання наступних дій чи подальше використання машини на основі результатів оцінки.

Світовим лідером з реалізація задачі діагностування являється фірма Renishaw, Великобританія.

Пристрої фірми Renishaw для перевірки і калібрування пристроїв з підвищеними вимогами точності позиціонування [3]:

1. Лазерна вимірювальна система ML10 Gold Standard. Фірма рекомендує як самий кращий на сьогоднішній день прилад, що призначений для всебічної діагностики та налагоджування станків, КВМ та інших пристроїв з прецизійним позиціонуванням виконавчих вузлів.

2. Система QC10 ballbar признана більшістю основних міжнародних стандартів і тисячами користувачів по всьому світу кращим пристроєм для перевірки технічного стану на регулярній основі. Враховуючи, що встановлення та запуск цієї системи не складає ніяких тяжких затрат в роботі, QC10 ballbar цілком необхідно мати користувачам станків з ЧПП, компанія по обслуговуванню таких станків, а також станкобудівним підприємствам.

3. Пристрій для перевірки стану КВМ використовується для визначення точності об'ємних вимірювань КВМ. Ці пристрої проходять перевірки на відповідність вимогам американського національного інституту стандартів і технологій (Ref #731/23897-87), а також відповідають британському стандарту BS EN ISO 10360-2.

Продемонстровані прилади фірми Renishaw однозначно високотехнологічні і якісні, але вітчизняне виробництво економічно не в змозі придбати дані прилади. Тому необхідно обирати серед існуючих значно дешевших методів діагностування КВМ, що використовуються на виробництві, удосконалювати їх чи розробляти нові, що буде альтернативою приладів вище зазначеної фірми.

Серед вітчизняних методів запропоновано методи з використанням нейронних мереж, штучного інтелекту

Список літератури:

1. www.avtomaticus.ru.

2. Ф.И. Горбач, Координатно-измерительные машины: точность нового поколения //Металлообработка - №3, 2008, С. – 64 – 66.

3.http://indsol.ru/market/wupy_i_golovki_renishaw/.

УДК 621.396.662

Квасніков В. П. проф., д.т.н.;
Білан М. О.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ

Національний авіаційний університет
belan-mariya@mail.ru

Розглянуто методику оцінки достовірності контролю з урахуванням помилок першого та другого роду. Проаналізовано методи визначення ймовірності прийняття помилкових рішень та на їх основі розроблено алгоритм перевірки достовірності контролю. Запропоновано шляхи підвищення достовірності контролю за рахунок проведення його в дворівневий спосіб, що значно сприятиме покращенню показників якості та зменшенню ризиків виробництва.

Однією з обов'язкових складових системи контролю якості є контроль точності геометричних параметрів. Цей контроль виконується за допомогою зіставлення дійсних значень параметрів із встановленими вимогами. Якість процедури контролю характеризується достовірністю контролю, кількісною оцінкою якого є ймовірність того, що результат контролю відповідає дійсному стану об'єкта.

В якості оцінок достовірності контролю вводиться поняття ймовірності помилок 1-го і 2-го роду. Помилка 1-го роду виникає тоді, коли придатний виріб ідентифікується як непридатний, а помилка 2-го роду – навпаки виникає через те, що непридатний виріб ідентифікується як придатний [1]. Для оцінок помилок першого і другого роду необхідно знати число пропущених несправних виробів та число помилково забракованих справних виробів.

Відомо, що достовірність контролю повинна функціонально залежати від обсягу і точності вимірювання параметрів, легко обчислюватися і дозволяти досить просто вирішувати зворотну задачу – визначати обсяг контролю і необхідну точність вимірювання параметрів із заданою вірогідністю контролю [2]. Для розрахунку ймовірностей появи цих подій за існуючими методиками необхідно знати сумарну помилку вимірювань засобів вимірювальної техніки, які використовується для контролю, допустиме відхилення вимірюваного параметра, закон розподілу щільності ймовірності помилок вимірювання і щільність ймовірності контрольованого параметра [3].

Ймовірність прийняття помилкових рішень у цьому випадку представляється як

де P_K – ймовірність того, що об'єкт справний $\bar{C}$ (в нормі), а результат контролю негативний (непридатний $\bar{I}$); P_Y – ймовірність того, що об'єкт несправний C , а результат контролю позитивний (придатний I) [4].

Для аналізу вірогідності рекомендується використовувати елементарні події, які характеризують можливий істинний стан об'єкта та можливі результати контролю: C і $\bar{C}$; I і $\bar{I}$. Попарне поєднання цих елементарних подій створює складні події, які відповідають чотирьом ситуаціям при та складають повну групу подій:

$$C \cap I, C \cap \bar{I}, \bar{C} \cap I, \bar{C} \cap \bar{I}$$

– об'єкт придатний і результат контролю «придатний»;

– об'єкт придатний і результат контролю «непридатний»;

$\bar{C} \cap \{X(I) \cap (Z \in IT)\}$ – об'єкт не придатний і результат контролю «придатний»;

Таким чином, для виявлення помилкових рішень про справність виробів необхідно розглянути всі 4 варіанти прийняття помилкових рішень і на їх основі вичислити показники достовірності проведеного контролю. Щоб підвищити значення показника достовірності контролю, рекомендується проводити його у два рівні. У результаті такої перевірки можна експериментально оцінити значення помилково прийнятих рішень, що сприятиме покращенню показників якості та зменшенню ризиків виробництва.

1. Володарський Є.Т. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: навч. Посібник / Є. Т. Володарський, В. В. Кухарчук, В. О. Поджаренко, Г. Б. Сердюк – Вінниця: ВДТУ, 2001. –219с.

3. Бутенко В. И. Технологическое обеспечение конкурентоспособности изделий авиастроения (авторский курс) / Бутенко В. И. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – 295 с.

4. Мухин В.С. Расчет технологических размеров: учеб. пособие /Мухин В.С.– Уфа: УГАТУ, 2004. – 205с.
5. Розмірні зв'язки конструкцій і технологічних процесів: монографія / С.Г. Бондаренко, О.М. Чередніков; за заг. ред. С.Г. Бондаренка / – Чернігів: Черніг. держ. технол. ун-т., 2013. – 532 с.
6. ЕвлановЛ. Г.Контроль динамических систем / ЕвлановЛ. Г.–М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 197.–424 стр.

УДК531

В.П. Квасніков, проф., д.т.н.; Т.І. Гансва, аспірантка

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ДАТЧИКА ДЕФОРМАЦІЙ

НАУ, Київ, kvp@nau.edu.ua; ОДАТРЯ, Одеса, oc.odivt-taisiia@mail.ru

Розглянуто розрахунки датчика деформацій за наступною методикою. Для вимірювання деформацій використовуються малопродуктивні методи та способи вимірювань. Аналіз літератури та експериментальних досліджень засобів вимірювання показує, що відомі засоби і методи для вимірювання переміщень не задовольняють сучасним вимогам точності та швидкодії вимірювань. Тому постає необхідність розроблення вимірювальних методів та засобів, які здатні забезпечувати високу точність і швидкість в умовах вимірювання деформації у складних технічних системах.

Чутливість пружних елементів може змінюватися в широких межах через зміну конструктивних коефіцієнтів чутливості. Кожному фіксованому значенню конструктивного коефіцієнта чутливості відповідає своє значення чутливості пружного елемента. Значення ж конструктивного коефіцієнта чутливості визначається не тільки типом пружного елемента, але й тем, яка зона деформацій обрана в якості робочої, яка частина зони використовується в роботі, у якому місці пружного елемента вона розташована. Тому для визначеності доцільно конструктивний коефіцієнт чутливості вибирати рівним максимальному значенню його для відповідної зони. Це доцільно ще й тому, що при розрахунках простіше визначити максимальні значення напруг, які, визначають значення конструктивного коефіцієнта чутливості. Для ряду конструкцій пружних елементів (стрижень, балка рівного опору, циліндрична оболонка, напівсферична оболонка) значення конструктивного коефіцієнта не залежить від координати перетину. [1]

За конструктивний коефіцієнт чутливості приймемо максимальне його значення для даної зони деформацій. Для характеристики ж зміни цього коефіцієнта залежно від значення використовуваної в роботі зони деформацій і положення її на пружному елементі введемо коефіцієнт використання деформації.

Тоді функція перетворення «деформація — відносна зміна опори» може бути представлена в наступному виді:

$$\varepsilon_R = C S \varepsilon, \quad (1)$$

де ε_R - відносна зміна опору тензорезистора; ε - відносна деформація зони пружного елемента; S - коефіцієнт тензочутливості; C - коефіцієнт використання деформації.

Коефіцієнт використання деформації показує, яка частка максимальних деформацій зони використовується надалі в перетворенні. Оскільки використовувана в роботі деформація прямо пропорційна чутливості (конструктивному коефіцієнту), тоді коефіцієнт використання деформації може бути розраховано, як відношення середніх чутливостей (середніх коефіцієнтів чутливості) до максимальної чутливості (максимальному конструктивному коефіцієнту):

$$C = \varepsilon_{cp} / \varepsilon_{\max} = S_{cp} / S_{\max} = B_{cp} / B_{\max}, \quad (2)$$

де ε , S , B – використовувана в роботі (робоча) відносна деформація, чутливість і конструктивний коефіцієнт пружного елемента, відповідні до робочої деформації;

$\varepsilon_{\max}$, $S_{\max}$, $B_{\max}$ – максимальні деформація, чутливість і конструктивний коефіцієнт розглянутої зони деформацій пружного елемента.

Для пружного елемента у вигляді мембрани, що перетворює тиск безпосередній у деформацію, маємо наступні величини коефіцієнтів C_z : при використанні радіальних деформацій $C_{z1} = 0,30$ і окружних – $C_{z2} = 0,23$.

Еквівалентний коефіцієнт деформацій є середнім значенням середніх конструктивних коефіцієнтів зон деформацій, використовуваних під установку тензорезисторів:

$$C = \frac{B_{1cp} + B_{2cp} + \dots + B_{ncp}}{n}, \quad (3)$$

де $B_{1cp}, B_{2cp}, \dots, B_{ncp}$ – середні конструктивні коефіцієнти зон деформацій пружного елемента;

n - число використовуваних у роботі пружного елемента зон.

Таким чином, як випливає з вираження $\varepsilon_{R_z} = n C_z S \varepsilon$, значення еквівалентного коефіцієнта деформації характеризує ефективність перетворення деформації пружним елементом. Найбільша ефективність перетворення виходить у того елемента, у якого величина C_z більше. Із цього погляду найбільш ефективною конструкцією є балка рівного опору вигину, затиснена одним кінцем, найменш ефективною — мембрана. Тому при проектуванні датчиків, коли мова йде про вибір пружного елемента або вибір зони деформацій, розрахунки еквівалентного коефіцієнта деформації є необхідним. [2]

Структурна схема датчика деформацій може бути представлено двома послідовно з'єднаними вимірювальними перетворювачами: тензорезистором і вимірювальним ланцюгом (рис. 1). Основними характеристиками цих перетворювачів є чутливості.

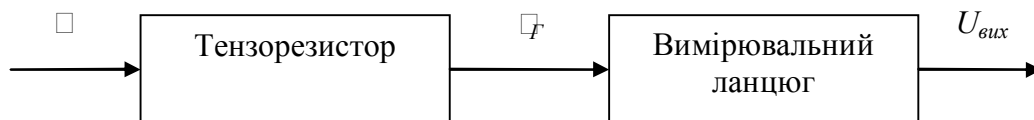


Рис.1. Структурна схема тензорезисторного датчика деформацій

Чутливість тензорезистора (коефіцієнт тензочутливості) завжди більше одиниці й визначається властивостями матеріалу тензорезистора й здатністю його при деформуванні змінювати геометричні розміри (довжину й перетин) і питомий опір. Його значення можна визначити по формулі

$$S = (1 + 2\mu) + m, \quad (4)$$

де μ - коефіцієнт Пуассона; m - відносна зміна питомого опору, викликане дією відносної деформації, рівний 1.[3]

Погрішність датчика деформацій визначається погрішністю тензорезистора й погрішністю вимірювального ланцюга. У погрішність тензорезистора входять наступні складові: повзучість, нестабільність, гістерезис, нелінійність, температурні погрішності нуля й чутливості, погрішність від розкиду коефіцієнта тензочутливості (тільки для неградуированих тензорезисторів). Основна погрішність тензорезистора δ_T звичайно лежить у межах 0,5-5% і залежить від типу тензорезистора й умов експлуатації. Основна погрішність вимірювального ланцюга може бути значно менше й обумовлена в основному стабільністю й точністю напруги живлення й елементів вимірювального ланцюга. Якщо її позначити через $\delta_{\text{Ц}}$, то формулу для розрахунків основної погрішності датчика деформацій можна представити в такий спосіб:

$$\delta = \sqrt{\delta_T^2 + \delta_{\text{Ц}}^2}. \quad (5)$$

Розрахунки датчика деформацій може бути проведений за наступною методикою.

1. По заданій у технічному завданні номінальній деформації $\varepsilon_{\text{ном}}$ і номінальному вихідному сигналу $U_{\text{вих}}$ визначають номінальну чутливість датчика деформацій

$$S_{\text{д ном}} = U_{\text{вих}} / \varepsilon_{\text{ном}} \quad (6)$$

Для датчика механічних напруг

$$\varepsilon_{\text{ном}} = \sigma_{\text{ном}} / E, \quad (7)$$

де $\sigma_{\text{ном}}$ - номінальна механічна напруга; E — модуль пружності матеріалу об'єкта виміру.

2. Відповідно до вимог технічного завдання вибирають схему вимірювального ланцюга.

3. По номінальній чутливості датчика й заданій напрузі живлення виконують розрахунки коефіцієнта тензочутливості, використовуючи співвідношення

$$S_{\text{д}} = U \frac{knC_z S}{(k+1)^2}. \quad (8)$$

4. За значенням коефіцієнта тензочутливості з урахуванням вимог технічного завдання вибирають тип тензорезистора.

5. Вибирають перетин тензочутливого матеріалу й припустимий струм живлення.

6. По заданій напрузі живлення й припустимому струму розраховують опір тензорезистора й за схемою вимірювального ланцюга вхідний і вихідний опору датчика.

7. По формулі $W = \frac{nt + \sqrt{n^2 t^2 + 4ntl}}{4nt}$ розраховують число витків тензорезистора й визначають геометричні розміри тензорезистора.

8. Якщо буде потреба виконують розрахунки компенсаційних опорів.

9. Визначають фактичну чутливість датчика й фактичний номінальний вихідний сигнал. Якщо буде потреба (для цілей уніфікації вихідного сигналу) змінюють напругу живлення датчика або вводять у ланцюг живлення додатковий опір.

10. По формулі $R_k = (R + 2R_{\text{д}}) / nC_z S \varepsilon$ розраховують калібрований опір.

11. Визначають основну погрішність датчика.

Фактична чутливість датчика (калібрований опір), основна погрішність, напруга живлення, вхідний і вихідний опору датчика є основними вихідними характеристиками датчика деформацій. [4]

Висновок

Динамічні властивості датчиків деформацій визначаються динамічними властивостями об'єкта виміру. Верхня гранична частота виміру деформацій досягає 100 кГц. Амплітудний діапазон датчиків деформацій визначається межею міцності тензочутливого матеріалу й становить для дротових тензорезисторів на паперовій основі, а також плівкових і фольгових тензорезисторів від 0,005-0,02 до 1,5-2%.

Список літератури

1. Ильинская Л. С., Подмарьков А. Н. Полупроводниковые тензодатчики. // Библиотека по автоматике. — М.-Л.: изд-во «Энергия». 1966. Вып. 189.
2. Аш Ж. Датчики измерительных систем: В 2 книгах/Аш Ж. [пер. с франц.]-М.: Мир, 1992.-480с.
3. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений: Справочное пособие / Б.С.Касаткин, А.Б.Кудрин, Л. М. Лобанов и др. Киев: Наукова думка, 1981. - 584 с.
4. Проектирование датчиков для измерения механических величин/Под ред. Е.П. Осадчего.-М.:Машиностроение, 1979.-480с., ил.

УДК 531.01

В.П. Квасников, проф., д.т.н. Михалко Н.В. аспирант

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РОБОТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ

НАУ, Київ, kvp@nau.edu.ua;

Предложено использование координатно-измерительных машин, позволяющих оперативно измерять геометрические параметры простых и сложных прецизионных деталей, исключать брак, используя постоянный контроль точности процесса обработки деталей, и своевременной его корректировки.

В мелкосерийном и среднесерийном производстве при частой сменяемости выпускаемых изделий широкое применение находят контрольно-измерительные машины: измерительные роботы и координатно-измерительные машины (КИМ). С их помощью автоматизируются процессы измерения и наладки в автоматизированных комплексах машиностроения.

Измерительные роботы – автоматические измерительные устройства, отличающиеся хорошими манипуляционными свойствами, высокими скоростями перемещений и измерений.

Измерительные роботы могут выполнять типовые контрольные операции: качественная оценка состава рабочей среды; установление присутствия определенных объектов, их счет, определение расположения, сортировка; оценка значения параметров деталей. Типовая структура измерительного робота показана на рисунке 1.

Измерительная головка 2 является одним из основных элементов КИМ, т.к. её погрешность непосредственно входит в результат измерения. Функциональные возможности измерительной головки во многом определяют функциональные возможности КИМ, классы поверхностей и объем параметров изделий, доступные для контроля. В КИМ используются различные типы измерительных головок в зависимости от встречающихся на практике метрологических задач. В любом случае измерительная головка дает первичную измерительную информацию, на основе которой определяются размеры детали. Эта информация может быть получена или в виде фактических координат точек проверяемой поверхности или в виде отклонений этих координат от заданных в определенном направлении.

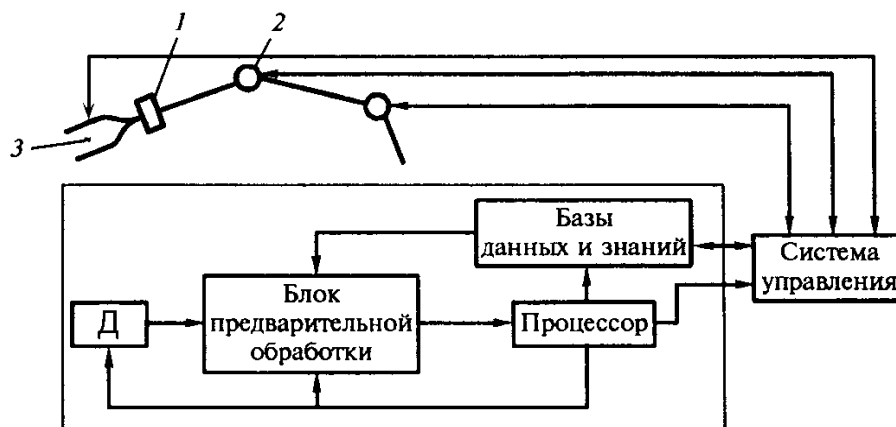


Рис. 1. Схема измерительного робота

Датчики 3 больших перемещений обеспечивают измерение перемещений измерительной головки 2 относительно измеряемой детали по пространственным координатам X,Y, Z. Автоматическое управление перемещениями измерительной

головки 2 в рабочем пространстве КИМ осуществляется от вычислительного управляющего устройства 6 с погрешностью позиционирования до 0,05 мкм. Связь вычислительно-управляющего устройства с приводами перемещения измерительной головки обеспечивается интерфейсом 4. Отображение результатов измерений обеспечивается блоком цифровой индикации координат 5 и печатающим устройством 7, которые позволяют оператору контролировать движение измерительной головки и выполнение программы, находясь непосредственно у измеряемой детали. КИМ может быть оснащена графопостроителем 8

Датчики d служат для определения вариаций измеряемых параметров в запыстье 1 и шарнире 2 захватного устройства 3. Область применения – механическая обработка, сборка, шлифовка, упаковка, а при использовании датчиков визуальной информации (телекамера) геометрическое распознавание внешней среды в двух- и трехмерном геометрическом пространстве и т.д.

Захватные устройства могут быть механическими, вакуумными, электромагнитными. Базы данных и знаний содержат информацию о последовательности действий, позициях и времени выполнения операций, набор возможных объектов, образцовых значений. Датчики d могут определять наличие объекта, его положение, регулировать усилие захватного устройства и т.д.

Измерительные роботы позволяют выполнять работы в труднодоступных (морское дно, космос и т.п.) и опасных для здоровья (запыление пространства, радиация, взрывоопасность и т.п.) местах, сократить утомительные операции и простои оборудования.

В более сложных робототехнических комплексах захватное устройство находит в строго фиксированных местах нужное измерительное средство и осуществляет качественную и количественную оценку параметров изделия.

Новые возможности для современного производства создают широкоуниверсальные, автоматические, достаточно гибкие средства контроля – координатные измерительные машины (КИМ). С их применением повышается точность и достоверность результатов измерения. Использование принципов оперативного и диалогового программирования дало возможность применения КИМ как универсального средства контроля в единичном и мелкосерийном производствах.

На рисунке 2 показана схема использования измерительного робота для сортировки проконтролированных изделий на размерные группы.

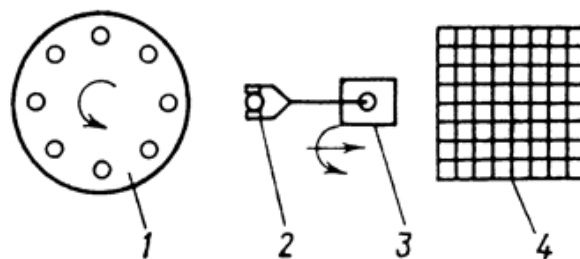


Рис. 2. Схема использования измерительного робота для сортировки проконтролированных изделий на размерные группы

Проконтролированные изделия подаются транспортным диском 1 в зоны захвата 2 робота 3. Система управления обеспечивает такие перемещения робота 3, при которых изделия сбрасываются в нужную ячейку приемника 4.

Конструкция робота показана на рисунке 3. После запуска робота от пульта управления 2 приводится в действие привод 13 продольного перемещения

манипулятора 10, который перемещается до тех пор, пока не сработает фотореле, состоящее из осветителя 4 и фоторезистора 3. Это фотореле по отражению света обнаруживает наличие детали между губками 5 и 7 захватного устройства манипулятора. По сигналу фотореле привод 13 отключается и включается привод 12 поперечного перемещения. Привод перемещает кисть захватного устройства до тех пор, пока деталь не окажется между губками 5 и 7 и не произойдет затемнения фотодиода фотореле 6. Затем включается привод 9 сжатия кисти и блок коммутации. Датчик 8 габаритных размеров захваченной детали через схемы сравнения вводит необходимые программы с координатами точек доставки детали. Для этой цели служат также датчик 1 продольного и датчик 11 поперечного положения манипулятора 10. Когда заданное положение кисти будет достигнуто, приводы отключаются, деталь освобождается, и цикл перемещения робота повторяется.

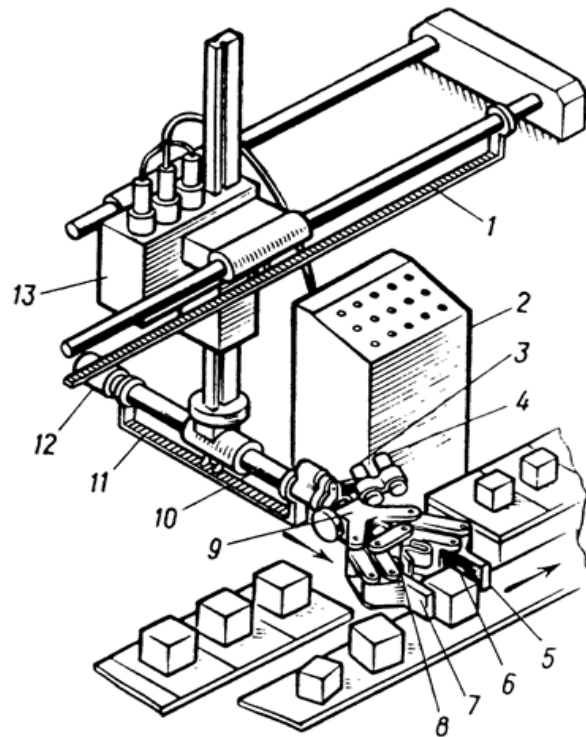


Рис. 3. Конструкция измерительного робота

Таким образом, использование КИМ позволяет оперативно измерять геометрические параметры простых и сложных прецизионных деталей, включая корпусные, измерение которых традиционными способами требует дорогостоящей специальной оснастки или измерение которых невозможно вообще; сокращать время на наладку обрабатывающих станков, центров и модулей за счет быстрого и достоверного контроля первых обработанных деталей из последующей партии; исключать брак, используя постоянный контроль точности процесса обработки деталей, и своевременно корректировать его.

Литература

1. Матюхин В.И. Сильная устойчивость движений механических систем // Известия вузов. Приборостроение.-1995.-№4.-С. 37-43.
2. Красовский Н.Н. Теория управления движением.-М.: Наука, 1968.-476 с.
3. Розмірні зв'язки конструкцій і технологічних процесів: монографія / С.Г. Бондаренко, О.М. Чередніков; за заг. ред. С.Г. Бондаренка / – Чернігів: Черніг. держ. технол. ун-т., 2013. – 532 с.
4. Дмитриев А.К., Мальцев П.А. Основы теории построения и контроля сложных систем.-Л.: Энергоатомиздат, 1988.-340 с.

УДК 629.05:621.317

В.П. Квасніков, проф., д.т.н.; **О.О. Шелуха**, аспірант

ВІЗУВАННЯ НАПРЯМКУ ТА СТАБІЛІЗАЦІЯ У СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

НАУ, Київ, kvp@nau.edu.ua; НАУ, Київ, alexztshell@gmail.com

Розглянуто сучасний стан розвитку складних технічних систем, а саме систем візування напрямку та стабілізації. Аналіз літературних джерел показує що відомі засоби і методи не задовольняють вимогам точності та швидкодії роботи складних технічних систем. Тому постає необхідність розробки та впровадження методів та засобів, що здатні забезпечувати більш високі характеристики точності та швидкості візування напрямку та стабілізації складних технічних систем в умовах дестабілізуючих впливів зовнішнього середовища.

В сучасному світі надзвичайними темпами розвиваються інформаційні технології та зростає швидкість цифрової обробки інформації. Відповідно зростають запити до технічних засобів, розвиток яких часом не встигає наздоганяти технологічні прориви засобів обробки інформації. Відповідно стан вітчизняного виробництва складних технічних систем (СТС) характеризується значним підвищенням вимог до точності, швидкодії та надійності систем візування напрямку та стабілізації, в тому числі при експлуатації в складних умовах. Також існує потреба у зниженні витрати часу та коштів на технічне обслуговування техніки.

В той же час, існуючі системи візування напрямку та стабілізації не можуть достатньо ефективно виконувати поставлені завдання. За досвідом використання найбільша частина недоліків СТС є наслідком використання малоефективних систем стабілізації.

Специфіка сучасного стану виробництва та модернізації СТС полягає у значній невідповідності досягнутого рівня інформаційних технологій, ефективності їх використання при розробці на машинобудівному підприємстві та випробуваннях в польових умовах.

Розробка перспективних технологій виробництва та модернізації СТС, у тому числі і інформаційних технологій, а також проведення перспективних розробок системи візування напрямку та стабілізації є запорукою збереження і зростання української частки ринку, відповідно - науково-виробничого потенціалу країни. Тому, є актуальною науково-технічною проблемою.

Серед основних завдань науковців щодо складних технічних систем є створення нових засобів та модернізація існуючих, що зазвичай є більш доцільним з економічних, технічних та матеріальних причин. До модернізації можуть бути віднесені такі показники як:

- збільшення швидкодії;
- підвищення надійності систем;
- оптимізація систем управління та прийняття рішень в СТС;
- розширення функціональних можливостей.

Усе це стає можливим при впровадженні сучасних розробок у технічній та інформаційній галузях.

У відповідності до особливостей складних систем та з тими ознаками, що характеризують систему як складну можливо сформулювати особливості моделей прийняття рішень в складних системах [1]:

1. Прийняття рішень в складних системах представляє собою багатомодельне дослідження, необхідною ознакою якої є розробка системи взаємопов'язаних моделей,

що відображають різні аспекти поведінки системи та особливості прийняття рішень в них.

2. Моделі прийняття рішень повинні будуватися з врахуванням факторів невизначеності впливу зовнішнього середовища.

3. Моделі прийняття рішень повинні враховувати різноманітні суперечливі вимоги, що пред'являються до системи. У результаті цього модель стає багатокритеріальною (з векторним критерієм оптимальності).

4. Складна технічна система має, як правило, розгалужену ієрархічну структуру. У такій системі здійснюється взаємозалежне прийняття рішення в підсистемах різних ієрархічних рівнів. Тоді моделі прийняття рішень мають будуватися на основі використання методів декомпозиції й координації.

Як відомо, на керовані чутливі елементи технічних систем, розташовані на рухомому об'єкті, діють зовнішні механічні збурення по трьом осям, викликані динамікою рухомого об'єкта, вібраціями приводних механізмів носія, впливами вітру, дебалансом рухомих частин.

Система керування СТС включає складні електромеханічні системи стабілізації, системи візування напрямку та високоточні слідкуючі приводи. Система стабілізації та візування будується на базі гіроскопічних стабілізаторів (ГС). Для збільшення дальності виявлення об'єктів необхідно збільшувати оптичну кратність і точність стабілізації ГС. У літературі [2] розглядаються питання забезпечення точності систем стабілізації навігаційної системи без збурення носія. Реально при установці навігаційної системи на рухомі об'єкти, на них діють збурення в широкому діапазоні частот, що значно ускладнює завдання забезпечення необхідної точності стабілізації та вимагає додаткових досліджень [3].

Завдання стабілізації лінії візування вирішується або шляхом стабілізації всієї технічної системи, або стабілізації її чутливого елемента (ЧЕ).

Перший напрямок вимагає вибору металосмисних конструкцій і високоточних приводів великої потужності, високоточних гіроскопічних платформ і часто застосовується при створенні СТС спостережних і прицільних комплексів з установкою їх на стабілізовану платформу.

Другий напрямок знаходить більше застосування. Він пов'язаний з побудовою систем керування і реалізується у різному виконанні: зі стабілізацією головного дзеркала, зі стабілізацією оптичної призми, зі стабілізацією рівнобіжних плоско-паралельних пластин, зі стабілізацією оптичних клинів. В основу побудови цього напрямку покладено принцип прямої стабілізації за допомогою гіростабілізатора (ГС) по кожній осі та пов'язаного з ним ЧЕ.

Побудова ГС може бути виконана по одній з наступних схем: з безпосередньою стабілізацією; із силовою або індикаторною стабілізацією (рис.1). Конструктивно ГС може виконуватись на 3-ступеневому гіроскопі, на 2-ступеневому гіроскопах, на спарених гіроскопах.

Аналіз джерел у літературі [3] показує, що найбільш ефективним методом стабілізації чутливого елемента є наступна схема силового ГС на 2-ступеневих гіроскопах. Чутливий елемент встановлено на осі обертання та розміщено у зовнішній рамі гіроплатформи. ГС розміщений у цій рамі. На осі ГС встановлений шків. Для узгодження кута повороту механічної та оптичної системи передатне відношення шківів ГС та ЧЕ дорівнює 1:2. Поворот ЧЕ здійснюється за допомогою стрічкової передачі. Зовнішня рама ГС розміщується на одному або двох підшипниках і забезпечує поворот ЧЕ у горизонтальній площині.

Коріолісовий вібраційний гіроскоп (КВГ) являє собою важливу інерційну технологію, не тільки тому, що ці гіроскопи продемонстрували таку ж високу якість як,



Рис. 1. Схема побудови гіростабілізаторів

наприклад, кварцовий півсферичний резонаторний гіроскоп, але й тому, що два інших твердотільних гіроскопа: кільцевої лазерний і волоконно-оптичний, поки що не піддаються такій природній мініатюризації як КВГ. Мікромініатюрний варіант КВГ - мікромеханічний гіроскоп, вже сьогодні є практичною реальністю і предметом триваючих інтенсивних досліджень у всіх високотехнологічних країнах світу.

КВГ відрізняється від інших гіроскопів, наприклад, кільцевих лазерних (КЛГ) і волоконно-оптичних (ВОГ) тим, що всі режими КВГ можуть бути реалізовані в одному цифровому варіанті КВГ з автоматичним перемиканням режимів, що неможливо реалізувати в КЛГ і ВОГ. Цей факт дає КВГ незаперечні переваги перед КЛГ і ВОГ в частині діапазону кутових швидкостей, динамічної похибки при вимірюванні великих кутових швидкостей, шумів при вимірі малих кутових швидкостей, а також надійності [4].

Висновок

Вибір системи та методики забезпечення необхідної точності ідентифікації параметрів складних технічних систем визначаються властивостями гіроскопічних систем що забезпечують необхідну швидкодію та точність реакції на зовнішні вібраційні фактори.

Список літератури

1. Москвин Б.В. Теория принятия решений: Учебник / Б.В. Москвин. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2005. – 383 с.
2. Бесекерский В.А., Фабрикант Е.А. Динамический синтез систем гироскопической стабилизации. – Л.:Судостроение, 1968. – 350с.
3. Безвесільна О.М., Квасніков В.П., Цірук В.Г., Чіковані В.В. / Системи наведення та стабілізації озброєння: Монографія. Київ: НАУ, 2014. – 176с.
4. В.В. Чіковани, С.П. Маляров «Методика и расчет среднего времени наработки на отказ по результатам испытаний кориолисового вибрационного гироскопа».- Військового –технічний збірник, Л.: Академія сухопутних військ ім.. П. Сагайдачного №2 (5), 2011, стор.119-124

УДК 004.052(042.3)

В. П. Квасніков д.т.н., професор, **В. М. Ільченко** к.т.н., с.н.с.
**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ
ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ**

Національний авіаційний університет, м. Київ

Для успішного розв'язання задач обробки інформації у різних сферах науки та техніки необхідно мати точну кількісну інформацію про геометричні розміри, форму та просторове розташування різноманітних об'єктів. До таких задач можна віднести контроль форми деталей та їх геометричних параметрів у технологічних процесах галузі машинобудування.

В наш час зростає потреба у створенні нових лазерних комп'ютеризованих систем, які забезпечують контроль поверхонь деталей. Під час проектування та експлуатації комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем необхідно забезпечити злагоджену та ефективну роботу всіх їх складових.

Питанням створення лазерних комп'ютеризованих систем, які забезпечують контроль поверхонь деталей останнім часом приділяється велика увага [1,2,4,7]

Для того щоб система працювала ефективно, необхідно розв'язати ряд задач, пов'язаних із визначенням конфігурації комп'ютерної мережі, параметрів комп'ютерного та комунікаційного обладнання, з розподілом програм та даних по вузлах системи, з аналізом продуктивності КІВС.

У системі можуть передбачатися, як неперервний так і дискретний контроль. Інформація про результати контролю при дискретній формі потрапляє на цифровий пристрій. В системі передбачена корекція динамічної похибки слідкуючих приводів. Система включає інформаційно-керуючу підсистему та виконуючі органи. Зондуючи контрольовану поверхню пучком променів лазера в радіальному напрямі та вимірюючи координати відбитих від поверхні пучків, після порівняння з розрахунковими значеннями координат можна отримати всі необхідні відомості про дефекти поверхні. Використання певної методики контролю дозволяє отримати інформацію як про радіальні, так і про локальні дефекти для 100% площі поверхні деталі.

Відбившись від контрольованої поверхні деталі лазерний пучок потрапляє на растровий оптико-електронний координатор. Інформація про координату знаходиться у зміні різниці фаз сигналів вимірювальної та опорної гілок лазерного випромінювання. Система призм координатора розносить пучки по взаємноперпендикулярним вісям формуючи одночасно вимірювальну та опорну гілку лазерного випромінювання.

В базі даних ПК знаходиться інформація про розрахункові значення розташування променя. ПК порівнює отриману інформацію з інформацією про розрахункові значення, перетворює різницю значень до вигляду, наприклад, кута відхилення нормалі для даної координати, подає команду для розвороту деталі на 360°.

Перевагами методу лазерного зондування контрольованих поверхонь є:

- використання безконтактного методу вимірювань, що дозволяє з високою точністю (до одиниць кутових секунд та до одиниць мікрометрів), визначати шукані кутові та лінійні значення;
- можливість автоматизації процесу вимірювань;
- можливість проведення вимірювань в умовах цехів та заводських лабораторій, де не завжди можливе застосування високоточних інтерференційних методів контролю та засобів.

Розроблено апаратно-програмний керуючий комплекс, оснащений системою програм по виконанню алгоритмів необхідних розрахунків координатних вимірювань, управління роботою підсистем та інших сервісних функцій, діагностування систем.

Важливою характеристикою програмно-математичного забезпечення (ПМЗ) комп'ютеризованої системи спеціального призначення є його можливість контролю геометричних параметрів деталей в автоматичному режимі, що включає множину самостійних програм вимірювання окремих геометричних елементів з фіксованими комбінаціями елементарних поверхонь. Методи програмування для комп'ютеризованих лазерних інформаційно-вимірювальних систем (КЛІВС) аналогічні методам, що використовуються для станків з ЧПК. На сьогодні процес контролю складних просторових об'єктів є достатньо організованим, проте його проходження, ефективність, точність, швидкодія дуже залежать від зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих впливів, в першу чергу від температури та вібрації.

Об'єктивними передумовами для створення і функціонування інтегрованої системи управління КЛІВС є розроблена функціональна структура програмного комплексу, що дозволяє вирішувати комплекс задач вимірювання геометричних параметрів деталей та інтелектуального програмного управління на рівні, який забезпечує високоточний контроль деталей.

Другий рівень ПМЗ виконує комплексну статистичну обробку інформації.

ПМЗ третього рівня призначається для вирішення функціональних задач, що реалізують процес вимірювання геометричних параметрів деталей; управління модельними режимами, системи підготовки до вимірювання, включаючи засоби юстирування та вводу даних на другому рівні.

На третьому рівні реалізується режими роботи КЛІВС, що включають дистанційне керування, побудову тривимірного зображення та інформаційну сигналізацію про аварійний режим. Сучасний стан розробки програмно-математичного забезпечення для КЛІВС характеризується активним впровадженням фізичних і математичних методів, їх аналізу та інженерної багатопараметричної оптимізації, розвитком математичних моделей і елементів САПР. При цьому процес контролю складних просторових поверхонь проводиться на швидкісних ПК з використанням сучасних інформаційних технологій.

Пропонуємо ідентифікувати реальний об'єкт за відповідністю наборів інтенсивностей віртуальним об'єктам з бази даних. Знаходження відповідного віртуального об'єкту зводиться до пошуку ключа у відсортованому масиві даних. Час, що затрачається на пошук наборів інтенсивностей, які відповідають реальному об'єкту, залежить від розміру бази даних, що постійно збільшується з появою нових технологічних шарів. При роботі в динамічному режимі виникає необхідність в багатократному вимірюванні параметрів ЕТ для контролю процесів формування мікрорельєфу заданої форми. Загальний час пошуку записів в повному масиві даних перевищує час процесів модифікації поверхні.

Для зменшення часу роботи програмного комплексу запропоновано представити записи в неповному масиві даних. В ході технологічного процесу діапазон зміни геометричних параметрів обмежений фізичними принципами, відображеними у розмірах об'єкта, заданих конструктором. У зв'язку з цим можна звужити межі пошуку в базі даних та обмежитися пошуком необхідного запису в області бази даних з цими початковими параметрами або діапазоном допустимих початкових значень. Для цього використовуємо копії бази даних, відсортовані за різними геометричними параметрами віртуальних об'єктів, щоб сформувати поточну робочу базу даних з віртуальними об'єктами, геометричні параметри яких входять до діапазону допустимих початкових

значень. Розмір отриманої робочої бази буде значно менший вихідного, тому скоротиться й час пошуку.

УДК 531.7

В.П. Квасников, проф., д.т.н.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАНОРАМНОГО ТЕПЛОВИЗИОННОГО ПРИЦЕЛА ТАНКА

НАУ, Київ, kvp@nau.edu.ua;

Рассмотрена задача управления системой панорамного тепловизионного прицела. Определены условия при которых система выходит на движение в скользящем режиме. Установлено, что движение системы по части переменных обладает свойством сильной асимптотической устойчивости, при условии компенсации отклонений через конечный интервал времени.

Одна из основных проблем создания панорамного тепловизионного прицела ПНК-6, состоит в повышении точности прицеливания и ведения стрельбы. Для достижения этой цели, необходимо уменьшить влияние механических погрешностей от возмущающих воздействий и оптимизировать количество и расположение датчиков, а также расширить параметры их функционирования.

Одним из путей решения поставленной задачи является применение трехкоординатной информационно-измерительной системы механических величин [1, 2]. В настоящее время математическая модель контроля за движением датчика перемещения описывает процесс контроля в недостаточно полно.

Рассмотрим механическую систему, описываемую уравнениями Лагранжа второго рода [1, 3].

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i(q, \dot{q}, t) + M_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где q - вектор-функция обобщенных координат, T - кинетическая энергия

$$T = 1/2 \sum_{i=1}^n a_{ik}(q) \dot{q}_i \dot{q}_k. \quad (2)$$

Через $(Q_i + M_i)$ обозначены обобщенные силы. Q_i - силы сопротивления, M_i - управляющие обобщенные силы (управления), которые создаются исполнительными приводами. Допустимыми управлениями считаются суммируемые на любом конечном интервале времени функции $M_i(t)$, удовлетворяющие неравенствам:

$$|M_i(t)| \leq H_i, \quad H_i = \text{const} > 0, \quad i = \overline{1, n} \quad (3)$$

Целью управления системой является

$$q_i = q_i^*(t), \quad i = \overline{1, n}, \quad (4)$$

где $q_i^*(t)$ - заданная программа изменения координаты q_i . В качестве допустимых программ $q = q^*(t)$ будем рассматривать возможные движения механической системы.

