



oerlikon barmag

BACH ENGINEERING



EUROFUEL

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
OERLIKON BARMAG GmbH (Німеччина)
THYSSENKRUPP MATERIALS INTERNATIONAL GmbH (Німеччина)
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТОВ «БАХ-ІНЖИНІРИНГ»
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ
ПАТ «САН ІНБЕВ УКРАЇНА»
ПрАТ «ТЕРА»
УАВ «COMPRADOR LT» (Литва)
ТОВ «ПРОМСЕРВІС»**



**У МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
« КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ »**

**19 - 22 травня 2015 р.
м. Чернігів**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
OERLIKON BARMAG GmbH (Німеччина)
THYSSENKRUPP MATERIALS INTERNATIONAL GmbH (Німеччина)
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТОВ «БАХ-ІНЖИНІРИНГ»
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ
ПАТ «САН ІНБЕВ УКРАЇНА»
ПрАТ «ТЕРА»
УАВ «COMPRADOR LT» (Литва)
ТОВ «ПРОМСЕРВІС»



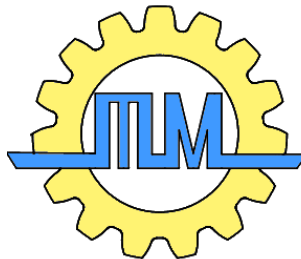
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



BACH ENGINEERING

oerlikon
barmag

EUROFUEL



Матеріали V міжнародної
науково-практичної конференції

«КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ»

19 - 22 травня 2015 р.

м. Чернігів

УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004
К63

Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2015): матеріали тез доповідей V міжнародної науково-практичної конференції (19–22 травня 2015 р., м. Чернігів). – Чернігів: ЧНТУ, 2015.– 276с.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

д.е.н., проф. Шкарлет С.М., ректор ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Ступа В.І., завідувач кафедри ТМД ЧНТУ, м. Чернігів
доктор Шефер Клаус віце-президент компанії Oerlikon Barmag GmbH, Німеччина
Штильгер Мартін директор відділення «Матеріали для Східної Європи» компанії ThyssenKrupp GmbH, Німеччина
д.т.н., проф. Андренко П.М., професор кафедри ГПА НТУУ «ХП», м. Харків
д.е.н., проф. Гонта О.І. директор ННІ економіки ЧНТУ, м. Чернігів
д.е.н., проф. Ільчук В.П. завідувач кафедри фінансів ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Іскович-Лотоцький завідувач кафедри МРВОАВ ВНТУ м. Вінниця
д.т.н., проф. Казимир В.В., проректор з наукової роботи ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Кальченко В.І., завідувач кафедри ІТМіА ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Кальченко В.В., проректор з науково-педагогічної роботи ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Ковалевський С.В., завідувач кафедри ТМ ДДМА, м. Краматорськ
д.т.н., проф. Кузнецов Ю.М., професор кафедри КВМ НТУУ «КП», м. Київ
д.т.н., проф. Орловський Б.В. завідувач кафедри МЛП КНУТД, м. Київ
д.т.н., проф. Павленко П.М., заступник директора з НМР інституту ІДС НАУ, м. Київ
д.т.н., проф. Пальчевський Б.О., завідувач кафедри кафедри ПАВІ ЛНТУ, м. Луцьк
д.т.н., проф. Пилипенко О.І., завідувач кафедри ОКМ ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Радзевич С.П., APEX Tool Group, LLC, США
д.т.н., проф. Сахно Є.Ю., завідувач кафедри управління якістю та проектами ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Сиза О.І., завідувачка кафедри ХТХ та БЖД ЧНТУ, м. Чернігів
д.т.н., проф. Струтинський В.Б., завідувач кафедри КВМ НТУУ «КП», м. Київ
д.т.н., проф. Тіхенко В.М., завідувач кафедри МРВМС ОНПУ, м. Одеса
д.т.н., проф. Філоненко С.Ф., директор інституту ІДС НАУ, м. Київ
д.т.н., проф. Харченко Г.К., м. Київ
д.т.н., проф. Чередніченко П.І., м. Чернігів
д.т.н., проф. Шахбазов Я.О., завідувач кафедри ТМ і ПМ УАД, м. Львів

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

д.т.н., проф. Федориненко Д.Ю. тел:(063) 469 14 12
к.т.н. Сапон С.П. тел:(097) 384 41 97
к.т.н. Космач О.П., тел:(063) 335 39 34
ас. Борисов О.О. тел:(050) 297 83 97
асп. Урліна А.А. тел:(063) 355 81 94

КООРДИНАТОР КОНФЕРЕНЦІЇ

Сапон Сергій Петрович, тел. 097 3844197, e-mail: s.sapon@gmail.com

*За зміст матеріалів, викладених в тезах доповідей персональну відповідальність несуть автори

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

| | |
|--|----|
| Klaus Schäfer, Dietmar Jenke Knowledge management and development organizations | 11 |
| Martin Stillger Business Area Materials Services in Eastern Europe | 17 |
| Стругинський В.Б., Перфілов І.В. Технологічна система та процеси механічної обробки деталей кінцевими фрезами малого діаметра | 25 |
| Музичка Д.Г. Підвищення ефективності шліфування твердих сплавів з урахуванням формозміни поверхні круга та напруженого стану алмазних зерен | 26 |

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ СЕКЦІЙНИХ ЗАСІДАнь

СЕКЦІЯ 1

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА»

| | |
|---|----|
| Radzevich S.P. On fundamentals of the scientific theory of gearing | 28 |
| Стецько А.Є., Паламар О.О. Оптимізація технологічних режимів для забезпечення якісних параметрів поверхонь композитних матеріалів | 29 |
| Ступа В.І. Нанотехнологии | 31 |
| Литвин О.В., Ящук І.В. Комбінаторний синтез структур затискного патрона на основі його морфології | 35 |
| Боровик А.І., Серков Є.О., Нестеренко Ю.Г. Створення системи підтримки прийняття рішень на підприємствах машинобудівного напрямку | 37 |
| Нестеренко Ю.Г., Серков Є.О., Тільнов Я.В., Осапат Р.В. Розробка та виготовлення пристрою для гравірування з системою ЧПК | 39 |
| Космач О.П., Білоус А.В. Математичні підходи при дослідженні енергоефективності промислового обладнання | 41 |
| Дядя С.И., Козлова Е.Б., Штанкевич В.С., Зубарев А.Е. Повышение качества поверхности тонкостенных деталей в условиях резания с автоколебаниями | 43 |
| Буря А.И., Давиденко В.Н., Калиниченко С.В., Солод В.Ю. Модернизация пантографного механизма культиватора КП6 “Максим” | 45 |
| Анастасенко С.М., Григурко І.О., Ошовський В.Я. Забезпечення довговічності зубців та шліців методом поверхневого зміцнення деталі чеканкою | 47 |
| Романенко В.В. Вдосконалення процесу лазерного різання металів застосуванням наростаючо-спадаючої швидкості обробки | 49 |
| Рудик А.В., Венжега В.І., Пасов Г.В. Підвищення точності обробки торців на верстаті моделі 3342 АДО врахуванням похибок положення вузлів | 50 |
| Пугач Р.С. Модифицирование поверхностей деталей машин на финишных операциях | 52 |
| Деркач О.Л. Гасіння коливань різальних інструментів: математичне моделювання | 54 |
| Федориненко Д.Ю. Методологія підвищення енергоефективності верстатів | 56 |
| Веселовська Н. Р. Аналіз алгоритму точності роботи системи діагностування металообробного обладнання | 58 |

| | |
|--|----|
| Урліна А. А. Енергоефективність електродвигунів металорізальних верстатів | 59 |
| Дика Л.Е., Шлик С.В. Чисельне моделювання напружено-деформованого стану методом скінченних елементів при відрізанні фасок у штампах | 60 |
| Єрошенко А.М., Вічев В.Л. Моделювання робочого процесу шліфування одиничним зерном в середовищі LS-DYNA | 62 |
| Внуков Ю.Н., Кучугуров М.В. Особенности реализации механической обработки с переменной скоростью вращения шпинделя | 64 |
| Цимбал А.Ю., Біланенко В.Г. Визначення фізичних параметрів процесу різання при свердлінні | 66 |
| Чернышов А.В., Долгополов И.С., Тучин В.Т. Влияние конструктивно - технологических параметров машины для сушки стружки на энергосбережение | 68 |
| Онищук С.Г., Тулупов В.И., Миранцов С.Л. Новые подходы в конструкторско-технологической подготовке производства изделий с учетом жизненного цикла | 70 |
| Верба І.І. Актуальність проблеми порівняльної оцінки технічного рівня складних технічних систем (СТС) | 72 |
| Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я. Контроль якості технологічних систем на основі верстатів з паралельними кінематичними структурами | 74 |
| Кузнєцов Ю.М., Придальний Б.І. Новий підхід до опису і синтезу приводів механізмів маніпулювання об'єктами в технологічному обладнанні | 75 |
| Струтинський В.Б., Дем'яненко А.С. Дослідження кінематики маніпулятора з механізмами паралельної структури | 77 |
| Гусарев В.С., Яровой Ю.В. Энергетические критерии в технологии машиностроения | 78 |
| Манжола М.Ю., Кузнєцов Ю.М., Степаненко О.О. Кінематичні залежності у багатокординатному фрезерному верстаті з механізмами паралельної структури | 79 |
| Тихенко В.Н., Старцев В.И., Анисимов А.А., Пчелинский С.В. Исследование вибраций узлов станка для обработки колесных пар модели КЖ20 | 81 |
| Бондаренко С.Г., Курилко Д.В. Розробка елементів модульної технології в механоскладальному виробництві | 83 |
| Бондаренко С.Г. Борисов О.О., Чередніков О.М. Системне оточення технологій сучасного виробництва | 85 |
| Буря А.И., Набережная О.А. Влияние содержания органического волокна на трибологические свойства композитов на основе фенилона | 87 |
| Апанасько О.Г., Чередніков О.М. Методи та засоби робототехнічних комплексів автоматизованого затиску об'єктів обробки та складання | 89 |
| Буря А.И., Ерёмина Е.А. Влияние бронзы на износостойкость металлополимеров | 91 |
| Солод В.Ю., Музичка Д.Г., Калініченко С.В., Кашинський І.С. Дослідження працездатності алмазних кругів на органічних та металевих зв'язках | 93 |
| Дмитрієв Д.О., Русанов С.А., Кузнєцов Ю.М. Динамічні характеристики стрижневого супорту при точінні складнопрофільних деталей | 95 |
| Бардачов Ю.М., Русанов С.А., Дмитрієв Д.О. Прикладне моделювання динамічного відгуку обладнання нових компоновок | 97 |

| | |
|--|-----|
| Шахбазов Я.О., Грінер І.М., Сторощук В.А. Управління залишковими напруженнями при механічному оброблюванні деталей машин | 99 |
| Півень С.М. Аналіз каркасних компоновок верстатів з механізмами паралельної структури (МПС) | 101 |
| Залета О.М. Системна модель багатокритеріального оптимізаційного синтезу пакувальних машин | 103 |
| Струтинський С.В. Окремі аспекти теорії проектування просторових систем приводів для маніпулювання об'єктами машинобудування | 104 |
| Ярмошенко О.В., Заєць С.С. До питання проведення випробувань по перевірці адекватності роботи верстатів з ЧПУ | 106 |
| Вакуленко В.С., Заєць С.С. Діагностика процесу обробки кінцевими фрезами на фрезерних верстатах з ЧПУ | 108 |
| Степаненко О.О., Манжола М.Ю., Кузнєцов Ю.М. Дослідження впливу компонувань настільних фрезерних верстатів з ЧПК на якість обробки деталей | 110 |
| Шевченко О.В., Гайдай В.О. Дослідження вібростійкості консольного інструменту при розточуванні на токарних верстатах | 112 |
| Шевченко О.В., Бальченко М.Ю. Пристрій для ультразвукової обробки | 114 |
| Луців І.В., Волошин В.Н., Бица Р.О. Адаптація затискних елементів токарних патронів до поверхні затиску | 116 |
| Волкогон В.М., Федоран Ю.А., Котляр Д.А., Кравчук А.В., Антонюк В.С., Барандич К.С. Вплив виду оброблення на фізико-механічний стан інструментальних легированих сталей | 118 |
| Пермяков А.А., Абдулкеримов И.Д. О герметичности резьбовых соединений в деталях из алюминиевых сплавов с газо-усадочной пористостью | 120 |
| Яценко І.В., Вашенко В.А., Цибулін В.В., Антонюк В.С. Критичні значення параметрів зовнішніх термодій при поверхневому оплавленні оптичних елементів приладобудування | 121 |
| Іванов В.О., Карпусь В.Є., Дегтярьов І.М., Багрій Я.В. Шляхи інтенсифікації виробництва деталей у машинобудуванні | 123 |

СЕКЦІЯ 2

«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОБЛАДНАННЯ, ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ДЕРЕВООБРОБКИ ТА МЕБЛЕВОГО ВИРОБНИЦТВА»

| | |
|---|-----|
| Білей П.В. Методика дослідження кінетики процесу сушіння профільних заготовок із деревини | 125 |
| Федориненко Д.Ю., Вирва С.А. Шляхи підвищення енергоефективності металота деревообробних верстатів | 126 |
| Космач О.П., Божко В.В. Матеріали для гнуття деревини | 129 |
| Пінчевська О.О., Коваль В.С., Борячинський В.В. Сушіння дубових заготовок високотемпературним осцилюючим режимом | 130 |
| Пінчевська О.О., Спірочкін А.К. Ефективність уточненого методу розрахунку тривалості сушіння пилопродукції | 131 |

| | |
|---|-----|
| Сірко З.С., Марченко Н.В., Білецький М.О. Ресурсоощадна технологія переробки низькотоварної деревини на круглопилкових верстатах | 133 |
| Сапон С.П. Підвищення ефективності гранулювання відходів деревини | 135 |
| Копанський М.М. Використання ріпакової сировини у виробництві деревинних композиційних матеріалів | 136 |
| Шепелюк І.Р. Шляхи та ефективність утилізації целюлозно-паперового шламу у світовій практиці | 138 |
| Миськів Є.М., Копинець З.П., Маєвський В.О. Особливості використання стругальних валів зі спіральним розміщенням ножових пластин для оброблювання деревини | 140 |
| Кравець Р.А., Ференц О.Б., Пилипчук М.І. Виготовлення дерев'яних вікон методом пластового склеювання | 141 |
| Борисов О.О., Чередніков О.М. Ранжування чинників сушіння деревини | 143 |
| Безкоровайний А.Г., Маєвський В.О. Обґрунтування конструкції клеєного порожнистого бруса з урахуванням ймовірності утворення конденсату у його порожнині | 145 |

СЕКЦІЯ 3

«РОБОЧІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ ГІДРАВЛІКИ ТА ПНЕВМАТИКИ»

| | |
|--|-----|
| Андренко П.М., Свинаренко М.С. Визначення ефективності гасителя пульсацій тиску з автоматичним підстроюванням параметрів | 146 |
| Барилюк Є.І., Зайончковський Г.Й. Шляхи зменшення динамічних навантажень та інтенсивності процесів зношування елементів малогабаритних пневматичних електромагнітних клапанів | 148 |
| Varilyuk E.I., Zayonchkovskiy G.I. Methods of decreasing dynamic loads and wear intensity of elements in compact-sized pneumatic electromagnetic valves | 150 |
| Поліщук Л.К., Коваль О.О. Гідропривод фрези мобільного комплексу для холодного фрезерування асфальтного дорожнього покриття | 152 |

СЕКЦІЯ 4

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»

| | |
|---|-----|
| Корниенко С.П., Чередниченко П.И. Использование уравнений Навье-Стокса и фильтрации при моделировании процесса замасливания | 153 |
| Орловський Б.В., Дворжак В.М., Розрахунок голок швейних машин на міцність | 155 |
| Билей-Рубан Н.В. Формирование ассортимента трикотажных изделий с учетом новых видов материалов | 156 |
| Biley-Ruban N.V. Sortimentbildung von trikotagenwaren unter berücksichtigung von den neuen materialarten | 157 |
| Михайлов В.М., Бабкіна І.В., Яцук А.Л. Застосування безконтактної екструзії та НВЧ-обробки у процесах виробництва борошняних виробів | 158 |

| | |
|---|-----|
| Королёв А.А. Каталитическая активность солей щелочных металлов в реакции этерификации | 160 |
| Квашук Ю.В., Сиза О.І., Савченко О.М. Екстракт коріння хрину в протикорозійному захисті обладнання харчових виробництв | 161 |
| Бакалов В.Г., Наумчик С.А., Чередніченко П.І. Розрахунок довжини обдувочної шахти закритого типу | 163 |
| Скрипник С.П., Бакалов В.Г., Чередніченко П.І., Бакалов О.В. Математичне моделювання процесу формування плоскої плівки на приймально-охолоджуючому валку | 165 |
| Акимов О.О., Ігнатенков О.Л., Платонов Є.К. Дослідження впливу пружності ресорного кріплення тарілок на їх амплітуди вимушених коливань | 167 |
| Акимов О.О., Завертаний Б.С., Оборський І.Л. Дослідження впливу пружності пакування на критичні швидкості бобінотримача | 170 |
| Єліна Т.В., Безсмертна В.І. Геометрія поперечного перерізу нитки у 3D моделях структури трикотажу | 173 |

СЕКЦІЯ 5 «ТЕХНОЛОГІЇ ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ. ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА. БУДІВНИЦТВО»

| | |
|--|-----|
| Жигуц Ю.Ю. Термітне зварювання чавунних деталей | 175 |
| Гусачук Д.А., Зайчук Н.П., Гребенчак Ю.М. Особливості зварювання титанового сплаву ОТ4-1 | 176 |
| Широков В.В., Широков О.В., Арендар Л.А., Дацій О.І. Перспективи реновації золотників гідравлічних механізмів дифузійними покриттями на основі В і Сг. | 178 |
| Волков Д. А., Глушенко Ю. В. Исследование электрических характеристик двухкомпонентных порошковых сред в процессе их уплотнения при электроконтактной наплавке | 180 |
| Чигарев В.В., Голуб Д.М. Влияние термообработки на деформацию дисперсионно-твердеющих сплавов | 182 |
| Болотов Г.П., Руденко М.М. Використання тліючого розряду в процесах модифікування поверхонь матеріалу | 183 |
| Завальна І.В., Новомлинець О.О., Половецький Є.В. Дослідження здатності до зварювання напівпровідникового матеріалу з міддю через проміжні нанопористі прошарки | 184 |
| Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Мельник В.В. Розробка і застосування нових технологій ремонту з застосуванням зносостійких покриттів | 186 |
| Цивінда Н. І., Сабадаш П. С. Відновлення і підвищення зносостійкості золотника композиційним хімічним нікелюванням | 187 |
| Болотов М.Г., Ганєєв Т.Р., Прибилько І.О., Березін Л.Я. Підвищення рівня протикорозійного захисту титанових бронепластин | 189 |
| Сахно Є.Ю., Сідін Е.П. Забезпечення якості та надійності літальних апаратів при корозійних ушкодженнях | 190 |

| | |
|--|-----|
| Хомяк Ю.М., Яровая И.А. Повышение прочности фланцевых соединений парогенераторов ПГР-440 | 191 |
| Лапа М.В., Сташкевич Н.М., Печонкін І.С. Управління документацією при виконанні ремонтно-будівельних робіт | 192 |
| Завацький С.В., Сергєєв А.І., Корзаченко М.М. Про запровадження комплексного забезпечення якості технологічних процесів в будівельну галузь України | 194 |
| Болотов М.Г., Ганєєв Т.Р., Прибитько І.О., Олексієнко С.В. Дослідження механічних властивостей та структурної неоднорідності цегли | 196 |
| Смирнов І.В., Чорний А.В., Фурман В.К., Сєліверстов І.А., Троцан Г.Н. Підвищення властивостей плазмово-напилених самофлюсівних покриттів застосуванням нанодисперсних компонентів | 198 |

СЕКЦІЯ 6

«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ»

| | |
|--|-----|
| Корнієнко І.В., Корнієнко С.П. Моделювання радіоліній з використанням ресурсів національної інфраструктури геопросторових даних | 200 |
| Заріцький О.В. Моделювання професійної діяльності людини | 202 |
| Космач О.П., Товстуха О.Д. Кінематичний аналіз технічних систем з використанням блокових моделей Solidworks | 203 |
| Космач О.П., Рева К.О. Інформативність параметрів при цифровій обробці сигналів акустичної емісії в умовах руйнування композиційного матеріалу | 205 |
| Зайцев Р.В., Кириченко М.В., Хрипунов Г.С., Полежаєва О.В., Прокопенко Д.С. Аппаратная реализация комплекса автоматизированного измерения вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов | 207 |
| Сахно Є.Ю., Маргасов Д.В. Формалізація інформаційної системи моніторингу енергоефективності будівель на базі тепловізійної зйомки | 209 |
| Игнатенко П.Л. Способы повышения точности измерений | 210 |
| Копей В. Б. Побудова та аналіз скінченно-елементної моделі ексцентрико-циклоїдальної передачі | 212 |
| Бондаренко М.О., Бондаренко Ю.Ю., Білокінь С.О. Діагностичний стенд для вимірювання фізичних характеристик поверхні на базі атомно-силового мікроскопу | 214 |
| Кулик Н.І. Генерація випадкових променів для різних типів джерела світла | 215 |
| Шелуха А.О., Игнатенко П.Л. Система автоматического захвата и сопровождения наблюдаемого объекта в сложных технических системах | 217 |
| Игнатенко П.Л., Слесаренко К.С. Аналіз методів вимірювань параметрів магнітних полів | 218 |
| Смирнов В.В. Реализация нечеткого вывода на основе теории принятия статистических гипотез | 220 |
| Мещеряков В.И., Журавлев Ю.И. Моделирование тренда временной деградации эффективности термоэлектрического материала | 221 |

| | |
|---|-----|
| Демченко М.О., Філіппова М.В. Неруйнівний контроль балочних елементів промислових споруд | 223 |
| Поперека К.Д., Костенко В.Л. Розробка програмного забезпечення для автоматизованого контролю санітарно-гігієнічних факторів | 224 |
| Войтенко В.П. Система вимірювання об'єму рідини для омивання скла | 225 |
| Квасніков В. П., Катаєва М. О. Розробка методу контролю технічного стану деталі за вібраційними показниками | 227 |
| Космач О.П., Содиль В.О. Методи діагностування системи запалювання двигуна внутрішнього згорання | 229 |
| Yasenko O.Y., Sikora Y.V., Kravets O.E. The process of website development | 232 |
| Ивченко А. В., Янченко В. Н., Дынник О. Д. Классификация факторов, влияющих на информационную безопасность | 233 |
| Петрук М. О. Вимоги до систем SCADA 4-го покоління | 235 |
| Хлевний А.О. Метод управління технологічною підготовкою виробництва в умовах розширеного підприємства | 236 |
| Кудряков В.Ю. Системи інтеграції засобів технологічної підготовки виробництва, PLM- і ERP-систем. Перспективи розвитку | 237 |
| Трейтяк В.В., Кулієв Р.В. Консолідація виробничих даних в середовищі інтегрованих автоматизованих систем | 238 |
| Дергунов О.В. Дослідження фазового методу виявлення сигналів ультразвукового неруйнівного контролю | 240 |
| Гумен М.Б., Гумен Т.Ф. Оцінка параметрів якості обслуговування мережі LTE/SAE | 242 |
| Монченко О.В. Прецизійний спосіб визначення пружних констант матеріалів | 244 |
| Козьяков С.В. Алгоритм методу багатокритеріального вибору комплексу мотивації IT - фахівців | 245 |
| Власенко Ю.В., Бараннік Д.О. Розробка моделі та моделювання процесу оцінювання компетентності | 247 |
| Павленко П.М., Толбатов С.В., Захарчук Т.М. Розробка інформаційної технології оцінки проектних робіт | 249 |
| Близнюк О.Д., Куц Ю.В., Мельник О.С., Монченко О.В. Аналіз часових характеристик сигналів ультразвукового контролю в присутності ревербераційної завади | 251 |
| Рудвольга С.В., Саган І.Б., Саттаров А.І. Автоматизація концептуального конструкторського проектування | 252 |
| Куц В.Ю. Представлення і обробка даних вимірювань в системі залишкових класів | 254 |
| Куц Ю.В., Монченко О.В., Олійник Ю.А. Дослідження амплітудно-частотних характеристик п'єзоперетворювачів для фазових ультразвукових приладів неруйнівного контролю | 255 |
| Филоненко С.Ф. Нимченко Т.В. Моделирование акустического излучения при термоактивационном разрушении поверхности композита | 256 |
| Міщенко А.В. Аналіз інформаційних систем авіатранспортного комплексу | 258 |

СЕКЦІЯ 7

**«ЕКОНОМІЧНІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ.»**

| | |
|--|-----|
| Двоєглазова М.В., Дорош М.С., Сахно К.Є. Впровадження міжнародного стандарту ISO 21500:2012 в систему управління проектами України | 261 |
| Чередніков О.М., Менько Я.С. Структура виробничого процесу та виробничий цикл | 262 |
| Хімичева Г.І., Куриляк В.В. Розробка контрольно-експлуатаційного методу, його застосування для оцінки якості підшипників | 264 |
| Ромашко А.С., Юрчишин О.Я., Гаврушкевич Н.В. Особливості шляхів охорони прав на інноваційні технології | 265 |
| Ромашко А.С., Кравець О.М. Життєвий цикл об'єкта господарської діяльності та його відображення у функціях мінекономрозвитку України | 266 |
| Шатохіна Ю.В. Першочергові завдання щодо контролю якості стічних вод | 268 |
| ООО «ПРОМСЕРВИС» | 269 |
| ООО «БАХ інжиниринг» | 273 |

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

**Prof., Dr.-Ing. Klaus Schäfer, Vice President Technology,
Dipl.-Ing. Dietmar Jenke
Oerlikon Barmag GmbH (Germany)**

KNOWLEDGE MANAGEMENT AND DEVELOPMENT ORGANIZATIONS

Oerlikon as part of the manmade fiber market, with its brands:

- Oerlikon Barmag;
- BB Engineering;
- Oerlikon Neumag.

Oerlikon – a global industrial player (fig.1)



Fig.1 – The segments of Oerlikon

Oerlikon has gone to where the markets are. Today, the company is present at over 170 locations in 35 countries. With a focus on China and India, the Group is expanding in the largest Asian growth markets. Oerlikon is also diversifying its global activities by exploring regional potential in other emerging economies.

Oerlikon manmade fibers segment From melt to yarn has a global network for production, R&D, sales/service in 4 countries, 11 sites, 2.500 engaged employees (fig.2).

The structure of the manmade fibers segment From melt to yarn (from the thread to the polymerization) shows on (fig.3).

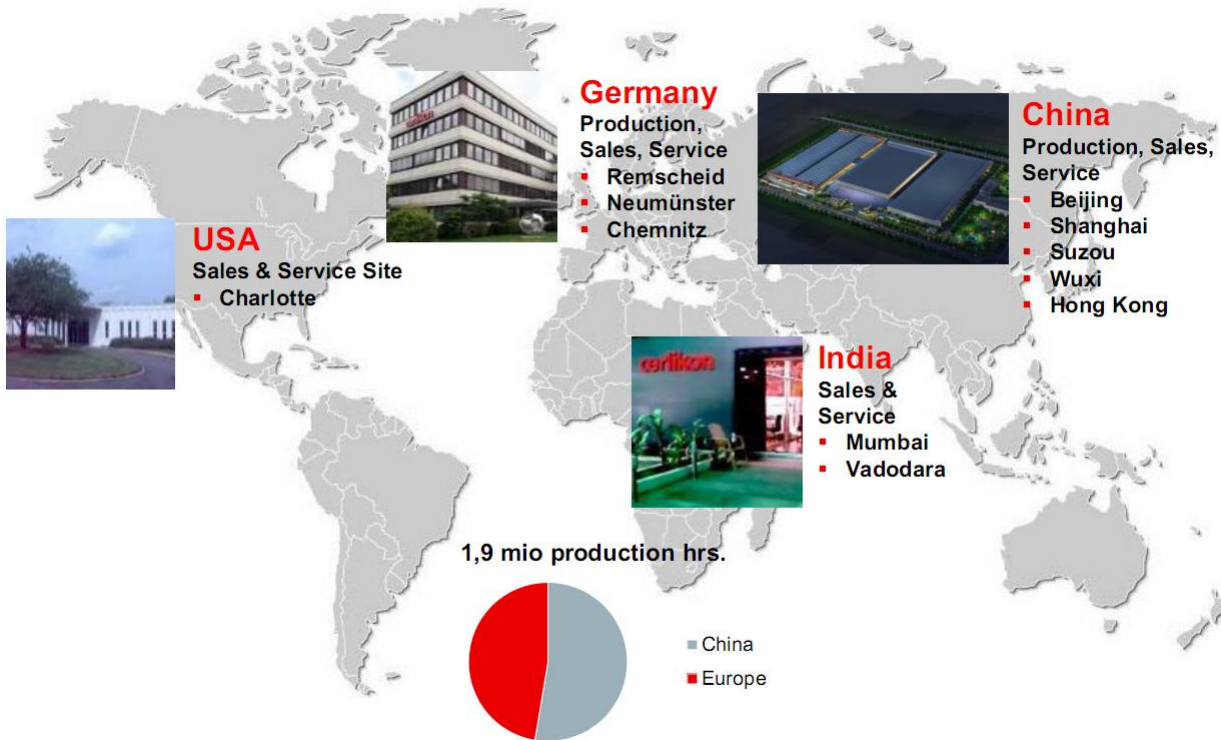


Fig.2 – Oerlikon manmade fibers segment From melt to yarn

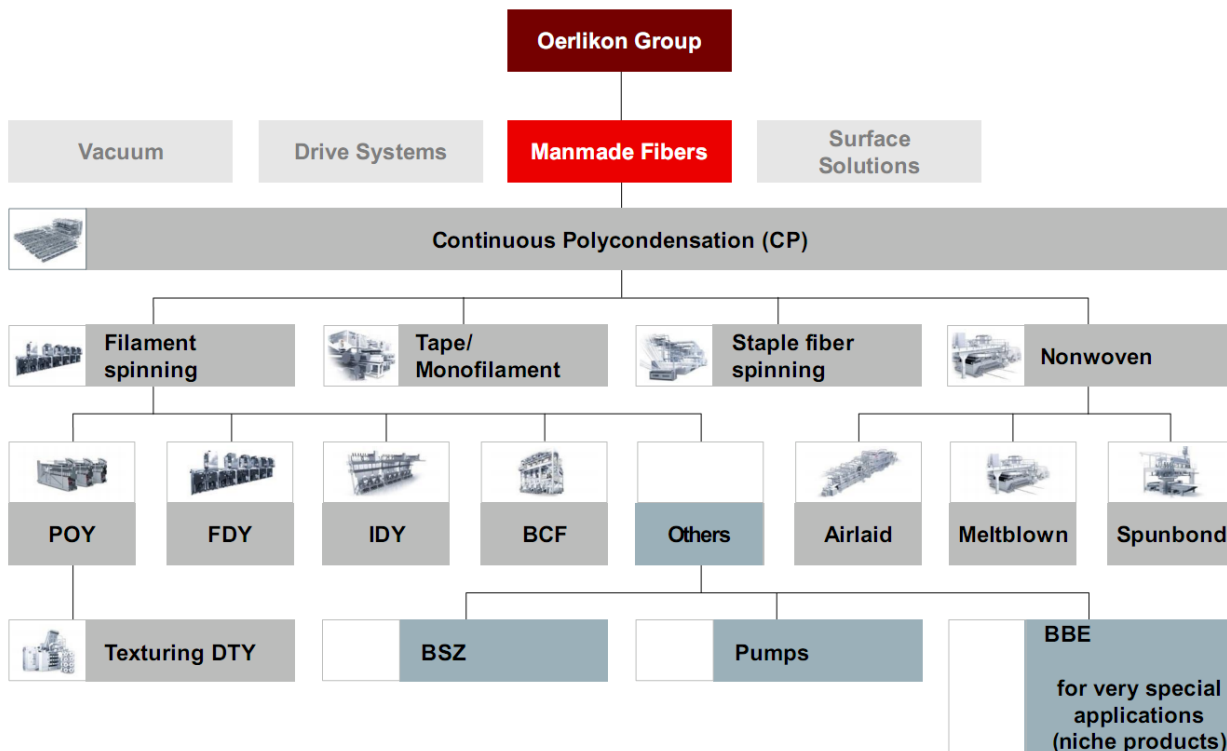


Fig.3 – The structure of the Manmade fibers segment From melt to yarn

Oerlikon Manmade fibers segment - one of the major players in the manmade fibers market for plant and process solutions. Oerlikon Manmade Fibers segment covers two processes of the entire value production chain (fig.4):

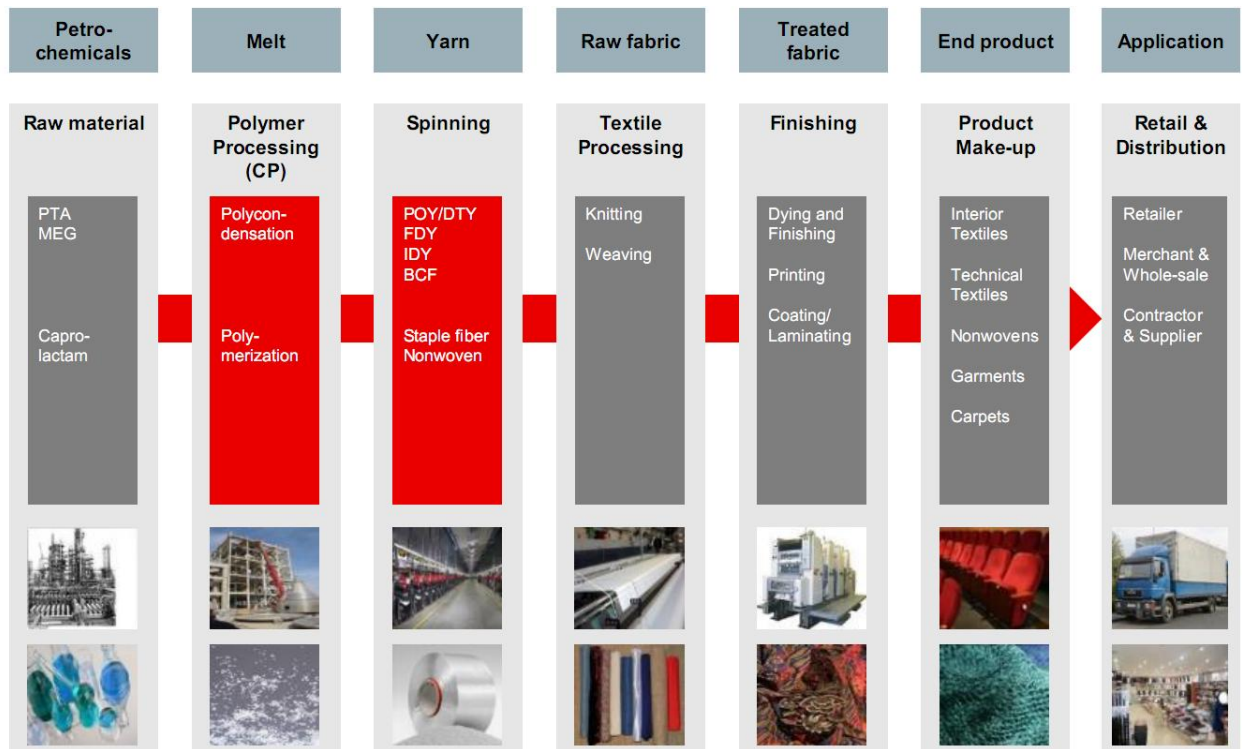


Fig.4 – Oerlikon Manmade fibers segment

Oerlikon Manmade fibers segment implement three different manmade fiber processes (fig.5)

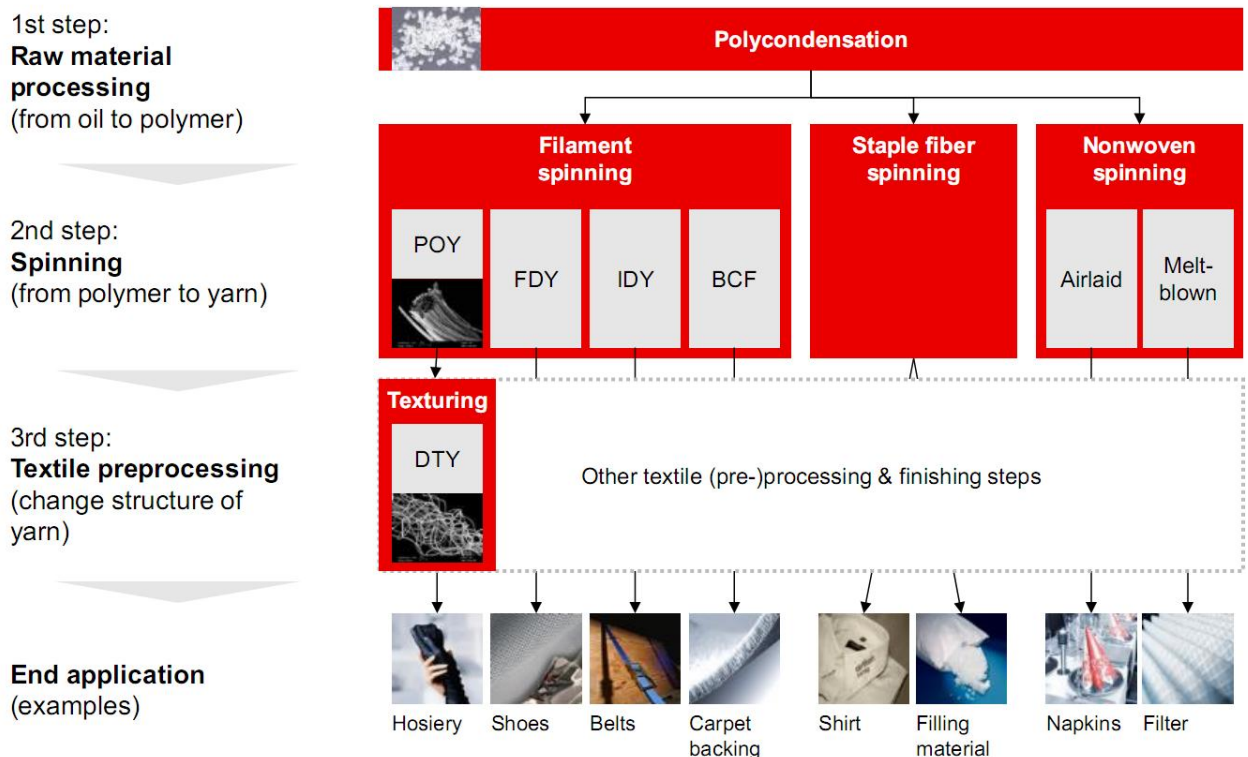


Fig.5 – Oerlikon manmade fiber processes

Future oriented innovation management for plant and process, combined with strong engineering and competence, for state of the art benefits is the key for our customers success in cooperation with Oerlikon.

Innovation management – as key for Oerlikon success as a solution provider of contracting, engineering and services for manmade fiber producers (fig.6-8).

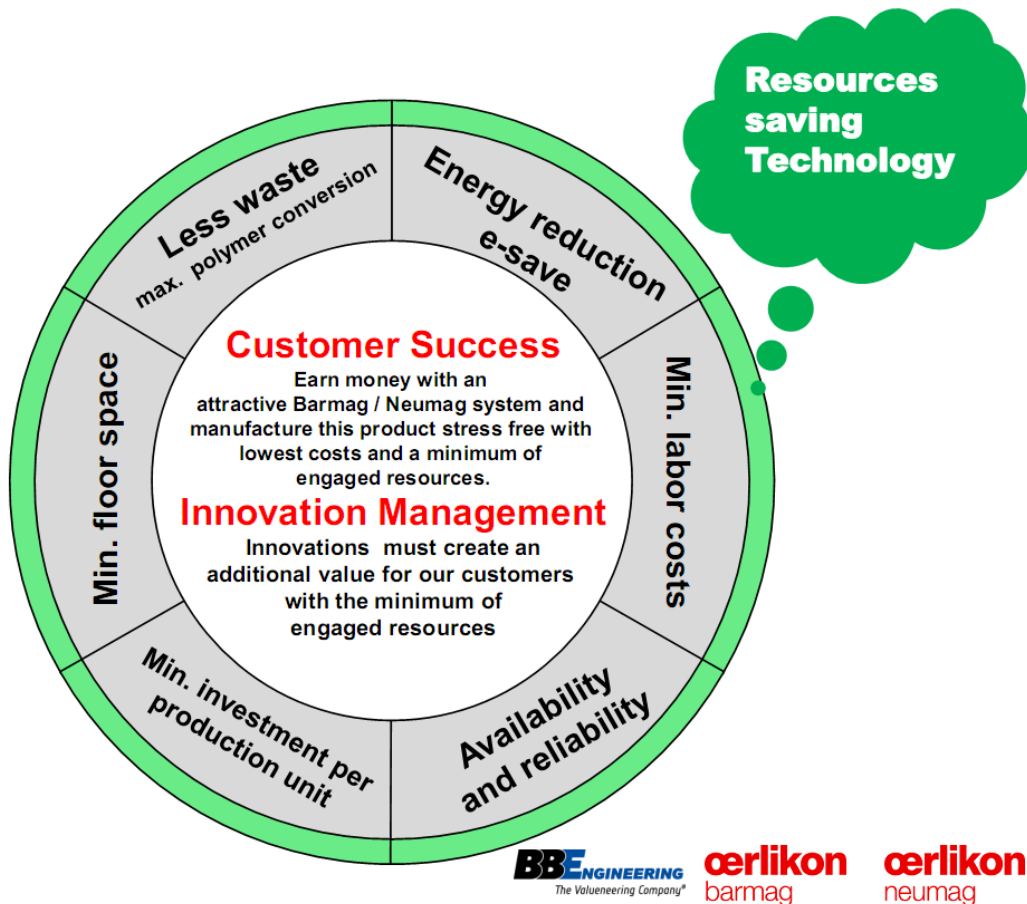


Fig.6 – The structure of Innovation management

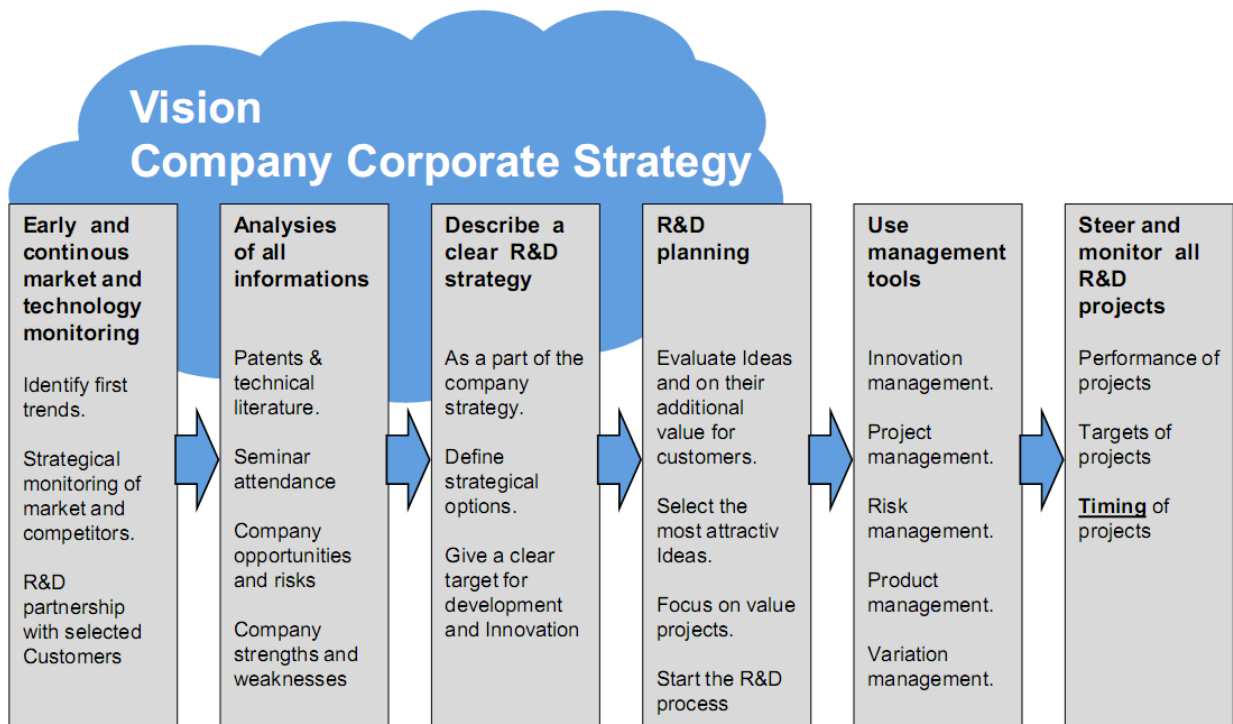


Fig.7 – Vision company corporate strategy

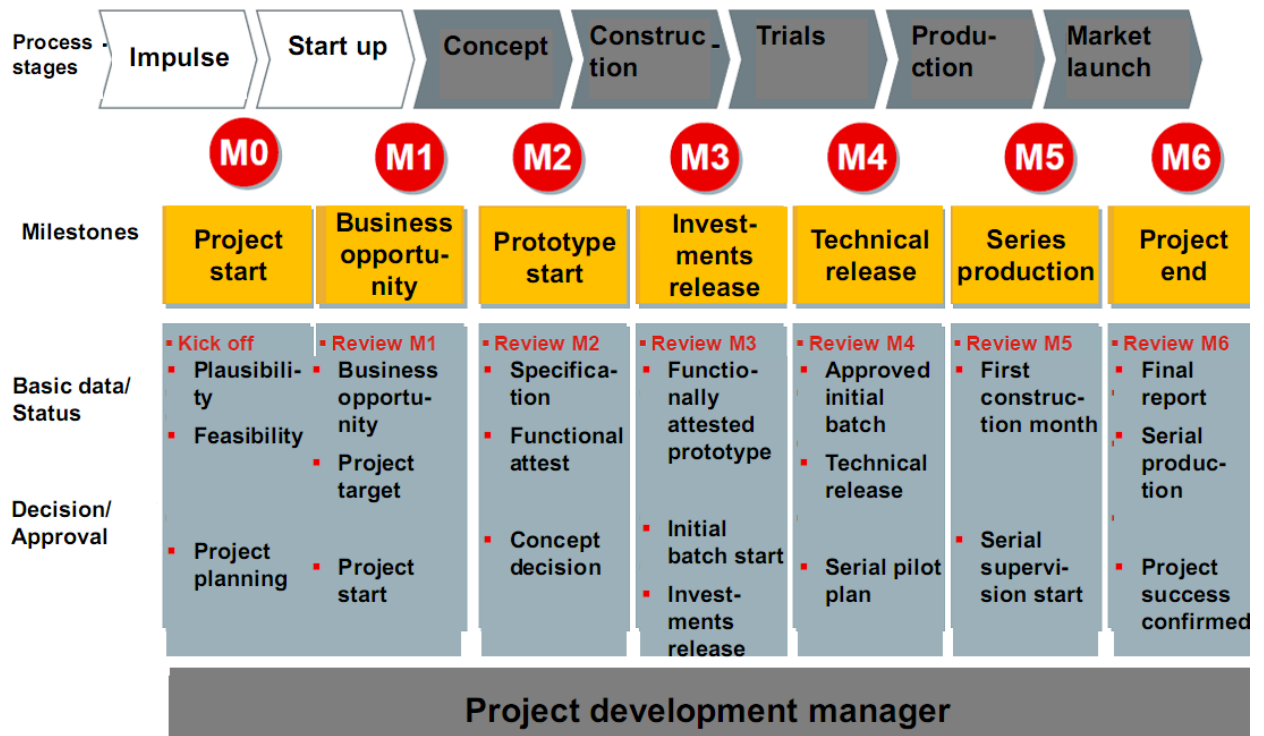


Fig.8 – Strategy Time to market / time to money

Innovation in Intelligent software solutions:

- tailored workflow solutions;
- modularity and scalability;
- consistent StyleGuide;
- desktop / web / mobile UI's;
- remote support,

making success of the company Oerlikon on the market, which performs:

- more than 150 installations worldwide;
- from process step to process chain;
- simple start-up with remote support;
- continuous upgrading and retrofitting;
- integration of all elements of a process chain.

Of this approach are benefits from:

- transparency thus control;
- total quality management;
- total workflow solutions;
- workflow and job oriented.

The company Oerlikon has a more than 90 years History of trendsetting Innovations (fig.9).

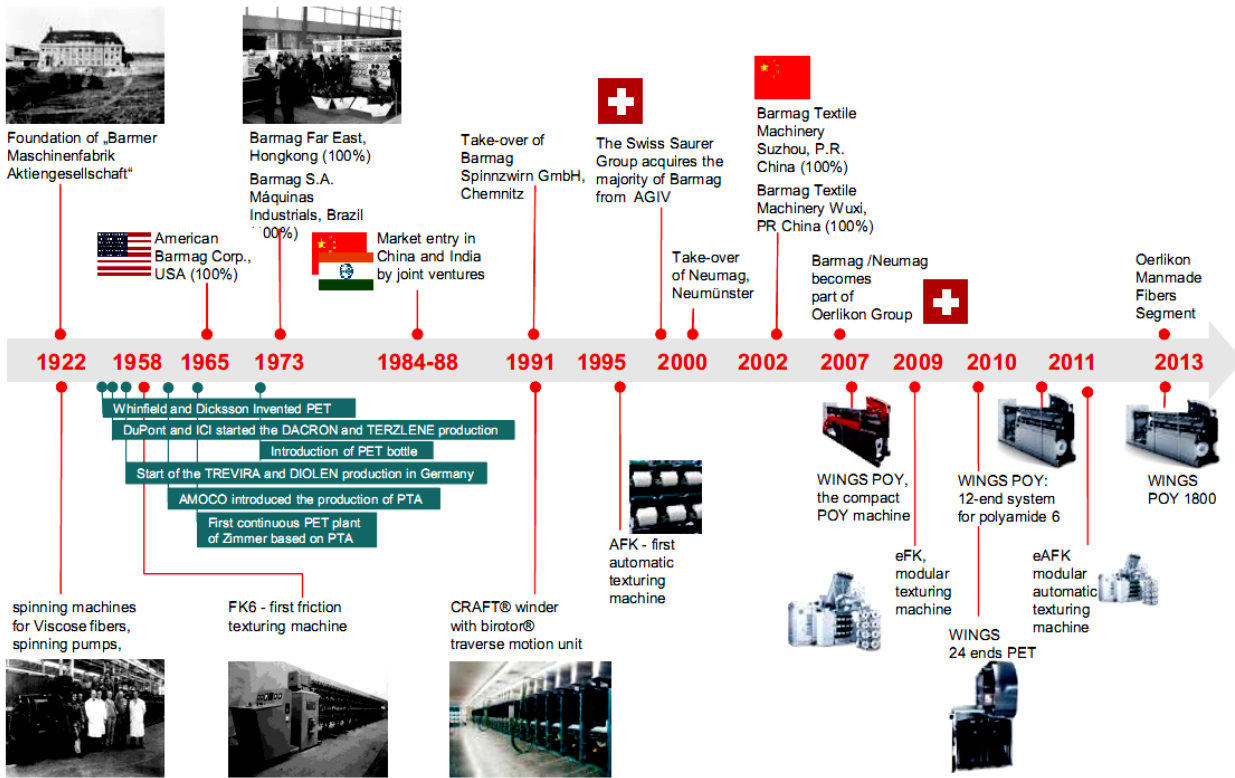


Fig.9 –History of trendsetting Innovations

Innovations pipeline Oerlikon Barmag can be represented as (fig.10):

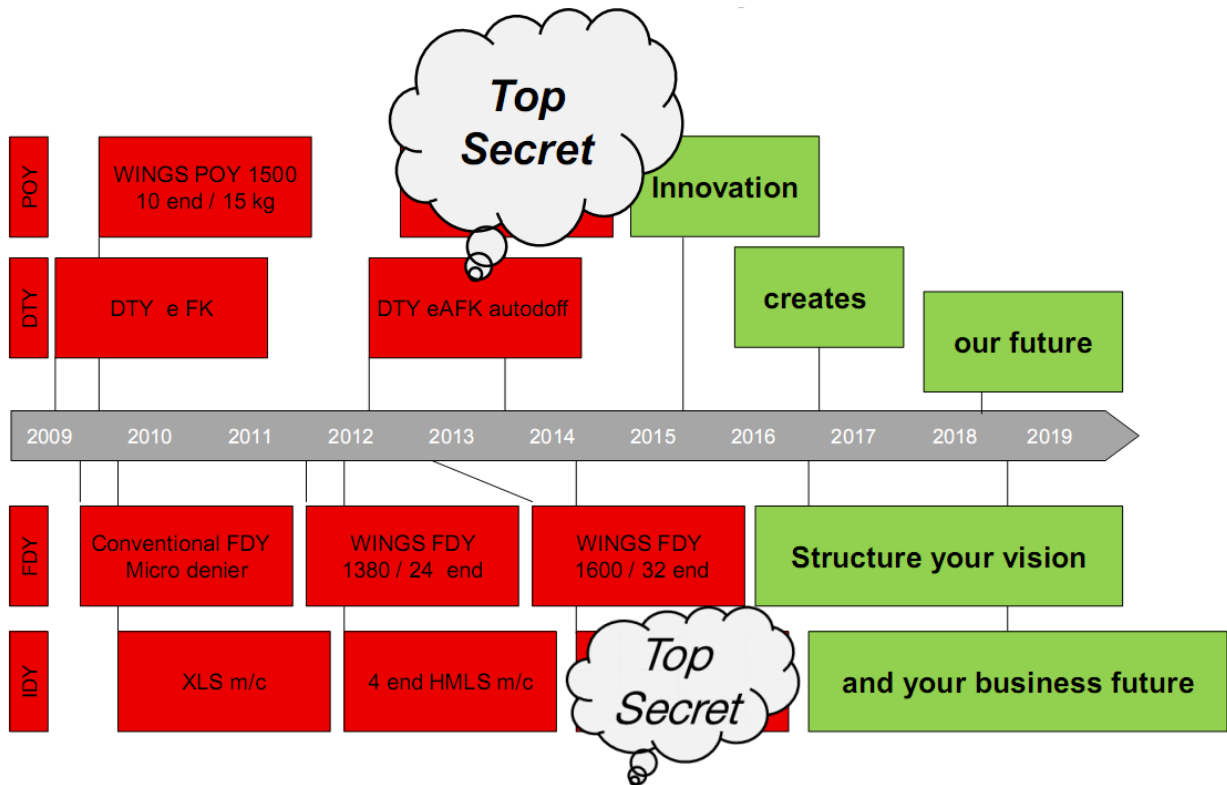


Fig.10 – Innovations pipeline Oerlikon Barmag

Innovation management follows innovation culture (fig.11):

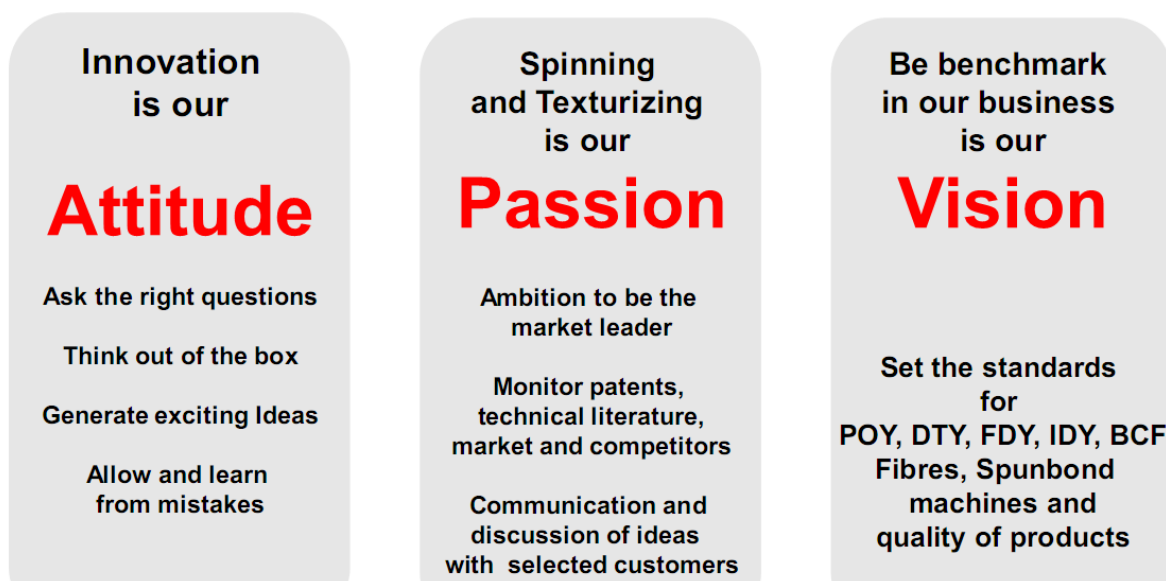


Fig.11 – Innovations culture Oerlikon Barmag

Martin Stillger, CEO Metals Eastern Europe
ThyssenKrupp GmbH, (Germany)

BUSINESS AREA MATERIALS SERVICES IN EASTERN EUROPE

ThyssenKrupp is a diversified technology and materials group based in Essen, Germany. It currently has around 150,000 employees in some 80 countries developing ideas and innovations into solutions for sustainable progress. In fiscal year 2012/2013 ThyssenKrupp generated sales of more than Euro 39 billion.

ThyssenKrupp Ferroglobus is a company of the Materials Services business area and holds a leading position in the materials business on the Hungarian market. Founded in 1922 and part of the ThyssenKrupp Group since 1998, the company is represented throughout Hungary with six branch establishments and one central warehouse facility. It is headquartered in Budapest. ThyssenKrupp Ferroglobus stocks a full range of materials including carbon steel, stainless and tool steel, nonferrous metals and plastics. In addition the company provides extensive services for its customers, ranging from custom processing to consulting services to one-stop shopping.

ThyssenKrupp in Zahlen

Geschäftsjahr 2013/2014 im Vergleich zum Vorjahr*

| | 2012/2013 | 2013/2014 | Veränderung** |
|--------------------------|-----------|-----------|---------------|
| Auftragseingang (Mio €) | 38.636 | 41.416 | 7% |
| Umsatz (Mio €) | 38.559 | 41.304 | 7% |
| Bereinigtes EBIT (Mio €) | 586 | 1.333 | 127% |
| Anzahl Mitarbeiter | 156.856 | 160.745 | 2% |

* Fortgeführte Aktivitäten (nach Rückgliederung Steel Americas).

** Veränderung auf vergleichbarer Basis (ohne Desinvestitionen und Währungseffekte): Auftragseingang 7 %; Umsatz 7 %

Die Business Areas von ThyssenKrupp

Kennzahlen – Geschäftsjahr 2013/2014*

| | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |  |
| Components Technology | Elevator Technology | Industrial Solutions | Materials Services | Steel Americas | Steel Europe |
| Umsatz (Mio €) 6.172 Mitarbeiter 28.941 | Umsatz (Mio €) 6.416 Mitarbeiter 50.282 | Umsatz (Mio €) 6.271 Mitarbeiter 18.546 | Umsatz (Mio €) 13.660 Mitarbeiter 30.289 | Umsatz (Mio €) 2.060 Mitarbeiter 3.466 | Umsatz (Mio €) 8.857 Mitarbeiter 26.231 |

* Fortgeführte Aktivitäten (nach Rückgliederung Steel Americas).

** Veränderung auf vergleichbarer Basis (ohne Desinvestitionen und Währungseffekte): Auftragseingang 7 %; Umsatz 7 %

Geschäftsmodell Business Area Materials Services



Wichtiges Bindeglied zwischen Produzenten und verarbeitender Industrie



ONE STOP-SHOPPING
150.000
Produkte



Walzstahl.
Edelstahl.
Rohre.
NE-Metalle.
Kunststoffe.

Anarbeitung



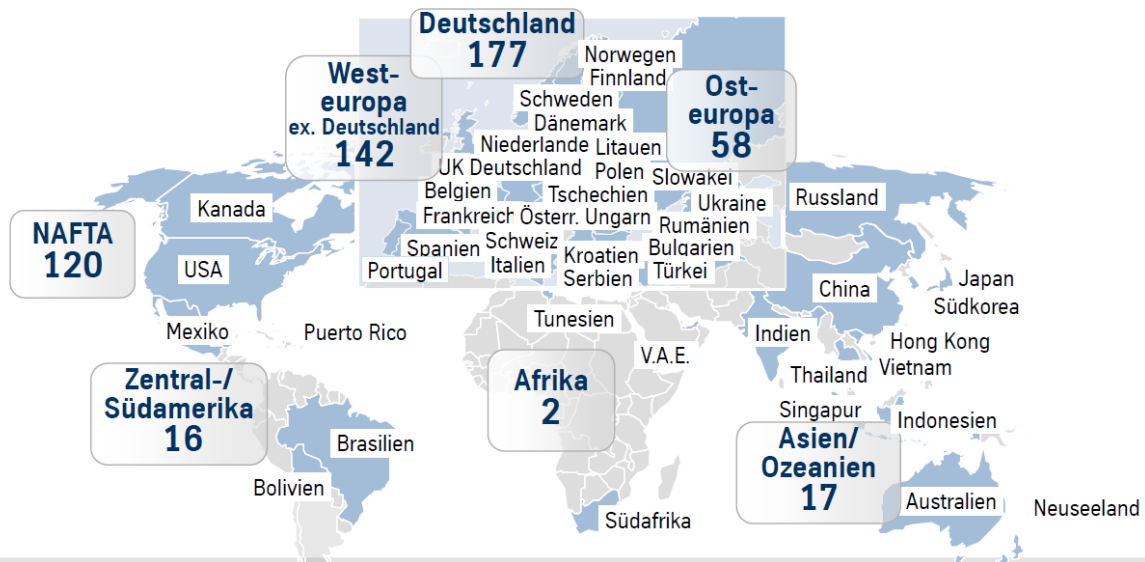
Zentral.
Regional.
Lokal.

Effizientes
Lager- und
Logistiksystem



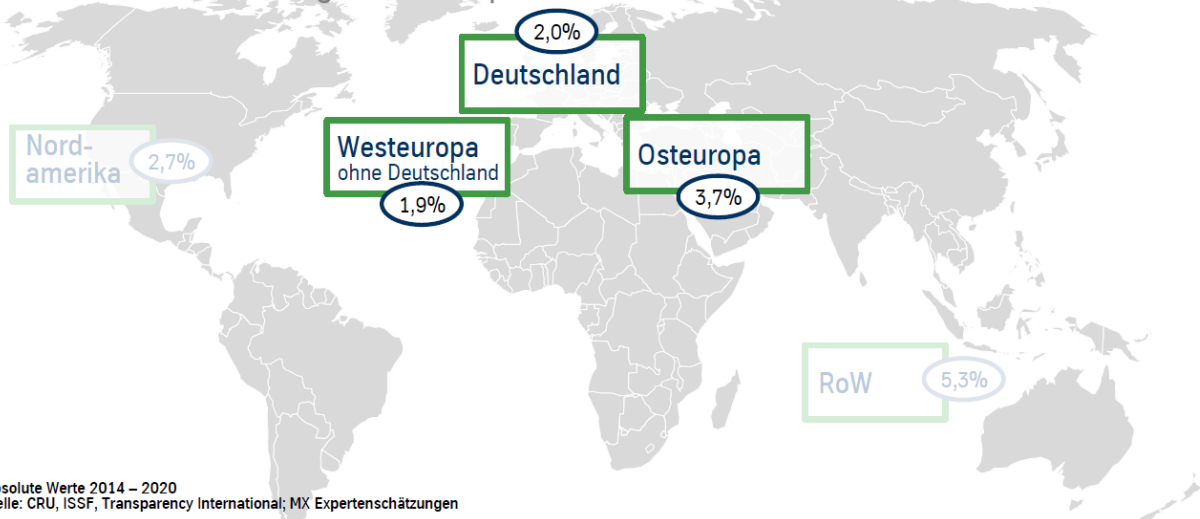


Business Area Materials Services mit mehr als 500 Standorten in 45 Ländern



Osteuropa mit höchster Wachstumsrate

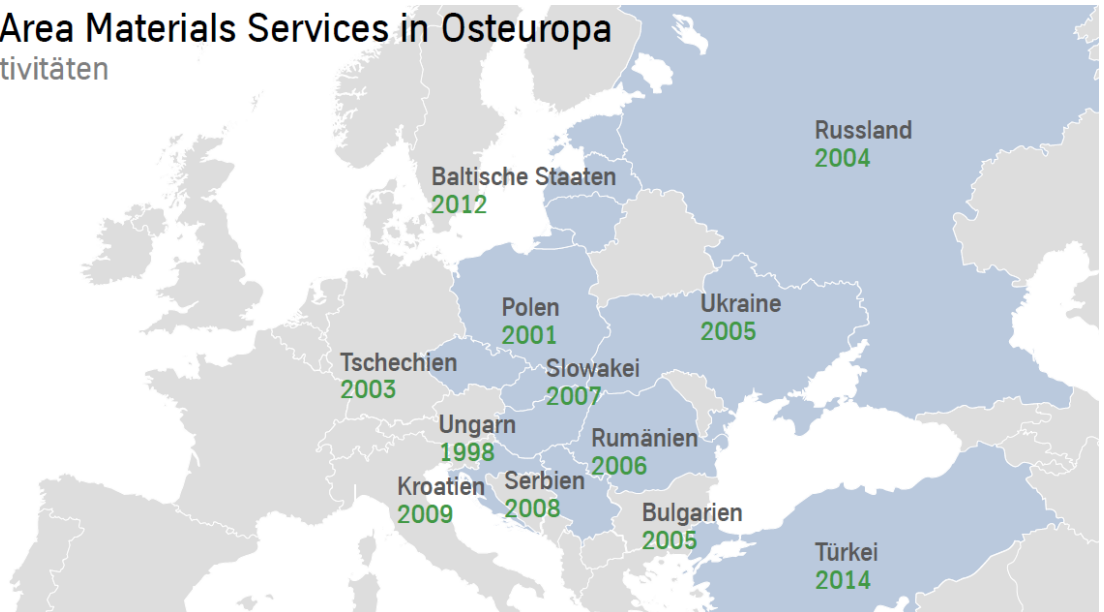
Werkstoffmärkte nach Regionen (Compound Annual Growth Rate CAGR*)



*Absolute Werte 2014 – 2020
Quelle: CRU, ISSF, Transparency International; MX Expertenschätzungen

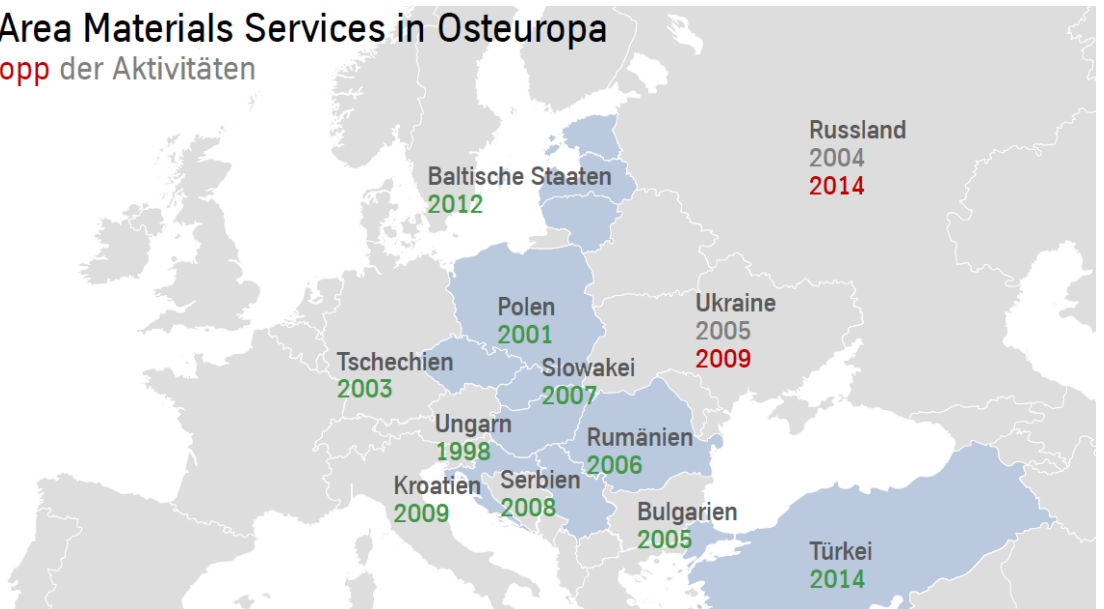
Business Area Materials Services in Osteuropa

Start der Aktivitäten

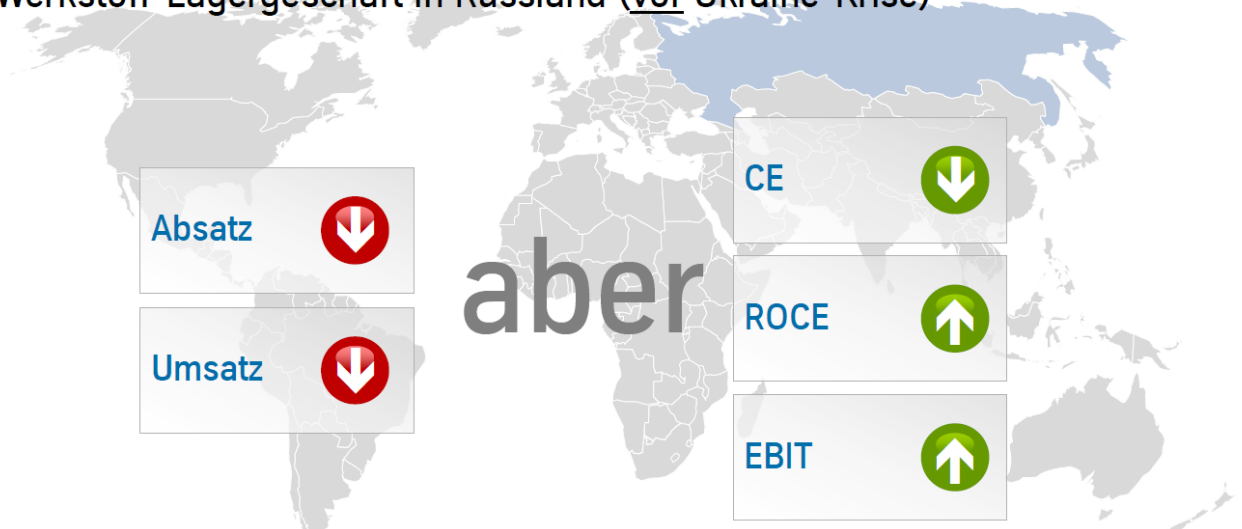


Business Area Materials Services in Osteuropa

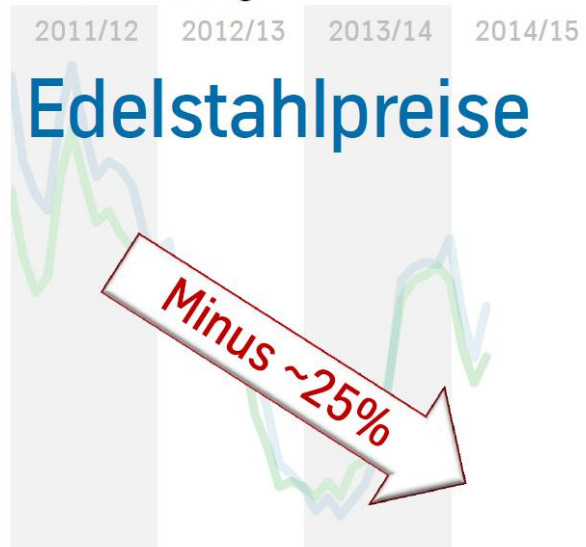
Start und Stopp der Aktivitäten



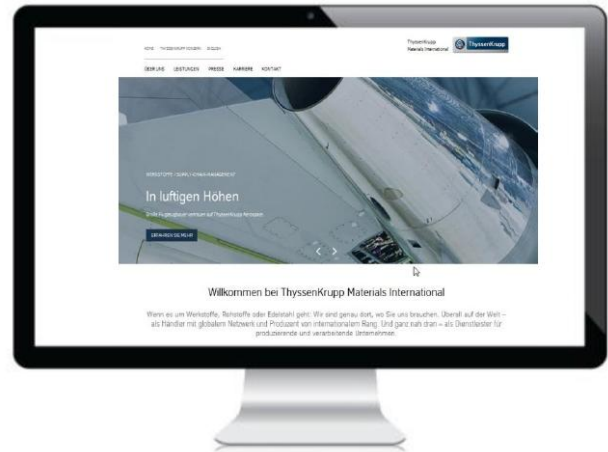
Profitabilität als wesentliches Kriterium: kompletter Rückzug aus dem Werkstoff-Lagergeschäft in Russland (vor Ukraine-Krise)



Werkstoffpreise seit vielen Jahren im Trend rückläufig



Die Online-Entwicklung wird das Werkstoffgeschäft deutlich tangieren



Networking • Logistik / IT • Kundenorientierung

Digitalisierung schafft Chancen und Herausforderungen

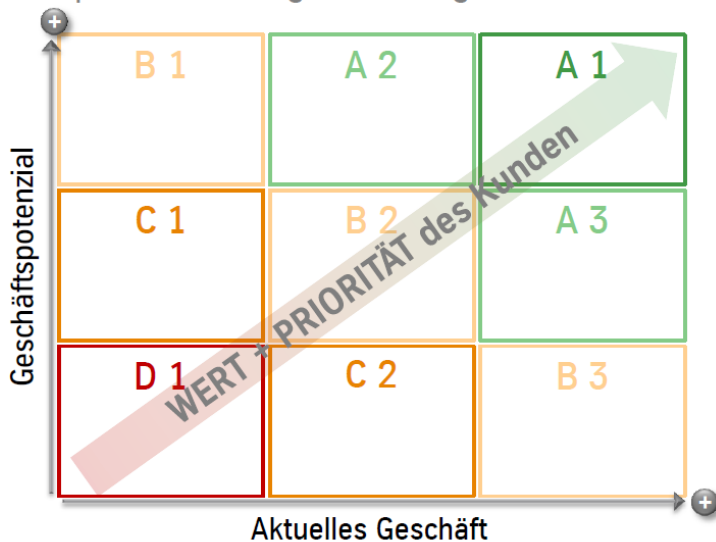
Treiber der Digitalisierung und Konsequenzen



Konsequente Optimierung der Vertriebsaktivitäten erforderlich Verschiedene Programme



Profitables Wachstum nur mit klaren Maßnahmen pro Segment Beispiel: Kundensegmentierung



Profitables Wachstum nur mit klaren Maßnahmen pro Segment Beispiel: Kundensegmentierung



Logistische Optimierung über Ländergrenzen hinaus Produktivitätssteigerungen

Mega Hub Dąbrowa Górnicza, Polen



Mega Hub Budapest, Ungarn



Optimierung von eigenen Mitarbeitern erarbeitet und umgesetzt Mitarbeiterpotenziale heben



Leidenschaft

Kundenorientierung

Unsere Mitarbeiter

Zuverlässigkeit

УДК 621.914.02

В.Б. Струтинський, докт. техн. наук, професор

І.В. Перфілов, інженер

Національний технічний університет України «КПІ», kvm_mmi@mail.ru

ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА ТА ПРОЦЕСИ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ КІНЦЕВИМИ ФРЕЗАМИ МАЛОГО ДІАМЕТРА

Фрезерувальна обробка деталей фрезами малого діаметра дає можливість одержати поверхні із особливим мікропрофілем. Такі деталі застосовуються в ефективних парах тертя, медичній техніці та в спеціальному технологічному обладнанні.