Множество всех возможных движений рассматриваемой системы обозначим через Φ [4]. Будем полагать, что Φ содержит любые вектор-функции $q(t) = \{q_1(t), \dots, q_n(t)\}$, которые удовлетворяют исходной системе, причем соответствующие управления $M_i^*(t)$:

$$M_i^*(t) = \left[\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} - Q_i(q, \dot{q}, t) \right] \Big|_{q=q^*(t)}, \quad i = \overline{1, n} \quad (5)$$

должны быть допустимыми, т.е.

$$\Phi = \left(q^*(t) : |M_i^*(t)| \leq H_i, t \geq 0, i = \overline{1, n} \right). \quad (6)$$

В качестве невозмущенного движения системы рассмотрим функцию $f = q^*(t)$ из подмножества Φ_η^c множества Φ вида [5, 6]

$$\Phi_\eta^c = \left(q^*(t) : |M_i^*(t)| \leq H_i - \eta, |\dot{q}^*(t)| \leq c, t \geq 0, i = \overline{1, n} \right). \quad (7)$$

Параметр $\eta > 0$ этого множества может быть выбран достаточно малым, а $c > 0$ большим, $c < \infty$, $\eta < H_i$, $i = \overline{1, n}$.

В этом случае множество Φ_η^c допустимых движений практически совпадает с множеством возможных (физически реализуемых) движений Φ рассматриваемой трехкоординатной ИИС.

Задача синтеза законов управления системой понимается как задача построения такой единой обратной связи, которая обеспечивает изменения координат системы, в соответствии с заданной программой $q = q(t)$, причем движение $q = q^*(t)$ должно быть устойчивым в соответствующей замкнутой системе.

Решение задачи синтеза управления системой получено в [3, 4], а именно построена замкнутая система вида (рис.1).

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i(q, \dot{q}, t) - H_i \text{sign}[\dot{q}_i - v_i(t)], i = \overline{1, n}. \quad (8)$$

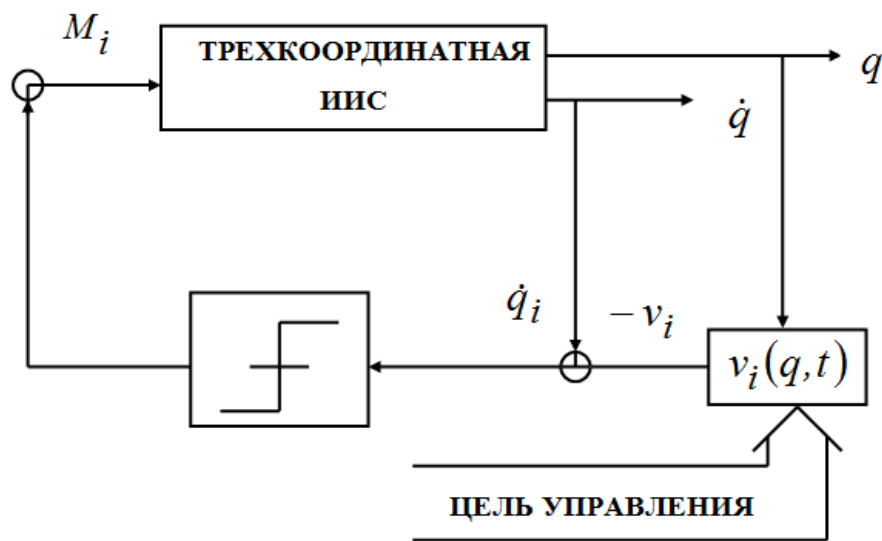


Рис. 1. Система управления панорамного тепловизионного прицела

Вывод

Предложенная математическая модель позволяет не только определить точные координаты объекта, но и исходя из них вычислить такие важные параметры как угол крена, тонгажа, скорости и ускорения перемещения линии визирования.

Список литературы

1. Матюхин В.И. Сильная устойчивость движений механических систем // Известия вузов. Приборостроение.-1995.-№4.-С. 37-43.
2. Красовский Н.Н. Теория управления движением.-М.: Наука, 1968.-476 с.
3. Дмитриев А.К., Мальцев П.А. Основы теории построения и контроля сложных

систем.-Л.: Энергоатомиздат, 1988.-340 с.

УДК 531

С.В. Марченкова, О.О. Борисов

СТРУКТУРА ТА ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТИЧНИХ ПРОЦЕДУР СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Національний авіаційний університет, s.marchenkova90@gmail.com

Чернігівський національний технологічний університет, tmd@online.ua

Ефективне виконання функцій МР можливо на основі інтегрованого застосування технологій управління його експлуатацією та обслуговуванням. Ці технології можна поділити на три групи:

1. Система автоматичної побудови тестів складного програмного забезпечення (ПЗ).

2. Система автоматизованого тестування та діагностики МР.

3. Розробка системи математичної обробки інформації про випробування.

Розглянемо кожну з наведених технологій більш детально.

1. Система автоматизованої побудови тестів складного програмного забезпечення

Проектна оцінка надійності МР виконана за методикою, заснованою на застосуванні нової інформаційної технології автоматизованого структурно-логічного моделювання систем, яка реалізована в програмному комплексі (ПК).

Надійність і безпека сучасних організаційних і технічних систем є важливою складовою їх якості та необхідною умовою забезпечення надійності і безпеки виробничих об'єктів. Головна мета аналізу надійності і безпеки – своєчасне отримання достовірної інформації про властивості надійності та безпеки систем, необхідної для вироблення, обґрунтування і реалізації ефективних проектних і експлуатаційних рішень.

Програмний комплекс дозволяє на основі схем функціональної цілісності (опис «правильного» функціонування об'єкта) автоматично будувати дерева відмови, які є основою для побудови систем технічної діагностики складних об'єктів управління.

При створенні вбудованих систем з самих ранніх етапів життєвого циклу необхідно враховувати вимоги спеціальних стандартів.

Творці інструментів тестування зазвичай стикаються з наступними проблемами:

- Відсутність або нечіткість визначення критеріїв тестового покриття, відсутність прямого зв'язку з функціональними вимогами;

- Відсутність підтримки повторного використання тестів;

- Відсутність автоматичної генерації власне тесту (це стосується як вхідних впливів, так і еталонних результатів або автоматичних аналізаторів коректності реалізації).

Розглянемо принципові переваги перед традиційними засобами у нових інструментів тестування, які для генерації тесту використовують модель або формальну специфікацію цільової системи.

Інструментальний засіб IBM Rational / Telelogic Rhapsody ATG - автоматичний генератор тестів Rhapsody (ATG) – є заснованим на UML модельно-орієнтованим рішенням тестування для системних інженерів і розробників ПЗ. Rhapsody ATG дозволяє користувачам визначати і тестувати індивідуальні компоненти для певних

цілей процесу розробки, таких як облік стану і ступеня виконання етапів робіт (State and Transition coverage), облік MC / DC або ізоляція певного класу з всього проекту.

National Instruments (NI) TestStand – це ПЗ для управління тестами. Воно дозволяє швидко розробляти і проводити тести електронних вузлів літаків і вертольотів. NI TestStand дозволяє об'єднати підпрограми тестування, написані в будь-якій мові програмування, включаючи графічний код LabVIEW і текстові процедури, написані в C / C++.

2. Система автоматизованого тестування та діагностики мобільного робота

Рішення, які пропонуються NI, засновані на сучасних комп'ютерних і промислових технологіях, таких як високошвидкісні шини передачі даних PCI, PCI Express, PXI, PXI Express, USB і Ethernet, швидкі процесори, операційні системи реального часу, надійні платформи з ПЛІС, середовища графічного і текстового програмування – LabVIEW, LabWindows / CVI, Measurement Studio. Розробляючи системи на базі технологій NI, можна отримати необхідну функціональність, максимальну продуктивність і відносно швидко впровадження системи [2].

3. Системи управління і імітатори. Технології NI для налагодження та розробки систем управління, імітаторів, а також комплексного програмно-апаратного моделювання із замкнутим циклом «Система управління – об'єкт випробувань»

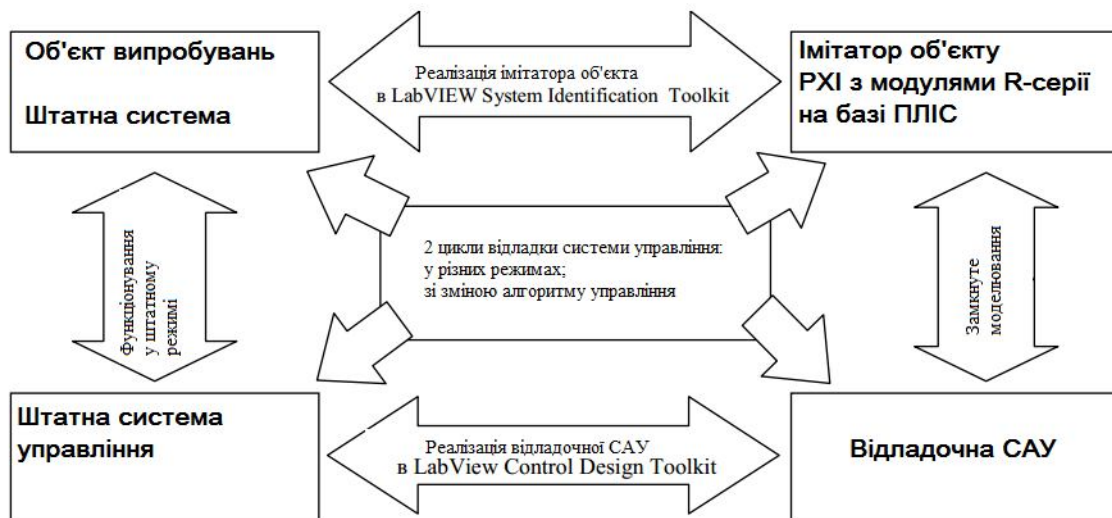


Рис. 1. Технології NI для створення систем управління і імітаторів

Література

1. Ахо А. Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. – М.: Мир, 1979. – 536 с.
2. Герасимов Б.М., Глуцкий В.И., Рабчун А.А. Система поддержки принятия решений в АСУ реального времени // Искусственный интеллект. – 2000. – № 3. – С. 39-47.
3. Киселев Д.В., Ющенко А.С. Система нечеткого управления конфигурацией шасси мобильного робота // Труды 12 науч.-техн. конф. «Робототехника для экстремальных условий». – СПб. – 2001.
4. Лебедев Д.В., Ткаченко А.И. Информационно-алгоритмические аспекты управления подвижными объектами. – К.: Наук. думка, 2000. – 370 с.
5. Поливцев С.А. Параллельная вычислительная структура, реализующая тактику обхода препятствий мобильным роботом // Искусственный интеллект. – 2001. – № 3. – С. 676-681.

УДК 621.671

О.І. Осмоловський, к. т. н.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ НА НАСОСНИХ СТАНЦІЯХ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Національний авіаційний університет, м. Київ, osmo5@ukr.net

Запропоновано математичну модель процесів, що відбуваються в центробіжних насосних агрегатах станцій водопостачання та водовідведення, з метою оцінки ефективності застосування частотного регулювання для зниження енергетичних витрат. Модель узгоджено з експериментальними результатами.

Проблема енергозбереження, що постає перед сучасним суспільством, з розвитком технологій стає все більш актуальною. Одна з галузей народного господарства, де ще не вичерпані наявні можливості економії електроенергії – це водопостачання та водовідведення населених пунктів. Модернізація обладнання комунальних підприємств може суттєво підвищити ефективність процесів транспортування води.

Активними елементами мережі виступають насосні агрегати [1]. Найкраще зарекомендували себе насоси, принцип дії яких заснований на прискоренні водяної маси за рахунок дії відцентрової сили при обертанні робочого колеса, виконаного з певної кількості лопатей, які приводяться в обертальний рух за допомогою електродвигуна. Основним технічним параметром, що ілюструє роботу насоса, є навантажувальна характеристика агрегату, яка представляє собою сімейство кривих залежності тиску на виході насоса від його поточної подачі, тобто від середньої швидкості руху водяного потоку при різних частотах обертання робочого колеса. Як правило, виробник насосних агрегатів надає дані про такі характеристики тільки для однієї (номінальної) частоти обертання, зміна якої не передбачується умовами експлуатації.

Конструкційні особливості відцентрових насосів дозволяють підтримувати будь-яку швидкість руху рідини (від нульової до максимальної) без порушення допустимих умов експлуатації, при чому надлишковий тиск в такій системі встановлюється у відповідності з навантажувальною характеристикою насоса. Спожита двигуном насоса електроенергія залежить від швидкості потоку, але не є у випадку малих швидкостей мінімально можливою, що в свою чергу призводить до значного зниження ККД такої системи, тобто до зайвих втрат електроенергії. Встановлено, що при різних кінцевих (цільових) подачах насосного агрегату існує деяка інша (відмінна від номінальної) частота обертання робочого колеса, за якої досягається максимум ККД насоса для кожної подачі.

Щоб оцінити наявність ефекту енергозбереження в кожному конкретному випадку необхідно мати повні дані про сімейство навантажувальних характеристик агрегату та залежність споживаної потужності від навантаження, що супроводжує кожну з цих характеристик. Такі дані можна одержати експериментально, але для їх аналітичної обробки доцільно створити математичну модель процесів, що відбуваються в насосі. Така модель повинна максимально відповідати реальним характеристикам агрегату.

В доповіді пропонується варіант моделі відцентрового насоса, яка відтворює повне сімейство навантажувальних характеристик агрегату та наводить в аналітичній формі залежність споживаної потужності від подачі насоса для кожного з частотних режимів. Використання обох математичних представлень розглядуваних процесів надає можливість пошуку максимуму ККД системи в кожному з необхідних в певній ситуації режимів.

Слід відзначити відмінності в специфіці роботи насосів на станціях водопостачання і водовідведення. В першому випадку вимагається підтримання постійного тиску при будь-якому споживанні рідини, а частіше навіть деяке підвищення тиску при збільшенні споживання (для забезпечення якісного водопостачання у найбільш віддалені ділянки мережі). А це вже зовсім протилежна характеристика до стандартної навантажувальної кривої насоса, за якої максимальний тиск досягається при нульових

витратах. Задача частотного регулювання тут полягає в формуванні іншої необхідної навантажувальної характеристики. У другому ж випадку при водовідведенні тиск практично не залежить від поточної подачі агрегату, яка визначається змінюваними на протязі доби потребами з обсягів водовідведення. Однак при великих швидкостях тиск в трубопроводі збільшується за рахунок впливу в'язкого тертя, що збільшує питомі витрати енергії на транспортування рідини. Наявність на станціях буферного резервуару дозволяє організувати комутовану роботу насосу при малих навантаженнях в режимі тільки найвищого ККД. Перехід в безперервний режим відбувається при збільшенні навантаження і являє собою пропорційне регулювання подачі при постійному тиску, що також може бути реалізовано шляхом регулювання частоти обертання робочого колеса.

Пропонується вираз для залежності тиску $p(V, f)$ від поточної подачі агрегату V та частоти обертання f його робочого колеса:

$$p(V, f) = p_m \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 \left(1 - \left(\frac{V \frac{f_0}{f} - V_0}{V_m - V_0} \right)^2 \right),$$

де p_m – максимальний тиск на робочій характеристиці насосу при номінальній частоті обертання робочого колеса f_0 ;

V_0 – подача, що відповідає максимальному тиску на частоті f_0 ;

V_m – максимальна подача на частоті f_0 при холостому ході ($p = 0$);

Характеристика $p(V, f)$ має форму параболи з вершиною при номінальній частоті f_0 в точці з координатами p_m, V_0 і переходом через нуль тиску при максимальній подачі V_m . Решту кривих сімейства характеристик для довільної частоти f одержано з використанням формул подібності за умов, що при зменшенні частоти характеристика по вісі подачі V зростається пропорційно частоті, а по вісі тиску p – пропорційно її квадрату.

Оптимізація режимів роботи насосного агрегату потребує також знання потужності, яка споживається насосом від джерела енергії. Найбільш відповідною реальному насосу є наступна модель розрахунку потужності в залежності від умов роботи:

$$W(V, f) = \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 \left[W_0 + \frac{W_n - W_0}{V_n} V \left(1 - \frac{V f_0}{2 V_m f} k_w \right)^2 \right],$$

де W_0 – паспортна споживана потужність при заблокованому потоці ($V=0$) і частоті f_0 ;

W_n – номінальна споживана потужність при номінальній витраті V_n і частоті f_0 ,

k_w – невід'ємний коефіцієнт нелінійності характеристики потужності, менший за 1.

В наведеній моделі споживана потужність пропорційна квадрату частоти обертання робочого колеса, а також лінійно залежить від рівня подачі, при чому відсутня залежність потужності від створюваного насосом тиску. Така модель найбільш повно відповідає паспортним даним насосів і результатам експериментальних досліджень діючих агрегатів при частотному регулюванні, використання якого дозволяє оптимізувати роботу конкретних насосних станцій за критерієм мінімізації енергетичних витрат.

Література

1. Ржебаева, Н.К. Расчет и конструирование центробежных насосов [Текст]: учеб. пос. / Н.К. Ржебаева, Э.Е. Ржебаев. – Сумы: СумГУ, 2009. – 220 с.

УДК681.586.4

Л.Н. Девин, Н. Е. Стахнив, І.О. Чередніков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИЙ СТАНКОВ

Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины

В Институте сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины создана мобильная автоматизированная система исследования вибраций при резании на металлорежущих станках (рис. 1).

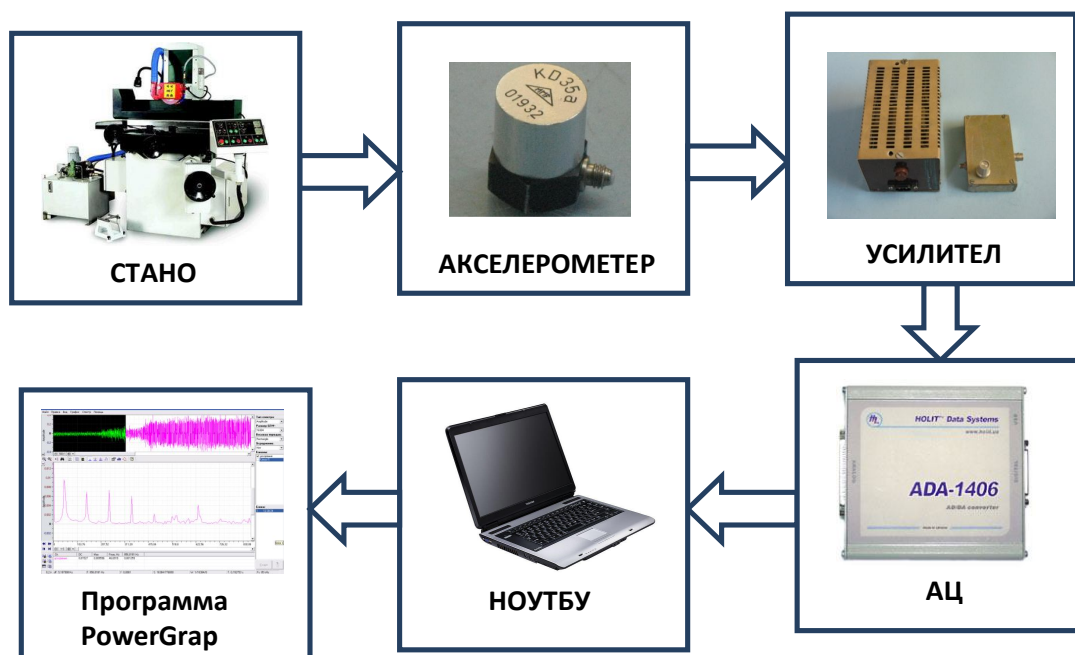


Рис. 1. Блок-схема мобильной автоматизированной системы для вибрационной диагностики металлорежущих станков

Основным элементом системы является датчик вибраций – акселерометр KD 35a немецкой фирмы MetraMessundFrequenztechnik.

Акселерометр KD 35a представляет собой пьезоэлектрический датчик с прикрепленной массой, с большим выходным сопротивлением. Его рабочий диапазон частот 10 – 10000 Гц. Для согласования акселерометра с АЦП были разработаны согласующий усилитель и блок питания. Усилитель состоит из двух каскадов, собранных на современных операционных усилителях ОРА2604. Электрическая принципиальная схема согласующего усилителя показана на рис. 2.

Выходной сигнал с акселерометра после усилителя подавали на аналого-цифровой преобразователь ADA 1406 и затем в ноутбук. Управление АЦП реализовывалось программой «PowerGraph» [1]. Программа «PowerGraph» позволяет кроме управления АЦП проводить статистическую обработку полученных данных, корреляционный и спектральный анализ.

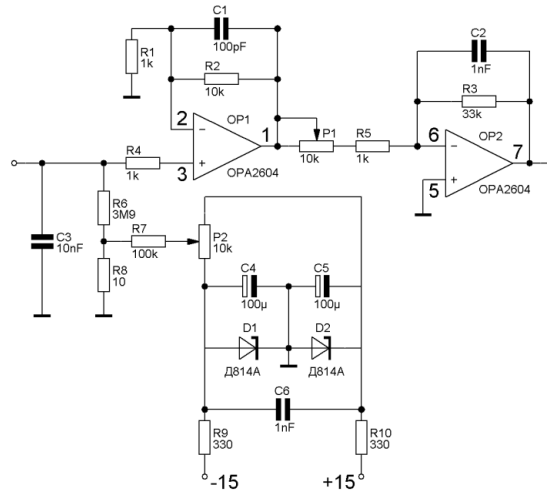


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема согласующего усилителя

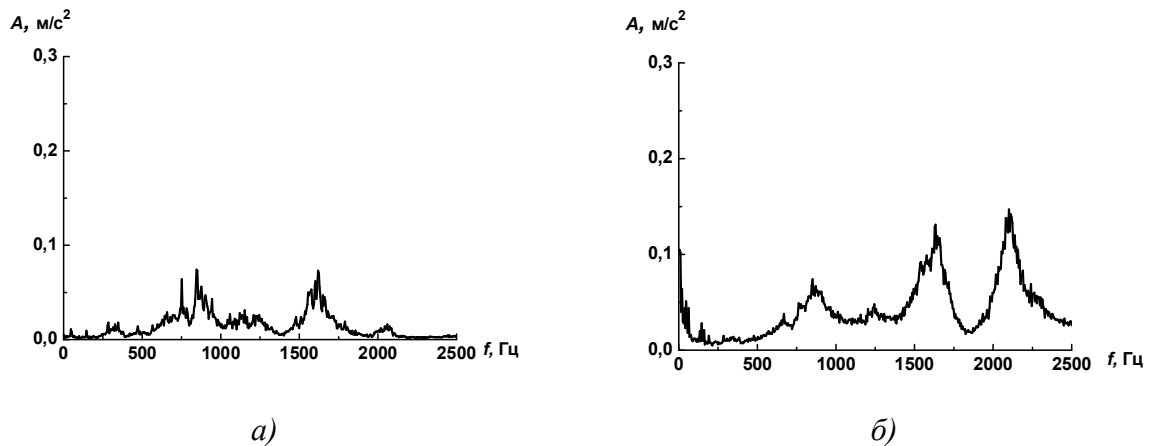


Рис. 3. Спектр сигнала акселерометра при работе токарного станка на холостом ходу (а) и в процессе работы (б)

Созданная мобильная автоматизированная система для вибрационной диагностики станков позволяет получать спектры вибраций при различных условиях работы станка. На рис. 3 приведен пример спектра сигнала акселерометра при работе токарного станка ТНК 125ВМ на холостом ходу и в процессе работы.

Выводы

1. Созданная мобильная система позволяет изучать вибрации, возникающие при работе металлорежущих станков.
2. Анализ спектра вибраций в течение эксплуатации станка позволяет проводить его диагностику, а также исследовать колебания, которые возникают в процессе обработки.

Литература

1. Девин Л. Н., Сулима А. Г. Применение пакета PowerGraph для исследования процесса резания // «Промышленные измерения контроль, автоматизация диагностика (ПиКАД)» – 2008. – №3. – С.24-26.

УДК681.586.4

Л.Н. Девин, Н. Е. Стахнив, А.А. Осадчий

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Институт сверхтвёрдых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины

Акустическая эмиссия, т.е. излучение упругих волн напряжений, содержит в себе информацию о тонких физических процессах, которые происходят при трении, деформировании или разрушении материалов. Этот метод нашел широкое применение при ранней диагностике землетрясений, анализе состояния сложных объектов нефте- и газотранспортных систем, в атомной энергетике, в ракетной и космической технике.

Метод акустической эмиссии также можно применить при исследовании различных процессов механической обработки. В Институте сверхтвёрдых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины создана мобильная автоматизированная система для исследования сигнала АЭ при токарной обработке.

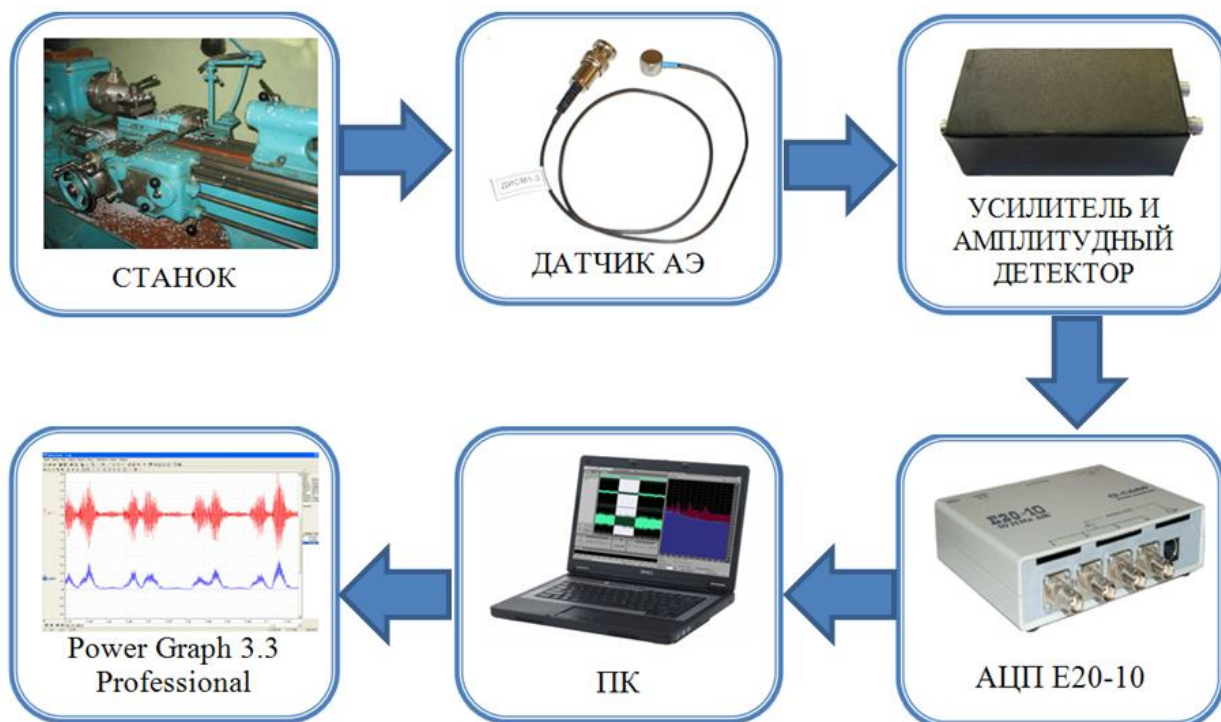


Рис. 1. Блок-схема автоматизированной системы для исследования сигнала АЭ при механической обработке

Основным элементом разработанной системы является датчик АЭ. Для обеспечения наименьшего искажения сигнала АЭ был разработан и изготовлен широкополосный датчик (рис. 2) оригинальной конструкции [1].

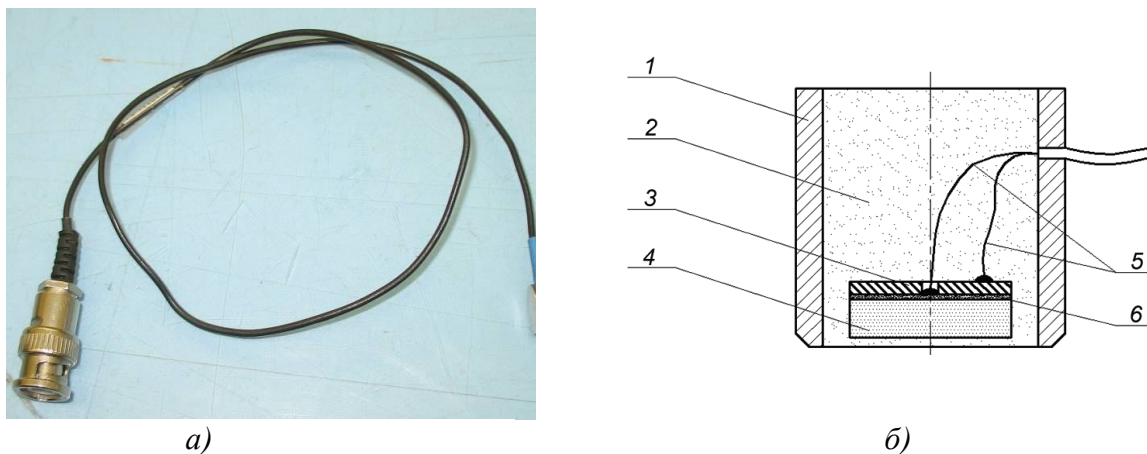


Рис. 2. Широкополосный датчик АЭ (а), его конструкция (б): 1 – корпус; 2 – наполнитель; 3 – электрод; 4 – пьезокерамическая пластина; 5 – проводники; 6 – диэлектрик

Искажения формы сигналов АЭ связаны с нелинейностью АЧХ датчика АЭ. Уменьшения нелинейности АЧХ можно достичь путем механического демпфирования пьезоэлемента, а именно использования для этого наполнителя с характеристическим импедансом, близким к импедансу пьезоэлемента. В отличие от известных конструкции датчиков [1] введение частиц карбида вольфрама, как наполнителя в состав материала демпфера, позволило получить материал, обладающий высокими демпфирующими свойствами. Частички карбида вольфрама размером 1-10 мкм, которые хаотично размещаются в композиционном материале, хорошо поглощают акустические волны, за счет чего происходило выравнивание АЧХ датчика АЭ. Конструкция широкополосного датчика АЭ позволила уменьшить нелинейность АЧХ на 20% в диапазоне рабочих частот усилительного тракта (0,1–2 МГц) по сравнению с традиционными датчиками [1].

Для соединения датчика АЭ с АЦП применяли предварительный усилитель с большим входным сопротивлением и малым выходным (рис. 3). Для записи на компьютер сигнала АЭ в диапазоне от 100 кГц до 2 МГц необходимо использовать АЦП с частотой опроса не менее 2 МГц. АЦП с такой частотой опроса весьма дорогие, а размеры файлов с данными эксперимента достигают сотни мегабайт. Поэтому для регистрации широкополосного сигнала АЭ применили амплитудный детектор и записывали огибающую этого сигнала. Для этого сигнал АЭ с датчика (рис.1) поступал на блок предварительного усилителя и амплитудного детектора, где из высокочастотного первичного сигнала АЭ в диапазоне частот 100 кГц – 2 МГц выделяли низкочастотную (100 Гц – 22 кГц) огибающую.

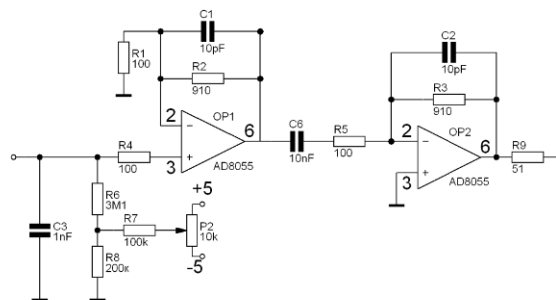


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема усилителя

Далее выходной и детектированный сигналы подавали на быстродействующий аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и ноутбук. Управление АЦП выполнили программой «PowerGraph» [3]. На рис. 4 приведены выходной и детектированный сигналы АЭ, полученные при точении закаленной стали резцом, оснащенный режущей пластиной из кубического нитрида бора.

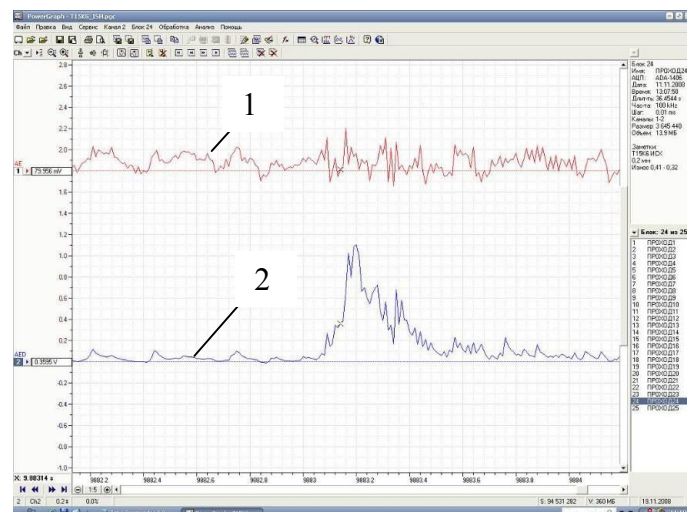


Рис. 4. Выходной (1) и детектированный (2) сигналы АЭ при точении

Программа «PowerGraph» позволила проводить статистическую обработку полученных данных корреляционный и спектральный анализ. Созданная мобильная автоматизированная система для исследования сигнала АЭ позволяет установить закономерности формообразования при различных методах механической обработки деталей.

Литература

1. Девин Л.Н., Новиков Н.В. Широкополосные датчики акустической эмиссии для диагностики состояния режущих инструментов. Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2008. – № 4. – с. 81-85.
2. Филоненко С.Ф. Акустическая эмиссия. Измерение, контроль, диагностика. – Киев КМУГА, 1999 – 312 с.
3. Девин Л. Н., Сулима А. Г. Применение пакета PowerGraph для исследования процесса резания // «Промышленные измерения контроль, автоматизация диагностика (ПиКАД)» – 2008. – №3. – С.24-26

УДК 531

Д.А. Тюпа, В.П. Журко

ПРИЕМОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РУЛЕВЫХ ПРИВОДОВ

НАУ, Київ, tupa07@bk.ru

Рассмотрено порядок приемочного контроля авиационных деталей. Определен объем выборки контролируемых деталей для определения годности деталей. Показана эффективность контроля в целях обеспечения высокого качества авиационных деталей что препятствует попаданию на борт не качественных изделий.

Приемочный контроль находит применение при осуществлении входного, промежуточного или окончательного контроля в целях проверки соблюдения технических требований к качеству изделий. Этот метод не оказывает непосредственного влияния на производство, а только выявляет брак уже в готовой продукции, после чего на основании полученных данных делаются выводы о причинах возникновения брака и принимаются меры к их устранению [1, 2].

Качество гидравлических агрегатов применяемых на самолетах серии Ан148 определяется не только технологией их изготовления, но и эффективностью контроля: во многих случаях даже при недостаточно совершенной технологии изготовления с его помощью удастся обеспечить высокое качество изделий, устанавливаемых на борт.

При статическом приемочном контроле из партии изделий берется выборка определенного объема и по результатам проверки изделий, попавших в выборку, дается качественная альтернативная оценка о принятии и отклонении партии, т.е. о том, приемлем ли с точки зрения заказчика наблюдаемый процент брака в партии. Одна из важнейших задач проектирования контроля – выборнеобходимой точности измерений, по результатам которых принимаются решения о годности или негодности контролируемых изделий [3, 4].

Ограниченность точности измерения может привести к ошибочным решениям, т. е. к признанию негодного изделия годным или к забраковке годного изделия. Очевидно, что вероятность принятия неправильного решения будет тем меньше, чем меньше погрешность измерения. Кроме того, имеющийся уровень развития измерительной техники не всегда позволяет обеспечить требуемую точность измерения.

Поскольку результаты измерения всегда искажены погрешностями измерения, это неизменно приводит к ошибкам контроля, которые могут быть двух видов:

12) ошибочное бракование годного изделия,

13) признание годным фактически бракованного изделия.

Очевидно, что ошибки контроля следует рассматривать как случайные события, в связи с чем для их описания необходимо использовать вероятностные методы. Показатели, характеризующие ошибки каждого вида, обычно называют риском изготовителя и риском потребителя соответственно. Риск потребителя можно задать как вероятность того, что изделие, произвольным образом выбранное из партии изделий, признанных годными, не является таковым.

Вероятность риска потребителя $\tilde{R}_n$ можно трактовать как среднее относительное число некачественных изделий среди изделий, признанных годными. Используя закон больших чисел, можно показать, что при неограниченном возрастании число изделий N , признанных годными, с вероятностью, сколь угодно близкой к единице, $\tilde{R}_n$ сколь угодно мало отличается от

$$\bar{R}_n = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N R_{nj} ,$$

где $\tilde{R}_{nj}$ - индивидуальный риск потребителя j -го изделия, признанного годным.

При одноступенчатом контроле решение о контролируемой партии продукции принимается на основании проверки только одной выборки пробы.

При двухступенчатом контроле решение о контролируемой партии принимается по результатам проверок двух выборок или проб, причем отбор второй выборки зависит от результатов проверки первой.

При многоступенчатом контроле решение о контролируемой партии продукции принимается по результатам проверки рядов выборок, максимальное число которых заранее установлено и отбор каждой последующей выборки зависит от результата проверки предыдущих выборок. Преимуществом данного метода контроля является экономия расходов на контроль, однако сам контроль все больше усложняется.

Усиленный контроль следует применять при внедрении стандарта для контроля продукции: при освоении новых видов продукции; при смене поставщиков комплектующих изделий; при недостаточной уверенности со стороны потребителя в качестве продукции и квалификации поставщика.

Переход от усиленного контроля к нормальному следует осуществлять только в тех случаях, когда при усиленном контроле было принято с первого предъявления не менее пяти последовательных партий. Если при нормальном контроле две из пяти последовательных партий были забракованы, при первом предъявлении следует переходить к усиленному контролю.

Хотя контроль автономного рулевого привода АРП-20Н сам по себе не улучшает качества изготовления, однако он препятствует установке на борт некачественных изделий. Достоверный контроль качества проведения испытаний изделий – надежная гарантия работоспособности выпускаемой продукции.

Для эффективного решения задач прогнозирования технического состояния АРП, повышения его долговечности актуальными являются:

- совершенствование приборного контроля, повышение точности, применение передовых методов контроля технического состояния (ТС);
- автоматизация сбора обработки и хранения эксплуатационной информации на базе универсальных измерительных аппаратно-программных комплексов, разработка и ведение базы данных мониторинга ТС, формирование перечня критичных с точки зрения надежности элементов;
- детальная проработка перечня контролируемых параметров, мест, методов и технологий измерений, приборов для контроля и их класс точности, периодичность контроля.

В качестве базового средства измерения при мониторинге ТС необходимо использовать аппаратно-программные комплексы по сбору и обработке измерительной информации на базе компьютеров, которые дают высокую точность и оперативность измерений, предоставляют широкие возможности при обработке и хранению результатов, многофункциональность, высокую мобильность.

Литература

1. Богдан Н.В., Жилевич М.И., Красневский Л.Г. Техническая диагностика гидросистем.- Мн: Белавтотракторостроение, 2000,- 119с.
2. Орлов Ю.М. Авиационные объемные гидромашины с золотниковым распределением.- Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 1993,- 252 с.
3. 1994-01ТУ.Автономный рулевой привод АРП-20Н. Технические условия. ГП ХАКБ, Харьков: 2006.- 59с.
4. Техническая диагностика гидравлических приводов/ Под общ. ред. Т.М. Башты.- М.: Машиностроение. 1989.- 264 с.

УДК 681.51

В.В.Умінський, к.т.н., М.Є.Юрченко, к.физ.-м. н.

МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ЛІНІЙНОГО ФІЛЬТА КАЛМАНА НА ОСНОВІ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

Житомирський військовий інститут Державного університету телекомунікацій yovan250576@ukr.net

Чернігівський державний інститут економіки та управління

Розроблено модель фільтра Калмана на основі диференціальних перетворень, яка дозволяє підвищити точність та знизити обчислювальну складність процедури калманівської фільтрації

Однією з основних задач, що вирішуються при навігації автономного мобільного робота (АМР) є визначення його поточного місцеположення. Серед існуючих, найбільшого розповсюдження отримав одометричний метод відносної локалізації АМР, який полягає у вимірюванні шляху, пройденого колесами. Однак сигнали, що надходять з одометричних датчиків, викривляються впливом випадкових та систематичних похибок.

В роботі [1] запропоновано метод усунення систематичних помилок, обумовлених недосконалістю кінематичної моделі колісного АМР, яка полягає, наприклад, у розбіжності діаметрів коліс, неточності у визначенні колісної бази тощо.

Для боротьби з випадковими помилками, які можливі через прослизання коліс, буксування, наявність нерівностей на поверхні пересування АМР, використовують методи фільтрації. Найкращим методом отримання точних параметрів поточного місцезнаходження АМР є оптимальний фільтр Калмана.

Розроблені різні варіанти побудови фільтра Калмана (адаптивний, розширений, ансамблевий) в задачах відносної локалізації АМР. Проте всі отримані алгоритми мають високу обчислювальну складність, що є критичним навіть для сучасних процесорів. Адже паралельно із завданням локалізації необхідно вирішувати задачі маршрутизації, обробки зображень тощо.

Принципово складною задачею у процесі розробки та реалізації фільтра Калмана [2] є обчислення матричного коефіцієнту підсилення $\mathbf{K}(t)$, який є прямо пропорційним коваріаційній матриці похибок фільтрації $\boldsymbol{\eta}(t)$. Остання є розв'язком нелінійного матричного рівняння Рікатті (1) з заданими початковими умовами $\boldsymbol{\eta}(0)$:

$$\frac{d\boldsymbol{\eta}(t)}{dt} = \mathbf{F}(t)\boldsymbol{\eta}(t) + \boldsymbol{\eta}(t)\mathbf{F}^T(t) - \boldsymbol{\eta}(t)\mathbf{H}^T(t)\mathbf{R}^{-1}(t)\mathbf{H}(t)\boldsymbol{\eta}(t) + \mathbf{G}(t)\mathbf{Q}(t)\mathbf{G}^T(t), \quad (1)$$

де $\mathbf{F}(t)$ – матриця стану;

$\mathbf{H}(t)$ – матриця спостереження;

$\mathbf{R}(t)$ – матриця інтенсивності похибок вимірювання;

$\mathbf{Q}(t)$ – матриця інтенсивності похибок спостереження;

$\boldsymbol{\eta}(t)$ – коваріаційна матриця похибок фільтрації;

$\mathbf{G}(t)$ – матриця управління.