Для реалізації фрезерувальної обробки розроблена спеціальна технологічна система на основі вертикально-фрезерувального верстата. При обробці використовуються фрези малого діаметра 0,25..1,0 мм. Частота обертання інструмента сягає 100000 хв^{-1} .

Основною складовою технологічної системи є спеціально розроблений двох координатний вібраційний стіл. Стіл має пружний підвіс, систему демпфування коливань, систему компенсації статичних навантажень і п'єзоелектричні приводи переміщення стола. Приводи забезпечують переміщення стола в двох взаємноперпендикулярних напрямках з амплітудами до 0,3 мм та частотами до 2500 Гц. Пружний підвіс стола має вигляд паралелограмного механізму із пружними шарнірами у вершинах паралелограма.

Компенсація статичних зусиль і встановлення нульових положень п'єзоелектричних приводів забезпечується спеціальними механізмами. Мехатронна система переміщення стола має тензометричні вимірювачі переміщень окремих п'єзоприводів та лазерні триангуляційні вимірювачі положення стола по двох координатах. Точність вимірів переміщень стола складає 0,4...0,6 мкм.

Високі частоти переміщень в поєднанні з малими розмірами інструменту обумовлюють специфічні робочі процеси обробки деталей мікрорізнанням. Для дослідження робочих процесів визначено геометричні характеристики фрез малого діаметра. Визначено особливості геометрії, зокрема кути різання, радіуси різальних крайок, фаски зносу та розміри змінного по довжині поперечного перетину фрези. Досліджено характеристики жорсткості фрези. Визначено еліпси жорсткості та їх орієнтацію відносно ріжучих крайок фрези. Встановлено наявність перетинів мінімальної та максимальної деформативності у фрезах малого діаметра.

На основі аналізу геометричних, масових та силових параметрів фрез обґрунтована динамічна модель фрези малого діаметра як системи з розподіленими параметрами. Розроблена динамічна модель фрези як гнучкого інструмента включає три парціальні динамічні підсистеми: повздовжніх коливань фрези, крутильних коливань фрези та згинальних коливань фрези в площині мінімальної жорсткості. Парціальні динамічні системи враховують основні форми коливань фрези як пружного стрижня з розподіленою масою. Запропоновано спеціальні методи врахування дисипативних процесів при коливаннях фрези.

Розглянута кінематика процесу різання із визначенням змін площі зрізуваного шару, обумовлених коливаннями фрези і переміщень деталі встановленої на вібраційному столі. Встановлено особливості кінематики, зокрема зміну положення окремого зуба фрези внаслідок її згинальних деформацій. Це формує специфічні умови обробки поверхні по сліду.

Встановлено особливості динамічного процесу різання при періодичному врізанні зубів фрези в оброблювану поверхню. Побудована структурна математична модель, яка дозволяє визначити динамічні переміщення фрези при довільній зміні припуску. Розрахунки динамічних переміщень визначають кількісні характеристики робочих

процесів різання фрезами малого діаметра. З використанням розробленої моделі досліджено динамічну точність обробки деталей фрезами малого діаметра.

Розроблена технологічна система використана при обробці деталей із спеціальним мікрорельєфом. Реалізовані доріжки із циклоїдальними виступами і впадинами. Оброблені деталі із зигзагоподібним мікрорельєфом. Для дослідження характеристик одержаного мікропрофіля поверхні проведені виміри його топограми. Встановлено особливості мікрорельєфа, характеристики мікрорельєфів і западин мікропрофіля. Проведено спектральний аналіз мікропрофіля в характерних перетинах. Встановлено взаємозв'язок параметрів мікропрофіля із характеристиками процесу механічної обробки деталей кінцевими фрезами малого діаметра.

УДК 621.923

Д.Г. Музичка, старший викладач
Дніпродзержинський державний технічний університет, diana_m@i.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ШЛІФУВАННЯ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ З УРАХУВАННЯМ ФОРМОЗМІНИ ПОВЕРХНІ КРУГУ ТА НАПРУЖЕНОГО СТАНУ АЛМАЗНИХ ЗЕРЕН

Розвиток машинобудівної промисловості вимагає збільшення обсягів застосування інструментальних матеріалів. В комплексі інструментальних матеріалів важливе місце займають тверді сплави, що забезпечують високопродуктивну обробку конструкційних матеріалів різанням завдяки високій твердості та зносостійкості. Працездатність твердих сплавів залежить від якості поверхневого шару різальних елементів. Відомі технології шліфування твердих сплавів не у повній мірі задовольняють сучасним вимогам до зменшення матеріаломісткості та собівартості продукції.

Ці проблеми вирішуються використанням кругів з керованою робочою поверхнею (накладенням додаткової енергії у зоні обробки, примусовою правкою круга та ін.) або застосуванням кругів з особливою формою різальної поверхні. Разом з цим, ці рішення не завжди враховують умови напруженого стану зерен у робочому шарі інструменту при зміні умов обробки, а також не завжди є доцільними з точки зору економічності їх застосування.

Урахування формозміни поверхні шліфувального інструменту та напруженого стану різальних зерен з НТМ у процесі обробки твердих сплавів є перспективним шляхом зменшення собівартості їх обробки та підвищення ефективності.

У зв'язку з цим дослідження особливості формозміни поверхні робочого шару круга у радіальному напрямку та врахування при цьому температурно-силових факторів, що впливають на напружений стан різальних зерен з НТМ при жорсткій схемі шліфування, є актуальною задачею.

Метою даної роботи є підвищення ефективності шліфування твердих сплавів на підставі прогнозування стабілізації працездатності кругів внаслідок самозаточування різальної поверхні.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні задачі:

1. Проаналізовані шляхи підвищення ефективності процесів алмазного шліфування твердих сплавів та уточнені особливості формозміни різальної поверхні круга у радіальному напрямку.

2. Розроблено математичну модель формозміни робочої поверхні шліфувального круга на підставі дослідження напруженого стану системи «зерно-зв'язка», що враховує одночасну дію температурно-силових факторів та знос алмазних зерен.

3. За допомогою розробленої математичної моделі проаналізовано вплив характеристик робочого шару алмазного круга й режимів процесу шліфування на формозміну різальної поверхні шліфувального круга, а також можливість прогнозування показників працездатності алмазних кругів.

4. Проведено експериментальні дослідження впливу характеристик шліфувальних кругів та режимів обробки на показники працездатності та формозміну робочої поверхні інструменту.

5. Проведено дослідно-експериментальну перевірку ефективності розробок та розроблено рекомендації щодо практичного застосування алмазних кругів при обробці твердих сплавів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у подальшому розвитку науково-прикладних основ удосконалення процесів алмазного шліфування надтвердих матеріалів (НТМ). При цьому вперше:

- розроблено математичну модель формозміни робочої поверхні шліфувального круга, яка дозволяє прогнозувати витрати НТМ при шліфуванні твердих сплавів по теоретичній довжині твірної головного різального конусу (ГРК) шліфувального круга, що визначається на підставі розрахунків напруженого стану системи «зерно–зв’язка»;

- розроблено математичну модель та програмне забезпечення для розрахунку температурних полів та напружень у системі «зерно–зв’язка», що враховує режими обробки, геометрію та фізико-механічні параметри абразивного інструменту й оброблювального матеріалу;

Удосконалено математичну модель напруженого стану системи «зерно–зв’язка», яка враховує знос різальних зерен, що дозволило визначити межу роботи зерен шліфувального круга з НТМ між самозаточуванням та режимом, що потребує примусової правки інструменту.

Дістало подальшого розвитку теоретичне обґрунтування формозміни різальної поверхні шліфувального круга у радіальному напрямку у залежності від умов обробки, геометрії та фізико-механічних параметрів інструменту й оброблювальної деталі.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці практичних рекомендацій врахування формозміни робочої поверхні круга при алмазному шліфуванні твердих сплавів з метою підвищення експлуатаційних характеристик процесу обробки. Розроблено новий спосіб шліфування торців прямокутних непереточуваних пластин орієнтованим кругом, який забезпечить потрібну точність формоутворення торцевої поверхні пластини з прямокутним профілем при заданих розмірах та орієнтації деталі та розмірах інструмента. Розроблено новий спосіб двостороннього шліфування торців непереточуваних пластин з прямокутним профілем, який дозволяє забезпечити найбільшу точність розташування торця та рівномірний знос круга шляхом орієнтації деталі у барабані.

Отримані результати впровадження одержаних наукових результатів на виробництво ООО «Придніпровський механічний завод» (м. Дніпродзержинськ) та на ВП «Мелітопольський моторний завод» ПАО «ЗАЗ» (м. Мелітополь), засвідчили важливість врахування режимів різання, геометрії та фізико-математичних параметрів алмазного інструменту та оброблювального матеріалу при прогнозуванні параметрів працездатності процесу шліфування твердих сплавів. Розроблені математичні моделі та програма «Теплове поле 3.0» використовуються в навчальному процесі Дніпродзержинського державного технічного університету.

СЕКЦІЯ 1
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ МАШИНОБУДІВНОГО
ВИРОБНИЦТВА»

UDC 621.9-02

S.P. Radzevich, Dr(Eng)Sci
APEX Tool Group, LLC, USA, radzevich@usa.com

ON FUNDAMENTALS OF THE SCIENTIFIC THEORY OF GEARING

Gears are widely used in the nowadays industry. For centuries, lots of efforts were undertaken targeting the development of the scientific theory of gearing. The origins of the scientific theory of gearing can be traced back to the times of *L. Euler* (mid of the XVIII century). *Euler* was the first to prove that in the case of parallel-axis gearing (that is, P_a -gearing) the involute tooth profile is the only tooth profile that meets the necessary fundamental requirements all the gearings need to fulfil [1]:

- the gear tooth flanks need to fulfill the *Shishkov's* equation of contact, that is, $\mathbf{n} \cdot \mathbf{V}_\Sigma = 0$, where \mathbf{n} is the vector of common perpendicular to the gear G , and the pinion P , tooth flanks at point, K , of their contact; and \mathbf{V}_Σ is the vector of resultant relative motion of the tooth flanks G and P at K ;
- the gear and the pinion tooth flanks, G and P , need to fulfil the condition of conjugacy, that (in cases of P_a -gearing) is specified by the well-known *Willis' theorem*;
- at every instant of time: (a) base pitch of the gear, $p_{b,g}$, must be equal to the *operating base pitch* of the gear pair, $p_{b,op}$ (that is, the equality $p_{b,g} = p_{b,op}$ must be observed); (b) base pitch of the pinion, $p_{b,p}$, must be equal to the *operating base pitch* of the gear pair, $p_{b,op}$ (that is, the equality $p_{b,p} = p_{b,op}$ must be observed); (c) the equalities $p_{b,g} = p_{b,op}$ and $p_{b,p} = p_{b,op}$ can be combined and represented in the form $p_{b,g} = p_{b,p} = p_{b,op}$.

The developed scientific theory of gearing [1] is based on vector representation of the rotations, ω_g and ω_p , of the gear and the pinion correspondingly¹. The most general case of crossed-axis gearing (that is, C_a -gearing) is illustrated in Fig. 1. The gear and the pinion are rotated about their axis of rotation, O_g and O_p , correspondingly. The axes O_g and O_p are at a center-distance C , that is the closest distance of approach between the axes O_g and O_p . The distance C is measured along the center-line, \mathcal{C} .

In the developed scientific theory of gearing:

- the first fundamental condition ($\mathbf{n} \cdot \mathbf{V}_\Sigma = 0$) is remained the same as it was originally formulated by Prof. *V.A. Shishkov*;
- the second fundamental condition, that is, the condition of conjugacy of the mating tooth flanks is enhanced to the cases of intersected-axis gearing (I_a -gearing), and C_a -gearing. More in detail this issue is discussed in the monograph [2];
- the third condition, that is: $p_{b,g} = p_{b,op}$, $p_{b,p} = p_{b,op}$, and/or $p_{b,g} = p_{b,p} = p_{b,op}$ for the first time ever was formulated by the author [1].

¹ It is important to stress here that rotations ω_g and ω_p are not vectors in nature. Therefore, a special care needs to be undertaken when treating rotations of the gear and the pinion as vectors.

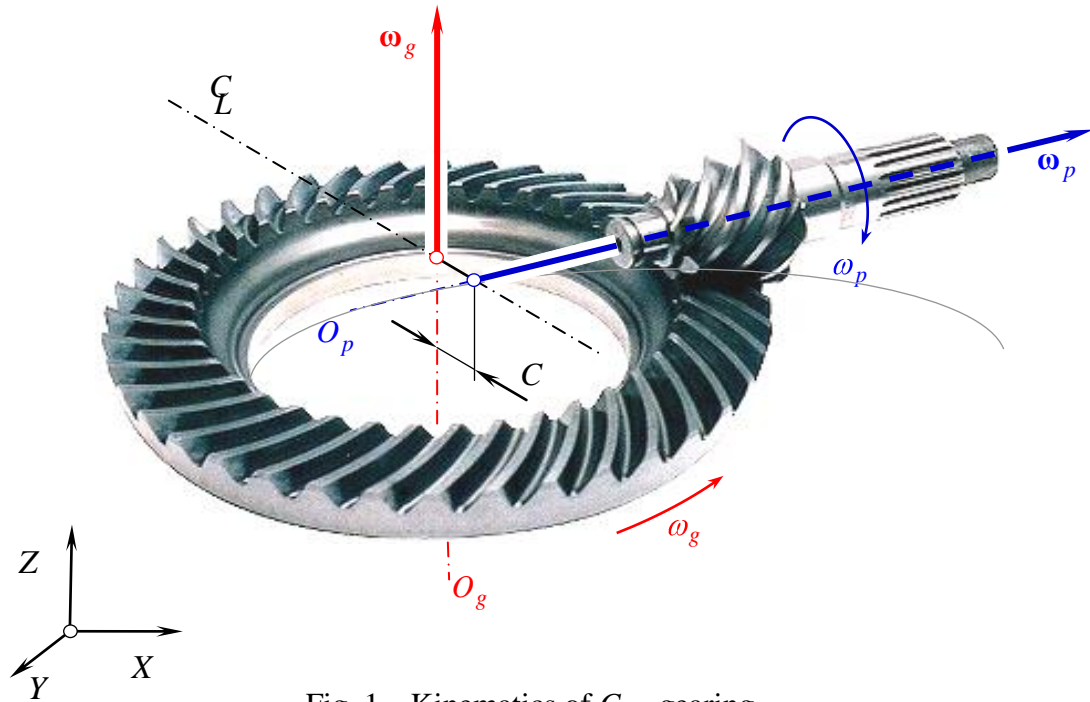


Fig. 1 – Kinematics of C_a -gearing.

It is right point to stress here that the third condition ($P_{b.g} = P_{b.op}$, $P_{b.p} = P_{b.op}$, and/or $P_{b.g} = P_{b.p} = P_{b.op}$) is the most powerful condition. This means that if the third condition is fulfilled, the rest of the conditions is fulfilled as well.

Use of the developed theory of gearing made it possible the development of novel types of gearing, for example, of the so-called, R -gearing, and others. It should be mentioned here that R -gearing is the only type of C_a -gearing with line contact between the tooth flanks, G and P . This is the only type of C_a -gearing that meets all three fundamental requirements, and that is capable of transmitting a rotation smoothly from the driving shaft to the driven shaft.

References:

1. Radzevich, S.P., Theory of Gearing: Kinematics, Geometry, and Synthesis, CRC Press, Boca Raton Florida, 2012. – 743 pages. <http://www.crcpress.com/product/isbn/9781466514485>
2. Radzevich, S.P., Geometry of Surfaces: A Practical Guide for Mechanical Engineers, Willey, 2013. – 264 pages. <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118520319.html>

УДК 621.91.002

А.Є. Стецько, канд. техн. наук, доцент

Українська академія друкарства, andrew73@ukr.net

О.О. Паламар, канд. техн. наук, доцент

Українська академія друкарства, pal5612@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОВЕРХОНЬ КОМПЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Для обробки деталей з композитними покриттями, які відносяться до важкооброблюваних матеріалів, широке застосування мають інструменти з надтвердого матеріалу на основі кубічного нітриду бору. Враховуючи морфологічні особливості композитного шару [1] обробка повинна супроводжуватися високими динамічними навантаженнями на різальне лезо, що пов'язано з наявністю на поверхні покриття мікронерівностей, а також з неоднорідністю структури і властивостей шару покриття [2].

Для обробки обрано токарні різці з різальною частиною, споряджені надтвердою пластиною з кубічного нітриду бору з параметрами: $\gamma = -5^\circ$; $\alpha = 15^\circ$; $\alpha_1 = 15^\circ$; $\varphi = 30^\circ$; $\varphi_1 = 20^\circ$; $\lambda = 0^\circ$. Для шліфування обрано шліфувальний круг: ПП350×40×127 24А 16 С1 К5.

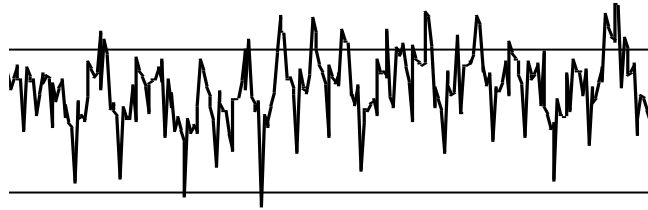


Рис. 1 – Профілограма шорсткості поверхні зразка зі сталі 45 виготовленої комплексним методом хімічної обробки і дифузійного хромування після механічної обробки – точіння, виконаного за режимами: $S = 0,065$ мм/об., $t = 0,05$ мм, $v = 200$ м/хв.; геометричні параметри різця: $\gamma = -5^\circ$, $\alpha = 15^\circ$, $\alpha_1 = 15^\circ$, $\varphi = 30^\circ$, $\varphi_1 = 20^\circ$, $\lambda = 0^\circ$; швидкість датчика – 10 мм/хв; вертикальне збільшення –4 000; частота запису – 20 Гц

Мінімальна шорсткість (див. рис. 1) після лезової механічної обробки зміцненої поверхні деталей машин комплексним методом хімічного оброблення і дифузійного хромування забезпечена при подачі $S = 0,065$ мм/об., глибині різання $t = 0,05$ мм та швидкостях різання 150 – 200м/хв. При цьому забезпечено радіус вершини різця в межах 0,2...0,4 мм. При даних умовах забезпечено шорсткість поверхні не вище $R_z < 10$ мкм, або $R_a < 2$ мкм.

Оптимальний режим різання повинен забезпечувати максимальну довговічність отриманих деталей, найбільшу продуктивність і найменшу собівартість їх оброблення із забезпеченням необхідної точності оброблення.

Технологічні процеси (ТП) виготовлення деталей отримано на основі спроектованих каскадних графів ТП виготовлення типових деталей машин та проведених розрахунків.

Задача оптимізації технологічного процесу виготовлення, встановлення оптимальних режимів різання, для широко розповсюджених деталей тіл обертання, зводиться до нелінійної задачі математичного програмування. За умовою необхідно максимізувати довговічність роботи деталі. На (рис.2) наведено робоче вікно результату програми, яка написана у середовищі ліцензованої Delphi 7, де наведено результати розрахунку технологічних параметрів фінішної обробки та маршрутна технологія обробки експериментального зразка, виготовленого зі сталі 45.

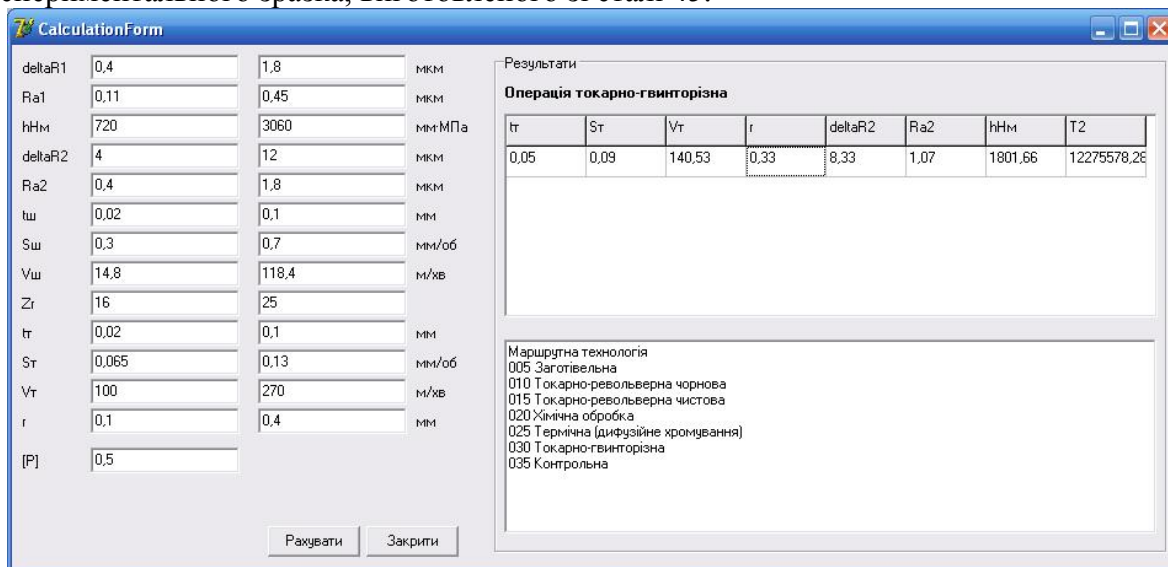


Рис. 2 – Зовнішній вигляд робочого вікна програми оптимізаційного процесу фінішної механічної обробки деталей тіл обертання

Програма [3] дозволяє інженерам-технологам проектувати технологічний процес та розрахувати елементи режиму різання фінішної операції деталей, виготовлених або відновлених комплексним методом.

Отже, запропонована методика оптимізації режимів різання дозволяє визначати значення t_T , S_T , V_T , r , t_{III} , S_{III} , V_{III} , Zr , які забезпечують необхідну точність площинних деталей та деталей типу тіл обертання і значно підвищити продуктивність праці інженерно-технічних працівників у процесі технологічної підготовки виробництва та зменшити собівартість. Оптимізаційна модель дозволяє визначати такі оптимальні значення елементів режиму різання, які забезпечують задану точність оброблених деталей з імовірністю 95%.

Розроблена математична модель і програма в середовищі Delphi 7 дозволяють визначати значення оптимальних режимів різання (глибини різання, швидкості, подачі та інших) для фінішних операцій та маршрутну технологію для різних виробничих умов.

Список посилань

1. Стецько А. Є. Технологічне забезпечення ресурсу роботи виготовлених і відновлених деталей: монографія. / А. Є. Стецько. – Львів: Видавнича компанія «АРС», 2013. – 240 с.
2. Клименко С. А. Точение износостойких защитных покрытий / [С. А. Клименко, Ю. А. Муковоз, Л. Г. Полонский, П. П. Мельничук] – К.: Техніка, 1997. – 144 с.
3. Ком'ютерна програма «Програмний комплекс «Точність та шорсткість» («Точність та шорсткість») / Стецько Андрій Євгенович. – Свідोцтво про реєстрацію авторського права на твір № 57828 від 25.12.2014 р., Державний департамент інтелектуальної власності.

УДК 621.914.02

В.И. Ступа, докт. техн. наук, профессор

Черниговский национальный технологический университет, stupa@ok.net.ua

НАНОТЕХНОЛОГИИ

«Нанотехнологии произведут такую же революцию в манипулировании материей, какую произвели компьютеры в манипулировании информацией»
Ralph Merkle (Xerox, Palo Alto)

Нанотехнология это:

- совокупность технологий и методик, позволяющих манипулировать отдельными атомами и молекулами с размерами 1 - 100 нанометров;
- знание и управление процессами в одном или более измерениях, когда ввод в действие размерного эффекта (явления) приводит к возможности новых применений;
- использование свойств объектов и материалов в нанометровом масштабе, которые отличаются от свойств свободных атомов или молекул, а также от объемных свойств вещества, состоящего из этих атомов или молекул, для создания более совершенных материалов, приборов, систем, реализующих эти свойства [1].

В практическом аспекте нанотехнологии - это технологии производства устройств и их компонентов, необходимых для создания, обработки и манипуляции атомами, молекулами и частицами.

«Если при уменьшении объема какого-либо вещества по одной, двум или трем координатам до размеров нанометрового масштаба возникает новое качество, или это качество возникает в композиции из таких объектов, то эти образования следует отнести к наноматериалам, а технологии их получения и дальнейшую работу с ними - к нанотехнологиям.» (Ж.И. Алферов)

«Нано» (от греч. nanos – карлик) обозначает одну миллиардную долю (10^{-9} м) или часть чего-либо и в применении к описываемым объектам подразумевает, что их размеры находятся в пределах от 1 до 1000 нм (10^{-9} м), что соответствует уровням организации от атомарного до молекулярного или субклеточного (рис.1).

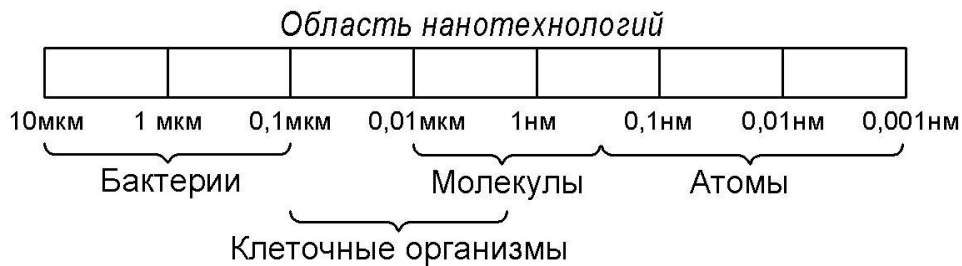


Рис.1 – Область нанотехнологий

Под определение «наночастицы» попадают практически любые супрамолекулярные комплексы. Однако, по уже сложившейся традиции, под наночастицами обычно подразумевают искусственно созданные молекулярные конструкции [2].

Ричард Фейнман, в 1959 году, в своей лекции «Там внизу полно места», обосновал перспективы материалов и устройств, построенных на частицах с размерами единичных атомов или молекул.

Наноиндустрия и микросистемы являются ключевыми сферами высокотехнологичного развития и могут изменить облик мира уже в течение ближайшего десятилетия.

Первая научно-техническая революция (НТР) - индустриальная или энергетическая - меняла облик мира в период с конца XIX по первую половину XX века и характеризовалась расточительным характером использования природных ресурсов Земли.

Появление транзисторов, информационных систем и компьютеров во второй половине XX века предвосхитило вторую информационную НТР, открывшую постиндустриальный этап развития цивилизации.

Путь к третьей, невиданной по своему размаху НТР, которая изменит облик мира уже к концу первой половины XXI века – это нанотехнологии и наноиндустрия.

Наноиндустрия базируется на технологическом, машиностроительном, производственном и научном обеспечении процессов, связанных с манипуляциями атомами и молекулами. Квантовый характер нанотехнологических процессов делает их в высшей степени наукоемкими и стимулирует развитие таких направлений, как атомно-молекулярный дизайн, вычислительные разделы химии, физики, биологии, электроники и многоуровневое математическое моделирование.

По мнению специалистов, нанотехнологии будут определять развитие в XXI веке практически всех областей человеческой цивилизации: техники, медицины, биологии, освоения космоса, сельского хозяйства, пищевой промышленности и т.д.

По надежным, множественным прогнозам специалистов [3], уже в ближайшие годы в практику войдет молекулярная нанохирургия, наноремонт биологических клеток, появятся лекарства от старения, возникнет наноразмерная элементная база электроники для работы в условиях космоса, появятся средства для создания наноконьютеров. Биологи считают вероятным появление в ближайшее время таких математических моделей сложных белковых образований, которые позволят сознательным образом синтезировать гены для различных целей, в том числе, для воспроизводящих себя молекулярных биороботов (наноассемблеров).

Существует два типа (принципа) развития нанотехнологий:

- тип «снизу–вверх» (англ. «bottom–up»);
- тип «сверху–вниз» (англ. «top–down»).

Тип «снизу–вверх» — технология получения наноструктурированных материалов, в которой реализуется образование наночастиц из атомов и молекул, т. е. достигается укрупнение исходных элементов структуры до частиц нанометрового размера. К технологиям этого типа относятся методы, применяемые для получения изолированных наночастиц, нанопорошков и компактных наноматериалов. К этим методам относятся такие, как газофазный синтез с последующей конденсацией паров, плазмохимический синтез, осаждение из коллоидных растворов, химическое и физическое осаждение пленок и покрытий из газовой фазы, плазмы или жидких растворов на подложку; электроосаждение пленок и покрытий; термическое разложение (пиролиз); детонационный синтез.

Тип «сверху–вниз» — технология получения наноструктурированных материалов, в которой нанометровый размер частиц достигается с помощью измельчения более крупных частиц, порошков или зерен твердого тела. К технологиям этого типа относятся, например, методы, применяемые для получения компактных наноматериалов и нанопорошков из объемных заготовок: кристаллизация аморфных сплавов, интенсивная пластическая деформация, электрохимическое травление, упорядочение твердых растворов и нестехиометрических соединений.

Междисциплинарность нанотехнологий определяется широким использованием физических, химических и биологических знаний и методов создания наноматериалов и наноструктур, а также важностью использования нанотехнологий для решения задач в различных областях человеческой деятельности, в том числе, в медицине и технике [4].

Разработка и применение нанотехнологий в области машиностроения позволят достичь следующих основных целей [5]:

- 1) изменение структуры валового внутреннего продукта в сторону увеличения доли наукоемкой продукции;
- 2) повышение эффективности производства;
- 3) ориентация экспорта на конечную высокотехнологичную продукцию и услуги путем внедрения наноматериалов и нанотехнологий в технологические процессы;
- 4) создание новых рабочих мест для высококвалифицированного персонала инновационных предприятий, создающих продукцию с использованием нанотехнологий;
- 5) развитие фундаментальных представлений о новых явлениях, структуре и свойствах наноматериалов;
- 6) формирование научного сообщества, подготовка и переподготовка кадров, нацеленных на решение научных, технологических и производственных проблем нанотехнологий;
- 7) создание наноматериалов и наносистемной техники, с достижением на этой основе мирового уровня в фундаментальной и прикладной науках.

Использование возможностей нанотехнологий может уже в недалекой перспективе принести значительный экономический эффект в машиностроении [5]:

- 1) увеличение ресурса режущих и обрабатывающих инструментов с помощью специальных покрытий и эмульсий;
- 2) широкое внедрение нанотехнологических разработок в модернизацию парка высокоточных и прецизионных станков;
- 3) созданные с использованием нанотехнологий методы измерений и позиционирования обеспечат адаптивное управление режущим инструментом на основе оптических измерений обрабатываемой поверхности детали и обрабатывающей поверхности инструмента непосредственно в ходе технологического процесса. Например, эти решения позволят снизить погрешность обработки с 40 мкм до сотен нанометров;

- 4) в двигателестроении и автомобильной промышленности за счет применения наноматериалов, более точной обработки и восстановления поверхностей можно добиться значительного (до 1,5-4 раз) увеличения ресурса работы автотранспорта, а также снижения втрое эксплуатационных затрат (в том числе расхода топлива), улучшения совокупности технических показателей (снижение шума, вредных выбросов);
- 5) в электронном и электротехническом машиностроении расширение возможностей радиолокационных систем за счет применения фазированных антенных решеток с малозащумными СВЧ-транзисторами на основе наноструктур и волоконно-оптических линий связи с повышенной пропускной способностью с использованием фотоприемников и инжекционных лазеров на структурах с квантовыми точками; совершенствование тепловизионных обзорно-прицельных систем на основе использования матричных фотоприемных устройств, изготовленных на базе нанотехнологий и отличающихся высоким температурным разрешением; создание мощных экономичных инжекционных лазеров на основе наноструктур для накачки твердотельных лазеров, используемых в фемтосекундных системах;
- 6) В энергетическом машиностроении наноматериалы используются для совершенствования технологии создания топливных и конструкционных элементов, повышения эффективности существующего оборудования и развития альтернативной энергетики (адсорбция и хранение водорода на основе углеродных наноструктур, увеличение в несколько раз эффективности солнечных батарей на основе процессов накопления и энергопереноса в неорганических и органических материалах с нанослоевой и кластерно-фрактальной структурой, разработка электродов с развитой поверхностью для водородной энергетики на основе трековых мембран).

Список ссылок

1. ISO/TC 229 Nanotechnologies [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=381983
2. Наномедицина будущего: трансдермальная доставка с использованием наночастиц [Электронный ресурс]./ А. Полянский. Режим доступа: <http://biomolecula.ru/content/324>
3. National Nanotechnology Initiative. The Initiative and its Implementation Plan. National Science and Technology Council, Committee on Technology, Sub-committee on Nanoscale Science, Engineering and Technology. Washington. D.C. July 2000. 141 p.
4. Eric Drexler. Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology / E. Drexler. – Doubleday, 1986 – 271 p.
5. Применение нанотехнологий в машиностроении [Электронный ресурс]./ Н.В. Фараон. Режим доступа: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2011/fimm/pharaon/library/article1.htm>
6. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применения / Бернард Глик, Джек Пастернак / Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 589 с.
7. Головин Ю. И. Введение в нанотехнику [Текст] / Ю. И. Головин. – М. : Машиностроение, 2007. – 496 с.
8. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: Физматлит, 2007. – 416 с.
9. Пул Ч. Нанотехнологии : [учеб. пособие] / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина; дополнения В. В. Лучинина. – 2-е изд., доп. – Москва: Техносфера, 2005. – 334 с.
10. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию: пер. с яп. / Н. Кобаяси. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 134 с.
11. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса, П. Аливисатоса. – М: Мир, 2002. – 292 с.
12. Суздаев И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов./ И.П. Суздаев. – 2-е изд., испр. – М.: URSS, 2008. – 589 с.

УДК 62-231:621.9.04

О.В. Литвин, канд. техн. наук, доцент,

І.В. Ящук, аспірант,

Національний технічний університет України «КПІ», kvm_mmi@mail.ru

КОМБІНАТОРНИЙ СИНТЕЗ СТРУКТУР ЗАТИСКНОГО ПАТРОНА НА ОСНОВІ ЙОГО МОРФОЛОГІЇ

Конструювання верстатних пристроїв, в тому числі затискних патронів (ЗП), становить вагому частину трудомісткості і собівартості технологічної підготовки машинобудівного виробництва. У сучасних умовах для багатьох машинобудівних підприємств і проектних фірм на перший план висуваються завдання розробки нових і вдосконалення існуючих засобів затискного оснащення. Стримуючим фактором у підвищенні ефективності від застосування нових конструкцій затискних патронів є хаотичний підхід в прийнятті рішень щодо конструювання та формування комплектів затискної оснащення.

Загальновідомо, що однією з актуальних задач сучасних систем пошуку нових конструкцій ЗП є удосконалення методів запису, обробки, пошуку та збереження графічної інформації, якою представлені зображення моделей ЗП, а також деталі й інші елементи його конструкції. Разом з тим з точки зору можливості реалізації проектних задач виділяють чотири основних типи, які визначаються типами об'єктів проектування, а саме:

- 1) об'єкт, що проектується, може бути скомпонований з готових елементів та блоків;
- 2) для об'єкту, що проектується, немає повного набору готових компонентів, але існують готові аналогічні, з яких шляхом зміни параметрів можливо отримати необхідні;
- 3) не існує аналогічних елементів, але відомі принципи їх побудови;
- 4) не відомі принципи побудови елементів об'єкта.

В системі ЗП в процесі затиску та виконання технологічних операцій відбувається перерозподіл енергії від приводу: кінетичної, що витрачається на переміщення поступальних та обертальних ланок, потенційної в вигляді деформованих пружних ланок передавально - підсилюючих ланок патрона та деталі, роботи з подолання сил тертя внутрішнього та зовнішнього, що перетворюється в тепло.

Одним із шляхів вирішення завдання створення нових конструкцій ЗП є втілення прогресивних методів пошуку нових технічних рішень на ранніх стадіях технологічної підготовки виробництва. До таких методів відноситься уніфікаційний синтез, метод комбінаторного синтезу елементів різних модульних систем, структурно-параметричний аналіз [1].

Згідно методу уніфікаційного синтезу кожний із елементів будь-якої технічної системи можна подати у вигляді бінарного коду, складеного із так званих, X та Y хромосом. Таким чином генерування альтернатив здійснюється в декілька етапів: генерування структури X-хромосом, генерування структури Y- хромосом, комбінування XY-хромосом. Одним із елементів уніфікаційного синтезу є підбір елементів структури на основі дослідження функцій та властивостей елементів ієрархії.

Властивостями цієї структури є:

- будь-який об'єкт є елементом певної структури;
- будь-яка категорія є підкласом іншої структури;
- елементи структури можуть бути розпізнані за деякими властивостями;
- кожній структурі притаманна сукупність властивостей.

Структура відображає різноманіття варіантів реалізації ЗП, який включає підготовку та подачу енергії, процеси перетворення енергії в переміщення передавально-підсилюючої ланки, зв'язок передавально-підсилюючої ланки з затискними елементами, забезпечення положення заготовки відносно інструмента та збереження цього положення при силовому

впливі інструменту на заготовку, створення зусилля затиску заготовки, компенсацію відцентрових сил, регулювання зусилля затиску, заміну затискних елементів, очищення упорів, затискання-розтискання заготовки. Стрілки графів показують підпорядкованість ознак. Нанесені на графах знаки означають для подальшого (вищого) порядку структури: "o" - альтернативність ознаки з числа можливих; "●" - одночасне застосування визначальних ознак; "x" застосування ознак деталізації в будь-якому поєднанні [2]. Знак "o", нанесений безпосередньо на графічне зображення ознаки, означає потенційну можливість його варіантності, ще не встановлену на момент побудови дерева (рис.1).

Безліч конструктивних рішень ЗП описуються п'ятьма деревами, що представляють корпус та передавально-підсилюючі ланки; основні та допоміжні затискні елементи; упори для заготовки; допоміжні механізми (компенсації відцентрових сил, зміни затискних елементів, поворот заготовки та ін.). Перші три з них є первинними деревами конструктивних і апаратурних конструктивних рішень і мають самостійні коріння. Два останніх - вторинні, їх коріння виростають з елементів дерева основної структури ЗП, який має найбільш складну ієрархію.

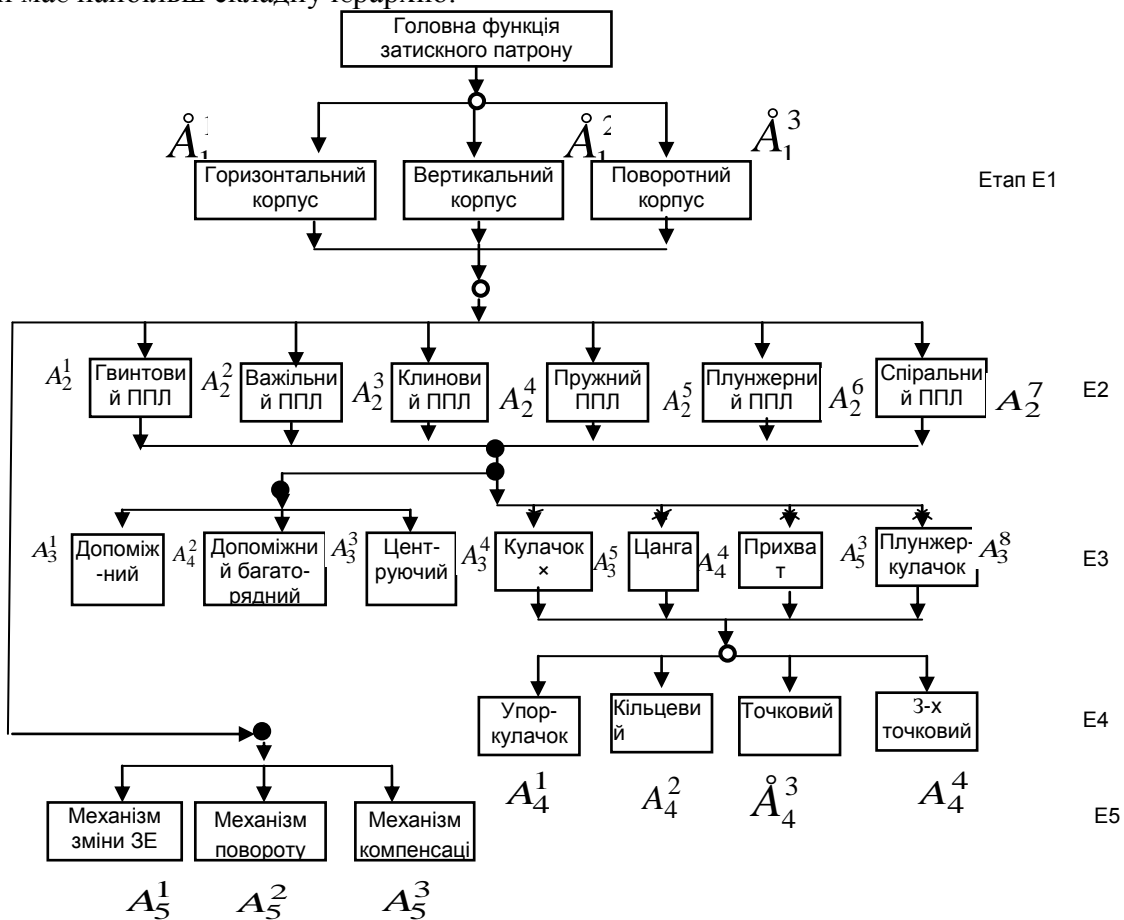


Рис. 1 – Дерево цілей технічного та організаційного розвитку ЗП

Кузнецовим Ю.М. та його учнями розроблена узагальнена модель силових (енергетичних) потоків в ЗП, уніфіковані структурні формули затискних механізмів та видів передавально-підсилюючих ланок для різних силових потоків, в т.ч. патронів для тіл обертання. Для затиску в патроні тіл обертання кількість варіантів розташування сил та моментів складає 48 [3].

Список посилань

1. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества: учебн. пособ. для студ. вузов / А. И. Половинкин. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.

2. Гамрекелі М.Н. Метод синтеза оптимальних апаратурно-функціональних технічних комплексів/ М.Н. Гамрекелі // Известия вузов. Машиностроение – 2006. – № 9. – С.75 – 84.

3. Кузнецов Ю.Н. Теория технических систем. Учебник / Ю.Н. Кузнецов, Ю.К. Новоселов, И.В. Луцив. – Севастополь: СевНТУ, 2010. – 242 с.

УДК621.004

**Боровик А.І., канд. техн. наук, доцент,
Серков Є.О., ст. викладач,
Нестеренко Ю.Г., ст. викладач,**

Черкаський державний технологічний університет, nesterenko_chdtu@mail.ru

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДІВНОГО НАПРЯМКУ

Одним з головних принципів сучасних систем управління якістю є системний підхід. Отже, для підвищення якості будь якого бізнес - процесу машинобудівного підприємства необхідно покращити якість його складових процесів. Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) – одна з основних складових частин бізнес-процесів будь якого підприємства. Разом з конструкторською підготовкою виробництва (САД) бізнес-процес ТПВ визначає якість виробів, що виготовляються, людські та матеріальні ресурси, що витрачаються і, як наслідок, собівартість продукції. Тому підвищення якості ТПВ є однією з актуальних задач сучасного машинобудівного підприємства.

ТПВ полягає в забезпеченні технологічної готовності підприємства до випуску даного виробу, при дотриманні вимог до якості, термінів і обсягу випуску з урахуванням запланованих витрат.

Звести завдання з подібними невизначеностями до точно поставлених цілей не можна в принципі. Для цього треба "зняти" невизначеності. Одним з таких способів зняття є суб'єктивна оцінка спеціаліста (експерта, досвідченого конструктора-технолога, керівника), що визначає його переваги.

Комп'ютерна підтримка процесу прийняття рішень так чи інакше заснована на формалізації методів отримання вихідних і проміжних оцінок, які дають ОПР, і алгоритмізації самого процесу вироблення рішення [1].

Як правило, багато ОПР, в тому числі і конструктори, не звикли до кількісних оцінок в процесі прийняття рішень, не звикли оцінювати свої рішення на основі математичних методів за допомогою будь-яких функцій. Вони не усвідомлюють наслідки прийнятих рішень. Сьогодні це безумовно є серйозним психологічним бар'єром для впровадження в практику методів комп'ютерної підтримки прийняття рішень. При проектуванні процес рішення кожної проектної задачі представляється у вигляді ітераційної процедури (рисунок 1).



Рис.1 – Етапи та процедури автоматизованого проектування

Більшість існуючих в даний час СППР базуються на двох технологіях, що забезпечують передачу тексту і графіки - це телекомунікації та бази даних. Використання мультимедіа додає третю складову - віртуальну реальність, так як словесне, табличне і аналітичний опис, а також представлення у вигляді креслень, не завжди є адекватним [2]. В процесі робочого проектування в результаті конструкторського опрацювання з'являються зміни, уточнення і доповнення до змісту референсних моделей, які з прогностичних моделей перетворюються в ході проектних ітерацій в реальну модель конструктивно-функціонального модуля.

Введемо формальне поняття концептуального рішення. Концептуальним (надалі, базовим) проектним рішенням X^k є трійка:

$$X^k = \{X_o, X_o^D, X_o^N\} \quad (1)$$

де X_o – сукупність «найменувань» параметрів, що визначають проект;

X_o^D – конкретні числові значення дискретних та безперервних параметрів (можливо наявність логічних змінних) відповідно.

Отже, в формалізованому вигляді задачу вибору базового проектного або концептуального рішення X^* в CAD/CAM/CAE можна представити таким чином:

$$L^k = \{Z_o, S_o, G_o, V_o, Y_o, K_o, F_o, W_o, X_o^*\} \quad (2)$$

де Z_o – умови проекту, що реалізуються і враховують наявну виробничу базу та досягнутий науково-технічний рівень;

S_o – комплекс метричних, топологічних, схемо технічних, технологічних, структурних, вартісних і тимчасових обмежень;

G_o – множина концептуальних рішень, що розглядається;

V_o – формальне правило, що виділяє з безлічі даних варіантів раціональні варіанти;

Y_o – безліч раціональних варіантів проекту;

K_o – вектор критеріїв оцінки якості проектних рішень;

F_o – правило, яке ставить у відповідність кожним $X^k = \{X_o, X_o^D, X_o^N\}$ значення критеріїв оцінки якості;

W_o – правило вибору найприйнятнішого варіанту проекту з безлічі раціональних варіантів;

X_o^* - підмножина варіантів параметрів, які є рішенням поставленої задачі (множині цільових варіантів).

Рішення вказаних вище задач проводиться на основі аналізу багаторівневої математичної моделі ОП, що зв'язує параметри етапів функціонально-логічного, конструкторського проектування і етапу ТПВ.

В результаті проведення дослідження, на основі аналізу особливостей ТПВ і специфіки розв'язуваних задач отриманий конструктивний опис об'єкту управління. Встановлено та формалізовано взаємозв'язки інтегрованих систем управління ТПВ, що дозволяють побудувати структурні схеми та виявити рішення підтримки процесів управління в єдиному інформаційному просторі підприємства.

Список посилань

1. Блюмин С. Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С.Л. Блюмин, И. А. Шуйкова. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
2. Зильбербург Л.И. Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении/ Л.И. Зильбербург, В. И. Молочник, Е. И. Яблочников. – СПб: «Компьютербург», 2003. – 152 с.

УДК621.9.06

Нестеренко Ю.Г., ст. викладач
 Серков Є.О., ст. викладач
 Тільнов Я.В., магістр
 Осапат Р.В., магістр

Черкаський державний технологічний університет, nesterenko_chdtu@mail.ru

РОЗРОБКА ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ГРАВІРУВАННЯ З СИСТЕМОЮ ЧПК

Для надання студентам факультету комп'ютеризованих технологій машинобудування та дизайну Черкаського державного технологічного університету (ФКТМД ЧДТУ) теоретичних та практичних навичок по даному напрямку на кафедрі технології та обладнання машинобудівних виробництв (ТОМВ) був створений пристрій для гравірування з системою числового програмного керування (ЧПК). Основні частини пристрою з ЧПК - станина, крокові двигуни, електропривід, механічна частина, інструменти, комп'ютер, програмне забезпечення і спеціальні пристрої. Структурна схема пристрою для гравірування з ЧПК представлена на рисунку 1.

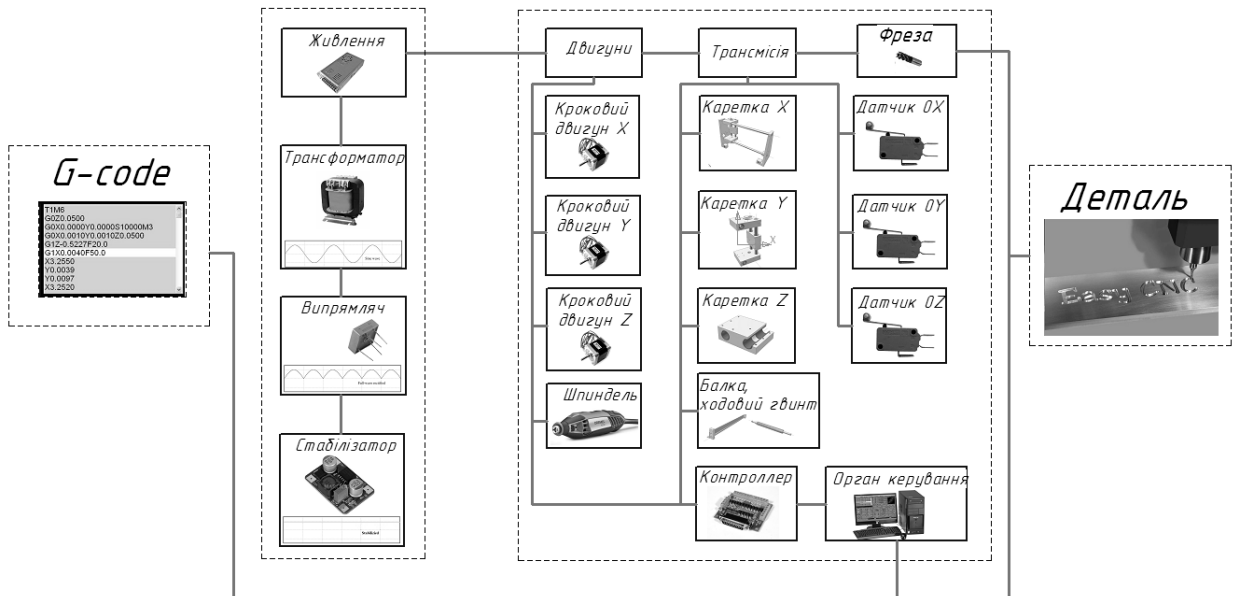


Рис. 1 – Структурна схема пристрою для гравірування з ЧПК

Інтерпретатор системи ЧПК робить переклад програми з мови програмування в команди управління головним приводом, приводами подач, контролерами управління вузлів верстата (наприклад, включити/виключити охолодження). Для визначення необхідної траєкторії руху робочого органу інструменту або заготовки в цілому відповідно командам керуючої програми використовується інтерполятор, що розраховує положення проміжних точок траєкторії по заданим в програмі кінцевим точкам [1].

Крокові двигуни здійснюють переміщення шпинделя з різальним інструментом по трьом координатам завдяки кареткам. За допомогою органу керування сигнали системи ЧПК передаються датчикам, що керують траєкторією руху різального інструмента. Для програмного забезпечення пристрою для гравірування вибрана система ЧПК «kCAM».

Діюча модель пристрою відрізняється від більшості промислових зразків дешевизною за рахунок відсутності інтерфейсної плати. Пристрій підключається напряму до порту LPT комп'ютера [2].

Для дисципліни «Технологія обробки на верстатах з ЧПК» були розроблені методичні вказівки для виконання лабораторних робіт, які включають в себе теоретичну та практичну частини, індивідуальні завдання. В результаті виконання даної лабораторної роботи передбачено отримання реальної моделі конкретної деталі. Тривимірна модель пристрою була розроблена в системі «Г-FLEX» (рисунок 2).

Технічні характеристики пристрою для гравірування наведені в таблиці 1

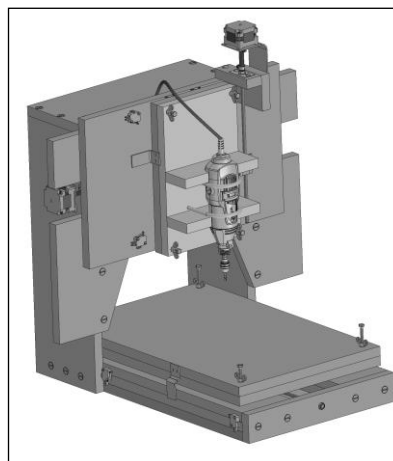


Рис. 2 – 3D-модель пристрою

Таблиця 1 – Технічні характеристики пристрою для гравірування

| Характеристика | Параметр | Характеристика | Параметр |
|----------------------------------|-------------|--|---------------------|
| Модель пристрою | ЧПК-ЧДТУ | Тип крокових двигунів | Уніполярні |
| Розміри столу, мм | 460x300 | Пересування за допомогою крокових моторів X, Y, Z, Ампер | 0,2 |
| Оброблюване поле: X, Y, Z, мм | 280x300x140 | Точність базування інструменту (теоретична), мм | 0,05 |
| Висота заготовки, мм | до 130 | Габарити включаючи мотори: довжина, ширина, висота, мм | 460 x 500 x 570 |
| Швидкість позиціонування, мм/хв. | 300 | Вага без шпинделя і контролера, кг | 20 |
| Робоча швидкість, мм/хв. | 300 | Живлення | 230V / 50 Гц |
| Кінцеві вимикачі X, Y, Z | так | Метод кріплення інструменту | Патрон свердлильний |
| Лімітування робочого поля | програмно | Ціна, грн. (орієнтовно) | 3000 |
| Потужність шпинделя, Вт | 400 | | |

В результаті проведення даної роботи на основі розробленої конструкторської документації була виготовлена діюча модель пристрою з ЧПК, вивчені принципи керування ЧПК на базі програмного комплексу «кСАМ», а також розроблені та впроваджені у навчальний процес методичні вказівки для дисципліни «Технологія обробки на верстатах з ЧПК».

Список посилань

1. Гжиров Р.И. Программирование обработки на станках с ЧПУ. Справочник. / Р.И. Гжиров, П.П. Серебrenицкий. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 588 с.
2. Кузнецов Ю.Н. Станки с ЧПУ: Учебное пособие / Ю.Н. Кузнецов. – К.: Вища школа, 1991. – 278 с.

УДК 62-1/-9:62-822

О.П. Космач, канд. техн. наук, ст. викладач.

А.В. Білоус, студент

Чернігівський національний технологічний університет, alexkos86@gmail.com

МАТЕМАТИЧНІ ПІДХОДИ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ

В умовах промислового виробництва все гостріше постає проблема ефективного використання різних видів енергії та енергоносіїв. Це обумовлено тим, що в більшості розвинених країн світу промисловий сектор потребує використання значної кількості енергії. Наприклад, в Німеччині промисловістю витрачається 28% від загальних витрат енергії країни [1]. Використання електричних стандартів та вимог до способів і засобів перевезення виготовленої продукції посприяло достатньо низькому коливанню енергетичних витрат виробництва, які на сьогодні коливаються в межах 1...2 порядків. При цьому споживана ефективна потужність обладнання більшості розвинених підприємств складає в межах 5...50 кВт [2]. Слід відмітити, що поряд з цим потоки різних видів матеріалів можуть коливатися в межах 10 порядків. В зв'язку з цим, важливою складовою сучасних технологій є не тільки мінімізація часових витрат на виготовлення продукції, але й мінімізація енергетичних витрат, а також їх загальна енергоефективність. Наприклад для верстатів, які мають загальну потужність декілька тисяч кВт, загальна ефективність може складати менше 0,2, що, безумовно, буде відображатися на продуктивності та собівартості виготовленої продукції [3].

В зв'язку з цим математичний опис процесів енергетичних витрат на кожному етапі виробництва є водночас актуальною та складною задачею. Тому більшість існуючих моделей енергетичних витрат можна розділити на декілька ієрархічних рівнів найнижчими з яких будуть мікропоказники окремих процесів, які пов'язані з виготовленням готової продукції. На найвищому рівні розглядаються макропоказники енергоефективності самого виробництва, а на більш нижчих рівнях аналізуються окремі складові виробничого процесу, наприклад, виробниче обладнання. Так в [4] для опису енергетичних витрат, які пов'язані з виготовлення продукції в кількості N на пресовому обладнанні використовується вираз виду

$$E_{step,i} = E_{per\ unit,i} + E_{fixed,i} / N, \quad (1)$$

де $E_{per\ unit,i}$ – енергетичні витрати, які пов'язані з формоутворенням поверхонь;

$E_{fixed,i}$ – енергетичні витрати, які пов'язані з ремонтними та відновлювальними роботами інструменту та рухомих з'єднань;

N та i – відповідно, кількість деталей, які одночасно виготовляються та загальна кількість переходів.

Альтернативним варіантом зменшення енергетичних витрат при виробництві продукції в даному випадку буде використання лазерних технологій, що не потребує додаткових енергетичних витрат на відновлення обладнання.

Загальний макропоказник ефективності будь-якого виробничого обладнання описується виразом виду

$$\eta_{Machine}(t) = \frac{P_{Process}(t)}{P_{Machine}(t)}, \quad (2)$$

де $P_{Process}(t)$ – витрати потужності в часі, які пов'язані безпосередньо з процесом формоутворення поверхонь;

$P_{Machine}(t)$ – витрати потужності в часі, які враховують загальну споживну потужність обладнання.

В свою чергу енергетичні витрати, які пов'язані з процесом різання згідно [3] описуються виразом виду

$$E_{cs} = \frac{P_c}{60 \eta Z}, \quad (3)$$

де P_c – потужність на шпинделі, кВт;

Z – швидкість відділення матеріалу від заготовки, см³/хв;

η – ефективність обладнання, яка залежить від методу обробки.

З точки зору мінімізації енергетичних витрат, особливу увагу слід приділяти аналізу складової рівняння P_c , яка враховує вагому частку втрат енергії через тертя, механічне зношування, пружні коливання, акустичне та теплове випромінювання тощо.

При дослідженні процесів енергоефективності можуть використовуватися і макропоказники процесів, які враховують лише корисну складову при витратах енергії. Так, наприклад, в [4] при дослідженнях найпоширеніших методів обробки матеріалів використовується не принцип енергетичних витрат, а концепція ексергії, яка враховує потенціал матеріалів для здійснення корисної роботи в одиницях Дж. Аналіз ексергії складається з двох етапів: 1 – визначення меж системи; 2 – визначення вхідних B_{in} та вихідних B_{out} показників ексергії. Втрати ексергії B_{lost} визначають як різниця цих значень згідно виразу виду $B_{lost} = B_{in} - B_{out}$.

При дослідженні мікропоказників енергоефективності обладнання максимально враховуються окремі стадії їх роботи, які характеризують процеси енергетичних витрат. Наприклад, роботі шпиндельного вузла виділяють декілька стадій енергетичних витрат: 1 – вмикання та пов'язані з цим перехідні процеси; 2 – вихід на стаціонарний режим змащування опор; 4 – встановлення заготовки; 5 – процес обробки, який залежить від визначеного методу формування поверхонь; 6 – зміна умов змащування та зменшення швидкості обертання; 7 – зняття заготовки; 8 – вимикання шпинделя.

Результати багатьох досліджень показують, що підготовчі та заключні етапи роботи шпиндельного вузла складають більшу частину енергетичних витрат в умовах обробки, а процесу різання відповідає 5...20 % загальних енергетичних витрат. Слід відмітити, що мінімізація енергетичних витрат на процес різання є окремим напрямком наукових досліджень. Наприклад, підбір матеріалу різальної частини дозволяє скоротити енергетичні витрати на обробку пазу різанням полікарбонату в межах 1 % від загальних енергетичних витрат [5].

Список посилань

1. Hesselbach, J. Energy Efficiency through optimized coordination of production and technical building services / J. Hesselbach and other // In: Conference Proceedings LCE2008 - 15th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, 17-19 March 2008, The University of New South Wales, Sydney, Australia, 2008, ISBN 1-877040-67-3, S. 624–628.
2. Gutowski, T. Electrical Energy Requirements for Manufacturing Processes / T. Gutowski, J. Dahmus, A. Thiriez // 13th CIRP International Conference of Life Cycle Engineering, Lueven, May 31st – June 2nd, 2006 – pp. 1–5.
3. Draganescu, F. Models of machine tool efficiency and specific consumed energy / F. Draganescu, M. Gheorghe, C.V. Doicin // Journal of Materials Processing Technology. – 2003. – Vol.141. – pp. 9–15.
4. Dietmair, A. Energy consumption forecasting and optimisation for tool machines / A. Dietmair, A. Verl // Energy Consumption Forecasting and Optimisation for Tool Machines. – 2009. – pp. 62 – 67.
5. Diaz, N. Energy Consumption Characterization and Reduction Strategies for Milling Machine Tool Use / N. Diaz, E. Redelsheimer, D.Dornfeld // Sustainability in Manufacturing - Energy Efficiency in Machine Tools. – 2011. – pp. 263–267.

УДК 621.914.2

С.И. Дядя, канд. техн. наук, доцент
 Козлова Е.Б, старший преподаватель
 Штанкевич В.С., старший преподаватель
 Зубарев А.Е., аспирант

Запорожский национальный технический университет. kozlova@zntu.edu.ua

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ В УСЛОВИЯХ РЕЗАНИЯ С АВТОКОЛЕБАНИЯМИ

Тонкостенные детали (лопатки, моноколеса и др.) характерны для изделий авиационной промышленности. Обработка таких деталей, изготовленных из труднообрабатываемых материалов, выполняется в условиях, когда во всем диапазоне допустимых скоростей резания возникают автоколебания. Именно амплитуда возникающих автоколебаний и определяет качество обработанной поверхности. Для ее снижения используют технологические и конструктивные приемы, такие как введение демпфирующих сред, подбор режимов резания, модуляция скорости резания, подбор геометрии инструмента и др.

Одним из направлений воздействия на амплитуду автоколебаний при фрезеровании является выбор угла наклона винтовой режущей кромки зуба фрезы - ω . При этом актуально знать, как влияет величина угла наклона на процесс фрезерования. Использование для этих исследований специальных устройств [1, 2], позволяет записывать закон движения детали в процессе резания и профиль обработанной поверхности.

В табл.1, 2 показаны осциллограммы колебания тонкостенной детали и профили обработанных поверхностей при встречном и попутном фрезеровании. Обработка выполнялась экспериментальной фрезой [3] с углами наклона винтовой режущей кромки 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , при частоте вращения шпинделя $n=280$ об/мин. Жесткость упругой системы детали – 800 Н/мм, жесткость инструмента – 20000Н/мм.

Таблица 1 – Осциллограммы колебания тонкостенной детали и профили обработанных поверхностей при различных углах наклона винтовой режущей кромки - ω при встречном фрезеровании

| ω , град | Осциллограмма колебания тонкостенной детали | Профилограммы обработанной поверхности |
|-----------------|---|--|
| 0° | | |
| 15° | | |
| 30° | | |
| 45° | | |
| 60° | | |

При встречном фрезеровании автоколебания возникают при врезании инструмента в деталь, т.е. в тот момент, когда толщина среза минимальная. С увеличением угла наклона

винтовой режущей кромки время резания увеличивается, амплитуда колебаний уменьшается. При оценке профиля обработанной поверхности получены следующие значения отклонения от прямолинейности: $0^\circ - 0,187$ мм, $15^\circ - 0,185$ мм, $30^\circ - 0,137$ мм, $45^\circ - 0,087$ мм, $60^\circ - 0,031$ мм. Существенное улучшение профиля при встречном фрезеровании получено при угле наклона более 45° .

Таблица 2 – Осциллограммы колебания тонкостенной детали и профили обработанных поверхностей при различных углах наклона винтовой режущей кромки - ω при попутном фрезеровании

| ω , град | Осциллограмма колебания тонкостенной детали | Профилограммы обработанной поверхности |
|-----------------|---|--|
| 0° | | |
| 15° | | |
| 30° | | |
| 45° | | |
| 60° | | |

При попутном фрезеровании автоколебания возникают на выходе инструмента из детали, когда толщина среза уменьшается. С увеличением угла наклона винтовой режущей кромки амплитуда автоколебаний уменьшается, но более интенсивно. Улучшение качества поверхности заметно уже при угле наклона 30° . Отклонение от прямолинейности обработанной поверхности составляет: $0^\circ - 0,186$ мм, $15^\circ - 0,107$ мм, $30^\circ - 0,06$ мм, $45^\circ - 0,047$ мм, $60^\circ - 0,032$ мм.

В результате проведенных исследований получены осциллограммы автоколебаний и профилограммы обработанной поверхности тонкостенной детали при фрезеровании с различными углами наклона винтовой режущей кромки фрезы. Заметное улучшение качества поверхности наблюдается при встречном фрезеровании с углом наклона винтовой режущей кромки более 45° . При попутном фрезеровании улучшение наблюдается при угле более 30° .

Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Внукова Ю.Н.

Список литературы

1. Внуков Ю. Н. Стенд для исследования механических колебаний при фрезеровании мало жестких деталей концевыми фрезами. / Ю. Н. Внуков, В. А. Логоминов, П. А. Каморкин // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011 – вып. 79 – с.32–37.
2. Внуков Ю.Н. Влияние свойств упругой системы тонкостенной детали на эффективность и качество обработки при концевом фрезеровании. / Ю.Н.Внуков, А.И.Гермашев, С.И. Дядя //Вестник МГТУ «Станкин». - №3(30). - 2014.- С.45-53.
3. Дядя С.И. Конструкция экспериментальной концевой цилиндрической фрезы с изменяемыми углами винтовых режущих кромок. / С.И. Дядя, Е.Б.Козлова, Э.В. Кондратюк, А.В.Шевченко. //Вестник двигателестроения, -2014.- №1, -С. 71-74.

УДК 631.316.02

А.И.Буря, канд. техн. наук, профессор
В.Н. Давиденко, инженер
С.В. Калиниченко, аспирант
В.Ю. Солод, канд. техн. наук, доцент

Днепродзержинский государственный технический университет. ol.burya@gmail.com

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПАНТОГРАФНОГО МЕХАНИЗМА КУЛЬТИВАТОРА КП6 “МАКСИМ”

Повышение надежности и долговечности сельскохозяйственных машин и механизмов неразрывно связано с дальнейшим совершенствованием существующих, и разработкой новых износостойких деталей подвижных соединений. В первую очередь – это касается узлов трения, почвообрабатывающих машин которые работают, в исключительно сложных условиях (высокие давления и скорости скольжения, наличие абразива и влаги).

Учитывая изложенное цель настоящей работы заключалась в повышении надежности работы парового культиватора КП–6 в результате его модернизации.

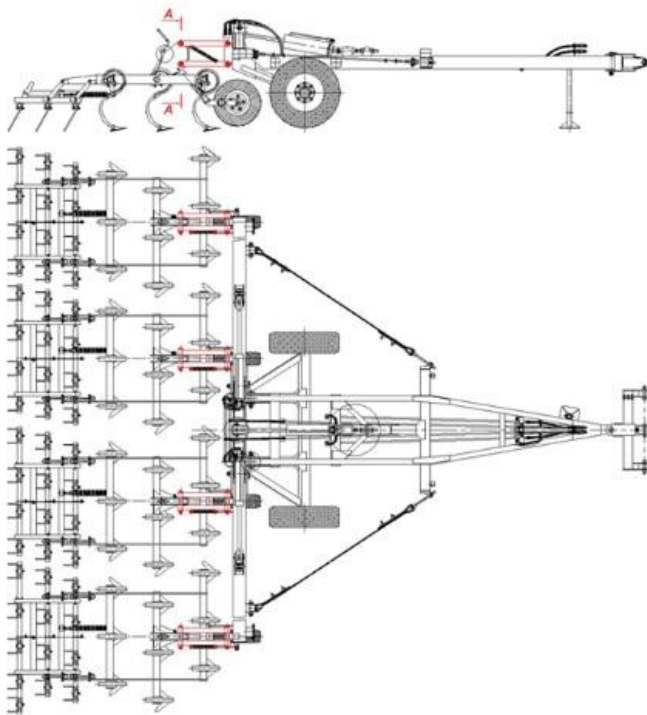


Рис. 1 – Культиватор КП6.

Подвижность данного механизма обеспечивается при помощи подшипников скольжения, изготавливаемых из бронзы марки БрАЖ 9-4. Разрез узла представлен на (рис. 2).

В связи с тем, что культиватор эксплуатируется в условиях повышенной запыленности, на смазку (ЛИТОЛ) которой заполнены подшипниковые узлы оседает пыль, способствующая абразивному износу пары трения, что значительно сокращает срок эксплуатации бронзовых подшипников скольжения.

Есть несколько решений данной проблемы:

Культиватор паровой КП-6 «МАКСИМ» прицепной (рис.1), предназначен для предпосевной обработки почвы, культивации, рыхления, выравнивания и обработки паров с одновременным боронованием (при рабочей скорости 12-16 км/час) с целью создания посевного ложе и накопления атмосферной влаги и азота за счет использования точки росы и атмосферного азота.

Основным рабочим органом являются пружинные S-образные стойки с рыхлительными лапами шириной 50 мм. Стойки объединены в 4 секции по 9 штук. Плоскопараллельное движение, копирование рельефа и создание равномерного посевного ложе на заданную глубину секций, по полю, обеспечивает пантографный механизм.

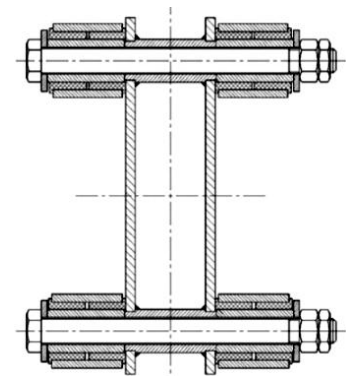


Рис. 2 – Шарнирный узел пантографного механизма.

- установка пыльников, что усложняет конструкцию подшипникового узла;
 - исключение смазки, но этот вариант приведет к уменьшению срока службы подшипников в связи с тем, что в узле между бронзовым подшипником и шипом возникает сухое трение.

Было принято решение заменить серийные подшипники скольжения на экспериментальные из самосмазывающегося разработанного нами углепластика УПА6-40 (ТУ У 00493675.002-98).

Углепластик – это полимерный композиционный самосмазывающийся материал, основой (связующим) у него является термопласт или реактопласт, наполненный углеродным волокном [1,2]. Введение углеродных волокон в полимерную матрицу, как правило, выполняется при помощи экструдеров или в вихревом электромагнитном поле [3]. За счет армирования полимера волокном углепластик, например, на основе полиамида 6, имеет ряд уникальных, не свойственных другим традиционным материалам, свойств (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Свойства углепластика на основе полиамида 6.

| Наименование показателей | УПА 6-40 | Методы испытаний |
|---|-----------|------------------|
| Содержание влаги, % не более | 0,5 | ГОСТ 14870-77 |
| Содержание экстрагируемых веществ, % не более | 3,0 | ГОСТ 17824-81 |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К | 1,00±0,02 | ГОСТ 23630.2-79 |
| Температуропроводность, м/с·10 ⁻⁴ | 4,5 | ГОСТ 15065-69 |
| Теплостойкость по Вика, К | 483±3 | ГОСТ 15088-83 |
| Разрушающее напряжение при сжатии, МПа | 166±5 | ГОСТ 4651-82 |
| Ударная вязкость, кДж/м ² | 40±3 | ГОСТ 4647-80 |
| Интенсивность линейного износа, ·10 ⁻⁸ : | | |
| - сухое трение | 0,66 | по п. 4.12 |
| - смазка маслом | 0,05 | |
| Коэффициент трения: - сухое трение | 0,24 | ГОСТ 11629-75 |
| - смазка водой | 0,033 | |
| - смазка маслом | 0,008 | |

Экспериментальные детали изготавливали методом литьевого прессования на машине марки ПЛ-32 при следующих режимах: температура материала - 513...553 К, давление при литье – 9...10 МПа.

Всего в 2014 году для комплектации узлов трения культиватора “Максим”, которые работали на полях страны было изготовлено 6000 деталей.

Следует отметить, что за год эксплуатации отказов и выхода со строя деталей изготовленного из УПА 6-40 не было.

Перечень ссылок

1. Молчанов Б.И. Углепластики: Монография /Б.И. Молчанов, П.А. Чукаловский, П.А.Варшавский. – М. Химия, 1985. – 207с.
2. Деркач О.Д. Підвищення рівня електро-автомобільного транспорту та сільськогосподарської техніки за рахунок використання нових матеріалів: Наукові рекомендації/ О.Д. Деркач, О.І.Буря. – Дніпропетровськ, Дніпропетровський держагроуніверстет. – 2011. – 71 с.
3. Фомичев А.И. Получение термостойких полимерных материалов в магнитном поле / А.И.Фомичев, А.И. Буря, М.Г. Губенков // Электронная обработка материалов. – №4. – Кишинёв: ШТИИИИЦА, 1978. – с. 26 – 27.

УДК.621.914.02

С.М.Анастасенко, канд. техн. наук

І.О.Григурко, доцент НУК ім. адмірала Макарова

В.Я. Ошовський, канд. техн. наук, доцент

Первомайський політехнічний інститут НУК ім. адмірала Макарова, ondi2008@rambler.ru

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЗУБЦІВ ТА ШЛІЦІВ МЕТОДОМ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛІ ЧЕКАНКОЮ

Чеканка застосовується для зміцнення бокових поверхонь зубчастих коліс, шестерній, та впадин шліців вала, які є концентраторами напруг.

Малі розміри бойка дозволяють досягнути більшої енергії удару на одиницю поверхні. Ефект зміцнення при цьому може бути дуже високим: залишкова напруга складає 600 – 800 МПа, ступінь наклепу 30–50%, глибина декілька міліметрів, довговічність деталей збільшується в 1,5 разів і більше. При виборі режиму зміцнення чеканкою вихідними даними є глибина та ступінь наклепу згідно технологічних вимог, а також шорсткість поверхні. Степінь наклепу оцінюється коефіцієнтом ε , що являє собою відношення діаметра відбитку d , що виникає при ударі сферичним бойком (роликом), до діаметру D самого ролику, за формулою:

$$\varepsilon = \frac{d}{D} \quad (1)$$

Для маловуглецевих сталей рекомендується $0,3 \leq \varepsilon \leq 0,5$, а для конструкційних сталей $0,3 \leq \varepsilon \leq 0,7$. При менших значеннях ε ефект зміцнення, оцінюваний за приростом твердості, незначний, при більших – сильно підвищується шорсткість поверхні, уповільнюється і приріст твердості.

Динамічне прикладання навантаження, при зрівнюванні зі статичним навантаженням, збільшує діаметр відбитку в 1,25 – 1,58 разів, тобто:

$$\frac{d_{MAX}}{d} = 1,25 \dots 1,58$$

Глибина наклепу задається залежно від перерізу деталі та задач зміцнення. Її залежність від межі текучості сталі при розтягуванні σ_T та діаметру одержаного відбитку визначається за формулою:

$$\alpha = \sqrt{\frac{F}{2 \times \sigma_T}} \approx 1,5d_{MAX} \quad (2)$$

де F – зусилля, що прикладається до бойка, Н.

Для більшості конструкційних сталей справедливе співвідношення: $\sigma_T = HB/6$.

Пристрій для чеканки впадин шліців оснащено двома роликами. Чеканка впадин шліців виконується при зусиллі 18000 Н і здійснюється пневматичним ударником з енергією удару 34 Н і нанесенням 10 – 20 ударів на 1 мм довжини шліця, що підвищує контактну міцність на згин шліців. Діаметр ролика може бути вибраний в залежності від бажаної глибини D наклепу в межах $\alpha \leq D \leq 2,2 \alpha$. При орієнтованих розрахунках потенційної енергії пристосування для чеканки, призначеного для обробки наклепом конструкційних сталей середньої твердості (HB 210...217), можна користуватися формулою:

$$E \times n \approx 1,2 \times E_y = \frac{HB \times d^4}{6 \times D} \quad (3)$$

де E – енергія удару.

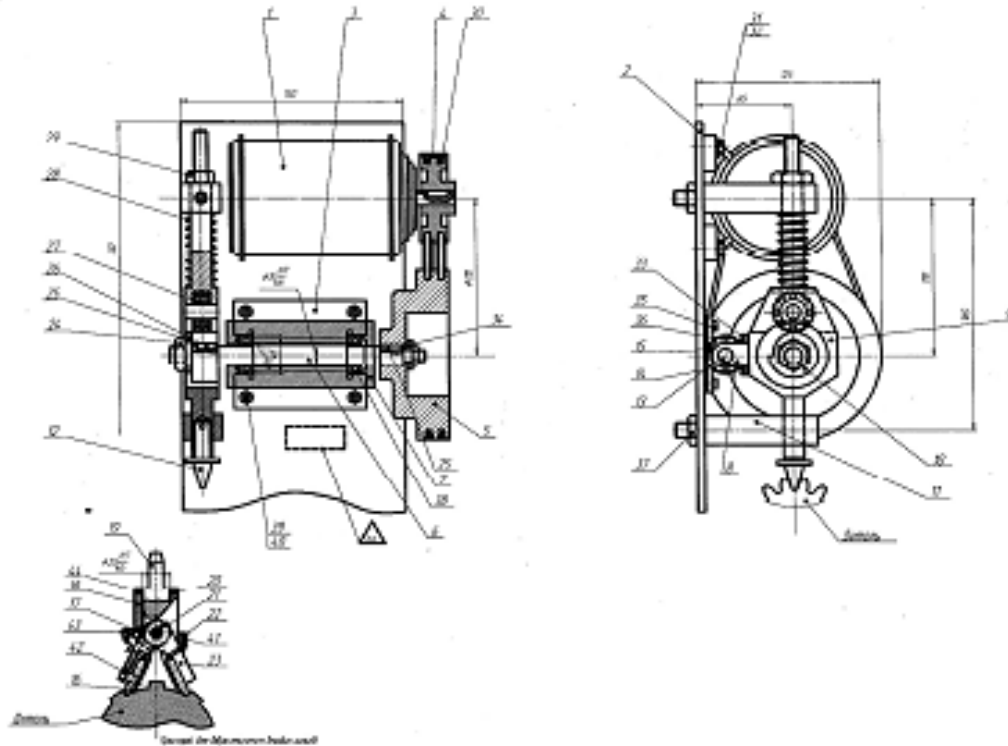


Рис. 1 – Установка для віброзміцнення впадин зубців та шліців

В розглянутій методиці ефективність наклепу оцінювалась тільки згідно приросту твердості. Пристосування для чеканки з механічним приводом закріплюється на станині токарного верстата або використовується як окремий спеціальний пристрій.

Чеканку впадин шліців проводимо за один прохід на дві одночасно оброблювані впадини шліців. Не слід використовувати зворотній хід в якості робочого ходу, так як повторні проходи в протилежних напрямках можуть привести до зайвого деформування поверхневого шару, крім того, робочий профіль роликів призначений для роботи тільки в один бік. Швидкість обробки не впливає на якість обробки. Швидкість знаходиться в межах 30-150 м/хв. Подачу при обкатуванні призначають не більше як 0,1-0,5 мм/об.

Приймаємо $V = 120$ м/хв. Приймаємо $S=0,15$ мм/об.

Визначаємо основний час на чеканку впадин шліців $Z=22$ шт.

$$T_{\text{осн}} = \frac{L_p}{V_s} \times i \quad (4)$$

де V_s – хвилина швидкості обробки;

L_p – розрахункова довжина поверхні шліца, мм: $L_p = l_d + l_{\text{вх}} = 94 + 3,0 = 97$ мм

i – кількість впадин

$$T_{\text{осн}} = \frac{97}{120} \times 11 = 8,9 \text{ хв.}$$

Висновок: В результаті використання даного пристрою підвищується якість обробленої поверхні деталі, зміцнюється мікротвердість поверхневого шару деталі та збільшується термін довговічності її роботи.

Список посилань

1. Прогрессивные методы технологии машиностроения / А.И. Андрианов. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
2. Мальцев В.М. Пристосування для наклепування деталей / Мальцев В.М., Киніч В.П. – К.: Техніка, 1986. – 90 с.

УДК 621.375.826:621

В.В.Романенко, канд. техн.наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ», romvvv@gmail.com

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЛАЗЕРНОГО РІЗАННЯ МЕТАЛІВ ЗАСТОСУВАННЯМ НАРОСТАЮЧО-СПАДАЮЧОЇ ШВИДКОСТІ ОБРОБКИ

Лазерне різання різних металевих матеріалів завтовшки від 1 до 10 мм широко застосовується в різноманітних галузях сучасного виробництва. При цьому на поверхню листової заготовки подають сфокусоване лазерне випромінювання і струмінь технологічного газу, заготовку переміщують в площині фокусу нормально до осі оптичної системи. Пристрій переміщення забезпечує рух лазерного променя по лінії різання за заданою програмою. В цьому випадку реалізується процес газолазерного різання (ГЛР). ГЛР металів за приведеною традиційною схемою виконується при постійній швидкості різання, що забезпечує повне наскрізне прорізання заготовки із забезпеченням заданої якості процесу. Проте основний недолік зазначеного способу – обмеження по швидкості різання для заданої товщини заготовки. Так, якщо підвищувати швидкість різання, то через певний проміжок часу прорізання поступово переходить від наскрізного до ненаскрізного, що недопустимо. Тому задача вдосконалення способу ГЛР металів, у якому забезпечується більш висока середня швидкість обробки при високій якості кромки після різання, є актуальною проблемою.

Поставлена задача вирішується тим, що в запропонованому способі ГЛР реалізується процес обробки з наростаючо-спадаючою швидкістю. Такий підхід обумовлений принципом інертності будь-якого технологічного процесу. Так, в нашому випадку після отримання гарантовано наскрізного прорізання на невеликій ділянці різання можна отримувати ще наскрізне прорізання і при набагато більш високих швидкостях обробки, ніж ті, які приведені в літературних джерелах. Пояснюється це тим, що з наростанням швидкості фронт руйнування повільно змінює нахил в напрямі, протилежному напрямку різання, і тільки через певний проміжок часу, впродовж якого різання виконується ще наскрізь, продуктам руйнування, що видуюються газовим струменем по нахиленому в сторону наскрізного прорізу фронту різання, стає нікуди витікати. В решті решт на певній відстані від наскрізного прорізу ці продукти починають завертатися наверх заготовки, і наскрізне прорізання перестає існувати. Довжина ділянки, де (при підвищенні швидкості) ще може мати місце наскрізне прорізання залежить від товщини заготовки та може бути встановлена експериментально. При цьому величина максимальної швидкості різання, яка забезпечує ще наскрізне прорізання на такій ділянці, може перевищувати стандартну швидкість до 5 разів.

Виходячи з наведеного вище, пропонується на заготовці періодично формувати дві ділянки різання. Ділянку з наростаючою швидкістю на першій половині максимально можливої довжини обробки, де забезпечується наскрізне прорізання і збереження надійного виходу продуктів руйнування. При цьому для стабільної роботи пристрою для переміщення заготовки таке наростання швидкості краще зробити плавним і рівномірним. Та ділянку зі спадаючою швидкістю на другій половині максимально можливої довжини обробки, щоб повернутися на режим отримання гарантовано наскрізного прорізання на традиційній невисокій швидкості. Спадання швидкості теж має бути рівномірним. В подальшому чергування таких ділянок повинно періодично повторюватись.

Розрахунки показують, що з урахуванням діапазону зміни швидкостей виконання процесу різання на ділянці з наростаючо-спадаючою швидкістю обробки, середня швидкість різання може бути підвищена в 1,5...3 рази при забезпеченні високої якості цього процесу.

УДК 621.923.42

А.В. Рудик, канд. техн. наук, доцент
В.І. Венжега, канд. техн. наук, доцент
Г.В. Пасов, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, andrei.rudik@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ТОРЦІВ НА ВЕРСТАТІ МОДЕЛІ 3342 АДО ВРАХУВАННЯМ ПОХИБОК ПОЛОЖЕННЯ ВУЗЛІВ

Постановка проблеми. Експлуатація двохстороннього торцево-шліфувального верстату моделі 3342 АДО передбачає орієнтацію абразивного інструменту, встановленого та заправленого зі шліфувальних бабок у вертикальній та горизонтальній площинах, що дозволяє включити торець у процес зрізання припуску та підвищити продуктивність обробки. Однак, внаслідок орієнтації бабок точність формоутворення знижується. Практика та розрахунки точності довели, що вибір оптимального співвідношення між кутами значною мірою зменшує його вплив на похибки формоутворення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання діагностування розрахунку впливу похибок положення вузлів верстату на процес формоутворення були приведені в роботі Решетова Д.М., Портмана В.Т. [1] на прикладі токарного верстату, що має найпростішу функцію формоутворення, яка складається лише з добутку трьох матриць перетворення систем координат (СК) без врахування розмірів його ланок. Однак, вони представлені у вигляді алгоритму, деякі з етапів якого можуть бути спрощеними. Модель не має чіткої геометричної інтерпретації та доступних джерел вивчення.

Метою роботи є підвищення точності одночасної обробки торців деталей на двохсторонньому торцево-шліфувальному верстаті моделі 3342 АДО шляхом визначення передатних коефіцієнтів між похибками положення вузлів налагодженого верстату та похибками формоутворення з подальшим проведенням аналізу результатів.

Розв'язання даної проблеми дозволить ще на етапі проектування, ремонту або удосконалення даного верстату, або будь-якого іншого технологічного обладнання, цілеспрямовано найбільш ефективно проводити модернізацію для досягнення необхідної продуктивності при заданій точності обробки.

Виклад основного матеріалу.

Для досягнення вказаної мети необхідно скласти функцію формоутворення верстату; визначити елементи матриці передатних коефіцієнтів; виконати розрахунок та проаналізувати отримані дані.

Формотворний код та функцію формоутворення верстату даної моделі були розроблені у роботі [2] з використанням матриць перетворення СК із врахуванням основних розмірів та положенням формотворних ланок верстату.

Елементи матриці передатних коефіцієнтів показують як сильно впливають кути орієнтації шліфувальної бабки або інші зсуви повороти довільних ланок верстату на значення кутових похибок положення базової середньоквадратичної площини.

Похибки положення ланок a_k , викликані неточністю виготовлення та зборки називають вхідними. Вони викликають похибки положення базової поверхні f_i , їх відповідно називають вихідними.

Кожен з елементів W_{ik} матриці відображає вплив k -ої вхідної похибки на i -ту вихідну [1]. Фізичний сенс полягає у знаходженні передатного коефіцієнту як середнього значення відношення об'ємів, виміряних від базової поверхні (для випадку обробки торців – площини) в межах контакту. Висотами цих об'ємів по ділянках є відповідно скалярні проекції на

нормаль векторних похибок a_k, f_i з врахуванням їх знаків. Параметри обробки β, θ залежать від розмірів та положення контакту.

Розроблений алгоритм та програма розрахунку елементів матриці передатних коефіцієнтів. Експериментально та розрахунково доведено, що для даних типорозмірів ланок верстату та розмірів заготовок оптимальне співвідношення між кутами орієнтації у горизонтальній та вертикальній площинах дорівнює 1,57, що добре узгоджується з результатами попередніх досліджень точності шліфування торців [2,3].

Крім того, розрахований вплив інших похибок ланок на точність формоутворення торців. Так, похибка базування заготовок у барабані подачі носить випадковий характер, а її передатний коефіцієнт більший одиниці, що значно більше ніж вищенаведені передатні коефіцієнти, які враховують орієнтацію шліфувальних бабок. Тобто дана вхідна похибка може здійснювати значний вплив на якість формоутворення. Тому саме цей елемент конструкції слід ретельно удосконалити.

За результатами проведених розрахунків складають діагностичну таблицю точності.

Методика дозволяє за однією методикою знаходити крім відхилення положення базової площини відносно номінального також розсіювання точок обробленої поверхні навколо неї.

Проведена перевірка результатів розрахунків з тими, що отримані експериментально на круглому по розробленій методиці, яка не накладає обмежень на траєкторію руху вимірювального пристрою. Не узгодження результатів знаходиться в межах 10%.

Крім того, ряд розрахунків різних авторів кафедри має близькі результати.

Висновки і пропозиції. Результати роботи дозволяють дати математично обґрунтовані рекомендації по підвищенню точності вузлів та удосконаленню конструкції верстату, зіставляти дані виміру профілограм з очікуваними похибками форми обробки, визначати частку загальної похибки яку вносить окремий вузол верстату.

При порівнянні впливу кутів орієнтації шліфувального круга у вертикальній та горизонтальній площинах виявилось, що на похибку більше орієнтовно в 1,56 рази впливає кут орієнтації у вертикальній площині. Коефіцієнти впливу мають різний знак, тому можуть бути взаємно відкоригованими.

Розроблений алгоритм та складена програма розрахунку точності торцевого шліфування, отримані результати [4, 5], які добре узгоджуються з дослідними даними, проведеними у співпраці з вченими кафедри.

Круглограми дозволяють додатково виміряти дисперсію та не залежать від траєкторії вимірювання.

Список посилань

1. Решетов Д.Н. Точность металлорежущих станков. / Д.Н. Решетов, В.Т. Портман. – М.: Машиностроение, 1986. – 336 с.
2. Кальченко В.В. Разработка научных основ, способов и областей эффективного шлифования при перекрещенных осях абразивного инструмента и детали. Автореф. дис. ... докт.техн.наук. Харьков, 2006. – 38 с.
3. Венжега В.І. Підвищення ефективності шліфування торців зі схрещеними осями деталі та круга із калібрувальною ділянкою. Автореф. дис. ... канд. техн.наук. Харків, 2008. – 16 с.
4. Рудик А.В. Забезпечення якості поверхонь деталей автомобілів / Рудик А.В. // Вісник Чернігівського державного технологічного університету: Збірник – Чернігів: ЧДТУ, 2009. – Вип.№40.– С.143 – 147.
5. Рудик А.В. Вплив похибок наладки верстату моделі 3342 АДО на похибки формоутворення плоских поверхонь/ Рудик А.В. // Вестник национального технического университета "ХПИ" – Харків: ХДПУ, 2011. – Вип.№53. – С.94 – 106.

УДК 621.893

Р.С. Пугач, аспирант

Государственное высшее учебное заведение «НГУ», dracov-pugach@yandex.ua

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

В машиностроении на финишных операциях имеет смысл замены обработки металлов резанием обработкой пластическим деформированием, что дает ряд преимуществ перед обработкой резанием, в частности, улучшение шероховатости и упрочнения поверхностного слоя. Причем при поверхностной пластической деформации (ППД) происходит деформационное упрочнение металла. При этом в поверхностном слое обрабатываемого металла возникают благоприятные остаточные сжимающие напряжения [1].

В последние годы на практике широко применяют восстановительные антифрикционные смазочные составы, которые могут обеспечивать снижение износа узлов трения путем образования износостойкой пленки на поверхности трущихся деталей [2]. При работе деталей в режимах предельного и смешанного трения наиболее перспективным является применение геомодификаторов трения (ГМТ) на основе серпантина, который представляет собой комплекс измельченных природных материалов.

Для повышения износостойкости рабочих поверхностей впервые использован природный материал серпантин в сочетании с поверхностной пластической деформацией (ППД).

В результате измерения микропрофиля поверхности детали профилометром «Micro-alpha» было обнаружено, что значения шероховатости разнятся в образцах, обработанных с добавлением ГМТ при пластической деформации и обычной пластической деформацией. Однако, после испытаний на износостойкость, было обнаружено улучшение шероховатости поверхности в образцах подданных пластической деформации с добавлением ГМТ. Численные результаты измерений приведены в таблице 1.

Существует вероятность, что изменение шероховатости поверхности можно объяснить тем, что в процессе ППД частицы ГМТ отшлифовывают поверхность обрабатываемой детали, освобождая ее от окислительных пленок и ослабленных структур. Далее под действием давления измельченные частицы ГМТ вдавливаются во впадины микрорельефа поверхности детали, изменяя рельеф поверхности детали.

Таблица 1 – Результаты измерения шероховатости поверхности

| № | Вид обработки | Шероховатость поверхности Ra, мкм | Шероховатость поверхности после испытаний на износостойкость на протяжении 25 часов Ra, мкм |
|---|-----------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | ППД | 0,36 ÷ 0,43 | 0,67 ÷ 0,9 |
| 2 | ППД с добавлением ГМТ | 1,8 ÷ 2,4 | 0,3 ÷ 0,4 |

Исследования на износостойкость проводилось на машине трения СМЦ-2 по схеме «диск-колодка». Нагрузка образцов обеспечивалась штатным нагрузочным устройством 150 кг/см². Частота вращения подвижного ролика составляет 500 мин⁻¹. На рисунке 1 представлен график износа образцов.

Замер величины износа образцов выполнялся методом взвешивания каждые пять часов. Из рисунка 1 видно, что по результатам измерения величины износа образцов из стали 40Х обработанных пластическим деформированием с добавлением ГМТ позволит повысить износостойкость в 2,5 ... 3 раза.

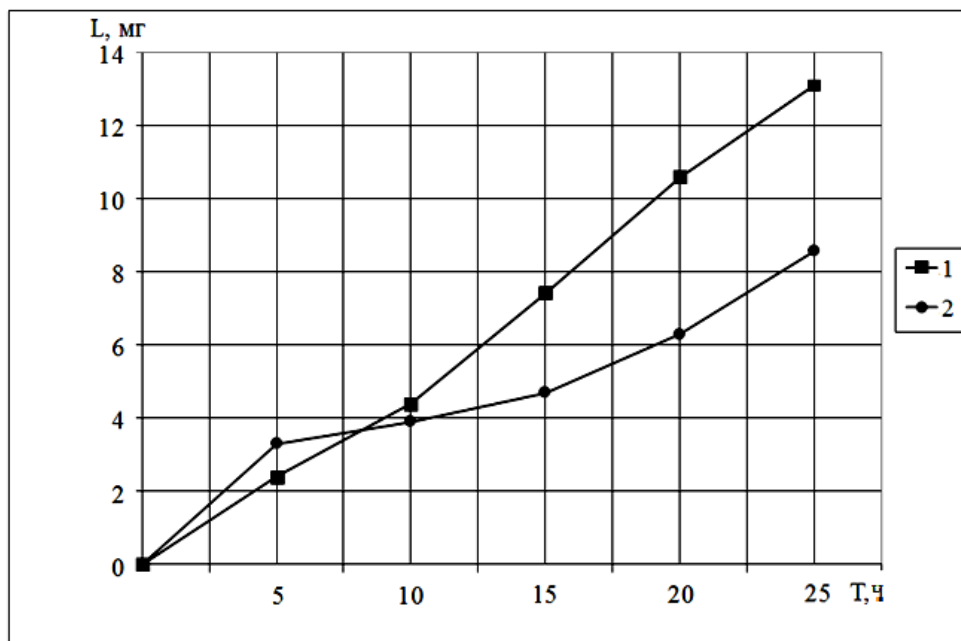


Рис.1 – График износа образцов из стали 40X, где: 1 – после обработки пластическим деформированием; 2 – после обработки пластическим деформированием с добавлением геомодификатора трения

Измерение микротвёрдости выполнялась после испытаний на износостойкость на приборе ПМТ–3 по ГОСТ 9450–76 под нагрузкой 50 г.

Измерение микротвёрдости показало, что после обработки пластическим деформированием с добавлением ГМТ твердость поверхности повысилась в 1,2 ... 2 раза. Результаты измерений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерения микротвёрдости

| № | Вид обработки | Микротвердость поверхности HV, кг/мм ² |
|---|-----------------------|---|
| 1 | ППД | 300 ÷ 350 |
| 2 | ППД с добавлением ГМТ | 460 ÷ 500 |

В результате исследования на износостойкость обнаружено, что у образцов поданных пластической деформации с добавлением ГМТ образуется равномерная по всей обработанной поверхности глубина упрочненного слоя, которая составляет 0,8 – 1,22 мм. На поверхности детали образуется сплошной слой насыщенный ГМТ достигающий размеров 30 – 50 мкм. После обработки по предложенному способу уменьшается шероховатость до Ra 0,3 ... 0,4 мкм, это приводит к созданию благоприятной формы микронеровностей с большей долей опорной площади. Отмечается некоторое снижение температуры в зоне трения, в среднем на 15 ... 20%; уменьшение коэффициента трения, в среднем на 10 ... 12%.

Список ссылок

1. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник./ Л.Г. Одинцов. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.
2. Дидык Р.П. Новая технология восстановления узлов трения и модифицирования поверхностей деталей машин/ Дидык Р.П. // Сборник научных трудов – Киев: / ЧСМ НАН Украины, 2003. – С. 23 – 27.

УДК 534.1: 539.3: 621.9.02

О.Л. Деркач, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет. derkach.oleh@gmail.com

ГАСІННЯ КОЛИВАНЬ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Забезпечення високої динамічної якості металообробного обладнання на стадії проектування та експлуатації є однією із найважливіших задач. Як відомо, для забезпечення динамічної якості верстата в цілому, кожен його вузол повинен бути стійким і мати якомога кращі динамічні характеристики [1]. Підсистема процесу різання під час обробки певних матеріалів може бути нестійкою, що призводить до нестійкої системи в цілому. Особливо це стосується інструментів з великим вильотом, зокрема розточувальних різців. Перспективним напрямом підвищення якості оброблюваних поверхонь заготовок є застосування п'єзоелектричних актуаторів (ПА) за допомогою яких здійснюють регулювання положення різального інструмента (РІ) під час різання, компенсуючи таким чином силові впливи на РІ [2, 3].

Розглянемо коливання РІ в перехідних процесах – під час врізання в оброблювану заготовку. Для цього побудуємо скінченно-елементну модель розточувального РІ з вбудованим ПА, який задля активного гасіння коливань підключений до ланцюга зі зворотним зв'язком (рис. 1).

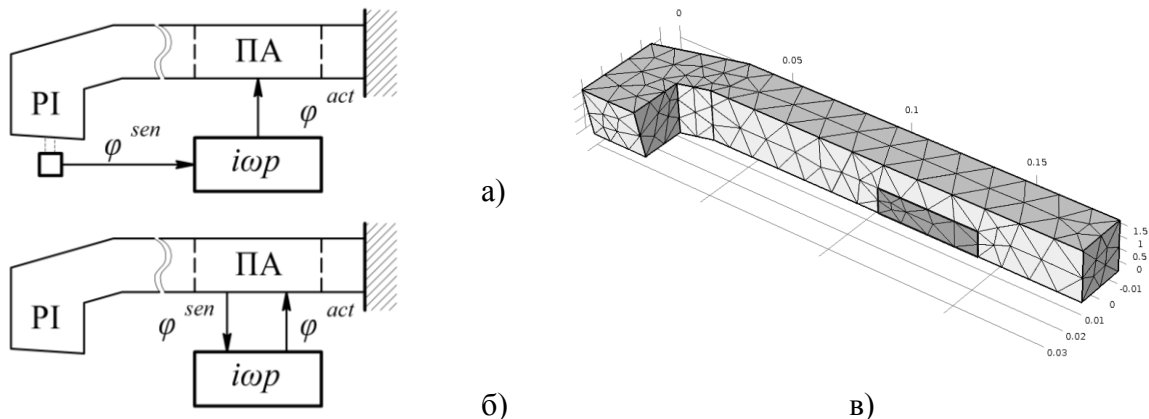


Рис. 1 – Принципові схеми активного гасіння коливань РІ з ПА (а), (б); тривимірна скінченно-елементна модель РІ з ПА (б)

Активне гасіння коливань здійснюється за допомогою зміни різниці потенціалів на електродах п'єзоелектричного актуатора φ^{act} з врахуванням показників сенсора φ^{sen} , яким може бути зовнішній пристрій (рис. 1, а) або, власне, п'єзоелемент (рис. 1, б). Розрахунок необхідної різниці потенціалів на електродах актуатора будемо проводити в частотному просторі у відповідності з сигналом сенсора за наступним законом:

$$\varphi_{\omega}^{act} = -\tilde{p}\varphi_{\omega}^{sen} \quad (1)$$

де $\tilde{p} = i\omega p$ – параметр керування сигналу сенсора, із номінальним значенням p .

Для розрахунку коливань РІ під час врізання в заготовку, побудуємо математичну модель дисипативної системи зі зворотним зв'язком. Розсіяння енергії коливань враховано за допомогою введення комплексних пружних, діелектричних та п'єзоелектричних сталих матеріалу. Лінійні рівняння динаміки системи при нульових початкових умовах і відсутньому заряді на електроді п'єзоелемента мають вигляд [4]:

$$act: -\omega^2 M u_{\omega} + \tilde{K}_{uu} u_{\omega} = F i\omega - \tilde{K}_{u\varphi} \varphi_{\omega}^{act}, \quad (2)$$

$$sen: \tilde{K}_{\varphi u} u_{\omega} + \tilde{K}_{\varphi \varphi} \varphi_{\omega}^{sen} = 0, \quad (3)$$

де M – матриця мас;

\tilde{K}_{uu} – матриця жорсткості з частотно-залежними комплексними модулями;

$\tilde{K}_{\varphi \varphi}$ – комплексна матриця електричної «жорсткості»;

$\tilde{K}_{u\varphi}$, $\tilde{K}_{\varphi u}$ – матриці, які відповідають прямому та зворотному п'єзоелектричному ефекту відповідно;

$F(i\omega)$ – вектор зовнішніх навантажень;

u_{ω} – частотне зображення переміщень.

З рівняння динаміки системи (2–3) зі зворотним зв'язком (1) отримаємо вектор переміщень точок ПІ в моменти часу n , скориставшись алгоритмом оберненого швидкого перетворення Фур'є (*IFFT*):

$$u_{\omega}^n = Z i\omega^{-1} F i\omega - \tilde{p} \tilde{K}_{u\varphi} \tilde{K}_{\varphi \varphi}^{-1} \tilde{K}_{\varphi u} u_{\omega}^{n-1}, \quad u_t = IFFT u_{\omega}, \quad (4)$$

де $Z i\omega = \tilde{K}_{uu}^{-1} - \omega^2 M$ – матриця динамічної жорсткості.

Результати розрахунку коливань певної точки на різальній кромці (4) у площині різання при ударному навантаженні, що моделює врізання ПІ, зображено на рисунку 2.

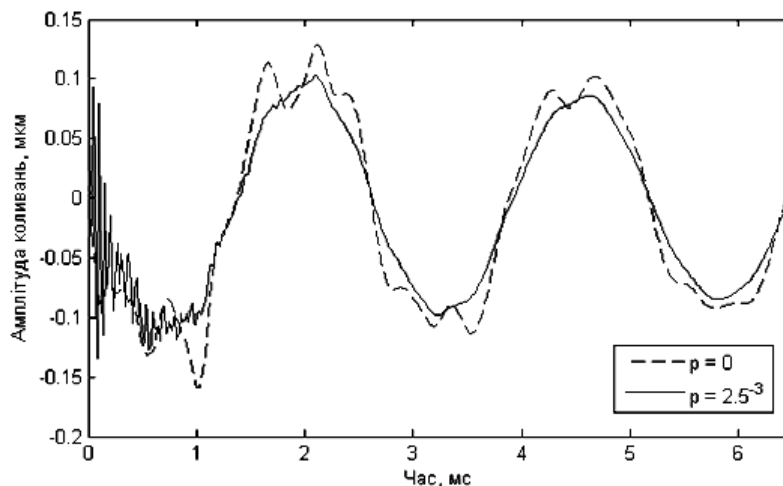


Рис. 2 – Результати розрахунків коливань ПІ без ($p=0$) та з активним керуванням

Зменшення максимальних переміщень точки на різальній кромці ПІ при даному параметрі керування становить 26,27 %, що може бути одним із шляхів підвищення динамічної якості вже готового металообробного обладнання. До недоліків даного способу гасіння коливань ПІ слід віднести складність реалізації, порівняно з методами пасивного гасіння коливань. Розглянута методика математичного моделювання може бути застосована для розрахунків коливань ПІ більш складної конфігурації.

Список посилань

1. Кудинов В. А. Поузловой анализ динамических характеристик упругой системы станка / В. А. Кудинов, В. М. Чуприна // Станки и инструмент. – 1989. – № 11. – С. 8-11.
2. Åkesson H. Active control of vibration and analysis of dynamic properties concerning machine tools / H. Åkesson. – Karlskrona: Blekinge Institute of Technology, 2007. – 212 p.
3. Smirnova T. Analysis, modeling and simulation of machine tool parts dynamics for active control of tool vibration / T. Smirnova. – Karlskrona: Blekinge Institute of Technology, 2010. – 188 p.
4. Dubenets V. H. Active damping of nonstationary vibrations in a beam with electro-viscoelastic patches / V. H. Dubenets, O. V. Savchenko, O. L. Derkach // Вісник ЧДТУ. Серія «Технічні науки»: наук. зб. – Чернігів: Черніг. нац. технол. ун-т, 2014. – № 1 (71). – С. 43-49.

УДК 621.9

Д.Ю. Федориненко, докт. техн. наук, професор
Чернігівський національний технологічний університет, fdy1974@gmail.com

МЕТОДОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВЕРСТАТІВ

Зниження енергоспоживання і втрат енергії є одними із пріоритетів енергетичної політики Європейського Союзу [1] та України [2]. Сьогодні лише незначна частина споживаної енергії використовується для фактичної доданої вартості процесу, наприклад сучасне виробництво в Європі характеризується великою часткою «надмірного» енергоспоживання у промисловому секторі (20-50 %) [3]. Українська економіка використовує значно більше енергоносіїв, ніж країни Європи. Так обсяг енергії, що використовується для виробництва одиниці товарів і послуг, у 3,8 рази перевищує середнє значення для Європейського Союзу [4].

В умовах постійного зростання цін на енергоносії і жорсткої конкуренції на ринку підвищення енергоефективності, продуктивності машинобудівного виробництва, зниження собівартості продукції є актуальною проблемою. Проблема ефективного використання енергетичних ресурсів, збільшення продуктивності виробництва безпосередньо пов'язана з процесами обробки на верстатах і визначальним чином впливає на вартість машинобудівної продукції.

Сучасний розвиток машинобудування вимагає при створенні нових машин, модернізації існуючих значну увагу приділяти саме їх енергоефективності. Так, при проектуванні верстатів вимога забезпечення високої енергоефективності повинна займати центральне місце поряд із забезпеченням їх точності, продуктивності та надійності.

Наукові підходи до досліджень енергоефективності верстатів характеризуються широким різноманіттям. Так, автори робіт [5, 6] розглядають проблему зменшення енергоспоживання при механічній обробці як частину загальної стратегії скорочення споживання викопних ресурсів упродовж життєвого циклу машинобудівного продукту, скорочення викидів шкідливих речовин при виробництві електричної енергії та зменшення забруднення навколишнього середовища у процесі обробки на верстатах.

У роботах [3, 6] на основі аналізу потоків енергії у верстаті під час механічної обробки автори запропонували два підходи до зменшення енергоспоживання, а саме: заміну механізмів зі значним споживанням енергії на більш енергоефективні та підвищення продуктивності видалення матеріалу.

Згідно даних джерела [7] значний вплив на споживання електроенергії у процесі обробки чинить привод шпинделя (близько 30 %) і допоміжних верстатних вузлів (до 60% від загального споживання електроенергії). Там же зазначено, що споживання енергії шпиндельним вузлом разом із витратою енергії для змащення механізмів й охолодження робочих рідин варіюється у діапазоні від 50 до 70 % залежно від умов обробки на верстатах з ЧПК.

Авторами [8] запропоновано підхід до аналізу енергоспоживання процесів механічної обробки у часі. Запропоновані ними рекомендації щодо підвищення енергоефективності ґрунтуються на скороченні часу допоміжних рухів та процесів верстата, здійсненні постійного моніторингу споживання енергії, підвищенні ефективності інтерфейсу систем керування верстатом.

Вочевидь найбільш раціональним є застосування системного підходу до проектування енергоефективних конструкцій верстатів, що започаткований у роботі [9]. При проектуванні верстатів на основі системного підходу (рис. 1) можуть бути виділені два взаємопов'язані ієрархічні рівні:

- рівень машини (загальні вимоги щодо технічного рівня, вхідні та вихідні параметри процесу обробки, експлуатаційне середовище, тощо);
- рівень підсистем (привод головного руху, система подачі ЗОР, тощо)

Аналіз енергетичних потоків верстата повинен виконуватися у двох вимірах: просторі і часі.

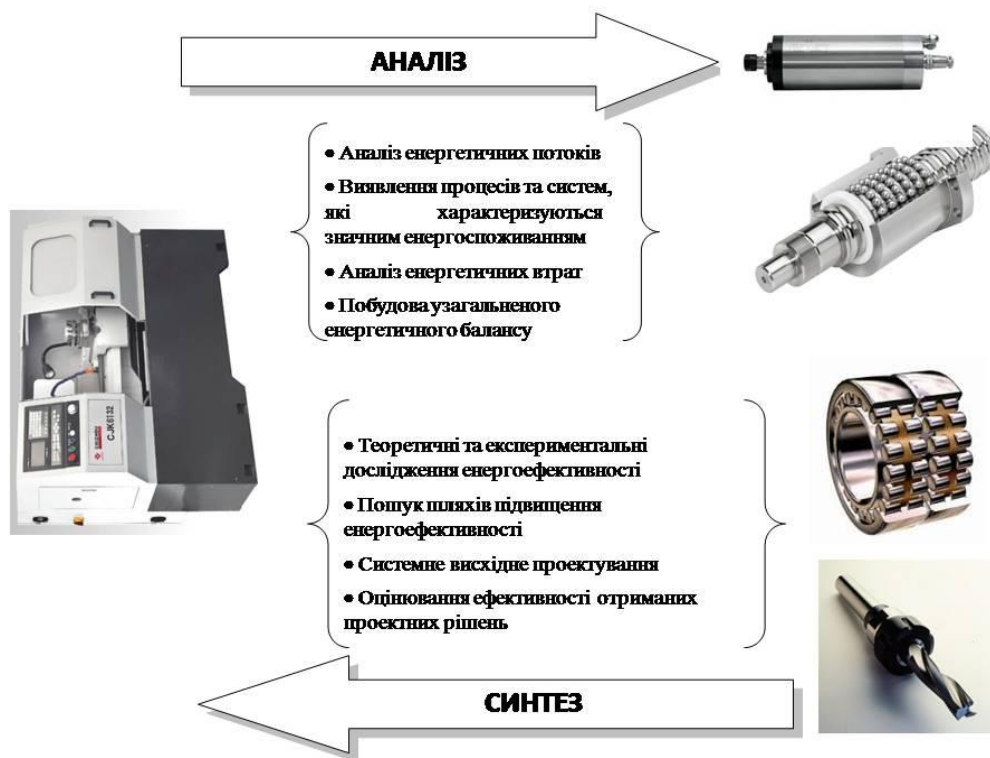


Рис. 1 – Методологія дослідження енергоефективності верстатів

Представлені на рис. 1 узагальнені підходи можуть бути використані з метою підвищення показників енерговикористання як існуючих моделей верстатів, так і для проектування нових.

Список посилань

1. Directive of the European Parliament on Energy using Products [Directive 2005/32/EC].
2. Постанова КМУ від 01.03.2010 р. № 243 «Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки»
3. Gutowski, T. Electrical Energy Requirements for Manufacturing Processes / T. Gutowski, J. Dahmus, A. Thiriez // 13th CIRP International Conference of Life Cycle Engineering, Lueven, May 31st – June 2nd, 2006 – pp. 1–5.
4. Підвищення енергоефективності в Україні: зменшення регулювання та стимулювання енергозбереження [Електронний ресурс] / Ф. Майсснер, Д. Науменко, Й. Радеке. Режим доступу: http://www.ier.com.ua/ua/publications/consultancy_work/archive_2012/?pid=3348.
5. Diaz, N. Energy Consumption Characterization and Reduction Strategies for Milling Machine Tool Use / N. Diaz, E. Redelsheimer, D. Dornfeld // Sustainability in Manufacturing - Energy Efficiency in Machine Tools. – 2011. – pp. 263–267.
6. Gutowski, T. An Environmental Analysis of Machining / T. Gutowski, J. Dahmus // ASME International Mechanical Engineering Congress. – 2004. – pp. 1 – 10.
7. Aspects of Energy Efficiency in Machine Tools [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.heidenhain.us/enews/stories_1011/MTmain.php
8. Vijayaraghavan, A. Automated Energy Monitoring of Machine Tools / A. Vijayaraghavan, D. Dornfeld // CIRP Annals – Manufacturing Technology. – 2010. – Vol. 59. – pp. 21 – 24.
9. Neugebauer, R. Approach for the development of energy-efficiency machine tools. Conference on Supervising and Diagnostics of Machine System. Wroclaw, Karpacz, 2010.

УДК 681.335.2:519.85

Н.Р.Веселовська, докт. техн. наук, професор
Вінницький національний аграрний університет, wnatalia@mail.ru

АНАЛІЗ АЛГОРИТМУ ТОЧНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕТАЛООБРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ

Алгоритм роботи системи діагностування це сукупність правил і вказівок, що визначають її поведінку в процесі діагностування об'єкта. Система діагностування складається з декількох функціонально зв'язаних приладів, кожен з яких працює за своїм алгоритмом, синтез якого необхідно здійснювати з урахуванням стану об'єкт, що описується математичною моделлю, цілей окремих етапів діагностування, досягнення яких оцінюється відповідними критеріями, а також технічної реалізованості алгоритмів. Отже, алгоритм СД складається з системи алгоритмів, вчасну і надійну реалізацію яких повинна здійснити система діагностування. Під точністю алгоритму будемо розуміти таку точність, виходячи з якої вдається розробити реальний алгоритм відносно ідеального. Для оцінювання точності роботи СД, що реалізує систему алгоритмів, вводиться поняття ідеальної СД. Ідеальною СД називається така, що реалізує систему алгоритмів і працює без помилок в процесі діагностування. При теоретичних дослідженнях поняттям ідеальної системи часто користуються з метою спрощення аналізу і отримання якісних показників різноманітних процесів. Реальною назвемо таку СД, що працює з певною точністю. Під точністю системи будемо розуміти таку точність, з якою реальна система відтворює фізичну величину або процес. Реальна система так само, як і реальний алгоритм, дасть деяку втрату інформації в процесі діагностування. Сумарні втрати інформації складають:

$$\Delta V(t, \tau) = \Delta V_{al}(t, \tau) + \Delta V_{an}(t, \tau) \quad (1)$$

і зумовлюють два види помилок, до першого з яких відносяться неправдива відмова, а до другого - незнайдена відмова. Слід зазначити, що чим вище вимоги до точності оброблюваних деталей, тим більше число параметрів верстата повинне відповідати певним нормам і, отже, контролюватися при сертифікаційних випробуваннях, тобто число вихідних параметрів верстата, що регламентуються, залежить від його класу точності.

На етапі експлуатації верстатів, особливо прецизійних, слід забезпечити виконання нормативних вимог до умов експлуатації, викладеним в технічних умовах. Підвищення надійності верстатів, як показали дослідження, може бути досягнуте шляхом як модернізації, так і забезпечення оптимальної роботи системи діагностування. В обох випадках більшою чи меншою мірою необхідне вирішення наступних завдань:

- розробка і впровадження у виробництво методики автоматизованої системи збору і обробки інформації про надійність, базою якої служать дані про характер, причини відмов;
- розробка і вдосконалення методів оцінки експлуатаційної надійності верстатів шляхом проведення відповідних випробувань і визначення економічно оптимальних значень показників надійності;
- розробка методів прогнозування надійності для організації ремонтно-профілактичного обслуговування по фактичному технічному стану.

Збір даних про відмови - складний процес, пов'язаний з труднощами здійснення організації збору статистичної інформації, що доповнюється даними по періодичному контролю найбільш важливих паспортних характеристик верстатів і оперативному діагностуванню технічного стану з виявленням дефектів окремих вузлів, а також результатами контрольних випробувань на надійність. Тому проведення аналізу алгоритму точності роботи системи діагностування є актуальним на сучасному етапі, що розглядається автором в роботі.

УДК 621.8-1/-9:621.313

А.А. Урліна, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет, urlina.anastasia@gmail.com

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Важливу роль у діяльності сучасного суспільства, від сфери промислового виробництва до сфери побуту, грає електромеханічне перетворення енергії, здійснюване електроприводом. Відомо, що електропривод є найбільшим споживачем електричної енергії – на нього припадає понад 65% загальної її кількості [1].

Розглядаючи енергоспоживання верстата, включаючи систему мащення, можна виділити кілька підходів до підвищення енергетичної ефективності [2]:

- оптимізація верстата і його компонентів в плані економії енергії;
- мінімізація часу роботи шляхом вимикання на період простою;
- оптимізація процесу різання і використовуваних інструментів.

Регульовані електроприводи (РЕ) становлять сьогодні близько 10% загального об'єму використовуваних приводів. Основна тенденція - перехід від нерегульованого до РЕ там, де традиційно застосовувався нерегульований електропривод. Фахівці вважають, що РЕ необхідний у 50% всіх випадків використання електроприводу [1]. Провідні країни світу все більше уваги приділяють їх енергоефективності та ККД.

Модернізація верстата, в першу чергу має на меті оновлення систем відповідальних за точне переміщення інструменту і заготовки. На більшості вітчизняних верстатів раніше штатно встановлювалися двигуни постійного струму. Вони відносно надійні і невибагливі в експлуатації. Однак, це не відноситься до їх колекторних вузлів, які вимагають регулярного контролю та обслуговування.

Завдання вибору електродвигуна (постійного струму, асинхронного, синхронного) при роботі з тривалим постійним навантаженням відносно просте – рекомендується застосовувати синхронні двигуни [1]. Це пояснюється тим, що сучасний синхронний двигун пускається в хід так само швидко, як і асинхронний, а його габарити менші і робота більш енергоефективна, ніж асинхронного двигуна тієї ж потужності.

При цьому, у асинхронних двигунів останнього покоління за допомогою спеціальних пристроїв управління можна досить ефективно регулювати швидкість обертання, здійснювати реверс з необхідним моментом для роботи електроприводу [3].

При виборі виду двигуна приводу, який повинен працювати в умовах регульованої частоти обертання, реверсу, великих змін навантаження, частих пусків, необхідно співставити умови роботи електроприводу з особливостями механічних характеристик різних видів електродвигунів.

Світова та вітчизняна тенденції вказують на те, що все більше підприємств відмовляються від використання двигунів постійного струму віддаючи перевагу енергоефективним двигунам нового покоління з пристроями частотного регулювання [3].

Список посилань

1. Замена устаревших электродвигателей на современные энергоэффективные [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=81>, вільний.
2. Ways to increase the energy efficiency of cutting processes [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.etmm-online.com/machining_accessories_cutting_tools/articles/444900/, вільний.
3. Колпаков А. Перспективы развития электропривода / Колпаков А. // Журнал «Силовая электроника» №1 – Санкт-Петербург: ООО "FineStreet", 2004. – С. 46 – 48.

УДК 621.77.014

Л.Е. Дика, асистент

С.В. Шлик, канд. техн. наук

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,

svshlyk@gmail.com

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВІДРІЗАННІ ФАСОК У ШТАМПАХ

Оброблення скосів і зняття фасок перед зварюванням у машинобудуванні виконується для того, аби отримати шов, який має не менше 80% міцності цілої деталі. Прогресивним методом підготовки кромки під зварювання є застосування різання скосів в спеціальних штампах на пресовому обладнанні [1].

При кромкоутворенні у штампах можливо використовувати схеми з несиметричним (рис. 1, а) і симетричним (рис. 1, б) навантаженням. Перевагу слід віддавати першій схемі, оскільки, незважаючи на більш високі силові параметри штампування, з точки зору стійкості штампового оснащення і якості одержуваних деталей ця схема є більш раціональною [2].

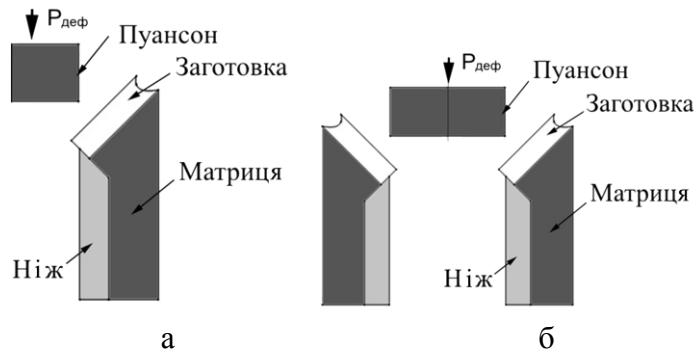


Рис. 1. – Кромкоутворення за схемою з несиметричним (а) та симетричним (б) навантаженням

Іншим способом утворення фасок може бути застосування штампів (рис. 2), оснащених ковзаючим пуансоном, яка здійснює поступальний рух одночасно в двох напрямках – горизонтальному та вертикальному.

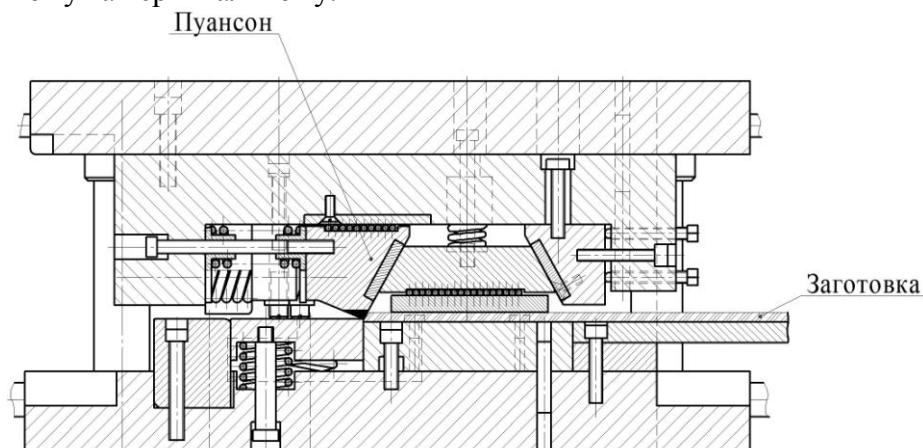


Рис. 2. – Конструкція штампів з ковзаючим пуансоном

Метою дослідження є визначення напружено-деформованого стану системи «пуансон-заготовка» і вибір більш раціональної схеми різання за найменшими навантаженнями, що діють на інструмент. Співставлення параметрів напружено-деформованого стану при різних схемах зняття фасок проводилося шляхом моделювання з застосуванням

програмного комплексу ANSYS/LS-DYNA [4]. Результатом проведених розрахунків є отримані епюри розподілу (рис. 3, а,б) та графіки еквівалентних напружень на різальній кромці пуансону (рис. 4, а,б).

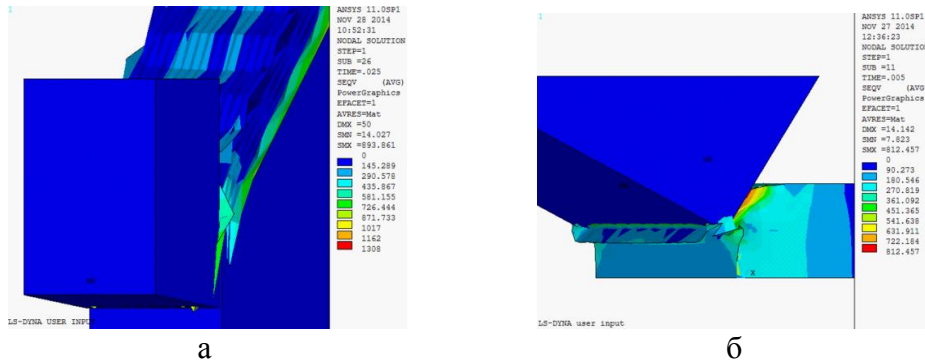


Рис. 3. – Епюри розподілу еквівалентних (за Мізесом) напружень при кромкоутворенням за схемою з несиметричним навантаженням (а), та у штампі з ковзаючим пуансоном (б)

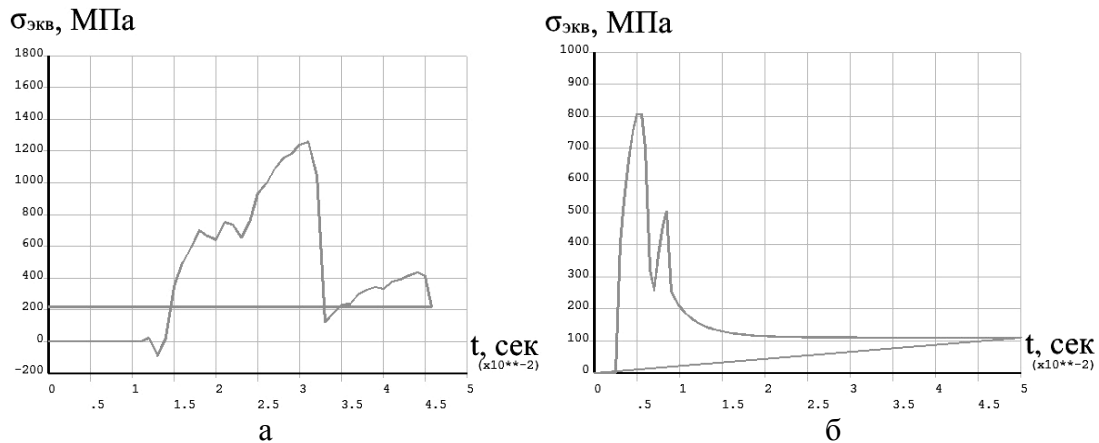


Рис. 4. – Графік зміни еквівалентних (за Мізесом) напружень $\sigma_{\text{экв}}$ за часом t на різальній кромці пуансону: а – при несиметричній схемі різання; б – при відрізці у штампі з ковзаючим пуансоном

З точки зору стійкості штампового оснащення і якості одержуваних елементів конструкції можна стверджувати, що більш раціональною є схема різання пуансоном, який здійснює поступальний рух одночасно в горизонтальному і вертикальному напрямках. В результаті чисельного моделювання встановлено, що в даному випадку знижуються напруги на різучій кромці пуансона більш ніж на 400 МПа і виключається викривлення заготовки та утворення задирки.

Список посилань

1. Гырдымов, Г. П. Автоматизация технологической подготовки заготовительного производства [Текст] / Г. П. Гырдымов, Л. И. Зильбург, И. Д. Савченко, В. Н. Шалышин. – Л.: Машиностроение, 1990. – 350 с.
2. Драгобецкий, В. В. Количественный анализ процесса резки листового металла в штампах [Текст] / В. В. Драгобецкий, О. Б. Марцинюк, Е. А. Наумова, Д. Л. Пирогов // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2008. – № 6 (124), Ч. 1. – С. 85–88.
3. Драгобецкий, В. В. Сопоставление энергетических параметров, процессов термической и механической резки листовых заготовок [Текст] / В. В. Драгобецкий, О. Б. Марцинюк // Вісник КДПУ. – 2005. – Вип. 1 (30). – С. 64–66.
4. Gerber, V. Making an impact. [Text] / V. Gerber, T. C. Yang // ANSYS Advantage. – 2008. – Vol. 2, Issue 4. – P. 40–42.

УДК 621.923.1

А.М. Єрошенко, канд. техн. наук., доцент
В.Л. Вічев, студент

Чернігівський національний технологічний університет, vlad.vichev@i.ua

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ШЛІФУВАННЯ ОДИНИЧНИМ ЗЕРНОМ В СЕРЕДОВИЩІ LS-DYNA

Завершальна обробка має великий вплив на якість поверхневого шару деталей і в зв'язку з цим на їх експлуатаційні властивості. Найпоширенішим методом фінішної обробки є шліфування, яке забезпечує високу точність при виготовленні деталей. Але із застосуванням шліфування на деталях можуть з'являтися припали, тріщини, внутрішні напруження. Саме це викликає необхідність у всеохоплюючому дослідженні причин, які породжують подібні дефекти, задля знаходження шляхів їх усунення [1].

Оптимізації виробів і виробничих процесів останніми роками в промисловості приділяється велика увага. Тому значний розвиток отримали технології віртуального моделювання, які дозволяють у короткий термін і з найменшими витратами виконувати оптимізацію, використовуючи натурний експеримент для перевірки адекватності.

Для розв'язання задачі математичного моделювання процесу шліфування може використовуватись програмне забезпечення LS-DYNA, що являє собою багатоцільову програму, призначену для розв'язання тривимірних динамічних нелінійних задач механіки деформованого твердого тіла, механіки рідини і газу, теплопровідності, а також зв'язаних задач – механіки деформованого твердого тіла та теплопровідності, механіки деформованого твердого тіла та механіки рідини та газу.

Переваги LS-DYNA [2]:

- у програмі реалізовані ефективні методи розв'язання задач зіткнення, вибуху, обробки металів тиском і ряду інших задач;
- реалізовані процедури автоматичної перебудови і згладжування скінченно-елементної сітки при виродженні елементів;
- програмний код LS-DYNA оптимізовано під основні платформи та операційні системи;
- широкий набір моделей матеріалів.

Недоліки:

- необхідність застосування пре-постпроцесору;
- незручний інтерфейс.

Симуляція робочого процесу абразивного шліфування відбуватиметься за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ), найважливішими перевагами якого є:

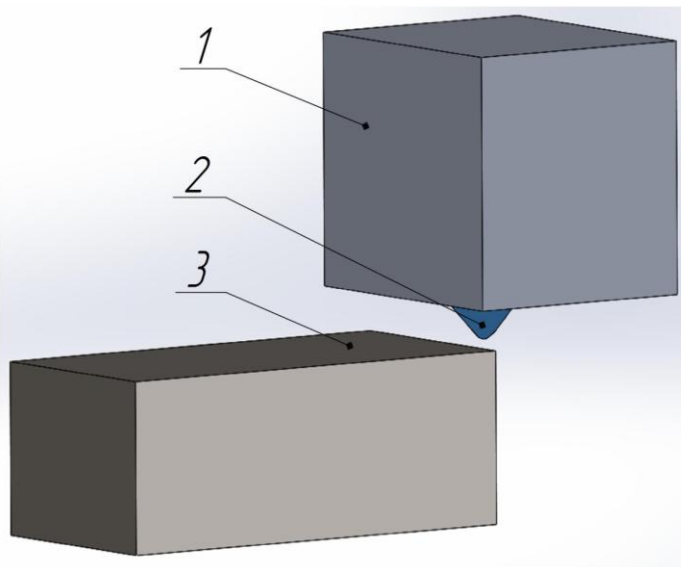
- 1) властивості матеріалів суміжних елементів можуть бути різними;
- 2) скінченними елементами є прості області;
- 3) розміри елементів можуть бути змінними;
- 4) за допомогою МСЕ легко розглянути граничні умови з розривним поверхневим навантаженням, а також змішані граничні умови;
- 5) алгоритм методу скінченних елементів дозволяє створити загальні програми для розв'язку завдань різного класу;
- 6) завдання зводиться до розв'язку системи алгебраїчних рівнянь великої розмірності.

Нелінійна механіка напружено-деформованого тіла, що покладена в основу реалізації методу скінченних елементів для розв'язання задач моделювання процесів різання, ґрунтується на ряді таких фундаментальних законів і рівнянь:

- 1) закон збереження енергії;
- 2) закон збереження кількості руху;

- 3) рівняння рівноваги;
- 4) закон теплопровідності Фур'є;
- 5) рівняння зв'язку "переміщення-деформації";
- 6) рівняння зв'язку напружень і деформацій тіла.

Елементи процесу абразивного шліфування, виконані в середовищі SolidWorks у вигляді 3D CAD-моделі наведено на рис. 1. Модель складається з керамічної зв'язки, абразивного зерна, та заготовки. При складанні 3D-моделі необхідно накласти необхідні обмеження на переміщення всіх трьох елементів. В даному випадку зерно має конічну ідеалізовану форму з радіусом закруглення вершини близько двох мікрометрів.



1 – зв'язка, 2 – абразивне зерно, 3 – заготовка

Рис. 1. – 3D-модель елементів процесу абразивного шліфування

Для зв'язки та зерна вибрана математична модель MAT_ELASTIC, яку доцільно використовувати для інструменту [2]. В якості зв'язки вибрана керамічна зв'язка з наступними параметрами: густина – 2200 кг/м³; модуль Юнга – 220 ГПа; коефіцієнт Пуассона – 0,22. Матеріал абразивного зерна – ельбор білий 24А, з параметрами: густина – 3700 кг/м³; модуль Юнга – 900 ГПа; коефіцієнт Пуассона – 0,27.

У випадку заготовки, коли необхідно більш точно змоделювати процеси, які виникають під час обробки поверхневого шару, найдоцільніше використовувати математичну модель MAT_PLASTIC_KINEMATIC [2]. В якості заготовки вибрано Сталь 45 з такими параметрами: густина – 7826 кг/м³; Модуль Юнга – 69 ГПа; Коефіцієнт Пуассона – 0,33; границя пружності – 200 МПа; модуль зміцнення – 300 МПа.

Механічні граничні умови задаються жорстким закріпленням кількох границь заготовки й обмеженням переміщення базових поверхонь абразивного зерна, окрім тих, що надають зерну можливість переміщуватись у напрямку головного руху різання.

При подальшому дослідженні процес різання буде ускладнюватись, шляхом додавання другого зерна. Будуть розглядатися випадки, коли одне зерно перекиває інше, коли зерна розташовані поруч. Крім цього, буде звернена увага на ситуації, коли одне з зерен виконує процес різання, а інше пластично деформує поверхневий шар. Також буде досліджено умову, за якої зв'язка вступає у безпосередній контакт із заготовкою.

Результатом дослідження є:

- 1) аналіз процесу стужкоутворення;
- 2) аналіз форми стружки;

- 3) аналіз розподілу ефективних пластичних деформацій;
- 4) аналіз розподілу теплового знеміцнення матеріалу;
- 5) аналіз розподілу напружень зсуву;
- 6) аналіз розподілу деформацій зсуву.
- 7) аналіз діаграм зміни сили різання.

Список посилань

1. Якимов А. В. Оптимизация процесса шлифования [Текст] / А. В. Якимов. – М.: Машиностроение, 1975. – 175 с.
2. Криворучко Д.В. Основи 3D-моделювання процесів механічної обробки методом скінченних елементів [Текст]: навчальний посібник/ Д.В. Криворучко, В.О. Залога, В.Г. Корбач. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010.– 209 с.

УДК 621.9.06-752

Ю.Н. Внуков, докт. техн. наук, профессор

Запорожский национальный технический университет, yvnukov@zntu.edu.ua

М.В. Кучугуров, аспирант

Запорожский национальный технический университет, markxfx@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ

Резание в условиях постоянного изменения скорости главного движения является одним из современных методов борьбы с автоколебаниями при механической обработке. Данный метод основан на воздействии на механизм регенерации в замкнутой системе процесс резания – упругая система детали (инструмента) [1]. Постоянное изменение скорости вращения шпинделя приводит к разрушению устойчивого сдвига фаз волн на поверхности резания $\psi = 180^\circ$ [2], что существенно уменьшает действие вторичного возбуждения и приводит к снижению амплитуды колебаний.

На сегодняшний день существующие станки и машины, предназначенные для выполнения механической обработки, строятся таким образом, чтобы обеспечить максимальное постоянство частоты вращения шпинделя. Данный режим работы привода является оптимальным, т.к. обеспечивается:

- стабильный режим работы привода и системы управления;
- экономичность работы привода;
- минимальный износ механических элементов станка;
- высокая стойкость инструмента.

В свою очередь современная технология изготовления деталей не предусматривает варьирование скоростью резания при механической обработке. Главным препятствием на пути к его внедрению в реальное производство является отсутствие алгоритмов поиска оптимальных условий управления данным параметром [3]. Существующие исследования показывают, что в зависимости от номинальных режимов обработки, статических и динамических характеристик резца и детали, геометрии инструмента, обрабатываемого материала, свойств привода станка, требуемый закон изменения частоты вращения шпинделя и его параметры, с целью обеспечения максимальной эффективности подавления автоколебаний, будут изменяться. Влияние данного режима обработки требует дальнейшего изучения, что требует разработки методов, позволяющих управлять работой привода главного движения по заданному закону.

Резание с переменной скоростью вращения шпинделя можно выполнить на станке с числовым программным управлением (ЧПУ). В станках данного типа имеется в наличие преобразователь, непосредственно управляющий работой двигателя привода главного

движения, который осуществляет управление в зависимости от входного сигнала – задания от стойки ЧПУ. Варьирование числом оборотов шпинделя можно осуществить двумя способами.

1. Создание внешнего устройства – модулятора, который встраивается между стойкой ЧПУ и преобразователем двигателя привода главного движения П1 (рис. 1). Модулятор содержит в себе генератор G , задающий закон изменения частоты вращения шпинделя, и сумматор Σ , выполняющий суммирование сигнала задания со стойки ЧПУ с сигналом генератора.

Данный метод применим к системам управления, в которых не предусмотрена корректировка режима работы в зависимости от сигналов датчиков измерительной системы. Таким образом, обеспечение заданного режима варьирования частотой вращения шпинделя не гарантируется, т.к. автоматическая подстройка данного параметра с изменением условий обработки и параметров варьирования невозможна.

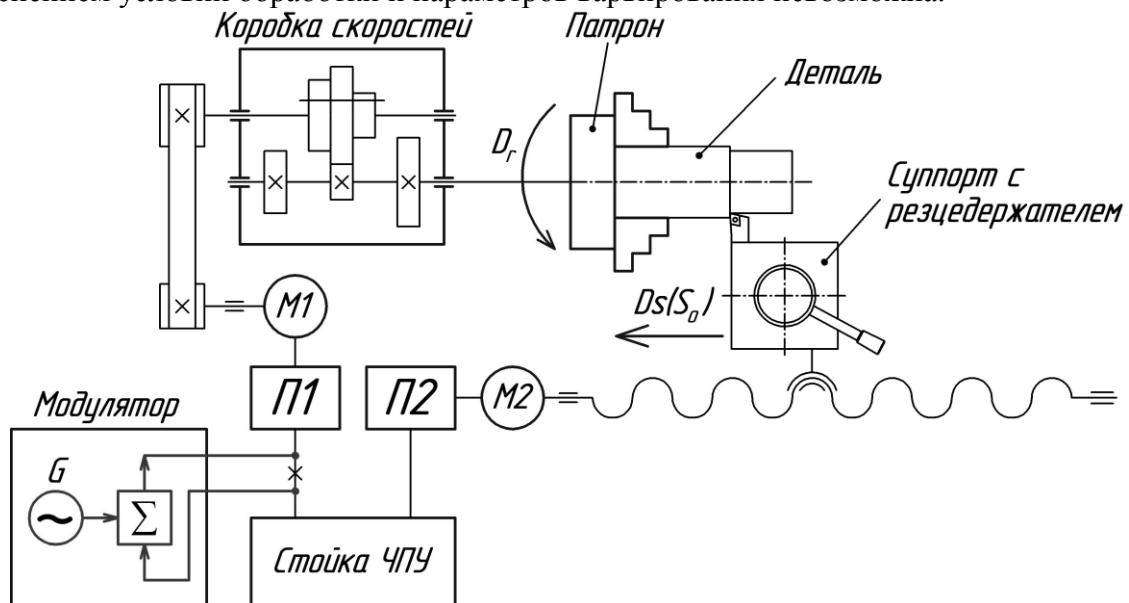


Рис. 1 – Схема управления движениями станка: M1, M2 – электродвигатели приводов главного движения и движения подачи; П1, П2 – преобразователи приводов; Σ – сумматор; G – генератор; D_g – главное движение; D_s – движение подачи

2. Программирование работы привода в управляющей программе стойки ЧПУ. Современные системы управления обладают возможностью адаптивного управления приводами главного движения и осями станка. Осуществление варьирования параметрами движения возможно по заданному математическому закону либо в зависимости от входных параметров датчиков измерительной системы станка и условий обработки. При этом система обратной связи приводов осуществляет контроль в режиме реального времени, что обеспечивает высокую точность выполнения входного сигнала – задания со стойки ЧПУ путем дополнительной корректировки работы приводом.