Для розв'язання поставленої задачі пропонується застосувати математичний апарат диференціальних перетворень академіка Г.Є.Пухова [3], який є операторним методом, що дозволяє абсолютно точно моделювати складні нелінійні та нестационарні диференціальні рівняння алгебраїчними виразами в області зображень.

Неважко бачити, що рівняння (1) за своєю структурою може бути представлене в узагальненому вигляді:

$$\frac{d\boldsymbol{\eta}(t)}{dt} + \mathbf{a}(t)\boldsymbol{\eta}(t) + \mathbf{y}(\boldsymbol{\eta}) + \mathbf{f}(t) = \mathbf{0}, \quad (2)$$

де $\mathbf{a}(t)\boldsymbol{\eta}(t) = -\mathbf{F}(t)\boldsymbol{\eta}(t) - \boldsymbol{\eta}(t)\mathbf{F}^T(t)$ – лінійна частина рівняння (1);

$\mathbf{y}(\boldsymbol{\eta}) = \boldsymbol{\eta}(t)\mathbf{H}^T(t)\mathbf{R}^{-1}(t)\mathbf{H}(t)\boldsymbol{\eta}(t)$ – нелінійна частина (1);

$\mathbf{f}(t) = -\mathbf{G}(t)\mathbf{Q}(t)\mathbf{G}^T(t)$ – частина рівняння, яка не залежить від $\boldsymbol{\eta}(t)$.

Застосувавши математичний апарат диференціальних перетворень академіка Г.Є.Пухова була отримана точна модель рівнянь (1), (2) в області зображень.

Враховуючи правила диференціальних перетворень [3], нелінійне диференціальне рівняння (2) може бути перетворене до вигляду:

$$\frac{k+1}{H}\boldsymbol{\eta}(k+1) + \sum_{l=0}^{l=k} \mathbf{A}(k-l)\boldsymbol{\eta}(l) + \mathbf{Y}(k) + \mathbf{F}(k) = 0, \quad (3)$$

де $\mathbf{F}(k)$ – диференціальний спектр матричної функції $\mathbf{f}(t)$;

$\mathbf{Y}(k)$ – диференціальний спектр нелінійних членів;

$\mathbf{A}(k)$ – диференціальний спектр матричної функції $\mathbf{a}(t)$.

Рівняння (3) являє собою матричне рекурентне рівняння, яке при умові високого порядку абсолютно точно моделює нелінійне диференціальне рівняння Ріккати (1). За умови невисокого порядку (3) може бути отриманий наближений розв'язок (1), перевагою якого є простота обчислень, а недоліком – не завжди достатній радіус збіжності.

Для забезпечення збіжності розв'язку нелінійних рівнянь на основі наближених функцій на великому інтервалі визначення невідомої функції застосовують його розбиття на підінтервали, на кожному з яких шукається локальний розв'язок.

Одним з ефективних методів розв'язку нелінійних рівнянь на основі апроксимації є метод підобластей [3].

Метод підобластей відноситься до групи методів, які дозволяють добитися високої точності розв'язку на основі мінімізації нев'язки. Схема проведення обчислень за цим методом передбачає вибір структури апроксимуючої функції з невизначеними коефіцієнтами, наприклад у вигляді багаточлена:

$$\hat{\boldsymbol{\eta}}(t) = \boldsymbol{\eta}_0 + \boldsymbol{\eta}_1 t + \boldsymbol{\eta}_2 t^2 + \dots + \boldsymbol{\eta}_{v-1} t^{v-1}, \quad (4)$$

де $\boldsymbol{\eta}_i, i \in [0 \dots v-1]$ – невизначені коефіцієнти.

При використанні диференціальних перетворень нетейлорівського типу, апроксимація може будуватись і на інших базових функціях: гармонічних, експоненціальних тощо [3].

Розроблена модель фільтру Калмана на основі диференціальних перетворень відрізняється від відомих тим, що нелінійне диференціальне рівняння Ріккати замінене його абсолютно точним алгебраїчним квазіаналогом в області зображень.

Враховуючи, що точний розв'язок отриманої системи нелінійних алгебраїчних рівнянь знайти складно, запропонована методика наближеного розв'язку на основі його апроксимації методом підобластей. При цьому вдається значним чином скоротити порядок апроксимуючої функції при збереженні достатньої точності на інтервалі визначення.

За результатом розв'язку тестового завдання показана висока точність розрахунку матричного коефіцієнту підсилення фільтру Калмана, висока якість фільтрації та перехідного процесу. При цьому забезпечується невисока обчислювальна складність процедури калманівської фільтрації.

Список літератури

1. Borenstein J. Measurement and correction of systematic odometry errors in mobile robots / J. Borenstein, L. Feng // IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 14, No. 4, 1996. – p. 869-880.
2. Венгеров А.А., Щаренский В.А. Прикладные вопросы оптимальной линейной фильтрации. – М.: Энергоиздат, 1982. – 192 с.

3.Пухов Г.Е. Дифференциальные спектры и модели. – К.: Наук. думка, 1990. – 184 с.

УДК 658.85

С.Ю. Волошин, А.Ю. Гаврушкевич

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ПАТЕНТУВАННЯ ПЕРЕДАЧ З ГНУЧКОЮ В'ЯЗЗЮ

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”

E-mail: kvm_mmi@mail.ru

Анотація. Проведено аналіз динаміки патентування (винахідницької діяльності) передач з гнучкою в'яззю, а саме пасових та ланцюгових передач за 10 років. Проаналізована активність фірм на ринках окремих країн світу за вказаний період

Традиційні передачі з гнучкою в'яззю, до яких відносяться пасові та ланцюгові передачі, поширені у різних галузях техніки. Наведені передачі складаються з двох шківів та приводного паса (пасова передача) або ведучої та веденої зірочок в зачепленні з ланцюгом (ланцюгова передача).

Обидва види передач мають ряд недоліків та переваг одна над одною. Тому удосконалення даних об'єктів має всі шанси зацікавити винахідників.

Аналіз динаміки винахідницької активності (патентування винаходів) - це найбільш широко використовуваний метод для цілей аналізу стану і прогнозування розвитку в досліджуваній області техніки, зокрема в машинобудуванні, за визначений проміжок часу (10 років, що передують проведенню даних досліджень).

Метод заснований на формуванні динамічних рядів патентів за роками пріоритету або за роками першої публікації. Динамічні ряди можуть формуватися у вигляді таблиць. На основі цих таблиць (за країною або групою країн) будуються графіки динаміки винахідницької активності в даній області техніки за визначений проміжок часу.

Динаміка патентування спостерігалась згідно регламенту по наступним об'єктам: 1) МПК - F16H 7/02 – передачі для повідомлення обертального руху за допомогою нескінченних гнучких елементів пасові, з клиноподібними пасами; 2) МПК - F16H 7/06 – передачі для повідомлення обертального руху за допомогою нескінченних гнучких елементів ланцюгові [1].

На основі проведених патентно-інформаційних досліджень в графічному вигляді представлена динаміка патентування передач з гнучкою в'яззю (об'єкт дослідження МПК - F16H 7/02, МПК - F16H 7/06) за останні десять років в світі [2] (рис.1).

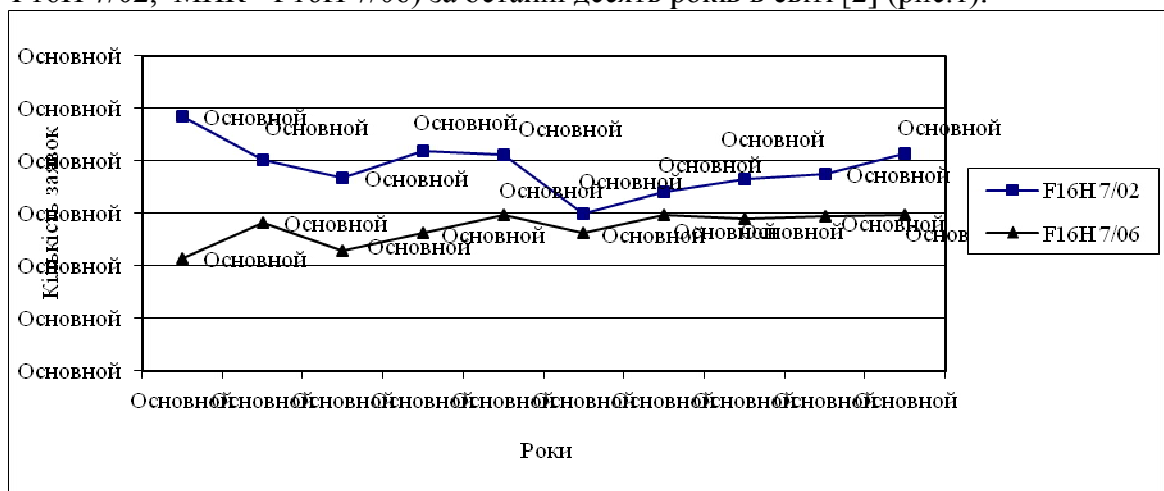


Рис. 1. Динаміка патентування об'єктів дослідження в світі за період 2004-2013рр

За перші п'ять років дослідження спостерігається коливання кількості розробок у вказаному напрямку, а за останні 5 років не спостерігається значного зростання, що може свідчити про те, що в розробці даних об'єктів максимум винахідницької діяльності вже пройдено і, що найближчим часом не варто очікувати появи істотних технічних рішень в удосконаленні даних об'єктів.

З іншого боку, достатньо велика кількість винаходів за останні 10 років в даній області вказує на актуальність використання передач з гнучкою в'яззю в техніці.

Активність фірм на ринках окремих країн світу за вказаний період представлена на рис. 2.

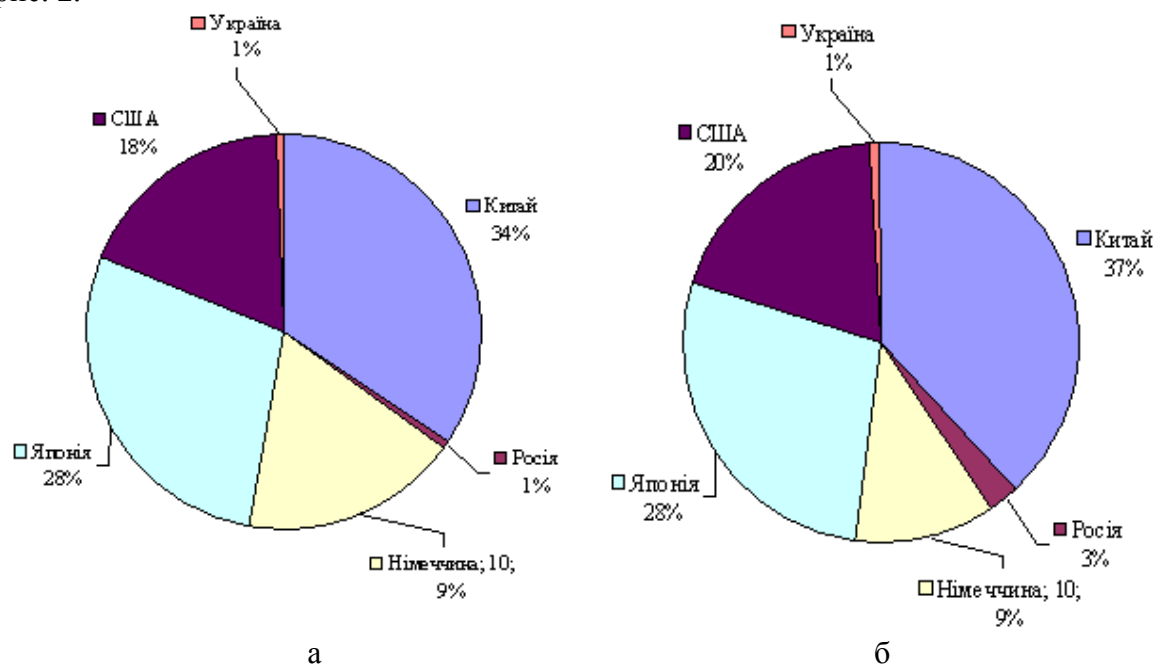


Рис.2. Кількість патентів по країнах світу протягом останніх 10 років на об'єкт дослідження : а -МПК - F16H 7/02; б - МПК - F16H 7/06

З даних діаграм видно, що провідну роль у патентуванні передач з гнучкою в'яззю займають такі країни як Китай, Японія, США, Німеччина. Це закономірно, тому що саме в цих країнах активно розвивається промисловість, в тому числі машинобудування. При цьому кількість поданих заявок на отримання патенту по досліджуваних об'єктах (МПК - F16H 7/02, МПК - F16H 7/06) по аналогічним країнам близька. Це свідчить про певну рівномірну зацікавленість в розробках передач з гнучкою в'яззю в машинобудуванні.

Список літератури

1. Федеральный институт промышленной собственности. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPC/IPC8_XML/?xml=http://www1.fips.ru/IPC8_XML/ipc8-subclass-F_XML/ipc8-F16H.xml#F16H%20%20%207/00
2. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент)[Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ru.espacenet.com/search97cgi/s97_cgi.exe?Action=FormGen&Template=ru/ru/advanced.htm

УДК004: 65.011

А.М. Борона, аспірант

АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНОГО ДИНАМІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ РОЗРОБКИ КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ

Національний авіаційний університет, borona_alina@mail.ru

Встановлена основна проблема сучасних САМ - ЧПУ систем, яка полягає у відсутності сумісності інтерфейсів систем. Запропоновано технологію прийняття проектних рішень в ході розробки керуючих програм в інтегрованому інформаційному середовищі автоматизованих систем машинобудівного підприємства..

Вступ

Основним способом автоматизації обробки малих партій деталей зі складною формою є обробка на верстатах з ЧПК. Один з факторів, що впливають на ефективність використання устаткування є розробка і налагоджування керуючих програм (КП). В даний час для розробки КП використовують спеціалізоване програмне забезпечення-CAD/CAM системи. Постійний розвиток і поширення високошвидкісних і продуктивних обробних центрів, оснащених системами ЧПУ, змушує людину забезпечувати зниження тимчасових витрат на проектування КП. Сьогодні рішення цього завдання є пріоритетним і однозначно актуальним.

Результати дослідження

На етапі робочого проектування 3D моделі служать основною формою подання геометричної інформації про виріб, дозволяють проводити комп'ютерні інженерні розрахунки на міцність, довговічність та ін, аналізувати рівень збирання деталей і вузлів, отримувати конструкторсько-технологічну документацію. Ще один аспект використання 3D моделей у сфері ТПП - це створення 3D моделей складного технологічного обладнання з метою віртуального моделювання процесу обробки. Таке моделювання дозволяє виявити і усунути можливі колізії (зіткнення) в системі «верстат–пристосування–інструмент–деталь»

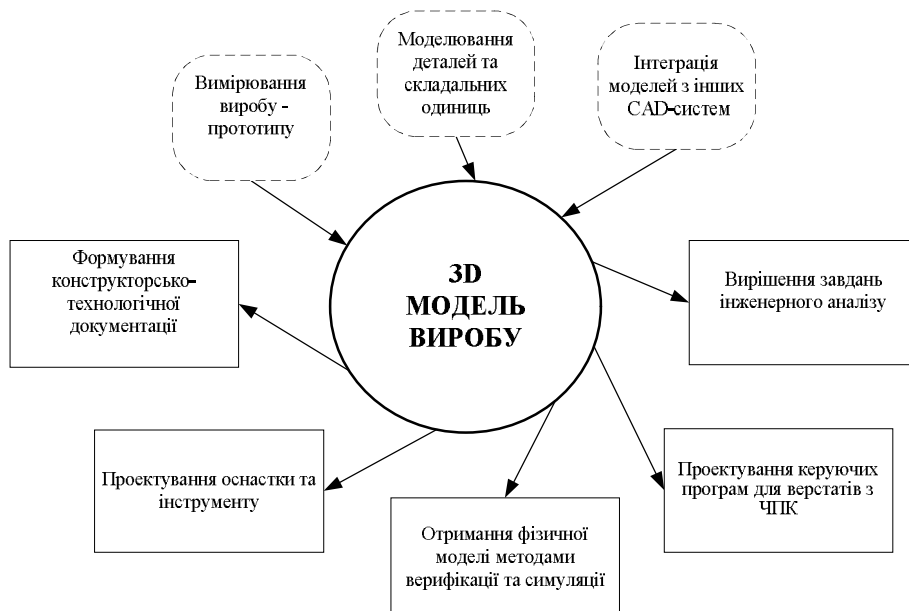


Рис.1. Центральна роль електронної моделі виробу

САМ-систему зазвичай визначають як "систему автоматизованої розробки КП для верстатів з ЧПК". Однак, при цьому не враховується той факт, що КП по суті є деталізованим (до робочих ходів) описом операційного технологічного процесу для верстата з ЧПК, а процес розробки КП в САМ-системі включає в себе завдання,

характерні саме для розробки операційного ТП: визначення послідовності і змісту переходів, вибір ріжучого і допоміжного інструменту, завдання режимів обробки і т.п.

Модель, що розробляється на фазі конструкторсько-технологічної підготовки базується на використанні стандарту ISO 10303 (STEP) [3]. Виражається базою даних, логічна структура якої відповідає стандартам та є основою інформаційної інтеграції автоматизованих систем, що використовуються на підприємстві і потребують інформацію про виріб.

Етап переходу від системи автоматизованого програмування САМ до системи ЧПУ називають STEP-NC. Стандарт STEP надає системі ЧПУ детальну об'ємну пов'язану інформацію необхідну для виробництва [5]. Засобом опису всіх прикладних протоколів STEP є об'єктно-орієнтована мова EXPRESS. Дана мова є універсальним засобом для опису інформаційних моделей в термінах «сутність-атрибути». Сутності можуть зберігатися в репозиторіях в якості абстрактних об'єктів, не маючи прив'язки до конкретних фізичних образів. Разом з тим розробники математичного забезпечення таких сховищ мають можливість використовувати будь-які інформаційні технології та підходи при визначенні сутностей і атрибутів.

Отриману модель не складно представити у форматі схеми XSDL (XML - Schema Definition Language). Готова схема може бути відредагована, документована і конвертована в XLS (Extensible Stylesheet Language) або XML-формат. Модель в XML-форматі має однозначну відповідність з EXPRESS-моделлю, але за рахунок гнучкості і розширюваності мови XML володіє додатковими перевагами. XML-документи можуть бути оброблені Web-браузерами; при цьому технологія браузерів дозволяє візуалізувати EXPRESS-сутності. XML-описи беруть участь в обміні нейтральними даними, разом з тим можуть бути використані в поділюваних спеціалізованих базах даних та архівах [4].

Разом з тим лише отримати КП для верстату з ЧПК не достатньо. Важливим аспектом залишається перевірка даної програми до впровадження у виробництво з урахуванням всіх реалій виготовлення. Для вирішення даного завдання використовують верифікатори КП. Модуль останніх повинен давати можливість проводити верифікацію і симуляцію на рівні керуючої програми [2]. Використання реальної моделі верстата разом з налаштованим емулятором контролера, що включає всі функції, використовувані при реальній обробці на верстатах з ЧПУ, дозволить виявити всі можливі колізії, включаючи різні типи зіткнень між вузлами верстата і деталлю, заготовкою і т.п.

Висновок

Можливість створення інформаційної моделі, що задовольнить проблему не повної сумісності CAD – ЧПК систем з функціями оптимальної перевірки КП дозволить забезпечити максимально високу якість і надійність виробництва.

Список літературних джерел

1. Павленко П.М. Автоматизовані системи технологічної підготовки розширених виробництв. Методи побудови та управління: Монографія. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 280 с.
2. Вельдер С. Э., Лукин М. А., Шалыто А. А., Яминов Б. Р. Верификация автоматных программ. СПб: Наука, 2011. 242 с.
3. Е.И. Яблочников, Д.Д. Куликов, В.И. Молочник. Моделирование приборов, систем и производственных процессов / Учебное пособие – СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 156 с.
4. Программирование систем числового программного управления: учеб. пособие/ В.Л.Сосонкин, Г.М. Мартинов.-М.: Логос; Университетская книга; 2008. - 344 с.
5. <http://www.xml.covepage.org/StepExpressXML.html#step-part28>

УДК 629.735:656.71.06:621.31

С.С. Дев'яткіна, канд. техн. наук

КРИТЕРІЇ ВІДМОВИ СКЛАДНИХ ТОПОЛОГІЧНИХ СИГНАЛЬНИХ СИСТЕМ

Національний авіаційний університет, lanasunshine@voliacable.com

Пропонується метод визначення критеріїв відмови складних топологічних сигнальних систем. Метод ґрунтується на вимогах нормативно-технічних документів щодо складу, конфігурації та надійності сигнальної системи.

Актуальність проблеми

Сучасні аеродроми та вертодроми цивільної авіації України, які використовуються вдень та вночі у різних метеорологічних умовах, мають бути обладнані спеціальними сигнальними системами – світлосигнальними системами аеродромів (ССА).

До складу ССА входять певна кількість підсистем та система керування ними; до складу кожної підсистеми належить певна кількість вогнів, що позначають окремі ділянки злітно-посадкової смуги та підходів до неї. Аеродромні світлосигнальні вогні формують світлову картину, яка для пілота повітряного судна (ПС) є єдиним джерелом візуальної інформації при заході на посадку у складних метеорологічних умовах, вночі та при зльоті з низькими значеннями видимості (400 м і нижче).

Відмова ССА може призвести до втрати візуального контакту пілотом ПС або до встановлення хибного візуального контакту, що призведе, як мінімум, до виникнення інциденту, або може стати передумовою авіаційної події.

Визначення рівню надійності ССА в процесі її експлуатації є одним з інструментів керування надійністю і запобігання її відмови, яка може спричинити тяжкі наслідки.

Визначення показників надійності складних систем потребує застосування наукового підходу для проведення аналізу об'єкту дослідження, розробки номенклатури показників надійності та формулювання критеріїв його відмови.

Світлосигнальна система аеродрому відноситься до класу складних топологічних систем. Визначення показників надійності ССА та подальше визначення ризиків щодо безпеки польотів від функціонування ССА неможливе без розробки критеріїв її відмови.

Аналіз літератури та нормативно-технічних документів

У Стандартах та рекомендованій практиці ІКАО [1, 5] не існує однозначних критеріїв відмови ССА. У них лише вказується, що критерій відмови повинен містити дві ознаки – кількісну і топологічну.

Перша спроба формулювання критеріїв відмови була зроблена в роботі [2]. В ній було встановлено, що відмова ССА, при заході на посадку, впливає на функціональний стан пілота ПС так само, як і відмова двигуна ПС. Однак, конкретних кількісних значень критеріїв відмови ССА на той час отримати не вдалося.

Подальші наукові розробки, наведені в роботах [3, 4] мають у своїй основі математичний підхід, що ґрунтується на визначенні залежності показника безвідмовності підсистеми ССА (ПССА) – ймовірності безвідмовної роботи за час між двома технічними обслуговуваннями від кількості вогнів, що відмовили. Кількість аеродромних вогнів, що відмовили, при якій більше не відбувається збільшення показника надійності, є максимальним значенням критерію відмови ПССА, за умови, що його можливо забезпечити на практиці.

Наявність нормованого значення показника безвідмовності ПССА дозволяє визначити мінімальне значення кількості аеродромних вогнів, що відмовили, при якому підсистемою забезпечується нормований рівень ризику щодо безпеки польотів.

Таким чином, для всіх підсистем ССА встановлюється свій діапазон значень кількісної ознаки критеріїв відмови за умови наявності та певного значення топологічної ознаки (заборони пари суміжних аеродромних вогнів, що відмовили).

У вищевказаних дослідженнях не розглядається можливість попадання аеродромних вогнів, що відмовили, на ділянку певної довжини, необхідної для встановлення та збереження візуального контакту. Таким чином, необхідне введення додаткової третьої ознаки критерію відмови, про що свідчать дослідження та вимоги документів [1, 5, 6].

Мета статті

Викладення основних положень методу визначення критеріїв відмови складних топологічних систем на прикладі ССА, у якому отримали подальший розвиток раніше започатковані підходи, що узагальнені та об'єднані у рамках єдиного методу.

Виклад основного матеріалу

До візуальних топологічних систем відносяться інформаційні системи, критерій відмови яких залежить не тільки від загальної кількості елементів, що відмовили, але і від їх взаємного розташування, тобто в системі на етапі проектування закладено інформаційне резервування. До складу таких систем входить велика кількість елементів, що формують візуальну інформацію, і відмова кількох одиночних елементів не приводить до відмови системи в цілому, а взаємне розташування елементів, що відмовили, є важливим і впливає на її якість.

Формулювання кількісних значень критеріїв відмови таких систем є складною задачею, що потребує спеціального математичного підходу або експериментальних досліджень.

Метод визначення критеріїв відмови складних топологічних систем, що пропонується, базується на аналізі функціональних можливостей цих систем, сфери їх застосування, вимог нормативно-технічних документів та математичній моделі їх надійності.

У попередніх роботах [3, 4] було розроблено алгоритм визначення діапазону значень кількісної ознаки критерію відмови. Мінімальне значення в цьому діапазоні було отримано на підставі нормованого значення показника безвідмовності системи – ймовірності безвідмовної роботи за час між двома технічними обслуговуваннями. При певних вихідних даних (кількість елементів, показники їх надійності, час між технічними обслуговуваннями) завдання більш „жорсткого” критерію відмови (меншого, ніж визначене) призведе до неможливості забезпечення нормованого показника надійності підсистеми.

Завдання критерію відмови, що є більшим за „максимальне” значення, отримане у роботі [3], не призведе до росту ймовірності безвідмовної роботи за час між двома технічними обслуговуваннями, але, це теоретично отримане значення, часто буває досить „жорстким”. Для практичної реалізації вимог до надійності, отриманий критерій відмови іноді потребує „пом'якшення”. Більш „м'яке” значення критерію відмови простіше забезпечити обслуговуючому персоналу, але існує ймовірність того, що наявні відмови аеродромних вогнів змінять світлосигнальну картину настільки, що вона стане незрозумілою для пілота.

Отже, задача полягає в тому, щоб визначити „оптимальне” значення критерію відмови – таке, щоб його було можливо забезпечити обслуговуючим персоналом та, з іншого боку, щоб „дозволені” відмови аеродромних вогнів не спотворили світлосигнальну картину, якою користується пілот ПС при заході на посадку, посадці, зльоті та рулінні.

Для визначення цього значення критерію відмови пропонується ввести третю ознаку, яка, фактично, стандартизована документами ICAO [5]. У цьому стандарті

наголошується, що для створення та збереження візуального контакту з наземними орієнтирами, якими у складних метеорологічних умовах та вночі є вогні ССА, пілоту необхідно у кожен момент часу бачити ділянку земної поверхні довжиною не менше 150 м.

Цей факт достовірно встановлений багатьма дослідженнями та наводиться в документі [5, п. 1.2.32, п.1 доб.4]. Аналогічні вимоги містяться також у документі [6], в якому для встановлення та збереження візуального контакту регламентується довжина видимої ділянки земної поверхні, принаймні, 90 м.

На підставі аналізу нормативних документів сформулюємо якісні вимоги щодо третьої ознаки критерію відмови – підсистема ССА переходить до непрацездатного стану у разі, якщо три аеродромні вогні, що відмовили, зосередяться на будь-якій 150 метровій ділянці, яку спостерігає пілот ПС під час заходу на посадку. Зауважимо, що пара „суміжних” вогнів, що відмовили, переводить систему до непрацездатного стану, тому три вищевказані вогні можуть розташуватися тільки через один – по принципу „1-3-5”. Два вогні, що відмовили, не стають причиною порушення візуального контакту, адже картина, яку бачить пілот на етапі візуального пілотування, швидко змінюється і нові вогні попадають у поле його зору. Відмова більше ніж трьох вогнів на 150 метровій ділянці призводить до утворення „трійки” суміжних вогнів, що відмовили, а це є неприпустимим.

Таким чином, третя ознака критерію відмови ССА дозволить визначити „оптимальне” його значення – тобто, таке значення критерію відмови, при якому забезпечується нормований рівень безпеки польотів, і гарантується відсутність зосередження відмов аеродромних вогнів на ділянці 150 м, та яке на практиці об’єктивно може бути забезпечено з боку обслуговуючого персоналу.

Висновки

1. Визначення критеріїв відмови складних топологічних світлосигнальних систем є актуальною науковою проблемою, вирішення якої дозволить визначати показники надійності ССА і проводити розрахунки та оцінку ризиків щодо безпеки польотів на етапах візуального пілотування.

2. У разі необхідності вказаний метод можна застосовувати для визначення критеріїв відмови складних топологічних сигнальних систем різного призначення.

Список літературних джерел

1. Аэродромы. Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации: в 2 т. / Издание шестое, июль 2013. - Том 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов. (ИКАО. Международные стандарты и рекомендуемая практика) – 364 с.

2. Дворкин В.Р. Определение критериев работоспособности электросветотехнического оборудования обеспечения полетов и методы повышения эффективности его использования в процессе эксплуатации: Автореф. дис. ... канд. техн. наук:05.22.14. / Ленинг. Акад. гражд. авиац. - Л., 1990. - 24 с.

3. Ванецян С.Г., Дев'яткіна С.С., Шишков В.Ф. Аналіз критеріїв працездатного стану підсистем світлосигнальних систем аеродромів цивільної авіації // Вісник Національного авіаційного університету. - 2002. - №4. - С. 170-174.

4. Дев'яткіна С.С. Визначення критеріїв відмови світлосигнальних систем аеродромів // Вісник Національного авіаційного університету. - 2006. - №1. - С. 207-211.

5. Руководство по проектированию аэродромов. Часть 4. Визуальные средства. Doc 9157, AN/901. – Монреаль. – 2004 г. – 218 с. (ИКАО. Международные стандарты и рекомендуемая практика). http://www.aviadocs.net/icaodocs/Docs/9157_p4_ru.pdf.

6. JAR-OPS 1. Joint aviation requirements. Commercial air transportation. Aeroplanes. Subpart E. All weather operations.». «Комерційні авіаційні перевезення». (Літаки). Частина Е.– 2004.–178с. http://www.avia.gov.ua/jar_ops1_ukr.htm

УДК 620.891:621.316

Д.А. Баранник, аспирант

**ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕМЕННОЙ
3D-КОРРЕКЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛОПАТОК МОНОКОЛЁС НА
ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ С ЧПУ**

АО «Мотор Сич», г.Запорожье, Украина, baristin43@gmail.com

Недостаточная жёсткость системы СПИД, как подтверждено многочисленными исследованиями, является источником погрешностей при любой механической обработке, а особенно – для высокоскоростной. Обработка осевых моноколёс на АО "Мотор Сич" осуществляется методом спирального высокоскоростного фрезерования на 5-ти координатных обрабатывающих центрах. При высокоскоростном фрезеровании обеспечиваются необходимые параметры качества обработки, необходимая производительность и стойкость инструмента. Были проведены исследования, которые показали, что во время непрерывной 5-ти координатной обработке лопаток необходима 3D-коррекция инструмента. При этом коррекция не должна быть связана с пересчётом траектории движения инструмента через САМ-систему. Предложенный способ обработки и применение 3D-коррекции при 5-ти координатном движении инструмента позволили выполнить конструкторские требования по шероховатости и точности, предъявляемые к лопаткам моноколёс. Тем не менее, возникает проблема недопустимых отклонений, вызванных упругой деформацией при чистовом фрезеровании тонкотелых и высоких лопаток. Поэтому, принцип применения 3D-коррекции в "чистом" виде не всегда удовлетворял конструкторским требованиям. Возникла необходимость найти способ, дающий возможность вводить переменную величину коррекции за один проход инструмента.

На основе ранее разработанной и используемой стратегии 3D-коррекции была разработана методика и математическое обеспечение вычисления и применения переменной или "адресной" 3D-коррекции, позволяющей автоматически изменять и вводить коррекцию по ходу движения фрезы вдоль высоты лопатки. Как показал опыт, применение переменной коррекции наиболее целесообразно при спиральной обработке высоких лопаток. Таким образом, появляется возможность компенсировать отклонения точек профиля, вызванные упругой деформацией верхней части лопаток и случайными технологическими факторами. Применение переменной коррекции позволило получить более равномерные отклонения точек профиля по высоте лопатки и значительно сократить сроки внедрения управляющих программ.

Методика переменной коррекции применима для любого пятикоординатного станка со стойкой SINUMERIK-840D при условии, что исходная управляющая программа создана с учетом 3D-коррекции.

Применение данного метода 3D-коррекции натолкнуло на мысль создать более совершенный метод нелинейной 3D-коррекции. Ведь в идеале, при обработке профиля пера лопатки, отклонения точек по высоте лопатки происходит по нелинейному закону. Если в переменной 3D-коррекции в основе заложен линейный закон изменения величины корректора, при переходе на каждый последующий виток, то в новом – нелинейный. Таким образом, возникает необходимость разработки схемы и метода для нахождения математического закона, по которому будет происходить изменение величины коррекции. Вместе с этим возникнет необходимость в совершенствовании программного обеспечения для преобразования управляющей программы с 3D-коррекцией в программу с нелинейной переменной 3D-коррекцией.

В дальнейшем предстоит оценить новый метод применения нелинейной 3D-коррекции и сравнить с существующим методом.

В.В. Левківська, О.В. Монченко, к.т.н.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ІМПУЛЬСУ СИГНАЛУ В ФАЗОВОМУ ВИЯВЛЯЧІ

Національний авіаційний університет, galena79@mail.ru

Доповідь присвячена розробці чисельної моделі для дослідження фазового пристрою виявлення сигналів для ультразвукового неруйнівного контролю та оцінки потенційних можливостей методу виявлення. Дослідження проводилось для різних співвідношень тривалості імпульсу сигналу. Моделювання виконано в системі Matlab.

Виявлячі використовуються для виявлення і розрізнення сигналів при високих рівнях шумів. Головними видами виявлячів є кореляційні, фазові пристрої та пристрої розрізнення сигналів. В свою чергу кореляційні пристрої поділяються на пристрої виявлення одиничного сигналу та пачки сигналів.

Перспективним пристроєм виявлення є фазовий виявляч сигналів [1]. Виявлення радіоімпульсу на тлі адитивної перешкоди з метою оцінки його тимчасового положення виконується на основі визначення та аналізу фазової характеристики сигналу (ФХС). Дискретна ФХС визначається за допомогою дискретного перетворення Гільберта аналізованого сигналу.

$$u[j] = H(u[j]), \quad (1)$$

де H – оператор дискретного перетворення Гільберта [2].

Дробова (визначена однозначно в інтервалі $[0, 2\pi)$) частина дискретної ФХС обчислюється відповідно до виразу:

$$\phi[j] = \Phi(u[j], u[j]) = \arctg \frac{u[j]}{u[j]} + \frac{\pi}{2} \{2 - \text{sign}(u[j])(1 + \text{sign}(u[j]))\}, \quad (2)$$

де $\text{sign}(\cdot)$ – позначення знакової функції, Φ – оператор обчислення дробової частини дискретної ФХС.

В інтервалі $[0, 2\pi)$ різниця дискретних ФХС (2) і фази гармонічного сигналу з частотою несучої визначається як

$$\Delta\phi[j] = (\phi[j] - (2\pi f T_d)) \pmod{2\pi}, \quad j = \overline{1, N} \quad (3)$$

Зі статистичної фазометрії [2] відомо, що оцінкою розсіювання значень $\Delta\phi$ є кругова вибіркова дисперсія $V = 1 - r$, або однозначно пов'язана з нею вибіркова довжина сумарного вектора r . Ознакою присутності радіосигналу є перевищення статистикою $r \in (0, 1]$ деякого порога Π , що використовується для виділення радіосигналів на фоні перешкод. R – розрахункова величина поточного значення статистики r .

В прийнятому до реалізації методі виявлення інформаційний параметр $\Delta\phi$ входить до складу суттєво нелінійних функцій $\sin(\Delta\phi)$, $\cos(\Delta\phi)$. Це означає, що задача визначення параметру виявлення R являється суттєво нелінійною і може бути вирішена тільки чисельними методами. Розроблена модель заснована на методі статистичних випробувань Монте-Карло.

При цьому для обчислення параметру виявлення і статистичних характеристик пристрою виявлення, вхідний сигнал представляється адитивною сумішшю імпульсного зонduючого сигналу і згенерованої нормально розподіленої

псевдовипадкової послідовності в якості шуму. Прийнята суміш аналізується чисельним методом на основі розробленої моделі (рис 1).

На рис.1 зображена структура фазового виявляча. До складу пристрою входять функціонально необхідні складові: формувач сигналу, перетворювач Гільберта, нелінійні функції $\sin(\Delta\phi)$ та $\cos(\Delta\phi)$, до складу яких входить інформаційний параметр $\Delta\phi$, усереднювач, обчислення поточного значення статистики, формування порогового значення та порівнювач.

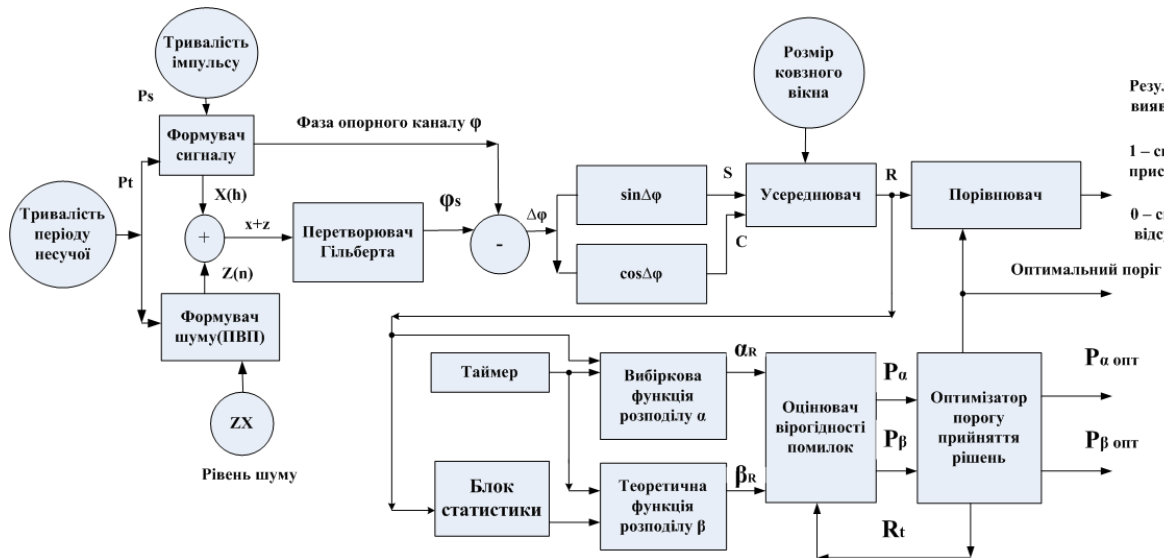


Рис.1. Фазовий пристрій виявлення сигналів

Метою роботи є розробка і аналіз моделі виявляча імпульсних сигналів з покращеними характеристиками завадостійкості і достовірності. Для дослідження використовувалось програмне середовище Matlab. У роботі була проведена оцінка впливу тривалості імпульсу сигналу та вибір оптимального значення для отримання достовірних результатів моделювання.

При проведенні розрахунків доцільно виконати нормування числових величин, а в якості незалежних параметрів використати параметри з прозорим і суттєвим впливом на вихідні характеристики пристрою виявлення.

В моделі тактова частота прийнята $F_t=1$ (у відносних одиницях). При цьому, розрахункова сітка перетворюється на натуральний числовий ряд, що призводить до значних спрощень і підвищення точності розрахунків. Всі інші параметри виражаються через значення тактової частоти цілими числами.

Досліджуваний параметр – тривалість імпульсу сигналу (P_s) – значення тривалості імпульсу сигналу виражене в кількості періодів несучої частоти.

Відносна тривалість імпульсу вимірювального сигналу в головній мірі впливає на точність виявлення і можливість роботи при значному рівні зовнішнього шуму. Тривалість імпульсу відносно періоду несучої задає відносну ширину спектру сигналу. При значних значеннях P_s спектр сигналу зосереджений у вузькому околі відносно частоти несучої. З'являється потенційна можливість виділення такого сигналу вузькосмуговим фільтром навіть при значному рівні суміші за відсутності сигналу.

Але збільшення тривалості імпульсу сигналу суттєвим чином впливає на об'єм математичних операцій при обробці, оскільки при цьому: автоматично зростає кількість числових відліків, що підлягають обробці; збільшується абсолютна величина вікна числового усереднення; об'єм обчислень при розрахунку параметра R за значної кількості вузлів обчислення.

Для оцінки впливу P_s на характеристики пристрою виявлення проведено числове моделювання, параметр P_s змінювався в межах від 10 до 60. В якості вихідних характеристик використовувались: мінімальна ймовірність помилки пристрою виявлення та середньо-квадратичне відхилення (СКВ) параметру виявлення для суміші (рис. 2, 3).