Список ссылок

1. Siddhupura M, A review of chatter vibration research in turning / M. Siddhupura, R. Paurobally – International Journal of Machine Tools and Manufacture, October 2012, Volume 61, pp. 27 – 47.
2. Кучугуров М.В. Способ определения сдвига фаз волн на поверхности резания ψ при точении / М.В. Кучугуров, Ю.Н. Внуков, С.И. Дядя – Вісник ЖДТУ: Процеси механічної обробки в машинобудуванні – 2013. – Вип. 14. – с. 93 – 100.
3. Albertelli P. Spindle speed variation in turning: technological effectiveness and applicability to real industrial cases / P. Albertelli, S. Mustelli, M. Leonesio, G. Bianchi – The International Journal of advanced Manufacturing Technology, September 2012, Volume 62, Issue 1 – 4, pp. 59 – 67.

УДК 621.941

А.Ю.Цимбал, провідний інженер

ІПМіц. імені Г.С.Писаренка НАН України, andrewytsymbal@gmail.com

В.Г. Біланенко, канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ», victor_bilanenko@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ПРИ СВЕРДЛІННІ

При проектуванні технологічних операцій оброблення отворів свердлінням необхідно послідовно вирішити типові технологічні завдання, а саме: визначити послідовність виконання технологічних переходів; визначити припуски та режими різання для виконання кожного переходу. Визначення режимів різання для свердління передбачає обґрунтований вибір інструментального матеріалу, конструкції свердла та його довжини, геометричних параметрів різальної частини, подачі та швидкості різання за інструментальним матеріалом інструменту та потужністю двигуна головного приводу верстату.

При розрахунках режиму різання для свердління, необхідно приймати до уваги, що спіральні свердла мають парну кількість різальних кромки відносно вісі свердла, що при якісному загострюванні різальної частини свердла буде забезпечувати урівноваження радіальних складових сили різання P_y . Сума складових сили різання P_x , що діють на лезо свердла утворюють осьову силу свердління P_o , а складові головної сили різання P_z створюють момент свердління $M_{св}$. Відповідно, при визначенні конструктивних параметрів свердла, а саме його довжини для заданих умов оброблення необхідно враховувати силові навантаження, які діють на свердло в процесі оброблення, що особливо важливо при обробленні важкооброблюваних матеріалів.

В процесі роботи свердло зазнає впливу складного навантаження, що полягає у одночасній дії на нього стиску, скручування, а при наявності похибок загострювання леза інструменту також вигину [2]. Розрахункова схема для визначення допустимої довжини свердла наведена на рис.1.

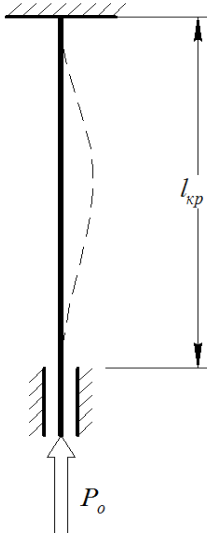


Рис. 1. – Схема навантаження свердла осьовою силою

Свердло розглядається, як стрижень вздовж якого діє осьова сила P_o . Критичну силу, при якій можлива втрата стійкості свердла можна визначити за формулою Ейлера [3]:

$$P_{KP} = \frac{\pi \cdot E \cdot J_{\min}}{(\nu l)^2}, \text{ Н} \quad (1)$$

де E – модуль пружності матеріалу свердла (для сталей $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па);

J_{\min} – мінімальний осьовий момент інерції поперечного перетину свердла;

EJ_{\min} – жорсткість свердла на вигин;

ν – коефіцієнт приведення довжини (для даної схеми закріплення $\nu = 1$);

l – довжина свердла, мм.

Тоді значення допустимої довжини свердла для даних умов оброблення може бути розраховане за формулою:

$$l_{KP} = \nu \sqrt{\frac{E \cdot J_{\min}}{P_o}}, \text{ мм} \quad (2)$$

Для визначення значень фізичних параметрів процесу різання, а саме осьової складової сили різання та моменту свердління, доцільно скористатись алгоритмом розрахунку через значення питомої сили різання. Значення питомої сили різання обчислюється за формулою:

$$p_c = p_{c1.1} \cdot (S \cdot \sin \varphi)^{-mc} \cdot (1 - 0.01\gamma), \text{ Н/мм}^2 \quad (3)$$

де S – подача, мм/об;

$p_{c1.1}$ – табличне значення питомої сили різання (для перетину стружки 1 мм^2);

mc – коефіцієнт ступеню;

φ – головний кут в плані, град;

γ – передній кут різальної частини інструменту, град.

Значення $p_{c1.1}$ та mc визначені дослідним шляхом і залежать від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу. Їх можна знайти в рекомендаціях по вибору елементів режиму різання, що надають провідні світові виробники різального інструменту (Sandvik Coromant, GARANT, Seco, Gühring тощо).

Дотична складова сили різання при свердлінні суцільного матеріалу виражається як:

$$P_Z = 0.5 \cdot p_c \cdot \frac{D}{2} \cdot S \cdot \sin \psi, \text{ Н} \quad (4)$$

де D та ψ — відповідно діаметр (мм) та кут при вершині свердла.

Експериментально встановлено, що значення осьової сили приблизно дорівнює значенню складової P_z : $P_o \approx P_z$

Момент свердління визначають за формулою:

$$M_{CB} = \frac{P_z \cdot v}{60000}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (5)$$

Як вже зазначалось, під час роботи на свердло одночасно діє стиск та скручування, тож умова міцності для стану складного навантаження виглядатиме наступним чином:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma] \quad (6)$$

де $\sigma_{екв}$ – еквівалентне напруження що діє на інструмент;

$[\sigma]$ – границя міцності, МПа;

$\sigma = \frac{P_o}{F}$ – нормальне напруження, МПа;

$\tau = \frac{M_{CB}}{W_p}$ – дотичне напруження, МПа;

F – площа поперечного перетину, мм^2 ;

W_p – полярний момент інерції.

Здійснюючи над виразами (5) і (6) низку алгебраїчних перетворень отримуємо:

$$M_{CB}^{\max} = \frac{W_p \sqrt{[\sigma]^2 - \sigma^2}}{2}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (7)$$

Тоді гранична швидкість, що допускається міцністю сверда буде визначатися так:

$$v_{\max} = \frac{60000 M_{CB}^{\max}}{P_z}, \text{ м/хв} \quad (8)$$

Запропонована методика дозволяє визначити допустиму довжину свердла для заданих умов оброблення та максимально допустиме значення швидкості різання, що допускається міцністю інструменту і тим самим запобігти його передчасному руйнуванню.

Список посилань

1. Основы теории резания материалов: учебник [для высш. учебн. заведений] / Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И. и др. ; под общ. ред. Н.П. Мазура и А.И. Грабченко. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. – 534 с.

2. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В.; Отв. Ред. Писаренко Г.С. - 2-е изд., перераб. И доп. – Киев: Наук. Думка, 1988. – 726 с.

3. Бохонский А.И. К вопросу оценки надежности сверла/ Бохонский А.И. Головин В.И. // Оптимизация производственных процессов : сб. науч. тр. / Севастоп. нац. техн. ун-т; Ред. В. Я. Копп. – Севастополь : Изд-во Севастоп. нац. техн. ун-та, 2009. – № 11 – С. 48 – 51.

УДК 621.1.016.7:620.9

А.В. Чернышов, ст. преподаватель
И.С. Долгополов, канд. техн. наук, доцент
В.Т. Тучин, инженер

Днепродзержинский государственный технический университет, avch2006@ukr.net

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ ДЛЯ СУШКИ СТРУЖКИ НА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Важным резервом экономии металла является использование отходов металлообработки в качестве сырья для металлургического производства. Основными отходами металлообрабатывающей промышленности являются листовые отходы, обрезь, крупногабаритные отходы литейных цехов, отходы тонколистовой штамповки, металлическая стружка, шламы заточных и шлифовальных станков, окалина после штамповки и термообработки. Кроме того, стружка является хорошим сырьем для порошковой металлургии. Особую сложность в подготовке к переделу представляют последние три вида отходов, так как они увлажнены маслом и СОЖ. Поэтому для дальнейшей переработки этого сырья его необходимо очистить от масла и СОЖ. Для решения этой задачи используются процессы мойки и сушки.

Анализ применяемых в промышленных технологиях барабанных радиационных и конвективных сушилок для сушки стружки показывает, что они имеют существенные недостатки: значительные габариты, высокая энергоёмкость, низкая мобильность, не позволяющая оперативно перенастраивать технологические процессы при использовании различных видов сырья.

Целью работы является снижение энергоёмкости разрабатываемой авторами сушильной машины с радиационно-конвективным подводом теплоты. Эта задача решается с помощью топологоэксергетического моделирования, позволяющего проводить анализ и синтез создаваемой физико-технологической системы (ФТС) на основе полученных в аналитической форме зависимостей эксергетической эффективности ФТС от ее конструктивно-технологических параметров.

В Днепродзержинском государственном техническом университете разработана сушильная машина для комплексной системы переработки стружки [1], позволяющая уменьшить энергоёмкость процесса сушки стружки.

Оценка энергетической эффективности этой машины проведена топологоэксергетическим методом, представленным в [2]. Основная цель этого анализа – описать эксергетические взаимодействия в рассматриваемой машине во взаимосвязи с ее конструктивно-технологическими параметрами, системно представить картину необратимых преобразований эксергии в машине для выявления путей повышения ее энергетической эффективности.

Реализация поставленной цели анализа сушильной машины с помощью этого метода предполагает выполнение следующих этапов моделирования:

- разработку кодовой диаграммы;
- выбор переменных для моделирования;
- построение топологоэксергетической структуры связи;

- распределение операционных причинно-следственных отношений в рассматриваемой ФТС;
- вывод системных уравнений – получение аналитической формы математической модели сушильной машины;
- раскрытие коэффициентов – диссипаторов в полученных уравнениях математической модели сушильной машины;
- решение полученной системы уравнений.

Первым этапом топологоэксергетического анализа является разработка кодовой диаграммы, представляющей словесное или знаковое отражение структуры физических процессов, происходящих в ФТС с точки зрения расходования эксергии и эксергетических взаимодействий в физико-технологической системе.

Кодовая диаграмма служит основой для построения топологоэксергетической структуры связи сушильной машины.

На основании топологоэксергетической структуры связи получена система уравнений, отражающая в аналитической форме процессы преобразования эксергетической мощности в машине. Полученная система уравнений позволяет детально анализировать эксергетические характеристики физико-технологической системы «сушильная машина» как по элементам и узлам, так и всей машины в целом. Эта система уравнений позволяет отразить влияние конструктивно-технологических параметров сушильной машины на ее эксергетическую эффективность.

Для оценки эксергетической эффективности анализируемой сушильной машины получим в аналитической форме следующие показатели:

Коэффициент эксергетических затрат сушильной машины TD -критерий, отражающий отношение полных затрат эксергии к введенной эксергии:

$$TD = \frac{\sum \dot{E}_{ex} - \sum \dot{E}_{вых}}{\sum \dot{E}_{ex}} = \frac{\sum \dot{E}_{оэфф}}{\sum \dot{E}_{ex}}, \quad (1)$$

Получена аналитическая форма TD -критерия в виде, удобном для анализа направлений совершенствования энергетической эффективности рассматриваемой системы с целью последующего решения задач энергосбережения.

Раскрыт физический смысл диссипаторов эксергии для данной машины, представлены их аналитические выражения (R^3 -элементы), исследованы зависимости влияния конструктивно-технологических параметров рассматриваемой ФТС на полученные критерии эффективности, указаны пути энергосбережения.

Рассматривается получение аналитических форм реальных критериев эксергетической эффективности и представление в развернутой форме диссипаторов эксергии (R^3 – элементов).

Используя аналитические формы разработанных критериев и реального коэффициента эксергетической эффективности η_{ep} , рассмотрено влияние конструктивно-технологических параметров машины на ее эксергетическую эффективность, а следовательно, на энергосберегающий аспект решения задачи.

Список ссылок

1. А.с. 926468 СССР, МКИ³ F26В 11/04 Барабанная сушилка /А.М. Тихонцов, А.В.Чернышов, А.Д. Горбунов, М.Н. Кондин (СССР) – 3006477/24-06; заявлено 17.10.80; опубликовано 07.05.82, Бюл. №17.
2. Долгополов И.С. Научные основы энергоресурсосбережения с позиций энерго- и эксергоэффективного анализа физико-технических систем / И.С. Долгополов В.Т. Тучин, А.В. Садовой. – Днепропетровск: ДГТУ, 2013. – 379 с.

УДК 621.81

С.Г. Онищук, канд. техн. наук, доцент
В.И. Тулупов, канд. техн. наук, доцент
С.Л. Миранцов, канд. техн. наук, доцент

Донбасская государственная машиностроительная академия, wladimir.tulupov@gmail.com

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С УЧЕТОМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Основной проблемой, стоящей сейчас перед производителями, является повышение конкурентоспособности выпускаемых изделий, добиться которой можно за счет следующих факторов: повышения степени удовлетворения требований заказчика, сокращения сроков создания изделия и снижения материальных затрат на его изготовление и эксплуатацию. При этом главным направлением в конкурентной борьбе становится не только снижение себестоимости продукции, а в большей степени повышение качества продукции и максимальное ее соответствие конкретным требованиям конкретного потребителя [1].

Начиная с момента проектирования изделия, в него закладывается его стоимость и ресурс его работы, применяя при этом: научный потенциал, инженерные кадры, методы проектирования (в том числе функционально-стоимостной анализ), программные продукты, производственные площади и т.д.

Необходимость экономии материальных ресурсов предъявляет высокие требования к рациональному выбору заготовок, к уровню их технологичности, в значительной мере определяющей затраты на технологическую подготовку производства, себестоимость, надёжность и долговечность изделий.

Для повышения ресурса эксплуатации машины, т.е. увеличения жизненного цикла изделия, в машиностроительной отрасли существует большое разнообразие методов повышения долговечности деталей машин.

На предприятиях машиностроения все шире применяются комбинированные методы электрофизической, электрохимической и ионно-лучевой обработки, СВС-технологии, в основу которых положено использование высокопроизводительных инструментов, а также разнообразных источников высококонцентрированной энергии. В процессе такой обработки поверхностный слой детали поглощает в короткое время значительное количество энергии. Образующиеся в нем неравновесные диссипативные структуры аккумулируют избыток энергии и самопроизвольно стремятся к состоянию с наименьшей свободной энергией. В поверхностном слое происходят необратимые процессы наследственности и самоорганизации, которые путем наложения и совместных действий потоков энергии ведут к образованию комплекса структур с определенными свойствами [2, 3].

Формирование маршрутного технологического процесса предполагает, что для получения детали с конкретными размерами, шероховатостью поверхности, физико-механическими свойствами, в маршрут будут включаться из множества $\{O_{t_i}\}$ только определенные операции с применением определенных условий (логической функции) $\{A_k\}$. Для операции k логическая функция выбора конкретной операции O_k имеет вид $O_k \in \{A_k\}$.

Логическая функция, определяющая выбор операции из технологического маршрута, имеет вид:

$$\Phi = OR_{k=1}^m \left[OR_{j=1}^n (AND_{k=1}^{n_1} Y_i)_j \right]_k \quad (1)$$

Первая логическая функция OR_k определяет выбор вида операции, вторая функция OR_j – тип признака, а третья AND_i – уровень признака; Y_i – уровни признаков; m, n, n_1 – число условий соответствующего типа.

Формирование маршрутного технологического процесса изготовления колеса зубчатого может быть представлено в виде обобщенного маршрута (рис.1). При формировании графа используются условия: А – тип производства; Б – наличие или отсутствие отверстия в заготовке; В – необходимость или отсутствие необходимости термообработки детали.

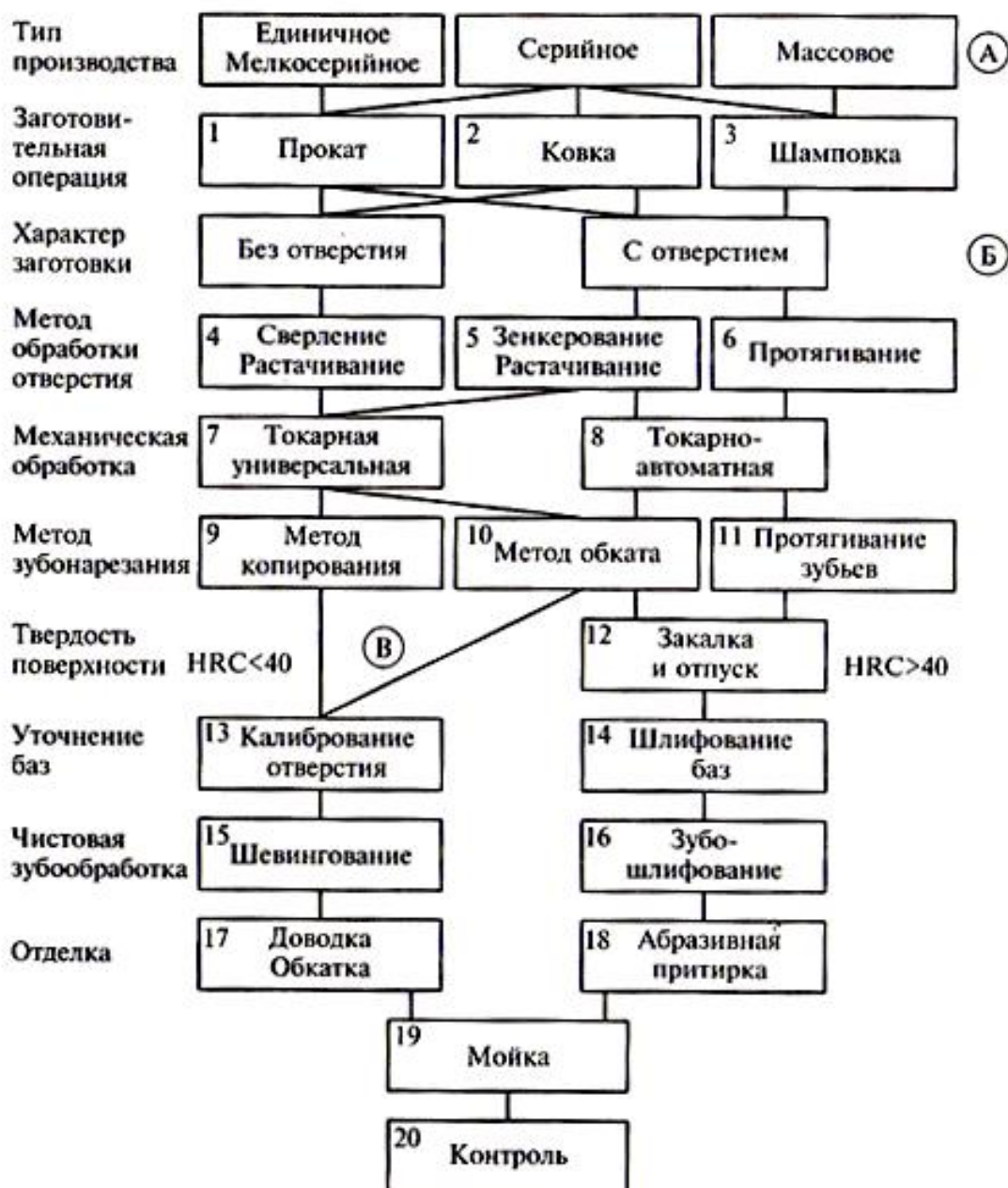


Рис. 1. – Обобщенный маршрут изготовления зубчатого колеса

В зависимости от условий, влияющих на формирование маршрута обработки детали, можно получить несколько вариантов технологических маршрутов обработки.

Список ссылок

- 1 Ковшов А. Н. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения : принципы, системы и технологии CALS/ИПИ : учеб. пособие / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов, А.Д. Никифоров. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 304 с.
2. Направленное формирование свойств изделий машиностроения [Текст] / [А. С. Васильев, А. М. Дальский, Ю. М. Золотаревский, А. И. Кондаков]; под ред. А. И. Кондакова. – М. : Машиностроение, 2005. – 352 с.

3. Ковалевский С.В. Формирование регулярной дискретной структуры при чистовом точении с импульсным током. / С.В. Ковалевский, В.И. Тулупов, А.А. Попивненко, Ю.Б. Борисенко // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем: Збірник наукових праць. - Краматорськ: ДДМА, 2007. – Вип. 21. – С. 233–237.

УДК 338.28

І.І. Верба, канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ», verba.dan@gmail.com

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ (СТС)

Дослідження показників працездатності сучасних верстатів і мехатронних модулів є актуальним з огляду на кілька причин: необхідність визначення перспектив розвитку техніки; оцінка технічного рівня та якості СТС на початковому етапі проектування; використання результатів дослідження при створенні математичного забезпечення для проектування обладнання й керування ним; порівняльне оцінювання обладнання різних виробників при оновленні верстатного парку підприємства та обґрунтуванні вибору верстатів для реалізації технологічних процесів. За кожним з вказаних напрямків ведуться активні дослідження, є значна кількість публікацій, але всі задачі вирішені частково.

Вибір обладнання, яким оснащують підприємство, зараз не впорядковано й здійснюється він найчастіше порівнянням технічних характеристик та цін, не враховуються подальші перспективи його використання. Методики обґрунтованого оновлення складу верстатного парку відсутні [3, 4].

Однозначного визначення узагальнених показників, критеріїв, методів дослідження ефективності СТС поки що немає, тим паче немає офіційно визнаної, апробованої на практиці методики оцінювання цієї ефективності. Відповідні елементи, що стосуються вказаної проблеми, віднесені до різних напрямків – системотехніки, дослідження операцій, системного аналізу, системного моделювання, теорії автоматизації керування тощо. Є пропозиції [1] виокремити теорію ефективності великих технічних систем у самостійний науковий напрямок із відповідними компонентами, який супроводжуватиме технічний об'єкт від початку проектування і протягом всього життєвого циклу. Нагальною є потреба у впровадженні в практику єдиного інтегрального комплексного критерію оцінювання ефективності СТС, який може використовуватись не лише при проектуванні, а також для обґрунтування організаційно-технічних рішень при довготривалому плануванні виробництва й виборі стратегії й обладнання при оновленні верстатного парку. І для всіх вказаних задач передбачається вибір в умовах невизначеності й за заданих обмежень раціонального або, за можливості, оптимального варіанту з альтернативних розробок в межах певної області та наступне оцінювання вірогідності результатів.

Узагальнений критерій повинен містити якомога меншу кількість складових, які забезпечують компроміс між вимогами і не характеризують властивості, що дають одні й ті самі наслідки (не можуть логічно виводитися з інших критеріїв чи бути їх прямим наслідком – умова мінімальності й незалежності), припускати вимірювання інтенсивності властивості, яку він характеризує, мати певний діапазон з відомим характером змінювання у часі, бути придатним для використання в умовах невизначеності й враховувати стохастичність – випадковий характер деяких параметрів. Окремі функціональні показники ефективності є кількісними: вони можуть бути виміряні, розраховані або отримані при моделюванні. Але проблемою є встановлення того, яким саме чином поєднати вказані показники з метою утворення узагальненого критерію. Наприклад,

популярним критерієм є відношення ефективності обраного рішення до витрат на його реалізацію. Проте залежність цього критерію від ефективності лінійна, а від вартості – гіперболічна [2], тож перевагу отримають дешеві рішення, тобто такий критерій не є об'єктивним.

Множинність та суперечливість кінцевих цілей порівняння систем зумовлює створення багатокритеріальних векторних оцінок й подальше переведення їх у порівняльні оцінки.

Багатокритеріальність системи може зумовити проблему вибору рішення, якщо одна альтернатива є кращою за іншу за однією групою критеріїв, але поступається їй за іншою. Оскільки оптимізувати структуровану систему намагаються за багатьма критеріями, які часто суперечать один одному, а оптимізація за одним з них практично виключає оптимізацію за іншими, то важливо знайти узгоджений оптимум для всіх використовуваних критеріїв (принцип В. Парето). Раціональне рішення обирається в області компромісів за системою переваг або, наприклад, за принципом Кондорсе (за результатами ранжируваних альтернатив) чи за евристичним алгоритмом Кемені-Свелла тощо.

Якщо система є слабо структурованою, то для її структуризації застосовують багатоальтернативні графи у вигляді дерева рішень (цілей). Вибір оптимальної стратегії можна здійснити на основі байесовської теорії рішень: по кожному з маршрутів дерева рішень визначають можливий виграш, знаходять апріорні й апостеріорні вірогідні розподіли, виконують розрахунки, потрібні для вибору оптимальної стратегії.

Найчастіш маємо справу з діями в умовах ризику або невизначеності. Тож, відповідно, шукаємо максимальний виграш (або альтернативний йому мінімальний ризик – втрату виграшу). В умовах невизначеності застосовують спеціальні критерії: критерій Лапласа, критерій Вальда, міні-максний критерій Севіджа, критерій Гурвіца тощо... За потреби обрати варіант в умовах ризику і / або невизначеності застосовують теорію прийняття рішень, одним з вихідних положень якої є теза про відсутність абсолютно найкращого рішення.

Обґрунтовано сформувані показники та критерії оцінювання технічного рівня СТС дозволяють системний підхід та принципи системного аналізу. Максимальну ефективність системного аналізу забезпечує комбінування експертних, модельних і натурних досліджень. Отже задача формування узагальненого критерію оцінювання є досить складною й потребує розв'язку задач аналізу ефективності методами імітаційного моделювання на ЕОМ з наступною статистичною обробкою отриманих результатів та задачі синтезу формалізованої системи методами математичного програмування.

Список посилань

1. Комаров И. Д. Модель априорной оценки эффективности инновационных проектов в условиях неопределенности на ранних стадиях проектирования / Комаров И. Д., Даньков Ю. М., Истомина В. В. // Наука и образование [электронное научно-техническое издание] / Эл №ФС77-30569 (77-30569/234514) # 10, октябрь 2011 Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru>.
2. Анализ методов принятия решений при разработке сложных технических систем. / [Семенов С.С., Полтавский А.В., Маклаков В.В., Крянев А.В.] // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ – 2014, Москва, 16 – 19 июня 2014 г. – С. 8101 – 8123.
3. Верба І.І. Виробничі системи змінної конфігурації як шлях забезпечення гнучкості обладнання. / Верба І.І. // Современные проблемы производства и ремонта в промышленности и на транспорте: Материалы 15-го Международного научно-технического семинара, 23 –27 февраля 2015 г. г. Свалява. – Киев: АТМ України, 2015. – с. 31 – 33.
4. Верба І.І. Формування критеріїв оцінки проектних рішень та технічного рівня верстатів. / Верба І.І., Даниленко О.В. // Материалы X Международной научно-технической конференции „Эффективные инструменты современных наук – 2014“ 27.04.2014 – 05.05.2014. Чехия. Прага. – с. 41 – 43.

УДК 62.231

В.Б. Струтинський, докт. техн. наук, професор
О.Я. Юрчишин, канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ», oksanajur@mail.ru

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ВЕРСТАТІВ З ПАРАЛЕЛЬНИМИ КІНЕМАТИЧНИМИ СТРУКТУРАМИ

Контроль якості технологічних систем на основі багатокординатних верстатів з паралельними кінематичними структурами являє собою актуальну наукову проблему. Її вирішення є основою більш широкого застосування верстатів даного типу.

Дані технологічні системи призначені для обробки деталей середньої точності із складними криволінійними поверхнями. Контроль точності верстата при обробці криволінійних поверхонь ускладнений по причині відсутності у технологічній системі верстата прямолінійних та обертових рухів.

Запропонований метод контролю якості технологічної системи базується на обробці спеціальної деталі, що має ряд поверхонь, виміри яких дають об'єктивні дані для оцінки точності верстата. Деталь виготовляється зі спеціальної заготовки, яка має базову плоску поверхню та перпендикулярну їй базову циліндричну поверхню. Дані поверхні визначають базову площину координат ХОУ та вісь Z. Для визначення положення взаємно перпендикулярних вісей служать грані на поверхні заготовки. Всі вказані поверхні зберігаються при обробці заготовки на верстаті.

Оцінка якості технологічної системи здійснена за результатами вимірювання геометричного розташування оброблених на верстаті поверхонь відносно введеної абсолютної системи координат. Оброблено ряд ділянок плоских поверхонь, номінальне положення яких перпендикулярне базовій площині і паралельне відповідно вісям координат Х і У. Також оброблені плоскі поверхні, які утворюють кути 30°, 45° та 60° відносно вісей Х і У. Оброблено циліндричні поверхні заготовки, концентричні базовій циліндричній поверхні та плоска поверхня паралельна базовій.

В результаті вимірювання непаралельності та неперпендикулярності, одержаних після обробки плоских поверхонь заготовки, встановлюються відхилення абсолютної системи координат верстата від абсолютної системи координат заготовки. Так визначаються поперечно-кутові відхилення вісей двох систем координат. Плоско-паралельне зміщення вісей встановлюється за результатами вимірювання розташування пар оброблених плоских ділянок деталі відносно введених вісей координат заготовки.

Для визначення інтегральних параметрів точності проведено вимірювання відхилень від круглості та від циліндричності. Оброблено циліндричні поверхні заготовки, концентричні базовій циліндричній поверхні. Проведено вимірювання відхилення від площинності ряду плоских поверхонь, зокрема плоских поверхонь, паралельних базовій.

Одержані показники точності верстата з паралельними кінематичними структурами доповнені показниками точності обробленої криволінійної поверхні. Для цього використана ділянка поверхні заготовки, на якій виконана тороподібна канавка із утворенням поверхні двоякої кривизни із сідловою точкою, розташованою на вісі Z.

Для оцінки точності криволінійної поверхні запропоновано використати криволінійний шар, утворений трьома поверхнями. Одна з них відповідає аналітичній математичній моделі поверхні, а дві інших є оригінальними вимірними масивів відхилень обробленої поверхні. Максимальна товщина криволінійного шару прийнята в якості міри точності обробки криволінійної поверхні.

УДК 621.941

Ю.М. Кузнєцов, докт. техн. наук, професор

Національний технічний університет України «КПІ», zmok@mail.ru

Б.І. Придальний, канд. техн. наук, доцент

Луцький національний технічний університет, prydalnyy@rambler.ru

НОВИЙ ПІДХІД ДО ОПИСУ І СИНТЕЗУ ПРИВОДІВ МЕХАНІЗМІВ МАНІПУЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОБЛАДНАННІ

У приводах захватних пристроїв (ЗП), де основна функція – забезпечення необхідної сили затиску для надійного захвату об'єкта маніпулювання [7], можливе використання приводів аналогічних до тих, що використовуються у механізмах затиску (ЗМ) при конструктивних обмеженнях їх розтушування. ЗП за однією з функцій котру він виконує відноситься до певного виду затискних механізмів, і зокрема, затискних патронів, оскільки повинні забезпечувати надійне утримання об'єкта під час маніпулювання за рахунок прикладення сил затиску об'єкту [2, 3, 8,].

Відповідно до генетико-морфологічного підходу [1] до опису та синтезу ЗМ передача захоплюючим елементам переміщень, сил та енергії може бути описана на хромосомному рівні у вигляді морфологічної моделі (матриці) елементарних силових потоків – батьківських хромосом (пара вхідного та вихідного зусиль) для об'єктів типу тіл обертання у циліндричній системі координат [4-6], що представлено у вигляді (1).

$$M_{in} = \begin{matrix} F_{a1} \\ F_{a1} \\ F_{r1} \\ F_{r1} \\ F_{t1} \\ F_{t1} \\ M_{a1} \\ M_{a1} \\ M_{r1} \\ M_{r1} \\ M_{t1} \\ M_{t1} \end{matrix} \Rightarrow M_{EX} \begin{matrix} F_{a2} \\ F_{a2} \\ F_{r2} \\ F_{r2} \end{matrix} \quad (1)$$

Як і в ЗМ привод захвата (Прз) є проміжним перетворювачем силових (енергетичних) потоків між джерелом і ЗП (рис. 1, а). Умовно кажучи, якщо абстрактно уявити маніпулятор, якого ще не існує, але який треба створити, то модель силових (енергетичних) потоків буде складатися з двох елементарних потоків: один в Прз $F_0(M_0) - F_1(M_1)$, а другий в ЗП $F_1(M_1) - F_2$ без зазначення координатного напрямку сил (моментів) на вході і виході. Тоді повний потік від джерела енергії E через перетворювачі ПЕ до об'єкта маніпулювання (ОМ) запишеться у вигляді генетичної формули – взаємодії трьох матеріальних точок O, O_1, O_2 (рис. 1, б).

$$F_0(M_0) - F_1(M_1) - F_2$$

де на хромосомному рівні для маніпулятора генетичний код Прз буде $F_0(M_0) - F_1(M_1)$, а ЗП – $F_1(M_1) - F_2$.

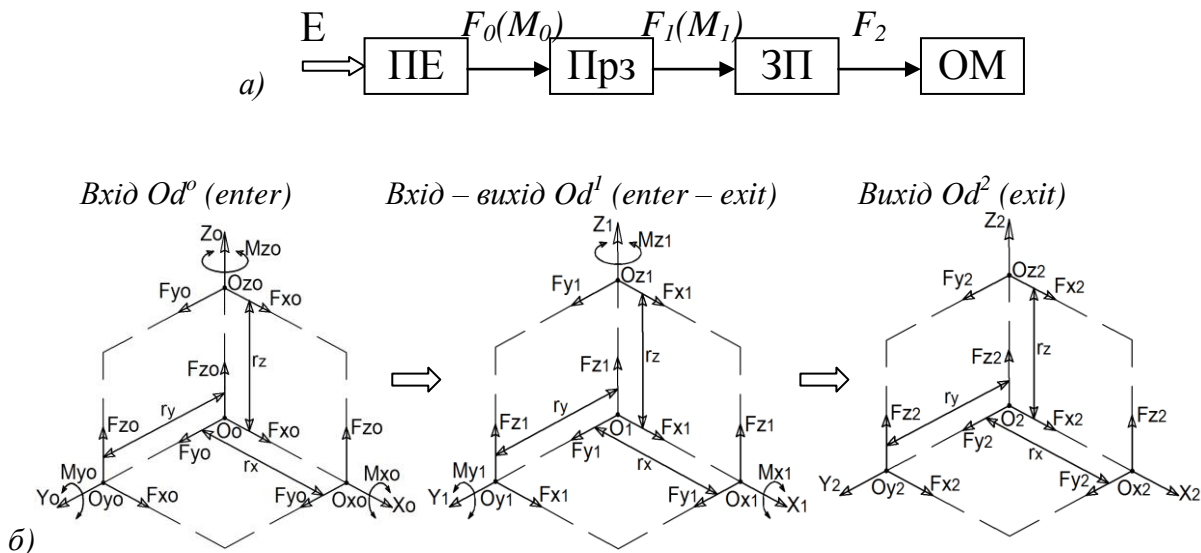


Рис. 1 – Узагальнені структура (а) і модель силових (енергетичних) потоків (б) в маніпуляторі промислового робота: Е – джерело енергії; ПЕ – перетворювач енергії; Прз – привід механізму захвата; ЗП – захватний пристрій; ОМ – об’єкт маніпулювання

Як висновок варто відзначити, що генетико-морфологічний підхід можна успішно застосовувати не лише для опису та синтезу затискних механізмів, але і для захватних пристроїв промислових роботів і маніпуляторів. При цьому в якості батьківських хромосом доцільно використовувати силові (енергетичні) потоки між двома матеріальними точками [5, 6].

Список посилань

1. Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем. /Е.П. Балашов – М.: Радио и связь, 1985. –328 с
2. Детали и механизмы роботов. Основы расчёта, конструирования и технологии производства /Под ред. Саматокина Б.Б. – К.: Вища школа, 1990. – 340 с.
3. Костюк В.І. Робототехніка: Підручник / В.І. Костюк, Г.О. Спину, Л.С. Ямпольский, М.М. Ткач. – К.: Вища школа, 1994. – 447 с.
4. Кузнецов Ю. Н. Морфологический синтез станков и их механизмов: Монография / Ю.Н. Кузнецов, Герра Ж.А. Хамуйела, Т.О. Хамуйела; под ред. Ю.Н. Кузнецова. – К.: ООО “ГНОЗИС”, 2012. – 416 с.
5. Кузнецов Ю.Н. Генетико-морфологический подход к созданию и прогнозированию развития зажимных механизмов для вращающихся деталей / Ю.Н. Кузнецов, А.Г. Хамуйела Жоакин, А. Попаров // Journal of the Technical University – Sofia/ - Plovdiv branch, Bulgaria “Fundamental, vol. 19, Book 2, 2013. – pp. 7–13.
6. Кузнецов Ю.Н. Описание и синтез зажимных механизмов станков на различных уровнях сложности структуры/ Кузнецов Ю.Н. // Scientific Journal Technological Complexes, №1(9), Луцк, ЛНТУ, 2014. – с. 12–20.
7. Кузнецов Ю.М. Робототехнічні системи і комплекси фармацевтичного та біотехнологічного / виробництв: Навч. Посібник / Ю.М. Кузнецов, В.Ю. Шибецький, під заг. ред. Ю.М. Кузнецова. – К: ТОВ “Гнозіс”, 2012. – 335 с.
8. Павленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування. / І.І. Павленко – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420 с.

УДК 621.9.04

В.Б. Струтинський, докт. техн. наук, професор

А.С. Дем'яненко, асистент

Національний технічний університет України «КПІ», kvm_mmi@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ МАНІПУЛЯТОРА З МЕХАНІЗМАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ

Однією з актуальних задач машинобудування є автоматизація виробництва, що реалізується за рахунок використання промислових маніпуляторів різних компоновок, з різними технологічними можливостями. При цьому важливою функціональною характеристикою промислових роботів є діапазон швидкостей та прискорень їх робочих органів. Підвищити швидкість виходу робочого органу в позицію на 15-20% відносно аналогічних за енергоємністю та габаритними характеристиками роботів дозволяють маніпулятори з механізмами паралельної структури. Об'єктом дослідження є конструкція маніпулятора з механізмами паралельної структури, що забезпечує плоскопаралельне переміщення робочого органу в площині.

Встановлено математичні залежності, що визначають положення робочого органу в залежності від кутів повороту приводів у декартовій та полярній системах координат. На основі двох визначених узагальнених координат r , φ розроблено підпрограму в середовищі LabView для побудови траєкторії руху робочого органу в залежності від заданих кутів повороту приводів. Розраховано границі робочої зони маніпулятора з механізмами паралельної структури (рис. 1, а). Передбачено можливість зміни геометричних параметрів кінематичних ланок маніпулятора, що безпосередньо впливають на форму та розмір робочої зони. В ході досліджень встановлено, що взаємозв'язок кутів повороту валів приводів описується нелінійними залежностями.

Положення робочого органу даної компоновки маніпулятора у площині визначається кутом φ_2 між гранями паралелограма $OABC$, що задається одним з приводів та кутом нахилу φ_1 отриманого паралелограма відносно вісі координат x (рис. 1, б). Подальше аналітичне дослідження кінематики маніпулятора проведено методом замкнених векторних контурів. Визначено аналоги кутових швидкостей та прискорень всіх ланок маніпулятора та відповідні їм дійсні кутові швидкості та прискорення. Реалізація даного методу дає можливість автоматизувати та спростити розрахунки для контролю параметрів швидкостей та прискорень окремих ланок маніпулятора при заданих швидкостях роботи приводів.

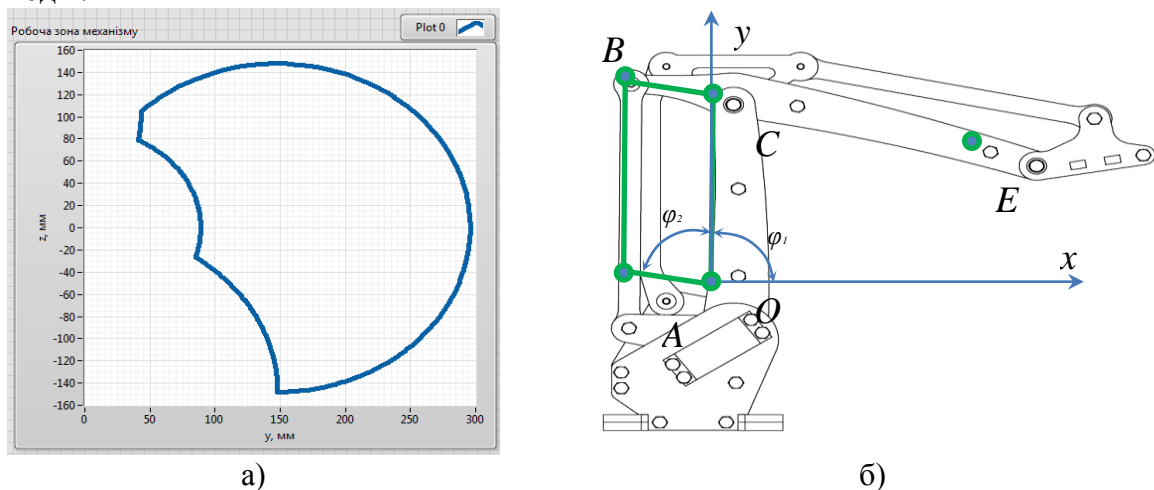


Рис. 1. – Границя робочої зони (а) та кути повороту приводів, що забезпечують вихід у задане положення робочого органу E маніпулятора (б).

УДК621.91:530.1

В.С. Гусарев, канд. техн. наук, доцент

Ю.В. Яровой, канд. техн. наук

Одесский национальный политехнический университет, yuraodua@ukr.net

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В современных условиях жесткая конкуренция на рынке металлообработки требует более детального выбора варианта технологического процесса или метода обработки. Выбор альтернативных методов обработки выполняется при помощи критериев, которые можно разделить на технико-экономические, физические и энергетические критерии. Широкое распространение в машиностроении получили технико-экономические критерии, однако они не всегда дают объективную оценку альтернативным вариантам методов обработки деталей машин. Поэтому необходимы дополнительные критерии выбора вариантов технологических процессов, которые дополняли бы технико-экономические.

Энергетические критерии – удельная работа резания и энергоемкость используются в ограниченных случаях. Удельная работа резания позволяет распределить варианты механической обработки по энергетическим уровням, что позволяет выбирать энергетически менее затратные методы обработки.

Удельная работа резания определяется по следующему выражению

$$e = \frac{N_e}{stv}, \quad (1)$$

где N_e – мощность резания, кВт;

s – подача, мм/об;

t – глубина резания, мм;

v – скорость резания, м/мин.

Установлено, что удельная работа резания позволяет сравнить разные методы обработки поверхностей, которые отличаются физикой процесса, например: тонкое точение и шлифование.

Предложен новый критерий действие технологической системы, который основан на принципе наименьшего действия и определяется по формуле:

$$D = A\Delta T, \quad (2)$$

где A – работа формообразования поверхности, Дж;

ΔT – интервал времени формообразования поверхности, мин.

После преобразований критерий действия предлагается определять по выражению:

$$D = NT\Delta T = NT^2, \quad (3)$$

где N – мощность, затрачиваемая на формообразование поверхности, Вт;

T – время обработки поверхности, мин.

Установлено, что предложенный критерий действие позволяет сравнивать как разные физические процессы та и методы обработки, которые относятся к одному физическому процессу (например: одноинструментную и многоинструментную обработку).

Энергетические критерии удельная работа резания и действие технологической системы рекомендуется использовать в виде целевых функций для поиска оптимальных режимов резания, для обеспечения минимальной энергоемкости технологического процесса.

УДК 621.914.3

М.Ю. Манжола, аспірант

Ю.М. Кузнєцов, докт. техн. наук, професор

О.О. Степаненко, канд. техн. наук., асистент

Національний технічний університет України «КПІ», manzholka@gmail.com

КІНЕМАТИЧНІ ЗАЛЕЖНОСТІ У БАГАТОКООРДИНАТНОМУ ФРЕЗЕРНОМУ ВЕРСТАТІ З МЕХАНІЗМАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ

Використання механізмів паралельної структури (МПС) у верстатобудуванні обумовлене наступними перевагами: високою жорсткістю, низькою металосемністю, низькими інерційними масами рухомих вузлів, підвищеними прискореннями руху виконавчого органу (ВО) та ін. [1].

Забезпечення цих показників є найбільш важливим при багатокординатній, об'ємній обробці деталей із використанням чотирьох, або п'яти робочих координат, оскільки в даному випадку, як правило, зростає кількість холостих переміщень ВО відносно оброблюваної деталі, що збільшує час обробки на верстаті. Реалізація вказаних показників у верстатах з МПС досягається, як правило, шляхом введення додаткових паралельних кінематичних ланцюгів, як виконано у верстатах типу "гексапод" та "пентапод".

При проведенні структурно-кінематичного аналізу видно, що найбільш оптимальним є варіант компоновки 4-координатного механізму, в якому за допомогою МПС реалізовано три лінійні координати (X, Y, Z) та одну обертову (A), при цьому п'яту координату (B) можливо реалізувати за допомогою обертового столу.

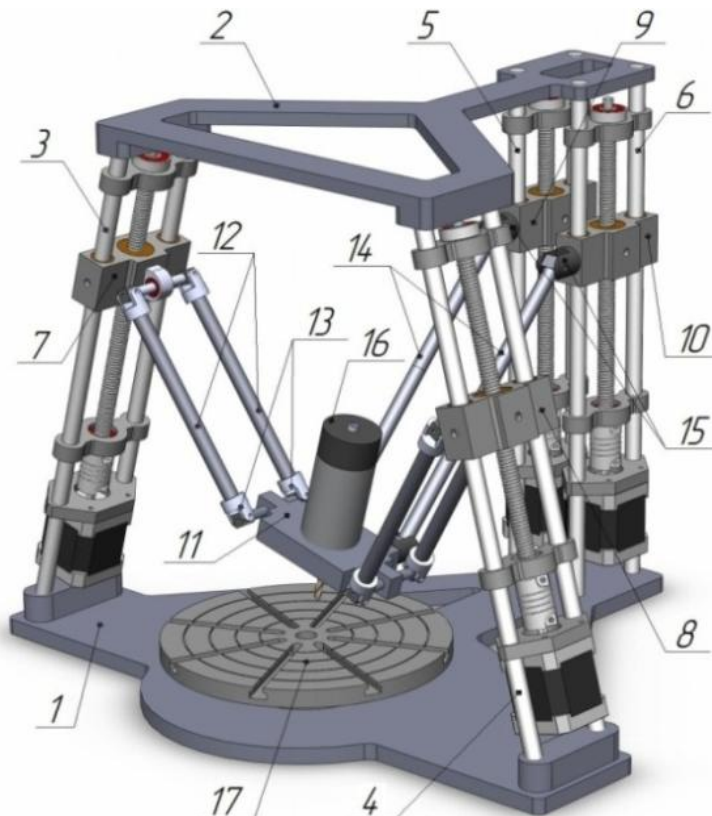


Рис. 1 - Багатокординатний фрезерний верстат з МПС (3D модель) з розміщенням стійок під кутом

Дана конструктивна реалізація верстату дозволяє суттєво спростити кінематичну структуру МПС, порівняно з подібними багатокординатними верстатами типу

"гексапод", та "пентапод", забезпечивши при цьому оберт ВО до 180° і три лінійні координати.

Для керування подібним типом верстатів необхідно вивести кінематичні залежності руху ВО верстату у площині X Y. Для цього необхідно виразити залежність точки позиціонування кінця інструменту від положення каретки, яка переміщується по напрямній заданої довжини (довжиною відрізка BK).

$$BK = yB + \frac{[FJ \cdot \sin(B^\circ) + (SJ \cdot \sin(A^\circ) + y)]}{\sqrt{KF^2 - (xB - [FJ \cdot \cos(B^\circ) + (SJ \cdot \cos(A^\circ) + x)]^2}} \quad (1)$$

На базі просторового опису даного механізму необхідно вивести залежність для математичного опису та комп'ютерного керування даним схематичним рішенням у просторі.

При розрахунку оберненої задачі кінематики у просторі (рис. 2) необхідно ввести в математичні залежності ще одну координату – z.

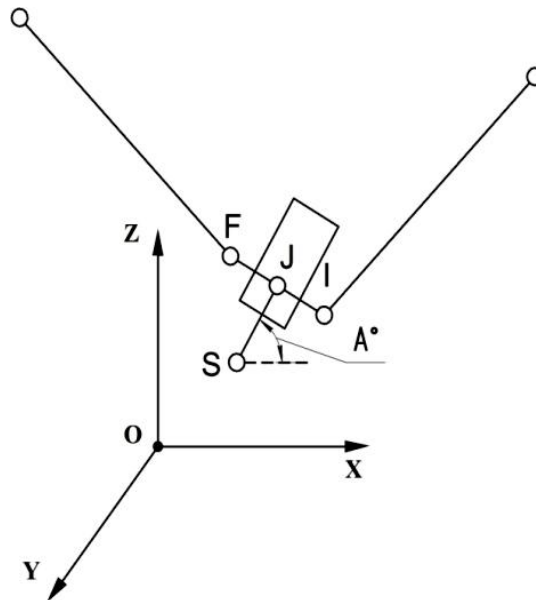


Рис. 2 - Кінематична схема верстату у просторі

Для цього необхідно математично описати залежності положення відрізка у просторі, у якого один кінець – це координата кінця інструменту – точка S (x, y, z), а інший – точка J (x_J; y_J; z_J), яка лежить у площині платформи.

Отримані координати точки J (x_J; y_J; z_J), які описані через відомі величини та координати точки S (x; y; z), тобто в залежності від положення точки S, враховуючи можливість зміни довжини інструменту SJ, а також кут нахилу інструменту A, можна записати наступним чином: $J(x \pm d \cdot \cos A; yJ; z \pm d \cdot \sin A)$.

Розв'язання оберненої задачі кінематики дозволяє математично описати отриману схему конструкції верстату та, поєднавши отримані залежності на площині з залежностями у просторі, дає змогу керувати верстатом за допомогою комп'ютера, розрахувавши всі залежності для кожного з приводів.

Список посилань

1. Кузнецов Ю.Н. Компонировки станков с механизмами параллельной структуры / Ю.Н. Кузнецов, Д.А. Дмитриев, Г.Е. Диневич – Изд-во: Херсон, ПП Вишемирский В.С., 2010. – 471 с.
2. Кузнецов Ю.М. Структурно-кінематичний аналіз свердлильно-фрезерного верстату клиноподібної компоновки / М.Ю. Кузнецов, О.О. Степаненко // Технологічні комплекси – № 3 – Луцьк, 2011. – с.12 – 15

3. Патент України на корисну модель № 74716. МПК В23В 35/00. Багатокоординатний фрезерний верстат / Ю.М. Кузнецов, О.О. Степаненко, М.Ю. Манжола; заявл. 10.04.2012; Опубл. 12.11.2012. Бюл. № 21. 2012 р.

4. Патент України на корисну модель № 68238. МПК В23В В23Q 5/00, В23С 1/00; Модуль лінійного переміщення / Ю.М. Кузнецов, О.О. Степаненко; заявл. 29.06.2011; Опубл. 26.03.2012. Бюл. № 6. 2012 р.

УДК 621.9

В.Н. Тихенко, докт. техн. наук, професор

В.И. Старцев, канд. техн. наук

А.А. Анисимов, аспірант

Одесский национальный политехнический университет, vnti@mail.ru

С.В. Пчелинский, инженер

Одесская железная дорога, pchelinskiy@ukr.net

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИЙ УЗЛОВ СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОЛЕСНЫХ ПАР МОДЕЛИ КЖ20

Для безопасной эксплуатации железнодорожного транспорта необходимо осуществлять периодическую обработку профиля изношенных колес вагонов, электровозов, тепловозов, вагонов метрополитена, моторвагонных секций [1]. Для этого используют специальные станки двух типов: с выкаткой колёсной пары из-под тележки в процессе обработки и без выкатки (подрельсовые).

Колесофрезерный специальный станок модели КЖ20 предназначен для выполнения фрезерных работ по ремонту профиля двух бандажей колесных пар подвижного состава железнодорожного транспорта без выкатки из под локомотивов, электровозов, тепловозов и мотор-вагонных секций. Он устанавливается в котловане на заглубленном фундаменте и позволяет единице подвижного состава свободно проходить над ним, не препятствуя перемещениям подвижного состава в цехе депо. Станок имеет симметричную компоновку (левая и правая сторона имеют одинаковые по назначению узлы), работает в автоматическом цикле, основными элементами которого являются подъем, установка и крепление колесной пары в корпусах букс, позиционирование суппортов, измерение профиля поверхности катания колес, собственно обработка, опускание колесной пары на рельсы.

Процесс получения точного профиля, овальности и равенство диаметров колёс по кругу катания обеспечивается путём скоростного фрезерования одновременно двух бандажей колёсной пары специальными фасонными фрезами. Цикл полного фрезерования двух бандажей осуществляется за один оборот колёсной пары под локомотивом.

Станок эксплуатируется в одном из депо Одесской железной дороги более 15 лет. Для оценки его технического состояния было предложено использовать метод вибродиагностики [2]. Основное преимущество вибродиагностики перед другими средствами неразрушающего контроля это возможность глубокой диагностики (определение достоверного технического состояния оборудования) без остановки данного оборудования, т.е. в рабочем режиме. Это позволяет продлевать эксплуатацию оборудования до наступления критического состояния, а также определять состояние оборудования в межремонтный период и возможность корректировки размеров данного периода.

Адекватность поставленного диагноза реальному состоянию объекта определяется как качеством алгоритма диагностирования, так и уровнем технических средств измерения и обработки вибрационного сигнала. Анализ серийно выпускаемых диагностических систем

показал, что в настоящее время нет готовых устройств, которые полностью удовлетворяют требованиям промышленных предприятий с точки зрения стоимости и адаптированности к производственным условиям.

Поэтому была использована аппаратура, разработанная в лаборатории диагностики Одесского национального политехнического университета, блок-схема которой представлена на рис. 1.

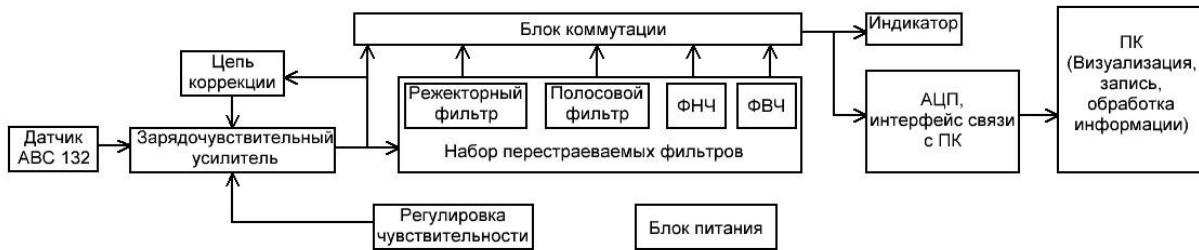


Рис. 1 – Блок-схема аппаратных средств снятия и обработки вибрационных сигналов

Датчик ABC 132 преобразует величину виброускорения в заряд. Зарядочувствительный усилитель преобразует заряд в сигнал, пропорциональный чувствительности усилителя. Набор перестраиваемых фильтров позволяет выделить необходимую полосу частот. Первичное отображение информации выполняется с помощью индикатора, а с помощью блока аналогоцифрового преобразователя (АЦП) и персонального компьютера (ПК) выполняется оцифровка данных, визуализация, обработка, а также запись данных на жёсткий носитель.

В качестве датчика использован миниатюрный вибропреобразователь ABC 132, который предназначен для измерения вибрационных и ускорений в широком диапазоне частот на объектах ракетно-космической техники, летательных аппаратах; для контроля вибрации станков и малогабаритных механизмов, а также для использования в других видах промышленности. Чувствительный элемент вибропреобразователя – изгибного типа. Вибропреобразователь выполнен по однопроводной электрической схеме. Диапазон рабочих частот от 10 до 10000 Гц. Отличительная особенность вибропреобразователя – малый вес, высокая помехозащищенность, вибропрочность и надежность. Корпус вибропреобразователя герметично уплотненный.

Измерения проводились на холостом ходу и под нагрузкой (при обработке профиля колес) в одних и тех же точках контроля вибраций узлов для левой и правой части станка. Для шпиндельных узлов такие точки выбирались возле передних и задних опор шпинделей. Уже при записи сигналов отмечалось различие их параметров для узлов левой и правой части станка, что свидетельствует о разной степени износа деталей этих узлов.

В дальнейшем после обработки информационных сигналов были получены спектрограммы, анализ которых даст возможность не только выдавать диагноз в явном виде, прогнозировать изменение технического состояния колесофрезерного станка, но и давать рекомендации по виду и срокам технического обслуживания и ремонта, рассчитывать оптимальные сроки последующих диагностических обследований.

Список ссылок

1. Тихенко В.Н. Повышение эффективности обработки на колесотокарных станках / В.Н. Тихенко, С.В. Пчелинский. – Труды Одес. политехн. у-та. - Одесса, 2012, Вып. 1(38). – С. 84 – 87.
2. Тихенко В.Н. Использование вибродиагностики в станках для обработки колесных пар / В.Н. Тихенко, С.В. Пчелинский. – Материалы регионального многоотраслевого научно-техн. форума - конкурса «Экономотехническое развитие Одесского региона и инновационные инженерные решения», (20-22.02.12 г., Одесса). – С. 95-98.

УДК 621.9

С.Г. Бондаренко, канд. техн. наук, професор,
Д.В. Курилко, магістрант

Чернігівський національний технологічний університет, dimakurylko@mail.ru

РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ МОДУЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

В умовах сьогодення, коли збільшується частка одиничного та дрібносерійного виробництва, машинобудування потребує використання гнучкої технології. Одним із шляхів підвищення гнучкості технологічного підготовки виробництва є швидкий пошук та використання інформації. Існує два шляхи подолання цієї проблеми:

- традиційний – спрямований на підвищення продуктивності праці, якості виробів, зниження їх матеріаломісткості, впровадження ресурсозберігаючих технологій тощо, виходячи з цього потребують перевидання довідники, нормативи, каталоги;
- модульний принцип – впровадження модульної технології.

Впровадження модульного принципу дозволяє: скоротити трудомісткість технологічного підготовки виробництва; зменшити витрати на технологічне оснащення за рахунок скорочення її різноманітності та можливості перекомпонування при переході на виготовлення інших виробів; зменшити число налагоджень та їх трудомісткість при переході на виготовлення інших виробів; підвищити продуктивність технологічних процесів при виготовленні виробів в умовах багатомоделного дрібносерійного виробництва за рахунок суміщення переходів; застосування прогресивних методів обробки деталей, характерних для багатосерійного виробництва, скорочення витрат підготовчо-заклучного часу; підвищити якість виготовлення виробів за рахунок побудови їх технологічних процесів з апробованих модулів технологічного процесу.

Модульна технологія – новий напрям в підвищенні ефективності машинобудування, який характеризується тим, що за допомогою комбінування уніфікованих модулів система розширює свої технологічні можливості, що сприяє максимальному використанню ресурсів виробничої системи [1,2] (рис. 1).



Рис. 1 – Удосконалення використання виробничих ресурсів

Розробка технологічного процесу за модульним принципом має таку структуру (рис. 2).



Рис. 2 – Структура модульної технології механічної обробки

Будь-яка деталь чи складальна одиниця розкладається на самостійні стійкі конструктивно-технологічні елементи (модулі) з прив'язкою до їх функціонального призначення і з банку технологічних переходів (орієнтація на нові досягнення техніки, наприклад точіння фрезеруванням і т. ін.) вибирається необхідна та економічно доцільна група технологічних переходів і формується технологічний процес[3].

За стійкі елементарні модулі поверхонь приймаються поверхні, які виконують певну службову функцію. Такими поверхнями є основні бази – поверхні, що визначають положення деталі у виробі, допоміжні бази – поверхні, що визначають положення приєднаних деталей, виконавчі поверхні – поверхні, за допомогою яких виріб виконує своє функційне призначення, вільні (з'єднувальні) – поверхні, за допомогою яких виконавчі поверхні та бази об'єднуються в просторове тіло надаючи деталі відповідної конструктивної форми.

Отже, створення класифікацій на основі модульного принципу та їх практична реалізація сприятимуть підвищенню ефективності машинобудування, а також створять сприятливі умови для автоматизації технологічного підготовки виробництва.

Тому доцільно розбити деталь на складові елементи. Найдрібнішим елементом класифікації, виступає модуль поверхні, який характеризується стійкістю до розподілу на окремі складові та який виконує певну службову функцію.

З класифікації поверхонь походить класифікація технологічних процесів, слідом за нею – класифікації технічних систем. Отже, ґрунтовний аналіз технічної інформації та складання класифікації модулів поверхонь, дасть поштовх для подальшої оптимізації, уніфікації та створення на основі цього класифікацій технологічних процесів та технічних систем.

Список літератури

1. Базров, Б.М. Модульная технология в машиностроении [Текст]/Б.М. Базров. – Москва: Машиностроение, 2001. – 368 с.
2. Кузнецов, Ю.Н. Компоновки станков с механизмами параллельной структуры / Ю.Н. Кузнецов, Д.А. Дмитриев, Г.Е. Диневич; ред. Ю.Н. Кузнецов. – Херсон: Вишемирський В.С., 2010. – 471 с.
3. МИП ООО «Завод-ВТУЗ «База Знаний». Информационно-методический комплекс (ИМК) «База Знаний» [Электронный ресурс]: каталоги, руководства, описания, учеб. пособия/Ульянцев И.Ю., Упатов Д.А. – Електрон. журн. – Завод-ВТУЗ, 2012-2015. – Режим доступа: <http://mip.zavod-vtuz.ru>, вільний.

УДК 621.383+621.548+662.63 : 674.04.02

С.Г.Бондаренко, канд. техн. наук, професор,
О. О. Борисов, асистент,
О.М. Чередніков, канд. техн. наук, професор

Чернігівський національний технологічний університет, cheron@mail.ru

СИСТЕМНЕ ОТОЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА

Оновлення виробів – один із головних показників конкурентоздатності сучасного виробництва, що відображає частку нової продукції в загальному обсязі продажу. Підприємство повинне уміти створювати нові вироби, вміти керувати їх виробництвом з врахуванням зміни смаків, технологій і конструкції та своєчасно вишукувати нові вироби для зміни тих, що знаходяться на стадії занепаду. Крім того, підприємство повинне вести ефективну роботу з існуючими виробами на кожному з етапів їх життєвого циклу.

Новий виріб повинен задовольняти нові потреби, чи повніше – існуючі потреби. Відповідно до принципу структурності система однозначно описується її структурою, тобто переліком складових (елементів) та зв'язків між ними (рис. 1).

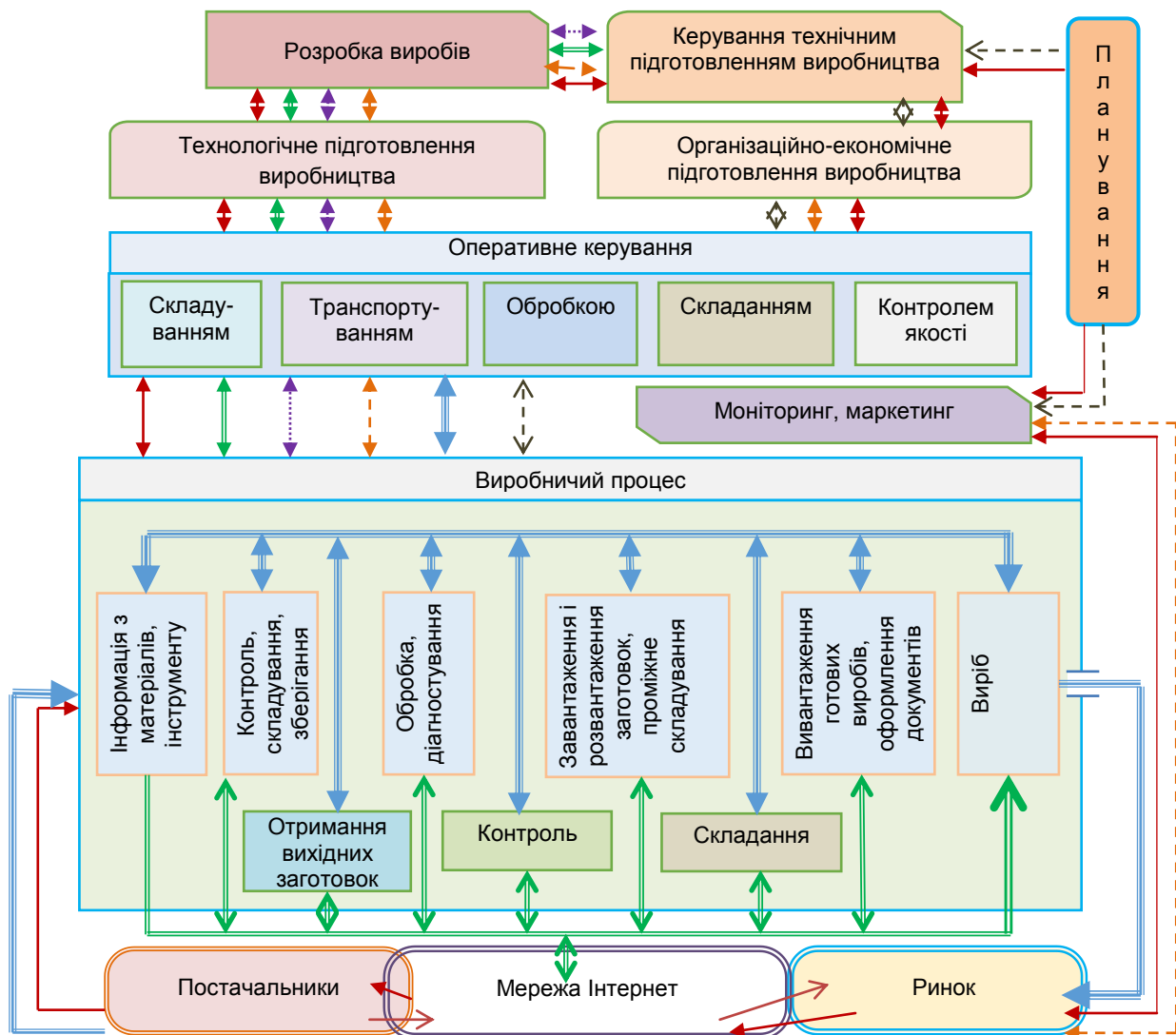


Рис. 1 –Зв'язки виробничої системи: → – інформаційні; → – транспортні; → – розмірні; - - -> – часові; - - -> – економічні; - - -> – властивостей матеріалів

Кожен виріб по своїй суті є системою двох множин зв'язків, що перетинаються: властивостей матеріалів і розмірних. Для реалізації такої системи зв'язків необхідно підготувати і здійснити виробничий процес, який являє собою більш складну систему множин зв'язків: властивостей матеріалів, розмірних, інформаційних, часових та економічних. Математичне співвідношення, яке кількісно відображає зв'язок об'єктів називають рівнянням зв'язку, в загальному випадку може бути представлено так:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n). \quad (1)$$

В різних задачах функція і аргументи рівняння зв'язку (1) мають різну сутність. Імовірнісні властивості виробничого процесу поширюються на всі його зв'язки, внаслідок чого аргументи x_i мають випадкові відхилення, а їх функція "у" є функцією випадкових аргументів.

Розсіювання випадкових відхилень, розподілених за нормальним законом в межах 6σ визначається за формулою, яка враховує їх імовірнісні характеристики при побудові і здійсненні виробничого процесу:

$$\omega_y = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \right)_{\bar{x}_i}^2} \cdot T_{x_i}^2 \cdot K_{x_i}^2 \quad (2)$$

де K_{x_i} – коефіцієнт, який враховує закон розподілу відхилень аргументів:

$$K_{x_i} = \lambda_{x_i} \cdot t, \quad (3)$$

де λ_{x_i} – коефіцієнт відносного розсіювання;

t - коефіцієнт ризику.

При розподілі відхилень аргументів за нормальним законом $\lambda_{x_i} = 1/3$ і ризику 0,27% (t=3) коефіцієнт $K_{x_i} = 1$.

При визначенні зв'язків розв'язують проектні і перевіркові задачі. В проектній задачі середнє значення функції \bar{y} в рівнянні зв'язку відомо (задається умовами задачі). Відомі також значення його поля допуску T_y . Розв'язання задачі полягає в переході від функції до аргументів, які відповідають значенню функції (рис. 2, а).

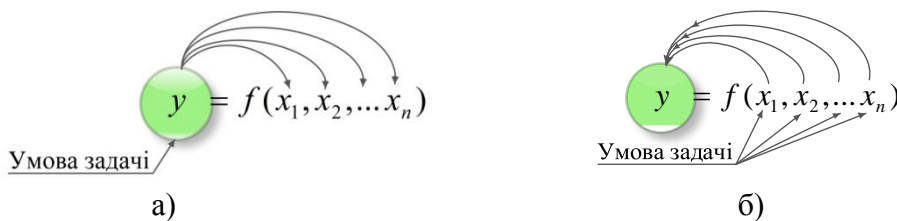


Рис. 2 – Схеми розв'язання проектної (а) і перевіркової задач (б)

Наявність одного рівняння зв'язку при відомому значенні функції і безлічі поєднань значень аргументів, відповідаючих значенню функції, ведуть до єдиного методу розв'язання задачі - підбору значень аргументів, виходячи зі значення функції.

Розрахунок допусків зводиться до визначення середніх значень аргументів \bar{x}_i , які відповідають \bar{y} , і розподіл значення T_y між аргументами. Скорочення можливого числа комбінацій досягають враховуючи нормативи, обмежуючи вибір значення аргументів, досвід розв'язання подібних задач, економічні показники.

Перевіркова задача має протилежний напрямок розв'язання: за відомими з умов задачі значеннями аргументів визначити значення функції (рис. 2, б). Відомі: середнє значення \bar{x}_i , поля допусків $T_{\bar{x}_i}$, або поля розсіювання $\omega_{\bar{x}_i}$ фактичних значень відхилень аргументів,

можливе значення K_{x_i} . Розв'язання полягає в визначенні за цими даними відповідних значень \bar{y} , T_y , або ω_y , що завжди мають одноваріантні рішення.

Керування процесом неможливе без інформації. Так, наприклад, обробка заготовки неможлива без одержання інформації про її матеріал, твердість, потрібний режим різання, положення на верстаті тощо.

Інформація в технологічному процесі - це відомості про те, що і в якій послідовності потрібно робити. Інформація приписує і спрямовує всі дії як у підготовленні виробництва так і його здійсненні.