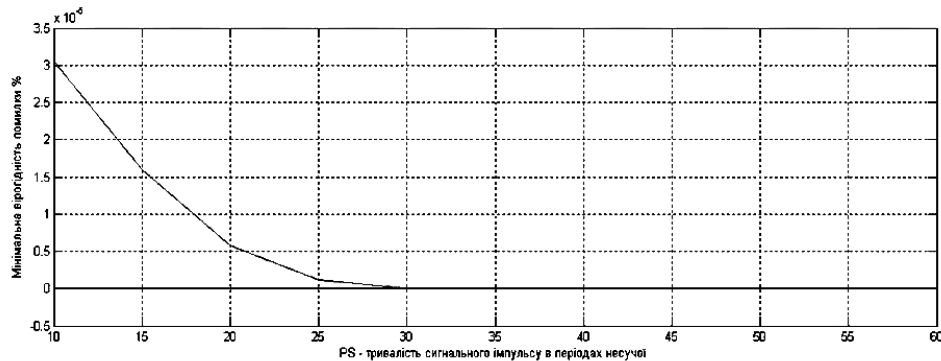


Рис. 2. Залежність мінімальної вірогідності помилки пристрою виявлення від значення тривалості імпульсу

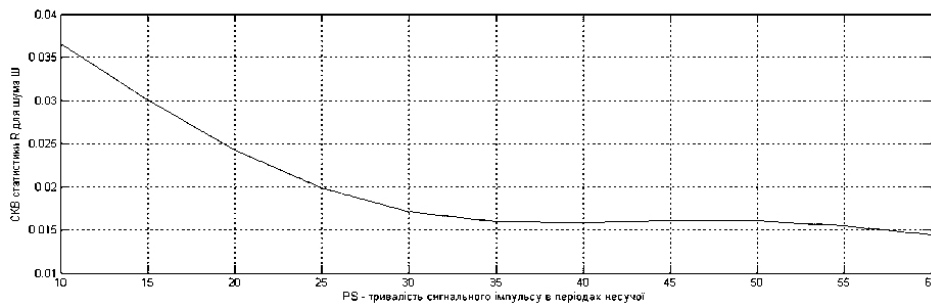


Рис. 3. Залежність СКВ параметру виявлення для суміші від значення тривалості імпульсу

В абсолютних цифрах, для несучої частоти 1...3 МГц розподільча здатність по дальності для ряду значень P_s приведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Розподільча здатність по дальності

Частота несучої, МГц	$P_s=10$	$P_s=20$	$P_s=30$
1	1,65мм	3,30мм	4,95мм
2	0,825мм	1,65мм	2,57мм
3	0,55мм	1,1мм	1,65мм

На основі моделювання фазового пристрою виявлення сигналів встановлено, що оптимальне значення тривалості імпульсу, яке забезпечує достовірне функціонування пристрою виявлення, лежить в межах (відносні значення параметра): $P_s = 10...30$. При збільшенні тривалості зондуючого сигналу завадозахищеність пристрою виявлення покращується, але при цьому погіршується роздільна здатність по дальності.

Список літературних джерел

1. Фазовый обнаружитель сигналов для ультразвукового неразрушающего контроля / Близнюк Е.Д., Еременко В.С., Куц Ю.В., Монченко Е.В., Быстрая И.Н., Цапенко В.К. – Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2011. – №2. – С.21-24.
2. Куц Ю. В. Статистична фазометрія / Ю. В. Куц, Л. М. Щербак. – Тернопіль: В-во Терноп. технологіч. ун-ту, 2009. – 383 с.

УДК 519.254 (043.2)

Квач Ю.М., к.т.н., Воронов С.І., Яремич Т.І.

ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ З ФУНКЦІЄЮ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ

Представлення програмного забезпечення для обробки зображення за допомогою цифрових фільтрів (як стандартних, так і спеціальних), з функцією збереження параметрів для повторного використання фільтрів, та супроводу власної бази фільтрів для зручного використання інструментарію в роботі обробки зображень знімків світлосигнальної системи аеродрому.

На сьогодні практично неможливо отримати права на використання програмного коду професійних продуктів з обробки зображення [1-4]. Крім того весь інструментарій з доступних програмних засобів виконує обробку зображення таким інструментом як цифрові фільтри дуже завуальовано, без ілюстрації внутрішньої механіки. До того ж цифрові значення параметрів, які необхідні для повноцінної роботи з даним інструментом, або заховані від оператора в фонових розрахунках, або надаються не в повній мірі. Тому для того, щоб отримати власний незалежний інструмент для обробки зображення пропонується програмний продукт.

В результаті роботи розроблена програмна підсистема, яка реалізує наступні інструменти: пом'якшуючі фільтри, фільтри підвищення контрасту, фільтри з заданим напрямком фільтрації (горизонтальні, вертикальні, діагональні), база фільтрів з функцією повного супроводу конфігурацій фільтрів, інструмент регулювання яскравості вихідного зображення, а також інструмент регулювання загального контрасту вихідного зображення. Така програмна підсистема реалізована в технології програмування Delphi [5], на базі операційної системи Windows.

Підсистема являє собою сукупність інструментів для обробки зображення за допомогою цифрових фільтрів. Вона представляє собою лише частину комплексного продукту (системи) по обробці зображення з дуже широкою сферою застосування.

Зображення, які надаються системі для подальшої обробки підсистемами, мають вигляд прямокутних масивів, кожний елемент яких це окрема точка в колориметричній системі RGB. Система обробляє зображення практично будь-якого розміру.

Модифікація або кодування параметрів цифрових фільтрів виконується за допомогою оператора – користувача підсистеми. Але в підсистему вбудована база даних для зберігання налаштованих та найбільш розповсюджених фільтрів, що вигідно відрізняє розроблену підсистему від існуючих подібних підсистем.

В підсистемі вагові коефіцієнти фільтрів задаються як натуральні цифри, але не виключена можливість, за допомогою відповідного масштабу, використання і дробових коефіцієнтів.

Для роботи з фільтрами розроблено спеціальне тестове вікно в якому можливо:

- завантажити у діалогу довільний фрагменту зображення;
- вибрати та завантажити вже готовий шаблон фільтра, за допомогою бази даних;
- провести, якщо це необхідно, попередні маніпуляції з параметрами фільтра;
- виконати тестування фільтра та порівняти завантажений фрагмент з зображенням результату операції фільтрації;
- відрегулювати яскравість та контраст вихідного зображення.

Після маніпуляцій з фрагментом зображення фільтр з підібраними параметрами можна застосувати до всього зображення.

Обробка зображення за допомогою цифрових фільтрів може бути застосована в таких областях як дефектоскопія: дефектоскопія поверхні дороги (використовується ІЧ частоти для фіксування знімку), дефектоскопія деталей різноманітних машин (використовується УЗ для дослідження поверхонь), дефектоскопія кісток людини (знімки виконані за допомогою рентгенівських променів) та внутрішніх органів (зображення отримане за допомогою томографа), дефектоскопія грошових одиниць (сукупність УФ (спеціальних знаків на валюті) та ІЧ знімків), і т.д.

Ще однією з можливих областей застосування є обробка зображень космічних спостережень, де фільтрацію з метою підвищення контрасту також необхідно виконувати специфічними методами.

Як зазначалось раніше отримати право на використання програмного коду існуючих професійних інструментів в цієї області є дуже важким завданням, яке потребує дуже великих грошових затрат. На сьогодні, для того щоб на належному рівні виконати роботи в даній області в межах нашої країни необхідно розробити вітчизняний програмний продукт. Враховуючи що зараз область обробки зображення займає важливу частину досліджень, то дана робота є актуальною.

На сьогодні існує безліч продуктів з обробки зображень на художньому рівні. Проте для професійного використання застосувати таке програмне забезпечення є проблематичним, оскільки більшість параметрів, або приховані від оператора, або виводяться у вигляді непрямих параметрів, суть яких можна трактувати по різному.

З метою підвищення роботи з таким інструментом як цифрові фільтри пропонується додати базу фільтрів, що дозволить зберігати і завантажувати готові фільтри. Також пропонується збільшити ширину охоплення розгортки фільтра з 2-х пікселів до 3-х, для більш точного завдання фільтру. Також пропонується ввести регулювання знаменника (яскравості) та фокусного коефіцієнта (контрасту).

Без власних розробок неможливо створити продукт, що зможе конкурувати як в наукових кругах, так і на ринку, тому дана робота є актуальною як набуття власних розробок. Реалізація дозволить зробити перший крок в розробці програми професійного рівня, з повним інструментарієм фільтрів. Цифрові фільтри це перший метод просторової фільтрації який дозволяє обробляти статичне зображення. Відштовхуючись від даної реалізації буде можливість далі розвивати тему фільтрів, переходячи в частотні фільтри, а також переходячи до фільтрів з можливістю обробки потоку даних, тобто динамічних зображень.

На даний момент програма містить зручний механізм налаштування власного інструментарію цифрових фільтрів, з функцією збереження баз даних. Це дозволяє розширити число фільтрів які будуть використовуватися в специфічних роботах. Також можливості бази даних дають змогу обмінюватися інформацією про фільтри з коментарями, що пояснюють особливості роботи з ними. Даний механізм відсутній в інших програмних рішеннях, отже це є однією з визначних рис даної роботи.

Для збільшення точності роботи рекомендується ввести роботу з дробовими ваговими коефіцієнтами згортки фільтра, що дозволяє без значних економічних витрат ввести дану функцію.

Представлене програмне забезпечення для обробки зображень знімків світлосигнальної системи аеродрому за допомогою цифрових фільтрів дозволить оцінити працездатний стан світлосигнальної системи вогнів.

Список літературних джерел

1. Гонсалес Р., Вудс Р. «Цифровая обработка изображений». - М.: Техносфера, 2005. - 1072 с.
2. Павлидис Т. «Алгоритмы машинной графики и обработки изображений». - М.: Радио и связь, 1986.
3. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учеб. пособие. Ч 1. : учеб. пособие / И. С. Грузман, В. С. Киричук Валерий Сергеевич, В. П. Косых Валерий Петрович, Г. И. Перетягин Георгий Иванович, А. А. Спектор. - : Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. - 156 с.

4. Прэтт У. «Цифровая обработка изображений» Пер. с англ. — М.: Мир, 1982. — Кн. 2 — 480 с, ил.
5. Бобровский С.И. «Delphi 7. Учебный курс» — СПб.: Питер, 2004. — 736 с.: ил

УДК 005.311.2:004.94

Трейтяк В.В., к.т.н., докторант

АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ПРОЕКТНИХ, ВИРОБНИЧИХ ДАНИХ ТА НОРМАТИВНО-ДОВІДКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, slava08@online.ua

У поданих матеріалах доведено, що «якість» прийняття управлінських рішень на всіх етапах життєвого циклу виробу залежить від оперативності та достовірності проектних, виробничих, планових даних і нормативно-довідкової інформації, які знаходяться в різних структурних службах і підрозділах підприємства. Зроблено спробу формалізувати взаємозв'язки цих даних та представити їх у вигляді відповідних математичних моделей.

Вступ. Інформаційна взаємодія суб'єктів, що беруть участь у підтримці життєвого циклу виробу, повинна здійснюватися в єдиному інтегрованому інформаційному середовищі (ІС). В основі концепції єдиного інформаційного простору лежить використання відкритої архітектури, міжнародних стандартів та апробованих комерційних продуктів обміну даними. Під ІС розуміють сукупність інформаційних баз даних, методів та способів, необхідних для надійного обміну даними між інтегрованими автоматизованими системами (ІАС) та прийняття управлінських рішень, а також аналізу, контролю та регулювання всіх основних процесів підприємства. Такий інформаційний простір забезпечує прискорення управлінських операцій, сприяє вдосконаленню управління, чим забезпечує конкурентоспроможність підприємства, фінансовий успіх, рентабельність продукції, безпечний і стійкий розвиток підприємства.

Основними завданнями, які вирішують за допомогою функціонування такого інформаційного простору, є:

- створення єдиної інформаційної бази з великою кількістю віддалених один від одного об'єктів і підрозділів підприємства;
- забезпечення високошвидкісної передачі по каналах зв'язку будь-яких видів інформаційних потоків;
- інформаційна підтримка діяльності всіх підрозділів та об'єктів підприємства;
- автоматизація всіх процесів підприємства, їх оперативний контроль та управління;
- використання технічних засобів обробки та аналізу інформації;
- забезпечення необхідного рівня безпеки та захисту інформаційних ресурсів підприємств тощо.

Постановка задачі. Відповідно до вищевикладеного, ІС є сховищем даних, в якому зберігаються всі дані, створювані та використовувані всіма підрозділами і службами підприємства в процесі їхньої виробничої діяльності. Це сховище має складну структуру, різноманітні зовнішні та внутрішні зв'язки. Необхідно дослідити та формалізувати взаємозв'язки проектних, виробничих, планових і нормативно-довідкових даних, оперативність та достовірність яких впливає на прийняття управлінських рішень на кожному з етапів життєвого циклу виробу.

Результати досліджень. Управління даними в інтегрованому інформаційному середовищі, єдиному для різних автоматизованих систем на методологічному рівні забезпечується сучасними CALS-технологіями та PLM-рішеннями. Підходи до створення ІС в них різні, проте мета одна – створення середовища, в якому функціонують САПР, ERP, PDM, SCM, CRM та інші ІАС виробничого призначення.

Відповідно до концептуальних положень CALS, PLM – реальні процеси відображаються у віртуальному інформаційному середовищі, в якому опис продукту, процесів та ресурсів подано у вигляді певного електронного опису, а середовище його створення й середовище експлуатації – у вигляді систем моделювання процесів. Усі три складові (визначення продукту, середовища його створення та середовища експлуатації) не тільки взаємозалежні, а й безперервно розвиваються впродовж життєвого циклу виробу. Предметом CALS, PLM є технології спільного використання інформації (інформаційної інтеграції) в процесах, що виконуються під час ЖЦВ.

Безсистемне та децентралізоване накопичення відділами, службами, підрозділами підприємства різноманітної нормативно-довідкової інформації (НДІ) суттєво впливає на розвиток існуючих або впровадження нових ІАС виробничого призначення. Традиційно для підприємств вітчизняної машинобудівної галузі в ході виробничого циклу складається ситуація, коли в різних підрозділах підприємства та програмно-технічних системах, що обслуговують їх потреби, одні й ті самі об'єкти класифікуються та описуються по-різному або складаються довідники, необхідні одному підрозділу формуються та зберігаються в іншому підрозділі. Це призводить до проблем інформаційної взаємодії між різними системами та підсистемами, до неузгоджених дій учасників розділення праці і, відповідно, до витрат ресурсів на подолання наслідків такої неузгодженості.

Для прийняття управлінських рішень потрібно провести аналіз різноманітної інформації про: виготовлені вироби; існуючі матеріальні ресурси та запаси на складах (виробничі дані); планове завантаження обладнання (планові дані); технологічні процеси (проектні дані); існуючі договори, замовників та виробничу програму підприємства (комерційні дані) тощо.

Названа сукупність даних знаходиться в різних службах підприємства і в своїй сукупності практично не використовується існуючими ІАС виробничого призначення. В останні роки на великих підприємствах машинобудівної галузі накопичують каталоги та бази даних. До них входять такі дані: проектні (дані про виріб, технологічні процеси тощо), виробничі (дані про вже виготовлені вироби, матеріальні ресурси, трудові ресурси та ін.), планові (дані про завантаження обладнання, терміни виконання замовлення, календарне планування, собівартість виготовлення виробів за замовленням, вартість матеріалів та сировини, дані про виробничу програму підприємства, дані про портфель замовлень і замовників та ін.), нормативно-довідкова інформація (набір класифікаторів, довідників, словників, стандартів, регламентів та ін.).

У системах автоматизації діяльності підприємства НДІ можна вважати самостійною компонентою – системою (або підсистемою), яка вимагає управління. Системи управління НДІ призначені підвищити достовірність і повноту первинної звітної та консолідованої звітної інформації. Завдяки централізації відповідальності за якість НДІ та консолідації її стандартизованих даних, підвищується ефективність управлінських рішень та оперативного контролю ключових виробничих показників. Можна стверджувати, що НДІ умовно-постійна складова загальної проектної та виробничої інформації, яка використовується при регламентації діяльності підприємства, забезпечуючи при цьому взаємозв'язок даних, що супроводжують процеси підприємства.

Проектні, виробничі, планові дані та НДІ використовуються всіма службами підприємства для вироблення певних управлінських рішень. Тому формалізація та структуризація цих даних є первинним етапом для подальшої автоматизації виробництва. Для подальших досліджень та розробки моделей і методів визначено класи даних машинобудівного підприємства та узагальнені об'єкти з відповідним математичним представленням, які наведено в таблиці.

Таблиця – Класифікація даних та їх математичне представлення

Клас даних	Об'єкти	Математичне представлення
<i>Проектні</i>	Дані про виріб (фізико-механічні та розмірні характеристики, 3D моделі, експлуатаційні дані, креслення), дані про технологічні процеси (технологічні операції, послідовність) та ін.	$x = \{ \langle a_1, d_1 \rangle, \langle a_2, d_2 \rangle, \dots, \langle a_n, d_n \rangle \},$ де a – ім'я атрибуту, d – значення атрибуту.
<i>Виробничі</i>	Дані про вже виготовлені вироби, матеріальні ресурси (технологічне обладнання, його характеристики, енергоспоживання, технологічну оснастку, необхідні матеріали і сировину), трудові ресурси (перелік професій з вказівкою кваліфікації та трудові розцінки) та ін.	$y = \{ \langle e_1, f_1 \rangle, \langle e_2, f_2 \rangle, \dots, \langle e_p, f_p \rangle \},$ де e – ім'я атрибуту, f – значення атрибуту.
<i>Планові</i>	Дані про завантаження обладнання, строки виконання замовлення, календарне планування про собівартість виготовлення виробів по замовленню, вартість матеріалів та сировини, дані про виробничу програму підприємства, дані про портфель замовлень і замовників тощо.	$z = \{ \langle q_1, \omega_1 \rangle, \langle q_2, \omega_2 \rangle, \dots, \langle q_l, \omega_l \rangle \},$ де q – ім'я атрибуту, ω – значення атрибуту.
<i>НДІ</i>	Набір класифікаторів, довідників, словників, стандартів, регламентів, які використовують на підприємстві.	$b = \{ \langle \mu_1, e_1 \rangle, \langle \mu_2, e_2 \rangle, \dots, \langle \mu_m, e_m \rangle \},$ де μ – ім'я атрибуту, e – значення атрибуту.

Висновки. Встановлено, що оперативність та ефективність прийняття управлінських рішень залежить від достовірності проектних, виробничих, планових та нормативно-довідкових даних, які знаходяться в різних структурних службах і підрозділах підприємства. Визначено необхідність створення інтегрованого інформаційного середовища підприємства, яке передбачає представлення різномірних даних та формалізовані і структуровані взаємозв'язки процесів їх отримання. взаємозв'язок проектних, виробничих та нормативно-довідкових даних, який покладено в основу подальшої алгоритмізації процесів інтеграції даних, програмування та використання в інтегрованих системах виробничого призначення.

Список літератури

1. Павленко П.М. Автоматизовані системи технологічної підготовки розширених виробництв. Методи побудови та управління: Монографія. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 280 с.
 2. Лазарева Т.Я. Интегрированные системы проектирования и управления. Структура и состав: Учеб. пособие / Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе // – М. : Издательство Машиностроение-1, 2006. – 172 с.
 3. Терелянский П.В. Системы поддержки принятия решений. Опыт проектирования : монография / П.В. Терелянский // – Волгоград : ВолГТУ, 2009. – 127 с.
- Шарафеев Ильгизар Шайхеевич Развитие теоретических основ и практических приложений систем автоматизированного проектирования организации основного и вспомогательного производства: Автореф. дис.док. техн. наук спец. 05.02.22. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010. – 32 с.

УДК 621.012.011.56:061

С.В. Толбатов, аспірант

ЗАГАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ АСПЕКТУ

«ТВОРЧИЙ ПОТЕНЦІАЛ»

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, serhiyko@ukr.net

Вступ. Система оцінки робіт базується на тому факті, що в кожній роботі (посаді) можливо виділити та заміряти (оцінити) набір загальних факторів, які описують основні функціональні області в змісті роботи. Як правило, ми фіксуємо об'єкт, тобто роботу термінами мови, графіками, рівняннями і формулами. Дані відображення застосовуються для наукового дослідження роботи, наприклад експериментів, або практичної діяльності. Відображення об'єктів називають моделями, процес їх створення – моделюванням, а використання називають модельним дослідженням [1].

Найбільш повним формулюванням терміну «модель» на думку автора є розгорнуте формулювання Батароева К.Б. [1]: «Модель є система, яка створена або обрана суб'єктом для відтворення суттєвих для даної цілі пізнання сторони (елементі, властивості, відношення, параметри) об'єкта, який вивчається і в силу цього знаходиться з ним в такому відношенні заміщення і подібності (вчасності ізоморфізму), що дослідження її служить опосередкованим засобом отримання знань про цей об'єкт».

Задачі дослідження. З урахуванням вище зазначеного припущення та визначеного поняття «модель» можемо зробити висновок про те, що саме точне визначення необхідного і достатнього набору загальних факторів роботи як найбільш критичного показника з точки зору повноти та точності описання роботи в частині внутрішніх зв'язків між її функціональними областями на сьогодні залишається основною задачею розробника моделі роботи. У зв'язку з комплексністю моделі, автором розглянуто підхід до моделювання аспекту «Творчий потенціал», як загальний підхід. Мета роботи – представити роботу в розрізі її функціональних областей, які дозволять кількісно описати широке коло робіт (видів робіт).

Результати досліджень. Розглянемо функціональну модель роботи, яка описує сукупність функціональних підсистем, процесів та взаємодію між підсистемами з точки зору взаємного впливу та передачі інформації. Функціональна модель роботи в загальному вигляді може бути представлена у вигляді функціональних областей, які описують роботи з точки зору її змісту (рис. 1).

Зміст роботи складає її суть, тобто конкретно що виконується і в яких умовах, інформація може використовуватися з технологічних карт, посадових (робочих) інструкцій, регламентів і т.ін. Це основна підсистема, яка з одного боку виставляє вимоги до інших підсистем, а з другого створює умови для реалізації їх функцій. Модель представлена символічно, де коло, яке охоплює функціональну область «Знання, досвід роботи» являє собою наступну функціональну область «Взаємовідносини», необхідну для виконання роботи тому, що робота виконується в рамках певних комунікацій та в межах відповідальності за кінцевий результат, безпеку інших і т.ін., що також є функціональними областями.

Для практичної реалізації функціональної моделі, як правило, використовується математична модель, тобто її зображення у вигляді формул, які виражають залежність аспектів роботи від певних умов та вимог інших підсистем. Кількість факторів визначає точність та чутливість моделі. Глибина моделювання повинна бути достатньою для отримання даних про складність роботи в розрізі функціональних областей, необхідних для коректного і справедливого ранжирування робіт та відражати найдрібніші суттєві різниці в змісті робіт, які аналізуються.

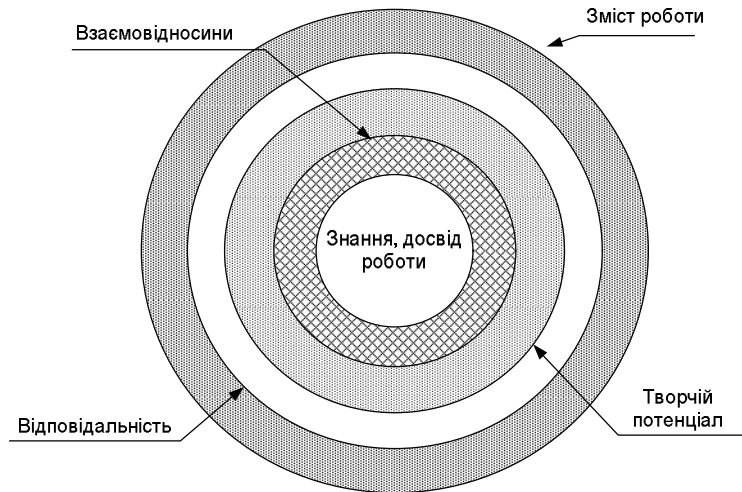


Рис. 1. Функціональні області моделі роботи

Автором запропоновано використовувати тривимірні математичні моделі по кожному фактору, в яких розрахунок бальної оцінки факторів здійснюється шляхом пошуку довжини вектора відповідного аспекту (рис. 2). В якості приклада розглянемо розробку математичної моделі функціональної області «Творчий потенціал».

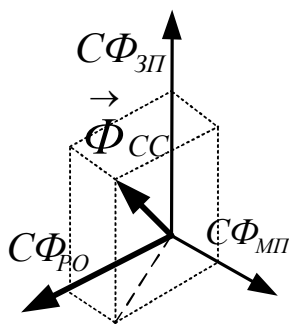


Рис. 2 – Вектор $C\Phi_{CC}$

Субфактор $C\Phi_{CC}$ розглядається з точки зору трьох складових за Ф.Фіндлером [2, 3]: кількість засобів праці $C\Phi_{ЗП}$ та методів (праці) $C\Phi_{МП}$ досягнення цілі, необхідний рівень обґрунтування рішень та їх специфічність $C\Phi_{РО}$. Фактор «Творчий потенціал»

$\Phi_{ТП}$ розглядається з точки зору моделі в тривимірному просторі субфакторів: «Свобода дій» $C\Phi_{СД}$, який характеризує рівень контролю з боку керівника під час виконання роботи; «Рівень обґрунтування в процесі прийняття рішення» $C\Phi_{РО}$ та «Ступінь законодавчого регулювання роботи» $C\Phi_{СР}$.

Фактор описує роботу з точки зору творчого потенціалу, яким повинна володіти (використовувати) особа для виконання роботи. Чим менше контролю та структурованість роботи, тим більшим творчим потенціалом, глибиною та широтою знань повинен володіти співробітник.

Автором запропоновано модель субфактору роботи «творчий потенціал», яка може використовуватися в якості базової з погляду підходу до обчислення вектору фактору та його складових для інших функціональних областей роботи.

Список літератури

1. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ; Учебное пособие. – К.: МАУП, 2003. – 368 с.
2. Fiedler, F.E. Leader Attitudes and Group Effectiveness, Urbana, IL: University of Illinois Press, - 1958.
3. Fiedler, F.E. and Garcia, J.E. New Approaches to Leadership, Cognitive Resources and Organizational Performance, New York: John Wiley and Sons, 1987.

УДК004: 65.011

Кудряков В.Ю., м.н.с. НДЧ НАУ

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ.

Національний авіаційний університет, afn2000@mail.ru

Розглянуто деякі перспективи розвитку та функціонування децентралізованих виробничих процесів. Показана необхідність розробки та впровадження системи концепцій, що забезпечує чітке опис функцій системних компонентів, виробничих завдань, станів та подій при децентралізованому виробничому процесі.

Вступ. Технологічний уклад - це певний рівень розвитку продуктивних сил, сукупність взаємопов'язаних виробництв, що мають єдиний технологічний рівень і розвиваються синхронно. В даний час світ готується до нового технологічного стрибка, пов'язаним з VI технологічним укладом. На роль локомотивів в ньому претендують біотехнології, інформаційні та нанотехнології, повномасштабні технології віртуальної реальності, роботехніка, нові виробничі технології, засновані на 3D-друку, нова медицина і т.д. За оцінками вітчизняних і зарубіжних експертів, цей стрибок відбудеться в 2014-18 роках. Головний напрямок зміни виробничих процесів - зростання автоматизації, заміна некваліфікованої праці роботою машин і комп'ютерів, децентралізація управління.

Технологічні основи децентралізованого виробничого процесу

Перспектива розвитку вітчизняної промисловості зараз залежить від того, чи зуміє вона скористатися технологічними можливостями VI укладу, створити відповідні наукові та впроваджувальні центри, налагодити сучасні децентралізовані виробництва.

У промисловості ми бачимо перехідну ситуацію від автоматів до роботам. Зараз ми маємо справу з обладнанням, що керується оператором, але вже йде перехід до виробничих систем, які можуть приймати рішення на основі закладених у них алгоритмів або закладених в них неалгоритмічних систем прийняття рішень.

Децентралізовані виробничі системи докорінно змінюють традиційну логіку виробництва, оскільки кожен робочий об'єкт буде сам визначати, яку роботу необхідно виконати для виробництва. Ця абсолютно нова архітектура промислових систем може бути впроваджена поступово за допомогою цифрової модернізації існуючих виробничих потужностей. І це означає, що дану концепцію можна реалізувати не тільки на абсолютно нових підприємствах, але і поетапно розгортати на існуючих підприємствах у процесі еволюційного розвитку. Зараз ми вже спостерігаємо ознаки переходу від жорсткого централізованого виробничого контролю до децентралізованого типу, коли вбудовані процесори (мікросхеми) виробів самостійно приймають рішення, незалежно від центральної системи управління виробництвом.

Відбувається перехід від автоматизації програмування до автоматизації проектування мікросхем. Процес проектування мікросхем давно автоматизований, але питання полягає в тому, щоб сам синтез цих мікросхем став автоматичним. Мікросхема сьогодні стає аналогом програми. Чим далі, тим більше безпосередньо на рівень заліза інтегруються алгоритми та інші керуючі конструкти, які в епоху комп'ютерів реалізовувалися програмним кодом. Тепер ці алгоритми повинні реалізовуватися безпосередньо мікросхемою. Раніше розробник нового процесу описував його алгоритмом, потім кодінг-манкі (Monkey Coding Script) переводили його у форму програми. Цю програму завантажували в процесор, і комп'ютер її відпрацьовував. Це - технологія вчорашнього дня. Кодінг-манкі працюють довго і з помилками, їх присутність гарантує збій циклу. Це поставило на порядок дня автоматизацію синтезу програм. Сьогодні розробник опису нового процесу запускає його в систему автоматичного кодування, і вона його перекодовує в програму. Ці системи написані на

засобах штучного інтелекту, в термінах опису середовищ і цілей і т.п. Вони і генерують об'єктний код, який виражає керуючий алгоритм.

Наступний етап - коли буде генеруватися не об'єктний код, а безпосередньо апаратна реалізація розробленого процесу. Переважний технологічний напрямок сьогодні - це перехід від орієнтації на виробництво універсальних комп'ютерів і програм до виробництва мікросхем-програм. Кожна програма, кожен керуючий процес буде реалізований на апаратному рівні. Процес проектування мікросхем замінює у сфері виробництва складної техніки процес програмування. Ми створюємо програму-мікросхему під кожен процес, яким ми повинні управляти. Чим далі, тим швидше ми повинні це робити. Тому завдання полягає в тому, щоб автоматизувати процес проектування таких мікросхем.

Виробничий центр буде розробляти процеси управління, модернізувати технологічні процеси та формувати безпосередньо техніку і системи управління цією технікою, яка реалізує розроблений модернізований технологічний процес. Отже, проектується технологічний процес у цілому, потім проектується під нього техніка, потім проектується під нього на апаратному рівні система управління. Все це миттєво реалізується вже автоматичним виробництвом, і прямо з конвеєра, з-під 3D-принтера або гнучкої виробничої системи йде в роботу. Велика кількість датчиків реєструє своє оточення з неймовірною точністю, а вбудовані процесори самостійно приймають рішення, незалежно від центральної системи управління виробництвом. Це і є цикл децентралізованого виробничого процесу.

Децентралізоване виробництво поступово замінює індустріальний виробничий сектор з його непереможним монопольно-серійним виробництвом, поступово переводячи фокус виробництва в приватні руки. За допомогою таких виробничих процесів окремі люди зможуть виробляти персонально (локально) затребувані продукти, раніше доступні тільки повноцінним підприємствам з дорогим високоточним обладнанням і повним виробничим циклом проектування, виробництва і дистрибуції.

Висновок. Децентралізований виробничий процес знаходиться в нерозривному симбіозі з цифровими технологіями, інтернетом в якості комунікаційної платформи децентралізованого виробництва і новими видами програмування (уніфікованими описовими мовами). Виробниче обладнання та вироби при такому виробничому процесі стають активними системними компонентами, які керують своїми виробничими і логістичними процесами. Вони включають в себе системи, що зв'язують віртуальний простір Інтернету з реальним фізичним світом. При цьому вони відрізняються від існуючих виробничих систем наявністю здатності взаємодіяти зі своїм оточенням, планувати та адаптувати свою власну поведінку відповідно до навколишніх умов, вчитися новим моделям і ліній поведінки, і, відповідно, бути самооптимізуючимися. Це забезпечує ефективний випуск навіть мінімальних партій при швидкому внесенні змін у продукцію і великій кількості варіантів. Застосування вбудованих датчиків/виконавчих механізмів, забезпечення міжмашиного обміну даними і використання активної семантичної пам'яті веде до появи нових методів оптимізації, спрямованих на збереження ресурсів у виробничому середовищі.

Список літературних джерел

1. Павленко П.М. Автоматизовані системи технологічної підготовки розширених виробництв. Методи побудови та управління: Монографія. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. –280 с.
2. http://www.insiderclub.ru/adv_files/gilbo_postindustr_revolution.pdf
3. <http://bloggerator.ru/page/3d-pechat-industrialno-cifrovaja-revoljucija-3d-printer-makerbot-modeli-primeri-2>
4. <http://www.up-pro.ru/library/opinion/industriya-4.0.html>

УДК 005.311.2:004.94

А.О. Хлевний

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА

Національний авіаційний університет, andlev@ya.ru

Розглянуто суть методу аналізу та управління ефективністю технологічної підготовки виробництва. Розроблено архітектуру інформаційної технології управління ефективністю технологічної підготовки машинобудівного виробництва

Актуальність теми. Автоматизація процесів управління та процесів прийняття управлінських рішень – один з головних напрямків підвищення ефективності машинобудівного виробництва. В повній мірі це відноситься і до технологічної підготовки виробництва (ТПВ) сучасних підприємств. Інтегровані CAD/CAM/CAE, CAPP та PDM-системи автоматизують більшість процесів ТПВ і застосовуються практично на всіх машинобудівних підприємствах. Однак, у сучасних умовах конкуренції та необхідності скорочення термінів підготовки виробництва необхідно виходити на новий рівень автоматизації. Цей рівень забезпечується створенням інтегрованого інформаційного середовища систем і технологій які забезпечують прийняття оптимальних проектних та виробничих рішень, а також ефективне управління системою ТПВ.

Основний матеріал.

Над підвищенням ефективності управління системою ТПВ машинобудівних підприємств працюють багато учених, але їх роботи направлені на окремі підприємства чи галузі промисловості, тому не дозволяють використовувати отримані результати на всіх промислових підприємствах. Для створення універсальної інформаційної технології, яку можна використати для усіх машинобудівних підприємств було використано метод аналізу та управління ефективністю ТПВ розроблений і представлений автором [1,2]. Даний метод передбачає аналіз системи управління ТПВ, по шести показниках, а саме: 1. Коефіцієнт виконання плану розробки конструкторсько-технологічної документації (КТД) за номенклатурою ($K_{КТД_i}$); 2. Середня вартість розробки комплексу КТД ($\bar{B}_{КТД}$); 3. Загальний час процесу розробки КТД ($T_{КТД}$); 4. Сумарна кількість листів сповіщень про зміну за рік ($K_{СЗ}$); 5. Кількість протоколів невідповідності продукції, яка випускається згідно ІСО 9000:2008 ($K_{ІСО}$); 6. Річна сума інвестицій в програмне і апаратне забезпечення КТБ ($I_{ПАЗ}$).

Також метод передбачає попередній аналіз виробничої програми підприємства та планову кількість комплектів КТД, у звітному році відповідно до програми виробництва, та розрахунок необхідної кількості фахівців, задіяних у ТПВ в частині безпосередньої розробки комплектів КТД. Після здійснення повного розрахунку необхідної кількості фахівців, задіяних в ТПВ, необхідно здійснити розрахунок та проаналізувати норми керованості в існуючій системі управління відповідно до затвердженої структури підпорядкованості та взаємозв'язків. В результаті розрахунків отримуємо індекс керівництва та оптимізуємо організаційну структуру ТПВ. Індекс керівництва також дозволяє визначити статистичні показники щодо часу зайнятості в процесах затвердження документів з урахуванням розпорядку дня.

Для побудови архітектури інформаційної технології управління ефективністю ТПВ, необхідно чітко визначити вхідні та вихідні дані, які будуть використовуватися ІТ для обробки, та інформація, що надається кінцевому користувачеві. В таблиці 1 представлені джерела отримання інформації для розрахунків показника ефективності системи управління ТПВ. В якості джерел інформації розглядаються існуючі на

сучасних підприємствах системи обліку ресурсів, інформаційної системи, системи документообігу та системи управління даними, в яких і реалізовано інформаційні моделі системи технологічної підготовки виробництва.

Таблиця 1-

Джерела отримання інформації

№	Показник діяльності	Джерела інформації
1	$K_{КТД_i}$	Планова документація підприємства, річний план
2	$I_{ПАЗ}$	Інформаційні системи підприємства, ERP: 1С УПП, SAP R3, Oracle
3	$T_{КТД}$	PDM системи
4	$\bar{B}_{КТД}$	Інформаційні системи підприємства, ERP: 1С УПП, SAP R3, Oracle
5	$K_{СЗ}$	Системи документообігу: 1С Документообіг СОП, PDM, Documentum, Enovia, Smarteam
6	K_{ISO}	

Наявність різноманітних систем передбачає рішення задачі їх інтеграції на рівні передачі даних до єдиної бази даних та системи обробки і розрахунків [3]. Тому відповідальним і основним модулем інформаційної технології для розрахунку показника ефективності є модуль конвертації даних з PDM, ERP систем та системи потокового сканування, оскільки частина ключових показників фіксується, розраховується в інформаційних системах а планові показники щодо кількості комплектів КТД зберігаються, як правило, на паперових носіях.

Після імпорту даних вони зберігаються в електронних таблицях відповідної бази даних для подальшої обробки модулями розрахунків безрозмірних показників та безпосередньо розрахунку показника ефективності ТПВ. Таким чином архітектуру інформаційної технології аналізу та управління ефективністю ТПВ представлено у вигляді програмних модулів, відповідальних за обробку конкретних даних та здійснення розрахунків. На рисунку 1 представлено архітектурні рішення побудови нової інформаційної технології управління ефективністю ТПВ.

Інформаційна технологія представлена типовими модулями, які можуть бути реалізовані програмно з використанням відповідного апаратного забезпечення. База даних системи складається з кластерів трьох типів: сховище констант, алгоритмів та безпосередньо результатів розрахунку. Зворотний зв'язок від бази даних показників до модулю розрахунку показників введений для можливості накопичування показників з часом та використання їх для розрахунків трендів, прогнозів розвитку системи управління ТПВ, тобто реалізації першого варіанту застосування методу оцінки, як основного в рамках розвитку системи управління.

Модуль динамічної пам'яті (масив) представлений таблицями пам'яті та сховищем проміжних результатів для зберігання результатів проміжних розрахунків та завантаження змінних коефіцієнтів та констант, необхідних для здійснення розрахунків.

Довгострокова пам'ять представлена трьома базами даних: базою констант, алгоритмів та показників. База алгоритмів та констант може програмуватися під нові алгоритми розрахунку, або удосконалення існуючого. Константи також зберігаються у відповідних масивах постійного пристрою для їх зберігання.

Запропонована інформаційна технологія реалізує розроблені моделі, методи та відповідне алгоритмічне, інформаційне та програмне забезпечення. В автономному режимі вона може вирішувати тільки тестові задачі аналізу та управління ефективністю

ТПВ. Повнофункціональне використання розробленої ІТ можливе в інформаційному середовищі автоматизованої системи ТПВ, реалізованої на базі універсальної PDM - системи, наприклад Enovia, Smartim [4]. Ця PDM - система має стандартні інтерфейси обліку даних з ERP- системами і CAD/CAM системами та пропонує ІРІ інтерфейси для конвертації та інтеграції даних з розроблених програмних модулів та підсистем.

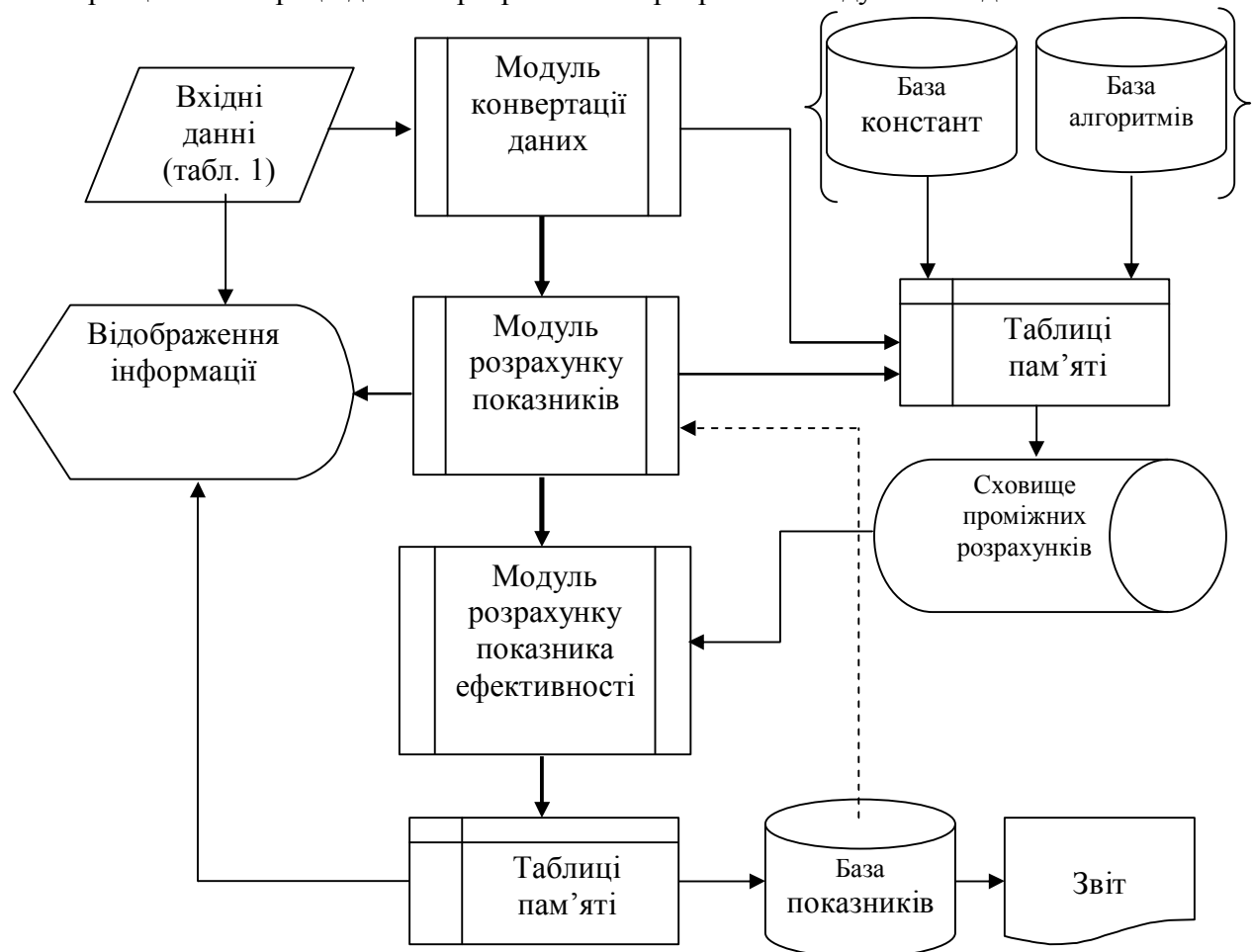


Рис. 1. Архітектура інформаційної технології управління ефективністю ТПВ

Висновки.