Використання інформаційних технологій (ІТ) на основі автоматизованих систем дає змогу на 10...30% знизити трудомісткість керівних операцій і у 2...5 разів прискорити прийняття рішень. Впровадження ІТ зменшує чисельність певних категорій керівного персоналу на 25...30%, і до 75% скорочує попит на робітників масових професій основного виробництва, збільшуючи потребу в наладниках та ремонтниках засобів автоматизації та комп'ютерної техніки.

УДК 539.621:530.096;678.01

А.И.Буря, канд. техн. наук, профессор

О.А. Набережная, аспирант

Днепродзержинский государственный технический университет, ol.burya@gmail.com

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВОЛОКНА НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ФЕНИЛОНА

Полимерные композиционные материалы получили широкое распространение в качестве конструкционных материалов различного назначения. Современные композиционные материалы на основе полимеров позволяют решить задачу повышения эксплуатационного ресурса и надежности машин, обеспечив при этом значительные материальные выгоды и экономический эффект [1]. Введение волокнистого наполнителя в полимерную матрицу способствует значительному увеличению прочности и жесткости композиции, изменению физических характеристик [2]. В связи с этим, целью данной работы было изучение возможности создания хаотически армированных органическим волокном композитов на основе ароматического полиамида, а также исследование трибологических свойств. В качестве связующего использовался фенилон С-1, наполненный волокном фенилон.

Пресскомпозиции из указанных компонентов готовили во вращающемся электромагнитном поле, что обеспечивало идеальное распределение волокна. Переработку, приготовленной таким образом смеси в блочные изделия, осуществляли методом компрессионного прессования при давлении 30 МПа и температуре 598К. Исследование трибологических свойств в режиме сухого трения осуществляли при комнатной температуре на дисковой машине трения. Износ образца оценивали по схеме диск (сталь 45, HRC₂ 50, R_a 0,08) - пальчик из композита (Ø 10мм, высота 10мм) при удельной нагрузке 0,4-1МПа, скорости скольжения 1-2,5 м/с, путь трения - 1000м. Износ образцов определяли на аналитических весах ВЛР-200 с точностью 0,0002г. Исследование износа армированного пластика при смазке дистиллированной водой (ГОСТ 6769-72) проводили на машине трения МИ-1М по схеме ролик-колодка (ролик - сталь 45, HRC 45-48, колодка - из армированного пластика) при скорости 1 м/с. Величины износа подсчитывали по трем и более испытываемым образцам одного и того же материала. Путь трения при смазке водой составлял 400м. Удельную ударную вязкость испытывали, однократным ударом на изгиб, - согласно ГОСТ 4647-69. Предел текучести при сжатии определяли на испытательной машине ИМ-4Р, с механическим нагружением образца и механическим силоизмерением.

Исследование трибологических свойств при трении без смазки показало, что с увеличением содержания волокна в органопластике коэффициент трения и износ резко снижаются, достигая минимальных значений в интервале от 5 до 10 мас. %.

Изменение трибологических свойств хорошо коррелирует с прочностными характеристиками (табл.1) [3]. Таким образом, было установлено, что оптимальным комплексом свойств обладает материал, содержащий 5-10 мас. % волокна.

Таблица 1– Физико-механические свойства армированных пластиков

| Материал | Содержание волокна, % | Предел текучести при сжатии, МПа | Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ² | Сухое трение при P=0,6МПа и v=1 м/с | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------|
| | | | | Износ, мг | Коэффициент трения |
| Фенилон | - | 262,2 | 31,5 | 3,10 | 0,52 |
| Армированные пластики | 5 | 269,9 | 43,0 | 1,92 | 0,24 |
| | 10 | 299,2 | 39,6 | 1,80 | 0,21 |
| | 15 | 341,4 | 36,8 | 1,95 | 0,20 |

Результаты исследований органопластиков при смазке водой (рис.1) свидетельствуют о том, что при давлениях до 2МПа эффект от армирования не проявляется, в то время как при PV>2МПа·м/с, разница между исходным пластиком и армированным – существенна. Так при PV=4МПа·м/с интенсивность изнашивания органопластика в 2 раза ниже, чем у фенилона. Это можно объяснить более высокими механическими свойствами органопластика (с одной стороны за счет армирования, а с другой за счет трансформации глобулярной структуры связующего в фибриллярную, что как известно [4], также способствует повышению прочностных характеристик).

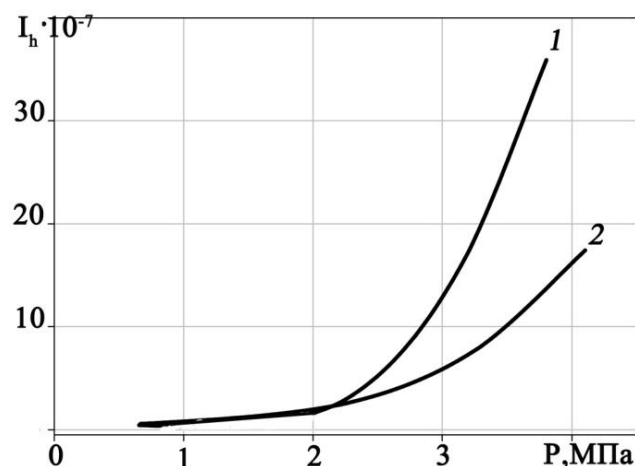


Рис. 1 – Влияние давления на интенсивность линейного изнашивания фенилона(1) и органопластика(2) на его основе при смазке водой

Список источников

1. Струк В.А. Антифрикционные материалы на основе полимерных связующих./ В.А. Струк. – Гродно, 1996. – 178 с.
2. Ван Фо Фы Г.А. Конструкции из армированных пластмасс./ Ван Фо Фы Г.А. – К.: Техника, 1971. – 220 с.
3. Технические свойства полимерных материалов: учеб.-справ. пособие/ В.К.Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, В.Ю. Крыжановская. - 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Профессия, 2005. – 248 с.
4. Каргин В.А. Связь надмолекулярной структуры с механическими свойствами полимеров./ Каргин В.А., Слонимский Г.Л., Соколова Т.И. – 22nd Annual Technical Conference: Technical papers SPE, Montreal, 1966, 12, Report X-2.

УДК 621.865.8

О.Г. Апанасько, студент,
О.М. Чередніков, канд. техн. наук, професор
Чернігівський національний технологічний університет, aleksandr.apanasko@gmail.com

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗАТИСКУ ОБ'ЄКТІВ ОБРОБКИ ТА СКЛАДАННЯ

Завдяки звільненню людини від безпосередньої участі у виробничих процесах, високій концентрації основних операцій значно поліпшуються умови праці і економічні показники виробництва. Автоматизація завантаження і розвантаження технологічного обладнання є одним із найскладніших етапів.

За результатами проведеного патентного пошуку з ретроспективою в 15 років актуальність захватних пристроїв все ще прослідковується. Гістограма динаміки патентування показана рис.1.

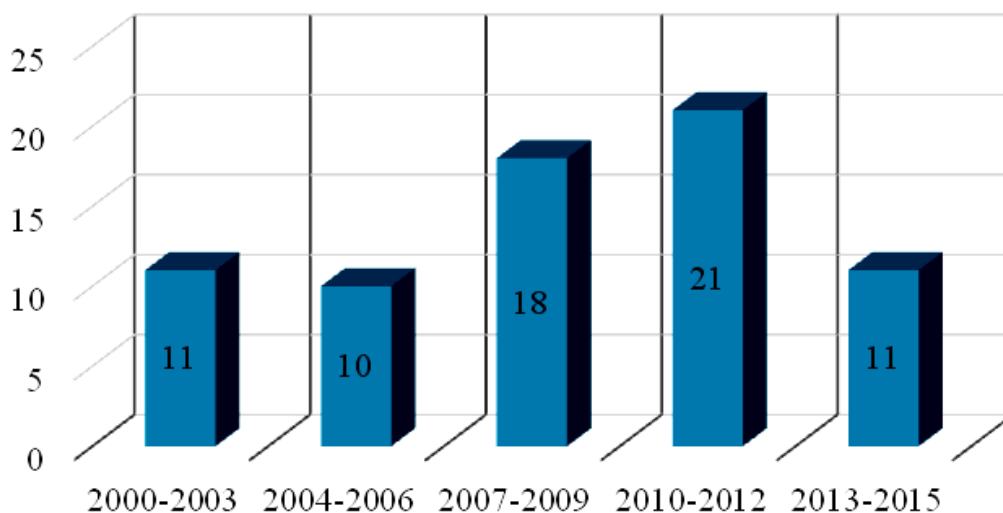


Рис.1 – Динаміка патентування

Різноманітність захватних пристроїв, велике число їх ознак не дозволяє побудувати класифікацію за чисто ієрархічним принципом, тому існує маса різноманітних класифікацій, що ускладнює пошук оптимального захватного пристрою. Найбільш поширені класифікації захватних пристроїв промислових роботів наведено в роботах [1 - 4]. Їх класифікують [1]: за характером взаємодії з об'єктом, за принципом дії, по виду управління захватним пристроєм, за характером базування об'єкта, за кількістю робочих позицій, за характером кріплення до «руки» маніпулятора.

За характером взаємодії з об'єктом поділяються на: підтримуючі, утримуючі, притягуючі, затискні, зачерпуючі.

За принципом дії: механічні, з еластичними камерами, вакуумні, магнітні та комбіновані.

По виду управління: некеровані, командні, жорсткопрограмовані, адаптивні.

За характером базування: які не забезпечують базування, фіксуючі, базуючі, центруючі, здатні до перетворення.

За кількістю робочих позицій: однопозиційні, багатопозиційні.

За характером кріплення до «руки» маніпулятора: незмінні, змінні, швидкозмінні, автоматично змінювані.

Основними технічними характеристиками захватних пристроїв усіх типів є: номінальна вантажопідйомність, зусилля захоплювання, гранично допустимі значення прикладених сил та моментів уздовж осей системи координат захвату, час захоплювання та відпускання, маса, габаритні розміри і показники надійності.

Для підвищення точності обробки та складання необхідний вибір правильного методу базування деталей, підбір оптимального захватного пристрою і затиск деталей з оптимальним зусиллям, проводити групування деталей. Вид об'єкта маніпулювання в більшості випадків визначає тип і конструктивні особливості захватного пристрою.

Групування дозволяє мати явно виражені бази та ознаки орієнтації заготовки (деталі), однорідні по формі та розташуванню поверхні для базування, що дозволяє без додаткової вивірки встановлювати деталі в захватні пристрої оброблюваного обладнання.

Виділяють шість основних груп деталей загальномашинобудівного використання, які в свою чергу розділяються на класи, для яких запропоновані варіанти базування [2].

Але автоматичні складальні роботи передбачають, як правило, складання за методом повної взаємозамінності, що підвищує вимоги до виготовлення і контролю деталей. Використання методу групової взаємозамінності суттєво ускладнює складальні автомати, захватні пристрої за рахунок необхідності підбору груп (вимірювання, комплектування, видача).

Для автоматизованого складання необхідне відносне орієнтування деталей, основна задача якого – забезпечення умов їх з'єднання.

Існують суміщення елементів двох основних типів: вал-отвір і площина-площина. Для суміщення елементів першого типу, який характеризується наявністю центруючих поверхонь, достатньо виконати суміщення осей валу і отвору в межах допуску.

Для суміщення елементів другого типу без центруючих поверхонь захватні пристрої обладнують додатковим пристосуваннями для виконання орієнтуючих переміщень, а також пристосуваннями для виконання деяких технологічних операцій (складальних, контрольних тощо).

Транспортні та орієнтуючі рухи маніпулятора промислового робота характеризуються похибкою позиціонування його робочих органів. У той же час складання якогось з'єднання можливе в тому випадку, коли непогодженість приєднуваної деталі відносно базової не перевищує допустимого зміщення деталей на етапі їх спряження. Похибка відносної орієнтації з'єднаних деталей не вичерпується тільки похибкою позиціонування маніпулятора, а є величиною комплексною, що містить також похибку базування та транспортування базового об'єкта складання.

Одними з шляхів вирішення проблем є розроблення класифікатора захватних пристроїв за точнісними параметрами, розробка методики їх вибору.

Проаналізувавши класифікатори захватних пристроїв можна зробити висновок, що не існує класифікації захватних пристроїв по точності, немає рекомендацій щодо їх вибору з огляду на точність.

Список посилань

1. Автоматизація виробничих процесів: навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / [Я.І. Проць, В.Б.Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук за ред. Я.І. Проця]. – Мин-во освіти і науки України. – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пуллюя, 2011. – 344с.
2. Козырев, Ю.Г. Захватные устройства и инструменты промышленных роботов [Текст]: учебное пособие / Ю.Г. Козырев. – М.: КНОРУС, 2010. – 312 с.
3. Отений, Я.Н. Выбор и расчет захватных устройств промышленных роботов [Текст]: учебное пособие / Я.Н. Отений, П.В. Ольштынский. – ВолгГТУ, Волгоград, 2000. – 64 с.
4. Основы робототехники [Текст]: учебное пособие для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов / [Н.В. Василенко, К.Д. Никитин, В.П. Пономарёв, А.Ю. Смолин; под общ. ред. К.Д. Никитина]. – Томск: МГП «РАСКО», 1993. – 475 с.

УДК 678.01: 539.53 539.21

А.И.Буря, канд. техн. наук, профессор

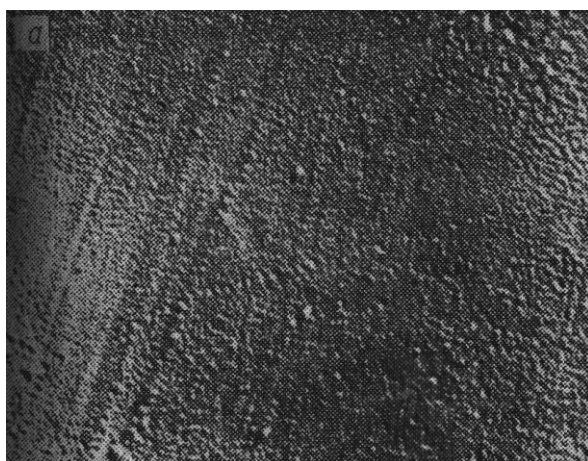
Е.А. Ерёмина, аспирант

Днепродзержинский государственный технический университет, ol.burya@gmail.com

ВЛИЯНИЕ БРОНЗЫ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРОВ

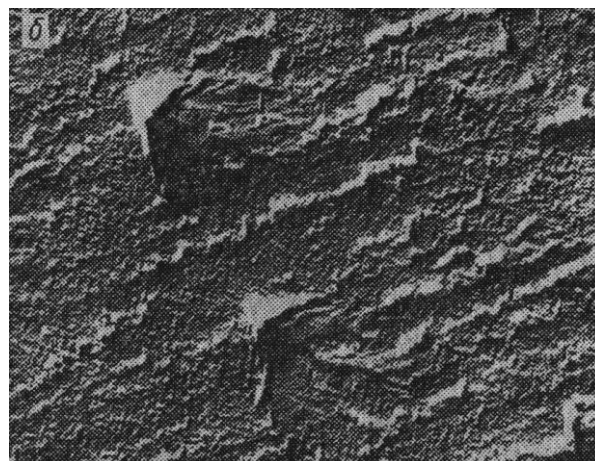
В машиностроении широко применяются композиционные полимерные материалы с более высокими эксплуатационными свойствами, чем у исходных пластмасс. Свойства композиционных материалов можно изменять, подбирая компоненты с целью получить системы с необходимыми свойствами. Примером подобных систем могут служить полимеры, наполненные мелкодисперсными частицами металлов [1 – 4]. Интересно изучить влияние бронзы на износостойкость металлополимерной пары в виде добавок к термостойкому полимеру фенилону.

Рассмотрим двухкомпонентные системы на основе термостойкого полимера фенилона С1 (ТУ 6-05-221-101-71) и мелкодисперсного порошка 60 – 150 мкм бронзы (Бр О5Ц5С5, ГОСТ 613-79). Наполненные композиции получали путем смешения порошков полимера и металла в вихревом смесителе. Образцы для испытаний изготавливали методом компрессионного прессования при температуре 593 К и давлении – 4 МПа, выдержка при этой температуре составляла 10 минут. Износостойкость композитов в режиме трения без смазки исследовали на дисковой машине трения, позволяющей регулировать в довольно широком диапазоне скорость, нагрузку и температуру среды. Испытания при смазке маслом «Индустриальное-50» проводили на машине МИ-1М по схеме ролик – колодочка (ролик изготовлен из стали 45, термообработанной до твердости 45 – 48 HRC; колодочка – из композитов). Износ образцов определяли по потере массы. Изучение тонкой структуры поверхности трения проводили с помощью микроскопа УЭМВ-100, используя метод реплик. Оттенивание реплики осуществляли платиной.



Увеличение x 33 000

а)



Увеличение x12 000

б)

Рис. 1. – Электронно-микроскопические снимки с поверхности полиамида до (а) и после (б) истирания без смазки ($P=6 \text{ кг/см}^2$, $v = 0,3 \text{ м/с}$)

Исследования показали, что в процессе трения в условиях механических и тепловых воздействий наблюдаются изменения в морфологии полиамидной матрицы в зоне контакта. Свидетельством тому являются электронно-микроскопические снимки (рис. 1). Если для поверхности образца полиамида, не подвергавшегося испытанию на износ, характерны глобулярные образования, то после испытаний отчетливо проявляются цепочечные структуры и зоны, деформированные по направлению трения, которые можно

рассматривать как микроочаги схватывания. Образование их обусловлено дискретностью касания контактирующих микровыступов, приводящего к механическому разрушению полимера под действием тангенциальной силы при истирании.

Как известно, введение наполнителей в полиамид повышает его износостойкость [5]. Это обусловлено влиянием наполнителей на процессы структурирования полиамида при формировании композиции из расплава полимера. В присутствии наполнителя наблюдается тенденция к образованию упорядоченных структур, т.к. они выступают в качестве инициаторов образования зародышей кристаллизации. Формирование более совершенных структур упрочняет композиционный материал и тормозит развитие деструктивных процессов в матрице при истирании. Наиболее наглядно это проявляется при истирании образцов в условиях смазки (таблица 1).

Таблица 1 – Износ полиамида и металлополимера на его основе

| Содержание наполнителя | Износ, мкм/км в условиях | | |
|------------------------|--|---------------------------------|-------|
| | без смазки $P=6 \text{ кг/см}^2$, $v = 1 \text{ м/с}$, $S = 1 \text{ км}$ | Смазки маслом при нагрузке, МПа | |
| | | 75 | 125 |
| – | 39,5 | 106 | 160,5 |
| 15% | 22,4 | 11,2 | 32,3 |

Как видно из таблицы, композиция, содержащая в качестве наполнителя бронзу, характеризуется значительно меньшим износом, чем чистый полиамид. Введение наполнителей способствует структурированию системы и подавляет развитие деструктивных процессов. Бронзовый наполнитель, имея плоские частички, в полимере выстраивается в виде температуропроводных мостиков, через которые отводится тепло с поверхности трения, что в свою очередь приводит к увеличению износостойкости композита.

Таким образом, результаты исследований указывают на сложный процесс механохимических превращений, протекающих при внешнем трении композитов на основе ароматического полиамида. Под действием деформационных и развиваемых тепловых нагрузок происходит изменение морфологической структуры поверхности в контактной зоне, а также деструкция макромолекул рабочего слоя полимера. Введение в качестве наполнителя бронзы возвращает устойчивость поверхностным слоям полимера, что значительно улучшает антифрикционные свойства.

Список ссылок

1. Оптические характеристики композита, полученного имплантацией ионов серебра в полиэтилентерефталат/ Бумай Ю.А., Волобуев В.С., Валеев В.Ф., Долгих Н.И., Лукашевич М.Г., Хайбуллин Р.И., Нуждин В.И., Оджаев В.Б. // Журнал прикладной спектроскопии. – Т. 79, №5. – 2012. – С. 781 – 787.
2. Андреев М.Н. Газоструйный метод осаждения металлических наночастиц во фторполимерную матрицу / Андреев М.Н., Беспалов И.С., Сафонов А.И. // Теплофизика и аэромеханика – № 3. – 2013. – С. 383 – 387.
3. Стукач А.В. Исследование свойств металлополимерных и фуллеренсодержащих композитов при трении / А.В. Стукач // Техничко-технологические проблемы сервиса – № 13. – 2010. – С. 10 – 19.
4. Жариков В.В. Безотходная технология производства высоконаполненных металлополимерных композитных материалов / Жариков В.В., Чайников Н.А., Анкудинова И.А. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – Т. 9, № 3. – 2003. – С. 503 – 514.
5. Ерёмкина Е.А., Буря А.И. Металлополимеры – перспективные конструкционные материалы современности / Е.А. Ерёмкина, А.И. Буря // Международный научно-технический сборник «Композитные материалы», Т.9. – № 9, 2015. – Днепропетровск: «Федорченко О.О.», 2014. – С. 3 – 20.

УДК 621.

В.Ю. Солод, канд. техн. наук, доцент
Д.Г. Музичка, старший викладач
С.В. Калініченко, аспірант
І.С. Кашинський, магістр

Дніпродзержинський державний технічний університет, diana_m@i.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ АЛМАЗНИХ КРУГІВ НА ОРГАНІЧНИХ ТА МЕТАЛЕВИХ ЗВ'ЯЗКАХ

Підвищення продуктивності алмазного шліфування при забезпеченні якості оброблюваної поверхні є важливою задачею машинобудівного виробництва та направлена на підвищення працездатності шліфувальних кругів. Працездатність інструмента визначається в основному собівартістю обробки. Дані по працездатності кругів, отримані різними дослідниками, не завжди порівнюються. Тому для встановлення взаємозв'язку параметрів режимів різання з одного боку та відносного зносу і показників шорсткості – з іншого, обробляли тверді сплави ВК6 та Т15К6 з розмірами перерізу $7 \times 15 \text{ мм}^3$.

Дослідження алмазних кругів форми 12А2-45⁰ діаметром 150 і 125 мм, шириною 10 мм на органічній (В2-01) та металевій (МО4) зв'язках 100%-ної концентрації і зернистістю 125/100 та 200/160 виконувалися верстаті моделі ЗД642Е. У якості МОР використовували 5%-ний водний розчин Na_2CO_3 з додаванням 0,5%-го розчину NaNO_2 .

Лінійний знос кругів вимірювався на спеціальному вимірювальному пристосуванні (рис. 1), сконструйованому на базі інструментального мікроскопа БМИ-1Ц і вимірювача довжини проєкційного вертикального ИЗВ-3. Вимірювання проводилися у шести рівнорозташованих радіальних перерізах.



Рис. 1 – Пристосування для вимірювання лінійного зносу

В основу проведення експериментів був покладений метод одночасного варіювання параметрами режимів різання V , S_{np} , S_n [1]. Функціональна залежність параметра A , який має функціональний зв'язок з режимами різання, описується формулою:

$$A = C \cdot V^n \cdot S_{np}^y \cdot S_n^x \quad (1)$$

Коефіцієнти рівняння полінома І-го порядку визначалися за допомогою матричного апарату з використанням основної формули:

$$b = (X^T X)^{-1} X^T y, \quad (2)$$

де X - матриця незалежних змінних $X (N \times k)$.

Інтервали варіювання, рівні та натуральні значення факторів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Умови обробки, рівні та інтервали варіювання факторів

| Рівень | Круг 12A2-45 ⁰ 125×32×10×3 АСН 200/160 МО4 100%; ВК6 | | | Круг 12A2-45 ⁰ 150×32×10×3 АС6 125/100 В2-01 100%; Т15К6 | | |
|----------|--|-------------------------|----------------------------|--|-------------------------|----------------------------|
| | V, м/с | S _{np} , м/хв. | S _n , мм/дв.хід | V, м/с | S _{np} , м/хв. | S _n , мм/дв.хід |
| Верхній | - | 0,5 | 0,2 | 25 | 0,5 | 0,2 |
| Середній | - | 0,4 | 0,15 | 20 | 0,4 | 0,15 |
| Нижній | - | 0,3 | 0,1 | 15 | 0,3 | 0,1 |

В результаті проведення експерименту отримано залежності відносної витрати і параметрів шорсткості від режимів різання (табл. 2).

Таблиця 2 – Умови обробки та отримані залежності

| Умови обробки та отримані залежності | Круг 12A2-45 ⁰ 125×32×10×3 АСН 200/160 МО4 100%; ВК6 | Круг 12A2-45 ⁰ 150×32×10×3 АС6 125/100 В2-01 100%; Т15К6 |
|--------------------------------------|--|--|
| - відносний знос | $q_p = 5,806 \cdot S_{np}^{0,428} \cdot S_n^{0,826}$ | $q_p = 50,023 \cdot V^{-0,448} \cdot S_{np}^{0,754} \cdot S_n^{0,393}$ |
| - показники шорсткості | $Ra = 5,796 \cdot S_{np}^{1,258} \cdot S_n^{0,88}$ $Sm = 31,898 \cdot S_{np}^{1,205} \cdot S_n^{0,664}$ | $Ra = 105,086 \cdot V^{-1,414} \cdot S_{np}^{0,755} \cdot S_n^{0,624}$ $Sm = 486,112 \cdot V^{-0,797} \cdot S_{np}^{0,954} \cdot S_n^{1,106}$ |

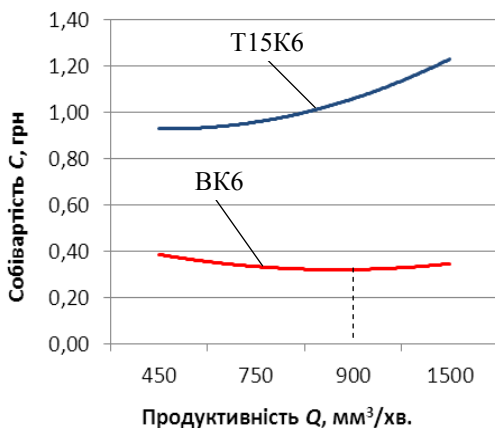


Рис. 2 – Залежність собівартості обробки C_i від продуктивності Q

Залежність собівартості обробки від продуктивності (рис. 2) при обробці твердого сплаву ВК6 кругами на металевій зв'язці МО4 має мінімум при продуктивності 900 мм³/хв, а при обробці твердого сплаву Т15К6 кругами на органічній зв'язці В2-01 монотонно зростає, що обумовлено значними відносними витратами алмазів. Таким чином при обробці твердих сплавів з підвищеною продуктивністю ефективно використання кругів на металевих зв'язках, а застосування кругів на органічних зв'язках доцільне при доводці поверхонь інструменту.

Список посилань

1. Маргулес А.У. Резание металлов керметами / А.У. Маргулес. – М.: Машиностроение, 1980. – 160 с.

УДК 624.9.06

Д.О. Дмитрієв, докт. техн. наук, професор
 С.А. Русанов, канд. техн. наук, доцент
 Херсонський національний технічний університет, dmitr_da@ukr.net
 Ю.М. Кузнєцов, докт. техн. наук, професор
 Національний технічний університет України «КПІ», zmok@mail.ru

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРИЖНЕВОГО СУПОРТУ ПРИ ТОЧІННІ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

Мета дослідження - розробити і перевірити методику математичного моделювання динамічних характеристик будь-якого обладнання, яка використовує в якості вхідних даних результати попередніх вимірювань статичних показників стенду-прототипа (макету обладнання). Перевагою такого підходу є те, що при математичному моделюванні використовуються дані (наприклад по жорсткості стрижневої супортної системи) у яких вже враховано похибки реальної моделі, що підвищує достовірність результату розрахунків. Математична модель при цьому може бути спрощена і складатиметься з шести рівнянь [1]:

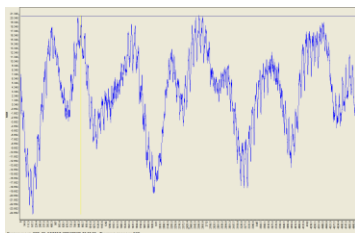
$$\begin{cases} m \cdot \ddot{x} + h_x \cdot \dot{x} + c_x \cdot x = P_x \text{ (C)} \\ m \cdot \ddot{y} + h_y \cdot \dot{y} + c_y \cdot y = P_y \text{ (C)} \\ m \cdot \ddot{z} + h_z \cdot \dot{z} + c_z \cdot z = P_z \text{ (C)} \end{cases} \text{ та } \begin{cases} \ddot{\varphi}_x \cdot J_x + \xi_x \cdot \dot{\varphi}_x + \beta_x \cdot \varphi_x = M_x \text{ (C)} \\ \ddot{\varphi}_y \cdot J_y + \xi_y \cdot \dot{\varphi}_y + \beta_y \cdot \varphi_y = M_y \text{ (C)} \\ \ddot{\varphi}_z \cdot J_z + \xi_z \cdot \dot{\varphi}_z + \beta_z \cdot \varphi_z = M_z \text{ (C)} \end{cases} \quad (1)$$

де $\varphi_x, \varphi_y, \text{ та } \varphi_z$, – кути повороту супорту навколо координатних осей;
 $J_x, J_y \text{ та } J_z$ – моменти інерції супорту навколо координатних осей.

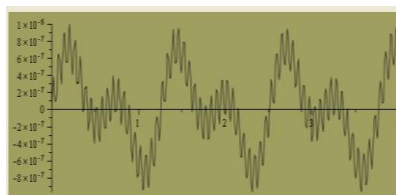
Комбінована методика по прогнозуванню динамічних параметрів та характеристик супортної системи токарного верстата (рис.1) [2].



а)



виміряні коливання супорту



результат моделювання



б)

Рис.1 – Об'єкт та методика досліджень: а) - токарний верстат із стрижневою супортною системою; б) - послідовність визначення динамічних параметрів супортної системи

Визначено за розв'язком математичної моделі величину відтискання робочого органу та інструменту під час обробки. Підставляючи вхідні експериментальні дані із визначеною статичною жорсткістю системи у стаціонарному положенні навантаження системи.

Розглянуто випадок обробки на відносно високій частоті обертання деталі (1000 хв^{-1}), що має малі за тривалістю та близькі у часі сплески зусилля різання. В цьому випадку, згідно результатів моделювання спостерігається накладення частот що супроводжується зменшенням часу стабілізації системи у три рази (до 0,03 секунд) але при цьому зростає величина просторового вібропереміщення інструменту та супортної системи (динамічна похибка) до 140 мкм.

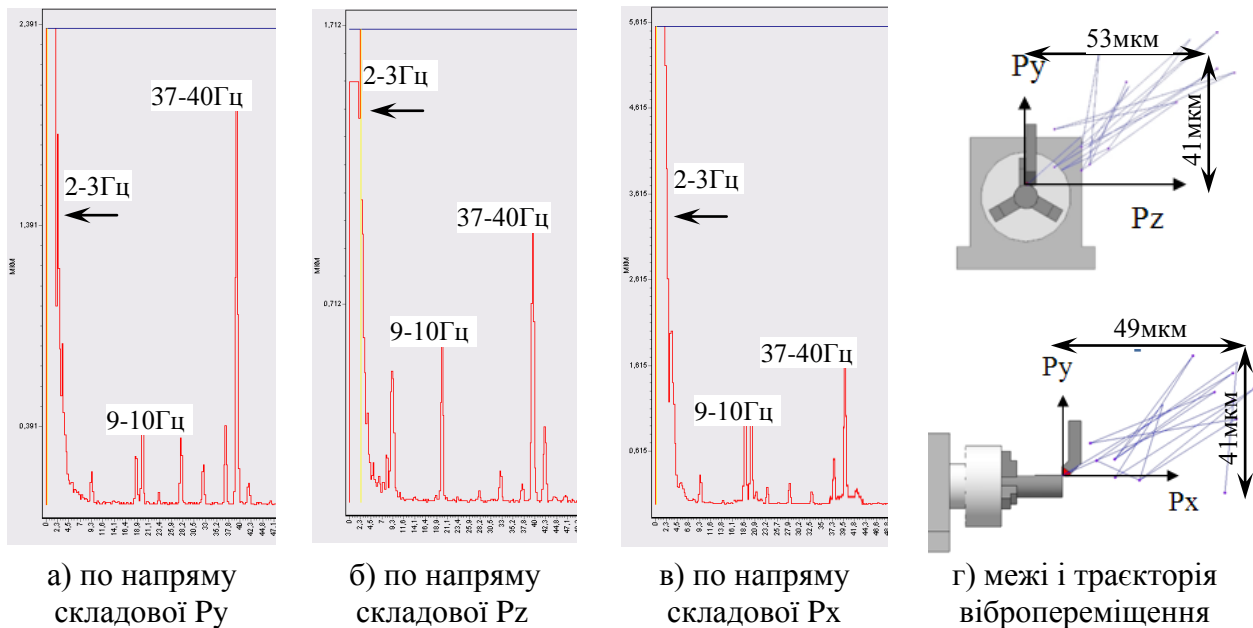


Рис.2 – Спектральна щільність переміщення супортної платформи по напрямках дії складових зусилля різання і область експериментально отриманих вібропереміщень різального інструменту

Висновки. Розроблена методика теоретично-експериментального дослідження динамічних показників стрижневої супортної системи в компоновці верстату при різних положеннях виконавчого органу з метою урахування впливу змінної жорсткості супорту у робочому просторі верстата.

Список посилань

1. Кузнецов Ю.Н. Токарный суппорт – гексаглайд: жесткость и динамика. /Ю.Н. Кузнецов, Д.А. Дмитриев, М.И. Подольский.// Труды международной научной конференции. Габрово, 2012, том 2, стр 69–74.
2. М.И. Подольский. Математическое моделирование динамики суппортной системы токарного станка типа «гексаглайд». / М.И. Подольский, С.А. Русанов, Д.А. Дмитриев // Вісник СевНТУ: збірник наукових праць, вип.№139/2013. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. - Севастополь, 2013. – С. 176–182.
3. Струтинський В. Б. Динамічні процеси в металорізальних верстатах: монографія / В. Б. Струтинський, В. М. Дрозденко// – Київ : Основа-Принт, 2010. – 440 с.

УДК 624.9.06

Ю.М. Бардачов, докт. техн. наук, професор

С.А. Русанов, канд. техн. наук, доцент

Д.О. Дмитрієв, докт. техн. наук, професор

Херсонський національний технічний університет, dmitr_da@ukr.net

ПРИКЛАДНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОГО ВІДГУКУ ОБЛАДНАННЯ НОВИХ КОМПОНОВОК

Запрограмовано математичну модель динамічної системи обладнання нових компонок і створено програмний модуль «Tools App» з власним інтерфейсом [1]. Програма виконує функції по розрахунку величин складових зусилля за технологічними режимами обробки, величини переміщення робочого органу (РО) та визначення динамічних характеристик за ортогональними осями, визначення величини загального переміщення РО у просторі. Передбачено можливість знаходження часу стабілізації системи при дії змінного навантаження [2]. Динамічна схема обробки характеризується параметрами кількості впливів імпульсного ударного навантаження N , періоду T та часу ударного впливу τ [3]. Запропоновано окремий модуль-генератор формул (рис.1,б)

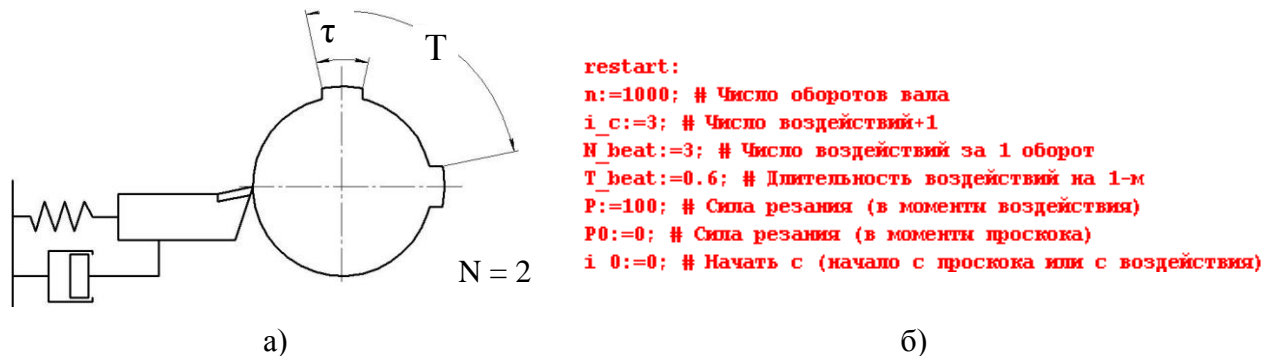


Рис.1. – Схема обробки профільної поверхні: а – схема; б – фрагмент кода програми

У програмі закладено можливість генерування не тільки різних за величиною зусиль моделей обробки деталі, а також враховуються й вимушені коливальні процеси від дії зовнішніх сил, що на зведеній спектрограмі будуть накладатися на діюче імпульсне навантаження РО (рис. 3)

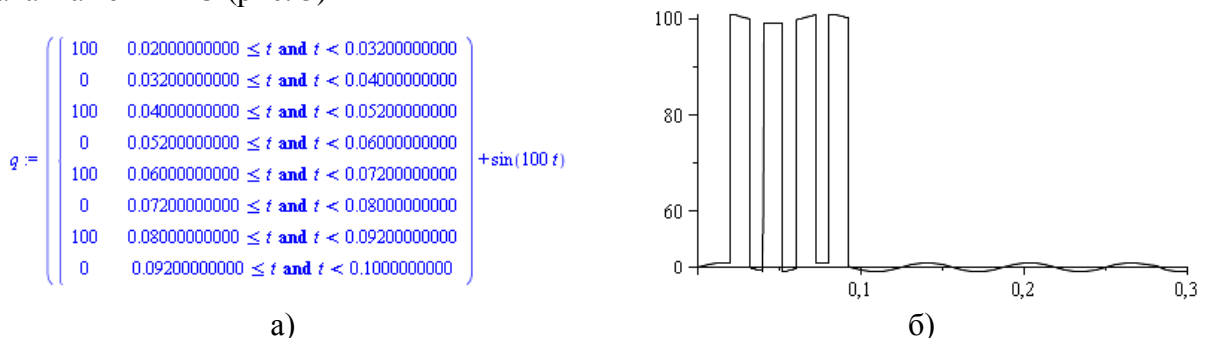


Рис.2. – Вихідні дані генератора формул: а - діапазони зміни зусилля; б – діаграма зміни зусилля у часі

Результати роботи генератора формул (система рівнянь) підставляються у якості вихідних даних у поля розрахунку величини ріжучого зусилля програми «ToolsApp» та отримуються залежності зміни діючого зусилля в часі (рис.3, а) і діаграма коливального процесу, за якою визначається час виходу на сталий коливальний процес при стабільному процесі різання (рис.3, б).

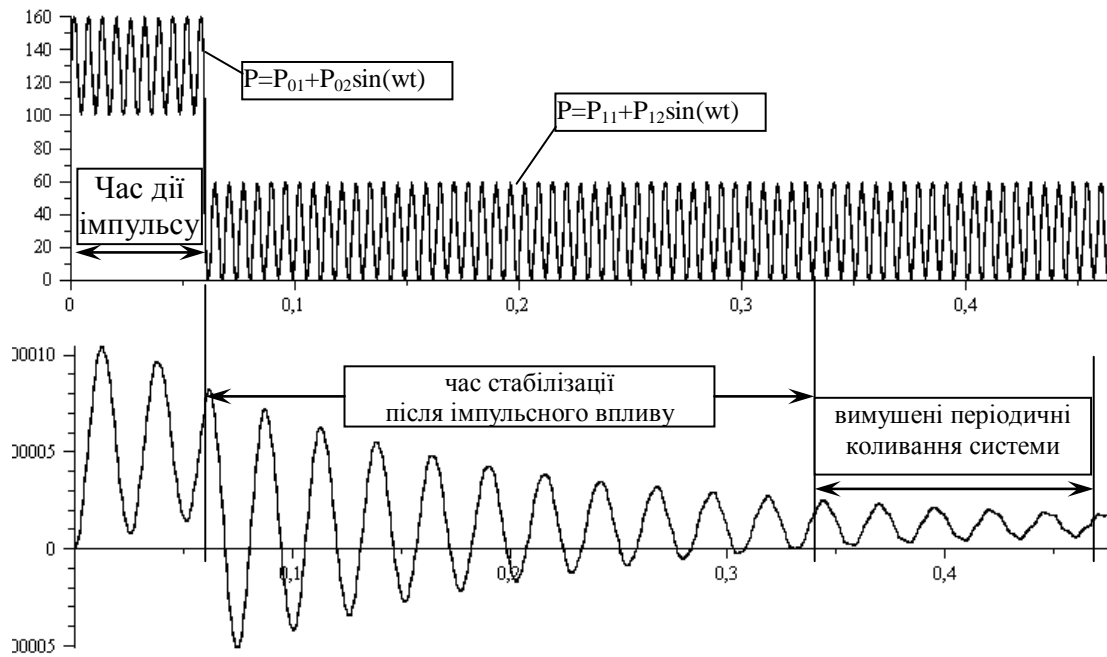


Рис.3. – Результати моделювання: графік зміни діючого зусилля та часова реалізація коливального процесу

Розглянуто випадки при дії змінного за величиною і періодичністю навантажувального імпульса за один оберт деталі (рис.4).

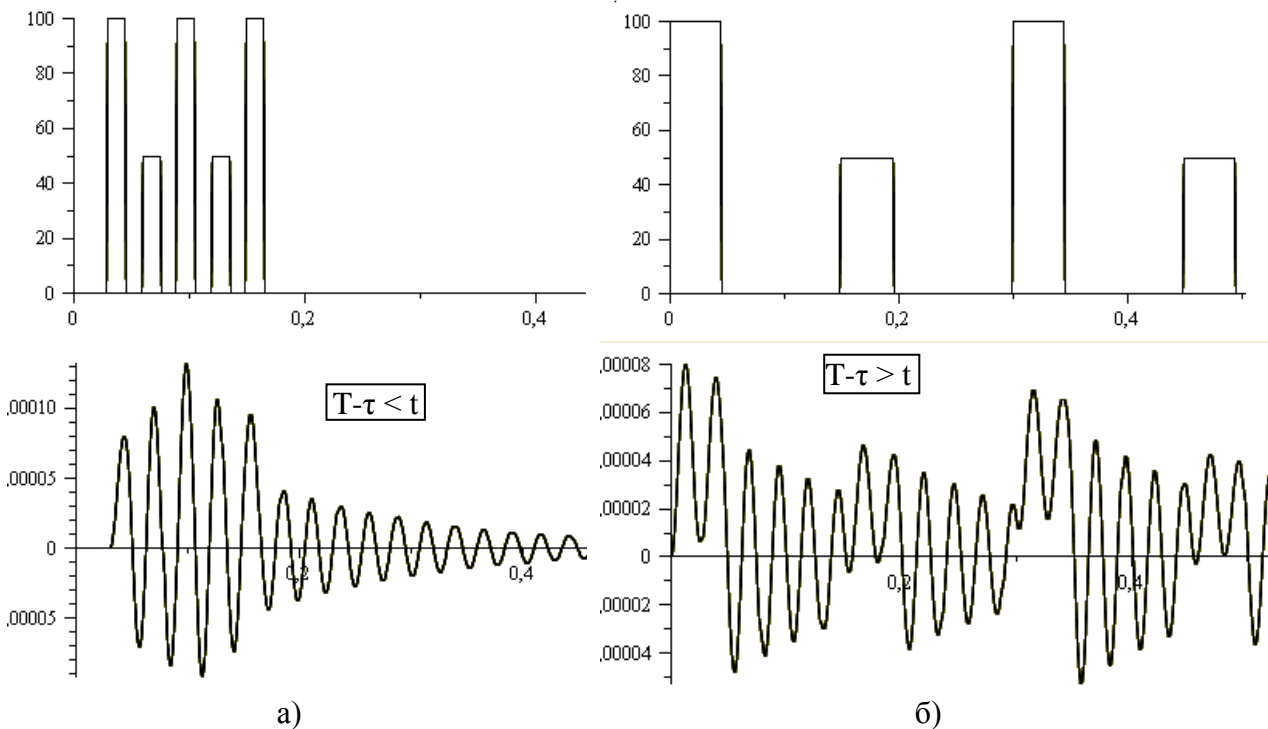


Рис.4. – Результати моделювання обробки при різних частотах обертання деталі:
а – частота обертання 1000 хв^{-1} ; б – частота обертання 550 хв^{-1}

За допомогою «ToolsApp» визначено числові значення коефіцієнтів демпфування, та динамічні особливості характеристик майбутнього технологічного обладнання за умов роботи з циклічними вібраційними навантаженнями.

Список посилань

1. Свідоцтво № 57913 від 29.12.2014 "Компютерна програма "ToolsApp"

2. Кравченко В.М. Технічне діагностування механічного обладнання. Підручник / В.М. Кравченко, В.А. Сидоров, В.Я. Седуш. – Донецьк 2009. – 498с.

3. Струтинський С.В. Експериментальне визначення динамічних характеристик та побудова на їх основі математичної моделі просторової системи приводів / С.В. Струтинський, А.А. Гуржій // Науковий журнал «Технологічні комплекси». – № 1(7). – 2013. – с.10–18.

УДК 621.91

Я.О. Шахбазов, докт. техн. наук, професор

І.М. Грінер, асистент

В.А. Сторощук, канд. техн. наук, доцент

Українська академія друкарства, shah-nika@mail.ru

УПРАВЛІННЯ ЗАЛИШКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ ПРИ МЕХАНІЧНОМУ ОБРОБЛЮВАННІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Одним з факторів, що призводять до зниження експлуатаційних характеристик деталей машин в процесі експлуатації, є залишкові напруження, які виникають після механічного оброблювання, які впливають на втомну міцність і зносостійкість деталей. За дослідженнями [1] напруження першого роду, які виникають в результаті оброблювання, мають найбільший вплив на технологічні і експлуатаційні властивості. Виникнення залишкових напружень першого роду зумовлено неоднорідною пластичною деформацією металу при його механічному обробленні і нерівномірним нагрівом поверхневих шарів.

При дії різального інструменту на заготовку в її поверхневому шарі відбувається пластична деформація, яка супроводжується спотворенням і зміною фізичних властивостей оброблюваної поверхні. Пластична деформація металу викликає зменшення його густини, а отже, обумовлює зростання питомого об'єму. Збільшення об'єму металу поширюється тільки на глибину проникнення пластичної деформації і не впливає на шари металу, які лежать нижче. Таке зростання об'єму спотворює структуру матеріалу при обробленні [2].

Збільшенню об'єму пластично деформованого металу поверхнього шару перешкоджають зв'язані з ним недеформовані шари, що лежать нижче. У результаті цього у зовнішньому шарі виникають стискаючі, а у нижніх шарах – залишкові напруження розтягу.

Під дією деформуючої сили різання відбувається зсувоутворення одного шару атомів відносно іншого. На елементарних ділянках, де викривлення кристалічної ґратки досягли граничної величини, при подальшому додатковому викривленні в тому ж напрямку, викликаному фінішною операцією, можуть виникнути мікротріщини. Тому порушення цілісності обробленої поверхні багато в чому залежить від характеру та напрямку наявних і новоутворених кристалічних зсувів. При однаковому напрямку зсувів мікроруйнування поверхнього шару посилюються, і, навпаки, при незбіжних напрямках існуючі мікротріщинки більш інтенсивно будуть закриватися [3].

Залишкові напруження залежать від наявності дислокацій в матеріалі. Величина, як і характер розподілу залишкових напружень, обумовлені видом і знаком надлишкових дислокацій та їх розподілом за об'ємом деформованого матеріалу. А тому, можна стверджувати про зв'язок між залишковими напруженнями із спотворенням тонкої структури поверхнього шару металів після оброблювання різанням.

Звідси випливає важливий практичний висновок: потрібно прагнути будувати технологічний процес таким чином, щоб послідовно здійснювані оброблювані операції виконувалися не в одному напрямку дії вектору швидкості різання щодо оброблюваної поверхні, а в протилежних.

На основі проведеного аналізу літературних джерел запропонований метод зняття залишкових напружень, зміною напрямку дії вектора швидкості різання на чорнових і чистових (кінцевих) операціях, способом перевстановлення оброблюваної деталі.

Запропонована методика розрахунку глибини різання t_1 на чистовій операції для зняття шару пластичної деформації h_s після чорнового оброблення, яка забезпечує мінімальні залишкові напруження у оброблених поверхневих шарах деталей машин.

Глибину шару розповсюдження пластичної деформації після чорнового оброблення визначаємо за рівнянням

$$h_s = \sqrt{\frac{P_y}{2\sigma_T}}, \quad (1)$$

де σ_T – границя текучості оброблюваного матеріалу, МПа;

P_y – радіальне зусилля різання, Н.

Величину сили різання при чорновому оброблюванні визначаємо за рівнянням:

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_P, \quad (2)$$

де t, S, v – відповідно глибина (мм), подача (мм/об) і швидкість різання (м/хв);

x, y, z – показники степенів.

Глибина h_s характеризує товщину спотворення обробленої поверхні внаслідок пластичного деформування і викривлення кристалічних ґраток металу після механічного оброблення деталі. Для виправлення спотвореної поверхні необхідно, щоб товщина шару, на яку розповсюджується пластична деформація була на рівні h_s при зміні напрямку дії вектора швидкості різання на чистових операціях оброблювання.

Для отримання мінімальних залишкових напружень необхідно, щоб виконувалась наступна умова

$$\frac{h_s}{t_1 + h_1} = 1, \quad (3)$$

де t_1 – глибина різання при чистовому оброблюванні, мм;

h_1 – глибина розповсюдження пластичної деформації при чистовому оброблюванні, мм.

Глибину різання при чистовому оброблюванні визначаємо за умови розповсюдження пластичної деформації поверхні обробленої деталі на глибину h_s

$$h_s - t_1 = \sqrt{\frac{c_1 \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot v_1^n}{2\sigma_T}}, \quad (4)$$

Знаючи величину пластичної деформації та залишкові напруження на оброблюваній поверхні, можна забезпечити шляхи усунення залишкових напружень методом зміни напрямку вектора швидкості при чистовому обробленні.

Список посилань

1. Соколов И.А. Остаточные напряжения и качество металлопродукции / Соколов И.А., Уральский В.И. – М.: Металлургия, 1981. – 96 с.
2. Ящерицын П.И. Технологическая наследственность в машиностроении / Ящерицын П.И., Рыжов Э.В., Аверченков В.И. – Минск: Наука и техника, 1977. – 256 с.
3. Старков В.К. Физика и оптимизация резания материалов / Старков В.К. – М.: Машиностроение, 2009.-640 с.

УДК 624.9.06

С.М. Півень, аспірант
Херсонський національний технічний університет, pivensn@gmail.com

АНАЛІЗ КАРКАСНИХ КОМПОНОВОК ВЕРСТАТІВ З МЕХАНІЗМАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ (МПС)

Наведено систему основних поглядів для реалізації технічних рішень згідно вимог до нового металообробного обладнання в світі сучасних тенденцій верстатобудування [1, 2].

Викладені принципи компоновок окреслюють групи комбінацій кріплення стійок каркасу і напрямних на них визначається як $C_{n,m} = \frac{n+m-1!}{m!(n-1)!}$, де n – кількість стійок (напрямних) m – разрядність перестановлень. Геометричні властивості несучої основи верстату визначають кількість разрядів перестановлень m (кінематичну схему МПС рахують сталою).

Напрямні розташовані в одній площині $G \times N_g^S \rightarrow S$

виконуються умови:

- $\exists g_k \exists i_p : g_k \vee G \in S, g_i \parallel G,$ - перетинаються будь-які G_k напрямні – інші паралельні $m=k$, де $i_p \in I$ множина опорних точок з'єднання напрямних;
- $\exists g_k \exists i_p : g_k \vee G \in S, \overline{g_i \parallel G}$ - всі напрямні не паралельні і перетинаються в різних точках;
- $\exists g_k \exists i_p : g_k \vee i_p \in I, \overline{g_i \parallel G}$ - всі напрямні мають спільну точку перетинання;
- $\exists g_k \exists i_p : \overline{g_k \vee G \in S, g_i \parallel G}$ - всі напрямні паралельні.

Напрямні розташовані в різних площинах $S \times N_g^V \rightarrow V$

виконуються умови:

- $\exists s_k \exists l_p : s_k \vee S \in V, s_i \parallel S,$ - перетинаються будь-які S_k площини – інші паралельні $m=k$, де $l_p \in L$ множина ліній перетину опорних площин;
- $\exists s_k \exists l_p : s_k \vee S \in V, \overline{s_i \parallel S}$ - всі площини не паралельні і перетинаються по різним лініям;
- $\exists s_k \exists l_p : s_k \vee l_p \in L, s_i \parallel S$ - площини перетинаються по спільній лінії;
- $\exists s_k \exists l_p : \overline{s_k \vee S \in V, s_i \parallel S}$ - всі площини паралельні.

Загальна множина комбінацій розташування напрямних на основі каркасу в компоновці верстату
 $S \times V \rightarrow \Omega$.

Розрахунок варіантів розташування напрямних в каркасних компоновках визначає основні групи верстатів з МПС і ланками постійної довжини (кінематичний тип приводних ланок однаковий): $\langle N=1296, m=7, G_N=3 \rangle$; $\langle N=27225, m=8, G_N=4 \rangle$; $\langle N=511225, m=9, G_N=5 \rangle$; $\langle N=1002001, m=10, G_N=6 \rangle$.

На рис. 1 показано приклади нових компоновок згідно прийнятих умов формування каркасів нижньої і верхньої основ несучої системи.

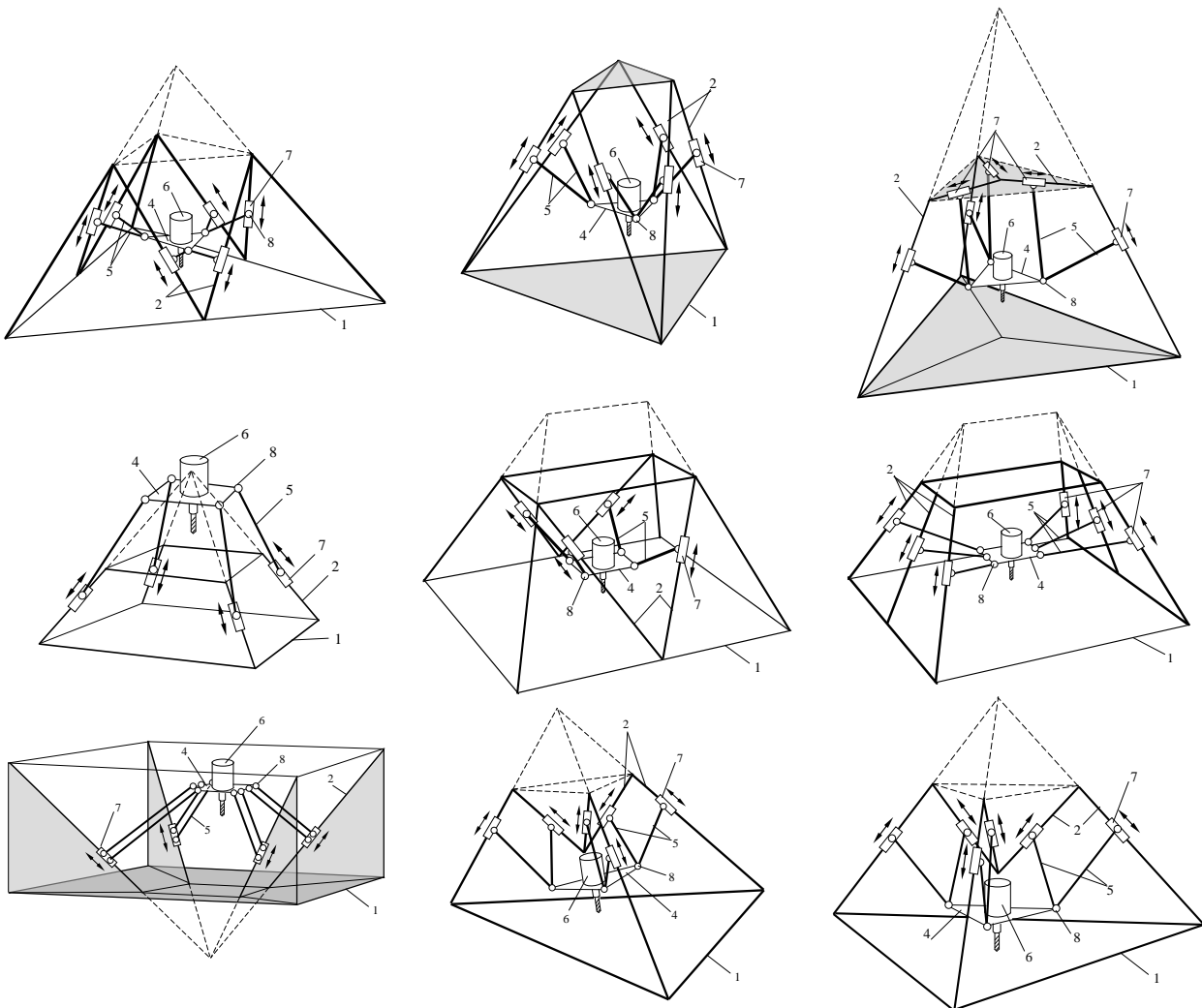


Рис. 1. Приклади побудови каркасних компоновок

Систематизовано принципи створення нового технологічного обладнання з МПС, які ґрунтуються на положеннях багатоваріантності, низької металоємності, симетричності, гібридності, модульності, комп'ютерно-математичного візуального моделювання. Виявлені основні групи каркасних компоновок верстатів з МПС, які відповідають множинам комбінацій стійок каркасу компоновки і реалізовано у вигляді діючих дослідних зразках [3, 4]. Концепція каркасних компоновок дозволяє створювати нові верстати з паралельною кінематикою з потрібним ступенем вільності ВО для виконання багатofункціональних задач шляхом розподілу технологічних рухів між традиційною і паралельною структурами модулів.

Список посилань

1. Кузнецов Ю.М. Компоновки верстатів з механізмами паралельної структури. / Кузнецов Ю.М., Дмитрієв Д.О., Діневич Г.Ю. Монографія під ред. Ю.М. Кузнецова. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2009. – 456 с.
2. Дмитрієв Д.О. Компонетика верстатів з механізмами паралельної структури // Д.О. Дмитрієв // Науковий журнал "Технологічні комплекси". - №3. – 2011 - С.18-30.
3. Дмитрієв Д.О. Принципи компоновок верстатів з механізмами паралельної структури / Д.О. Дмитрієв, Ю.М. Кузнецов, Г.Ю. Діневич // Вісник Херсонського національного технічного університету – Херсон:ХНТУ, Вип. №4(43), 2011. – С.28-32.
4. Розвиток теорії проектування верстатів нових компоновок на базі системного аналізу та синтезу механізмів з паралельною структурою //Звіт про науково-дослідну роботу№2267-Ф, кер. проф. Ю.М. Кузнецов, НТУУ "КПІ", Київ. – 2011. – 284 с.

УДК 621.798:681.5.015.23

О.М. Залета, канд. техн. наук

Луцький національний технічний університет, olga_zaleta@ukr.net

СИСТЕМНА МОДЕЛЬ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ОПТИМІЗАЦІЙНОГО СИНТЕЗУ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН

Пошук кращого варіанту структури об'єкта проектування під час розв'язування задачі оптимізації за декількома критеріями неминує приводить до етапу, коли збільшення значень одних параметрів спричиняє зменшення інших [1]. Це зумовлює необхідність у системному підході до вирішення проектних завдань такого типу.

Запропонована нами системна модель багатокритеріального оптимізаційного синтезу структури пакувальної машини складається із наступних елементів:

1. *Формалізація задачі.* Оскільки структуру пакувальної машини можна описати у вигляді графа, то і проблему багатокритеріального поетапного вибору розв'язків формально можна звести до вибору на графах. В результаті відповідних перетворень отримується орієнтований граф $G = (V, E)$, де $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – множина вершин, що являють собою можливі технологічні переходи; $E = \{[v_i, v_j]\} = \{e\}$, $(i, j = 1, n, i \neq j)$ – множина дуг, що з'єднують ці вершини (множина матеріальних, інформаційних, енергетичних потоків), причому кожна дуга $e \in E$ характеризується набором ваг $\omega_k(e), k = \overline{1, m}$. Тоді допустимий варіант розв'язку можна асоціювати з деяким підграфом $g = (V_g, E_g)$, $V_g \subset V$, $E_g \subset E$ початкового графа, який відображає послідовність виконання технологічних переходів. На множині всіх можливих рішень $\{g\}$ визначена векторна критеріальна функція $x(g) = (x_1(g), x_2(g), \dots, x_m(g))$, де $x_k(g) = \sum_{e \in E_g} \omega_k(e), k = \overline{1, m}$ – k -й критерій ефективності

кожного розв'язку. Цей критерій повинен володіти властивістю адитивності.

У такому вигляді задача багатокритеріального поетапного вибору розв'язків полягає у виборі із множини можливих деякої сукупності ефективних альтернатив:

$$X = \{x(g)\} = C(\{g\}) \subseteq \text{PAR},$$

де PAR – Парето-множина, яку за правилами методу пошуку Парето-ефективних рішень вибирає проєктант; C – функція вибору [1, 2].

2. *Формування інтегральних розв'язків* здійснюється об'єднанням фрагментів ефективних напрямків на графі з урахуванням зв'язків і обмежень, що забезпечують цілісність пакувальної машини. В результаті такої процедури формується множина інтегральних варіантів технічних рішень D_X , кожен з яких характеризується сукупністю значень критеріїв.

Серед знайдених варіантів розв'язків задачі можуть виявитися і неефективні, які необхідно відкинути. У результаті отримується множина ефективних рішень D_X^* , з якої необхідно зробити остаточний вибір [2].

3. *Остаточний вибір.* Форма представлення отриманого результату може бути різною і залежить від поставленого завдання. Це може бути: одна оптимальна альтернатива; кінцева множина альтернатив; сукупність оцінок кожної альтернативи у балах та ін. [1].

Список посилань

1. Сергиенко И.В. Задачи дискретной оптимизации. Проблемы, методы решения, исследования: монография / И.В. Сергиенко, В.П. Шило. – К: Наук. думка, 2003. – 261 с.
2. Шаповал О.М. Багатокритеріальна оптимізація структури пакувальних автоматів / Б.О. Пальчевський, О.М. Шаповал // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – Львів. – 2009. – № 43. – С. 115–120.

УДК 621.9.06

С.В. Струтинський, канд. техн. наук .
Національний технічний університет України «КПІ», strutynskyi@gmail.com

ОКРЕМІ АСПЕКТИ ТЕОРІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ СИСТЕМ ПРИВОДІВ ДЛЯ МАНІПУЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ МАШИНОБУДУВАННЯ

Просторові системи приводів є ефективними засобами для маніпулювання об'єктами машинобудування. З їх допомогою здійснюється маніпулювання об'єктами по необхідному закону, забезпечення переміщення об'єктів по оптимальній траєкторії, точне позиціонування об'єктів у просторі із визначенням положення об'єкта та корекція положення об'єкта шляхом його просторових мікропереміщень.

Різноманітні задачі маніпулювання об'єктами потребують різних підходів до проектування просторових систем приводів. Запропоновано три принципово різних підходи до реалізації просторових систем приводів. Перший відповідає використанню традиційних приводів у вигляді пневмоциліндрів, з'єднаних шарнірами. Вони реалізуються у вигляді комплектних багатопозиційних пневмоциліндрів із відповідними системами дискретного керування. Для забезпечення необхідної точності комплектні дискретні приводи оснащені лінійними приводами мікропереміщень. Другий підхід до реалізації схемних рішень просторових систем приводів полягає у застосуванні пружно-деформованих сільфонних приводів із шлангових пневмодвигунів (пневмом'язів). Особливим видом просторових систем приводів на основі сільфонних пневмодвигунів є запропоновані безшарнірні просторові системи приводів. Третій підхід полягає у використанні запропонованих пластично деформованих шарнірних та безшарнірних систем, які об'єднують термомеханічні мехатронні приводи на основі сплавів з пам'яттю форми.

Приводи, які реалізуються відповідно різним підходам пропонується формувати у вигляді структур, складених з модулів, що об'єднують по три приводи, об'єднані по трикутній схемі. Для поверхневих (планарних) систем приводів модулі здійснюють тріангуляцію поверхні, на якій розташована рухома система приводів. У просторовому варіанті, системи приводів являють собою геометричні структури октаедричного виду різноманітної конфігурації.

Обґрунтування вибору схемного і конструктивного рішення просторової системи приводів здійснюється відповідно до функціонального призначення системи. Сформульовано ряд задач і функцій, які ефективно реалізуються за допомогою просторових систем приводів. Основними з них є маніпулювання об'єктом по необхідному закону, забезпечення переміщення об'єкта по оптимальній траєкторії, точне позиціонування об'єкта в просторі із визначенням його положення та корекція положення об'єкта шляхом його просторових мікропереміщень.

Для вибору схемного рішення розглянуто різноманітні варіанти геометричних схем просторових систем приводів. Для теоретичного узагальнення набору можливих варіантів просторових систем приводів запропоновані системи на основі механізмів правильної геометрії, які відповідають тетраедру, кубу, октаедру та іншим правильним просторовим багатогранникам. Приводи в просторових системах розташовуються по ребрах багатогранників. Okремі механізми правильної геометрії відповідають поширеним просторовим системам приводів наприклад механізм гексапод при відповідних співвідношеннях геометричних параметрів відповідає октаедру.

Уточнення схемного рішення здійснено шляхом розрахунків геометрії та кінематики просторових механізмів. Запропоновано ряд методів розрахунків просторових систем приводів. Основними із них є розрахунок на основі матрично-векторних співвідношень для шарнірних механізмів, відповідних схемним рішенням просторових систем приводів. Для невеликих просторових переміщень ланок механізмів рекомендовано методи

розрахунку на основі матриць Якобі, складених для типових просторових механізмів. Даний метод особливо ефективний для просторових приводів мікропереміщень. Застосування даного методу є основою встановлення можливих сингулярних положень просторової системи приводів. В окремих випадках для розрахунку геометрії і кінематики просторових систем приводів рекомендується використання спрощених розрахункових схем просторових систем приводів у вигляді еквівалентних плоских механізмів, які є проєкціями просторових систем на деякі характерні осі або площини.

Для розрахунку геометрії і кінематики просторових систем запропоновано математичний апарат на основі просторових матриць, сформованих на основі методів Монте-Карло. Відповідно даного методу задається ряд випадкових положень просторової системи із подальшою фільтрацією фізично нереальних співвідношень параметрів системи. Застосування методів Монте-Карло значно спрощує розв'язок прямої задачі кінематики просторових механізмів, не потребує формування ітераційної процедури для розв'язку задачі кінематики.

Для дослідної перевірки розробленого схемного рішення запропонована універсальна методика макетування просторових систем на реальних фізичних моделях. Для цього розроблено набір елементів, блоків та модулів, що дозволяють скласти макетний зразок просторової системи, придатний для визначення її геометрії. Засоби макетування побудовані на блочно-модульному принципі і дають можливість реалізувати близько 200 конфігурацій різноманітних просторових систем приводів. Проектування спеціальних приводів можливе при введенні в макетні зразки додаткових елементів відповідних поставленій задачі проектування. Макетні зразки просторових систем дають можливість експериментального виміру геометричних і кінематичних параметрів систем, врахування можливих нелінійностей характеристик, виявлення і запобігання появи кінематичних та динамічних сингулярних положень в системах приводів, які проектуються.

Раціональне проектування просторових систем приводів ґрунтується на застосуванні ефективної елементної бази. Вона включає власне приводи та їх шарнірні з'єднання. Поряд із традиційними лінійними і поворотними приводами типу пневмоциліндрів, запропоновано використати інші технічні рішення приводів. Це застосування сифонних і шлангових пневмодвигунів (пневмом'язів). Для пластично деформованих приводів на основі сплавів із пам'яттю форми розроблені спеціальні приводи із обмежувачами ходу. Приводи різного виду, як правило застосовані в комплекті із приводом мікропереміщень.

Основними складовими елементної бази просторової системи приводів є шарніри. Запропоновано ряд конструкцій сферичних шарнірів у тому числі безконтактні прецизійні регульовані аеростатичні та гідростатичні шарніри. Розроблено ряд оригінальних технічних рішень шарнірів підвищеної точності та демпфуючої здатності. Запропоновані магнітні сферичні шарніри із феромагнітною рідиною які мають діапазон поперечно кутових переміщень, що перевищує половину повного тілесного кута. Для реалізації прогресивних конструкцій шарнірів використані сучасні комп'ютерно інтегровані методи технології машинобудування, зокрема методи лазерної стереолітографії та методи формування деталей шарнірів із металполімерних композитів.

Розробка прогресивних шарнірів для просторових систем приводів є основною задачею теорії проектування. Запропоновані оригінальні рішення шарнірів суттєво підвищують якісні показники системи приводів у цілому.

Розроблені системи приводів повинні забезпечувати необхідні показники динамічної якості. Особливістю просторових систем є складні просторові рухи їх елементів. Проведені теоретичні дослідження просторових систем, зокрема сферичних рухів у системах приводів. Розглянута взаємодія парціальних підсистем сферичного руху в просторових системах приводів. Теоретичні дослідження доповнені вимірами динамічних характеристик просторових систем приводів. Встановлено наявність ряду специфічних

динамічних процесів у просторових системах приводів. Це, зокрема, виникнення хвильових явищ, параметричних коливань та резонансів із просторовими модами. Запропоновані методи компенсації негативних наслідків окремих динамічних процесів і явищ. Для поліпшення динамічних характеристик просторових систем приводів рекомендовано використати спеціально розроблені інерційні демпфери коливань пасивного та активного типу. Застосування демпферів дозволяє значно поліпшити динамічні характеристики просторових систем приводів.

Розроблені положення теорії проектування просторових систем приводів апробовані шляхом розробки і виготовлення ряду дослідних та дослідно-промислових зразків систем приводів, використаних в технологічному обладнанні. Встановлено технологічні особливості виготовлення окремих деталей і вузлів систем. Особливу увагу приділено методам збирання просторових систем приводів, їх налагоді та відпрацюванню з метою доведення до регламентних характеристик. Проведено дослідження виготовлених систем приводів та визначено їх експлуатаційні характеристики. В результаті дослідної апробації підтверджена ефективність основних положень розробленої теорії проектування просторової системи приводів.

УДК 621.9.62.52

О.В. Яρμοшенко, студент

С.С. Заєць, асистент

Національний технічний університет України «КПІ», zss_vp@bigmir.net

ДО ПИТАННЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ПО ПЕРЕВІРЦІ АДЕКВАТНОСТІ РОБОТИ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

Ефективність експлуатації багатоцільових верстатів з числовим програмним керуванням (БВ з ЧПК) широкого кола призначення в основному визначається можливостями забезпечення надійності верстата і різального інструменту в процесі обробки, забезпечення встановленого експлуатаційного ресурсу, зменшення витрат на технічне обслуговування (ТО) та відновлення. Забезпечення високої ефективності та безпеки експлуатації БВ з ЧПК є надзвичайно актуальним для приладобудівних і машинобудівних підприємств, зокрема при виготовленні деталей приладів, до яких висувають високі вимоги по точності розмірів і якості поверхонь, і ґрунтується на переведенні БВ з ЧПК на експлуатацію за станом з контролем параметрів, тобто на основі інформації про фактичний технічний стан (ТС) систем верстата та інструмента в режимі реального часу під час його експлуатації.

З огляду на це, одним з пріоритетних напрямків наукових досліджень в галузі на сьогоднішній день є розроблення, подальше вдосконалення та впровадження методів і засобів діагностування та контролю технічного стану БВ з ЧПК в процесі експлуатації, при виконанні ТО та при відновленні. Для БВ перехід на систему експлуатації за станом потребує наукового обґрунтування та технічних розробок комплексної системи моніторингу та діагностики, яка повинна будуватись на основі використання ефективних методів та сучасних засобів оцінки, контролю та прогнозування ТС БВ з ЧПК. Побудова комплексної системи моніторингу пов'язана з вирішенням ряду проблем теоретичного та прикладного характеру для врахування фізичної сутності тих процесів, які в БВ з ЧПК є носіями діагностичної інформації, і набуття необхідних знань про закономірності зародження і розвитку пошкоджень, що необхідно для їх класифікації, моделювання та дослідження впливу пошкоджень на основні характеристики діагностичної інформації.

Як показує практика, значна частина відмов верстатів зумовлена експлуатаційними пошкодженнями рухомих частин верстату, відмовами елементів гідравлічної системи,

пошкодженнями підшипників різного призначення, внаслідок появи та розвитку в робочих органах верстату та різального інструменту пошкоджень (зношення, забої, тріщин втоми, зламів, корозії, ерозії тощо). Тому однією з важливих та актуальних проблем комплексної діагностики БВ з ЧПК є проблема визначення ТС основних вузлів, і різального інструменту в процесі функціонування верстату та діагностування імовірних пошкоджень на ранній стадії розвитку, що дозволить значно зменшити імовірність втрати працездатності при експлуатації БВ з ЧПК. В даній роботі проблему діагностування втрати працездатності, зношення, пошкоджень в БВ з ЧПК в умовах експлуатації на стаціонарних та нестаціонарних режимах пропонується вирішити на основі застосування вібраційних та віброакустичних методів діагностики, у зв'язку з чим очевидна важливість та актуальність їх розвитку і вдосконалення.

Працездатність верстата як технологічної системи та інших систем та машин згідно ГОСТ 27.002-89 визначає такий стан об'єкта, при якому значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати задані функції відповідають вимогам нормативно-технічної документації. При призначенні вимог до будь-якого об'єкта, при виборі номенклатури показників якості та встановленні їх числових значень враховується те, що вони є різноплановими й можуть бути розділені на окремі групи.

Основна ціль випробувань – мати оцінку показників технічного стану верстатів з ЧПУ, як технологічної системи з урахуванням структурної формули верстата в реальному часі, і на основі цієї інформації розробити найбільш ефективні методи для оцінки надійності ТС та методи корегування програми обробки деталей у відповідності зі встановленими технічними вимогами до виробів.

Застосування діагностики в процесі експлуатації ТС змушує використовувати певні методи і засоби, які повинні бути придатними і зручними для застосування в різних умовах: як в дослідницькій лабораторії, так і в умовах підприємства, при цьому забезпечувати здійснення процесу діагностування в найкоротший час, видавати достовірну інформацію про показники, особливо при високих вимогах до надійності виробу, здійснювати контроль без застосування процесу розбирання, а в окремих випадках без порушення процесу роботи механізмів, бути економічно доцільним [1].

Кожен з параметрів, що перевіряється має прямий або зворотній вплив на точність роботи ТС. Для підвищення надійності роботи ТС використовують різноманітні методи і системи моніторингу та контролю. На основі отриманих результатів розраховується імовірність безвідмовної роботи елементів ТС, розглядається адекватність застосування режимів використання даних елементів при формоутворенні, розраховується надійність та прогнозування роботи системи в цілому.

Для того, щоб показники обладнання, які були досягнуті під час випробування зберігалися і під час всієї його експлуатації, необхідно також проводити і оцінку надійності пристрою оцінки технологічної системи. Врахувавши показники, які можуть впливати на пристрій робиться адекватний висновок про доцільність його використання, а також про можливі методи підвищення надійності роботи ТС за допомогою самого пристрою. Розглянуті дії дають чітку можливість прогнозування характеру і точності формоутворення виробу відповідно до розрахунків.

Найбільший ефект від проведення випробувань буде отримано в тому випадку, якщо, по перше, вони проводяться в такому обсязі який дозволяє застосовувати статистичні методи оцінки вихідних параметрів. По друге, випробування включає в себе прогнозування можливого змінення вихідних параметрів під час використання усіх видів інформації про швидкість зношення рухомих частин. По третє, при випробуванні застосовуються методи діагностики для оцінювання причин, параметрів що впливають на формоутворення. По четверте, здійснювати оптимізацію тих параметрів формоутворення, які визначають їх технічні характеристики (вихідні параметри).

Для вирішення перерахованих задач розроблюється спеціалізований комплекс, що включає в себе великий об'єм окремих розрахункових циклів і циклів випробувань, їх логічну побудову, застосування різноманітних методів і моделей, використання цілого ряду програм спеціального призначення для опрацювання отриманої інформації, і взаємозв'язку процесів випробування, діагностики з обробкою інформації і обчисленнями.

Список посилань

1. Проников А. С. Программный метод испытания металлорежущих станков / А. С. Проников. – М. : Машиностроение, 1985. – 288 с.

УДК 658.562.5

В.С. Вакуленко, студент

С.С. Заєць, асистент

Національний технічний університет України «КПІ», zss_vp@bigmir.net

ДІАГНОСТИКА ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КІНЦЕВИМИ ФРЕЗАМИ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПУ

Для фрезерних верстатів з числовим програмним управлінням в умовах сучасного виробництва важливим є діагностування поточного стану різального інструменту та прогнозування виходу його з ладу, оскільки він є найбільш слабким елементом технологічної системи, а його поломка, як правило, призводить до неможливості здійснення обробки. Використання систем діагностики на виробництві дозволяє: збільшити продуктивність і знизити собівартість обробки за рахунок підвищення надійності обробки, своєчасної зміни гранично зношеного або поламаного інструменту, скорочення кількості бракованих виробів, витрат інструменту, підвищити надійність роботи фрезерних верстатів за рахунок своєчасного виявлення та прогнозування відмов механізмів та вузлів верстата внаслідок поломок або передчасної втрати точності.

Щоб уникнути виникнення відмов та для підвищення якості виготовлення деталей пропонується розробка системи прогнозування стану процесу механічної обробки, яка за рахунок діагностування процесу обробки кінцевими фрезами корпусних деталей, в реальному часі, відстежує стан технологічної системи механічної обробки деталей на фрезерних верстатах, за результатами якої і робиться прогнозування імовірності відмови інструменту.

При діагностуванні процесу фрезерування кінцевими фрезами виникає ряд додаткових завдань. По-перше, необхідно встановити номенклатуру основних діагностичних сигналів S_1, S_2, \dots, S_R з тим, щоб вони, характеризували стан технологічної системи під час процесу обробки. По-друге, по набору цих даних необхідно зробити висновок про технічний стан системи та необхідність удосконалення її, або про час у якому дана технологічна система може зберігати свою працездатність за параметрами точності. По-третє, необхідно розробити систему технічної діагностики, яка включає технічні засоби, а також алгоритми діагностування та вибір методу діагностики (функціональна або тестова).

При розробці системи і методів діагностування складного об'єкта ґрунтуються на аналітичних або графо-аналітичних уявленнях про основні властивості виробів у вигляді так званих діагностичних моделей. Вони можуть бути представлені у векторній формі, у вигляді систем диференційних рівнянь або передавальних функцій, що зв'язують вхідні і вихідні параметри. Для діагностичної моделі в якості вхідного параметра x можна прийняти значення показників якості виробу - вектора, складовою якого є параметри верстата x_1, x_2, \dots, x_r , а за вихідний параметр діагностичний сигнал S . Вихідним параметром може бути також той комплекс впливу, відповідний даному режиму роботи

процесу обробки, а саме фрезерування кінцевими фрезами при $n - m$ циклах його випробувань.

Розробка системи діагностики процесу обробки кінцевими фрезами на фрезерних верстатах з числовим програмним управлінням може здійснюватися двома основними методами або їх комбінаціями.

Перший метод діагностування полягає в отриманні великої кількості сигналів, що характеризують роботу окремих вузлів та елементів процесу обробки, на основі яких робиться висновок про його стан. Показники цих сигналів повинні бути оброблені за спеціальною програмою з тим, щоб визначити вплив характеристик елементів процесу обробки на його вихідні параметри, а саме визначити оператор A . Отримані дані, дозволять застосовувати цілеспрямовані дії щодо поліпшення вихідних параметрів процесу обробки.

Другий метод діагностування полягає в застосуванні процедур, які дозволяють робити висновок про стан процесу обробки за параметрами будь-якого динамічного процесу, пов'язаного з функціонуванням механізмів і відображає стан інструменту. Такий процес можна розкласти на складові і отримати необхідну інформацію про працездатність інструменту за різними складовими. При цьому в принципі можна використовувати всього один перетворювач або, у всякому разі обмежене число діагностичних сигналів. Прикладом такого підходу може служити методи акустичної діагностики механічних систем.

Сигнал АЕ несе в собі дві складові: стаціонарну і не стаціонарну. Стаціонарна складова сигналу містить інформацію про знос інструменту і про отримання в процесі різання шорсткості обробленої поверхні R_a . Головні труднощі для аналізу представляє нестаціонарна складова, в якій зосереджені не періодичні сигнали, що виникають в результаті можливих мікро відколів різальної кромки і випадкових процесів утворення стружки - ударів стружки об оброблювану деталь та інструмент, а також зривів наростів на фрезі.

Процес механічної обробки, як об'єкт контролю, поділяється на ряд функціонально не пов'язаних між собою блоків або блоків, функціональними зв'язками яких з достатньою для практики точністю можна знехтувати, тоді є ефективним застосування матричного принципу уявлення просторового стану [1].

Матричний метод розпізнавання в більшості випадків застосовується для діагностування таких процесів та об'єктів контролю, працездатність яких з необхідною точністю може бути визначена функцією зміни одного з найбільш інформативних параметрів у часі або об'єктів, для оцінки працездатності яких необхідно паралельне знімання інформації за кількома параметрами в строго фіксований момент часу. В даному випадку стан процесу механічної обробки описується системою матриць з числом рядків n_1 , що дорівнює відповідно числу рівнів квантування значень амплітуди аналогового сигналу, який знімається з одного датчика системи діагностування, або числу одночасно фіксованих параметрів. Відповідно число стовпців n_2 таких матриць приймається рівним числу точок квантування аналогового сигналу за часом або кількістю фіксованих моментів часу паралельного знімання інформації з декількох датчиків діагностування процесу механічної обробки.

Відповідно за n приймається сумарна кількість класів станів, що підлягають розпізнаванню, один з яких характерний для працездатного стану процесу, а всі інші для процесу, що втратив працездатність через виникнення в ньому певного виду несправностей. Тому в загальному випадку процес розпізнавання відповідного стану процесу механічної обробки буде представлений у вигляді порівняння фактичних результатів функції по кожній з її еталонних реалізацій і процесу знаходження значення функції.

Проводячи діагностування процесу механічної обробки кінцевими фрезами на фрезерних верстатах з ЧПУ, в реальному часі і, проводячи процес розпізнавання сигналу з

еталонним значенням, отримуємо чітку картину стану протікання процесу, при зміні показників якого можемо говорити про наближення до перед аварійного або аварійного станів.

Список посилань

1. Трахтман В. Ю. Матричный метод опознания образов и некоторые вопросы построения эталонов – В кн.: «Самообучающиеся автоматические системы». М., «Наука», 1966. – с. 53 – 59.

УДК 621.914.3

О.О. Степаненко, канд. техн. наук., асистент
М.Ю. Манжола, аспірант

Ю.М. Кузнєцов, докт. техн. наук, професор

Національний технічний університет України «КПІ», alex.stepanenko@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОНУВАНЬ НАСТІЛЬНИХ ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК НА ЯКІСТЬ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

При проектуванні верстата основними вимогами є швидкість і якість обробки деталей. На якість обробки суттєво впливає компонування і конструктивна реалізація верстата. Тому перед початком виготовлення промислового зразка верстата доцільно проводити випробування та порівняння дослідних зразків (макетів). Практика використання просторових механізмів на основі каркасних несучих систем в конструкціях металорізальних верстатів – відносно нове явище, через що подібні конструкції не є достатньо вивченими і потребують проведення теоретичних та експериментальних досліджень. Враховуючи те що, застосування комп'ютерного моделювання стосовно подібних механізмів не завжди дає об'єктивні результати, по причині складності конструкцій і алгоритмів керування МПС, тому проведення досліджень якості обробки деталей на дослідних зразках є достатньо важливим етапом створення верстатів нового покоління.

З метою виявлення впливу компонування верстата на якість обробки було проведено порівняння трьох конструкцій верстатів: пірамідального тригранного компонування з МПС (рис. 1, а), пірамідального чотиригранного компонування без МПС (рис. 1, б) і традиційного консольного компонування (рис. 1, в).

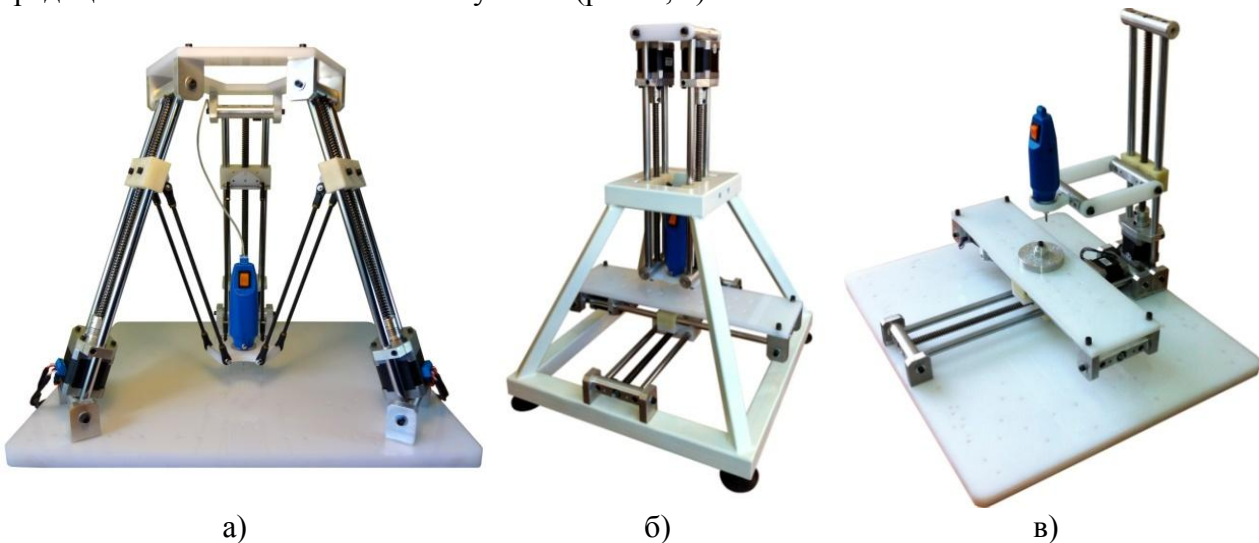


Рис. 1 – Компонування верстатів, на яких було здійснено обробку деталей:
а) тригранне пірамідальне компонування з МПС [2]; б) чотиригранне пірамідальне
компонування без МПС [3]; в) традиційне – консольне компонування верстата

В результаті цифрової обробки даних АЦП кругломіра та профілометра отримано ряд круглограм та профілограм вимірних деталей. Для верстата кожного компоунання отримано 8 круглограм (для кожної деталі було проведено два вимірювання у різних перерізах), а також 16 профілограм для квадратних деталей (для кожної деталі по 4 профілограми). Загалом отримано 24 вимірювання для кожного компоунання верстата.

Для порівняння результатів вимірювань було визначено максимальну величину амплітуди мікронерівностей профілю кожної деталі.

В процесі порівняння трьох компоунань верстатів було підраховано середньоарифметичну величину амплітуди мікронерівностей для кожної групи деталей (за матеріалом і формою поверхні) і побудовано порівняльну гістограму (рис. 2).

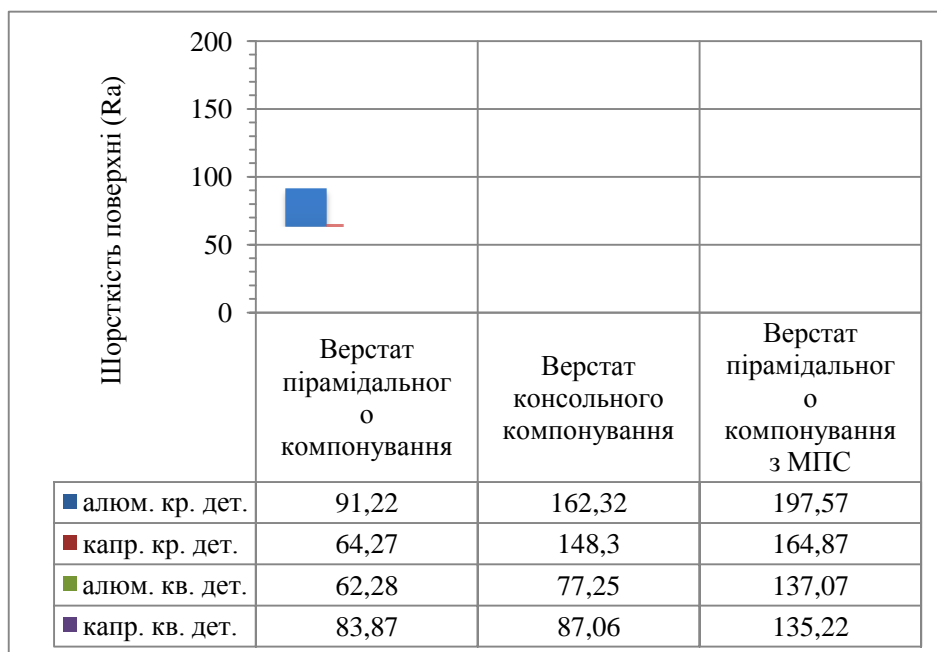


Рис. 2 – Порівняльна гістограма величини шорсткості (Ra) для трьох компоунань верстатів, залежно від матеріалу та форми деталей

Отримані результати досліджень дають уявлення про вплив компоунання верстату на якість обробки деталей і дозволяють зробити раціональний вибір компоунувальних особливостей верстата на етапі виготовлення дослідного зразка. Таким чином визначено, що кращі показники якості обробки деталей має верстат на основі несучої системи у вигляді чотиригранної піраміди з мотор-шпинделем при вершині та хрестовим супортом в основі.

Список посилань

1. Кузнецов Ю.Н. Компоновки станков с механизмами параллельной структуры / Ю.Н. Кузнецов, Д.А. Дмитриев, Г.Е. Диневич – Изд-во: Херсон, ПП Вишемирский В.С., 2010. – 471 с.
2. Патент України на винахід № 86533. МПК В23Q 1/00 В23В 39/00. Багатокоординатний свердлильно-фрезерний верстат / Ю.М. Кузнецов, Д.О. Дмитрієв, Г.Ю. Діневич; власник НТУУ "КПІ". – № а200714710; Заявл. 25.12.2007; Опубл. 27.04.2009; Бюл. № 8
3. Патент України на корисну модель № 64422. МПК В23В 35/00 В23В 39/00 В23Q 1/00. Багатокоординатний свердлильно-фрезерний верстат / Ю.М. Кузнецов, В.Б. Фіранський, О.О. Степаненко; власник НТУУ "КПІ". – № u201103750; Заявл. 28.03.2011; Опубл. 10.11.2011; Бюл. № 21
4. Федориненко Д.Ю. Методика дослідження параметрів точності регульованої гідростатичної втулки шпиндельного підшипника / Д.Ю. Федориненко, О.А. Плівак, С.В. Майданюк – Вісник Чернігівського ДТУ. Серія «Технічні науки» № 3(59), 2012 – С. 87-93.

УДК 621.9.048.6

О.В. Шевченко, докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет України «КПІ», o.shevchenko@kpi.ua
В.О. Гайдай, студент
Житомирський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРОСТІЙКОСТІ КОНСОЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ РОЗТОЧУВАННІ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

При токарній обробці нежорстким консольним інструментом боротьба з шкідливими коливаннями є особливо актуальною. До виникнення шкідливих вібрацій найбільше схильна консольна борштанга, як найменш жорстка ланка технологічної системи верстата. Борштанга в процесі розточування здійснює поздовжні, поперечні та крутильні коливання, що мають домінуючий вплив на рівень відносних коливань між інструментом і деталлю. Зниження рівня інтенсивності коливань консольних борштанг є одним із важливих шляхів підвищення продуктивності, точності та якості оброблених поверхонь.

Коливання, які виникають при різанні достатньо жорстким інструментом, визначаються властивостями всієї багатоконтурної пружної системи верстата. У випадку обробки борштангами рівень коливань інструменту визначається жорсткістю та коливаннями самої борштанги, а втрата вібростійкості виникає в основному на формі її коливань.

Основними причинами виникнення автоколивань при різанні є [1, 2, 3]: нелінійність характеристик сил різання і тертя; інерційність самого процесу різання; зміна площі зрізу та сили різання внаслідок координатного зв'язку між процесом різання та рухом за різними координатами пружної системи верстата; вплив вібраційних слідів, що утворилися на поверхнях деталей від попередніх проходів, на наступні проходи; періодичні зміни переднього та заднього кутів інструменту при виникненні коливань.

Підвищення вібростійкості процесу розточування може здійснюватись за рахунок підвищення жорсткості та демпфірування шляхом зміни конструктивних параметрів борштанг, відповідною орієнтацією головних осей жорсткості пружної підсистеми інструменту по відношенню до напрямку дії сили різання та вибором раціонального співвідношення жорсткостей за цими осями.

Метою роботи є визначення напрямків підвищення вібростійкості розточувальних борштанг при токарній обробці з врахуванням раціональної орієнтації головних осей жорсткості пружної системи інструменту. Для теоретичного аналізу коливальних процесів при обробці консольними борштангами розроблено принципову схему домінуючої коливальної системи процесу розточування (рис. 1) та побудовано математичну модель з використанням пакету Matlab Simulink.

При побудові математичної моделі прийняті наступні допущення: у якості домінуючої коливальної системи розглядається консольна борштанга з різцем 1, встановлена без обертання в інструментальному отворі револьверної головки 3 верстата і здійснює обробку деталі 2; модель побудована з використанням головних координат, що дозволяє повністю розділити змінні, які визначають рух інструменту в довільній площині yOz ; маса коливальної системи m приведена до вершини різця; припускається, що маса m рухається тільки в напрямках головних осей координат $O\eta_1$ і $O\eta_2$; досліджуються тільки коливання в площині yOz .

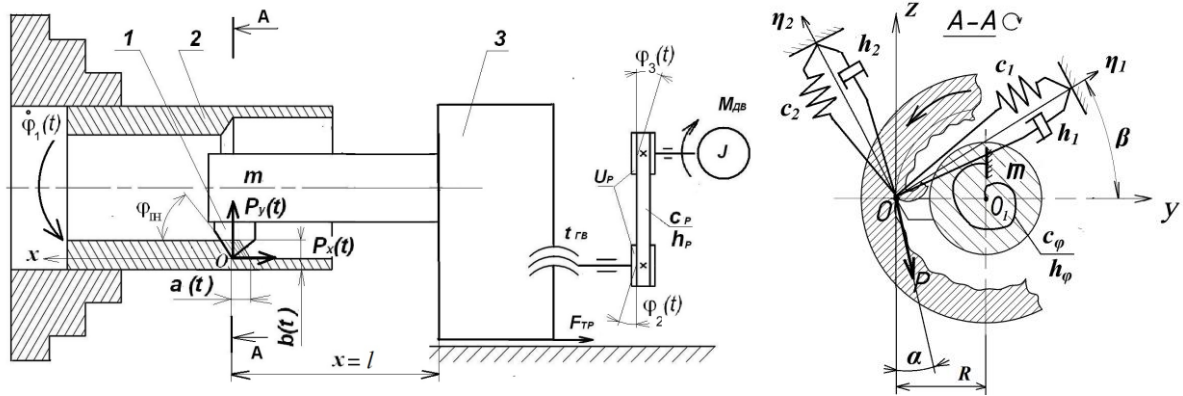


Рис. 1 – Принципова схема процесу розточування

На масу m діє сила різання $P(t)$, прикладена до вершини різця. Модель пружної системи інструменту представлена як система з трьома степенями вільності. За початок координат прийнято вершину різця (т. O). Вісь Oy направлено по нормалі до оброблюваної поверхні, а вісь Oz – перпендикулярно до неї. Сила різання $P(t)$ прикладена під кутом α до осі Oz , а головні координати $O\eta_1$ і $O\eta_2$ розвернуті під кутом β до довільних координат Oy і Oz .

За результатами попередніх досліджень [4] встановлено, що найбільш сталими при різанні є пружні системи інструменту, у яких виконується умова $\beta = \alpha/2$ при співвідношеннях приведених жорсткостей в напрямках головних осей координат $c_{\min}/c_{\max} \approx 0,7$. На основі аналізу АФЧХ передаточної функції розімкненої динамічної системи верстата за критерієм Найквіста визначено вплив конструктивних параметрів консольної частини борштанги на запас сталості по амплітуді пружної системи інструменту. Підтверджено, що найбільш сталими при розточуванні є пружні системи інструменту у яких виконується наведена вище умова.

Для визначення коефіцієнтів математичної моделі та експериментального дослідження динамічних характеристик консольного інструменту запропоновано комплекс засобів, що реалізований у вигляді стенду. Стенд дає можливість визначити амплітудно-фазово-частотні характеристики в пружній системі «заготовка-інструмент» методом гармонічного збурення в діапазоні частот 30 – 1800 Гц. До складу стенду входять: безконтактний електромагнітний вібратор для збурення гармонічних коливань в пружній системі верстата, вібровимірювальна апаратура для визначення параметрів коливань та ін.

Розроблений стенд дозволяє проводити статичні та динамічні випробування консольного інструменту типу борштанги, дає можливість порівнювати їх за вібростійкістю і динамічною жорсткістю та отримувати інформацію для подальшого моделювання і вдосконалення конструкцій борштанг в напрямку підвищення режимів вібростійкого розточування.

Список посилань

1. Жарков И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом./ И.Г.Жарков. –Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 184с.
2. Кудинов В.А. Динамика станков./ В.А. Кудинов. – М.: Машиностроение, 1967. – 360с.
3. Орликов М.Л. Динамика станков: Учеб. пособие для вузов./ М.Л. Орликов. – 2-е изд. перераб. и доп. – Киев: Выща школа, 1989. – 272 с.
4. Шевченко О.В. Методи підвищення сталості процесу різання при токарній обробці нежорским інструментальним оснащенням / О.В. Шевченко // Машинознавство. – 2009. – №8(146). – с. 16 – 23.

УДК 621.9.048.6

О.В. Шевченко, докт. техн. наук, професор
М.Ю. Бальченко, студент

Національний технічний університет України «КПІ», o.shevchenko@kpi.ua

ПРИСТРІЙ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ

В сучасному машинобудуванні все більше поширення отримують сталі та сплави з високими показниками міцності, жаростійкості та корозійної стійкості. Ці матеріали відносяться до категорії важкооброблюваних, вони значно гірше піддаються обробці різанням по відношенню до звичайних конструкційних сталей. Сучасні методи різання дозволяють обробляти матеріали, що традиційно важко піддаються обробці і при цьому отримувати суттєво вищу якість обробленої поверхні. Однак значний розігрів різця при різанні корозійностійких та високоміцних сплавів, необхідність в охолодженні спеціальними емульсіями є проблемами, що суттєво здорожують та ускладнюють процес обробки. Ефективним для обробки таких матеріалів є використання ультразвукового різання [1, 2, 3]. Ультразвукове різання, це процес, при якому різцю за допомогою спеціального пристрою передаються високочастотні (ультразвукові) коливання, як правило, в напрямку швидкості різання. Додаткові ультразвукові коливання різця повністю виключають характерне для традиційного точіння утворення на поверхнях різця наросту при точінні кольорових металів, суттєво зменшується теплоутворення в зоні різання, практично зникає здатність технологічної оброблювальної системи верстата до збудження автоколивань.

Для впровадження у практику вібраційного різання необхідно дослідити геометрію інструменту, режими різання, визначити частоту та амплітуду коливань, встановити швидкість різання, спроектувати та виготовити вібраційний привод, що забезпечить необхідний амплітудно-частотний діапазон коливальних рухів різального інструменту.

За укрупненою класифікацією [4] можна виділити наступні типи вібраційних приводів: 1) електромагнітний; 2) електрогідравлічний; 3) гідромеханічний; 4) механічний; 5) електрострикційний або магніострикційний приводи. Серед вказаних типів вібраційних приводів для ультразвукової обробки найбільше використовують електромагнітні та електро(магніто)стрикційні.

У магніострикційних або електрострикційних приводах використовують вібратори, в яких синусоїдальні електричні коливання, що поступають від ультразвукового генератора, перетворюються в механічні коливання з амплітудою в декілька мікрометрів. За допомогою концентратора амплітуда цих коливань може бути збільшена до 10–15 мкм і більше.

На рис.1 наведена схема пристрою для ультразвукового різання, що встановлюється на супорті токарного верстата і складається з різцетримача і закріпленого на ньому віброприводу з концентратором коливань. Концентратор передає коливання від п'єзокерамічних елементів приводу до різця зі збільшенням амплітуди. Розроблений пристрій реалізує переваги способу точіння з ультразвуком та має достатню статичну жорсткість, що дає можливість його використання в режимах зі значними силами різання [4].

Пристрій складається з різцетримача 1 з різцем 2 і пружною частиною 3, корпусу 4, що жорстко зв'язаний з різцетримачем 1 та супортом 5 верстата, ультразвукового віброприводу 6 з концентратором коливань 7, що встановлений в корпусі 4 і контактує з пружною частиною 3 різцетримача в точці К. Ультразвуковий вібропривод 6 складається з пакета п'єзокерамічних елементів 8, частотознижуючої накладки 9, що з'єднана з концентратором 7 та зафіксована в корпусі різевими втулками 10 і 11 з можливістю регулювання натягу між торцем концентратора і пружною частиною різцетримача в точці К.

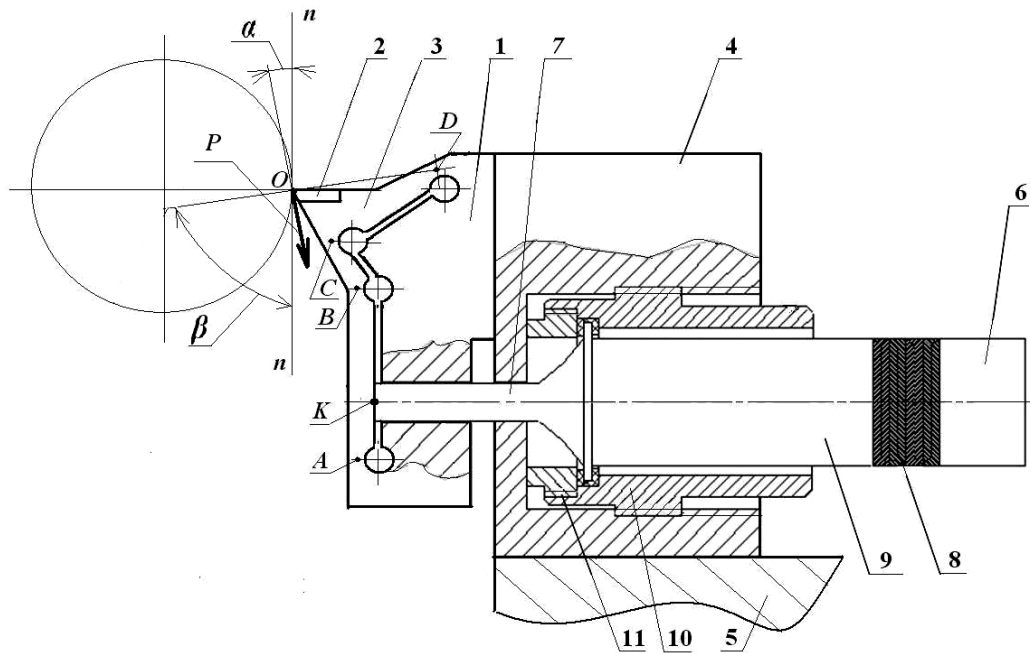


Рис. 1 – Пристрій для ультразвукового точіння

Пружна частина різцетримача утворена наскрізними пазами, що з'єднують між собою пружні шарніри А, В, С і D. Співвідношення довжин ланок АВ, ВС, CD і положення точки К контакту концентратора 7 віброприводу з ланкою АВ визначають рівень амплітуди коливань вершини різця по відношенню до амплітуди вимушених коливань віброприводу. При цьому величина кута β між дотичною $n-n$ до оброблюваної поверхні деталі та лінією, що з'єднує вершину різця (т. О) та центр пружного шарніра D, визначає напрямок коливального руху вершини різця. Ультразвуковий вібропривод 6 генерує високочастотні (15 – 20 кГц) коливання. Концентратор 7 дозволяє підвищити амплітуду коливань та передати їх пружній частині різцетримача 3. Хвиля коливань передається через т. К контакту концентратора 7 з пружною частиною 3 різцетримача на вершину різця. Різець здійснює ультразвукові коливання відносно центра D пружного шарніра. Напрямок коливального руху пружної частини різцетримача в т. К під дією віброприводу 6 знаходиться під кутом $(90^0-\alpha)$ до сили різання P, що мінімізує вплив навантаження від дії сили P в осьовому напрямку віброприводу 6. Це дозволяє зменшити потужність віброприводу і забезпечити умови для підвищення режимів різання і продуктивності обробки важкооброблюваних матеріалів.

Пристрій реалізує переваги способу точіння з ультразвуком за рахунок передачі ультразвукових коливань в напрямку дії сили різання, дозволяє підвищити точність обробки деталей, зменшити шорсткість оброблених поверхонь, підвищити продуктивність обробки та встановлювати на серійних верстатах токарної групи.

Список посилань

1. Марков А.И. Ультразвуковое резание труднообрабатываемых материалов. / А.И. Марков. – М.: Машиностроение, 1968. – 367 с.
2. Кумабэ Д. Вибрационное резание. / Д.Кумабэ. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
3. Асташев В.К. Влияние ультразвуковых колебаний резца на процесс резания. / В.К. Асташев. // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1992. – №3. – с.81–89.
4. Грановский Г.И. Резание металлов: учебник для машиностроит. и приборостроит. спец. вузов. / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высш. школа, 1985 – 304 с.
5. Патент на корисну модель № 89116: МПК В24В 1/04. Пристрій для ультразвукового точіння/ Шевченко О.В., Марковський Д.А., Бальченко М.Ю; заявник та власник НТУУ "КПІ".– №и 201313105; заявл. 11.11.13; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 7. 2014 р.

УДК 621.941-229.3

І.В. Луців, докт. техн. наук, професор
В.Н. Волошин, канд. техн. наук, доцент
Р.О. Бица, аспірант

Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, bro.91@mail.ru

АДАПТАЦІЯ ЗАТИСКНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТОКАРНИХ ПАТРОНІВ ДО ПОВЕРХНІ ЗАТИСКУ

Задача підвищення технічного рівня сучасних токарних верстатів і автоматичних верстатних систем в умовах багатонаменклатурного виробництва, високошвидкісної і прецизійної обробки деталей вимагає покращення характеристик їх основних механізмів та вузлів, одними із яких є механізми затиску. При токарній обробці співвідношення продуктивності та гнучкості металорізальних верстатів суттєво залежить від технологічного оснащення для затиску заготовок, яким у більшості випадків служать механізовані токарні патрони. Можливість переналагодження затискного патрона при зміні типорозміру оброблюваної деталі, час та вартість такого переналагодження в значній мірі визначають ефективність механічної обробки.

Затиск заготовок з циліндричними базовими поверхнями різних діаметрів кулачками з фіксованою геометрією призводить до різних умов контактування, зокрема, це може бути неповний контакт, контакт по кромках, повний контакт. При затиску заготовки по чорнових базах це допустиме явище, проте при затиску по оброблених чистових базах на кінцевих операціях технологічного процесу це призводить до пошкодження поверхні затиску, зниження точності та жорсткості затиску. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є розточування «сирих» ЗЕ, або шліфування загартованих ЗЕ під певний діаметр затиску. Але в умовах швидкопереналагоджуваного виробництва це вимагає значних фінансових затрат. Тому актуальною науковою задачею є створення ЗЕ з геометричною адаптацією, які в процесі затиску пристосовуються до поверхні затиску заготовки різних діаметрів.

Принциповим підходом створення таких адаптивних ЗЕ є навмисне введення в їх конструкцію зон деформації, що дозволяє забезпечити прилягання контактуючої поверхні ЗЕ до поверхні затиску заготовки. Такі зони можуть бути створені з використанням евристичних прийомів повного та неповного розчленування затискних елементів, створення пустот в затискному елементі, використання здатних до деформування кільцевих сегментів (рис.1) та ін.

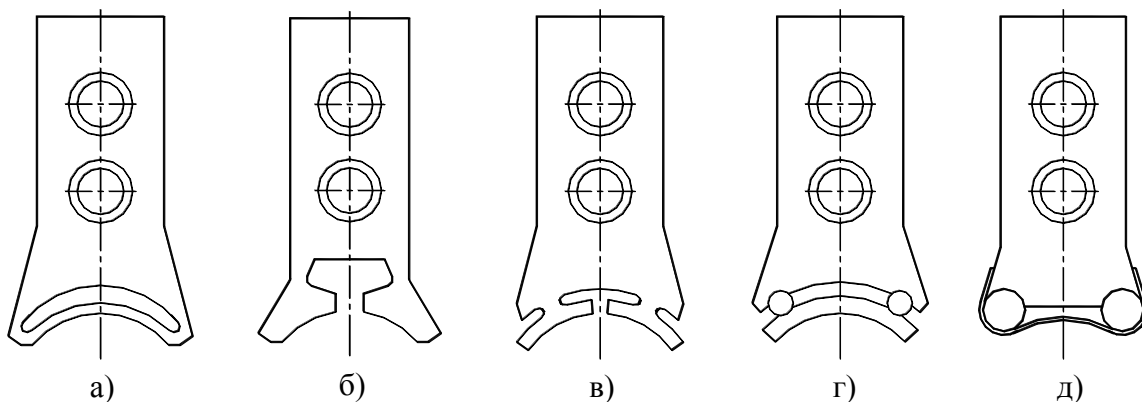


Рис. 1 – Конструктивні схеми синтезованих адаптивних ЗЕ отримані: а) шляхом видалення матеріалу із цільного кулачка у вигляді кільцевої канавки; б, в) шляхом неповного розчленування їх затискної частини; г, д) введенням здатних до деформування кільцевих сегментів

У зв'язку зі складною геометрією синтезованих ЗЕ для аналітичного дослідження умов затиску в зоні контакту ЗЕ і поверхні затиску, а також оцінки напружено-деформованого стану використано CAD/CAE-систему. Моделювання напружено-деформованого стану проводилося для ЗЕ, конструкція якого розроблена на основі конструктивної схеми зображеної на (рис. 1, а), для трикулачкового механізованого токарного патрона. Сила затиску, прикладена до ЗЕ, варіювалася в діапазоні від 0,5 до 5 кН. Це відповідає сумарній силі затиску ЗЕ відповідно 1,5–15кН. При моделюванні імітувався затиск заготовок в діапазоні $\Delta D=10$ мм, який визначається конструктивними параметрами даного типорозміру механізованого токарного патрона.

Аналіз результатів моделювання показав те, що затискна частина адаптивного ЗЕ працює в зоні пружних деформацій і забезпечує її повний контакт із заготовкою в заданому діапазоні діаметрів при затиску. Картини розподілу напружень по ЗЕ (рис.2) свідчать про те, що найбільші напруження виникають в середній та крайніх зонах адаптації ЗЕ, де сполучається кільцева затискна частина із тілом ЗЕ. Результати моделювання показують, що більші еквівалентні напруження характерні для затиску заготовок менших діаметрів, що пов'язано із меншою зоною контактування заготовок малих діаметрів. Зі збільшенням діаметра затиску від мінімального до максимального максимальні еквівалентні напруження зменшуються у 2...2.5 рази.

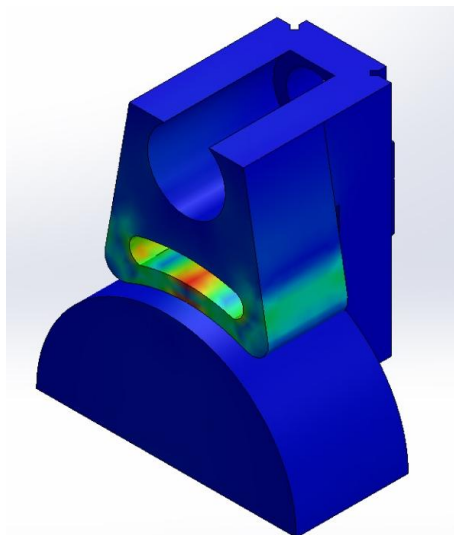


Рис. 2 – Картина напружено-деформованого стану зони адаптації ЗЕ при затиску заготовки $\text{Ø}60\text{мм}$ із зусиллям 5кН



Рис. 3 – Механізований токарний затискний патрон із адаптивними ЗЕ для затиску заготовок в діапазоні діаметрів 60–70 мм

На основі конструктивної схеми, приведеної на (рис. 1, а), розроблено конструкцію та виготовлено дослідні зразки адаптивних ЗЕ для оснащення механізованого токарного затискного патрона (рис. 3) для проведення експериментальних досліджень умов контактування ЗЕ із заготовкою та характеристик жорсткості та точності затискного патрона, оснащеного такими ЗЕ.

Список посилань

1. Технологічне оснащення для високоєфективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія/ [Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.]. – К.: – Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.

УДК 621.923

**В.М. Волкогон, докт. техн. наук,
Ю.А. Федоран,
Д.А. Котляр, канд. техн. наук,
А.В. Кравчук, канд. техн. наук,
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України,
В.С. Антонюк, д-р техн. наук, професор,
К.С. Барандич
Національний технічний університет України «КПІ», vp@kpi.ua**

ВПЛИВ ВИДУ ОБРОБЛЕННЯ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ СТАН ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ

Вступ. При механічному обробленні інструментальних легованих сталей визначальний вплив на формування поверхневих шарів надає вплив високої температури і тиску в зоні різання, в результаті чого структурні зміни відбуваються в процесі пластичної деформації, викликаної високими контактними тисками, швидкостями нагрівання та охолодження поверхневих шарів металу.

Токарне оброблення, у порівнянні з поліруванням і шліфуванням, знижує опір втоми конструкційних та інструментальних сталей через гіршу мікрогеометрію поверхні. Процес шліфування, при обробленні інструментальних легованих сталей, також призводить до зниження опору втоми, що зумовлено виникненням розтягуючих напружень [1].

Застосування надтвердих інструментальних матеріалів при точінні таких як гексаніт, що мають високу теплопровідність, сприяє зсуву рівня залишкових напружень і, як наслідок, призводить до підвищення міцності поверхні оброблених матеріалів [2].

Метою роботи є дослідження особливостей впливу виду інструментального матеріалу і режимів оброблення на структурний стан та характеристики міцності поверхневих шарів інструментальної легованої сталі ХВСГ при шліфуванні абразивом, кругами з гексаніту-А і при точінні різцями з гексаніту-Р.

Зразки для шліфування виготовляли зі сталі ХВСГ (ГОСТ 5950-73) твердістю HRC 54...56 у вигляді циліндрів висотою 10 мм і діаметром 50 мм, а для процесу точіння – довжиною 250 мм, які гартували при температурі 850 °С (з охолодженням в маслі) і відпускали при температурі 200 °С на повітрі.

Шліфування проводили на круглошліфувальному верстаті 3Б12 абразивними кругами: ПП 250x16x76 63С 6 СМ1К, і на плоскошліфувальному верстаті моделі 3171М кругами ПП 300x20x127 63С 40 СМ1К. а також кругами ПП 250x16x5x76 ГА 125/100 100% БСТ з гексаніту - А.

Точіння здійснювали на токарному верстаті мод. 16К20 різцями з гексаніту-Р з режимами обробки - швидкість різання $V = 20, 40, 80, 160$ і 250 мм/хв, подача $s = 0,07$ мм і глибина різання $t = 0,25$ мм.

Кількість залишкового аустеніту (f_{γ}) в досліджуваних зразках визначали за даними вимірювання інтегральної інтенсивності рентгенівських ліній (110) і (111) α і γ -фази з урахуванням фактора повторюваності.

Напруження І-роду в поверхневих шарах оцінювалися рентгенографічно як сума головних напружень ($\sigma_1 + \sigma_2$).

Дослідження мікротвердості поверхневих шарів зразків проводили на мікротвердомірі ПМТ-3 при навантаженні 0,2 Н і 0,5 Н.

Втомні випробування (15 зразків) проводили в умовах консольного згину з обертанням. Частота зміни навантаження становила - 15,0 Гц, база випробувань – 10 млн. циклів.

Обговорення результатів. Дослідження мікротвердості зразків залежно від глибини шару зміцненого при шліфуванні абразивним кругом, та кругом з гексаніту-А і точінні

різцем з Гексаніту - Р показали, що глибина зони вторинного загартовування зменшується зі збільшенням теплопровідності оброблюючого інструментального матеріалу.

Зона високотемпературного відпуску знаходиться на глибині 30...650 мкм для абразивного круга, 30...300 мкм для круга з гексаніту-А, і 8...12 мкм у разі точіння різцем з гексаніту-Р.

Вимірювання залишкового аустеніту після шліфування абразивним кругом і кругом з гексаніту-А, а після точіння - різцем з гексаніту-Р показали, що глибина порушеної концентрації аустеніту менше в кілька разів глибини порушеної мікротвердості і становить у разі оброблення абразивним кругом -120 мкм, а кругом з гексаніту-А - 80 мкм.

Помітні зміни концентрації залишкового аустеніту при точінні різцем з гексаніту-Р відбуваються в діапазоні $V = 20...80$ м/хв.

При шліфуванні абразивним кругом виникають розтягуючі напруження І-роду в α -фазі структури швидкісного відпуску, що поширюються на глибину до 120 мкм від поверхні, максимальне значення яких досягається на глибині 20-30 мкм від поверхні.

У γ -фазі мають місце невеликі стискаючі напруження, що поширюються на глибину до 50 мкм.

Структурний стан поверхневого шару досліджуваної сталі при різанні гексанітом-Р, так само як і при шліфуванні кругом з гексаніту-А, характеризується наявністю зони стискаючих напружень в α - і γ -фазах, максимальних на поверхні зразків.

Для мінімальних швидкостей різання напруження в γ -фазі зменшуються до нуля на глибині 80 мкм.

При збільшенні швидкості різання зона інтенсивного зниження рівня залишкових напружень в γ -фазі скорочується до 60 мкм.

Для випробувань на втому було виготовлено чотири партії зразків.

Перша - оброблялася шліфувальним кругом; друга, третя і четверта - гексанітом-Р при швидкості різання $V = 50, 100$ і 200 м/хв. відповідно; глибина різання і подача для останніх трьох партій залишалися незмінними і рівними $t = 0,25$ мм $S = 0,07$ мм/об.

Аналіз результатів показує, що витривалість шліфованих зразків істотно нижча витривалості зразків після точіння гексанітом-Р.

Обмежена межа витривалості для першої партії (560 МПа) на 32% нижче, ніж для другої партії.

Це пов'язано з тим що в процесі різання гексанітом-Р в поверхневих шарах сталі проходить швидкісний відпуск під напруженнями, при якому виникають стискаючі залишкові напруження 1-го роду, в α - і γ -фазах, сповільнюється розпад залишкового аустеніту.

Висновки. Проведені дослідження процесу шліфування кругами з абразивом, гексанітом-А і точіння різцями з гексаніту-Р сталі ХВСГ показали, що зі збільшенням теплопровідності інструментального матеріалу звужується зона структурних змін, що відбуваються в поверхневому шарі оброблюваного матеріалу, особливо при точінні різцями з гексаніту-Р, що призводить до зростання опору втомі.

Список посилань

1. Кагаев В.П. Прочность и износостойкость деталей машин./ В.П. Кагаев, Ю.Н. Дроздов. – М: Высшая школа, 1991. – 320 с.

2. Вплив попередньої підготовки порошоків BNв до спікання на основні характеристики процесу обробки сталі ШХ15 в режимі безперервного різання / Волкогон В.М., Котляр Д.А., Аврамчук С.К., Кравчук А.В., Антонюк В.С. // Високі технології в машинобудуванні: Зб. наукових праць. – Харків НТУ «ХПІ». –2010. – Вип. 1. – С. 35–44.

УДК 621.9

А.А.Пермяков, докт.техн.наук, профессор
 Национальный технический университет «ХПИ», perm_a@i.ua
 И.Д.Абдулкеримов, ассистент
 Крымский инженерно-педагогический университет. ilimdar23@mail.ru

О ГЕРМЕТИЧНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ДЕТАЛЯХ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С ГАЗО-УСАДОЧНОЙ ПОРИСТОСТЬЮ

Литье под давлением, как малоотходный и высокопроизводительный процесс получения точных отливок сложной конфигурации, широко применяется в машиностроении. Однако способ имеет недостаток при литье алюминиевых сплавов типа АК12М2 из-за повышенной газоусадочной пористости материала, и как следствие – низкая плотность и герметичность отливок для изделий, работающих под давлением. Необходимо в процессе формирования резьбы или предварительно перед ним «закрыть» эти поры и изолировать их друг от друга. Разработка технологии с применением деформирующего инструмента позволит получить плотный безпористый поверхностный слой и обеспечить герметичность резьбовых соединений в изделиях пневмоаппаратуры, работающих под давлением до 1МПа.

На основе исследования процесса поверхностно-пластического деформирования разработана расчетная модель, позволяющая определить геометрические параметры деформирующего инструмента (рис. 1) и режимы его работы для глухих отверстий в отливках из алюминиевого сплава АК12М2. Проверка герметичности исследуемых деталей проводилась на заводе ЧАО «Пневматика» (г. Симферополь).

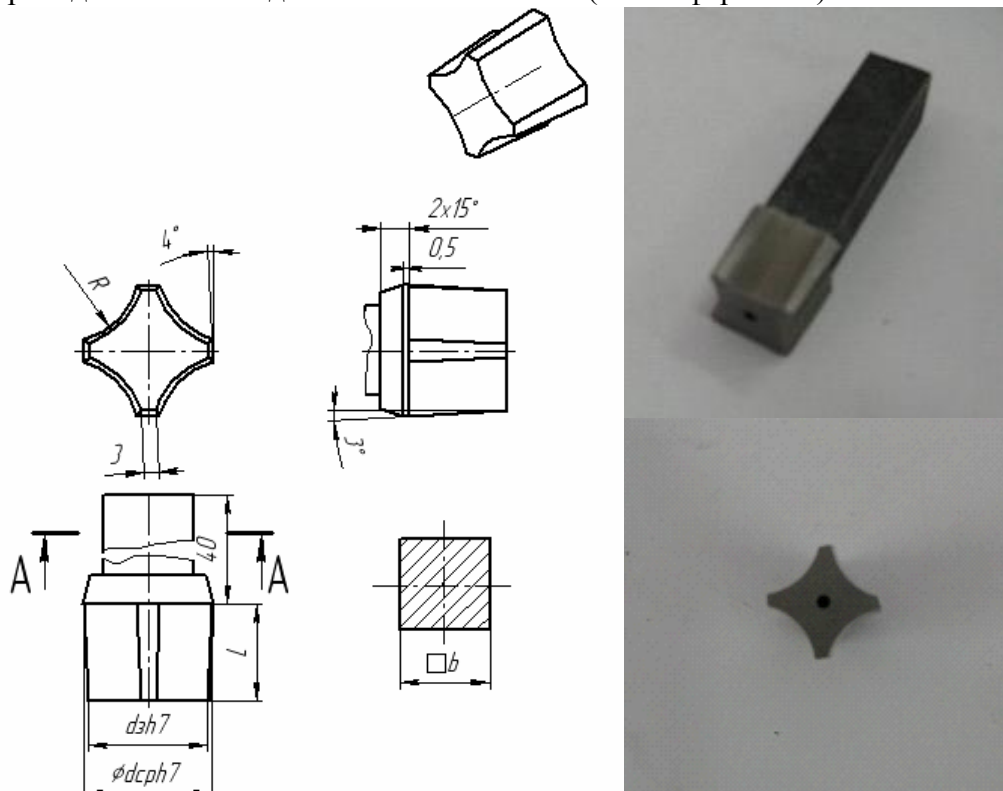


Рис. 1 - Деформирующий инструмент для глухих отверстий

Список литературы

1. Меньшаков В.М. Бесстружечные метчики. / В.М. Меньшаков, Г.П. Урлапов, В.С. Серeda, – М., «Машиностроение», 1976. – 167 с.

УДК 621.338.27:537.221

І.В. Яценко, канд. техн. наук, доцент,
В.А. Ващенко, докт. техн. наук, професор,
В.В. Цибулін,
Черкаський державний технологічний університет,
В.С. Антонюк, докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет України «КПІ», vp@kpi.ua

КРИТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗОВНІШНІХ ТЕРМОДІЙ ПРИ ПОВЕРХНЕВОМУ ОПЛАВЛЕННІ ОПТИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Вступ. Елементами приладів з оптичних стекол та кераміки широко використовуються у різних приладах та системах. При цьому оптичні прилади, як й багато інших, піддаються різним зовнішнім термодіям, в результаті чого відбувається погіршення параметрів якості поверхневих шарів елементів, аж до їх руйнування, що веде до відмови приладів.

Для попередження вказаних випадків необхідно на стадії проектування та виготовлення оптичних приладів вміти розраховувати критичні значення параметрів зовнішніх термодій, перевищення яких призводить до різкого погіршення техніко-експлуатаційних характеристик приладів.

Одним з важливих параметрів якості поверхневих шарів оптичних елементів є товщина оплавленого шару. При цьому збільшення товщини оплавленого шару вище граничних значень призводить до глибокого оплавлення поверхневих шарів оптичних елементів, порушення їх геометричної форми та розмірів [1].

Метою роботи є вивчення закономірностей процесу глибокого оплавлення елементів з оптичних стекол та розробка методів визначення критичних значень параметрів зовнішніх термодій.

Обговорення результатів. Як елементи досліджень розглядали використовувані у точному приладобудуванні підкладки для оптичних інтегральних схем, світлорозсіювальні екрани, плоскопаралельні пластини різної товщини з оптичних стекол (К8, К108, К208, БК10, ТФ110 тощо).

Оптичні елементи при експлуатації, зберіганні та транспортуванні приладів на їх основі можуть піддаватися інтенсивним зовнішнім термодіям, наприклад при інтенсивному нагріві поверхні виробів надзвуковим повітряним потоком в умовах їх пострілу та польоту (діапазон зміни зовнішнього теплового потоку: $q_w^{\text{С}} = 1,5 \cdot 10^5 \dots 2,3 \cdot 10^6$ Вт/м²).

При зовнішніх теплових діях на поверхню пластини поступає рівномірно розподілений тепловий потік q_n та встановлюються температура T_n , при якій, починається процес поверхневого оплавлення пластини та починає формуватися оплавлений шар товщиною $\zeta(t)$.

При цьому вказана температура визначається з умови: $T^* = 0,9 \dots 0,95 T_n$, де T^* – температура текучості оптичного матеріалу, яка визначається з експериментально визначеної динамічної в'язкості розплаву оптичного матеріалу – $\eta^{\text{С}}$.

Розв'язання вихідної задачі виконували у два етапи:

на 1-му етапі сформулювали математичну модель процесу поверхневого нагрівання пластини до температури T_n без її оплавлення;

на 2-му етапі – математичну модель глибокого оплавлення пластини та утворення розплавленого шару при температурі її поверхні, що дорівнює T_n .

Математична модель процесу нагрівання оптичного елемента.

Сумарний тепловий потік передбачається рівномірно розподіленим на поверхні елемента. Передбачається, що $\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial y} \approx 0$ (одномірність розповсюдження тепла в глибину елемента) та $\delta = 2 \cdot \sqrt{\epsilon_0^2 \cdot \tau} \ll H$; $\delta > B, L$ (δ – глибина проникнення теплової хвилі у оптичний матеріал, м; $a_0^2 = \frac{\lambda_0}{C_{v0}}$ – коефіцієнт температуропровідності матеріалу, м²/с; τ – час теплової дії, с; (теплові впливи є поверхневими, а теплообмін на нижньому боці елемента не враховується).

Математична модель процесу глибокого оплавлення оптичного елемента.

Вважається, що $\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial y} = 0$ (одномірність розповсюдження тепла углиб елемента),

оскільки глибина зони термодії $\delta \ll H$ и $\delta > B, L$.

Враховуючи, що теплообмін на нижній стороні пластини не впливає на температурне поле в елементі, та, нехтуючи тепловтратами за рахунок конвекції та випромінювання, рівняння математичної моделі розглядуваної задачі являють собою нелінійне рівняння теплопровідності з граничними умовами IV роду.

В результаті проведених розрахунків встановлено, що незалежно від марки скла температура поверхні оптичного елемента зростає та прямує до насичення та наближається до $T_n^{\text{с}} (i = \overline{1,5})$, при якій утворюється рідка фаза та починає формуватися розплавлений шар.

Проведено розрахунки товщини оплавленого шару та швидкостей руху поверхні розділу фаз в залежності від параметрів зовнішніх термодій. В результаті розрахунків встановлено, що оплавлений шар на поверхні оптичного елемента формується протягом декількох секунд та далі істотно збільшується з зростанням часу зовнішньої термодії. При цьому швидкість оплавлення поверхні елемента зі збільшенням часу впливу спочатку різко зменшується (при збільшенні t від 2 с до 8 с значення V_{nl} зменшуються у 3...4 рази), а потім цей процес суттєво сповільнюється (при збільшенні t від 8 с до 14 с значення V_{nl} зменшуються вже у 1,5...2 рази).

Таким чином, при зовнішній тепловій дії на оптичні елементи (нестационарний режим) на його поверхні за короткий час ($t = 2...14$ с) утворюється розплавлений шар великої товщини (до 500...3000 мкм). При цьому критичними є наступні діапазони зміни часів зовнішньої теплової дії: $t > 2...6$ с при зовнішніх теплових потоках $q_n = 1,5 \cdot 10^5 \dots 2,3 \cdot 10^6$ Вт/м², оскільки в цьому випадку на поверхні оптичного елемента утворюється розплавлений шар товщиною, що переважає його стандартні значення (порядку 100...200 мкм). Перевищення цих значень, призводить до порушення площинності поверхні елементів, утворення наплівів тощо і, у кінцевому підсумку, до порушення їх геометричної форми та виходу з ладу оптичних приладів.

Висновки. Встановлено існування критичних значень основних параметрів зовнішніх термодій на поверхню оптичних елементів, перевищення яких призводить до глибокого оплавлення елементів, порушення площинності та геометричної форми, а також виходу з ладу оптичних приладів на їх основі.

Список посилань

1. Ващенко В. А. Основи електронної обробки виробів з оптичних матеріалів / В.А. Ващенко, І.В. Яценко, Ю.Г Лега, О.В. Кириченко. –К.:Наукова думка, 2011. – 562 с.

УДК 621.9-114

В.О. Іванов¹, к.т.н., доцент,
В.Є. Карпусь², д.т.н., професор,
І.М. Дегтярьов¹, аспірант,
Я.В. Багрій¹, аспірант

¹Сумський державний університет, м. Суми, ivanov@tmvi.sumdu.edu.ua

²Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛЕЙ У МАШИНОБУДУВАННІ

У сучасному машинобудуванні основним викликом є протиріччя між необхідністю зменшення витрат часу та ускладненням конструкції виробів. За останні 15 років номенклатура виробів збільшилася більше ніж у 2 рази, їх складність постійно підвищується, зростають вимоги до точності та якості виробів [1, 2]. Сьогодні ринок потребує більше різновидів продукції, а отже обладнання та процеси повинні бути більш гнучкими, щоб забезпечити потреби ринку та скоротити витрати часу виходу продукції на ринок. Це обумовлює розробляти та впроваджувати принципово нові конструкторсько-технологічні рішення для реалізації процесів, які мають бути спрямовані на інтенсифікацію та автоматизацію виробництва. Інтегровані CAD/CAE/CAPP/CAM технології забезпечують вирішення задач проектування, аналізу та оптимізації, розроблення технології виготовлення виробів, автоматизацію процесу виробництва та контролю. Це дозволяє підвищувати продуктивність і якість розроблених конструкторсько-технологічних рішень.

Одним із перспективних напрямків інтенсифікації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва є розроблення та впровадження САFD-технологій (абрев. від Computer-Aided Fixture Design), які дозволяють у автоматизованому режимі проектувати верстатні пристрої (ВП), оцінювати їх ефективність та розробляти необхідну конструкторсько-технологічну документацію. У вітчизняній термінології такі системи прийнято називати САПР ВП (абрев. від система автоматизованого проектування верстатних пристроїв). Дані системи можна інтегрувати з CAD/CAE/CAPP/CAM системами, а отже, виконувати повний цикл проектування, аналізу та виготовлення ВП. Важливою умовою ефективного функціонування будь-якої САПР ВП є база даних, яка забезпечує інформаційну підтримку процесу проектування ВП, накопичення та зберігання нормативно-довідкової, конструкторсько-технологічної та методичної інформації. Розроблена база даних (рис. 1) являє собою сукупність окремих бібліотек, у яких інформація систематизована за призначенням, а керування даними реалізовано за допомогою системи керування базою даних MySQL. Для забезпечення візуалізації результатів проектування програмне забезпечення САПР ВП інтегровано з пакетом тривимірного твердотільного проектування Autodesk Inventor, що дозволяє працювати з 3D-моделями функціональних елементів ВП, які містяться у відповідних бібліотеках [3].



Рис. 1 – База даних системи автоматизованого проектування верстатних пристроїв

Іншим аспектом інтенсифікації виробництва у машинобудуванні є важливість випуску конкурентоспроможної продукції. Це зумовлює прагнення до швидкого переналагодження виробничої системи на обробку іншої партії деталей. Одним із шляхів інтенсифікації є впровадження гнучких ВП [4], здатних швидко переналагоджуватися при зміні виробничих умов, забезпечуючи скорочення витрат допоміжного та підготовчо-заклучного часу, що в умовах жорсткої конкуренції на ринку, багатомноменклатурності деталей машинобудування та технологічних можливостей сучасного металорізального обладнання є актуальною задачею на сьогодні.

Останні досягнення верстатобудівної галузі свідчать про розширення технологічних можливостей, підвищення жорсткості та енергоефективності металорізальних верстатів. У сукупності з прогресивним різальним інструментом це позитивно впливає на ефективність процесу механічної обробки. Розроблені нові компоновання ВП із високим ступенем гнучкості, які забезпечують механічну обробку деталей будь-якої конфігурації на свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах із ЧПК, у тому числі 5-ти координатну обробку. Це сприяє підвищенню точності розмірів і форми, якості поверхонь, значному скороченню витрат часу та концентрації технологічних переходів. Розроблені установлювально-затискні модулі, які входять до комплекту універсально-збірних переналагоджуваних пристроїв [5] розширюють діапазон оброблюваних заготовок і забезпечують максимальну інструментальну доступність. Розроблені конструкторські рішення для установлення корпусних та плоских деталей, деталей типу тіл обертання та деталей складної форми на свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах показали високу ефективність в умовах сучасного машинобудування [6–8].

Список посилань

1. The Future of Manufacturing: Bringing the real and virtual world together [Електронний ресурс] // Siemens AG. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://w3.siemens.com/topics/global/en/industry/future-of-manufacturing/Documents/feature-infografik/all/en/index.html?stc=wwcg102138#/conclusions/469>.
2. Bi Z. M. Development of reconfigurable machines / Z. M. Bi, Sherman Y. T. Lang, M. Verner, P. Orban // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2008. – Vol. 39, Issue 11–12. – P. 1227–1251.
3. Иванов В. А. Автоматизированное проектирование станочных приспособлений / В. А. Иванов, Я. В. Багрий. // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2014. – №2. – С. 129–133.
4. Інтенсифікація процесів механічної обробки: монографія / В. Є. Карпусь, В. О. Іванов, О. В. Котляр та ін.; за ред. В. Є. Карпуся. – Суми: Сумський державний університет, 2012. – 436 с.
5. Karpus' V. E. Universal-composite adjustable machine-tool attachments / V. E. Karpus', V. A. Ivanov // Russian Engineering Research, 2008. – Vol. 28, No. 11. – P. 1077–1083.
6. Karpus V. E. Locating Accuracy of Shafts in V-blocks / V. E. Karpus, V. A. Ivanov // Russian Engineering Research, 2012. – Vol. 32, No. 2. – P. 144 – 150.
7. Карпусь В. Є. Швидкопереналагоджувані базуючі модулі для установлення корпусних деталей / В. Є. Карпусь, В. О. Іванов, Д. О. Міненко, І. М. Дегтярьов // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – № 2. – С. 91–94.
8. Чисельне моделювання верстатних пристроїв для механічної обробки деталей типу важелів / В. О. Іванов, В. Є. Карпусь, І. М. Дегтярьов, І. В. Павленко, В. Р. Богдан // Вісник НТУ «ХП». Серія: Технології в машинобудуванні. – Х.: НТУ «ХП», 2015. – № 4 (1113). – С. 110–115.

СЕКЦІЯ 2
«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОБЛАДНАННЯ, ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ
ДЕРЕВООБРОБКИ ТА МЕБЛЕВОГО ВИРОБНИЦТВА»

УДК 674.047

Білей П.В. докт. техн. наук, професор,
Рокуль Р.О., аспірант,
Білей П.П., аспірант

Національний лісотехнічний університет України, p.biley@ukr.net

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПРОФІЛЬНИХ
ЗАГОТОВОК ІЗ ДЕРЕВИНИ

В деревообробній та інших галузях промисловості часто проходиться висувувати різні профільні заготовки із деревини. Це можуть бути декоративні елементи меблів та столярних виробів, прикладів рушниць та елементи дерев'яних музичних інструментів і дрова, які використовуються в камінах та йдуть на експорт. Проблема сушіння таких заготовок полягає в їх укладці в штабеля або контейнери, яка повинна забезпечити вільний доступ сушильного агента до матеріалу та в розробленні спеціальних режимів і технології.

Основними кінетичними характеристиками конвективного процесу сушіння деревини є швидкість сушіння ($dW/d\tau$) залежно від тривалості процесу або вмісту вологи в деревині, коефіцієнти: сушіння (K), вологопровідності (a') та вологовіддачі (β_c) поверхні матеріалу. Для визначення цих характеристик потрібно провести дослідні процеси сушіння. При цьому, потрібно вимірювати вологість поверхневих ($W_{пов}$) і центральних ($W_{ц}$) шарів матеріалу та середнє значення (\bar{W}) контрольної партії заготовок, фіксувати температуру середовища ($t_c, ^\circ C$) та рівноважну вологість деревини ($W_p, \%$). Визначаються кінетичні характеристики процесу сушіння за формулами:

$$a' = \frac{dW}{d\tau} R / \frac{dW}{dx}, \frac{см^2}{с} \quad (1)$$

$$\beta_c = \frac{dW}{d\tau} R / (W_{пов} - W_p), \frac{см}{с} \quad (2)$$

$$K = \frac{\ln(\bar{W}_1 - W_p) - \ln(\bar{W}_2 - W_p)}{\tau_2 - \tau_1}, \frac{1}{с} \quad (3)$$

де тут і далі, $dW/d\tau$ – швидкість сушіння, %/с;

dW/dx – перепад вологості по товщині матеріалу, %/см;

R – половина товщини матеріалу, см;

W_1 – середня вологість деревини в момент часу сушіння – τ_1 ;

W_2 – середня вологість деревини в момент часу сушіння – τ_2 .

За отриманими кінетичними характеристиками можна знайти відповідні масообмінні критерії Нуссельта :

$$Nu = \frac{\beta_c \cdot R}{a'} \quad (4)$$

та Фур'є:

$$F'o = \frac{a'\tau}{R^2} \quad (5)$$

Перевірку безпечності обраних режимів сушіння можна здійснити за масообмінним критерієм Кірпічова (Ki_m) та градієнтом сушіння – TG, де $TG = \overline{W} / W_p$. Критерій Кірпічова визначають за такою формулою:

$$Ki_m = \frac{dW}{d\tau} R^2 / a'W_{max}, \quad (6)$$

де W_{max} – максимальна вологість деревини, приймають, що $W_{max} = W_{ц}$.

Список посилань

1. Білей П.В. Теоретичні основи теплової обробки і сушіння деревини / П.В. Білей. – Коломия: Вік, 2005. – 364с.
2. Лыков А.В. Тепломассообмен: справочник, 2-е изд. перераб. и доп. / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1978. – 487 с.
3. Білей П.В. Тепломасообмінні процеси деревообробки: підручник / [П. В. Білей, І. В. Петришак, І. А. Соколовський, Л. Я. Сорока; ред.: П. В. Білей]. – Л.: ЗУКЦ, 2013. – 375 с.

УДК 621.9

Д.Ю. Федориненко, докт. техн. наук, професор
С.А. Вирва, магістрант

Чернігівський національний технологічний університет, fdy1974@gmail.com

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МЕТАЛО- ТА ДЕРЕВООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ

Енергоефективність – це ефективне використання енергетичних ресурсів або використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення технологічних процесів на виробництві. Особливістю цієї галузі знань є використання наукових підходів технічних наук, економіки, юриспруденції і соціології. На відміну від енергозбереження, яке головним чином спрямоване на зменшення енергоспоживання, енергоефективність розуміється як корисне (ефективне) витрачання енергії [1].

Зниження енергоспоживання і втрат енергії є одними із пріоритетів енергетичної політики Європейського Союзу [2] та України [3]. Попит на електроенергію в наш час є найбільш швидкозростаючим. За прогнозами Європейського Союзу через 20-30 років наявність енергетичних ресурсів буде критично мала і не буде задовольняти потребам промисловості, що постійно розвивається, та потребам людства у цілому.

В умовах сучасного виробництва проблемі енергоефективності необхідно приділяти значну увагу, не забуваючи про забезпечення високої точності та надійності вузлів верстатів. Це особливо важливо в умовах постійного зростання цін на енергоносії та жорстку конкуренцію на ринку.

У результаті аналізу та систематизації накопиченого світового досвіду з підвищення ефективності енерговикористання обробних верстатів запропоновані найбільш перспективні шляхи підвищення енергоефективності, які представлені на рисунку 1.