Використання розробленої ІТ управління ефективністю системи ТПВ, дозволить підвищити ефективність управління системою ТПВ машинобудівного виробництва, за рахунок визначення «вузьких місць» системи управління, а саме, скоротити витрати на керівництво проектом, зменшити час створення та підвищити якість документації, за рахунок сучасних ІТ обміну даними.

Список літературних джерел

1. Павленко П.М. Метод відбору ключових показників ефективності технологічної підготовки виробництва /П. М. Павленко, А. О. Хлевний // Вісник Інженерної академії. – 2013 №3/4. – С. 277-283
2. Хлевний А. О. Метод оцінки якості системи управління технологічною підготовкою виробництва/А. О. Хлевний// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2013 №4. – С. 132-137
3. P. Pavlenko The method of analysis and performance management of dispersed production planning/ P. Pavlenko, A. Khlevnoj// Вісник НАУ 2014 №2.– С. 55-61
4. Павленко П.М. Автоматизовані системи технологічної підготовки розосереджених виробництв. Методи побудови та управління: Монографія. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 280 с.

УДК 004.056.53(043.2)

Р.Д. Цигвінцев, асистент

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРИДУШЕННЯ АКУСТИЧНИХ ЗАВАД

Національний авіаційний університет, м.Київ, Україна, tsygvintsev@ukr.net

В тезах розглянуто різні способи та питання реалізації акустичних завад. Досліджено проблеми та питання методів, що зараз використовуються. Представлено метод та спосіб реалізації акустичних завад на основі розробленого комплексу.

Вступ

Не дивлячись на глобальну інформатизацію та комп'ютеризацію суспільства, люди не перестали розмовляти один з одним, тобто використовувати акустичний канал передачі інформації, який потребує захисту. Одним з актуальних питань цієї сфери є небезпека озвучення конфіденційної інформації, що циркулює у приміщеннях, під час засідань або обговорення стратегічних питань на підприємствах чи у державних структурах.

Задачі дослідження

При побудові комплексної системи захисту інформації важливу роль відіграє комфорт службовців, що знаходяться в захищеному приміщенні. На сьогоднішній день найбільш поширеним засобом захисту інформації від несанкціонованого доступу акустичним каналом є використання пасивних та активних засобів. З них надійнішими та ефективнішими є активні засоби, але їх використання спричинює появу шуму, що створює дискомфорт. Тому постає питання створення більш комфортного, але не менш дієвого способу маскувannya акустичного сигналу.

Методика дослідження

До таких засобів можна віднести інтелектуальні системи придушення акустичних завад. В основі роботи даного пристрою лежить алгоритм подавлення акустичного сигналу лише за його наявності та певній зоні приміщення без створення дискомфортних умов користувачів. По обраному периметру приміщення (площа захищеної території обирається користувачами системи) розташовується комплекс звукознімаючих засобів (мікрофон чи інші засоби з подібними характеристиками) та комплекс звуковідтворюючих приладів (динаміки чи інші подібні прилади). Комплекс звукознімаючих приладів використовується для зняття акустичних сигналів та подальшого їх підсилення та обробки. Підсилення сигналів відбувається за рахунок використання системи, що складається із чотирьох малошумлячих незалежних мікрофонних підсилювачів, які утворюють підсилюючий каскад системи. Наступним кроком є перетворення аналогової форми сигналу в цифрову за допомогою АЦП. Подальша обробка сигналу відбувається за рахунок розробленого програмно-апаратного комплексу виконаного на програмному забезпеченні LabVIEW. Програма дозволяє провести аналіз акустичних сигналів та відтворити, за допомогою комплексу звуковідтворюючих приладів, акустичний сигнал подавити інформаційний сигнал чи максимально зменшити його вихід за межі периметру дії системи. Структурна схема комплексу зображена на рисунку 1. За допомогою розробленого програмного забезпечення також стає можливим управління діаграмами направленості звуковідтворювачів, таким чином спрямовувати потужність в зону можливого в зону можливого розміщення закладного пристрою (рисунк 2).

Результати досліджень та висновки

Порівнюючи розроблений комплекс з іншими представленими на сьогоднішній день рішеннями запобігання отримання акустичної інформації, адаптивні акустичні решітки

мають значну перевагу за рахунок подавлення акустичного сигналу лише за наявності такого, не завдають дискомфорту користувачам комплексу.

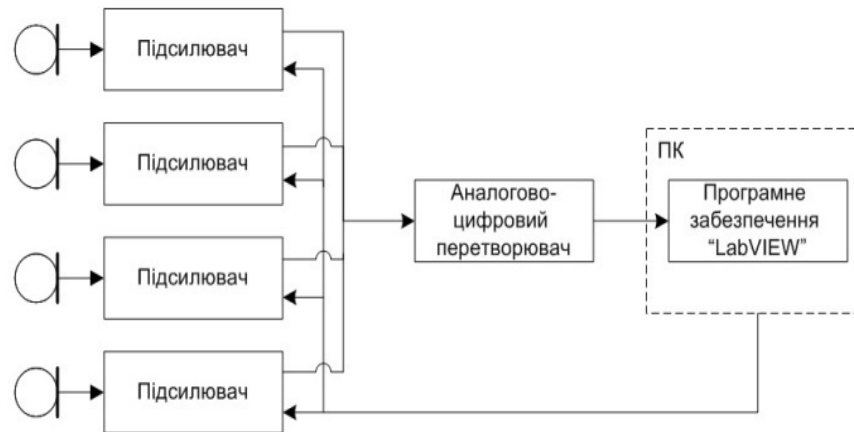


Рис. 1. Структурна схема адаптивного комплексу

З вище викладеного матеріалу можна зробити наступні висновки: з використанням адаптивних акустичних решіток можна досягти оптимального співвідношення сигнал-шум, проводити заходи та перемовини в комфортних для користувачів умовах.

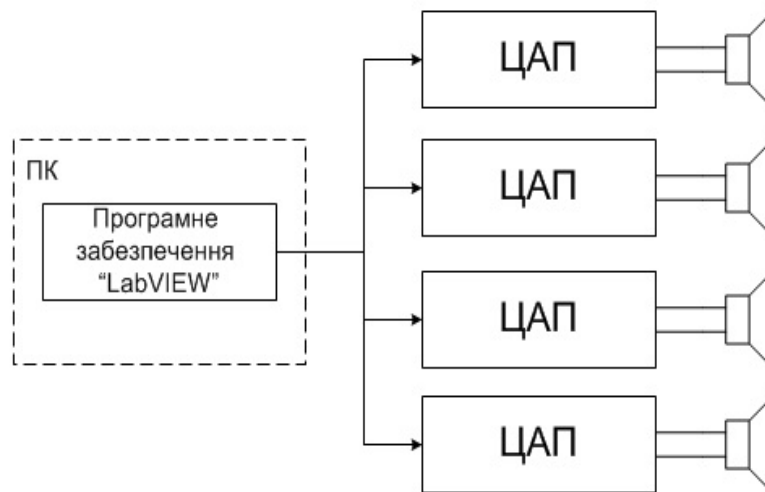


Рис. 2. Структурна схема звуковідтворення комплексу

Список літератури

1. Гиллеси А., Левентхолл Х.Г., Роберте Дж., Юллермоз М. Развитие работ по активному гашению шума // Проблемы машиностроения и надежности машин. 1990. № 4. С. 12-26
2. Активные методы гашения звуковых полей / Е.М. Бабасова, М.П. Завадская, Б.Л. Эгельский; под ред. В.В. Тюткина и М.В. Федорюка. – Л.: ЦНИИ «Румб», 1982.
3. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов: Пер. с англ. -М.: Радио и связь, 1989.

УДК 004.738.5 (043.2)

Швец В.А., к.т.н., доцент
Васянович В.В., аспірант

БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЧНОСТИ. ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ, ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ

Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина; vasianovichv@ukr.net, hvank21@yandex.ua
Представлено особенности биометрических систем идентификации личности по контрольным точкам лица. Рассмотрены основные недостатки этих систем. Предложены пути решения проблем, связанных с основными недостатками.

В настоящее время всё более широкое распространение получают биометрические системы идентификации человека, которые основываются на уникальных биологических характеристиках человека. Эти характеристики трудно подделать и они однозначно определяют конкретного человека. К таким характеристикам относятся отпечатки пальцев, форма ладони, узор радужной оболочки, изображение сетчатки глаза.

Распознавание человека по изображению лица выделяется среди биометрических систем тем, что, во-первых, не требуется специальное или дорогостоящее оборудование, во-вторых, не нужен физический контакт с устройствами [1].

Однако, как любая система, система распознавания человека по изображению лица не обеспечивает 100%-ой надёжности идентификации и имеет свои недостатки. Одним из таких недостатков есть возможность подмены, то есть возможность выдать фотографию за реального человека.

Для решения данной проблемы разработан метод определения подлинности человека во время его аутентификации. Суть метода заключается в анализе поведения контрольных точек лица человека.

С анатомической точки зрения, шея человека является точкой опоры для его головы, точкой, относительно которой происходит движение всех точек лица. Поэтому, была выдвинута гипотеза о том, что с помощью портрета невозможно воссоздать траекторию движения точек лица реального человека.

Для проверки данной гипотезы был проведен эксперимент, который заключался в сравнительном анализе траекторий движения контрольных точек лица человека при съемке реального человека и при попытке подмены его портретом.

Суть эксперимента заключалась в следующем:

1. Перед проведением аутентификации, в течение полу минуты происходит запись на видеокамеру движения лица реального человека и движение его портрета (подмены). В результате формируются два видеофайла.

2. Видеофайлы разбивается на кадры, и формируются две последовательности фотографий в формате *.jpeg.

3. С помощью специализированного программного обеспечения осуществляется поиск лица на каждой фотографии [3].

4. Проводится анализ изображения лица на каждой фотографии с дальнейшим построением траекторий движения контрольных точек. В качестве контрольных точек в данной статье приведены наиболее характерные точки лица человека (уголки глаз, уголки рта, центры зрачков).

5. Проводится корреляционный анализ траекторий движения одних и тех же контрольных точек из разных последовательностей фотографий.

После проведения анализа (анализ проводился для последовательности, объемом в 35 кадров с помощью программного обеспечения MatlabR2013a)[2], очевидно, что характер траекторий движения контрольных точек лица реального человека отличается

от характера траекторий движения контрольных точек лица на портрете (рис. 1). Точка 1 – угол глаза, точка 2 – угол рта, точка 3 – центр зрачка.

В виду этого можно сделать вывод, что характер траекторий движения контрольных точек может служить идентификатором подлинности аутентификации, которую можно провести путем корреляции характеров траекторий движения контрольных точек для различных последовательностей кадров.

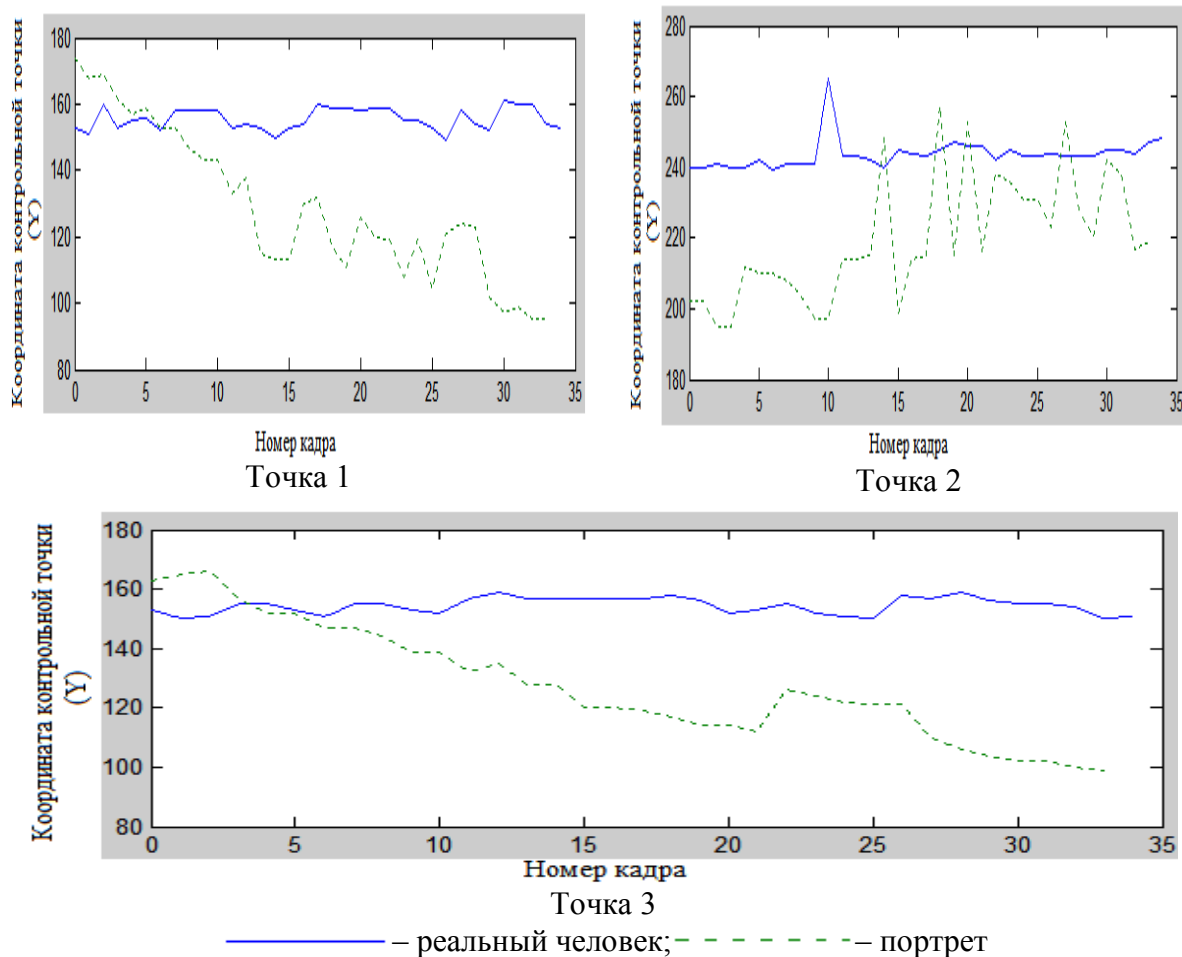


Рис. 1. Траектории движения контрольных точек

В данный момент проводится разработка автоматизированного алгоритма поиска координат контрольных точек на лице человека, которые будут изыматься из кадровых последовательностей видеофайлов.

Так же проводится разработка алгоритма автоматизированного определения характера траекторий движения контрольных точек лица человека. Для возможности использования последнего для построения корреляционных функций и подтверждения либо опровержения подлинности аутентификации.

Литература

1. Самаль Д.И. Построение систем идентификации личности на основе антропометрических точек лица // Цифровая обработка изображений. – Минск:ИТК, 1998.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде Matlab / Гонсалес Р., Вудр Р., Эддинс С; пер. с англ. В.В. Чепыжова — Москва: Техносфера, 2006. — 616 с.
3. Digital Sky Free Creative Group. Зрение при помощи OpenCV. часть 2 - нахождение лиц на изображениях [Электронный ресурс]: <http://www.digital-sky.ru/point-3/artcateg-17/article-11.html>

УДК 531

Борковська Л.О, к.т.н., доцент
Борковський О.В., асистент

РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ РОБОТІВ

Національний авіаційний університет, kvp@nau.edu.ua

На сучасному етапі розвитку автоматизації вимірювання геометричних розмірів об'єктів вперше за її історію співпали методи, структури і технічні засоби систем управління: мікропроцесорні засоби і ПЕОМ, об'єднані в інтегровані інтелектуальні системи на основі мереж різного рівня та призначення.

Тому вимірювальні роботи (ВР) повинні бути оснащені системою спеціальних програм по виконанню алгоритмів необхідних розрахунків координатних вимірювань, управління їх роботою та інших сервісних функцій. Ця система програм складає програмно-математичне забезпечення (ПМЗ), що включає підсистеми різного функціонального призначення.

Створені комп'ютерні системи нового покоління для високоточного контролю геометрії виробів складної форми з гнучким та швидким переходом на різні типи розмірів відхилення від форми та розташування поверхонь. Висока точність та швидкодія вимірювань дозволяють забезпечити стовідсотковий контроль виробів з реєстрацією результатів в пам'яті комп'ютера.

Сучасний стан розробки програмно-математичного забезпечення для ВР характеризується активним впровадженням фізичних і математичних методів, їх аналізу та інженерної багатопараметричної оптимізації, розвитком математичних моделей і елементами САПР. При цьому процес вимірювання складних просторових поверхонь проводиться на швидкісних ПЕОМ з використанням сучасних інформаційних технологій.

Об'єктивними передумовами для створення і функціонування інтегрованої системи управління ВР є розроблена функціональна структура програмного комплексу, що дозволяє вирішувати комплекс задач вимірювання геометричних розмірів об'єктів та інтелектуального програмного управління на рівні, що забезпечують високоточні вимірювання [1,2].

У відповідності з прийнятим об'єктно-орієнтованим підходом розроблена структура інформаційно-керуючої системи, що представлена на рис.1.

Другий рівень прикладного ПМЗ виконує комплексну статистичну обробку інформації з урахуванням її контрольної операції, систему траєкторного керування вимірювальною головкою.

ПМЗ третього рівня призначається для вирішення функціональних задач, що реалізують процес вимірювання геометричних розмірів об'єктів; управління модельними режимами, системи підготовки до вимірювання, включаючи засоби юстировки та вводу даних на другому рівні. На третьому рівні реалізується оптимізація режимів роботи ВР, включаючи рухи координат X, Y, Z та щупів самокерованої вимірювальної головки, а також функціонування в цілому при виконанні умов, а саме:

- дистанційне керування;
- пари вимірне зображення;
- інформаційна сигналізація про аварійний режим.

ВР разом із системою її управління забезпечують визначення координат всіх точок поверхонь деталей в просторі вимірювання та дозволяють визначити метрологічні

параметри відхилення від форми та розташування поверхонь деталей особливо складної конфігурації за допомогою математичних розрахунків з використанням векторної, лінійної алгебри та інших обчислювальних методів.

Синтез таких систем проводиться методами використання математичних моделей, оптимальною оцінкою параметрів, експертних систем, лінійного і динамічного програмування, створенням підсистем штучного інтелекту, алгоритмів координації підсистем.

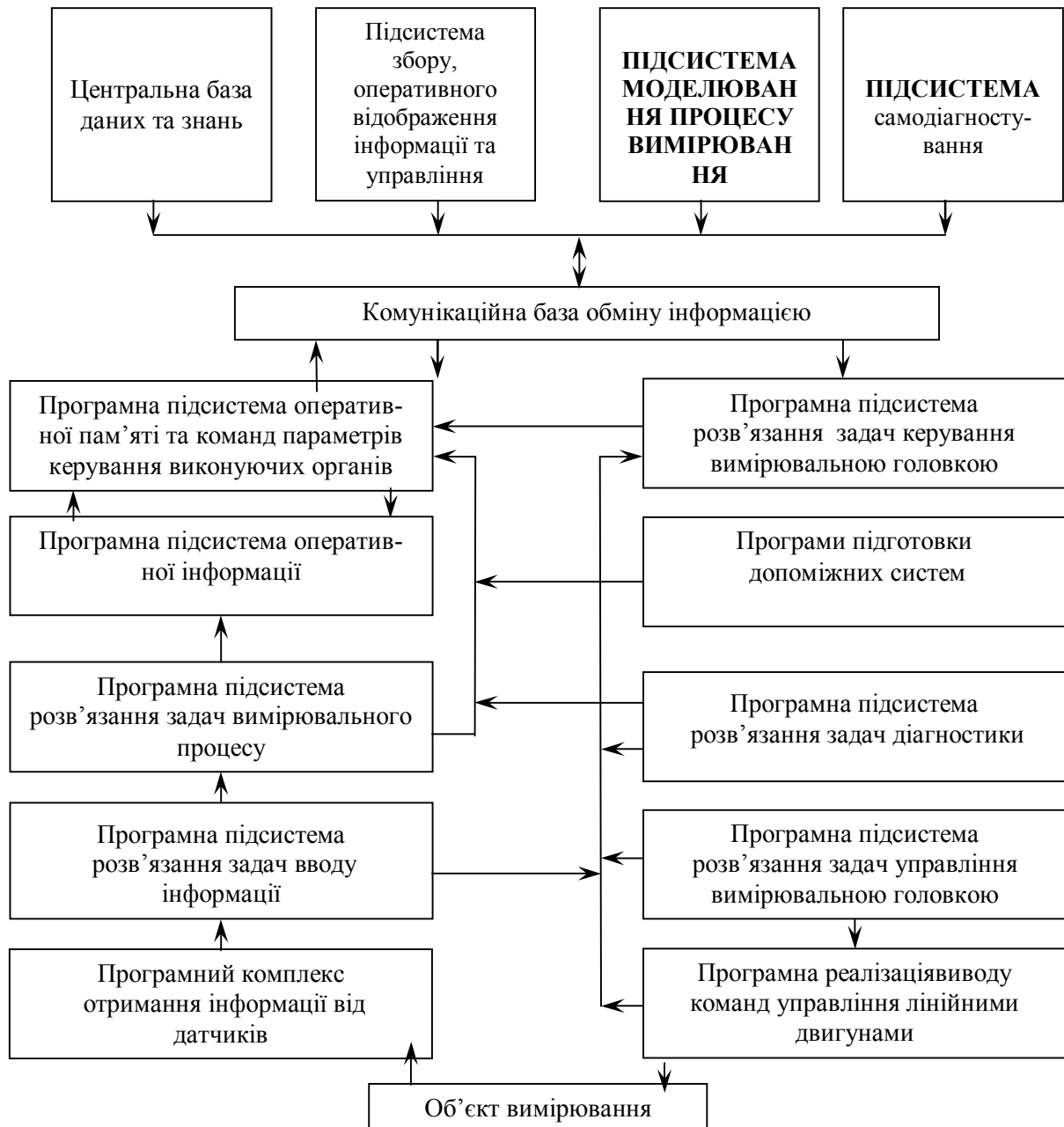


Рис. 1. Структура інформаційно-керуючої системи в трьох ієрархічних рівнях

Список литературы

1. Поспелов Г.С. искусственный интеллект – основа новой информационной технологии.–М.: Наука.–1988.–246 с.
2. Веронов А.А. Введение в динамику сложных управляющих систем. М.: Наука.–1955

УДК 681.3.07

¹М.Б. Гумен, к.т.н.

²Т.Ф. Гумен

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ТЕЛЕМЕТРИЧНИХ ДАНИХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЯ MESH Lite

¹Національний авіаційний університет, e-mail: mbgumen@ukr.net

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»: bela_09@ukr.net

Запропоновано застосовувати разом з технологією Mesh Lite метод стрибків по частотам з метою зменшення впливу селективних завад. Доведено ефективність методу на моделі передавально-приймального тракту мережі Mesh Lite, створеної в програмному середовищі MatLabSimulink 7.0.1.

Вступ

Засоби телеметрії є потужним інструментом пізнання світу. Телеметрія широко застосовується у сільському господарстві, системах водопостачання і водовідведення, медицині, оборонній промисловості і космосі, розвідці, авто- і мотоспорті, бурінні свердловин, супутниковому моніторингу, енергетиці, правоохоронній діяльності, системах безпеки, «розумних» будинках, при дослідженні дикої природи тощо.

Однією з основних проблем, яка виникає при проектуванні телеметричних систем, є вибір технології передачі даних. В сучасних системах збору і обробки інформації бездротові елементи займають важливе місце.

На сигнал, що передається по радіоінтерфейсу між модулями бездротової мережі впливають різні зовнішні завади. Особливо небезпечними є частотно-селективні завади, оскільки їх важко передбачити, а їх потужність може змінюватися в широкому діапазоні. Тому актуальною є проблема застосування в телеметричних системах таких технологій передачі даних, що забезпечують високі показники якості та завадостійкості системи.

Аналіз сучасного стану проблеми

У якості середовища передачі даних у телеметрії використовуються як бездротові (GSM/GPRS, ZigBee, WiFi, WiMax, LTE), так і кабельні (телефонні, ISDN, xDSL, комп'ютерні) мережі [1]. Системи бездротової передачі даних характеризуються простотою інсталяції і високою надійністю.

У випадках, коли потрібно передавати телеметричну інформацію між двома точками на відстань 10...100 метрів ідеально підходять системи передачі, що функціонують в безліцензійних (ISM – Industrial, Scientific, Medical – промислові, наукові, медичні) радіочастотних діапазонах 433, 868 і 2400 МГц. Всі ці системи поєднує одне – досить обмежений радіус дії, менша в порівнянні з діапазоном 2,4 ГГц швидкість передачі інформації, відсутність розроблених стандартних протоколів зв'язку і засобів захисту переданої інформації, в міських умовах – висока завантаженість діапазонів.

Використання виносних високоефективних антен із великим підсиленням, а також ретрансляторів, відкриває нові горизонти використання цих радіочастотних ресурсів. Так, наприклад, модулі, розроблені французькою компанією TelitRF дають змогу організовувати мережі збору даних або керування з радіусом дії вузлів до 1,5 км. Однією з технологій для побудови такої мережі є Mesh Lite.

Основна ідея мережі Mesh Lite була запозичена з протоколу мереж ZigBee з урахуванням особливостей роботи в діапазоні 868 МГц. Mesh Lite підтримується радіомодемами та радіомодулями фірми Telit RF, що випускаються серійно [3]. Всі

радіомодулі і радіомодеми Telit RF містять вбудоване програмне забезпечення, що дає змогу швидко адаптувати їх для рішення задач телеметрії і бездротового керування. Топологія Mesh Lite максимально ефективно використовує виділену смугу частот, поєднуючи прийнятну швидкість передачі даних і надійність функціонування мережі, має властивість автоматичного відновлення з'єднання у разі раптової втрати зв'язку.

Для розгортання мережі Mesh Lite необхідно як мінімум два прийомопередавальних пристрої на основі радіомодулів сімейств Tiny One Pro або Tiny One Plus, один з яких повинен бути конфігурований як сервер телеметрії. Конфігурування всіх вузлів мережі Mesh Lite здійснюється за допомогою програми MeshManagerPCtools.

До переваг технології Mesh Lite відносять також низьке енергоспоживання всіх пристроїв мережі, невелику вартість, автоматичне налаштування і відновлення, можливість дистанційного керування кожним вузлом.

Мережа Mesh Lite включає три типи пристроїв: 1) координатор або майстер мережі – пристрій найвищого рівня мережевої топології, який може обмінюватися даними тільки з пристроями, що знаходяться в його безпосередньому підпорядкуванні та керує роботою мережі в цілому; 2) маршрутизатор – пристрій, який є посередником між пристроями більш високого і низького рівнів; може виконувати функції ретранслятора, бути кінцевим одержувачем даних, підпорядковуватися безпосередньо координатору або іншому маршрутизатору; 3) кінцевий пристрій є найнижчим рівнем мережевої топології Mesh Lite, джерелом або одержувачем даних; забезпечує можливість взаємодії тільки з маршрутизатором.

Кожен пристрій мережі Mesh Lite має унікальну MACC-адресу з ієрархічною структурою, що дає змогу розрізняти пристрої різних рівнів. Найбільш вразливою ланкою мережі Mesh Lite є координатор. При його виході з ладу працездатність мережі порушується. Відмова пристрою будь-якого іншого рівня не є критичною.

Найпоширенішими видами топології мережі MeshLite є «зірка» та BackBone [3].

Мікропрограмне забезпечення Mesh Lite від компанії Telit RF забезпечує високу економічність і керування енергозбереженням. Із цією метою реалізовані два варіанти функціонування мережі. У першому координатор мережі постійно активний. Він контролює мережу і здійснює обмін даними з максимально високою швидкістю. За сигналами координатора окремі ділянки мережі періодично "прокидаються" і обмінюються повідомленнями. При другому варіанті вся мережа Mesh Lite знаходиться в режимі «сну», включаючи координатор. Обмін даними відбувається в межах окремих сегментів мережі, які періодично "прокидаються".

Для протидії частотно-селективним завадам у бездротових мережах застосовуються різні методи [1]. Один із способів - збільшення потужності сигналу. Проте подібний метод є енергетично неефективним за великих потужностей завад.

Іншим методом є розширення спектра прямою послідовністю (DSSS – Direct-sequencespreadspectrum). Для розширення спектра в системі DSSS вузькосмуговий сигнал множиться на високошвидкісну псевдовипадкову числову послідовність (ПЧП) імпульсів. Ступінь розширення спектра визначається відношенням частоти слідування імпульсів (частоти дискретизації) до частоти вузькосмугового сигналу.

У стільниковому зв'язку більшого поширення здобув метод розширення спектра стрибками по частотам (FHSS - Frequency Hopping spread spectrum) [1]. За цим методом смуга частот Δf_c ділиться на $q = \Delta f_c / \Delta f_k$ (обов'язково, щоб $q \leq 79$) частотних каналів, кожний шириною Δf_k . Для кожної абонентської станції виділяються свої, відмінні від інших, послідовності зміни частот.

FHSS сигнали є більш завадостійкими до частотно-селективних завад, ніж DSSS сигнали. Потужність DSSS сигналу розподіляється вздовж всього частотного діапазону.

В будь-якому його окремому сегменті потужність мала. Внаслідок цього, навіть незначні за потужністю частотно-селективні завади можуть легко перекрити сигнал.

При передачі FHSS сигналів на частину частотної смуги на короткий проміжок часу припадає значно більша потужність, що забезпечує зменшення впливу завад на корисний сигнал у певних сегментах смуги частот.

Результати досліджень

Для дослідження ефективності методу стрибків по частотам в технології Mesh Lite було розроблено модель передавально-приймального тракту мережі Mesh Lite в пакеті розширення Matlab 7.0.1 Simulink. Для аналізу стійкості моделі Mesh Lite до селективних завад були зафіксовані значення кількості помилок в блоці бітів BER (BitErrorRate) при зміні значення сигнал/шум (SND (dB)) в каналі в межах 3...39 дБ.

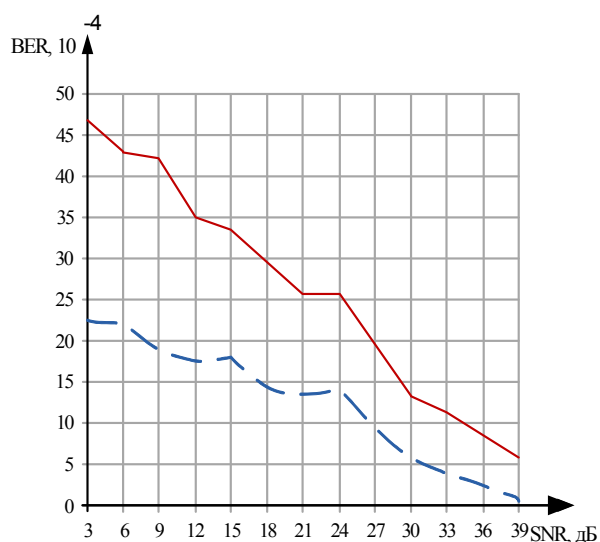


Рис. 1. Залежність кількості помилок від відношення сигнал/шум

Результати дослідження свідчать про те (див. рис. 4), що зі збільшенням значення сигнал/шум зменшується кількість помилок в блоці бітів. Однак, при використанні методу стрибків по частотам кількість помилок зменшилася приблизно в два рази. При дослідженні моделі без використання даного методу найбільша кількість помилок становить $46,7294 \cdot 10^{-4}$ для відношення сигнал/шум 3 дБ; якщо застосовується метод стрибків по частотам — $22,403 \cdot 10^{-4}$. Найменші значення кількості помилок при відношенні сигнал/шум 39 дБ становили $5,8413 \cdot 10^{-4}$ і $0,6127 \cdot 10^{-4}$ відповідно.

Висновки

Визначено, що перевагами застосування в телеметрії бездротової передачі даних є простота інсталяції, висока надійність радіочастотних систем, простота створення таких систем на сучасній елементній базі, можливість встановлення з'єднання у випадках, коли підвести проводові лінії зв'язку до об'єкту спостереження складно або неможливо.

До переваг технології Mesh Lite відносяться низьке енергоспоживання всіх пристроїв мережі та невелика вартість, автоматичне налаштування і відновлення мережі, можливість дистанційного керування кожним вузлом, підвищена дальність зв'язку завдяки функції ретрансляції. До недоліків технології Mesh Lite відноситься невисока швидкість передачі.

Список літератури

1. Вишне夫斯基 В.М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишне夫斯基, А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И. В. Шахнович. – М: Техносфера, 2005. – 592 с.
2. Аникин А. И. Особенности построения радиосети MeshLite в частотном диапазоне 868 МГц // Беспроводные технологии. – 2008. – № 3. – с. 35–40.
3. Аникин А. И. Радиомодемы компании OneRFTechnology для диапазонов 434/868 МГц: основные режимы работы // Беспроводные технологии. – 2009. – № 2. – с. 37–41.
4. Татополос К. Реализация ячеистой сети с высокой дальностью действия // Беспроводные технологии. – 2007. – №2 – с. 52–53.

5. Кривченко Т. В. Радиомодули и радиомодемы компании OneRF для диапазонов 433 и 868 МГц // Беспроводные технологии. – 2007. – №2 – с. 38–40.

УДК 629.058,621.317.445

Дергунов О.В., аспірант

МЕТОДИЧНА ПОХИБКА ВИМІРЮВАННЯ НАПРУЖЕНОСТІ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ТА ЇЇ УСУНЕННЯ

Національний авіаційний університет, м.Київ, aredzo@gmail.com

Розглянуто задачу визначення вектору напруженості магнітного поля Землі на прикладі цифрового датчика НМС5883L, похибки що виникають при цьому та шляхи їх усунення.

Вступ

Розвиток елементної бази електронних компонентів, мініатюризація інтегральних датчиків та удосконалення їх метрологічних характеристик призвело до появи малих за розмірами інтегральних датчиків напруженості магнітного поля, за допомогою яких визначають напрям вектора напруженості магнітного поля Землі. Розміри інтегральних мікросхем, простота схемотехнічної та програмної роботи з ними, їх невисока вартість сприяли поширенню їх серед радіоаматорів та включенню у склад сучасних мобільних телефонів, систем керування безпілотними літальними апаратами, автомобільних бортових систем навігації. Більша частина таких датчиків є інтелектуальними- вони представляють собою інтегральну мікросхему, в якій окрім чутливих елементів присутні аналого-цифровий перетворювач, мікропроцесор, драйвер цифрового інтерфейсу, система самодіагностики. Для роботи із датчиком використовують цифровий інтерфейс (зазвичай послідовна шина I²C) та отримують цифрові коди, які пропорційні проекціям вектора напруженості магнітного поля на координатні осі. Найпоширеніше їх застосування – цифровий магнітний компас у складі систем навігації.

Постановка задачі

В якості прикладу взято датчик напруженості магнітного поля НМС5883L виробництва Honeywell, який має такі характеристики: три осі чутливості, широкий динамічний діапазон напруженості магнітного поля $\pm 0,8 \dots \pm 8$ Гс, вбудований 12-бітний АЦП, послідовна шина I²C для роботи з датчиком, частота оновлення показів датчика 160 Гц. Чутливим елементом в датчику виступають анізотропні магніторезистори. Згідно технічної документації, за допомогою даного датчика можна визначати магнітний азимут із точністю до 1°-2° [1]. Проте, детального алгоритму його визначення, огляду похибок та шляхів їх корекції в документації не наведено. Магнітний азимут визначають за напрямом вектора напруженості магнітного поля Землі, на який суттєво впливають джерела магнітного поля (постійні магніти, електродвигуни, трансформатори), металічні конструкції (корпус приладу, елементи кріплення) та, навіть, електричні доріжки друкованої плати, на якій встановлено датчик. Виходячи з цього, дані з датчика отримуються в хибному вигляді, за рахунок спотворення магнітного поля Землі в точці вимірювання. Описані спотворення результату вимірювання можна вважати методичною похибкою визначення напруженості магнітного поля та магнітного азимуту за рахунок залежності показів датчика від друкованої плати, корпуса приладу чи елементів кріплення.

Необхідно на практичному прикладі виявити вплив зазначених факторів на покази даного датчика та представити алгоритм їх усунення.

Розв'язок задачі

В зарубіжній літературі джерела спотворення магнітного поля діляться на два типи: “Hardiron” та “Softiron”. На рисунку 1 схематично наведено порівняльний вплив цих двох груп на магнітне поле. Джерела типу “Hardiron” – це різного роду магніти та

джерела власного постійного магнітного поля (рис. 1 - б), джерела “Softiron” – такі що впливають на зовнішнє магнітне поле без генерації власного, різні магнітні метали (рис. 1 - в).

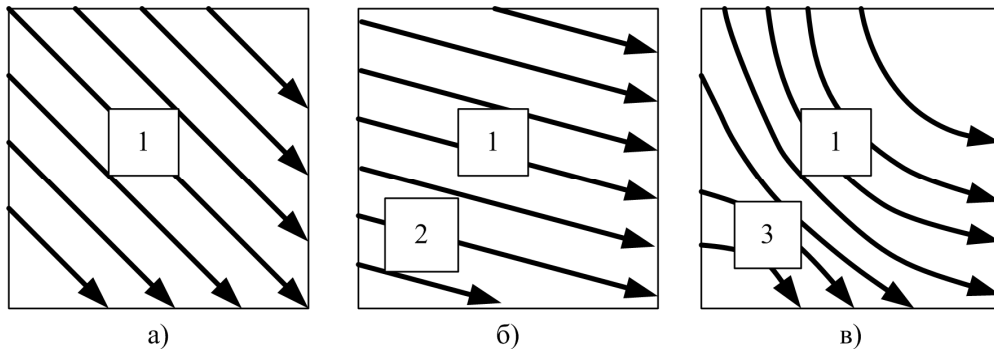


Рис. 1. Вплив різних джерел спотворення магнітного поля:

- а) поле без спотворення; б) спотворення від джерела “Hardiron”;
в) спотворення від джерела “Softiron”; 1 – датчик магнітного поля,
2 – постійний магніт, 3 – металічний об’єкт

Джерело “Hardiron” додає виміряним значення напруженості магнітного поля постійного адитивного зміщення, а джерела “Softiron” призводять до мультиплікативного спотворення. Наочно це видно з рисунку 2. Якщо хаотично обертати датчик навколо своїх осей та отримати «хмару» значень вектора напруженості магнітного поля, то в ідеальних умовах - без джерел спотворень - вона повинна приймати вигляд сфери. Проте, за наявності джерел спотворень «хмара» значень набуває наступний вид:

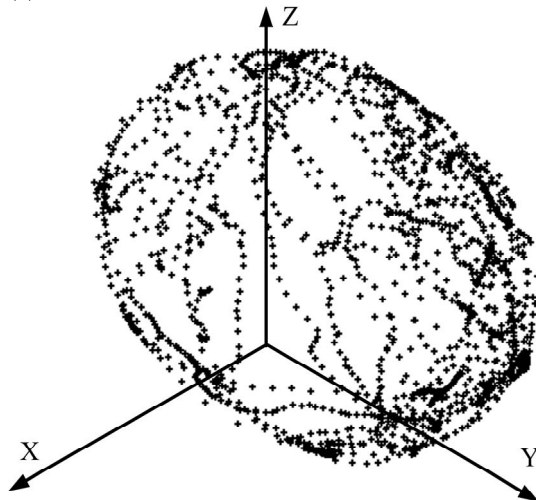


Рис. 2. «Хмара» первинних значень вектору напруженості магнітного поля Землі при хаотичному обертанні датчика

Шар прийняв вид еліпсоїда та здобув кут нахилу відносно координатних осей. Усунути такі спотворення можна за допомогою ручної корекції [2], виконавши наступне перетворення:

$$\vec{V}_C = \vec{A} \cdot (\vec{V} - \vec{V}_B). \quad (1)$$

У формулі (1) $\vec{V}_C$ – скоректований вектор напруженості магнітного поля, $\vec{V}$ – первинний вектор магнітного поля, отриманий з датчика, $\vec{V}_B$ – вектор зміщення (корекція “Hardiron”), $\vec{A}$ – вектор масштабування (корекція “Softiron”). Спосіб отримання значень $\vec{A}$ та $\vec{V}_B$ розглянуто в [2], згідно якого для кожної з осей проводять

процедуру визначення відповідних координат векторів $\vec{A}$ та $\vec{V}_B$. Для отримання достовірних значень $\vec{A}$ та $\vec{V}_B$ спосіб вимагає фіксації датчика таким чином, щоб він міг обертатися лише навколо досліджуваної в даний момент осі, що неможливо зробити без спеціального стенду. Також, за рахунок великої кількості ручної механічної роботи, не можна вважати спосіб зручним для частого використання.

Пропонується виконувати корекцію за допомогою іншої, більш автоматизованої та зручної процедури. Рівняння корекції в цьому випадку буде наступним:

$$\vec{V}_C = A^{-1} \cdot (\vec{V} - \vec{V}_B). \quad (2)$$

Отриману «хмару» значень вектора напруженості магнітного поля інтерполюють еліпсоїдом, за рівнянням якого знаходять значення $\vec{V}_B$ та A^{-1} , останнє в цьому випадку є матрицею масштабування та ортогоналізації.

В результаті корекції за таким алгоритмом первинні значення вектору напруженості магнітного поля Землі (рис. 2) перетворюються до наступного вигляду:

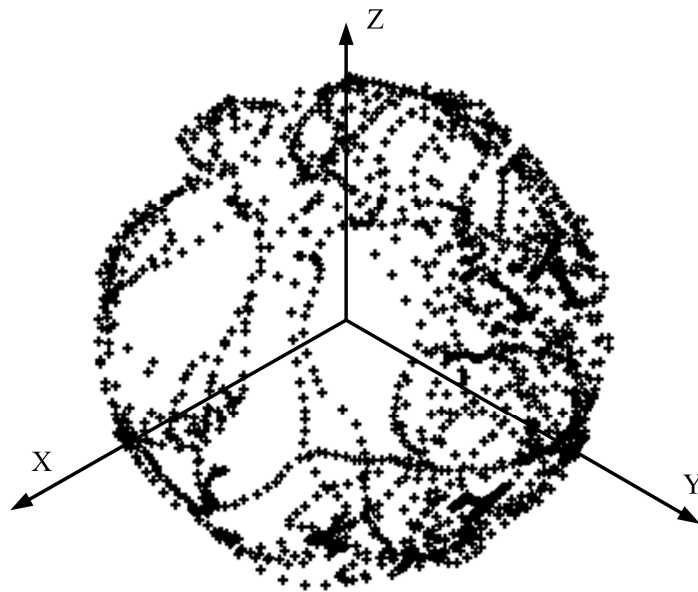


Рис. 3. «Хмара» скоректованих значень вектору напруженості магнітного поля Землі при хаотичному обертанні датчика

Висновки

Наведений алгоритм автоматичної корекції дозволяє усунути адитивну та мультиплікативну складові спотворення магнітного поля постійними магнітами та металами, які можна віднести до методичної похибки визначення вектору напруженості магнітного поля та магнітного азимуту. Слід зазначити, що визначення параметрів корекції необхідно виконувати безпосередньо в умовах використання для кожного окремого датчика, тому що вплив джерел спотворення в кожному місці встановлення датчика буде індивідуальним.

Список літератури

1. Honeywell International Inc. HMC5883L– AdvancedInformation: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www51.honeywell.com/HMC5883L_IC.pdf.
2. Christopher Konvalin. Compensating for Tilt, Hard-Iron, and Soft-Iron Effects: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sensorsmag.com/sensors/motion-velocity-displacement/compensating-tilt-hard-iron-and-soft-iron-effects-6475>.

УДК 620.891:621.316

С.Ф. Філоненко, д.т.н., проф.
Т.В. Німченко, к.т.н

ЗМІНА ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛУ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ПРИ ЗМІНІ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ ПАРИ ТЕРТЯ

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, fiona54@ukr.net

Проведено дослідження процентного приросту амплітудних та енергетичних параметрів сигналу акустичної емісії (АЕ) при зміні швидкості обертання пари тертя з композиційного матеріалу. Встановлено, що процентний приріст енергетичних параметрів передує процентному приросту амплітудних параметрів.

Вступ

Композиційні матеріали (КМ) мають широке застосування у вузлах тертя. У останнє десятиліття при дослідженні вузлів тертя широке застосування отримав метод акустичної емісії (АЕ), завдяки його високій чутливості до процесів тертя та зношування поверхонь фрикційного контакту з КМ. Як показують результати експериментальних досліджень, метод АЕ дозволяє отримувати значні обсяги інформації про процеси тертя та зношування. Однак інтерпретація даної інформації представляє значні складності, що обумовлено складністю фізичної інтерпретації процесів які розвиваються. Це ускладнює встановлення взаємозв'язків АЕ з параметрами процесів тертя і зносу, і, як наслідок, методів контролю, моніторингу та діагностики вузлів тертя з КМ. Тому інтерес представляє визначення параметрів, особливостей та закономірностей акустичного випромінювання на всіх стадіях тертя і зношування поверхневих шарів матеріалів, включаючи і стадію, яка передує стадії катастрофічного руйнування [1].

Задачі дослідження

В роботі проведено експеримент по дослідженню процентного приросту амплітудних та енергетичних параметрів сигналу акустичної емісії (АЕ) при зміні швидкості обертання пари тертя з композиційного матеріалу.

Методика досліджень

Для проведення досліджень була створена експериментальна установка, яка мала три складові: –механічне устаткування, яке забезпечувало завдання необхідних режимів навантаження дослідних зразків, а саме: швидкість обертання зразків та їх осьове навантаження; –комп'ютерна система управління режимами навантаження; – акусто-емісійна система, яка забезпечувала реєстрацію та обробку сигналів АЕ.

Для забезпечення навантаження дослідних зразків використовувалася модернізована випробувальна машина СМТ-1. Дослідження процесів тертя і зношування поверхонь КМ проводилися за конструктивною схемою "диск- диск" на зразках, які представляли собою циліндричні втулки. Контактна взаємодія зразків здійснювалося по торцевих поверхнях втулок. Пара тертя складалася з двох зразків, які були виготовлені зі сталі 30ХГСА і алюмінієвого сплаву Д16 з твердосплавним покриттям ВК6. Досліджувані зразки мали такі розміри: зовнішній діаметр втулки - 28 мм; внутрішній діаметр втулки - 20 мм; висота втулки - 22 мм. При проведенні випробувань один із зразків був рухомим, а інший зразок був нерухомим.

Дослідження сигналів АЕ при зміні швидкості обертання пари тертя з КМ проводили на стадії сталого зношування. Результати експериментальних досліджень показали, що процес акустичного випромінювання при терті та зношуванні поверхонь КМ є неперервним процесом.

При дослідженнях швидкість обертання пари тертя мала наступні значення: $V = 500$ об/хв; $V = 600$ об/хв; $V = 700$ об/хв; $V = 800$ об/хв. Усереднення амплітуд

результуючого сигналу АЕ проводилося з інтервалом усереднення 15 мс. Осьове навантаження на пару тертя становило $P = 450$ Н і було не змінним.

Результати досліджень та висновки

На рис. 1 – 3 представлено процентний приріст усередненої амплітуди, середнього рівня усередненої енергії, середнього рівня сумарної енергії результуючого сигналу АЕ, а також їх стандартних відхилень та дисперсій при зміні швидкості обертання пари тертя.

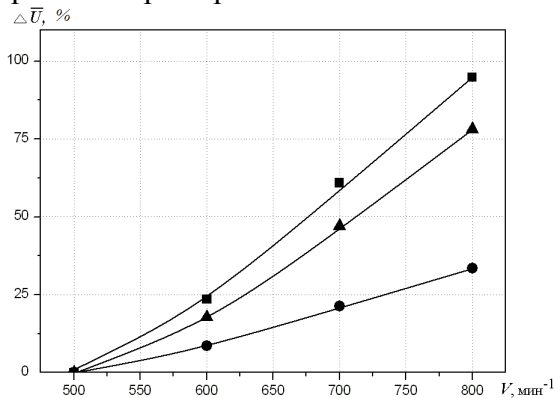


Рис. 1. Процентний приріст середнього рівня усередненої амплітуди $\bar{U}$ (■), її стандартного відхилення $s_{\bar{U}}$ (●) та дисперсії $s_{\bar{U}}^2$ (▲) результуючого сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари тертя

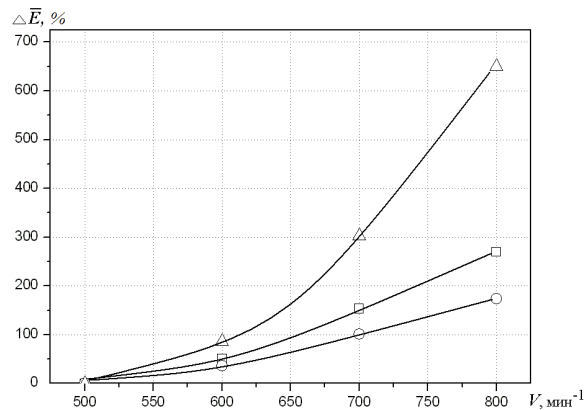


Рис. 2. Процентний приріст середнього рівня усередненої енергії $\bar{E}$ (□), її стандартного відхилення $s_{\bar{E}}$ (○) та дисперсії $s_{\bar{E}}^2$ (Δ) результуючого сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари тертя

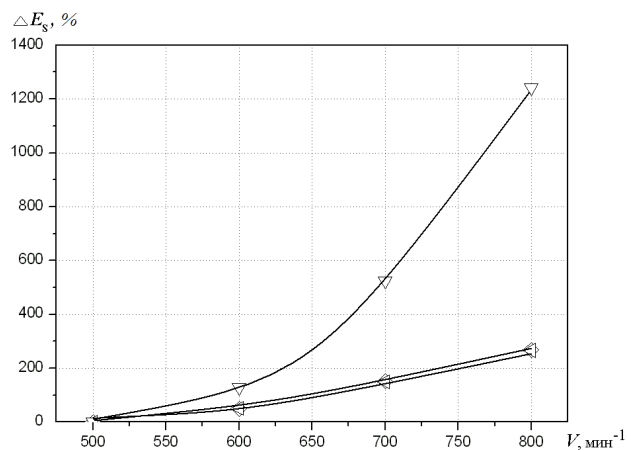


Рис. 3. Процентний приріст середнього рівня сумарної енергії E_s (◇), її стандартного відхилення s_{E_s} (◁) та дисперсії $s_{E_s}^2$ (▽) результуючого сигналу акустичної емісії при зміні швидкості обертання пари тертя

приріст дисперсії середнього рівня сумарної енергії результуючих сигналів АЕ передує процентному приросту дисперсії середнього рівня усередненої енергії.

Список літератури

1. Филоненко С.Ф. Энергия акустического излучения при трении поверхностей из композиционных материалов/ С.Ф. Филоненко, Т.В. Нимченко, Т.Н. Косицкая//

Технологические системы. – 2013. – №4 (65). – С.84 – 92.

УДК 004.422:681.513.2:061.5-057.86

С.В. Козьяков, аспірант

АЛГОРИТМ РАНЖУВАННЯ МОТИВАТОРІВ ДІЯЛЬНОСТІ НА ОСНОВІ РАНГІВ ПОТРЕБ ІТ - ФАХІВЦІВ

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, algolios@mail.ru

В роботі приводяться результати розробленого алгоритму ранжування мотиваторів діяльності на основі рангів потреб ІТ – фахівців, результатом якого є ранжований перелік мотиваторів, що характеризує важливість (ранг) кожного мотиватору для задоволення потреб ІТ - фахівців у встановленій системі переваг, особи, що приймає рішення та за умови стовідсоткового забезпечення всіх мотиваторів являє собою множину коефіцієнтів переваги альтернатив для розробки методу багатокритеріального вибору комплексу мотивації персоналу.

Вступ

Основним джерелом вихідної інформації для вирішення завдань багатокритеріального оцінювання в складно утворюючих системах є експертні оцінки. Отримання від експертів інформації про взаємозв'язок часткових критеріїв в тому чи іншому вигляді вимагає використання різних процедур експертного оцінювання. При цьому не слід забувати, що будь-які експертні оцінки відображають суб'єктивні уявлення конкретної особи або групи осіб про перевагу різних критеріїв і альтернатив; отримання інформації від експертів пов'язано з інтроспективним аналізом, тобто суб'єктивним осмисленням процесу оцінювання і підставою для прийняття того чи іншого рішення.

Постановка задачі

Нашою метою є встановлення переваг (рангів) $R_i(A)$ для всіх мотиваторів діяльності ІТ - фахівців, що характеризують важливість мотиватору для задоволення потреб у встановленій системі переваг особи, що приймає рішення (ОПР) в залежності від мотиваційного типу ІТ - фахівця.

Результати дослідження

Тип мотивації ІТ - фахівця визначає ранги його потреб. Кожна потреба задовольняється ІТ - фахівцем в процесі різних видів діяльності шляхом застосування множини мотиваторів. Таким чином, апріорно існує залежність між потребами ІТ - фахівців та мотиваторами, що необхідні для стимулювання їх діяльності [1,2]. Наприклад, якщо ІТ - фахівець має виражений тип мотивації винагороди, значення матеріальних мотиваторів переважає значення соціально-психологічних мотиваторів, що підтверджується відповідними рангами потреб. Послідовність етапів ранжування мотиваторів на основі рангів потреб ІТ - фахівців для сфери виробництва представлено на рис. 1.

Розглянемо послідовність етапів виконання алгоритму.

Етап 1. Процедура виконується окремо для кожного типу мотивації ІТ-фахівця: мотивація винагороди, соціальна мотивація, процесна мотивація, мотивація досягнення та ідейна.

Етап 2. З таблиці рангів потреб в залежності від обраного типу мотивації ІТ - фахівця вибираються вихідні дані у вигляді рангів потреб.

Етап 3, 4. У циклі за i та j для кожного з мотиваторів m_n^h визначається ранг $r_{ij} m_n^h$ ступеня задоволення мотиватором m_n^h потреб j -го виду, що реалізується в i -му виді діяльності. Ранг $r_{ij} m_n^h$ визначається з виразу:

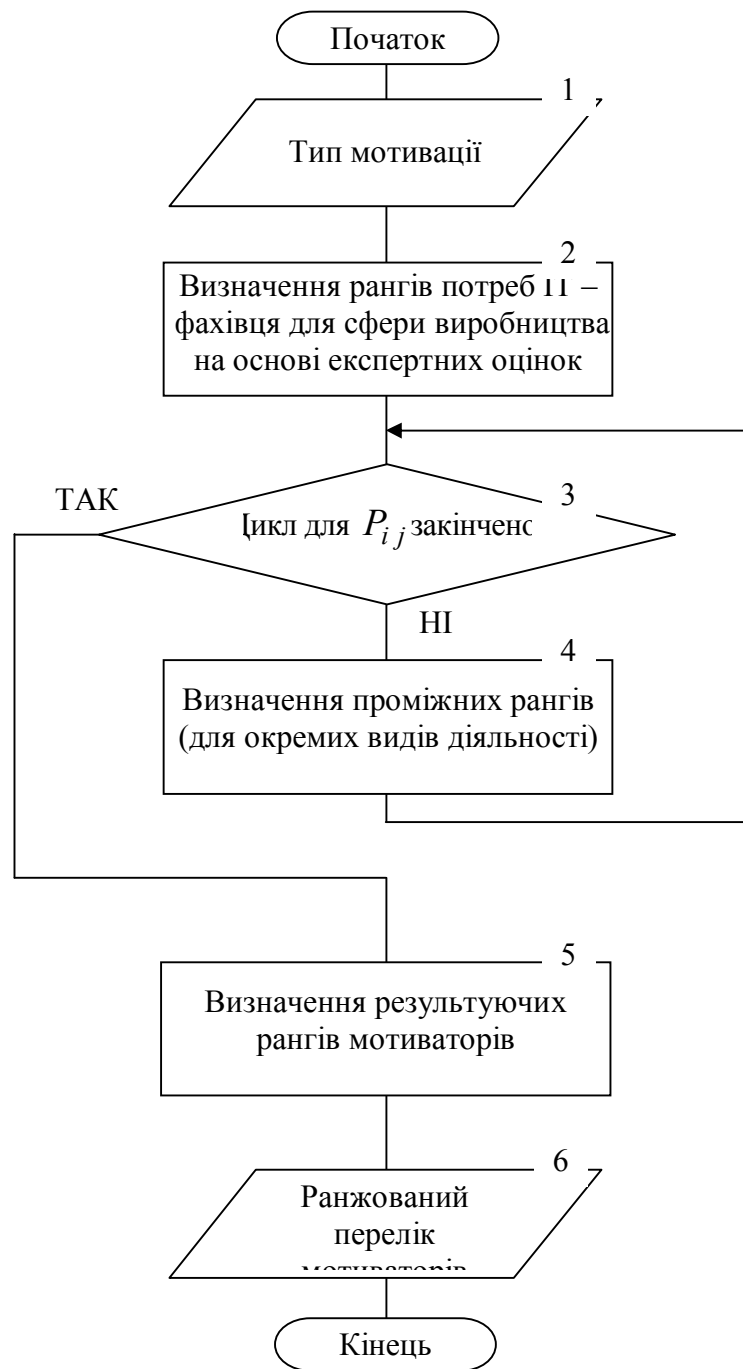


Рис. 1. Алгоритм ранжування мотиваторів на основі рангів потреб ІТ - фахівців

$$r_{ij \ m_n^h} = \frac{1}{q_j} \sum_{k=1}^{q_j} (R_{p_k^j} \cdot S^i_{p_k^j m_n^h} / G_{p_h}),$$

$$\text{де: } G_{p_h} = \sum_{h=1}^4 \sum_{n=1}^{q_h} S^i_{p_k^j m_n^h};$$

q_j - число класифікованих експертами потреб, для j -го виду;

$S^i_{p_k^j m_n^h} = 1$, якщо мотиватор m_n^h задовольняє потребу p_k^j ;

$S^i_{p_k^j m_n^h} = 0$, якщо мотиватор m_n^h не задовольняє потребу p_k^j .

Етап 5. Виконується розрахунок результуючого рангу для кожного з мотиваторів m_n^h , який визначається з виразу:

$$R_{m_n^h} = \frac{1}{42} \sum_{j=1}^7 \sum_{i=1}^6 r_{ij} m_n^h$$

Таким чином, запропонована процедура, маючи в якості вхідних даних тип мотивації ІТ-фахівця та відповідні ранжовані потреби, шляхом потрійного встановлення відповідності потребам фахівця має на п'ятому кроці в якості вихідних даних множину мотиваторів ІТ-фахівця. Причому кожний елемент цієї множини має ранг, який відображає важливість мотиватору для задоволення його потреби.

На виході процедури ми маємо ранги мотиваторів діяльності ІТ-фахівців, що характеризують важливість мотиватору для задоволення потреб в залежності від типу його мотивації.

Висновок

Отриманий ранжований перелік мотиваторів характеризує важливість (ранг) кожного мотиватору для задоволення потреб ІТ-фахівців у встановленій системі переваг ОПР та за умови стовідсоткового забезпечення всіх мотиваторів являє собою множину коефіцієнтів переваги альтернатив для розробки методу багатокритеріального вибору комплексу мотивації персоналу.

Список літератури

1. Козьяков С.В. Модель визначення видів мотивації ІТ-фахівця промислового підприємства / Козьяков С.В. / Вісник Чернігівського Державного технологічного університету – 2013. №3(67) – С. 197-202.

2. Трейтак В.В. Управління мотивацією фахівців промислових підприємств / В. Трейтак, С. Козьяков / Вісник інженерної академії України – 2014. №1 – С.59-64

УДК 676.012:004.932(043.2)

¹В.О. Шевченко

²П.П. Когут

³Ю.Т. Герасименко, к.ф.-м.н.

ОПТИЧНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ НЕОДНОРІДНОСТІ МАКРОСТРУКТУРИ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА

¹Інститут інформаційно-діагностичних систем НАУ, e-mail: dnepr_30@ukr.net

²Фабрика банкнотного паперу НБУ

³Інститут інформаційно-діагностичних систем НАУ

Розглянуто питання комп'ютерної обробки сканованих зображень зразків виробів, виготовлених із різних видів захищеного паперу. Запропоновані варіанти поелементних перетворень зображень та методи і алгоритми виділення неоднорідностей та дефектів на зображеннях.

В процесі виготовлення і використання виробів із різних видів захищеного паперу виникає необхідність контролю геометричних параметрів цих виробів та оцінки якості паперового полотна. Дана робота присвячена пошуку реалізації оптичних методів дослідження поверхневих шарів зразків із залученням потужного математичного апарату.

На рівномірність макроструктури паперу і формування фізико-механічних характеристик впливають багато чинників процесу формування паперового полотна. Існують різні методи і способи оцінки рівномірності та однорідності паперових аркушів. Заслужовують на увагу методи, в яких використовується опромінення паперу електромагнітними хвилями оптичного діапазону. Переважного поширення для лабораторних досліджень і оперативного контролю набули пристрої оптичного сканування із застосуванням прохідного або відбитого світла.

В роботі виконано дослідження зразків виробів із спеціального паперу з метою визначення технічного стану та можливих пошкоджень. За допомогою повнокольорового планшетного сканера Epson Perfection V700 Photo отримано цифрові зображення зразків з роздільною здатністю від 600 до 4800 dpi. Для підвищення точності експериментальних результатів сканування проводилося у відбитих променях на білому і чорному фонах та у прохідних променях із застосуванням слайд-модулю.

Скановані цифрові зображення (файли растрової графіки) мають значний розмір. Тому при обробці цифрових зображень постає питання їх стиснення. Було перевірено ступінь викривлення фотометричних даних, що вноситься при збереженні цифрових зображень, у поширеному форматі JPG, основою якого є дискретно-косинусне перетворення (ДКП). Аналіз результатів дослідження вказує на можливість застосування цифрового графічного формату JPG для збереження зображень. При цьому - повністю зберігаються фотометричні дані, не спотворюється просторова картина зображення, розмір файлу зображення значно зменшується у порівнянні з іншими форматами. Отже, можна зробити висновок, що цифровий формат запису JPG можна застосовувати для збереження растрових зображень за обов'язкової умови відсутності втрат фотометричних і просторових даних, якщо виконана умова максимальної якості та мінімального стиснення.

Для обробки експериментальних даних застосовано математичний пакет Matlab. Процедура комп'ютерного аналізу зображень зводиться до виконання ряду операцій з метою перетворення зображення у форму, зручнішу для візуального або машинного аналізу. При аналізі сканованого зображення потрібно розділити піксели зображення на групи, які відповідають досліджуваному зразку і фону, тобто, потрібно виконати сегментацію зображення. Алгоритми сегментації характеризуються деякими

параметрами надійності і достовірності обробки. Вони залежать від того, наскільки повно враховуються додаткові характеристики розподілу яскравості в областях об'єктів або фону. Однією з причин, що ускладнюють обробку сканованих зображень, може бути слабкий контраст зображення. Тому потрібно оцінити кількість пікселів з різним рівнем яскравості, присутніх на зображенні. Для цього можна побудувати гістограму зображення, кількість рівнів якої відповідає кількості градацій яскравості.

За допомогою функцій **imhist** (I, n) і **imhist** (BW, n) в поточному вікні можна побудувати гістограми яскравостей пікселів відповідно напівтонового (I) і бінарного (BW) зображень. Гістограма складається з n стовпців. Значення n при виклику функції можна не вказувати, в цьому випадку будуть використані значення $n = 256$ для напівтонового зображення і $n = 2$ для бінарного зображення. Під рисунком гістограми виводиться шкала яскравостей. Якщо яскравості точок об'єкту різко відрізняються від яскравостей точок фону, то встановлення порогу не є складним завданням. В цьому випадку можна визначити деяку характеристичну функцію, яка дорівнює одиниці для всіх точок об'єкту і нулю для всіх точок фону. На практиці досліджуване зображення піддається дії шуму і на ньому допускається деякий розкид значень яскравості.

З точки зору нерівномірності розподілу маси в зразку і з позиції оптичної неоднорідності макроструктура паперу є тонким аркушем, на обох поверхнях якого розташовані виступи і западини. Оцінка рівномірності формування макроструктури паперу проводиться з використанням наступних основних характеристик:

- неоднорідності просвіту, що розраховується як середнє квадратичне відхилення яскравості всіх точок зображення зразка від середнього значення яскравості;
- світлопропускання, як міри непрозорості структури матеріалу;
- контрастності, що визначається як відношення неоднорідності просвіту до середнього значення яскравості;
- індексу просвіту, що розраховується по гістограмі розподілу тонових рівнів яскравості в прохідному світлі.

Неоднорідність структури паперу суттєво впливає на якість поліграфічної продукції. В ролі показника якості поверхні паперу використовують індекс формування **I**, який є комплексною статичною характеристикою, яка відображає форму щільності розподілу яскравостей паперового полотна в прохідному світлі:

$$I = N_c / (F_{\max} - F_{\min}),$$

де N_c – число точок зразка паперу з середньоарифметичною яскравістю $F_{\text{ср}}$, $F_{\max}$ та $F_{\min}$ – максимальне і мінімальне значення яскравості точок зразка.

Для зручності оцінки якості зразків розроблено спеціальний графічний інтерфейс, який дозволяє виконувати розрахунок геометричних параметрів неоднорідності макроструктури та визначати основні характеристики ізотропних зразків паперу.

Висновки. В роботі підтверджена можливість виконувати контроль геометричних параметрів зразків, виготовлених із захищених видів паперу, за допомогою цифрової обробки сканованих зображень. Запропоновані математичні алгоритми обробки даних дозволяють автоматизувати процес контролю якості зразків на програмно-апаратному рівні.

УДК 004.94:629.058 (043.2)

Павленко П.Н., д.т.н., профессор
Середа А.С.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Национальный авиационный университет, г.Киев, petrav@nau.edu.ua

Цели и задачи современной технологической подготовки производства (ТПП), в условиях полного электронного определения изделия, традиционно сохраняют свою направленность и значение на этапах создания изделий и их производства. Вместе с тем, изменяются методы достижения и решения задач по целому ряду функций ТПП. Основными задачами, решаемые при ТПП в условиях полного электронного определения изделия являются: 1. Сокращение общего цикла создания нового изделия за счет параллельного с разработкой конструкторской документации проведения работ по ТПП. 2. Использование в качестве исходной информации компьютерных моделей деталей и сборочных единиц на всех стадиях их разработки и производства. 3. Разработка и изготовление средств технологического оснащения с использованием современных CAD/CAM-систем. 4. Управление и интеграция процессами ТПП средствами PDM-систем. 5. Создание единого информационного пространства информационных систем производственного назначения – CAD/CAM, PDM, CAPP, MES и ERP на основе CALS-технологий и PLM-решений.

В докладе рассмотрены задачи автоматизации и представлены пути их решения для одной из основных функций ТПП «Управление процессом ТПП». Функция «Управление процессом ТПП» предназначена для организации и ведения базы данных технологической информации общего назначения и технологической базы данных проекта изделия и решения задач планирования, учета и оперативного регулирования работ по обеспечению производства средствами технологического оснащения, материалами и покупными изделиями, технологической документацией и др. Обеспечивается совместная работа технологических служб: отдела главного технолога, отдела главного металлурга, цеховых отделов ТПП, отдела материально-технического снабжения и отдела оборудования а также информационно-вычислительного центра за счет оперативной информации на этапах планирования ТПП, проектирования технологических процессов и управляющих программ а также средств технологического оснащения и др. На основе базы данных технологической информации общего назначения и технологической базы данных проекта изделия, формируется выходная информация, которая является результатом решения основных задач системы управления ТПП. Выходная информация системы управления ТПП в автоматизированном режиме накапливается и хранится в технологической базе данных проекта изделия и может быть исходной информацией для автоматизированной системы управления предприятием ERP-системы. Запуск в производство электронной конструкторской документации, разработка и сопровождение ряда организационных документов, технологических 3d-моделей и управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением создают предпосылки к новым возможностям интеграции информационных систем. Следовательно для качественного использования современных технологий и систем автоматизации ТПП необходимо разработать и использовать конструкторские и технологические 3d-модели а также специальные интерфейсы обмена информацией для интеграции информационных систем производственного назначения, что позволит решить задачи сокращения сроков ТПП, сокращения затрат и повышения качества выполняемых работ.

УДК 519.2

Г.В. Соколовська, к.т.н. НАУ

Т.Л. Щербак, к.т.н.

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДУ ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА

Національний авіаційний університет, м. Київ, e-mail: ganna_sokolovska@ukr.net

Розглянуто визначення невідомого періоду випадкового періодично корельованого процесу за допомогою дискретного перетворення Гільберта. На основі аналізу результатів комп'ютерного моделювання реалізацій процесу при дії завад та подальшої статистичної обробки процесу зроблений висновок про доцільність використання даного перетворення.

Вступ. Проблематика статистичного оцінювання характеристик нестационарних випадкових процесів має конкретний індивідуальний характер. У класі нестационарних процесів періодично корельовані випадкові процеси (ПКВП) займають особливе місце, характеристики якого визначаються в рамках кореляційної теорії з використанням статистичних методів стаціонарних процесів [1].

Конструктивна форма ПКВП має вигляд

$$\eta_{T_0}(\omega, t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \zeta_k(\omega, t) e^{i2\pi \frac{k}{T_0} t}, \quad \omega \in \Omega, t \in R, \quad (1)$$

де $\{\zeta_k(\omega, t)\}$ - послідовність стаціонарних та взаємно зв'язаних стаціонарних корельованих компонент ПКВП, а T_0 - період досліджуваного процесу.

Треба відмітити, що знання періоду T_0 принципове при дослідженні ПКВП, адже він дає можливість розкрити структуру та властивості характеристик ПКВП [1].

За результатами аналізу публікацій по дослідженню властивостей та характеристик ПКВП, а також використання ПКВП для вирішення практичних задач, можна умовно виділити два напрями статистичного оцінювання ПКВП [1,2]:

- 1) статистичне оцінювання періоду T_0 апріорно періодичного процесу;
- 2) статистичне оцінювання характеристик ПКВП при відомому T_0 .

Дана робота присвячена першому напрямку дослідження.

Задача виявлення періодичності в рамках моделі ПКВП формулюється як задача визначення періоду часової залежності статистичних характеристик процесу. Для гаусового ПКВП визначення періоду здійснюється з використанням методу максимальної правдоподібності. Оцінка $\tilde{T}_0$ тоді є рішенням так званого рівняння правдоподібності. При вирішенні такого рівняння максимально правдоподібна оцінка періоду є асимптотично незміщеною і асимптотично ефективною.

У даній роботі оцінку періоду T_0 будемо знаходити не використовуючи метод правдоподібності і не для гаусового випадку дослідження, а за допомогою обвідної та фазової характеристики дискретного перетворення Гільберта (ДПГ). Результати отриманої оцінки будуть промодельовані у програмному середовищі Matlab.

Постановка завдання. Визначити період періодично корельованого випадкового процесу з використанням дискретного перетворення Гільберта на основі використання двох підходів: використання ДПГ безпосередньо для реалізації; використання ДПГ для відгуку кореляційного оператора за допомогою програмного середовища Matlab. В якості прикладу розглянемо випадковий процес, отриманий за допомогою адитивної суміші вузькосмугового сигналу та шуму з рівномірним законом розподілу з відношенням сигнал/шум 2,1.

Перетворення Гільберта. Основні теоретичні результати, які пов'язані з використанням перетворення Гільберта [3], були отримані для функцій, що задавалися

на нескінченних часових інтервалах. Для практичної реалізації перетворення Гільберта актуальним є використання перетворення на скінченному (фінітному) інтервалі часу. Крім того, практична реалізація інтегрального перетворення Гільберта навіть на обмеженому інтервалі часу вважається непростюю.

У загальному випадку перетворення Гільберта є фізично нереалізовним. Тому всі реальні вимірювання характеристик сигналів на основі перетворення Гільберта можна виконувати лише наближено.

Для дійсного випадкового процесу $\xi(\omega, t)$, $\omega \in \Omega$, $t \in (-\infty, \infty)$ маємо перетворення Гільберта $\xi_H(\omega, t) = \mathbf{H}[\xi(\omega, t)]$. Спряжений з $\xi(\omega, t)$ випадковий процес $\xi_H(\omega, t)$ дозволяє створити комплекснозначний випадковий процес [3]

$$\dot{\zeta}(\omega, t) = \xi(\omega, t) + i\xi_H(\omega, t) = |\dot{\zeta}(\omega, t)|e^{i\Phi(\omega, t)}. \quad (2)$$

Процес (2) належить до класу гільбертових випадкових процесів. Процес $\dot{\zeta}(\omega, t)$ виду (2) вважається вхідною дією при аналізі лінійних систем, тобто його використовують замість процесу $\xi(\omega, t)$, який реально надходить на їх входи.

Розглянемо *амплітудну* і *фазову* характеристики *дійсного випадкового процесу* $\xi(\omega, t)$ ($A(\omega, t)$ і $\Phi(\omega, t)$ відповідно) для двох дійсних випадкових процесів

$$\xi(\omega, t) = A(\omega, t)\cos \Phi(\omega, t); \quad \xi_H(\omega, t) = A(\omega, t)\sin \Phi(\omega, t), \quad (3)$$

Зображення вигляду (3) дозволяє розглядати відповідно процеси $\xi(\omega, t)$ і $\xi_H(\omega, t)$ як гармонічні коливання, що модулюються за амплітудою і фазою випадковими процесами $A(\omega, t)$ та $\Phi(\omega, t)$. Випадкові процеси $A(\omega, t) > 0$ та $\Phi(\omega, t) > 0$ визначаються через процеси $\xi(\omega, t)$ та $\xi_H(\omega, t)$ згідно з такими формулами

$$A(\omega, t) = \sqrt{\xi^2(\omega, t) + \xi_H^2(\omega, t)}; \quad (4)$$

$$\Phi(\omega, t) = \arctg \frac{\xi_H(\omega, t)}{\xi(\omega, t)} + \frac{\pi}{2} \{2 - \text{sign } \xi_H(\omega, t)[1 + \text{sign } \xi(\omega, t)]\} + \mathbf{K}[\xi_H(\omega, t), \xi(\omega, t)] = \mathbf{L}[\xi(\omega, t), \xi_H(\omega, t)] + \mathbf{K}[\xi(\omega, t), \xi_H(\omega, t)], \quad (5)$$

де $\mathbf{L}[\xi(\omega, t), \xi_H(\omega, t)]$ – оператор однозначного визначення кута в інтервалі $[0, 2\pi)$, $\mathbf{K}[\cdot]$ – оператор, що усуває стрибки фази в точках $2\pi n$, $n \in N$.

За допомогою отриманих амплітудної та фазової характеристик випадкового процесу, спробуємо знайти період цього процесу.

Для реалізації комп'ютерного експерименту в якості прикладу розглянемо випадковий процес, отриманий за допомогою адитивної суміші вузькосмугового сигналу та шуму з рівномірним законом розподілу з відношенням сигнал/шум 2,1. Період повторення сигналу $T=100\text{мс}$. Кількість періодів повторення дорівнює трьом. Амплітудна та фазова характеристики отриманого процесу показані на рис 1.

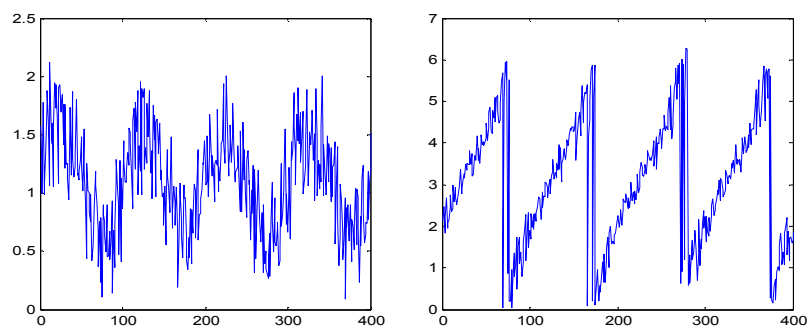


Рис. 1. Амплітудна та фазова характеристики випадкового процесу

Для знаходження періоду повторення випадкового процесу доцільно знайти точки мінімуму фазової характеристики та обчислити період між ними. Але через внесені шумом спотворення обчислення періоду унеможлиблюється. Метод, реалізований на рис. 1 працює при значенні сигнал/шум більший восьми. Однак для вирішення задачі знаходження періоду випадкового процесу при відношенні сигнал/шум більше двох пропонуємо використання кореляційного перетворення досліджуваного процесу. Приклад використання даного методу для випадкового процесу з відношенням сигнал/шум рівним 2,1 показаний на рис. 2.

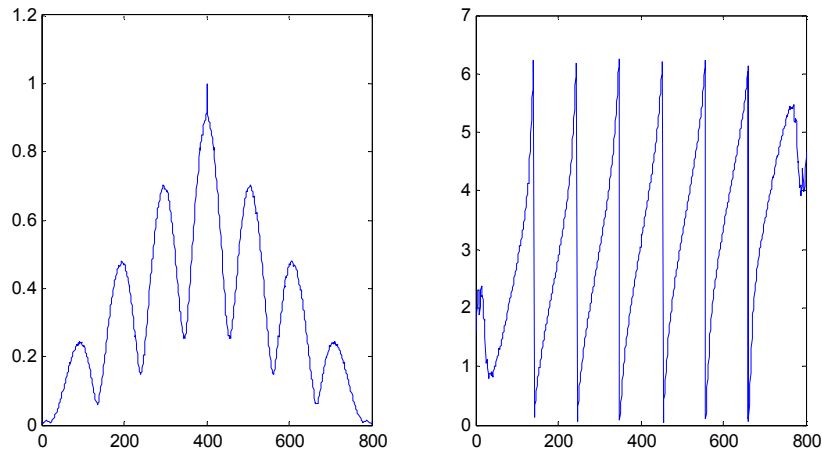


Рис. 2. Амплітудна та фазова характеристики кореляційного перетворення випадкового процесу

Як видно з рис. 2, вплив шуму на процес при використанні автокореляційної функції значно менший і можна обчислити період повторення.

За допомогою програмного середовища Matlab отримано, що для даного сигналу середній період повторення $\tilde{T}=103\text{мс}$, відносна похибка дорівнює 3%, а середнє квадратичне відхилення $\sigma=1,73$. Тому вважаємо, що для визначення періоду випадкового періодично корельованого процесу можна використовувати дискретне перетворення Гільберта.

Висновки. У даній роботі отримані результати визначення періоду вузькосмугового випадкового процесу в умовах дії шуму з використанням дискретного перетворення Гільберта шляхом комп'ютерного моделювання відповідних реалізацій і проведення їх статистичної обробки. Показано, що визначення періоду вузькосмугового процесу з прийнятними для практики похибками можливо: безпосереднє використанні дискретного перетворення Гільберта досліджуваних реалізацій при співвідношенні сигнал/завада більше восьми; кореляційне перетворення досліджуваних реалізацій при співвідношенні сигнал/завада більше двох.

1. Яворський І. М. Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань. – Львів: ФМІ НАНУ, 2013. – 804 с.

2. Гладышев Э.Г. Периодически и почтипериодически коррелированные процессы с непрерывным временем // Теория вероятностей и ее применения. – 1963. – Т. 3. – Вып. 2. – С. 184-189.

3. Куц Ю.В., Щербак Л.М. Статистична фазометрія: монографія. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. – 384 с.

УДК 681.51

Игнатенков М.А., аспирант
Чередников О.Н., канд.техн.наук доцент

ПРОЦЕДУРА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПО НАБОРУ ФОТОГРАФИЙ

Черниговский национальный технологический университет

Разработка экономичных оптических методов определения шероховатости поверхностей является актуальной задачей в машиностроении. С развитием компьютерной техники появилась возможность автоматизировать процесс анализа результатов фотосъемки поверхности, при этом может быть обеспечена необходимая точность и объективность.

В данной работе предлагается процедура измерения шероховатости поверхности путем сравнения фотографий исследуемого образца с соответствующими фотографиями базовых образцов в соответствии со способом измерения шероховатости поверхности [1].

Исходный набор файлов:

- Целевой Набор (ЦН) – набор из 6 фотографий исследуемого образца;
- База Данных «Наборы Изображений Образцов» (БД).

Процедура подготовки массивов:

- загрузить Целевой Набор;
- ввести путь к файлам Целевого Набора (ЦН) из поля ввода;
- загрузить последовательно (по алфавиту) изображения в массив «Целевой Набор» (после выполнения этой процедуры набор (массив) из 6 изображений является доступным для обработки, при этом каждое изображение представляет рассматриваемую поверхность при различных, заранее известных, условиях освещения и съемки.

- ввести путь к Базе Данных «Наборы Изображений Образцов» из поля ввода;
- получить список имен изображений, хранящихся в БД.
- разделить полученный список на наборы по 6 шт. согласно алфавитной сортировке (каждый набор получает единообразное имя, отражающее Ра сфотографированной поверхности, тип обработки, ракурс, увеличение).

После выполнения этой процедуры имеем набор (массив) строчек, имен изображений, сгруппированных по 6. Каждая группа представляет набор изображений одной поверхности (одного эталона) полученных при различных, заранее известных, условиях освещения и съемки.

Процедура сравнения:

- создание локального Массива Различий (массив чисел - различий образцов ЦН и образцов из БД);
- создание локального Массива для очередного Набора Изображений Образцов, взятого из БД (НИО);

-сравнение образцов ЦН с каждым Набором Образцов из БД - цикл: загрузить очередной НИО из БД, сравнить соответствующие изображения из НИО с изображениями из ЦН, получить числовую характеристику различия наборов, записать результат в соответствующую ячейку Массива Различий;

-выбор из Массива Различий наименьшего значения (номер ячейки наименьшего значения соответствует номеру Искомого Набора):

-вывод результата сравнения, на основе имени набора (**параметр Ra**).

Например, известно, что рассматриваемый образец обрабатывался точением и шероховатость выражается величиной Ra — тогда имена изображениям ЦН присваиваются такие: Ra точение вдоль x50.bmp; Ra точение поперек x50.bmp; Ra точение сверху x50.bmp; Ra точение вдоль x250.bmp; Ra точение поперек x250.bmp; Ra точение сверху x250.bmp.

Сравнение соответствующих изображений из НИО и изображений из ЦН - сравниваются пары изображений, имеющие в своем названии, например, «Ra точение вдоль x50» из БД и «Ra точение вдоль x50» из ЦН, и т.д.

Получение числовой характеристики различия наборов изображений – в простейшем случае это получение среднего арифметического этих чисел.

Обобщенная числовая характеристика различия двух наборов изображений в дальнейшем обрабатывается алгоритмом. На основе набора таких характеристик делается вывод о том, какой из НИО ближе всего похож на ЦН. Соответственно, с большой долей вероятности, Целевому Набору можно присвоить значение Ra наименее отличающегося НИО.

Список литературных источников

1. Павленко П.М. Чередніков О.М., Ігнатенков М.О. Спосіб вимірювання шорсткості поверхні. Пат.Укр. на корисну модель 80017 Заявка № U20121331 від 22.11.2012 р., Опубл.13.05.2013, Бюл №9.

2. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений. – М.: Вузовская книга, 2001. – 320 с.

СЕКЦІЯ 5
«ЕКОНОМІЧНІ, ПРАВОВІ ТА ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ ЯКОСТІ»

УДК 347.77

В.Б. Струтинський, д.т.н., проф.,
О.Я. Юрчишин, к.т.н., доц.,
В.Е. Полунічев, студент

**ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ
ОБ'ЄКТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
«БАГАТОКООРДИНАТНІ ВЕРСТАТИ»**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
oksana.jur@mail.ru

Описано актуальність та проблематику реалізації інноваційних процесів в народному господарстві, зокрема у машинобудуванні при комерціалізації об'єктів промислової власності «багатокоординатні верстати». Для прогнозу процесу комерціалізації багатокоординатних верстатів як об'єктів інтелектуальної власності авторами запропоновано використання методів теорії нечітких множин.