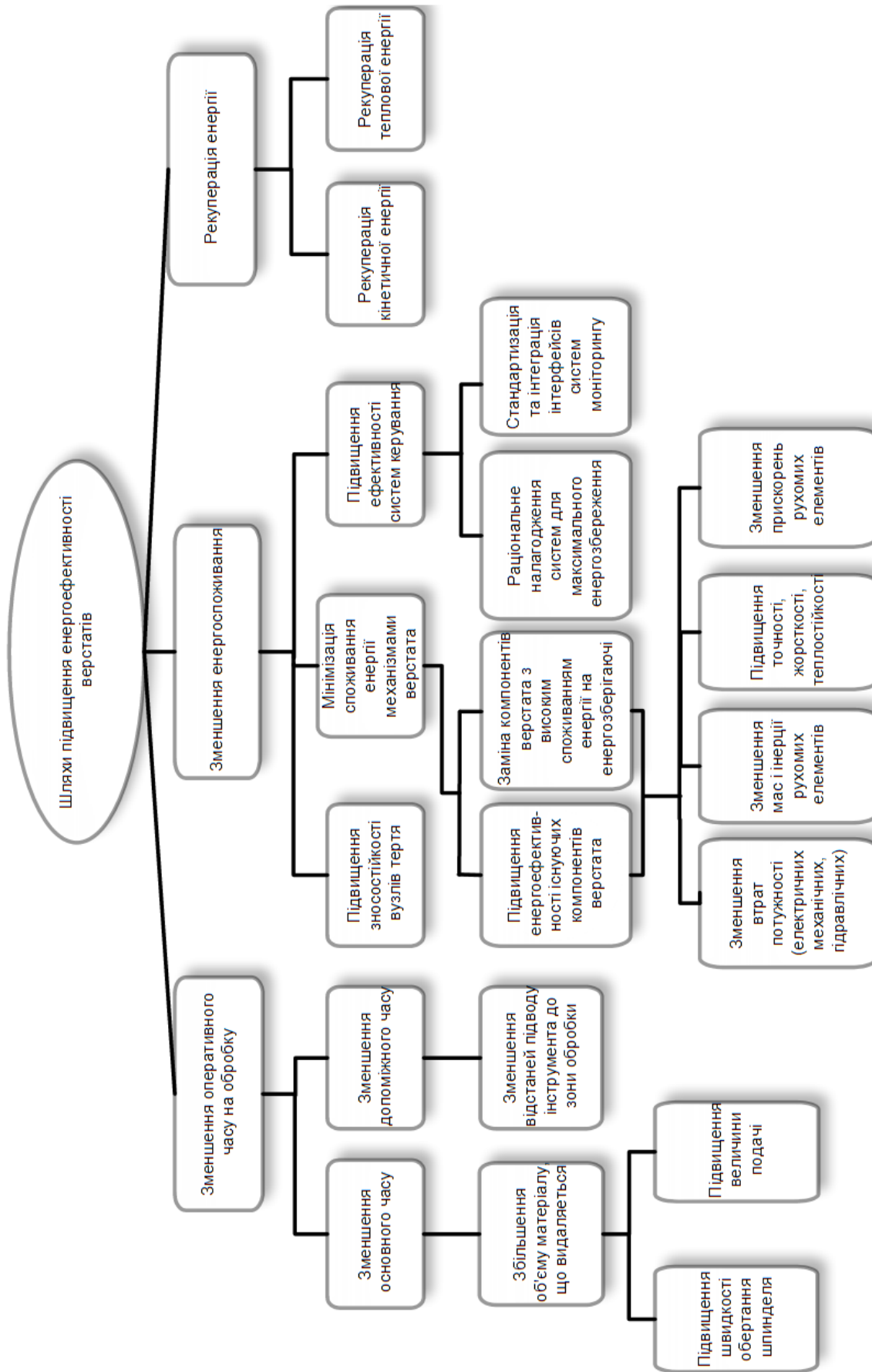


Рисунок 1 – Шляхи підвищення енергоефективності обробних верстатів

Аналіз робочих процесів у обробних верстатах, проведений авторами джерела [6], показує, що споживана потужність приводами подачі і шпindelним вузлом становить лише від 25 до 30% від загального обсягу витраченої енергії. З іншого боку, допоміжні компоненти в машині або її оточення відіграють домінуючу роль в енергетичному балансі.

Насамперед, підвищення енергоефективності обробних верстатів можливо досягти завдяки:

- зменшенню оперативного часу на обробку;
- зменшенню енергоспоживання механізмами та системами верстатів;
- рекуперації енергії.

Одним з головних ефектів високошвидкісної обробки є зменшення оперативного часу на обробку заготовок. Цього ефекту можливо досягти за умови підвищенню швидкості обертання шпинделя та підвищенню величини подачі, завдяки чому збільшується об'єм матеріалу, що видаляється, за певний проміжок часу, як зазначено в джерелах [4, 5].

Зменшення енергоспоживання на даному етапі розвитку техніки можливо за рахунок підвищення зносостійкості вузлів тертя, адже нові або малозношені вузли споживають менше енергії.

Вочевидь, найбільш раціональним шляхом зменшення споживання електроенергії є зменшення втрат потужності у системах верстатів, зменшення мас, інерції, прискорень рухомих елементів при одночасному забезпеченні високих показників точності, жорсткості та теплостійкості.

Значну роль для економії ресурсів відіграє підвищення ефективності систем керування, використання постійного моніторингу енергоспоживання.

Перспективним напрямком підвищення енергоефективності промислового обладнання є рекуперація енергії. Так, у промисловому виробництві України витрати на сировину та енергоносії сягають до 80% від собівартості виготовлення виробів. Стосовно метало- та деревообробних верстатів найбільш ефективним способом повторного використання енергії є рекуперація кінетичної енергії при гальмуванні високошвидкісних шпинделів верстатів, використання гідравлічних акумуляторів для часткового живлення виконавчих механізмів гідроприводів..

Список посилань

1. Енергоефективність [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/>
2. Directive of the European Parliament on Energy using Products [Directive 2005/32/EC].
3. Постанова КМУ від 01.03.2010 р. № 243 «Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки»
4. Gutowski, T. Electrical Energy Requirements for Manufacturing Processes / T. Gutowski, J. Dahmus, A. Thiriez // 13th CIRP International Conference of Life Cycle Engineering, Lueven, May 31st – June 2nd, 2006 – pp. 1–5.
5. Підвищення енергоефективності в Україні: зменшення регулювання та стимулювання енергозбереження [Електронний ресурс] / Ф. Майсснер, Д. Науменко, Й. Радеке. Режим доступу: http://www.ier.com.ua/ua/publications/consultancy_work/archive_2012/?pid=3348.
6. Aspects of Energy Efficiency in Machine Tools [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.heidenhain.us/enews/stories_1011/MTmain.php

УДК 620.17/ 62-03

О.П. Космач, канд. техн. наук, ст. викладач

В.В. Божко, студент

Чернігівський національний технологічний університет. alexkos86@gmail.com

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ГНУТТЯ ДЕРЕВИНИ

Створення складних криволінійних елементів з деревини можливе двома способами – випилюванням або гнуттям. Випилювання призводить до перерізання волокон матеріалу в наслідок чого суттєво втрачається питома міцність. В зв'язку з цим гнуття має суттєві переваги при виготовленні виробів з деревини. Гнуті дерев'яні елементи застосовуються досить широко починаючи з стародавніх часів і до сьогодення. Найпоширеніша сфера використання такого виду обробки деревини є меблі, стільці, крісла, дивани, бочки, кошики (плетіння з лози) тощо.

Найкращих пластичних властивостей деревина набуває при вологості в межах 25...30 % і при температурі серцевини заготовки під час гнуття в межах 100 °С. Таку обробку деревини роблять за допомогою пропарювання в котлах за допомогою насиченої пари під низьким тиском 0,2 - 0,5 атм. Розрізняють гаряче та холодне гнуття деревини. Гаряче гнуття – основане на властивості деревини збільшувати пластичність при нагріванні в межах 120 °С, якщо вологість деревини при цьому близька до межі гігроскопічності. Холодне гнуття деревини – поширений спосіб отримання багат шарових гнуто-клеєних деталей що враховує природню гнучкість матеріалу.

Для обох видів гнуття використовують наступні найпоширеніші породи дерев як: сосна, ялиця, модрина, дуб, бук, ясен. Слід відмітити, що при холодному гнутті тривалість витримання зразка деревини залежить від його породи. Так, наприклад, для сосни та ялиці 10...45 хвилин, модрини, дубу, буку, ясеня 30...75 хвилин.

Сосна – найбільш розповсюджене дерево хвойної породи, яка має високу густину. Колір її деревини може бути бурим, червоним, жовтуватим або майже білим з майже непомітними розводами червоності. При цьому найвищу якість матеріалу отримують з дерев, які ростуть на височині, сухих пагорбах, пісковицях. Річні шари у них розташовані близько один до одного, а деревина має щільну структуру. У сухому вигляді сосна – легка і податлива для столярних робіт.

Ялиця – найлегша і найм'якша з хвойних порід. Деревина не має смоляних ходів, що дозволяє використовувати її для виготовлення харчової тари. З ялиці отримують резонансний кряж для виготовлення музичних інструментів. Деревина відрізняється красивою текстурою і використовується у вигляді шпону для меблів.

Модрина займає особливе місце серед хвойних порід, що володіє високою твердістю. Колір її деревини має червонувато-коричневий, іноді бурий відтінок і відрізняється високою міцністю (міцніше за дуб) і вологостійкістю. Суха деревина модрини має добру оброблюваність різанням при низькій схильності до викривлення.

Дуб – відрізняється високою міцністю, твердістю, стійкістю проти гниття, високою здатністю до гнуття, має гарну текстуру та колір, а також добре оброблюється різанням.

Ясен – деревиною схожий на дуб, але не має яскраво виражених серцевинних променів. При знебарвленні набуває відтінку сивини. Добре гнеться після пропарювання. При висушуванні ясен має низьку схильність до розтріскування. Має важку оброблюваність різанням через високу в'язкість і міцність.

Бук – має міцну і тверду деревину, яка по міцності не поступається дубу. Бук не має вираженої текстури, проте тангенціальні і радіальні розрізи мають декоративні якості, які використовуються при облицюванні меблів струганим шпоном.

УДК 674.047

О.О. Пінчевська, док. техн. наук, професор
В.С. Коваль, канд. техн. наук, доцент
В.В. Борячинський, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.Київ,
opinchewska@gmail.com; WSkowal42@rambler.ru; boryachinskiy@yandex.ua

СУШІННЯ ДУБОВИХ ЗАГОТОВОК ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИМ ОСЦИЛЮЮЧИМ РЕЖИМОМ

З метою зменшення тривалості процесу сушіння доцільно використовувати високотемпературні режими, обумовлені інтенсивним випаровуванням вологи з деревини. У разі тривалого впливу високих температур спостерігається зниження міцності матеріалу. Для запобігання цьому раціональним є застосування переривчастих (осцилюючих, імпульсних) режимів [1], в яких відбувається почерговий вплив нагрівання й охолодження на деревину. Це зумовлює зменшення тривалості сушіння і зниження енерговитрат, оскільки енергія витрачається лише на нагрівання. В період охолодження температура в середині матеріалу виявляється вищою, що сприяє виникненню, крім градієнта вологості, позитивного градієнта температури. Це прискорює переміщення вологи з внутрішніх шарів у зовнішні менш нагріті і, відповідно, скорочує процес сушіння [2].

Дослідження можливості застосування інтенсифікуючих режимів сушіння деревини проводили в лабораторних умовах з використанням термостата 2В - 151. Дубові заготовки розміром 29 × 85 × 180 мм з початковою вологістю 60 % висушували до кінцевої вологості 8 %. Перед початком сушіння торці заготовок покривали фарбою для запобігання швидкого випаровування вологи і розтріскування. Налаштування температурних меж – температури нагрівання і охолодження деревини – здійснювались за допомогою терморегулятора РТ-10/П1. Ступінь насичення середовища в камері відповідала параметрам режиму початкової стадії сушіння дуба за ГОСТ 19773- 84 [3].

Температуру в центрі і на поверхні кожної заготовки вимірювали за допомогою термопар. Поточну і кінцеву вологість зразків визначали вологоміром і ваговим методом. Фіксували і підтримували ступінь насичення в камері тільки під час нагрівання, подаючи пару. Стадія нагрівання проходила при температурі $t_{\text{нагр}} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до досягнення температури в центрі заготовок $t_{\text{ц}} = 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Після цього починався процес охолодження до зниження температури в центрі деревини $t_{\text{охол}} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Кількість проведених циклів «нагрівання - охолодження» становила – 25. Термін сушіння при осцилюючому режимі тривав 101 годину.

Порівнюючи розрахункову тривалість при високотемпературному режимі сушіння, що становить 152 години, з експериментальним, очевидним є зменшення процесу, а, отже, зменшення енерговитрат. Даний режим сушіння можна вважати ефективним для деревини дуба, оскільки не було виявлено дефектів сушіння.

Список посилань

1. Косарин А.А. Технология импульсной сушки пиломатериалов: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.21.05 «Древесиноведение, технология и оборудование деревообработки» / А.А. Косарин. – М., 2012. – 22 с.
2. Мингазов М.Г. Осциллирующие режимы сушки пиломатериалов/ М. Г. Мингазов, Н. В. Качалин. – М. : ВНИПИЭИлеспром, 1976. – 49 с.
3. Пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Режимы сушки в камерах периодического действия: ГОСТ 19773-84. – [Чинний від 1985-01-01]. – М.: Держстандарт СРСР, 1984. – 13 с. – (Міждержавний стандарт).

УДК 674.047

О.О. Пінчевська, докт. техн. наук, професор
А.К. Спірочкін, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.Київ,
opinchewska@gmail.com; a.spirochkin@gmail.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ УТОЧНЕНОГО МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ ТРИВАЛОСТІ СУШІННЯ ПИЛОПРОДУКЦІЇ

Сьогодні деревина знаходить все ширше використання в якості конструкційного матеріалу, що вимагає підвищених показників міцності виробів з неї. Відомо, що сушіння низькотемпературними режимами за будь-якої тривалості обробки не знижує експлуатаційної міцності деревних виробів, що зумовило впровадження технології сушіння з використанням водяних калориферів. Проте, під час проектування та планування роботи сушильних цехів досі використовують технологічні розрахунки які розроблені для парових камер і не враховують ймовірнісний характер властивостей деревини та агента сушіння, що призводить до значної похибки.

Найбільш доцільним для використання в виробничих умовах є табличний метод розрахунку тривалості сушіння [1]. Результати дослідження низькотемпературного сушіння пилопродукції в сучасних камерах показали, що розрахункові значення тривалості, отримані за допомогою традиційного методу, в порівнянні з експериментальними дають похибку на рівні 40 % – 50 %. Це пов'язано з тим, що процес сушіння не є детермінованим із середніми початковими та граничними умовами, як передбачає традиційний табличний метод розрахунку тривалості.

За результатами дослідження кінетики низькотемпературного сушіння пилопродукції [2], запропоновано ввести коефіцієнт нерівномірності розподілення $A_{n,p}$ в формулу для розрахунку тривалості традиційним табличним методом. Його значення, виходячи з проведених досліджень, є змінним і залежить від дисперсії початкової вологості та коефіцієнта варіації швидкості циркуляції агента сушіння в штабелі. Значення коефіцієнта нерівномірності наведено в таблиці 1. Крім того, визначено необхідність збільшення коефіцієнта, що характеризує категорію режиму сушіння, в зв'язку зі зниженням температурного рівня сучасних режимів: $A_p = 2,5$.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнта нерівномірності розподілення $A_{n,p}$

| Дисперсія початкової вологості $d_{w_n}, \% ^2$ | Коефіцієнт варіації швидкості циркуляції повітря в штабелі $V_v, \%$ | | | | |
|---|--|---------|---------|---------|-----------|
| | ≤ 5 | 26...35 | 36...50 | 51...70 | ≥ 71 |
| ≤ 30 | 1 | 1,07 | 1,105 | 1,2 | 1,3 |
| ≥ 31 | 1,2 | 1,29 | 1,425 | 1,52 | 1,6 |

Результати досліджень кінетики сушіння в низькотемпературних камерах для пиломатеріалів з дуба, вільхи та сосни товщиною 30 мм, 40 мм та 50 мм показали, що розрахунок тривалості сушіння пиломатеріалів табличним методом із запропонованими уточненнями дає кращі результати ніж традиційний, знижуючи середню похибку до 13 – 20 %.

Для підтвердження ефективності застосування методу визначення тривалості сушіння пилопродукції з запропонованими уточненнями проведено технологічний розрахунок роботи сушильного цеху вітчизняного підприємства ТОВ «Юро-Ламбер». Розрахунок

проведено для сушіння заготовок з деревини дуба товщиною 30 мм, шириною 84 мм та довжиною 1200 – 1500 мм м'якими режимами за другою категорією якості від початкової вологості $W_n = 45\%$ до кінцевої $W_k = 8\%$. Дисперсія початкової вологості в партії пиломатеріалів $dW_n > 30\%$. Результати розрахунку наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Порівняння продуктивності сушильної камери для різних методів розрахунку тривалості сушіння

| | |
|--|------|
| Тривалість сушіння, традиційний метод [1], t, діб | 16,8 |
| Тривалість сушіння, запропонований метод, t, діб | 31,9 |
| Кількість камерообігів, n (традиційне) | 19,6 |
| Кількість камерообігів, n (запропоноване) | 10,4 |
| Продуктивність, П (традиційне), м ³ /рік | 2550 |
| Продуктивність, П (запропоноване), м ³ /рік | 1355 |

Розрахунок продуктивності виконано для однієї камери, з врахуванням, що обсяг матеріалу, який завантажується в камеру становить $E = 130 \text{ м}^3$. На підприємстві встановлено 4 камери чеського виробництва фірми “Katres”.

З результатів розрахунків визначено, що у випадку використання традиційного методу розрахунку тривалості сушіння під час планування роботи підприємства, річна продуктивність камери буде в 1,9 рази вищою за продуктивність розраховану за умови використання запропонованого методу. Для виконання запланованого річного обсягу виготовлення продукції підприємству доведеться встановлювати додаткові камери, що потребує великих капіталовкладень. Інший спосіб досягти необхідного результату – інтенсифікація процесу за рахунок скорочення тривалості сушіння пилопродукції, що призведе до зниження рівня якості сушіння і обмежить сферу використання висушеної пилопродукції.

Аналіз розрахунків витрат на сушіння показав, що використання традиційного табличного методу розрахунку тривалості сушіння для планування роботи сушильного цеху з низькотемпературними камерами може призвести до виникнення річних збитків у розмірі 3124,5 тис. грн. для підприємства з продуктивністю сушильного цеху 5,4 тис м³/рік. Це підтверджує доцільність застосування табличного методу розрахунку тривалості сушіння із запропонованими уточненнями під час проектування та планування роботи сушильних цехів.

Встановлено, що оцінити збитки підприємства в грошовому еквіваленті у випадку зниження категорії якості висушеної продукції неможливо, оскільки наразі відсутня оцінка вартості сушіння залежно від категорії якості сушіння. Це є суттєвим недоліком, оскільки вартість сушіння в значній мірі залежить від категорії якості, якою регламентується сфера використання висушеної продукції. Отже, введення диференціації цін на висушену пилопродукцію залежно від рівня якості сушіння є необхідним для орієнтації споживачів у разі закупівлі матеріалу для виготовлення певних виробів.

Список посилань

1. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины : учебник для вузов / П. С. Серговский. – 3-е изд., перераб. – М. : «Лесная промышленность», 1975. – 400 с.
2. Пінчевська О. О. Прогнозування якості сушіння пиломатеріалів / О. О. Пінчевська – К. : ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2010. – 228 с.

УДК 674.023.05.002.54 (035)

З.С.Сірко, канд. техн. наук, доцент
Н.В. Марченко, канд. техн. наук, доцент
М.О. Білецький, асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, z.sirko@ukr.net

РЕСУРСООЩАДНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ НИЗЬКОТОВАРНОЇ ДЕРЕВИНИ НА КРУГЛОПИЛКОВИХ ВЕРСТАТАХ

Резервом деревинних ресурсів для отримання пиломатеріалів невисокої собівартості є низькотоварна деревина середніх діаметрів (14 см – 24 см), збільшення обсягів перероблення якої стало можливим завдяки поширенню технологій зрощення. Пиляння такої деревини, як правило, здійснюють на круглопилкових верстатах. Проте, низька ефективність технологій перероблення низькотоварної сировини на лісопиляльних підприємствах вимагає перегляду системи планування розкрою сировини і конструкції дереворізального інструменту, від яких залежить якість та корисний вихід пиломатеріалів [1].

Загальним недоліком відомих конструкцій круглих пилок з пластинами для винесення стружки є не повне винесення стружки із пропилу, що негативно впливає на рівноваженість пилок під час роботи і, таким чином, на якість оброблених поверхонь [2]. Це зумовило створення проектної моделі пилки з пластинами для винесення стружки (рисунок 1), яка дозволяє практично повністю виносити стружку із пропилу за рахунок зміщення пластини до периферії диску на величину, меншу від діаметра кола різання на 0,6...0,8 мм [3].

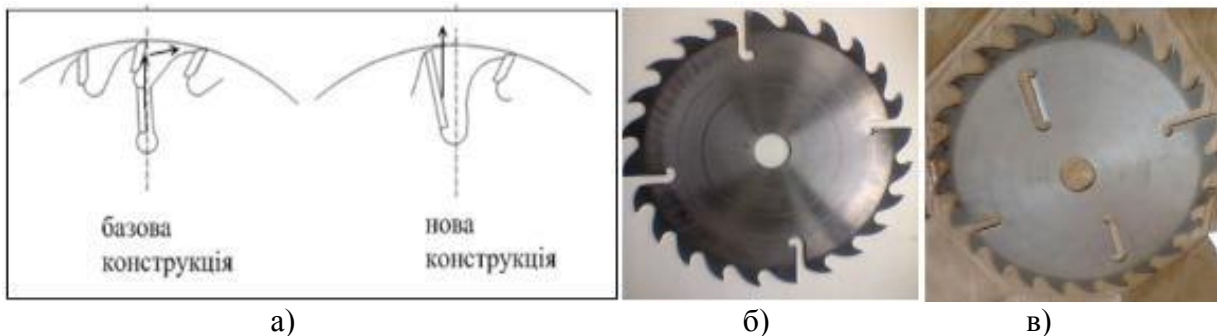


Рис. 1 – Схема розміщення пластин для винесення стружки у базовій та новій конструкціях пилок (а) та експериментальні моделі пилок для пиляння заготовок товщиною до 100 мм (б) і товщиною більше 100 мм (в)

З метою уточнення технологічних параметрів пиляння низькотоварної деревини пилами нової конструкції на круглопилкових верстатах було проведено серію експериментальних досліджень з визначення: впливу конструкції інструменту на шорсткість та споживану потужність; частот власних коливань пилок; корисного виходу обрізних пиломатеріалів за їх сортами якості. Для визначення потужності N і шорсткості поверхні пиломатеріалів $R_{m_{max}}$ було використано повнофакторний план (ПФП) 2^3 експерименту, реалізація якого дала змогу отримати рівняння регресії (1-4):

- за умови пиляння зразків на швидкостях подачі 2 м/хв і 5 м/хв:

$$R_{m_{max}} = 79,45 + 1,95x_1 + 2,51x_2 - 0,27x_3 - 0,13x_1x_2 + 0,54x_1x_3 + 0,9x_2x_3 + 1,46x_1x_2x_3 \quad (1)$$

$$N = 0,68 + 0,06x_1 - 0,01x_2 + 0,04x_3 + 0,03x_1x_2 - 0,01x_1x_3 - 0,03x_2x_3 + 0,03x_1x_2x_3 \quad (2)$$

- за умови пиляння зразків на швидкостях подачі 10 м/хв. і 20 м/хв.:

$$R_{m_{\max}} = 88,75 + 1,4x_1 + 1,37x_2 + 8,42x_3 \quad (3)$$

$$N = 0,71 - 0,09x_1 - 0,07x_2 - 0,08x_3 - 0,01x_1x_2 - 0,09x_1x_3 - 0,09x_2x_3 + 0,09x_1x_2x_3 \quad (4)$$

де x_1 – конструкція інструменту;

x_2 – швидкість подачі, м/хв.;

x_3 – товщина матеріалу, що пиляється, мм.

Під час проведення експериментальних досліджень з визначення величини корисного виходу обрізних пиломатеріалів заданої специфікації з лісосировини деревини сосни за умов пиляння пилами вдосконаленої конструкції у якості змінних факторів було прийнято діаметр колод, збіг колод, сорт колод та група сортоутворюючих вад. Визначено величину виходу обрізних пиломатеріалів заданої специфікації за їх сортами якості (рис. 2).

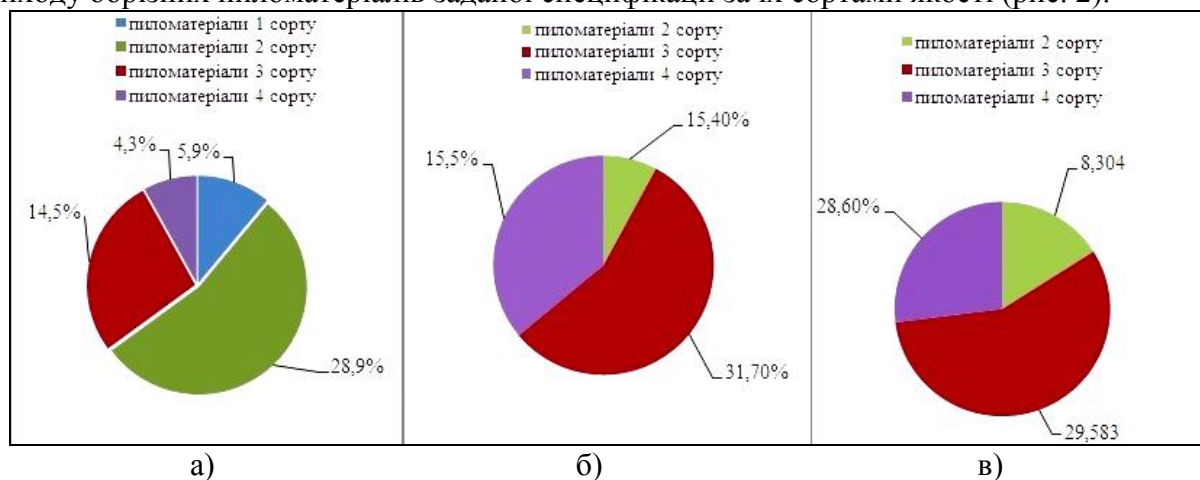


Рис. 2. – Розподіл отриманих пиломатеріалів з пиловника 2-го сорту а), з пиловника 3-го сорту б) та з колод технологічної сировини в) за сортами якості

У результаті проведених досліджень встановлено, що під час застосування пил запропонованої конструкції споживана потужність зменшується на 10,3%, шорсткість поверхні пропилу зменшується на 4%, корисний вихід обрізних пиломатеріалів з колод 2-го сорту становить 53,5 %, з колод 3-го сорту – 51,9%, з колод технологічної сировини – 43,1%. Експериментальним шляхом визначено частоту власних коливань пилки вдосконаленої конструкції, яка склала 1,18 кГц, що вказує на відсутність резонансних явищ під час процесу пиляння таким інструментом, оскільки частота обертання пилкового валу є вищою – 0,06 кГц. Використання інструменту запропонованої конструкції дозволить зменшити ресурсоемність процесу виготовлення пиломатеріалів на 12%.

Список посилань

1. Марченко Н.В. Визначення величини витрати круглих лісоматеріалів у виробництві обрізних пиломатеріалів/ Н.В. Марченко, М.О. Білецький // Науковий вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – №16, Ч. 1. – С. 153 – 160.
2. Білецький М. О. Аналіз конструктивних особливостей круглих пилок для поздовжнього розпилювання круглих лісоматеріалів /М.О. Білецький, З.С. Сірко // Національний лісотехнічний університет України. – 2013. – Вип. 39.1. – С. 119 – 122.
3. Патент на корисну модель №72632 Україна, МПК(2012.01) В27В 33/00. Кругла пилка з пластинами для винесення стружки / Білецький М.О., Сірко З.С.; заявник та патентовласник Український державний науково-дослідний інститут «РЕСУРС», Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № 2012u 01347; заявл. 08.02.2012; опубл. 27.08.2012, Бюл. №16.

УДК 674.81:621.83

С.П. Сапон, канд. техн. наук
Чернігівський державний технологічний університет, s.sapon@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГРАНУЛЮВАННЯ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ

В умовах сучасного геополітичного становища нашої держави дуже гостро постає проблема ефективного використання енергоносіїв. Одним із напрямків вирішення вказаної проблеми є комплексне використання сировини, зокрема деревинної. Процеси деревообробки та деревопереробки, як відомо, пов'язані зі значними відходами, що, в свою чергу, спричиняє зростання собівартості виготовлення виробів з деревини. Собівартість виготовлення продукції разом з продуктивністю, точністю є основними показниками ефективності, підвищити яку можна певним чином впливаючи на названі показники. Одним із шляхів підвищення ефективності процесів деревообробки є зниження питомих витрат на сировину за рахунок пресування стружки та подрібнених деревних відходів у деревні гранули – пелети. Застосування паливних гранул є більш ефективним способом в порівнянні з прямим використанням деревних відходів в якості палива [1]. Гранули виділяють більше тепла, ніж тирса і тріска, збільшуючи коефіцієнт корисної дії теплоутворюючого обладнання.

Для виготовлення паливних гранул в промисловості широко використовуються прес-гранулятори. Не зважаючи на значну кількість розробок подібного обладнання [2 - 5], задача підвищення ефективності процесу гранулювання шляхом підвищення продуктивності грануляторів одночасно із зниженням їх собівартості виготовлення дотепер є актуальною.

В роботі здійснено удосконалення конструкції прес-гранулятора ГДМ для гранулювання відходів деревообробки. Сутність удосконалення базової конструкції полягає у використанні у вузлі гранулювання дискової матриці, що забезпечує підвищення продуктивності робочого процесу формування гранул та одночасно зменшує собівартість конструкції гранулятора.

Одним з основних факторів, що впливає на виконання гранулятором свого функційного призначення є величина зазору між зовнішньою поверхнею барабана та матрицею. Величина зазначеного зазору істотно впливає на мікроструктуру і щільність гранул. Для забезпечення точності зазначеного зазору при складанні вузла гранулювання засобами модуля Tolanalyst програмного середовища SolidWorks виконано розмірний аналіз конструкції вузла гранулювання. Проведено аналіз напружено-деформованого стану вузла гранулювання та визначені фактичні напруження, деформації та переміщення деталей вузла на розрахункових навантаженнях. В результаті аналізу встановлено, що мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності становить 3,15, яке відповідає умовам технічного завдання. За аналогічною методикою здійснюється аналіз інших деталей вузла гранулювання удосконаленої конструкції.

Розглянуті в роботі наукові підходи до аналізу конструкції засобами програмного середовища SolidWorks можуть бути поширені на технологічні машини широкої номенклатури.

Список посилань

1. Мальований М.С., Бать Р.Я. Створення палива на основі деревної стружки // Перший Всеукраїнський з'їзд екологів: Тези доповідей. – Вінниця, 4 – 7 жовтня 2006 р. – С. 210.
2. Пресс-грануляторы. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.woodheat.ru>.
3. Установки гранулирования древесины. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.akahl.de/akahl/ru/ru_presse/ru_presseinformationen/ru_Holzpelletierung/.

4. Биотопливный портал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wood-pellets.com/>

5. М. Долуд. Современное оборудование и технологии вторичной переработки отходов и производства альтернативного топлива /Михаил Долуд. - Amandus Kahl GmbH & Co. KG. – 67с.

УДК 674.815 : 631.572

М.М.Копанський, канд. техн. наук, доцент
Національний лісотехнічний університет України, mkopansky@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ РІПАКОВОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ДЕРЕВИННИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Актуальність теми. Глобальне вирубування лісів і його шкідливий вплив на довкілля змушує виробників продукції з деревини вести пошук альтернативних джерел сировини. Переважно це лігноцелюозна сировина сільськогосподарського виробництва, зокрема солома. Одним із головних чинників які перешкоджають використанню пшенично-житньої соломи як сировини для виробництва деревинних плит, є наявність воску з досить складним хімічним складом, який у соломі не розпорошений у всій її масі, як це має місце у деревині, а знаходиться практично повністю на поверхні стебла. Утворення такого антиадгезійного шару на поверхні частинок соломи перешкоджає змочуванню поверхні частинок і погіршує склеювання.

Поряд із використанням соломи, одним із перспективних видів рослинної сировини для виготовлення деревинних композиційних матеріалів є стебла ріпаку. Ріпак – надзвичайно цінна кормова культура, але він також може бути і одним з елементів сировинної бази у виробництві вказаних матеріалів. Проведений аналіз останніх досліджень з використання відходів сільськогосподарського виробництва для виготовлення продукції целюлозно-паперового виробництва та виробництва ДКМ дає підстави зробити висновок про те, що, окрім пшеничної та житньої соломи, є доцільним використання з цією метою і стебел ріпаку. Із соломи ріпаку (2-6 тонн з гектара) можна виготовляти папір, целюлозу, картон. З одного гектара ріпакового поля можна виготовити до 2 т паперу. Такі технології успішно застосовуються у Великобританії, Угорщині, Іспанії, Португалії. Із недеревної сировини у світі виробляють вже близько 10% целюлози [1].

Методика досліджень. Змінними факторами при проведенні досліджень впливу основних технологічних параметрів сировини і матеріалів на властивості деревинних композиційних матеріалів прийняті: співвідношення деревинних і ріпаківих частинок в різних пропорціях, % (75:25, 50:50, 25:75, 0:100; кількість клею (12, 14, 16 %), фракційний склад частинок ріпаку. Експериментальні дослідження проводилися у лабораторії НЛТУУ на лабораторному обладнанні.

Процес виготовлення зразків складався з п'яти етапів: підготовки ріпакової сировини, приготування клею, змішування частинок з клеєм, формування брикета і пресування дослідних зразків.

Деревинний композиційний матеріал плоского пресування виготовлявся гарячим пресуванням обсмолених деревинних і ріпаківих (їх суміші) частинок.

Відходи ріпакової сировини виготовлялися шляхом подрібнення лопатевої дробарці для подрібнення органічних матеріалів.

Після подрібнення частинки висушувалися до вологості 3% і сортувалися на відповідні фракції, щоб відокремити великі частинки.

При виготовленні деревинного композиційного матеріалу застосовувався промисловий клей на основі карбамідоформальдегідної КФ-МТ, який вводився у стружкову масу у вигляді водяних розчинів із затверджувачем в різних кількостях у % по сухому вмісту смоли від маси абсолютно сухих частинок.

Підготовлений наповнювач (попередньо змішані деревинні і ріпакові частинки) змішували з клеєм. Тривалість змішування становила 10 хвилин. Після цього формувався стружковий пакет у пресформі. Сформований стружковий пакет підпресовували і знімали пресформу.

Підготовлений стружковий пакет закладали в прес і пресували при відповідному режимі дослідні зразки одношарової плити товщиною 14 мм, щільністю 700 кг/м³. Виготовлялись дослідні зразки розмірами 270×270 мм. Вологість готових плит становила 7-8%.

Результати досліджень. Проведені експериментальні дослідження дозволили отримати результати, які забезпечують встановлення закономірностей впливу технологічних параметрів на властивості ДКМ виготовлених з використанням відходів ріпакової сировини.

Доказано можливість і доцільність застосування ріпакової сировини для виробництва деревинних композиційних матеріалів, виготовлених на обладнанні існуючих цехів з виготовлення стружкових плит.

Досліджено вплив параметрів режиму пресування на властивості деревинних композиційних матеріалів. Для виготовлення плит при додаванні до деревинних до 28% ріпакових частинок можна рекомендувати як раціональні параметри режиму пресування деревинних композиційних матеріалів: температуру – 170⁰С, тривалість – 6,14 хв, за умови пресування без “парового удару” початковий тиск – 2,25 МПа.

На основі результатів експериментальних досліджень запропоновано способи виготовлення композиційного матеріалу з використанням відходів ріпаку.

Оцінка властивостей ДКМ, виготовлених із застосуванням клею (на основі карбамідоформальдегідної смоли в кількості 14%), який використовує плитна промисловість, показала, що часткова заміна деревинних частинок відходами ріпаку дає задовільні результати.

ДКМ з додаванням до деревинних частинок до 28 % ріпакових частинок мають нищі показники водопоглинання і набрякання за товщиною і дещо меншу межу міцності при статичному згині.

Встановлено, що повна заміна деревинних частинок ріпаковою сировиною призводить до погіршення властивостей ДКМ. Проте, часткова заміна дає задовільні результати.

Експериментально доведено, що ДКМ, виготовлені за звичайною технологією, з додаванням у шари ДКМ до 28 % ріпакових частинок мають механічні показники що відповідають вимогам державного стандарту ДСТУ EN 312-2:2003.

Стружкові плити виготовлені з додаванням більш ніж 28 % частинок наповнювача виготовлених з ріпакової сировини мають високі теплоізоляційні властивості і можуть застосовуватися у теплоізоляційних цілях.

Стружкові плити виготовлені з частинок наповнювача виготовлених з ріпакової сировини крупної фракції володіють підвищеними естетичними якостями та низькою шорсткістю поверхні і можуть бути використані як личкувальні стінові панелі без додаткової механічної обробки.

Висновки. Таким чином, запропоновані заходи щодо виготовлення деревинних композиційних матеріалів дають змогу розширити сировинну базу для їх виготовлення завдяки залученню альтернативної ріпакової сировини, зменшити собівартість матеріалів і, відповідно, зекономити цінну деревинну сировину, що є надзвичайно актуальним для малолісистих регіонів України.

Список посилань

1. Торгашов В.И. Сравнительное исследование условий выделения, морфологии и свойств целлюлозы из стеблей злаковых и масличных культур. / В.И. Торгашов, Е.В. Герт, О.В. Зубец, Ф.Н. Капуцкий //Химия растительного сырья. – 2009. – №4. – с. 45 – 54.

УДК 662.818

І.Р. Шепелюк, аспірант

Національний лісотехнічний університет України, shepeluyk_i@ntu.edu.ua

ШЛЯХИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ УТИЛІЗАЦІЇ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ШЛАМУ У СВІТОВІЙ ПРАКТИЦІ

Целюлозно-паперова промисловість (ЦПП) відіграє важливу роль у світовій економіці. Щорічно у світі виробляється приблизно 400 мільйонів тон паперу та картону. Споживання та виробництво паперової продукції стрімко зростає в Азії, особливо в Китаї, і вже становить понад третину світового обсягу. На другому місці залишаються США. В період з 1991 по 2011 збільшилося виробництво паперу і в Європі [1].

Однак, внаслідок діяльності ЦПП утворюється значна кількість твердих відходів – шламу, які чинять негативний вплив на довкілля. Тому, найбільш важливим завданням сьогодення є пошук шляхів контролю над кількістю цих відходів та вибір правильного способу їх утилізації. Використання відходів дасть змогу зберегти природні ресурси, призведе до зменшення техногенного навантаження на гідро- та атмосферу, а також, у разі їх повторного використання, дасть змогу отримати екологічно безпечні матеріали та сприятиме здешевленню основної продукції [1].

У закордонній практиці існують різні способи утилізації та перероблення відходів. Одним з найбільш поширених способів утилізації є захоронення. Проте, такий спосіб призводить до серйозних екологічних проблем, які виникають внаслідок проникнення в ґрунт рідкої фази з відходів, особливо коли звалища розташовані на відносно проникних ґрунтах. Як наслідок, забруднюються підземні ґрунтові води, які є джерелом питної води.

Прийнятними способами утилізації шламу є його компостування та вермікомпостування з метою одержання добрива для покращення якості ґрунту. Компост на основі шламу використовується як замітник торфу в садівництві, для боротьби з ерозією ґрунту, а також з метою зменшення захворювань рослин, сільськогосподарських і плодових культур [1].

У ЦПП спостерігається багаторічна традиція спалювання відходів. Цей варіант утилізації шламу широко використовується з метою виробництва електроенергії. Проте, шлам має низьку ефективність згоряння, збільшує концентрацію забруднення повітря та потребує високого інвестиційного капіталовкладення [2].

Шлам з високим вмістом золи може утилізуватись шляхом рекультивації (штучного відновлення) наповнювачів з метою одержання етанолу Цей метод має ряд переваг, проте недостатньо вивчений для шламу паперового виробництва.

Волокнистий шлам досліджувався як субстрат для виробництва карбоксиметилцелюлози, активованого вугілля, целюлози та молочної кислоти; є придатною сировиною для анаеробного зброджування з метою отримання біогазу. Може використовуватись для виробництва біовугілля шляхом його термічного розкладання [1, 3]. Також, шлам може безпосередньо додаватися в кормові суміші тварин для збільшення кількості поживних речовин.

Останнім часом все більше приділяється увага повторному використанню шламу, як наповнювача у виробництві деревинних, будівельних та покрівельних композиційних матеріалів. Результати досліджень [1] довели, що застосування його у виробництві таких матеріалів є можливим при обґрунтованому процентному співвідношенні щодо інших компонентів композиції.

У виробництві деревинних плитних матеріалів, таких як стружкова плита, MDF, волокниста плита, найчастіше використовують шлам, що містить велику кількість волокон (первинний, одержаний з очисного обладнання після операції формування паперового полотна). Такий шлам відіграє роль армуючого компонента та сприяє одержанню матеріалів з покращеними механічними властивостями. Вторинний шлам, отриманий в результаті очищення стічних вод целюлозно-паперових підприємств, може додаватися як співполімер до клейової композиції, так як містить в своєму складі білок. При виробництві композитів первинний шлам може змішуватися з вторинним або макулатурним шламом, отриманим в процесі перероблення макулатурного волокна.

Існують напрацювання по використанню суміші первинного та вторинного шламів, як альтернативу деревному борошну у виробництві термопластичних полімерів [4].

Окрім плитного виробництва шлам може використовуватися у виробництві яєчних, фруктових лотків, промислової пакувальної продукції, одноразових виробів призначених для громадського харчування тощо. Відома практика застосування шламу у виробництві картону, який виготовляється із 100% вторинного волокна.

У виробництві будівельних матеріалів, таких як будівельні блоки, стінові панелі, цегла, бетон, зазвичай, використовують як наповнювач макулатурний шлам, що містить високий відсоток золи [1, 5]. Однак, вміст такого шламу в композиції не повинен перевищувати 10%, тому що збільшення його вмісту призводить до зниження механічної міцності композитів. Також, відходи ЦПП можуть використовуватися у виробництві гіпсокартону, покращуючи механічні властивості матеріалу, забезпечуючи йому пористу структуру та низьку щільність. Проте, можуть негативно впливати на вогнестійкість.

Цікавим напрямком використання шламу є застосування його як деревного клею. В існуючих напрацюваннях проводились дослідження фанери, в якій листи шпону склеювали між собою за допомогою фенолоформальдегідних смол та різних видів шламу. Найкращими властивостями володіли плити, в яких як співклей використовувалися первинний та вторинний шлами [6].

Шлам також може використовуватися як добавка в асфальтову суміш для дорожнього покриття. Волокнисті добавки сприяють зменшенню шуму, забезпечують підвищене зв'язування, еластичність і довговічність.

Отже, існує багато найрізноманітніших способів утилізації та переробки волокнистого шламу. Однак, дані способи не знайшли ефективного застосування. На целюлозно-паперових підприємствах існують значні накопичення шламу, тому використання його потребує подальших досліджень.

Список посилань

1. Bajpai P. Management of Pulp and Paper Mill Waste / P. Bajpai. – Switzerland. Springer International Publishing, 2015. – 193 p.
2. Xu C. Conversion of secondary pulp/paper sludge powder to liquid oil products for energy recovery by direct liquefaction in hot-compressed water / C. Xu, J. Lancaster // Water Res. – 2008. – № 42. – P. 1571-1582.
3. Singht B. Characterization and evaluation of biochars for their application as a soil amendment / B. Singht, B. P. Singht, A. L. Cowie // Aust. J. Soil Res. – 2010. – № 48 – P. 516-525.
4. Soucy J. The potential of paper mill sludge for wood-plastic composites / J. Soucy, A. Koubaa, S. Migneault, B. Riedl // Industrial Crops and Products. – 2014. – № 54. – P. 248-256.
5. Ahmad S. Study of concrete involving use of waste paper sludge ash as partial replacement of cement / S. Ahmad, M. Iqbal Malik, [et al] // JOSR. J. Eng. – 2013. – V. 3, № 11. – P. 6-15.
6. Licon M. Recent advances in paper mill sludge management industrial waste [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.intechopen.com/books/industrial-waste/papermill-sludge-as-valuable-raw-material>.

УДК 674.056

Є.М. Миськів, канд. техн. наук

З.П. Копинець, канд. техн. наук

В.О.Маєвський, докт. техн. наук, доцент

Національний лісотехнічний університет України, em@felder.ua

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СТРУГАЛЬНИХ ВАЛІВ ЗІ СПІРАЛЬНИМ РОЗМІЩЕННЯМ НОЖОВИХ ПЛАСТИН ДЛЯ ОБРОБЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ

Нещодавно на світовому ринку деревообробного обладнання фірмою “Felder KG” запропоновано фугувальні, рейсмусові та фугувально-рейсмусові верстати зі стругальним валом “Silent-Power”.

Стругальний вал “Silent-Power” оснащено твердосплавними пластинками, кожна з яких виготовлена з карбіду вольфраму і має чотири різальні крайки, які легко можна повертати, а за потреби і замінити. Пластинки на валу розміщено по двох спіралях (рис. 1) [1].

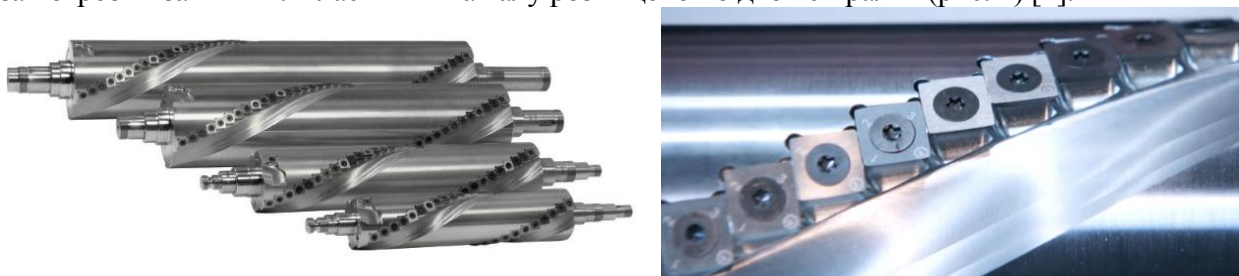


Рис. 1. – Вигляд валів “Silent-Power”

За ствердженням фірми “Felder KG” стругальний вал “Silent-Power” має низку переваг порівняно з класичним валом із одноразовими двохсторонніми плоскими ножами HSS (з швидкорізальної сталі) [1, 2], зокрема: забезпечує вищу якість оброблених поверхонь; створює нижчий рівень шуму (на 11...16 дБ); суттєво збільшує термін використання різального інструмента (до 20 разів), а у випадку пошкодження різальної крайки потребує заміни лише пошкоджених пластинок, а не всього комплекту ножів як для класичного валу. Варто також зазначити, що конструкція стругального валу “Silent-Power” забезпечує отримання стружки менших розмірів, а енергоспоживання верстатів, оснащених цими валами, є нижчим.

Нами проведено низку власних досліджень (спостережень) у виробничих умовах на фабриці меблів “Елегант” (м. Гусятин Тернопільської обл.), результати яких підтвердили перераховані переваги стругального валу “Silent-Power” та дали змогу встановити його інші позитивні характеристики. Зокрема, після впровадження у технологічний процес фугувального – Felder A 951 і рейсмусового – Felder D 951 верстатів, оснащених цими стругальними валами замість існуючого обладнання із класичними валами (із прямими загостреними ножами), встановлено, що: відпала потреба в операції шліфування, оскільки якість оброблених поверхонь відповідала вимогам, які ставляться до деталей для продукції підприємства, а фінансові витрати на придбання та фінансові, часові і трудові затрати на обслуговування ножів є меншими.

Отже, використання деревообробних верстатів (фугувальних, рейсмусових та фугувально-рейсмусових), оснащених стругальними валами “Silent-Power”, є ефективним шляхом для забезпечення випуску якісної і конкурентоздатної продукції.

Список посилань

1. Новый спиралевидный строгальный вал Silent-POWER [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.felder-gruppe.ua/news.php?region=ua-ru&news_id=2283.

2. Sielaff H. In der Ruhe liegt die Kraft. BM-Test: Silent-Power-Hobelwelle von Felder. 05/2013. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.felder-gruppe.ua/files/pressreports/testbericht_silentpower_bm_mai2013_web_gesperrt.pdf

УДК 674.093.24.06

Р.А.Кравець, інженер
О.Б. Ференц, канд. техн. наук, доцент
М.І.Пилипчук, канд. техн. наук, доцент
Національний лісотехнічний університет України, Chugaev54.54@mail.ru

ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ВІКОН МЕТОДОМ ПЛАСТОВОГО СКЛЕЮВАННЯ

Наше підприємство, уже 10 років виготовляє віконні та дверні дерев'яні конструкції методом пластового склеювання. Даний метод дає можливість використовувати у виготовленні віконних дерев'яних конструкцій, калібровані ламелі, а не клеєний брус (свробрус). На протязі цього часу вироби, зарекомендували себе з найкращого боку, вони прекрасно функціонують на наших об'єктах, зберігаючи першочерговий вигляд. Перевага нашої технології в тому, що використовуючи калібровані ламелі, ми отримали економію обрізного пиломатеріалу, а це в 2,5 рази менша витрата матеріалу чим при використанні традиційної технології, де використовується тришаровий клеєний брус. Дана технологія не потребує використання спеціалізованих віконних комплектів фрез, що в свою чергу, не потребують потужних фрезерних верстатів чи кутових центрів. Такі віконні дерев'яні конструкції можна виготовляти в звичайних столярних майстернях. Експлуатаційні показники [2, 3] таких конструкцій (приведений опір теплопередачі, повітряна проникність, звукоізоляція та ін.) значно покращились [1].

Перше і основне, що в пластиковій технології ми використовуємо калібровані ламелі (заготовки), де втрати під час оброблення яких складають до 20%, а це не 60% при виготовленні та профілюванні клеєного бруса. Друге – використання звичайних комплектів дверних обв'язочних фрез, які не потребують потужних верстатів. Третє – можливість фантазувати з дизайном, надавати конструкції об'єму.

Основа пластової технології це склеювання каліброваних ламелей у рамки, в подальшому, *пласти*, які методом позиціонування одна відносно другої, враховуючи необхідні зазори, склеюються в готові конструкції. В реалізації пластової технології лежить розкладання традиційних з'єднань шип – провухина на три площини, які в даній роботі називаються *пластами* (рис.1).

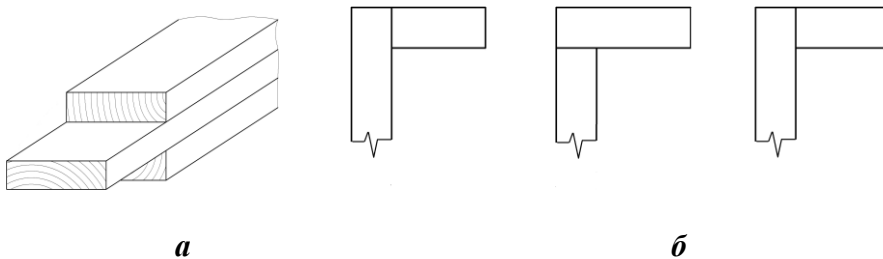


Рис. 1 – Трипластовий шип (а) та види переплетень рамок (б)

Віконна конструкція складається з трьох основних конструктивних елементів. Перша – це несуча коробка, в яку монтується склопакет, для глухого вікна чи притворна рама для поворотно-відкидної частини вікна. Розмір коробки відповідає габаритним розмірам віконного отвору без розмірів на монтажні шви.

Друга – притворна рама виготовлена у два етапи. Спочатку з профільованих ламелей склеюються проміжні рамки внутрішня, середня, зовнішня. Після висихання ці рамки склеюються в один пакет, методом накладання з фіксацією для позиціонування одна відносно другої згідно заданого зазору. Так, як рамки мають однакові зовнішні розміри, то позиціонування проводиться за зовнішньою стороною. Після цього дана конструкція

витримується у вертикальному пресі до кінцевого висихання. Готова конструкція шліфується та опоряджується.

Геометричні розміри ламелей, а саме ширина і товщина, для даних віконних конструкцій постійні, вони враховуються з врахуванням фурнітури, а довжина розраховується згідно із загальним габаритним розміром.

Третя – рамки-стулки, що виготовляються таким самим методом, тобто попереднє виготовлення проміжних рамок – пластів із їх наступним позиціонуванням та склеюванням в пакети (рис.2).

Після виготовлення окремих деталей та складальних одиниць, вони монтуються в цілісну віконну конструкцію. Встановлення фурнітури, ущільнювача є традиційним, тому в даній роботі ми їх не розглядаємо.

Пластова технологія дозволяє використовувати різні породи деревини. Для виготовлення внутрішніх пластів використовуються сосна, ялина, вільха. Для фасадних використовуються твердолистяні породи дуб, бук, явір, ясьень. Для зовнішніх пластів найкраще підходить модрина, сосна, які мають природну стійкість до вологи. Пластова технологія, дає необмежені можливості для втілення дизайнерських можливостей.

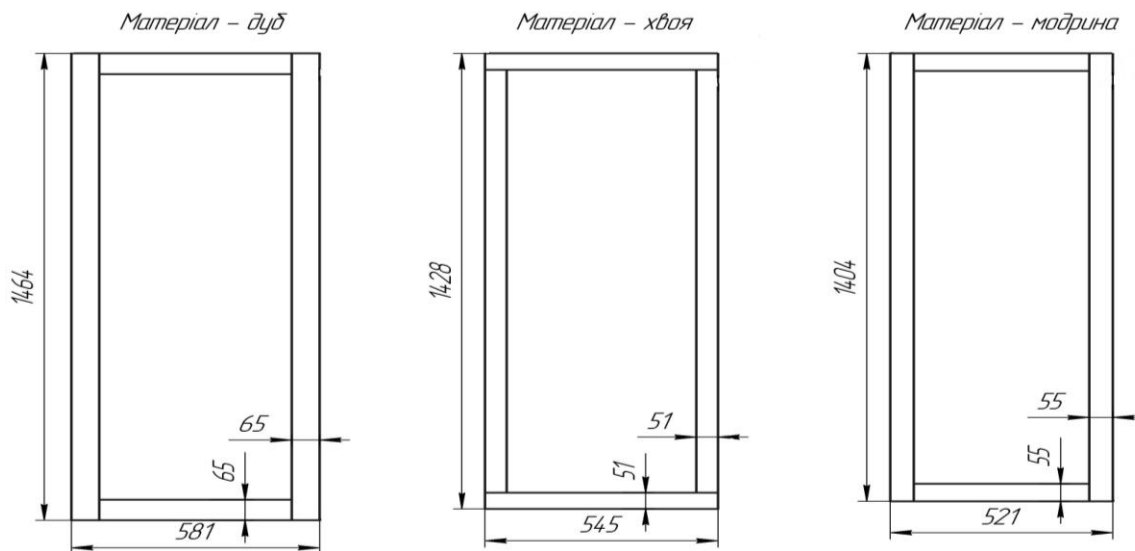


Рис. 2 – Види конструкцій стулки для віконного блоку ВДОСП (1600x1400)мм

Аналізуючи запропоновану технологію, необхідно відмітити, що суттєво зменшується кількість відходів деревини, операцію профілювання клеєного бруса перенесено на ламелі, спрощується набір профілюючих фрез. Після профілювання на ламелі наносять клей і вкладають у визначеній послідовності з точним позиціонуванням у пресі для отримання потрібного профілю. Пластова технологія дає змогу виготовляти віконні та дверні конструкції в окремій несучій коробці, а це уже елітарність, дизайн, надійність і об'єм. Технологія дає змогу збільшити корисний вихід високоякісної продукції, не потребує значних капіталовкладень і пророкується велике майбутнє.

Список посилань

1. Пластова технологія – нова ера віконного виробництва. Всеукраїнська галузева газета “Деревообробник”, №15–16. –2014р.
2. ДСТУ Б В.2.6-24-2001. Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні дерев'яні зі склопакетами. Технічні умови.
3. ДСТУ Б В.2.6-23:2009. Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Загальні технічні умови.
4. Ференц О.Б. Технологія столярних виробів / Ференц О.Б., Максимів В.М. Навчальний посібник. – Львів: НЛТУ України, 2011. – 400с.

УДК 674.04.02

О. О. Борисов, асистент
О. М. Чередніков, канд. техн. наук,
Чернігівський національний технологічний університет, allexx@online.ua

РАНЖУВАННЯ ЧИННИКІВ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

У процесі виготовлення виробів з деревини сушіння є найбільш енергоємною та тривалою стадією, від якої залежить своєчасність виконання замовлень та конкурентоздатність деревообробних підприємств. Відомо, що енергоспоживання українських виробництв є приблизно вдвічі вищим, порівняно із західноєвропейськими країнами [1]. Збільшення продуктивності виробництва деревинних матеріалів та підвищення ефективності використання деревини – реальний крок до енергетичної незалежності України.

Зниження енергоспоживання сушарної техніки є актуальною проблемою сучасності. Енергоємне сушарне обладнання, вживане на деревообробних підприємствах, значно знижує ефективність робіт. У зв'язку з цим, пошук оптимальних енергозбережних технологій для діючих і проєктованих підприємств, є важливим напрямом розвитку деревообробки

Для вирішення проблеми актуальною є розробка математичної моделі, заснованої на комплексному аналізі факторів, що визначають ефективність сушіння пиломатеріалів.

Деревина є типовим капілярно – пористим тілом [1]. Прийнято вважати, що її внутрішня поверхня утворена макрокапілярами порожнин клітин ($1 - 2 \text{ м}^2/\text{г}$ деревини) і непостійними мікрокапілярами усередині клітинних стінок ($200 - 400 \text{ м}^2/\text{г}$ деревини) [1,3]. Швидкість сушіння визначається з метою розрахунку її тривалості. Загальна тривалість сушіння, включаючи початкове прогрівання і вологу теплообробку, знаходиться за формулою:

$$\tau = \tau_{\text{исх}} \times A_p \times A_{\text{ц}} \times A_{\text{в}} \times A_{\text{к}} \times A_{\text{д}} \quad (1)$$

де $\tau_{\text{исх}}$ – початкова тривалість сушіння пиломатеріалів заданої породи і розмірів з нормальним режимом від початкової вологості 60% до кінцевої 12% в камерах з реверсивною циркуляцією середньої інтенсивності, годин;

A_p , $A_{\text{ц}}$, $A_{\text{в}}$, $A_{\text{к}}$, $A_{\text{д}}$ – коефіцієнти, що враховують категорію режимів сушіння (A_p), інтенсивність циркуляції ($A_{\text{ц}}$), початкову і кінцеву вологість ($A_{\text{в}}$), якість сушіння ($A_{\text{к}}$), довжину матеріалу ($A_{\text{д}}$).

Цей метод заснований на застосуванні розрахункових формул, записуваних у вигляді добутку початкової тривалості сушіння на поправочні коефіцієнти, що враховують вплив різних чинників. Початкова тривалість сушіння і поправочні коефіцієнти введені нами з таблиць, складених на підставі графоаналітичного методу. Цей метод застосований також для сушарних камер безперервної дії з роздільною циркуляцією по зонах.

У більшості випадків конвективні сушарні камери, особливо аеродинамічні, технічно дозволяють скоротити тривалість сушіння деревини за рахунок використання жорсткішого режиму сушіння, збільшення швидкості нагрівання пиломатеріалів, відмови від проведення вологої теплообробки і кондиціонування. Проте цей підхід негативно позначиться на категорії якості висушених пиломатеріалів.

Залежно від того, яка із стадій є лімітуючою, розрізняють періоди внутрішньої і зовнішньої дифузії. На початку сушіння, коли вологість матеріалу висока, швидкість процесу постійна. Це пояснюється тим, що випаровування вологи з поверхні матеріалу встигає компенсуватися її підведенням з глибини. Це перший період сушіння, для якого характерні :

- постійна швидкість сушіння;
 - постійна температура матеріалу, яка дорівнює температурі мокрого термометра.
- Тривалість сушіння в першому періоді можна визначити :

$$\tau_1 = \frac{x_n - x_{кр}}{\beta F (P_m - P_n)} \quad (2)$$

де F – поверхня випаровування m^2 ;
 β – коефіцієнт масовіддачі, m^2/c .

У цьому періоді швидкість сушіння визначається температурою сушарного агента, швидкістю руху повітря відносно матеріалу і поверхнею матеріалу.

По мірі випаровування вологи вологість матеріалу зменшується, а досягши значення $x_{кр}$ на поверхні матеріалу з'являються сухі місця і швидкість сушіння починає падати (другий період сушіння).

Для другого періоду сушіння характерні: утворення на поверхні сухих місць, поглиблення поверхні випаровування всередину матеріалу, підвищення температури матеріалу, тривалість сушіння в другому періоді визначається:

$$\tau_2 = \frac{1}{K} 2,3 \lg \frac{x_{кр} - x_p}{x_k - x_p} \quad (3)$$

де K – коефіцієнт швидкості сушіння;
 x – потоковий вологовміст.

У другому періоді сушіння швидкість залежить від пористості матеріалу, розміру шпарин, температури і вологості сушарного агента. Отже, чим дрібніше матеріал, тим швидше процес сушіння.

На основі апріорної інформації отриманої з літературних джерел і експертної думки була проведена оцінка значущості чинників з урахуванням ризиків порушень технології і неконтрольованих дій довкілля. В результаті оцінки було виявлено 12 найбільш значущих чинників. Проаналізувавши результати статистичної оцінки і рекомендації, раніше розглянутих нормативних документів, була розроблена система забезпечення необхідних параметрів сушіння.

Для встановлення міри впливу кожного чинника на час сушіння використовували метод рангової кореляції. Результати, отримані в ході пасивного експерименту, обробили методом варіаційної статистики [1, 5].

Варто відмітити, що вибраний в роботі підхід включає оцінку значущості чинників, їх класифікацію, оцінку якості процесу з колишнім рівнем ефективності.

Список посилань

1. Пижурин, А.А.. Основы моделирования и оптимизации процессов деревообработки: Учебник/ Пижурин А.А., Розенблат М.С.. — М.: Лесн. пром-сть, 1988. — 296 с.
2. Болдырев, П. В. Сушка древесины: практическое руководство / П. В. Болдырев. — ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОФ ИКС» Санкт-Петербург, 2002. — 156с.
3. Богданов, Е.С. Справочник по сушке древесины./ Богданов Е.С., Козлов В.А., Пейч Н.Н. — М.: Лесн. пром-сть, 1981. — 191с.
4. Кречетов И. В. Сушка и защита древесины. / И. В.Кречетов. — М.: Лесн. Пром-сть, 1987. — 372с.
5. Чередніков, О.М. Математичні методи в проектуванні технічних систем: навч. посіб./О.М.Чередніков, Г.В. Пасов.—Чернігів: ЧДТУ, 2010. — 334с.

УДК 674.21:694.143

А.Г. Безкоровайний, інженер,
В.О.Маєвський, докт. техн. наук, доцент
Національний лісотехнічний університет України. bezkorovaynyi@gmail.com

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ КЛЕЄНОГО ПОРОЖНИСТОГО БРУСА З УРАХУВАННЯМ ЙМОВІРНОСТІ УТВОРЕННЯ КОНДЕНСАТУ У ЙОГО ПОРОЖНИНІ

Сучасний стан деревообробної промисловості в Україні характеризується високою конкуренцією та обмеженими ресурсами, це спонукає виробників шукати способи розроблення нових конструкційних матеріалів, перспективних технологій, удосконалення існуючих технологічних процесів.

Одним із перспективних конструкційних матеріалів для виготовлення столярно-будівельних виробів з деревини є порожнистий клеєний брус. Застосування цього матеріалу дає можливість не лише підвищувати гнучкість виробництва, але й суттєво економити деревину, раціонально використовуючи низькоякісну та короткомірну сировину, не знижуючи експлуатаційні властивості кінцевого продукту.

Обґрунтування конструкції клеєного порожнистого бруса з огляду забезпечення належних теплотехнічних характеристик столярних виробів, зокрема віконних та дверних блоків, є важливим етапом при розробленні технології виготовлення таких брусів. Використання порожнистих клеєних брусів у столярних виробках обумовлюється виконанням таких основних вимог: необхідністю забезпечення належної формостійкості та коефіцієнта теплопровідності, а також унеможливленням появи точки роси у порожнині бруса.

Питання ймовірності утворення конденсату в порожнині порожнистого клеєного бруса є малодослідженим. У роботі [1] отримано результати теоретичних досліджень появи точки роси у порожнині порожнистого клеєного бруса, яка зумовлює утворення конденсату. Нами розроблено методику експериментального визначення точки роси у порожнині порожнистого клеєного бруса та виготовлено експериментальну лабораторну установку для відтворення реальних умов експлуатації огорожувальних конструкцій – вікон. Результати попередніх експериментальних досліджень засвідчили, що температура поверхні порожнини порожнистого клеєного бруса, яка розміщена ближче до зовнішнього середовища, приблизно рівна -3°C (температура зовнішнього середовища становила -19°C) та відповідає температурі точки роси. Для усунення проблеми появи точки роси у порожнині порожнистого клеєного бруса рекомендовано влаштування утеплення внутрішньої стінки за допомогою тепло- та звукоізоляційного матеріалу «Алюфом» (у вигляді плівки). Проведений теоретичний розрахунок засвідчив, що при використанні плівки «Алюфом» температура стінки, наближеної до зовнішнього середовища, є вищою від температури точки роси і це дає змогу стверджувати про відсутність умов для утворення конденсату в порожнині порожнистого клеєного бруса. Для розроблення технічних рекомендацій щодо використання плівки «Алюфом» у столярних порожнистих клеєних брусах передбачено проведення додаткових експериментальних досліджень.

Список посилань

1. Маєвський В.О. Прогнозування утворення конденсату в порожнині порожнистого клеєного бруса для столярних виробів / В.О. Маєвський, А.Г. Безкоровайний // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. – Львів: НЛТУ України. – 2011. – Вип. 37.1.– С. 172–175.

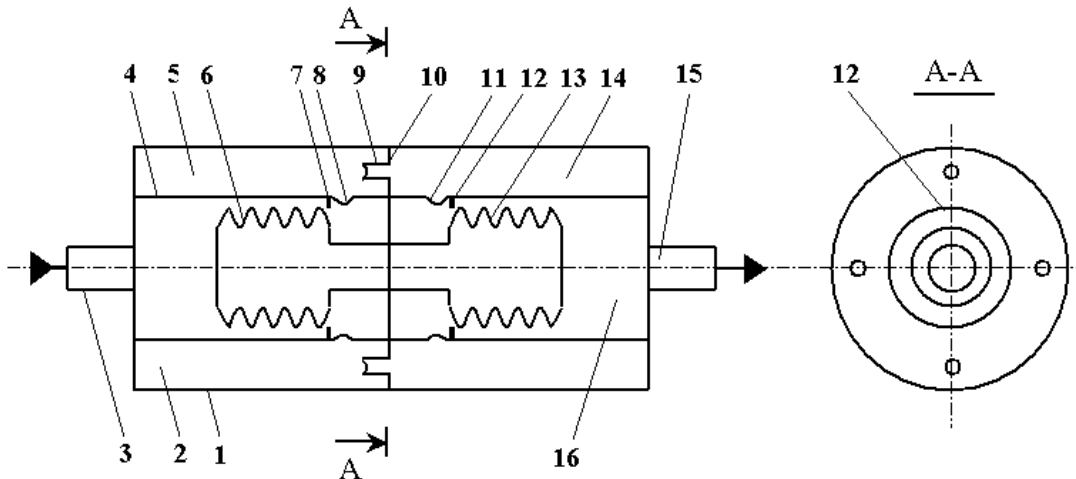
СЕКЦІЯ 3 «РОБОЧІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ ГІДРАВЛІКИ ТА ПНЕВМАТИКИ»

УДК 621.646.94

П.М. Андренко, докт. техн. наук, професор
Національний технічний університет «ХПІ», andrenko47@mail.ru
М.С. Свинаренко, канд. техн. наук, доцент
Харківський національний університет будівництва та архітектури, m_a_k_s_i_m@ua.fm

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСИТЕЛЯ ПУЛЬСАЦІЙ ТИСКУ З АВТОМАТИЧНИМ ПІДСТРОЮВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ

Одним з шляхів підвищення технічного рівня гідрофікованих машин є зменшення шуму і вібрації шляхом застосування гідравлічних пасивних гасителів пульсацій тиску (ГПТ). Для підвищення ефективності ГПТ нами запропоновано його нову конструкцію [1]. ГПТ, рис. 1, дозволяє змінювати гідравлічні опори між проточними порожнинами 2, 5, 14, 16 утвореними центральною трубою 4 та корпусом 1, величина якого залежить від середнього значення та пульсацій тиску, внутрішнього діаметра кільць 7, 12, зовнішнього діаметра та жорсткості сильфону 6, 13, відстанню між кільцями 7, 12 та першими гофрами сильфонів 6, 13. Таким чином зменшення пульсацій тиску на виході з ГПТ досягається за рахунок одночасного прояву акумулюючих властивостей проточних порожнин 2, 5, 14, 16 і інерційних властивостей коротких звужених патрубків 10 та регульованих опорів, утворених кільцевими щілинами між першими гофрами сильфонів 6 і 13 та кільцями 7 та 12. Це дозволяє забезпечити автоматичне підстроювання ГПТ до зміни витрати і тиску в гідравлічній системі, та забезпечити високий коефіцієнт гасіння пульсацій тиску, зменшити його габарити. Запропонований ГПТ ефективно працює як у низькому, так і високому діапазоні частот.



1 – корпус; 2, 5, 14, 16 – проточні порожнини; 3 і 15 – вхідний і вихідний патрубки відповідно; 4 – центральна труба; 6, 13 – сильфони; 7, 12 – кільця; 8, 11 – отвори; 10 – перегородка

Рис. 1 – Схема гасителя пульсацій тиску

Сучасна методика проектування ГПТ яка враховує його конструктивні та робочі параметри гідроагрегата, газоміст робочої рідини (РР) та базується на зосередженні параметрів наведена у [2]. Однак в цій та інших відомих роботах не наведено критеріїв яким враховують втрати тиску в ГПТ та їх масогабаритні показники. Нами запропоновано

для оцінки ефективності ГПТ використовувати узагальнений критерій гашення пульсацій тиску – K_0 , який крім ступеня гашення амплітуди вхідних пульсацій тиску РР, враховує гідравлічні втрати тиску в ньому та масогабаритний критерій – K_{mV} , які розраховували за наступними залежностями:

$$K_0 = k_T(1 - \Delta p_{\text{сер}} / p_{\text{вх сер}}), \quad (1)$$

де $k_T = a_{p_{\text{вх}}} / a_{p_{\text{вих}}}$; $a_{p_{\text{вх}}}$, $a_{p_{\text{вих}}}$ – відповідно амплітуда пульсацій тиску на вході і виході ГПТ;

$\Delta p_{\text{сер}}$ і $p_{\text{вх сер}}$ – відповідно середнє за період коливання РР втрати тиску в ГПТ і тиск на його вході;

$$K_{mV} = (m_{\text{тр}} V_{\text{тр}}) / (m_T V_T), \quad (2)$$

де $m_{\text{тр}}$ і m_T – відповідно маса трубопроводу одиничної довжини з діаметром умовного проходу ГПТ і його маса;

$V_{\text{тр}}$ і V_T – відповідно об'єм трубопроводу одиничної довжини з діаметром умовного проходу ГПТ і його об'єм.

При визначенні K_0 втрати тиску в ГПТ розраховували за відомими залежностями. Тиск зливу гідросистеми дорівнював атмосферному. РР – масло ІПІ – 30 при температурі 50⁰С. За базові параметри ГПТ приймали такі як наведені в роботі [2]. При розрахунку критеріїв за формулами (1) та (2), приймали, що середнє значення тиску на виході з об'ємного насоса становить 16 МПа, а середня витрата в гідросистемі, залежно від діаметра умовного проходу ГПТ, визначається з табл. 1 де також наведено результати розрахунків. Розрахунки проводили для відносних (відносно d_y) параметрів ГПТ.