В умовах сучасної економіки актуальним є питання комерціалізації об'єктів інтелектуальної власності - верстатів нового покоління. Це нерозривно пов'язано з інноваційною діяльністю [1], суть якої полягає у використанні результатів наукових досліджень та розробок для випуску на ринок нових конкурентоздатних товарів і послуг.

Аналіз ефективності реалізації інвестиційних проектів носить якісний характер, але його результат повинен бути таким, щоб можна було прийняти рішення про доцільність інвестування в той чи інший проект. Для прийняття рішення необхідно проаналізувати декілька проектів і зробити висновок, який проект є більш прибутковим.

Комерціалізація об'єктів інтелектуальної власності потребує прогнозних оцінок результатів та можливих ризиків. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є застосування методів математичного моделювання. Особливістю моделювання є невизначеність умов здійснення процесу інновації та майбутніх результатів використання інноваційної технології, при прогнозуванні терміну її реалізації та величини отриманого прибутку. Значний ступінь невизначеності (до 50%) не дозволяє використати традиційні методи математичного моделювання.

Авторами запропоновано для прогнозу процесу комерціалізації об'єктів інтелектуальної власності багатокоординатних верстатів [2] використати методи теорії нечітких множин. Розроблені математичні моделі процесу комерціалізації мають кількісну і якісну відповідність реальному процесу. Вони дозволяють враховувати невизначеність параметрів процесу.

Математичне моделювання процесу комерціалізації включає аналіз об'єктів у термінах теорії нечітких множин [3]. Врахована специфіка об'єктів інтелектуальної власності «багатокоординатні верстати».

Наступним етапом побудови математичної моделі є опис ринку інновацій об'єктів інтелектуальної власності «багатокоординатні верстати».

Список літературних джерел:

1. Про інноваційну діяльність. Закон України № 40-IV від 04.07.2002 р.
2. Струтинський В.Б. Розроблення верстата-гексапода з шестикоординатною системою ЧПК і результати його дослідницького застосування / В.Струтинський, М. Новіков, А.Кириченко // Машинознавство, 2011. - №5-6. - С.3-10.

3. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс: М. Издательский дом «Вильямс» - 2006. — 1104 с.

УДК 334.726

К. А. Весельська, аспірант

УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ ПРОЕКТОМ НА СПІЛЬНИХ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Національний технічний університет України „КПІ”, kveselskaya@gmail.com

Доведено доцільність створення спільних машинобудівних підприємств у здійсненні інноваційної діяльності. Розкрито зміст поняття «інноваційний проект». Визначено вимоги до управління інноваційними проектами на спільних машинобудівних підприємствах. Запропоновано рекомендації щодо напрямів контролю за реалізацією інноваційного проекту у межах спільних машинобудівних підприємств. Розглянуто процес контролю якості як один із важливіших факторів, що визначає ефективність інноваційного проекту. Виявлено, що управління вартістю інноваційного проекту є однією з основних функцій використання інноваційно-інвестиційного потенціалу спільних машинобудівних підприємств.

Переваги спільних машинобудівних підприємств у здійсненні інноваційної діяльності можуть бути повною мірою реалізовані у випадку раціональної системи управління усією інноваційною політикою та інноваційним проектом зокрема. Наше завдання полягає у виявленні стратегічних напрямів управління інноваційним проектом на спільних машинобудівних підприємствах.

Інноваційні переваги спільних машинобудівних підприємств заслуговують на особливу увагу, враховуючи той факт, що недостатня інтенсивність інноваційних процесів є ключовим недоліком економіки України. Кількісно інноваційна активність в промисловості України виражається показником частки організацій у загальній їх чисельності, що здійснюють розробку і впровадження інновацій. Так, станом на кінець 2013 року питома вага промислових підприємств України, що впроваджували інновації, зменшилася на 0,6% у порівнянні з попереднім роком і становила 16,8% від загальної кількості обстежених підприємств [1]. Це у декілька разів менше ніж в розвинутих країнах.

Спільні машинобудівні підприємства сприяють створенню виробничих одиниць з передовою технологією, технікою і в цілому підвищує їх конкурентоспроможність. Спільне підприємництво зумовлює використання міжнародних стандартів якості і сучасних технічних регламентів, що у свою чергу сприятиме підвищенню якості виробленої машинобудівної продукції. Інноваційні переваги спільних підприємств проявляються у тому, що ці об'єднання відкривають можливість одержання ефекту синергії, використання таких потенціалів, які кожне окреме підприємство задіяти не можуть, але які стають доступними у рамках їх сукупності [2, с. 194-199].

Основною формою реалізації інноваційного процесу на спільних машинобудівних підприємствах є проведення досліджень і розробок, реалізація інноваційних проектів. Інноваційний проект є формою цільового управління інноваційною діяльністю.

У даному разі термін “інноваційний проект” слід розуміти у ширшому значенні, ніж конкретний проект якогось технічного об'єкта, що є результатом проектно-конструкторської діяльності. Під цим поняттям мається на увазі обмежена у просторі й часі цілеспрямована зміна певної системи (ідеї, технології, машини, продукції) з чітко визначеними цілями, досягнення яких у відповідності з встановленими вимогами до якості, терміну, витрат ресурсів визначає завершення процесу проектування, виготовлення і реалізації цієї системи [3, с. 218].

Звідси випливає, що інноваційний проект являє собою комплекс взаємопов'язаних заходів науково-дослідницького, проектно-технологічного й організаційно-

економічного характеру, призначених для досягнення поставлених завдань із чітко визначеними цілями на високому якісному рівні при встановленому бюджеті й протягом встановленого терміну виконання. Процес здійснення цілеспрямованих змін за заздалегідь розробленими правилами, методиками й алгоритмами складає зміст управління інноваційним проектом.

Розглядаючи управління інноваційним проектом, необхідно виходити з того, що він являє собою складний динамічний багатофункціональний об'єкт. Тому система управління ним має бути гнучкою, здатною адаптуватися до змін в умовах проектування, створення і реалізації проекту без усезагальних змін у програмі її роботи. Отже, реалізуються вимоги системного підходу до управління інноваційним проектом, у відповідності з яким сукупність робіт, що забезпечує розв'язання певної проблеми або досягнення кінцевої мети, розглядається не з позиції встановленої ієрархії підпорядкування, а з позиції досягнення цієї мети або розв'язання даної проблеми.

Однією із проблем управління інноваційним проектом є розподіл функцій між проектними й організаційними рівнями. На організаційному рівні здійснюється вибір проектів, встановлюються строки закінчення їхньої розробки і реалізації, розподіляються ресурси між етапами реалізації проекту. На проектному рівні управління проводиться підготовка проектних рішень для подальшої передачі їх на організаційний рівень управління.

Важливою складовою управління інноваційним проектом спільних машинобудівних підприємств є контроль за ходом його реалізації. Суть контролю полягає в тому, щоб гарантувати досягнення поставлених цілей. У межах спільних машинобудівних підприємств контроль доцільно здійснювати за трьома напрямками реалізації проекту:

- за якістю: повинні дотримуватися вимоги цільового призначення проекту і його вихідні характеристики;
- за вартістю: бюджетні вимоги мають бути дотримані, крім того, за можливістю, витрати на проект повинні бути мінімізовані;
- за часом: проект має бути виконано точно в строк.

Контроль якості виконання проекту слід здійснювати неперервно. Цей процес має складатися з таких складових:

- моніторинг й аналіз результатів;
- порівняння досягнутих результатів із запланованими і виявлення відхилень;
- прогнозування наслідків ситуації, що склалася;
- коригування дій.

Контроль якості є одним із важливіших факторів, що визначає ефективність проекту. Якісне виконання інноваційного проекту означає отримання інноваційного продукту і задоволення вимог та очікувань. У завданні управління інноваційними проектами цей принцип означає:

- якість проекту – це кінцева мета;
- якість методів управління має бути такою, щоб гарантувати досконалість проекту на всіх етапах його створення і реалізації.

Управління вартістю (економічною ефективністю) інноваційного проекту є однією з основних функцій використання інноваційно-інвестиційного потенціалу спільних машинобудівних підприємств. Ця теза впливає із таких положень:

- кожен інноваційний проект має встановлений бюджет і не завжди завершується в межах бюджету;
- вартість реалізації інноваційного проекту тісно пов'язана з періодом його життєвого циклу і є гнучким ресурсом;

– економічна ефективність інноваційного проекту безпосередньо пов'язана з проблемою комплексної оцінки ефективності інвестиційних вкладень, оскільки інноваційний проект є об'єктом інвестування і необхідно забезпечити суттєве підвищення ефективності інвестицій.

Питання управління вартістю інноваційних проектів полягає в оцінці їхньої економічної ефективності, аналізі й виборі найефективнішого для інвестування варіанта. Цим питанням присвячено чимало досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів [4, 5, 6, 7, 8], тому не будемо зупинятися на них докладно.

Зазначимо лише, що розвиток спільних машинобудівних підприємств у цілому багато в чому залежить від того, які інноваційні проекти будуть реалізовані. Тому з метою обґрунтування необхідності інвестування інноваційного проекту слід, у першу чергу, вирішувати питання оцінки економічної ефективності й вибору інноваційних проектів. Це одне з важливих завдань при управлінні інноваційним проектом на спільних машинобудівних підприємствах.

Список літературних джерел

1. Інноваційна діяльність промислових підприємств у 2013 році /Офіційний сайт Державного комітету статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Хитра О. В. Синергізм у міжнародному співробітництві : Моногр. / О. В. Хитра. - Л. : Новий Світ - 2000, 2006. - 200 с.
3. Гамидов Г. С., Колосов В. Г., Османов Н. О. Основы инноватики и инновационной деятельности. – СПб. : Политехника, 2000. – 323 с.
4. Аньшин В. М. Инвестиционный анализ : Учеб.-практ. пособие.— 3-е изд., испр. — М. : Дело, 2004. — 280 с.
5. Беренс В., Хавранек П. М. Руководство по оценке эффективности инвестиций: Пер. с англ., перераб. и доп. – М. : АОЗТ “Итерэксперт”, “ИНФРА-М”, 1995. – 528 с.
6. Брігхем Є. Ф. Основы фінансового менеджменту: Пер. з англ. / Є. Ф. Брігхем – К. : Молодь, 1997. – 1000 с.
7. Нейкова Л. И. Иностранное инвестирование экономики Украины: теория и практика / НАН Украины. Совет по изучению производительных сил Украины. – Одесса : ОКФА, 1996. – 280 с.
8. Стеченко Д. М. Інноваційні форми регіонального розвитку: Навч. посіб. – К. : Вища школа, 2002. – 254 с.

УДК 347.77

С.В. Ащеулова, Н.В. Гаврушкевич, А.Ю. Гаврушкевич

ДОСЛІДЖЕННЯ СУТТЄВИХ ОЗНАК ПЛОЩИННИХ ТА ОБ'ЄМНИХ ПРОМИСЛОВИХ ЗРАЗКІВ

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”

E-mail: nataliya-max@mail.ru , kvm_mmi@mail.ru

Анотація. Наведено деякі із суттєвих ознак на прикладі площинних та об'ємних промислових зразків. Проаналізовано деякі з термінів опису суттєвих ознак гідно нормативно-правових актів.

Суть промислового зразка (ПЗ) характеризується сукупністю відображених на зображеннях його суттєвих ознак, які визначають зовнішній вигляд виробу з його естетичними та/або ергономічними особливостями [1, п.8.1.4.1]. Ознака належить до суттєвих, якщо вона впливає на формування зовнішнього вигляду виробу, якому притаманна така ознака.

Якби наше законодавство обмежувалось тільки зображеннями, то визначати термінологію було б непотрібно. Але до матеріалів заявки надається також опис ПЗ, який має містити опис усіх суттєвих ознак, які формують зоровий образ заявленого виробу, і він же застосовується для тлумачення ознак ПЗ.

Як свідчить практика, опис (який не публікується в офіційному бюлетні "Промислова власність") може бути застосований у суді при визначенні суттєвих ознак (Постанова Київського апеляційного суду від 06.04.2004 Справа № 39/288 за позовом акціонерної компанії "BELVEDERE S.A." (Франція) до ТОВ "Гетьман Ко" та ТОВ "НВП "Гетьман" про визнання порушень, зокрема, прав позивача, що впливають з патенту на промисловий зразок № 1429 "Пляшка "HETMAN"). В зображеннях виробу зазначеного ПЗ є напис "BOHDAN CHMIELNICKI", дати "1648-1657", на фронтальній та тильній поверхнях - зображення гетьмана Богдана Хмельницького. Для розкриття суті ПЗ в описі була описана сукупність його суттєвих ознак, відображених на фотографіях. Але на час суду відповідачі вже використовували пляшку з зображенням портрета Івана Самойловича та відповідними цифровими та словесними позначеннями. Тобто відповідачі не порушували патент на ПЗ з зображенням Б.Хмельницького, оскільки саме це зображення є однією з суттєвих ознак.

Окрім цього, як свідчать матеріали вищезазначеної справи, що саме спірні ознаки ПЗ за патентом України № 1429 (напис "BOHDAN CHMIELNICKI", дати "1648-1657" та зображення) дозволяють зробити висновок про його відповідність критерію "новизна" в порівнянні із об'єктами інтелектуальної власності компанії "PODLASKA WYTWORNIA WODEK "POLMOS" (Польща) об'ємними товарними знаками №№ 628895, 628897 [2].

Слід зазначити, що експерти Укрпатенту не вповноважені визначати та перевіряти правильність визначення суттєвих ознак і у випадку судових прецедентів, це буде змушений зробити судовий експерт на підставі зображень та опису, а, за свідченнями практиків [3], "заявники ... вміщують в перелік ознаки, які неможливо чітко ідентифікувати або які не впливають на зорове сприйняття виробу".

За [6] визначений перелік суттєвих ознак, як узагальнений так і стосовно окремих видів виробів. До суттєвих можуть бути віднесені, зокрема суттєві ознаки площинних та об'ємних зразків. Можливі суттєві ознаки ПЗ на площинні вироби легкої промисловості (тканини, шкіра, килими, косинки, шарфи), вироби поліграфічної промисловості (картонно-паперові матеріали, етикетки, наліпки, обкладинки книг, журналів та їх макетів), інші площинні вироби - це форма виробу в цілому; композиція; стилістичне рішення; ритмічна організація мотивів орнаменту; пророблення графічних,

образотворчих та орнаментальних елементів; лінійно-графічне співвідношення елементів; фактура; матеріал; фурнітура; пластичне рішення; колірне вирішення.

Суттєві ознаки об'ємних ПЗ: на меблі, машини, пристрої, інструмент побутового та/чи промислового призначення зі складною композицією можуть бути застосовані ознаки, які характерні для площинних об'єктів; склад і кількість основних композиційних елементів; взаємне розташування елементів; форма цілого виробу та/або форма його окремих частин; ергономічні особливості об'єкту; на зразки, що можуть трансформуватись і/або для який важливий не тільки зовнішній вигляд, а й внутрішній і які можуть мати стани, наприклад, закрито-відкрито, складено-розкладено можуть бути застосовані усі доцільні, які характерні для площинних об'єктів, для об'єктів зі складною та моноблочною композицією.

Стосовно терміну "**фактура**", то за [5] під фактурою розуміють особливості побудови та оздоблення поверхні якого-небудь предмета, характер поверхні, який відчувається на дотик та візуально (переплетення ниток, вичинка шкіри, гладка, шорстка та тиснена поверхня, матеріал для обкладинки під шкіру, тощо).

З аналізу застосування термінів "**пластичне рішення**", як і "пластична проробка" за [1, 4, 7, 8] можна зробити висновок, що "пластичне рішення" може стосуватись об'єкту взагалі, а "пластична проробка" – окремих композиційних елементів. Окрім того поняття, яке виражають ці терміни, відмінне від поняття форма, але при цьому його зміст залишається нерозкритим.

Висновок. Для уникнення непорозумінь доцільно внести визначення термінів "пластичне рішення" та "пластична проробка" до Закону та/чи Правил складання.

Список літератури

1. Правила складання та подання заявки на промисловий зразок. (Затверджено Наказ Міністерства освіти і науки України 18.02.2002 N110. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 6.03.2002. за N226/6514). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0226-02&print=1>

2. Global Brand Database. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wipo.int/branddb/en/index.jsp>.

3. Мещерякова Н. Щодо судової експертизи, пов'язаної з промисловими зразками. Журнал «Юридичний радник» №5(31) жовтень 2009. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://yurradnik.com.ua/stride/ur/?m=archive&y=2009&mag=38&art=779>

4. Закон України "Про охорону прав на промислові зразки" (Введений в дію Постановою ВР N 3770-XII (3770-12) від 23.12.93, ВВР, 1994, N7, ст. 35). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=3688-12&p=1218034688041545>.

5. Великий тлумачний словник сучасної української мови / Уклад. і голов. ред. В.Т.Бусел.–К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2002.–1440 с.

6. Складання та подання заявки на видачу патенту України на промисловий зразок: Метод. рек. / Держ. Департамент інтелект. власності; Уклад. Т.В.Бованенко. – К., 2007. – 48 с. – (Інтелект. власність в Україні).

7. Правила розгляду заявки на винахід та заявки на корисну модель» (Наказ МОНУ 15.03.2002 N 197. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15.04.2002р. за N364/6652). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0364%2D02&p=1111410261307734>

8. Административный регламент исполнения Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам государственной функции по организации приема заявок на промышленный образец и их рассмотрения, экспертизы и выдачи в установленном порядке патентов Российской Федерации на промышленный образец (Утвержден приказом Минобрнауки России от 29.11.2008.

№325) [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://www.rupto.ru/rupto/portal/f5d1e699-1772-11e1-bad7-9c8e9921fb2c#1>
УДК 347.2

О.І. Боднар, Н.В. Гаврушкевич

ОСОБЛИВОСТІ ПОДАЧІ ЗАЯВОК ЗГІДНО ДОГОВОРУ РСТ

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”

E-mail: kvm_mmi@mail.ru, nataliya-max@mail.ru

Анотація. Наведені можливості для спрощення подачі заявки згідно РСТ завдяки використанню програмного забезпечення, розробленого ВОІС, та залученню агентів для здійснення більшості дій від імені заявника при процедурі патентування згідно з РСТ.

Отримати одночасно патенти у багатьох країнах світу на основі однієї патентної заявки можна за допомогою Договору про патентну кооперацію (Patent Cooperation Treaty - РСТ). Даний договір відноситься до реєстраційних міжнародних угод, метою яких є забезпечення міжнародної охорони, і який встановлює і забезпечує систему подачі патентних заявок, за умови, що держави є учасниками Договору [1].

Процедура патентування згідно з РСТ складається з міжнародної і національної фаз.

Допомогу у всіх питаннях, пов'язаних із заявкою РСТ, починаючи від складання заявки до здійснення от імені заявника різних процесуальних дій в рамках міжнародної фази, а потім і в ході розгляду заявки в національному або регіональному патентному відомстві можуть надати фахівці - патентознавці, так звані агенти, в більшості випадків, - це юристи або патентні повірені, що мають дозвіл на ведення справ в місцевому або національному патентному відомстві [2].

Агенти, що мають такий дозвіл щодо національного чи регіонального патентного відомства, можуть також вести справи в Міжнародному бюро, Міжнародному пошуковому органі і Органі міжнародної попередньої експертизи за умови, що вони прямо уповноважені заявником.

Агент, призначений усіма заявниками, називається «спільним агентом».

Один із заявників, що має право подавати заявку (тобто постійно проживає в Договірній Державі РСТ або має його громадянство), може бути призначений іншими заявниками в якості їх спільного представника. Таким чином, такий заявник стає основною особою, координуючою розгляд та проходження заявки РСТ.

У разі, якщо не призначений ні загальний агент, ні загальний представник, то перша особа, названа в якості заявника, яка має право подати заявку у відповідне Відомство, автоматично стає загальним представником, «який вважається таким».

Загальний представник, що вважається таким, може здійснювати більшість дій від імені решти заявників, за винятком вилучень (самої міжнародної заявки, вказівок держав, домагань на пріоритет, вимоги на проведення попередньої експертизи чи вибору держав). Для здійснення вилучень потрібні підписи всіх заявників. Належним чином призначений агент або загальний представник може підписувати повідомлення про вилучення від імені всіх заявників.

Призначення агентів і загальних представників здійснюється безпосередньо в заяві РСТ, використовуючи окрему довіреність, що відноситься до конкретної заявки; використовуючи загальну довіреність, що відноситься до всіх заявок, поданих від імені заявника.

Для підготовки, подання та супроводження заявок РСТ, а також для пошуку та перегляду патентної інформації можна застосовувати деякі електронні засоби [3].

Заявку РСТ в електронній формі можна подати або за допомогою безпечної передачі в режимі он-лайн, або на фізичному носії (CD-ROM або DVD), залежно від обраного отримуючого відомства [3].

Програмне забезпечення BOIB для електронної подачі заявок РСТ –SAFE (Secure Applications Filed Electronically - Безпечна подача заявок в електронній формі), надає заявнику можливість готувати і подавати міжнародні заявки в електронній формі [4].

Можливі три способи використання програмного забезпечення РСТ -SAFE:

1) Повністю електронна подача заявок - Вся заявка цілком складається в електронній формі (формат зображення або символно - кодований формат);

2) Режим РСТ- EASY [1] для EFS вебподачі - використовується тільки для електронної подачі заявок в Відомство, що одержує США (RO / US). Для RO / US спосіб складання заявки в режимі РСТ- EASY використовується для підготовки архівованого файлу (у форматі zip), який згодом прикріплюється при подачі заявки РСТ допомогою додатка EFS - Web. Архівований файл містить заяву, реферат і відомості про мита.

3) Режим РСТ- EASY - проміжний варіант між подачею заявки на паперовому носії та повністю електронною подачею. У режимі РСТ- EASY в електронному вигляді складаються лише заяву та реферат. Вони зберігаються на фізичному носії (наприклад, CD- ROM), який подається разом з усією заявкою, підготовленою на паперовому носії.

Функція перевірки РСТ-SAFE допомагає складати документи, що відповідають вимогам РСТ. Завдяки цій функції користувач може бути впевнений у тому, що його заявка належним чином складена. Це також полегшує відомство, що одержує і Міжнародному бюро розгляд та обробку міжнародної заявки.

Функція перевірки застосовується як в режимі повністю електронної подачі заявки, так і в режимі РСТ-EASY.

Для створення та заповнення заяви РСТ, прикріплення пов'язаних із заявкою документів, електронного підпису заявки та її передачі (в режимі он-лайн) в Отримуюче відомство використовується клієнтський додаток РСТ-SAFE Client.

Заявка в електронному форматі повинна бути підписана з використанням факсиміле, текстового рядка або вдосконаленої електронного підпису.

Залежно від способу електронного подання заявки передбачено зниження розміру міжнародного мита за подачу на суму від 100 до 300 швейцарських франків.

Крім того, Всесвітньою Організацією Інтелектуальної Власності (BOIC) створена безкоштовна пошукова система ПАТЕНТSCOП (PATENTSCOPE), що містить опубліковані заявки РСТ і патентні документи більш ніж 30 держав. Пошук патентних документів, що містяться в ПАТЕНТSCOПі (як заявок РСТ, так і національних патентних документів), здійснюється в повнотекстовому форматі.

Таким чином, процедура подачі заявки згідно РСТ значно спрощена завдяки можливості використання програмного забезпечення, розробленого BOIC та залучення кваліфікованих представників заявника – агентів.

Список літератури

1. Каміл Ідріс. "Інтелектуальна власність - потужний інструмент економічного зростання" - Всесвітня рганізація інтелектуальної власності. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tuii.org/content/kamil-%D1%96dris-%D1%96nteletkualna-vlasn%D1%96st-potuzhnii-instrument-ekonomichnogo-zrostannya>.
2. Договір о патентной кооперации (РСТ) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wipo.int/treaties/ru/registration/pct>.
3. Частина 7 та Додаток F Адміністративної інструкції до РСТ, що регулюють електронну подачу міжнародних заявок[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wipo.int/pct/en/texts>.

4. Використання РСТ-EASY при підготовці заявок РСТ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.wipo.int/pct-safe/en/support/easy_ro.

УДК 621.039.58:349.7

М.В.Лапа¹, к.т.н., І.А.Терещенко², І.В.Моспан³ОБЛІК ТА АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ
ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ АЕС¹Чернігівський державний інститут економіки та управління, siver_info@i.ua² в/ч 3042А, tmp2@sinp.com.ua³ в/ч 3044*В роботі розглядається підвищення якості фізичного захисту промислового об'єкту.*

Ми проживаємо у дні, коли питанням ядерної технічної безпеки та ядерної фізичної безпеки міжнародна спільнота, уряди та населення більшості країн приділяють найбільшу увагу. При проведенні реконструкції (модернізації) системи фізичного захисту (СФЗ) АЕС необхідно обґрунтувати заміну чи продовження ресурсу існуючих технічних засобів охорони (ТЗО) на підставі прогнозування залишкового ресурсу. В нормативних документах МВС відсутня методика розрахунку залишкового ресурсу для ТЗО [1,2]. Тому необхідна апробація та вдосконалення існуючих методів оцінки залишкового ресурсу, розробка методик оцінювання залишкового ресурсу для ТЗО СФЗ.

Технічні засоби охорони знаходяться на балансі АЕС. Проведено аналіз нормативної документації, яка використовується при обліку даних про дефекти обладнання АЕС, оцінці їхніх показників надійності [2,3,4]. В результаті дослідження структури та порядку заповнення Української бази даних надійності (УБДН) обладнання АЕС виявлено, що в ній є дані про надійність обладнання підрозділів РЦ-1,2, ТЦ-1,2, ЭЦ, ХЦ, ЦТАІ, ЦВКВ, ЦТПК, ЦПРО, ЦРБ, ОЯБ, ЭРП, СНРіПЕ ЮУ АЕС, але відсутня інформація про дефекти та відмови, оцінку показників надійності технічних засобів охорони СФЗ АЕС. Дані по T_n - гарантованому ресурсу, T_γ - гамма-процентному ресурсу, T_r - технічному ресурсу для ТЗО відсутні в УБДН. Включення їх в УБДН потребує присвоєння грифу «ДСК», використання її на категоризованих комп'ютерах, що значно ускладнює роботу з УБДН, тому такий підхід до вдосконалення процесів обліку даних про надійність ТЗО СФЗ не прийнятний. Пропонується створення програмного забезпечення та бази даних для обліку показників надійності ТЗО у військовій частині, для чого необхідно розробити інфологічну модель.

Розглянута необхідність впровадження нової системи контролю та управління доступом (СКУД) при модернізації (реконструкції) СФЗ і проведена оцінка ризиків (табл.1).

Таблиця 1 - Узагальнена оцінка ризиків при впровадженні нової СКУД

№	Вид ризику	Середнє значення (ризик/інформація)	Критичне значення складових ризику (значення ≥ 0.8)
1	Законодавчий	0,57 / 0,63	- при затримці прийняття бюджету більш ніж три місяці; - при виділенні коштів 20% і менш від необхідної кількості.
2	Організаційний	0,4 / 0,6	- при відсутності планування чи плануванні менш ніж на квартал; - при відсутності деталізації планування.
3	Майновий	0,4 / 0,8	- при втраті технічних засобів.
4	Особовий	0,1 / 0,75	- керівник підприємства не приділяє уваги системі фізичного захисту;

№	Вид ризику	Середнє значення (ризик/ інформація)	Критичне значення складових ризику (значення ≥ 0.8)
			- керівник підприємства не приділяє уваги вибору підрядних організацій.
5	Маркетинговий	0,45 / 0,65	- відсутність необхідних ТЗО на ринку; - вибір обладнання ТЗО низької якості.
6	Виробничий	0,35 / 0,7	- при відсутності підготовки відповідних спеціалістів.
7	Фінансовий	0,3 / 0,6	- при значному перевищенні фінансових витрат на СФЗ.
Разом:		0,34 / 0,68	

Побудована ризико-інформаційна таблиця прийняття рішення про впровадження нової СКУД (табл.2). За результатами оцінки ризику при впровадженні нової системи контролю доступом в системі фізичного захисту об'єкту виявлено, що найбільш ризико-небезпечною за якісним складом ризиків є операція з відбору необхідного обладнання СКУД та залучення оборотних коштів. Найбільший ризик втрати обладнання СКУД виникає при відсутності достатнього фінансування будівельних і ремонтних робіт. Загальний ризик при впровадженні нової СКУД визначено як „середній”.

Таблиця 2 - Ризико-інформаційна таблиця прийняття рішення про впровадження нової СКУД (фрагмент)

Ризик	Інформація									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,1							Особовий			
0,2										
0,3						Фінансовий	Виробничий			
0,4						ОрганізаційнийМаркетинговий		Майновий		
0,5						Законодавчий				
...						...				

Для зниження ризиків при модернізації, реконструкції СФЗ пропонується удосконалити процес обліку та аналізу інформації з надійності ТЗО у в/ч з охорони АЕС шляхом розробки інфологічної моделі предметної області, яка використовувалася для оцінки ресурсних характеристик ІТЗ СФЗ і на основі отриманої моделі розробки відповідного програмного забезпечення.

Удосконалена інфологічна модель предметної області для оцінювання ресурсних характеристик ІТЗ ФЗ наведена на рис.1, в яку включені додатково:

- дані про обладнання, які включені в УБДН;
- дані про надійність ТЗО, які враховуються згідно нормативних документів МВС [3];
- дані для оцінювання залишкового ресурсу ТЗО за використанням методу прогнозування на основі кореляційно-регресійного аналізу [4].

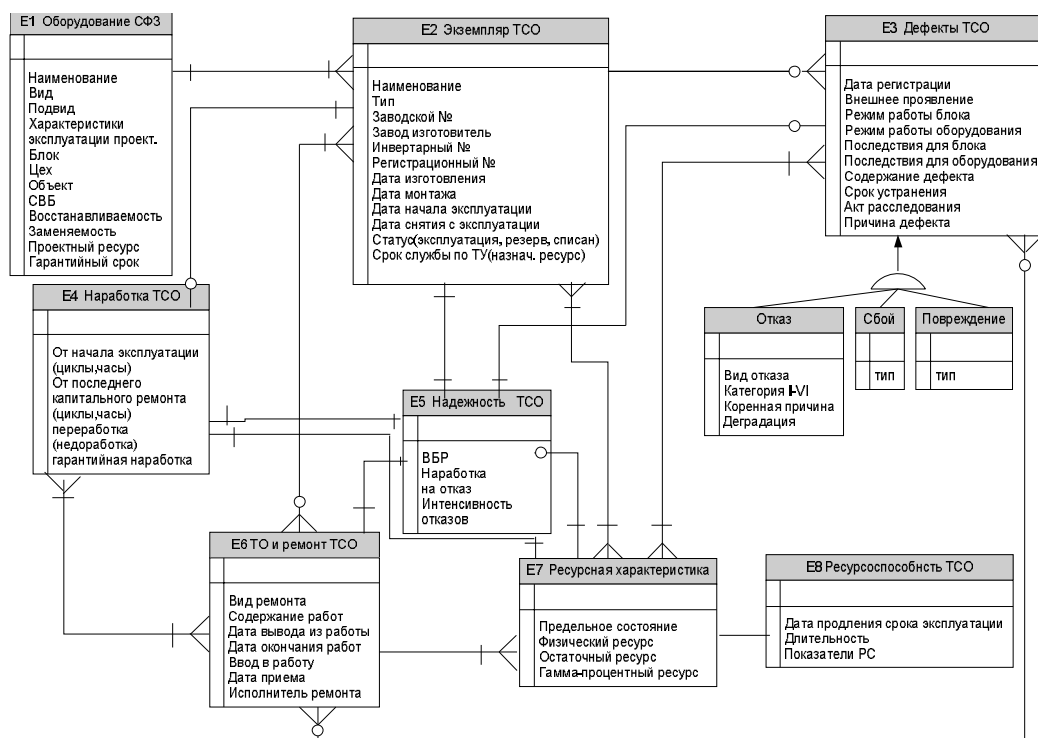


Рис.1.Инфологична модель предметної області для обліку та оцінювання показників надійності ТЗО ФЗ АЕС

Отримана модель може бути використана для автоматизації процесів обліку та обробки даних про надійність ТЗО. Результати досліджень впроваджені у в/ч 3044 з охорони Южно-Української АЕС, акт впровадження від 14.01.2014 р.

Література

1. Настанова з організації експлуатації інженерно-технічних засобів охорони на важливих державних об'єктах, які охороняються внутрішніми військами МВС України. Київ, – 2012. – 83с.
2. Лапа М.В. Аналіз нормативно-правового поля України у сфері експлуатації інженерно-технічних засобів систем фізичного захисту// М.В.Лапа, Л.Л. Волівач. Зб. наук. праць СХУЯЕтаП. – Севастополь: СХУЯЕтаП,. –№37. –С.227–232. – 2010р.
3. Лапа М.В. Развитие научных основ повышения качества эксплуатации инженерно-технічних засобів систем фізичного захисту ядерних об'єктів: монографія / М.В.Лапа. – Севастополь : СХУЯЕтаП, 2013. – 353с.
4. Маловик К.Н. Развитие научных основ повышения качества оценивания и прогнозирования ресурсных характеристик сложных объектов / К.Н. Маловик // Монография. – Севастополь: СХУЯЭиП, 2013. – 332с.

УДК 339.187.2

В.Л. Пазюк

БРЕНДЯК СИМВОЛ ЯКОСТІ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО ПРОДУКТУ

здобувач кафедри фінансів Чернігівського національного технологічного університету
vikalazarenko@rambler.ru

Розкрита технологія розробки бренда та визначена його роль як гаранта якості та конкурентоспроможності інноваційного продукту.

Основним завданням для сучасного підприємства має стати пошук та виявлення нових можливостей створення інноваційного продукту, який би мав високу конкурентоспроможність на вітчизняному і зарубіжному ринках. В останні роки володіння брендом стає запорукою успішного та стабільного розвитку підприємства, його економічного зростання. Вибір вірної технології створення бренда надає унікальні можливості для залучення більшої кількості споживачів. Кожен споживач має свій мотив при купівлі інноваційного продукту, тому мотивованість споживачів впливає на їхній подальший вибір.

Створення бренда для інноваційної продукції - це формування цільової аудиторії в майбутньому, забезпечення гарантованого попиту на інноваційний продукт. Багато споживачів обирають певний бренд за його властивості, які недостатньо присутні в товарах конкурентів і саме тому технологія створення бренда має бути не тільки науковим, але й творчим процесом, в основі якого лежать глибокі знання продукту, що підкріпленні його високою і стабільною якістю. Популярний бренд у представленні споживача - це набір властивостей, що створюють та відображають продукт високої якості. Якісні властивості продукту стимулюють купівельні мотиви та роблять даний продукт незамінним. Отже, інноваційний продукт, який має постійно стабільну і високу якість, що на протязі тривалого часу підкріплена задоволенням споживачів - має право претендувати на звання популярного бренда.

Бренд створюється для забезпечення підприємству стабільного існування на ринку, а створення якісного продукту - задовольняє функціональні потреби споживачів. Всі ці фактори приносять прибуток не тільки підприємству, але і всім взаємопов'язаним з даним підприємством каналам збуту.

Створення будь-якого бренда починається з ідеї. Ідея грає головну роль в просуванні на ринок інноваційного продукту та формує бренд. Пропонуючи інноваційний продукт ринку, виробник продає ідею. Ідея повинна бути спрямована до певної цільової аудиторії та базуватися на необхідності та значимості інноваційного продукту для споживача. Пошук ідеї проходить за допомогою аналізу ринків, економічних показників, інформації від науковців та винахідників, від використання послуг маркетингових агенцій та інших сучасних способів здобуття інформації. Відбір ідей відбувається через визначення можливостей та потреб підприємства, проведення ретельних досліджень та опитувань. Ідея має бути чітко висвітлена, проаналізована та відповідати стратегії розвитку підприємства. Ідея відображає бачення самого продукту та його емоційну складову. Чим ясніше буде визначена ідея, тим більше шансів розробити більш дієві способи впливу на споживача. Отже, ідея висвітлює бачення бренда в цілому і має бути зрозумілою.

Форма, розмір, вага, матеріал, колір та інші дрібні подразники - це все викликає певні емоції. При розробці інноваційного продукту, виробник мусить уявляти собі вплив зовнішнього вигляду на збудження у споживачів емоцій, які в стані або сприяти або протистояти здійсненню купівлі [1]. Відповідно, проведення маркетингових досліджень допоможе краще зрозуміти взаємозв'язок між споживачем і продуктом, виявити інтерес цільової аудиторії до бренда. Саме, маркетингові дослідження визначають споживачів, які мають намір купити інноваційний продукт під впливом брендингових технологій. За допомогою цих досліджень виробник краще зрозуміє, яким потребам в житті споживачів повинен відповідати даний продукт. Вірний аналіз ринку та точне планування сприяють ефективній реалізації принципів брендингових технологій, які стимулюють купівлю і гарантують якість інноваційного продукту споживачам.

Ексклюзивність та вигоди інноваційного продукту має бути доведена споживачам до повного його розуміння, запам'ятовування та правильного сприйняття. Допомагає розкрити ексклюзивний образ продукту та вигоди його придбання - комунікаційна стратегія. Ексклюзивність продукту - це його переваги, які залишаються у підсвідомості споживачів, та визначають місце інноваційного продукту на ринку.

Необхідною умовою при створенні бренда стане розробка комунікаційної стратегії між виробником і споживачем, тобто розвиток і просування продукту, що буде сприяти розширенню кола лояльних та постійних споживачів, створювати імідж, і як наслідок, приносити прибуток підприємству. Саме споживачі прагнуть до різноманітності товарів та послуг, тому комунікаційна стратегія впровадження інноваційного продукту на ринок відбувається за допомогою розкриття інформації про якісні характеристики продукту[2].

Заключним етапом технології створення бренда є його діагностика. Діагностика дуже важливий показник, який відображає сприйняття продукту споживачами, його характеристик, властивостей, зовнішнього вигляду та дозволяє уникнути виходу на ринок продукту, який не буде відповідати цілям підприємства або дублювати вже існуючі продукти. Інформація, для діагностики бренда повинна містити такі показники: уявлення про продукт та його переваги; ціноутворення; термін і вартість виробництва; аналіз діяльності підприємства, його фінансових, інтелектуальних, людських та інших ресурсів; аналіз діяльності конкурентів, а саме визначення їх сильних та слабких сторін; аналіз цільової аудиторії, уподобання споживачів, їхня характеристика, моделі поведінки; ринки збуту і динаміка поточного та майбутнього попиту; приблизний розмір цільового ринку; планований прибуток.

Проводячи діагностику можливостей продукту та його сприйняття, підприємство визначає очікування споживачів, щодо якості та властивостей продукту. Попередня діагностика сприйняття імені, зображення, дизайну, якості продукту, його властивостей і переваг виключає виведення бренду, який вже існує на ринку та дозволяє уникнути помилки при розробці нового продукту.

Кожна людина особисто сприймає і трансформує інформацію в рамках своїх переконань. Інформація, яка надходить із зовнішніх та внутрішніх джерел, дає можливість людині скласти образ інноваційного продукту та сприяє процесу його

купівлі. Ретельно продумане адаптування інформації до кожного потенційного покупця з'єднує виробника із споживачем.

Для підприємства, яке прагне отримувати прибуток і залишатися на ринку, необхідно постійно працювати над розробкою нових продуктів, створювати солідний імідж, гарантувати стабільну якість продукту та застосовувати новаторський підхід в управлінні. Довіра і повага споживачів, їх впевненість не тільки в продукт, його якість, але й в саме підприємство, завойовується роками. В дійсності, вміння знаходити нові можливості і ринки, а не покладатися на вже існуючі, дозволяє підприємству встояти та розвиватися всупереч дій конкурентів. Спроможність випустити новий продукт високої та стабільної якості, запропонувати ціну, яку згоден платити споживач, і забезпечити потужну комунікаційну стратегію - гарантує підприємству досягнення успіху при створенні відомого та успішного бренда.

Список літератури

1. Роль рекламы в создании сильных брендов/ Под редакцией Джона Филиппа Джоунса. – Вильямс, 2005. – 496 с.
2. Шарков Ф.И. Магия бренда: Брендинг как маркетинговая коммуникация. – М.: “Альфа-Пресс”, 2006. – 268 с.

УДК 658.562

А.С.Ромашко, к.т.н.,

О.М. Кравець, к.т.н.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА ПІДГОТОВКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДО ЇЇ СЕРТИФІКАЦІЇ

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”

E-mail: as_romashko@ukr.net, om_kravets@ukr.net

Анотація. Наведено доцільність проведення сертифікації систем управління. Визначено коло органів сертифікації до яких слід звертатись при сертифікації, з огляду на наявність в органі сертифікації відповідних повноважень. Викладено перелік систем управління, стосовно яких існує можливість здійснювати сертифікацію систем управління в державній системі сертифікації. Визначено порядок дій заявника при бажанні проведення робіт з сертифікації системи управління якістю, а також порядок дій органу сертифікації.

Вступ.

В умовах сучасних ринкових відносин та жорсткої конкуренції одним з аспектів підвищення конкурентоздатності продукції та послуг які виробляються/надаються організацією, є надання споживачу інформації про те, що в організації наявні відповідні процеси під час розроблення, запровадження та поліпшування результативності своєї системи управління для підвищення задоволеності замовника стосовно виконання його (замовника) вимог.

Загальні положення.

Як правило, надання інформації про відповідність може бути здійснено на підставі:

- декларування відповідності самою організацією-постачальником продукції та послуг тобто це є підтвердження відповідності першою стороною [1], як правило таке декларування є не надто переконливим для потенційного споживача;
- сертифікації, тобто підтвердження відповідності третьою стороною, оскільки третя сторона має бути незалежною від постачальника і споживача, то інформація на підставі сертифікації викликає у споживача більшу довіру, і, як наслідок, продукція та послуги такої організації будуть більш затребувані на ринку [2].

Третьою стороною, яка може здійснювати сертифікацію є органи з оцінки відповідності (сертифікації) - установи, що акредитовані авторитетним органом (в Україні це може бути Національне агентство з акредитації України [3], або іноземні акредитаційні організації).

Для того, щоб отримати сертифікат заявник повинен звернутись до органу з сертифікації, який акредитований одним з акредитаційних органів (видається сертифікат на систему управління терміном до 3-х років), а у випадку бажання заявника сертифікувати систему управління своєї організації в державній системі орган з сертифікації має бути ще й призначений на виконання таких робіт Міністерством економічного розвитку та торгівлі [4] (в цьому випадку організації може бути виданий сертифікат на систему управління терміном до 5-ти років).

Зараз в Україні існує можливість здійснювати сертифікацію таких систем управління в державній системі сертифікації:

- ДСТУ ISO 9001:2009 «Системи управління якістю. Вимоги»;
- ДСТУ ISO 14001:2006 «Системи екологічного керування»;
- ДСТУ ISO 22000:2007 «Система управління безпечністю харчових продуктів»;
- ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Система управління гігієною та безпекою праці».

Перед початком виконання робіт з сертифікації будь-якої з вищеперерахованих систем управління заявник має ознайомитись з відповідним стандартом та підготувати необхідні документи, зокрема настанову, необхідні за стандартами задокументовані методики встановлені для системи управління, опис взаємодії процесів системи

управління та протоколи для надання доказів відповідності вимогам стандарту (цей перелік невичерпний і може бути розширений за бажанням організації).

Дії організації для її підготовки до сертифікації за ДСТУ ISO 9001:2009.

Подальші дії стосовно сертифікації систем управління розглянемо на прикладі сертифікації системи управління якістю (далі СУЯ), тобто за стандартом ДСТУ ISO 9001:2009, який ідентичний стандарту ISO 9001:2008.

Керівник підприємства має розуміти, що для розробки дійсно дієвої СУЯ він має виділити представника керівництва з якістю. Найвище керівництво організації з своїх лав призначає людину, яка окрім виконання обов'язків за посадовою інструкцією буде ще й представником керівництва з якості і яка дійсно буде нести відповідальність і мати повноваження стосовно впливу на процеси в організації.

Представник керівництва має звітувати перед найвищим керівництвом про функціонування СУЯ та про потребу її поліпшування, а також забезпечувати обізнаність з вимогами замовника в межах організації [5].

Документація системи управління повинна бути розроблена або безпосередньо працівниками організації, або при їх участі з залученням консалтингових організацій та охоплювати:

- документально оформлену політику та цілі (лише вимірні!) у сфері якості;
- настанову щодо якості;
- задокументовані методики (за ДСТУ ISO 9001:2009 мають бути обов'язково такі методики: контроль документів, контроль протоколів; внутрішній аудит; контроль невідповідної продукції; запобіжні дії; коригувальні дії);
- протоколи (за ДСТУ ISO 9001:2009 має бути щонайменше 21 протокол, якщо відсутні вилучення з сфери СУЯ);
- документи, зокрема протоколи окрім обов'язкових за стандартом, що їх організація з огляду на специфіку своєї діяльності визначила як потрібні для своїх процесів та включила до своєї СУЯ.

Слід зазначити, що всі вимоги ДСТУ ISO 9001:2009 загальні і застосовні для всіх організацій. Вилучення звичайно можуть бути, але такі вилучення мають стосуватись тільки вимог розділу 7 ДСТУ ISO 9001:2009 і не впливати негативно "на здатність організації чи на її обов'язок постачати продукцію, яка задовольняє вимоги замовника та застосовні законодавчі та регламентувальні вимоги" [5].

З досвіду сертифікації різних організацій зазначимо, що найчастіше вилучають такі пункти стандарту:

- п.7.3 "Проектування та розроблення" (при відсутності такого процесу);
- п. 7.5.2 "Затвердження процесів виробництва та обслуговування" (цей пункт стосується процесів виходу яких неможливо перевірити і вади виявляються лише тоді, коли продукцію вже використовують і послуги вже надані, як правило це процеси, які потребують атестованого персоналу);
- п.7.5.4 "Власність замовника" (вилучається, якщо організація не використовує власність замовника, але в практиці нашої діяльності, зустрічалась організація, яка не використовувала матеріали, документацію замовника, але при цьому використовувала торговельну марку, що належала іншим особам і не мала права вилучати п.7.5.4, тому що під власністю замовника розуміють і інтелектуальну власність).

Етапи сертифікації СУЯ.

Процес сертифікації СУЯ складається з наступних етапів:

- подання, розгляд заявки на сертифікацію СУЯ (разом з документами системи управління якістю організації) та укладання договору;

- формування групи з аудиту до якої входять аудитори та можливе залучення технічних експертів (у випадку коли галузь освіти аудитора не співпадає з галуззю діяльності організації, що перевіряється);
- попередня оцінка СУЯ (1-ий етап сертифікації, який включає аналіз документів системи управління якістю та рекомендується перевірка на місці);
- остаточна перевірка і оцінка СУЯ (2-ий етап сертифікації, який здійснюється виключно перевіркою/аудитом на місці);
- оформлення результатів перевірки (підготовка звіту про остаточну перевірку з врахуванням проведення коригувальних дій за виявленими невідповідностями, після усунення невідповідностей звіт про перевірку та проект сертифіката надається до реєстру державної системи сертифікації);
- реєстрація та видача сертифіката на систему управління якістю та ліцензійної угоди на право застосування сертифікату;
- технічний нагляд за сертифікованою СУЯ протягом терміну дії сертифіката, який проводиться (приблизно 1 раз на рік).

Дії організації та органу сертифікації під час аудиту.

Звичайно особливу увагу, з огляду на скорочений обсяг тез, хотілось би звернути на проведення перевірки виробництва (аудиту).

Попередню нараду організовують і проводять організація і керівник групи з аудиту. За результатами попередньої наради складається протокол наради.

Під час обстеження (аудиту) збирають інформацію про СУЯ відповідно до цілей аудиту, сфери та критеріїв аудиту, зокрема, інформацію щодо зв'язків між функціями, видами діяльності та процесами. Зібрану інформацію необхідно перевіряти, бо лише інформація, яку можна перевірити, може бути доказом аудиту.

Методи збирання інформації включають: опитування персоналу; спостереження за діяльністю, виробничим середовищем та умовами; аналізування документів (політики, цілей, планів, методик, інструкцій, ліцензій та дозволів, ТУ, договорів, замовлень, наказів, протоколів випробувань, звітів, комп'ютерних баз даних, веб-сайтів та ін.).

Ознаки, які вказують на можливість виникнення невідповідностей, повинні фіксуватися і окремо обстежуватися. Всі спостереження, зроблені в ході перевірки, повинні документуватися.

Всі спостереження, що свідчать про невідповідності, повинні бути узгоджені з представником Організації та прийняті ним. Невідповідності повинні бути визначені термінами конкретних вимог НД, відповідно до яких здійснювалася перевірка.

Після аудиту комісія повинна провести заключну нараду з керівництвом організації і особами, відповідальними за об'єкти перевірки.

Список літератури.

1. ДСТУ ISO/IEC 17050-1:2006 Загальні вимоги щодо декларації постачальника про відповідність
2. ДСТУ 3419-96 Система сертифікації УкрСЕПРО. Сертифікація систем якості. Порядок проведення
3. Національне агентство з акредитації України. Реєстр акредитованих ООВ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://naau.org.ua/ua/akreditovani_oov.html
4. Міністерство економічного розвитку та торгівлі. Технічне регулювання. Реєстр органів з сертифікації, призначених на виконання робіт із сертифікації систем управління в державній системі сертифікації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/category/main?cat_id=188218
5. ДСТУ ISO 9001:2009 Системи управління якістю. Вимоги

УДК 006.83:338.439

В.С. Садчиков, аспірант кафедри фінансів

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЯК УМОВА ВИХОДУ НА ЄВРОПЕЙСЬКИЙ РИНОК

Чернігівський національний технологічний університет, victor.sadchikov@gmail.com

Розкриті чинники механізму підвищення якості аграрної продукції в умовах ринкових відносин, теоретичні основи побудови та подальшого вдосконалення системи оцінки якості аграрної продукції

Високоякісна аграрна продукція є основою підвищення ефективності виробництва аграрних підприємств. Якість аграрної продукції розглядається як головна ознака підвищення конкурентоспроможності підприємства, зростання життєвого рівня населення, засіб вирішення багатьох соціальних проблем [1].

В умовах розвитку ринкової економіки актуальність проблеми підвищення якості стає все більш актуальною.

Проблему якості аграрної продукції прийнято розглядати з точки зору відповідності вимогам споживачів та рівнем задоволеності їх потреб. Ефективна підтримка відповідних властивостей кінцевого аграрного продукту та рівень економічної потреби в них і є вирішенням зазначеної проблеми.

Висока якість випущеної продукції виступає найбільш точним та узагальнюючим показником науково-технічного прогресу в аграрній галузі. Без докорінного поліпшення якості аграрного продукту не може бути вирішена жодна виробнича та соціальна проблема.

Актуальність проблем, пов'язаних з докорінним поліпшенням якості продукції, визначається ще й тим, що в сучасних умовах рівень якості виробленої продукції сільського господарства є одним з головних факторів економічного зростання, що впливає на зростання продуктивності суспільної праці, фондів віддачі, конкурентоспроможності, на економію матеріальних ресурсів [1].

Підвищення якості аграрної продукції ставить перед собою наступні задачі:

- вивчення сучасних світових стандартів якості аграрної продукції та особливості її використання в ринкових умовах;
- визначення ролі і значення якості як чинника підвищення ефективності виробництва;
- вироблення методологічних підходів до обґрунтування основних елементів механізму підвищення якості продукції сільського господарства;
- аналіз сучасного стану якості аграрної продукції в Україні;
- визначення та прогнозування всіх видів збитків від зниження якості готової аграрної продукції.

Основними причинами низької якості продукції АПК є [2]:

- відсутність необхідної матеріально-технічної бази;
- несвоєчасне проведення технологічних операцій;

- недостатній рівень професійних знань виконавців;
- слабка відповідальність за виконувану роботу;
- відсутність державної системи заходів матеріального стимулювання працівників за досягнення високих якісних показників.

Світові стандарти якості продукції на міжнародному рівні визначені стандартами ISO серії 9000. Стандарти стосуються виробничих процесів, сфери управління та забезпечення якості продукції. Стандарти ISO 9000 встановили єдиний міжнародний підхід до договірних умов по оцінці систем якості й одночасно регламентували відносини між виробником та споживачем.

Якість продукції сільськогосподарського підприємництва формується під впливом багатьох факторів:

- виробничих ресурсів (земельних, матеріальних, трудових);
- сортових особливостей вирощуваних культур і породного складу худоби і птиці, системи добрив, систем зрошення;
- якості виконаних робіт, строків і способів виготовлення продукції.

Майже у всіх агропідприємствах присутня інформація про якість продукції, але невпорядкована або відсутня єдина методика обліку та контролю якості продукції на різних етапах її створення.

Виділяють три ступені якості аграрної продукції:

- продукти повноцінні, або стандартні, за всіма показниками відповідають вимогам стандартів (якість диференційовано по товарним сортам і класами), придатні до вживання на певні цілі без будь-яких обмежень та реалізуються за встановленими цінами;

- продукти неповноцінні, або нестандартні (по одному чи декільком показникам не відповідає вимогам стандартів), але придатні до використання на харчові і інші цілі, що реалізуються зі знижками ціни, встановленої на стандартну продукцію;

- продукти не придатні до використання на харчові цілі, так як можуть бути токсичними для людей, але придатні до вживання на технічні або кормові цілі (так званий технічний брак), а також продукти, які повністю втратили свою доброякісність (згнилі, запліснявілі), абсолютні відходи, що підлягають списанню і знищенню.

Міжнародні та національні організації зі стандартизації: ISO (Міжнародна організація по стандартизації), CEN (Європейський комітет зі стандартизації), NIN (Нідерландський інститут стандартизації) та DIN (Німецький інститут стандартизації), щорічно удосконалюють існуючі жорсткі стандарти якості аграрної продукції.

В основі сільськогосподарських практик лежить ряд принципів, пов'язаних з чотирма базовими елементами якісної та безпечної сільськогосподарської продукції [3]:

- чиста земля - передбачає, що виробник повинен вживати заходи по зниженню можливостей мікробного забруднення ґрунту;

- чиста вода - передбачає, що виробник повинен здійснювати ряд дій з підготовки та очищення води. Наприклад, вода, що використовується для миття, приготування або обробки повинна бути питної якості;

- чисті руки - реалізація цих принципів вимагає від виробника щоб виконувалися заходи з гігієни під час роботи на полях і при обробці сільськогосподарських культур у приміщеннях (наприклад, після збору вирощених культур);

- чисті поверхні - означає, що всі пакувальні контейнери, робочі поверхні, місця зберігання, транспортні засоби тощо повинні ретельно та регулярно промиватися і піддаватися санітарній обробці.

Управління якістю сільськогосподарської продукції повинно передбачати всебічне цілеспрямоване і ефективно скоординоване застосування систем і методів управління якістю в усіх сферах діяльності аграрного підприємства – від досліджень (проведених науково-дослідними інститутами та університетами) до після продажного контролю та утилізації продукції.

Для управління якістю необхідно концептуально орієнтуватися на процесний підхід, що дозволяє організовувати таке управління, яке забезпечить функціонування безперервної роботи всіх структурних підрозділів підприємства, які впливають на процеси, що забезпечують заданий рівень якості сільськогосподарської продукції.

Визначивши основні етапи, вибирають методи, використовувані при виконанні кожного етапу, формують методологію та формулюють концепцію управління якістю аграрного підприємства.

Список літературних джерел

1. Малыш М.Н., Суховольская Н.Б. Оценка эффективности инвестиционных проектов в АПК. - СПб.: СПбГАУ, 2002. - 185 с.
2. Мінаков І.О. Підвищення ефективності управління якістю сільськогосподарської продукції // Питання сучасної науки та практики. - 2005. - № 1. - С. 139-142.
3. Менеджмент якості в сільському господарстві [Електронний ресурс] / KPMS – Режим доступу: http://www.kpms.ru/Standart/ISO_Agricultural.htm

УДК 004.042

В.М. Толкачѳв, А.В. Толкачѳва

ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ «ПОТРЕБЛЕНИЕ – ПРОИЗВОДСТВО»

Громадська організація «Інститут стандартизації торгівельної та облікової номенклатури»,
www.iston.net, info@iston.net

Наша общественная организация Институт Стандартизации ТОН разрабатывает потребительский общественный реестр товаров и услуг П О Р Т У -<http://portu.org/> в котором реализована новая и перспективная инфомодель товара для потребителя. Данная разработка предназначена для решения задач, поставленных в Законе о защите прав потребителей, и сопутствующих вопросов организации потребления с использованием Интернет.

Изучение информационного пространства в сфере предоставления взаимодействия потребителей и производителей широкого спектра продуктов потребления показывает наличие существенного недостатка информации о продукции и услугах.

Анализ информационного пространства рынка товаров и услуг, нормативно правовых документов целого ряда стран показал наличие попыток создание номенклатурно-объектных баз данных регионального и в некоторых случаях даже общегосударственного взаимодействия. Но различие в законодательно правовой базе, базе стандартизации и сертификации и даже банальный языковой барьер не позволил реализовать такую систему на международном – всепланетном уровне.

В 21 век цифровых и информационных технологий информация является не только важным фактором любой системы но и товаром. Даже те предприятия которые производят качественную продукцию соответствующую целому ряду международных стандартов для конкурирования на международном рынке должны иметь в своем штате специалистов способных обеспечить продвижение их продукции в виртуальном пространстве. В ряде случаев, особенно для небольших предприятий это экономически не выгодно. Именно для этих целей мы разработали наш комплекс услуг по организации взаимодействия В СИСТЕМЕ «ПОТРЕБЛЕНИЕ – ПРОИЗВОДСТВО». Предоставив возможность разместить комплексную исчерпывающую информацию о производимой продукции в нашей базе данных, обеспечив тем самым ее доступность огромному кругу пользователей наших услуг и системы интернет в целом.

Истоки нашего проекта берут с бесприбыльная организация, ОО “Истон” является общественным проектом и не ориентирована на получение доходов, а сродни Википедии и несет Миссию по обеспечению потребителей Украины наиболее полной информацией о товарах и услугах доступных на рынке Украины с целью повышения защиты прав потребителя, в частности в Интернет пространстве.

Многие потребители использующие интернет магазины с родни аукро и розетка сталкивались с ситуациями когда получали поврежденный товар, товар не соответствующий характеристикам заявленных продавцом или попросту бракованный. Но не многие осознают всю сложность возврата товара или вложенных средств при интернет шопинге. В большинстве случаев интернет магазины не имеют физического адреса куда можно обратиться для защиты своих прав а консультанты телефоны которых представлены на сайте часами заговаривают зубы недовольным покупателем а со временем попросту добавляют звонящих в черный список и игнорируют.

Предложенная нами уникальная система торговли — виртуальная площадка «ПОРТУ» — объединяющая всех участников рынка, таких как: производители, дистрибьюторы, анализаторы всех звеньев и потребители в их желании обменяться товарами и услугами ради взаимной выгоды, в единую систему «ПОТРЕБЛЕНИЕ — ПРОИЗВОДСТВО». Интуитивно понятная и доступная реализация интерфейса поможет пользователям системы быстро и без усилий найти партнеров для взаимовыгодного сотрудничества не только в их регионе но и на международном рынке товаров и услуг.

Дистанционный доступ к удаленным базам данных организуется в компьютерной сети в диалоговом режиме. Популярность услуг дистанционного доступа к базам данных нарастает быстрыми темпами и опережает все виды других услуг благодаря:

- все большему числу пользователей, овладевших информационной технологией работы в коммуникационной среде компьютерных сетей;
- высокой оперативности предоставления услуг;
- возможности отказа от собственных информационных систем.

Традиционно основными пользователями услуг дистанционного доступа к базам данных являются организации. Однако за последние годы наметилась тенденция к существенному увеличению числа индивидуальных пользователей.

Это способствует организации интерконтинентальных связей диспергированных производств и налаживания постоянных схем сотрудничества с целью уменьшения затрат на маркетинг, логистику, увеличения качества продукции и расширения ее номенклатуры. Потребители в свою очередь получают удобный инструмент позволяющий как поддерживать снабжение своего производства в условиях постоянно меняющегося рынка так и быстро организовать поставки всего необходимого оборудования и материалов при создании новых предприятий.

Исключив из цепочки «производитель-потребитель» целого ряда посредников, которые не обеспечивают эффективность функционирования системы, снизит стоимость продукции для конечного пользователя увеличив ее конкурентоспособность и сократит время поставки убрав «слабое звено».

Анализ нормативно-правовой и законодательной базы Украины в частности и ряда стран участников международного рынка товаров и услуг показал наличие белых пятен при организации взаимоотношений в виртуальном пространстве. Но даже имеющаяся база проанализированная нашими специалистами позволила обеспечить надежную правовую защиту ваших капиталов, организовать трансфер средств в международном финансовом поле и минимизировать посредников.

Система мгновенного формирования и доставки заявок используя закодированные защищенные каналы системы интернет меняет устоявшиеся принципы интернет взаимодействия. Информационная услуга часто воспринимается как услуга, получаемая с помощью компьютеров, хотя на самом деле это понятие намного шире. При предоставлении услуги заключается соглашение (договор) между двумя сторонами — предоставляющей и использующей услугу. Перечень услуг определяется объемом, качеством, предметной ориентацией по сфере использования ресурсов и создаваемых на их основе продуктов.

Информационная структура рынка продуктов и услуг, как совокупность средств, методов и условий, позволяющих использовать информационные ресурсы, составляет информационный потенциал общества. Это не только весь индустриально-технологический комплекс производства современных средств и методов обработки и передачи информации, но также сеть научно-исследовательских, учебных, административных, коммерческих и других организаций, обеспечивающих информационное обслуживание на базе современной информационной технологии.

На основе анализа структуры баланса сложных экономических систем теоретически доказано наличие устойчивых соотношений и пропорций между структурными элементами капитала сложных экономических систем, определяющих характер и тип их экономического поведения.



Рис.1. Структура информационной сущности

Опыт многих развивающихся стран показывает, что приоритетное развитие информационного производства в силу стратегического характера информационных ресурсов в развитии современного общества позволило многим государствам преодолеть огромный разрыв в уровне экономического и социального развития по сравнению с развитыми странами.

В связи с этим изучение информационного производства, и, в частности, рынка информации и его особенностей, представляет сегодня значительный теоретический и практический интерес.

На базе синергетической парадигмы расширена трактовка инвестиций как фактора глобальной неопределенности и основного ресурса предупреждения деструктивных процессов, обеспечения устойчивости развития экономической системы, ее адаптации к внешним воздействиям, что позволило дать определение экономической категории «инвестиции» как вложения в капитал сложной экономической системы и использования ресурсов внешней системы для обеспечения устойчивого развития экономической структуры и преодоления нарастания энтропии (хаоса) во внутренней среде организации.

Список литературы

1. Адаменко, Е. Ю. Интеллектуальноемкие инновационные продукты в маркетинге / Е. Адаменко // Маркетинг. - 2013. - № 6. - С. 61-69.
2. Андрейчиков, А. В. Стратегический менеджмент в инновационных организациях : системный анализ и принятие решений / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М. : Вуз. учебник : ИНФРА-М, 2013. – 394 с.
3. Друкер, П.Ф. Бизнес и инновации. — М.: «Вильямс», 2007. — 432 с.

УДК 623.451: 519.6

Ленчук А.С.,

Фоя О.А.

ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПЕРЕДАЧІ ПРАВ НА ТЕХНОЛОГІЇ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
oksana.foya@yandex.ua, lenchukanya@mail.ru

досліджено правове регулювання порядку та особливостей розпорядження майновими правами інтелектуальної власності та проаналізовано поняття, сутність та класифікацію договорів по розпорядженню майновими правами інтелектуальної власності

На даний час особливої актуальності набувають питання правового регулювання відносин пов'язаних з передачею майнових прав на технології. Важливе значення у процесі розвитку ринкової економіки України займають відносини у сфері інтелектуальної власності (далі ІВ), що підвищує актуальність аналізу та удосконалення процесу правового регулювання договорів на розпорядження майновими правами ІВ.

Договори, щодо розпорядження майновими правами ІВ – це група договорів у сфері ІВ, спрямованих на набуття, зміну або припинення майнових прав на об'єкти ІВ.

Договори у сфері інтелектуальної власності мають відповідати загальним цивільно-правовим вимогам, установленим до договорів. Так, договір - це правочин двох або більше осіб, спрямований на виникнення, зміну чи припинення правовідносин між ними, при цьому обов'язковим є волевиявлення усіх сторін, які укладають договір. Договір повинні укладати дієздатні особи в установленій законом формі, й предметом його регулювання мають бути майнові відносини.

Метою дослідження є аналіз правого регулювання порядку та особливостей розпорядження майновими правами інтелектуальної власності. У даній роботі проаналізовані поняття, сутність та класифікація договорів по розпорядженню майновими правами інтелектуальної власності.

На відміну від розпорядження об'єктами права власності, розпорядження результатами інтелектуальної діяльності має два напрямки: надання права використання об'єкта ІВ (ліцензія та ліцензійний договір ст. 1108 - 1111) чи передачу майнових прав ІВ (договір про передання виключних майнових прав ст. 1113).

Відповідно до ст. 1107 ЦК розпоряджання майновими правами інтелектуальної власності здійснюється на підставі таких договорів:

- 1) ліцензія на використання об'єкта права інтелектуальної власності;
- 2) ліцензійний договір;
- 3) договір про створення за замовленням і використання об'єкта права інтелектуальної власності;
- 4) договір про передання виключних майнових прав інтелектуальної власності;
- 5) інший договір щодо розпоряджання майновими правами інтелектуальної власності.

Ліцензія на використання об'єкта права інтелектуальної власності - це письмове повноваження, видане особою, яка має виключне право дозволяти використання об'єкта права інтелектуальної власності (ліцензіара), іншій особі (ліцензіату), яке надає їй право на використання цього об'єкта в певній обмеженій сфері.

Ліцензійний договір - це договір, за яким одна сторона (ліцензіар) дає другій стороні (ліцензіату) дозвіл на використання об'єкта права інтелектуальної власності

(ліцензію) на умовах, визначених за взаємною згодою сторін з урахуванням вимог законодавства (ч. 1 ст. 1109 ЦК України).

Договір про створення за замовленням і використання об'єкта права інтелектуальної власності - це договір, за яким одна сторона (творець — письменник, художник тощо) зобов'язується створити об'єкт права інтелектуальної власності відповідно до вимог другої сторони (замовники) та в установлений строк (ч. 1 ст. 1112 ЦК України).

За договором про передання виключних майнових прав інтелектуальної власності одна сторона (особа, яка має виключні майнові права) передає другій стороні частково або у повному складі ці права відповідно до закону та на визначених договором умовах (ч. 1 ст. 1113 ЦК України).

Глава 75 ЦК України не містить вичерпного переліку договорів, а тому як різновид у ст. 1107 зазначено: «інший договір щодо розпоряджання майновими правами інтелектуальної власності».

Договори щодо розпоряджання майновими правами інтелектуальної власності укладаються у письмовій формі.

У разі недодержання письмової форми договору щодо розпоряджання майновими правами інтелектуальної власності такий договір є нікчемним.

Законом можуть бути встановлені випадки, в яких договір щодо розпоряджання майновими правами ІВ може укладатись усно.

Законодавством не передбачено обов'язкової державної реєстрації договорів щодо розпоряджання майновими правами ІВ, проте при необхідності та на вимогу будь-якої сторони ліцензія на використання об'єкта права ІВ, ліцензійний договір, договір про створення за замовленням і використання об'єкта права ІВ та договір про передання виключних майнових прав ІВ можуть бути зареєстровані у порядку, який встановлений законом.

Але водночас обов'язковій державній реєстрації підлягає процедура передання виключних майнових прав. Для цього необхідно подати до уповноваженого органу, договір про передання виключних майнових прав як підтвердження дії особи, спрямованої на набуття, зміну або припинення цивільних прав та обов'язків. Цей факт наводить на думку, що тільки після державної реєстрації факту передання виключних майнових прав правонаступник набуває виключні майнові права.

Аналізуючи поняття виключного майнового права, яке водночас надає особі право панування над об'єктом права ІВ, але через певну специфіку його не можна порівнювати з правом власності, тому правовідносини передання виключних майнових прав на об'єкт права ІВ потребують особливого регулювання.

УДК 623.451: 519.6

Пильтій О.М., Фоя О.А.

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗРОБОК

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
oksana.foya@yandex.ua, guerlain_spirit@mail.ru

досліджено сучасний стан трансферу технологій в Україні та визначено шляхи впровадження наукових розробок

На сьогоднішній день актуальною проблемою для винахідників є реалізація їх винаходу, особливо гостро ця проблема постала в Україні. Разом з тим, така сама проблема існує і у інвесторів, в котрих є кошти та бажання вкласти їх щось корисне, але немає доступу до інформації про інноваційні ідеї.

Важливим для технологічного розвитку України є розвиток системи трансферу технологій, для впровадження у виробництво науково-технологічних розробок та співпраці науки і бізнесу.

Основною задачею дослідження є аналіз сучасного стану трансферу технологій в Україні, та визначення шляхів впровадження наукових розробок.

Трансфер технологій в Україні регулюється законом «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій». Цей закон визначає правові, економічні, організаційні та фінансові засади державного регулювання діяльності у сфері трансферу технологій і спрямований на забезпечення ефективного використання науково-технічного та інтелектуального потенціалу України, технологічності виробництва продукції, охорони майнових прав на вітчизняні технології та їх складові на території держав, де планується або здійснюється їх використання, розширення міжнародного науково-технічного співробітництва у цій сфері [1]. Згідно закону трансфер технологій - передача технології, що оформляється шляхом укладення між фізичними або юридичними особами двостороннього або багатостороннього договору, яким установлюються, змінюються або припиняються майнові права та обов'язки щодо технології або її складових.

Проблемою трансферу технологій в Україні є низька взаємодія науки і бізнесу. Сьогодні в Україні зареєстровано більш ніж 150000 патентів на винаходи та корисні моделі, що потребують впровадження[2]. Для ефективного впровадження цих розробок у виробництво потрібно зробити їх доступними для користувачів. Трансфер технологій допомагає винахідникам та інвесторам знайти один-одного, а в Україні ця проблема стоїть досить гостро. Наша держава перебуває в технологічному застої, адже винахідники зіштовхуються з надзвичайною кількістю проблем, на шляху, як з реалізацією своїх ідей так і на шляху з їх комерціалізацією. Потенційні інвестори, в свою чергу, використовують застарілі технології у зв'язку з відсутністю знань, як і де знайти нові. Тому для ефективного впровадження нових технологій в Україні доцільно створювати інноваційні центри, що забезпечують інтеграцію науки і виробництва. Мета і завдання таких центрів – інтенсифікація процесу розробки і реалізація у виробництві новітніх технологій, залучення інвестицій, створення нових робочих місць, підготовка висококваліфікованих інженерних та наукових кадрів. Подібна мережа в Україні вже існує - Національна мережа трансферу технологій, що будується відповідно до методології та моделі Європейської мережі «релей-центрів» Російської мережі трансферу технологій RTTN та Української мережі трансферу технологій UTTN [3]. Основним завданням Національної мережі трансферу технологій є пошук партнерів та інвесторів для впровадження наукових розробок. Мережа розміщує в своїх базах технологічні запити та технологічні пропозиції (далі - профілі), які представлені українською, російською та англійською мовами. Всі технологічні запити та пропозиції супроводжуються технологічним брокером в особі одного з учасників національної мережі трансферу технологій. Клієнтом Національної мережі трансферу технологій може стати будь-яка фізична або юридична особа, яка заповнила та надіслала для розміщення в мережі технологічний профіль.

Отже, для технологічного розвитку України потрібно розвивати систему трансферу технологій. На сьогодні доцільно створювати центри трансферу технологій для взаємодії науки і бізнесу, пошуку партнерів та інвесторів для впровадження наукових розробок як в Україні так і за кордоном, для більш ефективної взаємодії науки та бізнесу.

Список літературних джерел:

1. Закон України «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій».

2. Український інститут промислової власності «Укрпатент»
<http://www.uipv.org>.
3. Національна мережа трансферу технологій <http://www.nttn.org.ua>.

УДК 339.138:006.015.5:658.62

Х.І. Штирхун

МАРКЕТИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ СПОЖИВЧОЇ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

аспірант кафедри фінансів Чернігівського національного технологічного університету
sladashka@mail.ru

Визначено місце маркетингу у підвищенні якості продукції. Розмежовано поняття «виробнича якість» та «споживча якість». Наведено критерії підвищення споживчої якості товару. Введено термін «маркетинг споживчої якості».

На сьогоднішній день в епоху бурхливого розвитку технологічних процесів та суспільства у цілому вже не пропозиція формує попит, а навпаки, попит формує пропозицію. А найголовнішим критерієм вибору продукції споживачем є не її кількість, а якість.

Тепер «якісною вважається не та продукція, яка перевищує за технічним рівнем світові зразки, а та, яка задовольняє споживача і відповідає його запитам» [1].

Тому необхідно розрізняти виробничу (товарну) та споживчу якість.

Виробнича (товарна) якість може характеризувати продукцію, що відповідає нормативним вимогам, а споживча якість – сприйняття якості продукції з боку потенційного покупця, тобто це набір якісних характеристик, які здатен зрозуміти та прийняти споживач.

Товарна якість існує незалежно від споживчої, проте для ефективного функціонування підприємства необхідно, щоб споживча якість враховувалась при створенні товарної якості. Ще у 1973 році Балекчан Г.Г. стверджував, що, якщо конструкція машини не задовольняє необхідним споживчим характеристикам, то така машина не відповідає своєму призначенню і не повинна запускатися у виробництво, а тим більше надходити до споживача [2, с. 16].

Проілюструємо різницю між товарною та споживчою якістю у наступному прикладі. Застосування якогось винаходу, наприклад, високотехнологічного обладнання, у різних країнах може сприйматися по-різному. Це залежить від соціально-економічного розвитку суспільства. Одна може одразу застосувати його на практиці, а інша – відхиляється суспільством. Таким чином, товарна якість зберігається, а споживча – змінюється в залежності від рівня готовності суспільства прийняти продукцію.

Дуже часто трапляється, коли продукція за своєю якістю відповідає міжнародним стандартам, проте вона не задовольняє потреби споживачів та не користується попитом. Тому маркетинговий підхід до випуску продукції є найголовнішим моментом у роботі будь-якого підприємства.

Хоча кінцевою метою маркетингу є сприяння збуту товарів, проте він повинен контролювати усі етапи, що проходить товар, від самої ідеї створення товару до етапу післяпродажного обслуговування. Адже саме маркетинг тісно корелює з поняттям якості: якісна продукція стимулює попит на товар, проте, щоб створити якісний товар, що зацікавить споживача, підприємство повинно вивчити смаки та вподобання останнього.

Таким чином, існує необхідність введення нового терміну «Маркетинг споживчої якості». На думку автора, маркетинг споживчої якості – це пошук та управління ключовими потребами споживачів для стимулювання збуту продукції, підвищення економічних вигод та репутації підприємства.

Для підвищення якості та конкурентоспроможності продукції підприємства використовують наступні показники:

1. Технічні – впровадження сучасної техніко-технологічної бази, використання досягнень науки, дотримання і вдосконалення застосовуваних стандартів і технічних умов.

2. Організаційні:

- запровадження сучасних форм і методів організації виробництва й управління;
- удосконалення методів контролю на всіх стадіях виробництва;
- розширення економічних відносин між виробниками і споживачами продукції;
- застосування передового вітчизняного і зарубіжного досвіду для підвищення конкурентоспроможності продукції.

3. Економічні:

- налагодження системи прогнозування і планування якості продукції;
- встановлення цін на продукцію для різних категорій покупців, що задовольнить виробника та споживача;
- розробка ефективних методів стимулювання праці працівників підприємства.

4. Соціальні - здійснення ефективної кадрової політики, створення належних умов праці й життєдіяльності працівників підприємства [3, с. 186].

Крім вищеперерахованих критеріїв якості виробникам продукції необхідно враховувати те, що потенційні покупці при оцінці якості товару:

- звертають увагу на співвідношення ціни та якості товару (занадто низька ціна може слугувати сигналом низької якості товару);
- можуть не помітити справжніх характеристик товару;
- можуть прийняти цінність товару за допомогою реклами виробника;
- можуть знайти непередбачене виробником додаткове призначення товару;
- кожен покупець має своє уявлення про якість товару;
- стійке уявлення споживачів про підвищену якість товару сприяє створенню відповідного іміджу підприємства, зростанню авторитету та постійного попиту на товари даної марки.

Враховуючи усе вищенаведене, відділ маркетингу щодо якості продукції повинен виконувати наступні завдання:

- безперервне вивчення попиту на продукцію та впливу конкуренції;
- визначення чітких потреб та бажань споживачів;
- створення системи зворотного зв'язку із покупцями щодо якості продукції;
- визначення необхідних методів перевірки на різних етапах виробництва продукції;
- визначення номенклатури і асортименту продукції;
- з'ясування міри прийнятності всіх характеристик та вимог, включаючи ті, що містять елемент суб'єктивності тощо;
- розробка стратегії виходу на ринок та зайняття своєї ніши;
- розробка та провадження реклами продукції;
- встановлення цін на товар.

Підвищення якості повинно забезпечуватися на усіх етапах життєвого циклу продукції: попередніх маркетингових досліджень, проектно-конструкторських робіт, виробництва, технічного обслуговування виробів. Належна якість може бути досягнута тільки орієнтацією виробника на споживача.

Таким чином, головним напрямком стратегії відділу маркетингу для боротьби з конкурентами повинно стати підвищення споживчої якості продукції.

Список літератури

1. Менеджмент якості: Навчальний посібник / Шаповал М.І. - Київ, 2007.- 471 с.
2. Балекчян Г. Г. Оценка качества продукции в промышленном производстве [Текст] / Г. Г. Балекчян. - Минск : Изд-во БГУ, 1973. - 88 с.

3. Макаровська Т. П., Бондар Н. М. Економіка підприємства: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. — К.: МАУП, 2003. — 304 с.

ООО «ПРОМСЕРВИС»

Инструментальное производство – проектирование,
изготовление пресс-форм и штампов.



ООО "Промсервис"
ул. Боженко, 106, г. Чернигов, Украина
тел.: +380462 65 15 30
тел./факс: +380462 65 15 80
E-mail: sales@promservice.cn.ua

www.promservice.cn.ua

ООО «ПРОМСЕРВИС»

Изготовление деталей из полимерных материалов – литьё под давлением на термопластавтоматах.

Специалисты нашей компании проводят полный спектр инженеринговых работ по разработке и внедрению в производство деталей из полимерных материалов:

- Создание и проработка конструкции детали.
- Подбор полимерного материала, обеспечивающего требования к эксплуатационным свойствам детали.
- Оценка технологичности детали и расчет пресс-форм.
- Компьютерный анализ процесса литья под давлением.
- Создание конструкторской документации и изготовление пресс-форм любой сложности.
- Подбор оптимальных режимов литья под давлением на термопластавтоматах Заказчика.
- Подбор оптимального оборудования для обеспечения производства полимерных деталей.
- Услуги литья под давлением на пресс-формах заказчика.



ООО "Промсервис"
ул. Боженко, 106, г. Чернигов, Украина
тел.: +380462 65 15 30
тел./факс: +380462 65 15 80
E-mail: sales@promservice.cn.ua
www.promservice.cn.ua

ООО «ПРОМСЕРВИС»

**Серийное производство - производство и продажа
низковольтного и высоковольтного оборудования.**

Низковольтное оборудование

Концевые выключатели



Концевой выключатель КУ 704 АУ-2



Концевой выключатель КУ 701 АУ-2



Концевой выключатель КУ 701 АУ-2



Контактор КТ 6013, 110/220 В
КТ 6023, 110/220 В



Контактор КТ 6032, 220/380 В



Контактор КТ 6033, 220/380 В



Контактор КТ 6043, 220/380 В

Контакторы



Контактор КТ 6012, 220/380 В
КТ 6022, 220/380 В



Контактор КТ 6013, 220/380 В
КТ 6023, 220/380 В



Контактор КТ 6014, 220/380 В
КТ 6024, 220/380 В



Контактор КТ 6012, 110/220 В
КТ 6022, 110/220 В



Контактор КТ 6053, 220/380 В

Автоматические выключатели



Автоматический выключатель А 3716-ФУ3



Автоматический выключатель А 3124-У3

ООО "Промсервис"
ул. Боженко, 106, г. Чернигов, Украина
тел.: +380462 65 15 30
тел./факс: +380462 65 15 80
E-mail: sales@promservice.cn.ua

www.promservice.cn.ua

ООО «ПРОМСЕРВИС»

**Серийное производство - производство и продажа
низковольтного и высоковольтного оборудования.**

	Автоматический выключатель А 3716-ФЗ		Автоматические выключатели Автоматический выключатель А 3124-УЗ
	Разрядники и ограничители перенапряжения Разрядник низковольтный РВН-0,5 У1; РВН-1 У1		Ограничитель перенапряжения ОПН 022; ОПН 038
Высоковольтное оборудование			
	Разрядники и ограничители перенапряжения Разрядник высоковольтный РВО-6 У1		Разрядник высоковольтный РВО-10 У1
	Ограничитель перенапряжения ОПН 6		Ограничитель перенапряжения ОПН 10
	Ограничитель перенапряжения ОПН 35		Ограничитель перенапряжения ОПН 110
	Регистратор срабатывания РС 1М-2УХЛ1 Регистратор срабатывания JCQF-C1 10/800		

ООО "Промсервис"
ул. Боженко, 106, г. Чернигов, Украина
тел.: +380462 65 15 30
тел./факс: +380462 65 15 80
E-mail: sales@promservice.cn.ua
www.promservice.cn.ua

ООО «БАХ инжиниринг»— услуги в сфере машиностроительного проектирования.

Фирма BACHEngineering была основана в 2005 году на базе ОАО «Химтекстильмаш» при поддержке BBEEngineeringGmbH.

Представляя собой совместное украинно-немецкое конструкторское бюро, BACHEngineering уже на протяжении 6 лет успешно сотрудничает с немецкими и украинскими конструкторскими бюро и производственными предприятиями. За время своей деятельности, фирма приняла участие в осуществлении около 80 проектов.

На этапе зарождения и становления основу предприятия составляли кадры с опытом работы в украинских производственных предприятиях и конструкторских бюро.

Все сотрудники фирмы прошли обучение и практику в конструкторском бюро BBEEngineering. В ходе многомесячной стажировки были освоены азы работы с такими программными продуктами как SolidWorks и SolidEdge, рассмотрены принципы работы PLM-продуктов в разрезе взаимодействия конструкторских служб. Сотрудники имели возможность ознакомиться с основными стандартами, используемыми европейскими инжиниринговыми бюро, в частности DIN, ISO, EN. Экспериментальным путем сформированы подходы к построению моделей и оформлению чертежей. Периодически происходят визиты в Германию для ознакомления с перспективными направлениями деятельности и особенностями новых проектов, что является залогом успешности бюро.

Также необходимо отметить наличие подразделения, осуществляющего шеф-монтаж оборудования на площадках заказчика и отдать должное уровню опыта специалистов, приобретенному как во время обучения на опытном участке в Германии, так и за годы выполнения монтажных и пуско-наладочных работ в странах ближнего и дальнего зарубежья. Естественно, такой широкий спектр географии монтажа не может обходиться без владения на должном уровне международными языками, такими как английский и немецкий.

Для нотаток

Для нотаток

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Міжнародна науково-практична конференція

19-21 травня 2014 року

«Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»

Відповідальний за випуск	В.В. Кальченко
Коректор	О.І. Пилипенко
Комп'ютерна верстка і макетування	О.О. Борисов

Гарнітура Times New Roman. Умов. друк. арк. – 7,1. Обл.-вид. арк. – 6,9.

Тираж 350 пр. Замовлення № 148/13.

Редакційно-видавничий відділ Чернігівського державного технологічного університету
14027, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 840 від 04.03.2002 р.