Таблиця 1 – Значення K_0 та K_{mV} залежно від d_y ($q_{\text{сер}}$)

| d_y , мм | 6 | 10 | 16 | 20 | 32 |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| $q_{\text{сер}}$, л/хв | 12,5 | 32,0 | 100,0 | 160,0 | 250,0 |
| K_0 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 | 1,89 |
| $K_{mV} \cdot 10^2$ | 1,70 | 0,914 | 0,402 | 0,245 | 0,152 |

За результатами розрахунків встановлено, що K_0 визначений для ГПТ у відносних параметрах є величиною постійною. Це пояснюється подібністю течії РР в проточній частині ГПТ при збереженні його відносних розмірів. При використанні даного критерію для багатокритеріальної оптимізації параметрів ГПТ у якості варійованих параметрів слід використовувати абсолютні значення геометричних розмірів. K_{mV} залежить тільки від конструктивних параметрів ГПТ і з збільшенням d_y зменшується. Запропоновані критерії доцільно використовувати для порівняння показників технічного рівня ГПТ різних типів.

Список посилань

1. Гаситель пульсацій тиску рідини. Патент України на корисну модель. UA 83801 МПК F16L 55/04. 26.04.2013. Андренко П.М., Свиначенко М.С. Власники: Андренко П.М., Свиначенко М.С. Опубл. 25.09.2013, Бюл. №18.
2. Андренко П.М. Гасителі пульсацій тиску об'ємних гідроагрегатів: Монографія. / П.М. Андренко, О.В. Дмитрієнко, М.С. Свиначенко. Х. : Видавництво "НТМТ", 2012. – 160 с.

УДК 621.891:621.646

Є.І. Барилюк, асистент
Г.Й. Зайончковський, докт. техн. наук, професор
Національний авіаційний університет, zaygidravlika@voliacable.com

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ЗНОШУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МАЛОГАБАРИТНИХ ПНЕВМАТИЧНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ КЛАПАНІВ

Малогабаритні пневматичні електромагнітні (ЕМК) клапани знайшли широке використання в системах обладнання виробів авіакосмічної техніки, автомобілебудування, інших галузях господарства завдяки низькому рівні енергії, необхідній для забезпечення їх тривалої експлуатації.

Окреме місце в номенклатурі малогабаритних ЕМК займають клапани з запірним вузлом типу «метал – метал», які використовуються в системах з агресивним робочим середовищем або в умовах підвищених температур, які не прийнятні для запірних вузлів з гумовими ущільненнями. Особливістю роботи таких клапанів є циклічність спрацьовування при ударному характері контактування металевого затвору із сідлом. Через підвищену швидкість в процесі функціонування клапана елементи його запірного вузла багаторазово піддається дії інтенсивних ударних навантажень. Це призводить до того, що в зоні контактування деталі клапана зазнають динамічних навантажень великої інтенсивності, внаслідок яких в матеріалі деталей виникають значні динамічні напруження. Такий характер навантаження сприяє розвитку різних процесів утомленості та зношування в елементах запірного вузла клапана і значно зменшує його надійність і ресурс. Це обумовлює актуальність досліджень, направлених на зменшення динамічних навантажень та інтенсивності процесів зношування елементів запірного вузла таких клапанів, збільшуючи таким чином їх ресурс.

Аналіз проведених досліджень показує, що найбільші напруження під час закриття клапана з жорстким запірним вузлом виникають по площині контакту сталевого затвору з сідлом, що є частиною сталевого корпусу. Це призводить до появи кільцевої виробітки (поглиблення) на поверхні сталевого затвору (рис. 1). Величина цього поглиблення збільшується із збільшенням напрацювання клапана і процесі експлуатації, що призводить до зменшення зусилля ущільнення та втомного руйнування матеріалу затвору та сідла.

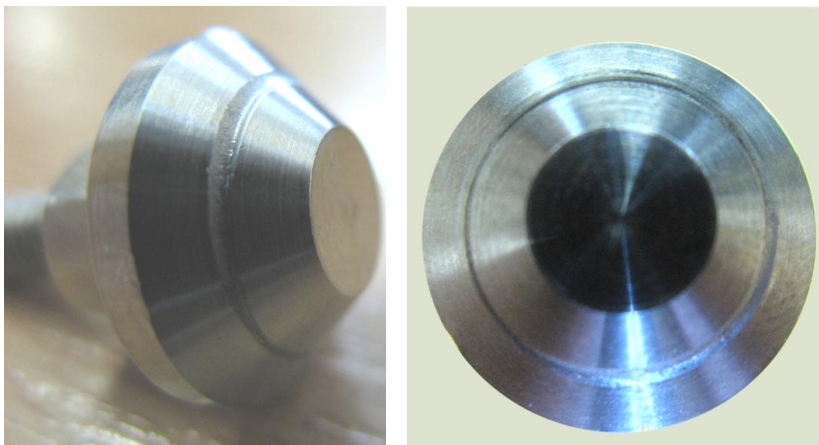


Рис. 1 – Фотографії затвору клапана зі сталі 08X18H10T після напрацювання $3 \cdot 10^5$ циклів

Ефективним засобом зменшення динамічних навантажень в елементах ЕМК є введення демпферного елемента в кінематичній схемі електромагнітного приводу клапана. Проведені ресурсні випробування клапанів без демпфера і з демпфером в кінематичній

схемі електромагнітного приводу ЕМК підтвердили результати розрахунків динамічних напружень в деталях ЕМК, виконаних із застосуванням методу кінцевих елементів.

У ході експерименту зразки з нержавіючої сталі 08Х18Н10Т напрацьовували певне число циклів «відкрито-закрито». Через регулярні інтервали часу замірявся витік газу через клапан в закритому положенні. Результати замірів показали, що величина витіку збільшується з напрацюванням (рис. 2).

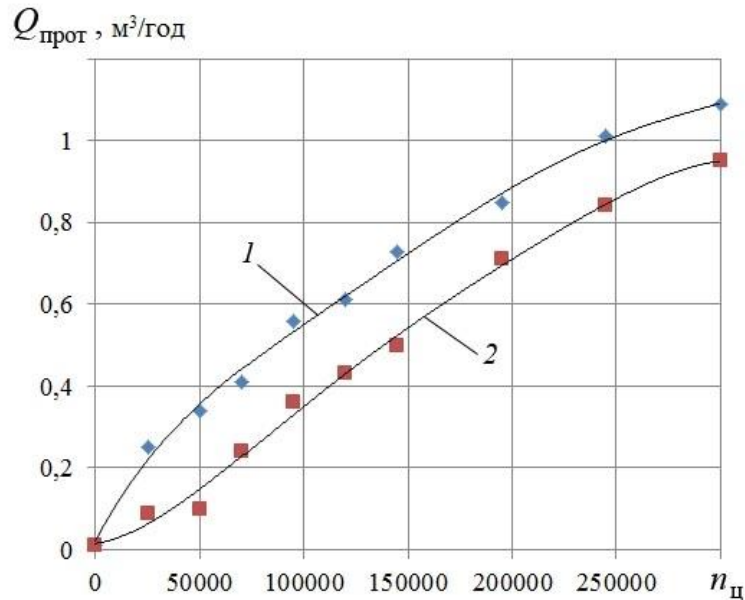


Рис. 2 – Залежність росту витіку газу через клапан в закритому положенні від його наробітку: 1 – без демпфера; 2 – з демпфером

В цілому проведені експериментальні дослідження показали, що застосування демпферного елемента в кінематичній схемі електромагнітного приводу клапана приводить до зменшення кінетичної енергії контактної взаємодії елементів клапана, зменшення напружень в конструкційному матеріалі деталей клапана і зменшення витіку газу в клапані із жорстким запірним вузлом через клапан в закритому положенні.

Було встановлено також, що демпфірування дозволяє зменшити швидкість зносу деталей запірної вузла клапана – затвора та сідла. Про це свідчать результати дослідження мікронерівностей поверхонь деталей запірної вузла клапана після 300 тис. циклів напрацювання (рис. 3).

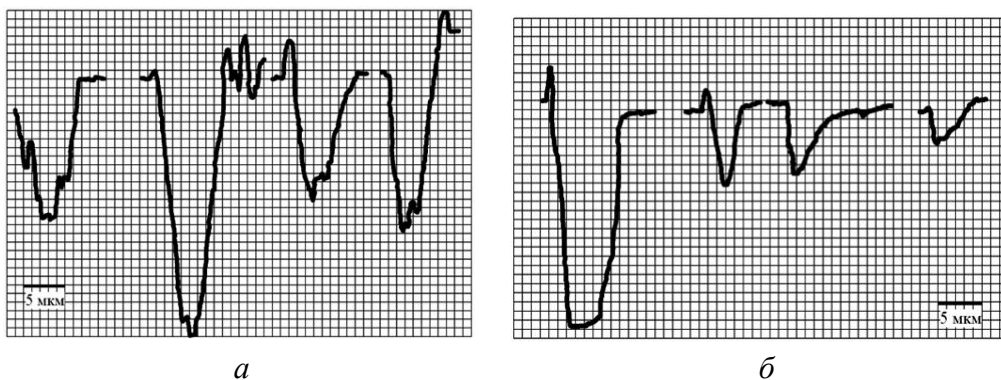


Рис. 3 – Профілограми поверхні контакту елементів запірної вузла клапана після напрацювання 300 тис. циклів: а – без демпфера; б – з демпфером

UDK 621.891:621.646

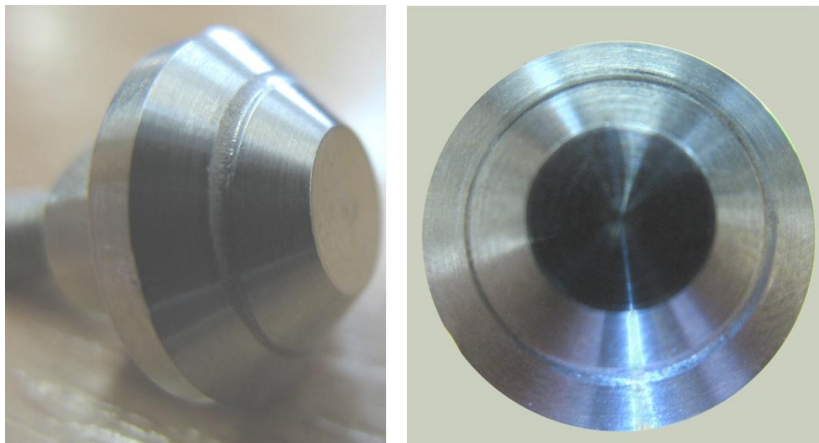
E.I. Barilyuk, assistant
G.I. Zayonchkovskiy, P.H.D., professor
National Aviation University, zaygidravlika@voliacable.com

METHODS OF DECREASING DYNAMIC LOADS AND WEAR INTENSITY OF ELEMENTS IN COMPACT-SIZED PNEUMATIC ELECTROMAGNETIC VALVES

Compact-sized pneumatic electromagnetic valves (EMV) are widely used in aerospace, automobile industry, and other sectors of economics because of its low energy consumption level that is needed for long lifelength.

A separate place in the list of compact-sized EMV is devoted to the valve with the sealing unit made from metal. They are used in the systems with aggressive working fluids, which are not acceptable for the conventional sealing units made from rubber. The work peculiarities of such valves are cyclic work regime with shock impact at the moment of contact of metal valve with the saddle. Because of increased work speed during work cycle, elements of such valve experience multiple intensive shock loads. That leads to the high dynamic loads in the contact zone, which cause high dynamic tension in valve elements. Such load patterns facilitates the development of fatigue and wear processes, and greatly decreases the lifelength of the valve. It explains the relevance of the research, which is aimed at decreasing dynamic loads and intensiveness of wear processes of pneumatic electromagnetic valve elements. Thus increasing its lifetime.

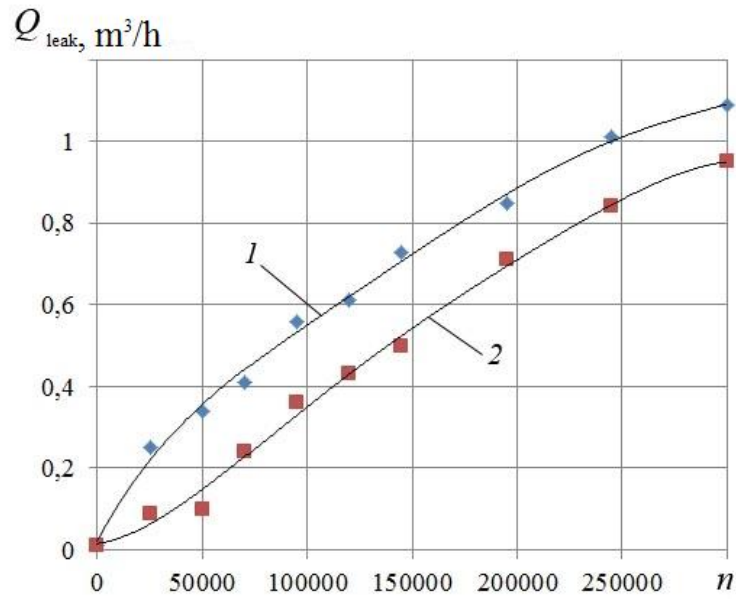
Analysis of conducted research shows, that biggest tensions during the closing of the valve with metal-to-metal sealing unit appear at the contact surface of the steel valve with the saddle, and the latter is the part of the steel valve body. This leads to the circular yield (deepening) on the surface of steel valve (pic. 1). The depth of this yield oncreases with the valve lifetime and during its work. That leads to decreasing of sealing force and fatigue destruction of the valve and the saddle.



Pic. 1 – Images of the valve made from steel 08X18H10T after $3 \cdot 10^5$ working cycles

An effective way for decreasing dynamic loads in the EMV elements is addition of the damping element to the kinematic scheme of the valve electromagnetic drive. Conducted resource longevity tests of the valves with the damper and without it in the kinematic scheme of the valve had confirmed the results, which were obtained by calculation using method of finite elements.

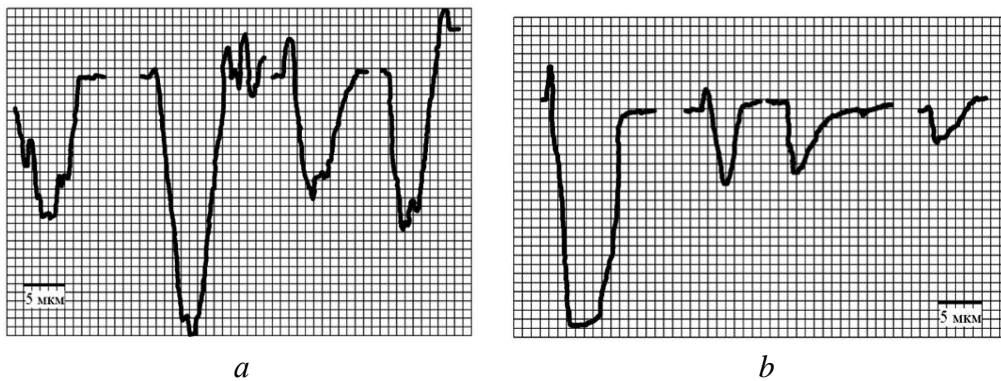
During experimental testing samples of stainless steel 08X18H10T were applied for some number of work cycles “open-closed”. After the regular amounts of time the gas leakage through the closed valve was measured. The results have shown that the intensiveness of the leakage increases with the work cycles (pic. 2).



Pic. 2 – Dependence of gas leakage through the closed valve from the number of work cycles:
1 – without the damper; 2 – with the damper

Conducted experimental work has shown that usage of damping element in the kinematic scheme of the valve electromagnetic drive decreases kinetic energy of the contact of valve elements, decreases the tensions in the constructional material of the valve units, and decreases the gas leakage through the valve with the hard sealing unit in the closed state.

It was determined, that damping allows to reduce the wear speed of the valve sealing unit – the slider and the saddle. That conclusion comes from the examination of microroughnesses of the valve elements after 300 thousand work cycles (pic. 3).



Pic. 3 – Contact surface profilogram of the valve elements after 300 thousand work cycles:
a – without the damper; *b* – with the damper

УДК 621.22

Л.К. Поліщук, к.т.н., професор

Вінницький національний технічний університет, leo.polishchuk@gmail.com

О.О. Коваль

Вінницький національний технічний університет, kovaloleg@outlook.com

ГІДРОПРИВОД ФРЕЗИ МОБІЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ХОЛОДНОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ АСФАЛЬТНОГО ДОРОЖНОГО ПОКРИТТЯ

Машина для холодного фрезерування дорожнього покриття забезпечують видалення зношеного і деформованого асфальтобетонного чи цементобетонного дорожнього покриття, усунення його колійності, опуклостей та інших дефектів, забезпечує формування поверхні заданого профілю, придатної для руху транспортних засобів і укладання нового покриття.

Сучасні машини холодного фрезерування поділяються на причіпні, самохідні і універсальні, які в залежності від технології робіт залишають перероблений матеріал на поверхні чи транспортують його для подальшого повторного використання.

Під час проведення ремонтно-відновлювальних робіт використовується самохідна машина холодного фрезерування Wirtgen W100, яка оснащена фрезерним барабаном діаметром 930 мм, на поверхні якого спіралью з кроком 15 мм розташовано 100 різців. Робочий інструмент забезпечує глибину фрезерування до 300 мм і ширину 1000 мм.

Фрезерний барабан отримує обертання від вала відбору потужності дизельного двигуна через редуктор, роботою якої керує гідравлічна муфта, поліклінову передачу та одноступінчастий циліндричний редуктор, закріплений ззовні на лівій рухомій щоковині, яка разом із правою утворює опорну поверхню осі фрезерного барабана. Вихідна ланка редуктора скріплена із внутрішньою фланцевою поверхнею фрезерного барабана, через яку йому передається обертальний рух. Змінні шківні, якими комплектується привод, забезпечують лише дві частоти обертання фрезерного барабана $n = 117 \text{ хв}^{-1}$ та $n = 247 \text{ хв}^{-1}$. Їх заміна вимагає зайвих затрат часу та допоміжних інструментів, що впливає на загальну продуктивність машини. Крім того, установка шківів поліклінової передачі на різні базові поверхні може призвести до порушень точності монтажу, паралельності валів, осьового зміщення шківів, що різко зменшує термін служби передачі.

Слід зазначити, що машина оснащена розвинутою гідравлічною системою, яка забезпечує роботу всіх інших приводів виконавчих ланок.

Авторами запропонована конструкція фрезерного барабана, в якій за рахунок використання в ньому комплектного гідравлічного приводу значною мірою усуваються зазначені недоліки. Конструкція містить гідромотор планетарного типу, що встановлений на щоковині, вал якого приводить в рух передавальний механізм з кульковою хвильовою передачею, яка характеризується відсутністю деформації робочих елементів, високою кінематичною точністю, навантажувальною здатністю і плавністю ходу, високим ККД, великим передаточним числом за малою кількістю деталей. Вихідний вал передавального механізму з'єднаний з диском, що закріплений на фланцевій поверхні корпусу фрезерного барабана. При цьому, корпус передавального механізму та дві напіввісі складають збірну вісь фрезерного барабана.

Така конструкція приводу відзначається меншою кількістю вузлів, що сприяє підвищенню надійності роботи, а використання гідродвигуна дозволяє за необхідності плавно змінювати частоту обертання фрезерного барабана в широкому діапазоні.

Розроблена документація на виготовлення дослідного зразка для виконання експериментальних досліджень.

СЕКЦІЯ 4
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ»

УДК 677.021.125.52.677.051.125

С.П. Корниенко, канд. техн. наук, доцент
П.И. Чередниченко, докт. техн. наук, профессор
 Черниговский национальный технологический университет, cornel@ukr.net

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА И ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ
МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ЗАМАСЛИВАНИЯ

Одним из процессов, существенно влияющим на качество получаемых нитей является процесс замасливания (нанесения специальных вспомогательных веществ) при фомовании нити. Процесс замасливания формуемой нити состоит из двух стадий. Первая – образование пленки замасливателя на поверхности вращающегося диска, частично погруженного в замасливатель. Вторая – унос замасливателя нитью с поверхности диска.

При выводе теоретических зависимостей для определения толщины пленки использованы уравнения Навье-Стокса и уравнение неразрывности потока [1], которые для нашего случая в криволинейной системе координат имеют вид:

$$\frac{\partial v_y v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_x^2}{\partial x} = -g \sin\left(\varphi_0 + \frac{x}{R_0}\right) - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y}; \quad (1)$$

$$\frac{v_x^2}{R_0} + g \cos\left(\varphi_0 + \frac{x}{R_0}\right) - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial y} = 0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_x}{\partial x} = 0, \quad (3)$$

где y – координата, направленная по нормали к поверхности пленки жидкости,

$y = r - R_0$; R_0 – радиус диска;

x – координата вдоль дуги меридиана поверхности жидкой пленки, $x = (\varphi - \varphi_0)R_0$;

v_x, v_y – составляющие скорости в направлении этих координат;

φ_0 – угол погружения диска в жидкость;

P – давление;

ρ – плотность жидкости;

g – ускорение свободного падения.

Решение данных уравнений позволило нам получить зависимость для определения толщины пленки вдали от мениска [2]:

$$h = \frac{j}{v_a} = \frac{0,655}{\cos \frac{\varphi_0}{2}} v_a^{2/3} \left(\frac{\mu}{\sigma}\right)^{1/6} \left(\frac{\mu}{\rho \cdot g}\right)^{1/2} \quad (4)$$

где j – плотность потока жидкости (поток, приходящийся на единицу толщины диска), увлекаемой вращающимся диском;

v_a – окружная скорость диска;

σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости;

μ – коэффициент динамической вязкости жидкости.

При теоретическом определении количества уносимого замазливателя нитью, пучок комплексной нити рассматривался как простейшая модель капиллярно-пористого тела, состоящего из системы цилиндрических капиллярных трубок, связанных между собой. Пустоты в пористом материале могут быть частично заполнены жидкостью, частично воздухом или другими газами. Поэтому, проникновение замазливателя в пучок нитей аналогичен движению жидкостей через неподвижные слои материалов, состоящих из отдельных элементов. При движении жидкостей через пористый слой, поток полностью заполняет свободное пространство между элементами слоя и движется внутри каналов правильной формы, образованных пустотами и порами между элементами. Порами в данном случае являются взаимосоединяющиеся промежутки между элементарными нитями, поэтому можно считать, что объемная пористость равна поверхностной пористости. Пористость элементарных нитей, в данном случае, не учитывалась. Расположение элементарных нитей в пучке принималось как система ромбически уложенных цилиндров, как наиболее устойчивая. Такая пористая система представляет собой тело, пронизанное капиллярами. При взаимодействии пучка нитей с замазливателем, последний поступает вдоль стенок пор внутрь пучка, т.е. замазливатель стремится прежде всего заполнить самые мелкие поры. По мере дальнейшего поступления замазливателя, поверхности раздела соприкасаются и имеется возможность непрерывного перехода от одной точки жидкой пленки к другой. При увеличении количества замазливателя в порах толщина пленки увеличивается в перехвате и ячейка полностью заполняется замазливателем. Следовательно, процесс проникновения замазливателя внутрь пучка аналогичен процессу фильтрации.

Используя теорию фильтрации, нами получена зависимость для определения объема замазливателя, уносимого формуемой нитью в единицу времени:

$$Q_0 = \frac{4 \cdot \alpha \cdot l_0 - \pi \cdot d_i^2 \cdot N^3 \cdot \sigma \cdot \cos \theta \cdot K_{y\phi} \cdot D^{0.5} \cdot h^{0.5}}{128 \cdot \mu \cdot \alpha \cdot \pi \cdot d_i \cdot N \cdot l_u^2 \cdot l_0}, \quad (5)$$

где l_0 – толщина пучка нитей;

d_i – диаметр элементарной нити;

l_0 – истинная длина пор;

θ – краевой угол смачивания замазливателя;

h – толщина пленки замазливателя в начальной точке контакта с нитью;

$K_{y\phi}$ – коэффициент эффективной пористости;

α – ширина пучка нитей, содержащей N элементарных нитей;

D – коэффициент диффузии.

Полученные зависимости позволяют рассчитывать технологические параметры процесса замазливания формуемой нити и конструктивные параметры дисковых замазливающих устройств, а именно: определять количество наносимого замазливателя на нить, толщину пленки замазливателя на поверхности замазливающего диска, время контакта формуемой нити с замазливающим диском, диаметр и толщину замазливающего диска, частоту вращения диска и глубину его погружения в замазливатель.

Список источников

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / Шлихтинг Г. – М.: Наука, 1974. – 712 с.
2. Чередниченко П.И. Разработка технологического процесса и оборудования для замазливания химических нитей: дис. ...доктора техн. наук: 05.19.03, 05.02.13 / Петр Иванович Чередниченко. – М., 1989. – 568 с.

УДК 687.05

Б. В. Орловський, доктор техн. наук, професор
В. М. Дворжак, канд. техн. наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну, mlp-knutd@ukr.net

РОЗРАХУНОК ГОЛОК ШВЕЙНИХ МАШИН НА МІЦНІСТЬ

ГОСТ 22249-82 передбачає вибір більш ніж 42 тисячі типорозмірів голок для пошиття виробів з текстильних і шкіроподібних матеріалів, асортимент яких складає більш 800 тисяч. Діаметр стержня голки (розрахунковий параметр що визначає типорозмір голки) для швейних машин вибирають з розрахунку голки на міцність. При цьому визначають момент інерції поперечного перерізу голки J_X , який входить до формули Ейлера, що визначає критичну силу руйнування стержня голки [1]:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_X}{L_p^2 K} \quad (1)$$

Відомо, що стержень голки в залежності від швейної машини може містити як один, так і два жолобки, у які вкладається голкова нитка. Згідно з теоремою про паралельні осі,

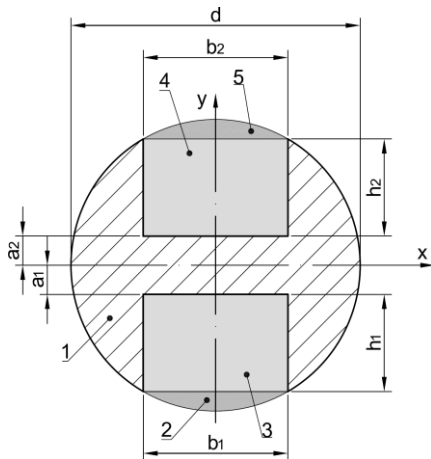


Рис. 1 – Схема поперечного перерізу стержня голки

момент інерції перерізу стержня голки з двома жолобками відносно осі x (рис. 1) може визначатися як різниця між моментами інерції кола діаметром стержня d , прямокутників 3 і 4 та сегментів 2 і 3. Ці моменти інерції залежать від певних параметрів та визначаються відносно осі x в програмі MathCAD:

– момент інерції кола: $J_{X_1} = \frac{\pi d^4}{64}$,

– момент інерції прямокутників:

$$J_{X_2}(b, h) = \int_a^{a+h} \int_0^b y^2 dx dy = \frac{b(h^3 - a^3)}{3}$$

де $h(a, b) = \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} - a$,

– момент інерції сегментів:

$$J_{X_3}(\alpha, a, b, h) = \int_{-\alpha}^{\alpha} \int_{\frac{a+h}{\cos \varphi}}^d P^3 \cos \varphi dP d\varphi = \frac{d^2}{64} \left[\frac{d^2}{4} + 2b(h) - \frac{b(h)^3}{4} \right]$$

де $\alpha(a, h) = \arccos\left(\frac{2(h) + a}{d}\right)$.

Тоді момент інерції поперечного перерізу стержня голки I (рис. 1) при різних параметрах a_1, b_1, a_2 та b_2 визначається з такого виразу:

$$J_X = J_{X_1} - J_{X_2}(b_1, h_1) - J_{X_2}(b_2, h_2) - J_{X_3}(\alpha_1, a_1, b_1, h_1) - J_{X_3}(\alpha_2, a_2, b_2, h_2) \quad (2)$$

Підставляючи (2) до (1) та застосовуючи обчислювальний блок «Given-Find» в MathCAD, отримується діаметр стержня голки при заданих інших параметрах виразу (1).

Список посилань

1. Пищиков В. О. Проективання швейних машин / В. О. Пищиков, Б. В. Орловський – К.: Видавничо-поліграфічний дім «Формат», 2007. – 320 с.

УДК 687:658:562

Н.В.Билей-Рубан, канд. техн. наук, доцент
Мукачевский государственный университет, natalija.ruban@gmail.com

ФОРМИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ С УЧЕТОМ НОВЫХ ВИДОВ МАТЕРИАЛОВ

Изготовление одежды из трикотажа происходит намного быстрее, нежели из тканей. Современные технологии, базирующиеся на автоматизации технологических процессов, с одной стороны позволяют создавать уникальные переплетения, а с другой стороны обеспечивают материалам новые свойства в плане деформационных характеристик, эргономических и эксплуатационных показателей качества. Поэтому, одним из весомых аспектов, являются возможности современных производственных структур распознавать и учитывать заложенные характеристики трикотажных материалов, поскольку они определяют дальнейшее проектирование и технологию швейных изделий.

Объектом исследования является ассортимент трикотажных изделий из новых видов полотен.

Формирование ассортимента трикотажно-швейных изделий в значительной мере зависит от разновидностей вырабатываемых полотен, которые разнообразны по сырьевому составу, методам отделки, наделены многофункциональностью с точки зрения специальных свойств. В целом, удалось систематизировать следующие направления развития трикотажа:

- многофункциональная одежда (защищает от воздействия высоких температур, огня, влаги, ветра, микроорганизмов);
- гэотекстиль (полотна для защиты от эрозий грунтов);
- комплексные материалы (обивочные для салонов автомобилей, основы искусственных кожевенных материалов);
- композиты (наполнители к пластмассам) и высокопрочностные композиты;
- сельскохозяйственный материал (защита урожая от птиц, града);
- маскировочные и защитные материалы в разных промышленных отраслях;
- фильтры;
- специальные материалы медико-профилактического назначения;
- экоматериалы разного целевого назначения.

Каждый из видов трикотажа имеет свои особенности целевого использования. Поэтому работа ориентирована на систематизацию трикотажных изделий с точки зрения их видового разнообразия. В целом, основные разработки новых видов трикотажных материалов сосредоточены вокруг высококачественных полотен для верхних и бельевых трикотажных изделий, трикотажных полотен с компрессионным эффектом, технического трикотажа.

Исходя из этого, оптимальная структура ассортимента трикотажных изделий с учетом современных проблем развития рынка, структуры потребления, состояния и возможности швейно-трикотажного производства, должна формироваться еще на стадии проектирования и разработки ассортиментных концепций. Политику производства формируют такие составляющие как стратегия, потребности в ассортименте наряду с факторами потенциального рынка. Весомым остается разработка концептуальной модели формирования ассортимента для современного швейного предприятия. Формирование же самого ассортимента должно базироваться на предпроектном исследовании, от результатов, которых зависит использование новых технологий, которые определяются свойствами материалов.

UDC 687: 658: 562

Natalija Biley-Ruban, Ph. D. tehn. Wissenschaften, Dozent
Staatliche Universität Mukachevo, natalija.ruban@gmail.com

SORTIMENTSBIKDUNG VON TRIKOTAGENWAREN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON DEN NEUEN MATERIALARTEN

Die Herstellung von Strickkleidung verläuft viel schneller als von der Gewebe. Die auf der Automatisierung der technologischen Prozesse basierenden modernen Technologien lassen einerseits zu ein einzigartiges Gewebe zu schaffen, andererseits versorgen die Materialien mit neuen Eigenschaften hinsichtlich der Formänderungangaben, der Ergonomie und der Qualitätperformance-Indikatoren. Daher ist ein der wichtigsten Fähigkeitsspunkte der modernen industriellen Strukturen die spezifischen Merkmale von den Trikotgeweben zu erkennen und zu berücksichtigen, denn sie bestimmen den weiteren Entwurf und Fertigungstechnik von der Konfektion.

Der Gegenstand der Studie ist die Strickwarensortiment aus neuen Stoffarten.

Die Sortimentsbildung von der Konfektion und Strickwaren hängt weitgehend von der Vielfalt der produzierenden Stoffarten ab, die vielfältig nach der Rohstoffzusammensetzung als auch nach den Verarbeitungsweisen sind, die sind auch mit vielseitigen Verwendbarkeit im Hinblick auf die besonderen Eigenschaften ausgestattet. Im Allgemeinen war es möglich die folgenden Bereiche von Strickwaren zu systematisieren:

- multifunktionskleidung (schützt vor Hitzeinwirkung, Feuer, Feuchtigkeit, Wind, Mikroorganismen);
- geotextilien (der gegen die Bodenerosion schützende Stoff);
- die komplexen Materialien (Polstermaterialien für den Autoinnenraum, die Grundlagen der Kunstledermaterialien);
- verbundwerkstoffe (Füllungsmaterialien für Kunststoffe) und hochwiderstansfähige Verbundstoffe;
- landwirtschaftliche Materialien (Pflanzenschutz gegen Vögel, Hagel);
- tarnnetz - und Schutzmaterialien für verschiedene Industriebereiche;
- filter;
- sonderstoffe für medizinische und Vorsorgezwecke;
- ekomaterialien anderer Zielort.

Jede Art von Maschenstoff hat seine eigenen Besonderheiten der Zwecksverwendung. Daher wird die Studie an der Trikotagenwaren systematisierung hinsichtlich der Artenvielfalt orientiert. Im Allgemeinen wird die Entwicklung neuer Trikotagematerialienarten rund um die hochwertigen Stoffe für Oberkleidung- und Untertrikotagewaren, um die Maschenwaren mit der Kompressionswirkung, um die technischen Maschenstoff konzentriert.

Dementsprechend soll die optimale Sortimentsstruktur von Trikotagenwaren mit Rücksicht auf moderne Marktsherausforderungen, Konsumtionsstruktur, Zustand und Geschäftsmöglichkeiten der Näh - und Strickwarenerzeugung noch in der Entwurfens- und Entwicklungzwischenphase von Sortimentskonzepte herausgebildet werden. Produktionspolitik wird von solchen Komponenten wie Strategie, Sortimentbedarf als auch die Faktoren des potenziellen Markts herausgebildet.

Wesentlich ist die Entwicklung eines konzeptionellen Sortimentsbildungsmodells eines modernen Nähunternehmens. Die Sortimentsbildung selbst sollte auf Vorprojektstudien basieren, von den Ergebnissen deren der Einsatz neuer Technologien abhängt, die durch die Eigenschaften der Materialien bestimmt werden.

УДК 664.61

В.М. Михайлов, докт. техн. наук, професор

І.В. Бабкіна, канд. техн. наук, доцент

Харківський державний університет харчування та торгівлі, prosec_hduht@mail.ru

А.Л. Яцук, ст. викладач

Дніпродзержинський державний технічний університет, ann-yatsuk@mail.ru

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗКОНТАКТНОЇ ЕКСТРУЗІЇ ТА НВЧ-ОБРОБКИ У ПРОЦЕСАХ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ

Екструзія є ефективним методом формування при організації поточного виробництва і широко застосовується в різних галузях промисловості, включаючи харчову. В хлібопекарській промисловості процес екструзії достатньо часто використовують в якості одного з елементів устаткування для обробки тістового напівфабрикату: як складова частина тістоділителів, при формуванні макаронних та кондитерських виробів, соломки, пряників, сухарних плит та інших.

Екструзія являє собою метод продавлювання (пресування) тіста через філь'єру, що приводить до підвищення температури в тісті і коагуляції білка. В результаті тісто виходить жорстким та втрачає смакові якості. Наприклад, російські технології виробництва пельменів передбачають створення тістової трубки, наповненої фаршем, і при проходженні через філь'єри тісто дуже сильно нагрівається (біля 50°C), внаслідок чого при варінні виробів воно стає, як «гума», а це суттєво погіршує смакові якості продукту [1].

Також, при формуванні заготовок з тіста, що мають високі адгезійні властивості, мають місце неминучі витрати, які направлені на подолання налипання тіста на робочий елемент формуючого обладнання.

У зв'язку з цим представляється актуальною розробка екструзійного обладнання, в якому опір руху тіста було б зведено до мінімального, що дозволить підвищити ефективність та надійність його роботи, а також підвищити продуктивність [2].

Така задача може бути вирішена, якщо створити тонкий повітряний прошарок між тістом, що рухається в отворах формуючого елемента (матриці) з одного боку, та стінками отвору – з іншого. Це можливо зробити за рахунок пористого вкладишу, що вставляється в формуючий отвір матриці, є проникним для повітря і має достатньо однорідну і міцну структуру (Рис.).

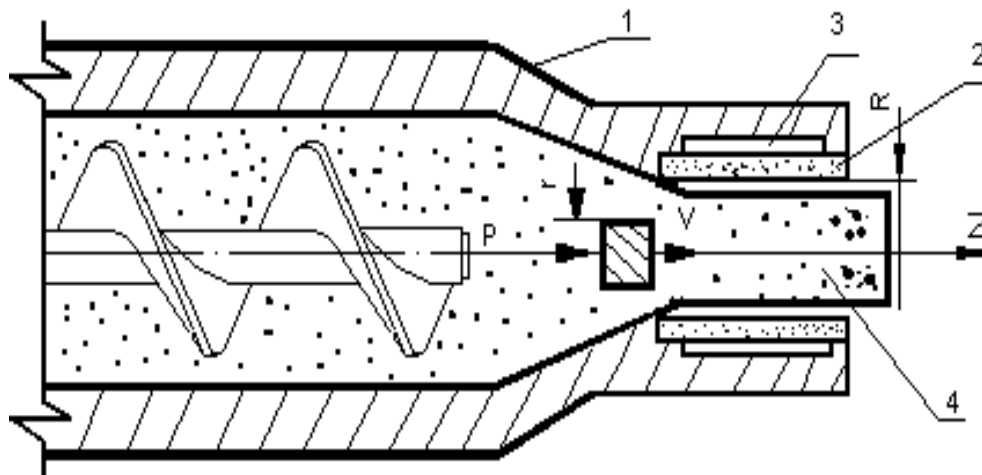


Рис. 1 – Екструдер з пористими вкладишами 1 – корпус формуючого обладнання; 2 – пористий вкладиш; 3 – повітряна камера; 4 – маса, що випресовується

Такий тонкий прошарок повітря утворюється за допомогою стислого повітря, що поступає із пневмосистеми і проходить через пористий вкладиш.

Використання безконтактного способу формування борошняних виробів дозволить проводити пресування (формування) при більш низьких температурах, що позитивно відобразиться на смакових якостях виробів (виключається теплова денатурація клейковини).

Усунення такого недоліку, як налипання тіста, при виробництві борошняних виробів дасть велику технічну і економічну користь: зменшаться енергетичні витрати на формування (пресування), зменшиться робочий тиск в камері, підвищиться швидкість формування виробів, що допоможе скоротити виробничий цикл в цілому.

Досить широке застосування у виробництві борошняних виробів отримала НВЧ-обробка, зокрема для сушіння макаронних виробів, що дає можливість скоротити тривалість технологічного процесу за рахунок виключення додаткового обладнання на процес сушіння сирих виробів, знизити собівартість і поліпшити якість готової продукції [3].

Проведення процесу вистоювання тіста в полі НВЧ при потужності 250-500 Вт протягом 10-40 с під час виробництва бубличних виробів скорочує тривалість процесу і дозволяє істотно поліпшити якість готової продукції [4].

При використанні випічки в електромагнітному полі надвисокої частоти збільшується темп нагрівання і скорочується тривалість теплової обробки в 5-10 разів порівняно з поверхневим нагріванням, виключає підгоряння виробів, повніше зберігається поживна цінність продукту, збільшується вихід готових виробів [5].

Тому досить перспективним є використання поєднаного методу екструзії з НВЧ-обробкою під час виробництва борошняних виробів і продовження досліджень в цьому напрямку.

Отже, широкі можливості в напрямку інтенсифікації технологічних процесів відкриваються при створенні таких умов процесу, які забезпечують одночасно комплексний вплив на сировину, що виробляється. Для забезпечення суттєвої інтенсифікації технологічних процесів при виробництві борошняних виробів, перспективним є використання комбінованих методів обробки сировини, таких як НВЧ-обробка разом із безконтактною екструзією.

Список посилань

1. Пат. на полезную модель № 93222 Российская Федерация, МПК 7: А21С 9/06, Автомат для производства изделий из теста с начинкой/ Швец Е.Д., Прадун Д.А., Манихин С.М и др.; владельцы модели: общество с огранич. ответств. «Внедренческое конструктор. предприятие «Сигнал-Пак». – № 2008147486/22; заявл. 01.12.08; опубл. 27.04.10. – 8 с.: ил.
2. Исследование экструзионной технологии высоковязких пищевых масс / Брылёв Е.А., Яцук А.Л. // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: Міжнародна наук.-практ. конф., присвяч. 40-річчю Харків. держ. ун-ту харч. і торг., 17.10.2007 р.: Тези доповідей. У 2 ч. – Харків: ХДУХТ. – 2007. Ч. 1. – С. 211 – 212.
3. Арсланов Ш. Влияние электрофизических воздействий на технологический процесс хлебопечения / Ш. Арсланов // Хлебопродукты. – 2010. № 11 – С. 56–57.
4. Патент 2422018 Российская Федерация, МПК С1 А21Б 13/08, А21Б 8/02. Способ производства бараночных изделий с использованием СВЧ-энергии / И.Т. Кретов, С.В. Шахов, Р.В. Лазарев. – № 2010110960/13; заявл. 22.03.2010; опубл. 27.06.2011, Бюл. №18.
5. Ушакова, Н.Ф. Опыт применения СВЧ-энергии при производстве пищевых продуктов / Н.Ф. Ушакова, Т.С. Копылова, В.В. Касаткин, А.Г. Кудряшова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 10. – С. 30–32.

УДК 678.643

А.А. Королёв, канд. техн. наук, доцент

Черниговский национальный технологический университет, a4461461@mail.ru

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СОЛЕЙ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕАКЦИИ ЭТЕРИФИКАЦИИ

Сложные эфиры глицерина с жирными кислотами находят практическое применение в качестве эмульгаторов, диспергаторов, ароматизаторов в пищевой, косметической, лакокрасочной промышленности. Важным направлением использования сложных модифицированных эфиров полиспиртов и органических кислот является возможность их использования в качестве ингибиторов коррозии [1].

В промышленных условиях этерификация глицерина высшими жирными кислотами проводится при температурах 483...513 К. В синтезах алкидных смол и получении эмульгаторов, ПАВ используются катализаторы – оксиды металлов, Na_2CO_3 , щелочи.

Целью работы является изучение каталитического действия ряда металлов 3 и 4 периодов системы элементов в виде солей (ацетаты, карбонаты, хлориды) в реакции глицерина с жирными кислотами при температуре 433 К.

Реакция проводилась как при отсутствии растворителя, так и добавками небольших количеств диметилсульфоксида (ДМСО). Контроль осуществлялся по показателю кислотного числа реакционной массы методом щелочного титрования. Активность катализатора оценивалась по степени превращения P карбонильных групп (%) и по условному коэффициенту $Ka = P/\tau$ через заданные промежутки времени τ .

Исходные компоненты: глицерин и каприловая кислота; катализаторы: калия ацетаты и карбонаты, натрия ацетаты и карбонаты.

Для сравнительного анализа активности катализаторов выбраны Ka при 80 мин. и P при 120 мин., при этом наблюдались наибольшие скорости реакции. Экспериментальные данные приведены в таблице.

Таблица 1 – Данные скорости реакции Ka и степени превращения P

| Показатель | Карбонаты | | Ацетаты | | Без катализатора |
|------------|-----------|------|---------|------|------------------|
| | К | Na | К | Na | |
| Ka | 0,5 | 0,44 | 0,48 | 0,44 | 0,40 |
| P | 56 | 51,5 | 55 | 52,5 | 45 |

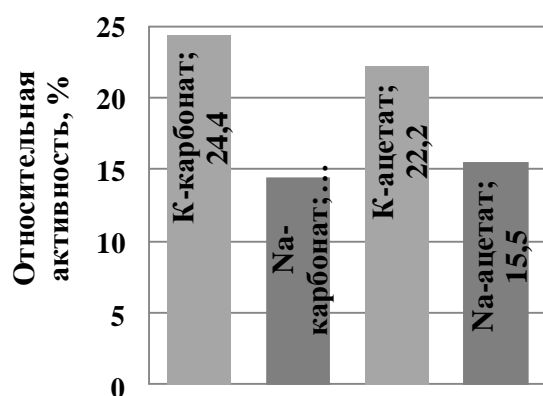


Рис.1 – Относительная активность катализаторов по показателю P по отношению к скорости реакции без катализатора

Все изученные соли проявляют каталитическую активность по сравнению с реакцией без катализатора: относительные показатели по параметру P приведена на рисунке 1.

С добавкой ДМСО активность катализаторов увеличилась, при этом значительно для натрия ацетата и карбоната (на 30 %). Для калиевых солей увеличение составляет – 24 %.

Список источников

1. Корольов О.О. Дослідження протикорозійних властивостей відходів хімічного та харчового виробництв / О.О. Корольов, О.І. Сиза, О.М. Савченко // Вісник ЧДТУ. – 2006. – № 26. – С. 123–128.

УДК 620.197.3

Ю.В. Квашук, канд. техн. наук
Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка
О.І. Сиза, докт. техн. наук, професор
О.М. Савченко, канд. техн. наук, доцент
Чернігівський національний технологічний університет, syza@rambler.ru

ЕКСТРАКТ КОРИННЯ ХРІНУ В ПРОТИКОРОЗІЙНОМУ ЗАХИСТІ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Постановка проблеми

Проблема протикорозійного захисту елементів конструкцій та технологічного обладнання харчових галузей, що експлуатуються в умовах сумісної дії механічних навантажень та корозійно активних середовищ, завжди була і залишається в центрі уваги інженерної практики і науковців [1]. Сьогодні значимість та актуальність цієї проблеми зростає, вона набуває нових акцентів у зв'язку з сучасними тенденціями розвитку техніки: збільшення потужності машин і підвищення експлуатаційних параметрів робочих середовищ [2].

Ефективним засобом захисту металів від корозії є застосування інгібіторів. Більшість інгібіторів, які використовуються на підприємствах харчової промисловості України при промивці та дезінфекції обладнання, наприклад, ПБ-5, ХОСП-10 «Унікол», мають ряд суттєвих недоліків: нестабільність складу сировини для їх виробництва; екологічна небезпека, пов'язана із наявністю канцерогенів та стійким неприємним запахом; технологічні ускладнення при експлуатації. Тому актуальною задачею сьогодення в сфері протикорозійного захисту устаткування харчових галузей є розширення асортименту безпечних інгібіторів як на стадії виробництва, так і застосування, на основі сировини біологічного походження.

Мета роботи

Дослідження ефективності інгібіторів на основі рослинної сировини (коріння хрину) у протикорозійному захисті обладнання харчових виробництв в агресивних технологічних середовищах.

Об'єкти і методи дослідження

В якості інгібуючої добавки досліджували протикорозійну активність водно-спиртового екстракту із коріння хрину (інгібітор ХС). Інгібітор ХС – рідина жовтого забарвлення з вмістом активних речовин 2% (глюконастурційн та синігрин). Для дослідження використовували кислотні робочі середовища харчових виробництв.

Гравіметричні випробування проводили на зразках сталі Ст3 у вигляді прямокутних пластинок розміром 50,3×22,3×3,2 мм. Швидкість корозії розраховували за формулою:

$$K_m = \frac{m_1 - m_2}{S \cdot \tau} \quad (1)$$

де K_m – швидкість корозії, г/(м²·год);

m_1, m_2 – маса зразка до та після випробування, г;

S – площа поверхні зразка, м²;

τ – тривалість дослідження, години.

Ефективність захисної дії інгібітора корозії оцінювали за ступенем захисту:

$$Z_m = [(K_m - K'_m) / K_m] \cdot 100, \% \quad (2)$$

де K_m, K'_m – швидкість корозії металу в середовищі без інгібітора та з інгібітором, відповідно, г/(м²·год).

Результати дослідження

Результати дослідження ефективності інгібітора ХС в 1n розчинах кислот представлені на рис. 1. Встановлено, що зразки в інгібованих розчинах мали на поверхні міцні, рівномірні, матові плівки насиченого сірого кольору. В неінгібованих розчинах на поверхні зразків утворювались пухкі, сірі продукти корозії з прогалинами. Максимальний захист зразків зі сталі Ст3 ($Z_m = 69,6 - 98,6 \%$) спостерігаються при концентрації інгібітора в кислих середовищах 0,4 г/л, у перерахунку на діючі речовини.

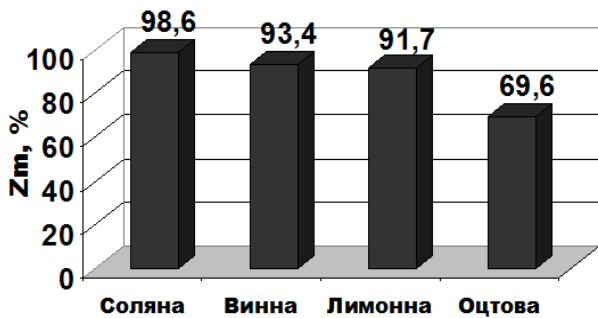


Рис. 1 – Протикорозійна активність інгібітора ХС на сталі Ст3 в 1n розчинах кислот (експозиція 24 години, 293 К, $C_{ін} = 0,4$ г/л)

Ефективність протикорозійного захисту суттєво не змінюється з подальшим підвищенням концентрації інгібітора до 0,5 г/л (у перерахунку на діючі речовини). Так, в 1n розчині соляної кислоти ступінь захисту становить $Z_m = 98,8\%$.

Оскільки більшість технологічних процесів у харчових виробництвах відбуваються за підвищених температур, досліджено вплив температури на протикорозійні властивості інгібітора ХС (табл. 1). Встановлено, що з підвищенням температури від 293 К до 333 К швидкість корозії сталі Ст3 у соляній, винній та лимонній кислотах зростає у 3,5-4,0 рази. Ступінь інгібіторного захисту при цьому знижується (рази): 1,26 – у соляній; 1,31 – у винній; 1,30 – у лимонній. Це пов'язано з тим, що при підвищених температурах інтенсивно протікає розщеплення діючих речовин інгібітору – глюконастурційну та синігрину.

Таблиця 1 – Протикорозійна активність інгібітора ХС в 1n розчинах кислот на Ст 3 за різних температур (експозиція 3 години)

| Кислоти | 293 К | | | 313 К | | | 333 К | | |
|---------|--|----------------------|--------------------|--|----------------------|--------------------|--|----------------------|--------------------|
| | К _м , г/(м ² ·год) | | Z _м , % | К _м , г/(м ² ·год) | | Z _м , % | К _м , г/(м ² ·год) | | Z _м , % |
| | без <i>I_n</i> | <i>I_n</i> | | без <i>I_n</i> | <i>I_n</i> | | без <i>I_n</i> | <i>I_n</i> | |
| Соляна | 4,12 | 0,06 | 98,6 | 6,50 | 0,79 | 87,8 | 10,34 | 2,22 | 78,5 |
| Винна | 1,82 | 0,12 | 93,4 | 3,05 | 0,53 | 82,6 | 5,03 | 1,44 | 71,4 |
| Лимонна | 1,80 | 0,15 | 91,7 | 2,99 | 0,59 | 80,3 | 4,91 | 1,43 | 70,9 |

Висновки

Інгібітор на основі коріння хрину характеризується високою ефективністю протикорозійного захисту маловуглецевих сталей у кислих середовищах. Максимальні захисні властивості спостерігаються при концентрації інгібітора 0,4 г/л, у перерахунку на діючі речовини в 1n розчині соляної кислоти ($Z_m = 98,6\%$). Розроблений інгібітор є екологічно безпечним, відповідає санітарно-гігієнічним нормам, що дозволяє рекомендувати його для протикорозійного захисту обладнання харчових виробництв.

Список посилань

1. Сизая О.И. Исследование защитного действия противокоррозионных материалов на основе продуктов растительного происхождения / О.И. Сизая, О.Н. Савченко, А.А. Королев // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2005. – № 5. – С. 34 – 39.
2. Тищенко Г.П. Коррозия і захист від корозії в харчовій промисловості: Кн.1 / Г.П. Тищенко, М.В. Бурмістр. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. – 457 с.

УДК 667.494

В.Г.Бакалов, канд. техн. наук, доцент

С.А.Наумчик, старший викладач

Чернігівський національний технологічний університет, bakalow@mail.ru

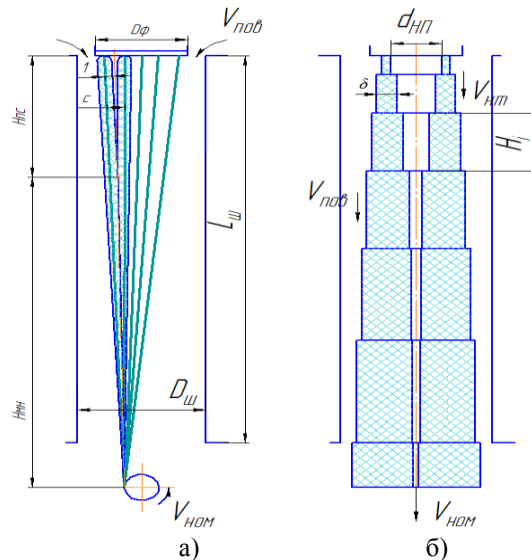
П.І.Чердніченко, докт. техн. наук, професор

РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ ОБДУВОЧНОЇ ШАХТИ ЗАКРИТОГО ТИПУ

При формуванні ниток з розплаву, процес охолодження ниток є одним з основних, від його залежить якість готової продукції. У зв'язку з цим, актуальним є розробка математичної моделі охолодження пучка ниток в обдувочній шахті та створення на її основі нових пристроїв, що дозволяють значно підвищити якість ниток, які формуються.

Розділимо умовно шахту на дві ділянки. На першій ділянці, від філь'єри до точки перетину примежових шарів двох сусідніх ниток, охолодження ниток будемо розглядати окремо. На другій ділянці, від наведеної точки і до першого транспортуючого диску, охолодження здійснюється в режимі мононитки. Тому математична модель охолодження нитки в обдувочній шахті закритого типу повинна враховувати ці особливості.

На першій ділянці охолодження нитки товщина примежового шару зростає (рис. 1), а товщина нитки зменшується.



$D_{ш}$ – діаметр шахти; $L_{ш}$ – довжини шахти; $D_{ф}$ – діаметр філь'єри; $V_{пов}$ – швидкість повітря; $V_{нам}$ – швидкість намотування; $V_{нп}$ – поточна швидкість нитки; $d_{нп}$ – поточний діаметр нитки; $H_{пс}$ – довжина зони на якій відбувається об'єднання пограничних шарів двох сусідніх ниток; $H_{мн}$ – довжина зони на якій пучок розглядається як мононитка; δ – товщина примежового шару; c – відстань між сусідніми нитками.

Рис. 1 – Розрахункова схема: а) руху ниток в обдувочній шахті; б) зміна діаметру нитки та примежового шару по висоті шахти

Задача першого етапу полягає у визначенні довжини зони, на якій відбувається об'єднання примежових шарів двох сусідніх ниток.

Існує декілька підходів по визначення товщини примежового шару в залежності від поточної координати, яка визначається відстанню від філь'єри.

Так, в роботі [1] наведені експериментальні результати товщини примежового шару, а в роботах [2,3] наведені формули для розрахунку його товщини:

$$\text{для течії в ламінарному режимі: } \delta_l = 5,2 \cdot x \cdot \text{Re}^{-0,5}; \quad (1)$$

$$\text{для течії в турбулентному режимі: } \delta_m = 0,37 \cdot x \cdot \text{Re}^{-0,2} \quad (2)$$

де x – шлях нитки;

Re – критерій Рейнольдса, який визначається:

$$Re = \frac{V_n \cdot x \cdot \rho_n}{\mu_n} \quad (3)$$

де V_n – швидкість нитки;
 ρ_n – щільність повітря;
 μ_n – в'язкість повітря.

Порівняння методик розрахунку товщини примежового шару наведено на рисунку 2. Аналіз отриманих даних показує, що починаючи з координати ($x=1.2$ м) похибка теоретичних та експериментальних даних не перевищує 3%.

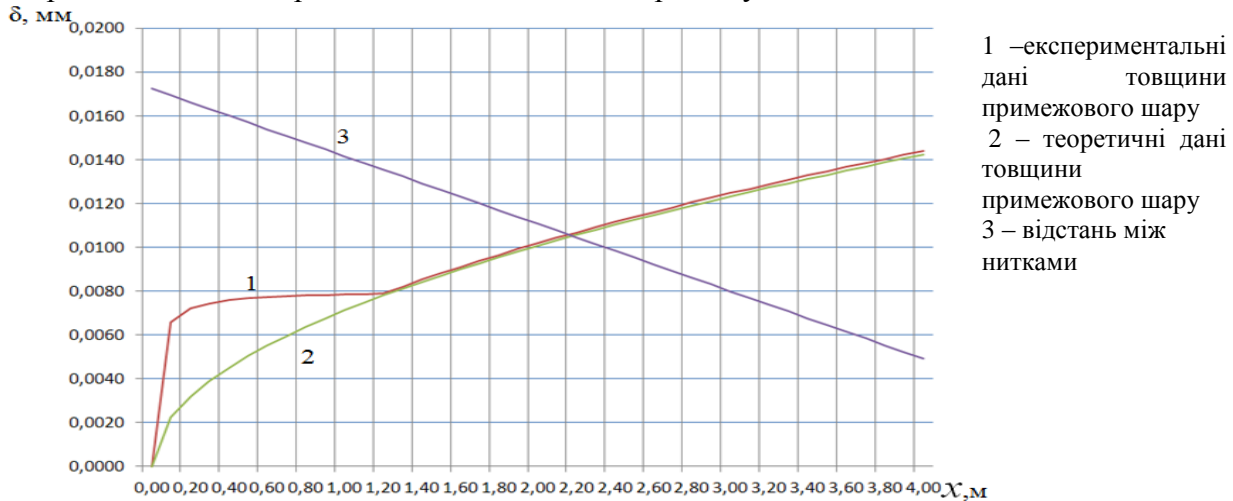


Рис. 2 – Зміна товщини примежового шару і відстані між нитками в залежності від відстані (x) від філь'єри

Перетин графіків показує точку, в якій примежові шари двох ниток зникаються ($x=2.2$ м) і після цієї точки нитки охолоджуються як одна мононитка (другий етап).

У відомих рівняннях [1], які використовуються для розрахунку зміни температури замість коефіцієнта тепловіддачі α , який враховує тільки тепловіддачу до повітря використовуємо так званий термічний коефіцієнт K, який враховує і тепловіддачу і примежовий шар та розраховується за формулою:

$$K = \frac{1}{r_n \left(\frac{1}{r_{noz} \alpha} + \frac{1}{2\lambda_{воз}} \ln \left(\frac{r_{noz}}{r_n} \right) \right)}, \quad (4)$$

де r_n - поточний радіус нитки;
 r_{noz} - поточний радіус прикордонного шару;
 α – коефіцієнт тепловіддачі від прикордонного шару повітря;
 $\lambda_{воз}$ - коефіцієнт теплопровідності повітря.

Проведені розрахунки показали, що при врахуванні примежового шару довжина шахти збільшується на 70%.

Список посилань

1. Панкеев А.М. Исследование и моделирование процесса охлаждения нитей при формовании. / Панкеев А.М., Чердниченко П.И., Корниенко С.П.– Чернигов: ЧДТУ, 2005. – 142 с.
2. Елисеев В.И. Теплообмен формуемых нитей в цилиндрических обдувочных шахтах/ В.И.Елисеев, Ю.П.Совит, Л.А.Флеер, А.М.Панкеев //Тезисы докладов III-й Всесоюзной научно-практической конференции “Создание и внедрение современных аппаратов с активными гидродинамическими режимами для текстильной промышленности и производства химических волокон.” – М.; ЦНИИ ТЭИ легпром. 1989. – с.30–31.

3. Перепелкин К.Е. Основные динамические и кинематические закономерности процессов формирования химических волокон / К.Е.Перепелкин // Химические волокна.– 1968.– №1. – с.3–12.

УДК 678.057.5

С.П.Скрипник, канд. техн. наук,
В.Г.Бакалов, канд. техн. наук, доцент
Чернігівський національний технологічний університет, bakalow@mail.ru
П.І.Чередніченко, докт. техн. наук, професор
О.В.Бакалов, директор ТОВ «Антарис»

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ПЛОСКОЇ ПЛІВКИ НА ПРИЙМАЛЬНО-ОХОЛОДЖУЮЧОМУ ВАЛКУ

При виготовленні плівки методом плоскощілинної екструзії, головне місце займають два вузла – екструзійна головка, яка формує плівку з розплаву, та охолоджуючий валок [1], який зазвичай встановлюється за екструзійною головкою і здійснює пластичне деформування екструдату, забезпечує необхідні ширину і товщину плівки та її охолодження до заданої температури. В зв'язку з цим слід враховувати, що на якість плівки впливають наступні фактори: реологічні процеси, що протікають в екструзійній головці; процеси витягування, які мають місце на ділянці між екструзійною головкою та охолоджуючим валком; процес витягування плівки на охолоджуючому валку зі зміною її товщини та ширини.

В роботі [1] представлена розрахункова схема для визначення ширини та товщини плівки при її витягуванні між плоскощілинною головкою та охолоджуючим валком. Представлена розрахункова схема базується на тому, що: сили тертя між плівкою та валком прикладені в одній точці; сила, що витягує плівку, також прикладена в одній точці і направлена перпендикулярно вісі валка. Такі припущення не цілком точно показують справжній характер витягування плівки між плоскощілинною головкою та охолоджуючим барабаном.

Розтягуюча сила зменшується від максимального значення в точці дотику плівки до мінімального значення, що виникає в плівці після проходження охолоджуючого барабану. В зв'язку з цим ширина та товщина виробленої плівки буде дещо іншою ніж розрахована по формулам роботи [1].

На рис.1 показана схема дії сил на плівку при взаємодії їх з охолоджуючим валком. Із схеми видно, що перед валком сила натягу плівки дорівнює T_0 , а після валка мінімальна T_1 .

Згідно з формулою Ейлера сила натягу T_0 розраховується за формулою:

$$T_0 = T_1 e^{f\varphi}. \quad (1)$$

де T_1 – сила натягу плівки після валка за законом Гука, Н ($T_1 = T_{Гука}$);

f - коефіцієнт тертя;

φ - поточний кут;

$\varphi_{зад}$ - кут обхвату плівкою охолоджуючого валка.

Сила тертя визначається за формулою:

$$F_{тр} = N \cdot f, \quad (2)$$

де N – реакція валку на плівку, Н.

В свою чергу, згідно схеми на рис.1, реакція валка розраховується за формулою:

$$N = (T + dT) \cdot \sin \frac{\beta}{2} + T \cdot \sin \frac{\beta}{2} = \sin \frac{\beta}{2} \cdot (T + dT + T). \quad (3)$$

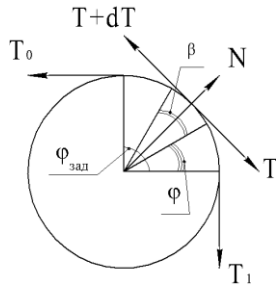


Рис.1 – Схема дії сил на плівку на валку

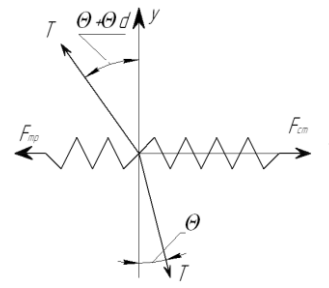


Рис. 2 – Схема натягу плівки в площині, що торкається валка (ось x направлена вздовж осі охолоджуючого валка)

Підставляючи формулу (3) в (2) отримуємо:

$$F_{mp} = f \cdot \sin \frac{\beta}{2} \cdot (T + dT + T). \quad (4)$$

Тоді загальна формула для визначення тертя, буде мати наступний вигляд:

$$F_{mp} = f \cdot \sin \frac{\Phi_{зад} - \Phi}{2} \cdot (T_1 \cdot e^{f \cdot \Phi_{зад}} + T_1 \cdot e^{f \cdot \Phi}). \quad (5)$$

Сила, що стягує плівку в два рази менше сили розтягування [2]:

$$F_{cm} = \frac{T - T_{Гюка}}{2} \cdot \frac{\delta}{\delta_0}, \quad (6)$$

де $T \leq T_{Гюка}$; $T_{Гюка}$ – така сила, що розтягує плівку, при якій, після її скидання, плівка набуває початкові розміри;

δ_0 - початкова ширина плівки, мм;

δ - поточна ширина плівки, мм.

Таким чином маємо:

$$F_{cm} = \frac{T_1 \cdot e^{f \cdot \Phi} - T_{Гюка}}{2} \cdot \frac{\delta}{\delta_0}. \quad (7)$$

В точці, де поточне значення натягу плівки менше $T_{Гюка}$, стягуюча сила буде $F_{cm} = 0$.

На рис.2 зображено схему натягу плівки в площині, яка торкається валка.

Сума всіх сил на вісь OX буде дорівнювати нулю, $\sum F_x = 0$. Тоді отримаємо:

$$F_{cm} + T \cdot \sin \theta = F_{mp} + T \cdot \sin(\theta + d\theta), \quad (8)$$

де θ - кут дії сили, що розтягує (рис.2);

$\theta + d\theta$ - кут дії сили, що розтягує в напрямку плоскощілинної головки.

З рівняння (8) і підставивши рівняння (5) і (7) отримаємо:

$$d\theta = \arcsin \frac{\frac{T_1 \cdot e^{f \cdot \Phi} - T_{Гюка}}{2} \cdot \frac{\delta}{\delta_0} + T_1 \cdot e^{f \cdot \Phi} \sin \theta - f \cdot \sin \frac{\Phi}{2} \cdot (T_1 \cdot e^{f \cdot \Phi_{зад}} + T_1 \cdot e^{f \cdot \Phi})}{T_1 \cdot e^{f \cdot \Phi}} - \theta. \quad (9)$$

Враховуючи, що в рівняння (9) входить θ , який є невідомим, визначаємо його з початкових умов. Відомо, що при $F_{mp} > F_{cm}$ кут нахилу краю плівки буде $\theta = 0$. Тоді розрахунок починаємо з точки, в якій плівка виходить з охолоджуючого валка ($\theta = 0$).

Слід відмітити, що у вказаній точці невідома і поточна ширина плівки δ . Тому, цю поточну ширину плівки шукаємо за допомогою методу «стрільби».

На основі проведених досліджень та розрахунків було створено блок-схему та програму. Розрахунки показали, що зі збільшенням діаметру охолоджуючого валка, коефіцієнту тертя полімеру об валок, збільшенням відстані від головки до валка, ширина плівки зменшується.

Наведена формула (9) і запропонований метод «стрільби» дозволяє визначити ширину та товщину виробляємої плівки.

Список посилань

1. Чередніченко П.І. Плоскощілинні головки для ламінування матеріалів. Конструкція, розрахунок, проектування. / П.І. Чередніченко, В.Г. Бакалов, О.В. Бакалов. – Чернігів: ЧДТУ, 2009. – 141 с.
2. Шаповал В.М. Механіка елєнгового течєния полимеров. / В.М. Шаповал – М.: Физматлит, 2007. – 176 с.

УДК 66.061.34

**О.О.Акимов, канд. техн. наук, доцент,
О.Л. Ігнатєнков, канд. техн. наук, доцент,**

Чернігівський національний технологічний університет, akimov.al.al@gmail.com

Є.К.Платонов, канд. техн. наук, академік ІАН

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРУЖНОСТІ РЕСОРНОГО КРІПЛЕННЯ ТАРІЛОК НА ЇХ АМПЛІТУДИ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ

Екстрагування подрібнєних матеріалів широко застосовується у багатьох галузях промисловості, зокрема у харчовій, хімічній промисловості та інших [1].

Одним з перспективних видів екстракторів є апарати з сопловими диференціально - струминними елементами. Конструктивне виконання апаратів у вигляді пульсаційної (вібраційної) колони з тарілками має таку позитивну якість, що останні окрім функції транспортування фаз виконують також і роль насадки, що знижує поздовжнє перемішування, тобто підвищує ефективність процесу [2].

Промислове використання диференційно-струминного екстрактора можливе при екстрагуванні цукру з подрібнєних на м'ясорубці відходів - хвостиків і бою буряка, подрібнєних виноградних вичавок, солодових паростків і інших матеріалів [3].

Найбільш ефективне проведення цих процесів здійснюється при протитопі фаз. Тому вибір типу екстрактора та його конструкції є важливою задачею при проектуванні технологічних систем переробки подрібнєних матеріалів. З точки зору енергозатрат найбільш економічними є апарати з вібраційним рухом робочих органів резонансного типу.

Перспективною є розробка коливального пристрою резонансного типу диференційно-струминного екстрактора для промивання подрібненої сировини харчових виробництв, що забезпечує інтенсивне отримання корисних речовин [3]. В екстракторі тяги на яких розміщені тарілки закріплені в пружній ресорі, що дає їм змогу коливатися. Тарілки з тягами вважаємо за жорстке тіло, яке коливається у вертикальному напрямку на пружній опорі у вигляді горизонтально розташованих ресор. Тарілки в корпусі закріплені на восьми ресорах прямокутного перерізу. Механічна система має одну ступінь волі.

Динамічною моделлю механічної системи є осцилятор з кінематичним збудженням (рис. 1).

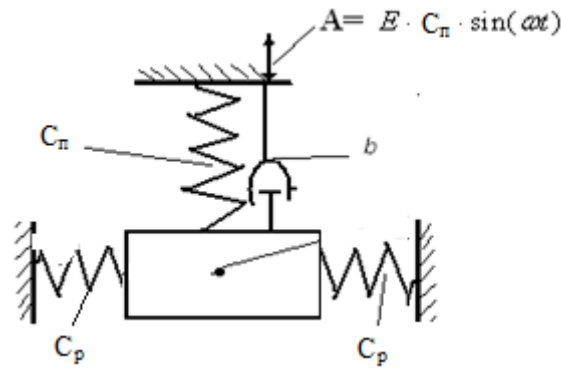


Рис. 1. Динамічна модель коливальної системи

Згідно з рекомендаціями [2], математична модель коливального процесу має вигляд:

$$m \cdot \frac{d^2}{dt^2} x(t) + b(t) \cdot \frac{d}{dt} x(t) + C \cdot x(t) = E \cdot e \cdot C \cdot \sin(\omega t), \quad (1)$$

де m – маса коливальної системи, кг;

b – коефіцієнт опору середовища;

C – жорсткість підвісу, кг·м²;

e – ексцентриситет приводного валу ($e=2,5 \times 10^{-3}$ м.).

Жорсткість підвісу тарілки визначиться наступним чином:

$$C = C_n + \frac{24E \cdot I}{L^3} \quad (2)$$

де C_n – жорсткість пружини, Н/м;

I – момент інерції перерізу ресори, м⁴;

L – довжина ресори, м.

За допомогою математичного пакету Mathcad проведемо чисельне інтегрування диференційного рівняння. Матриця рівняння та початкові умови мають вигляд:

$$D(t, X) := \begin{bmatrix} X_1 \\ \frac{1}{m} \cdot |F(t) - b(t) \cdot X_1 - C \cdot X_0| \end{bmatrix}, \quad X := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Чисельне інтегрування проводимо методом Рунге – Кутта з фіксованим кроком інтегрування: $Y := \text{rkfixed}(X, 0, 45, 5000, D)$

На рисунках 2, 3, 4 наведено числові розв’язки рівняння в період розгону та стабільної роботи коливальної системи екстрактора. На вказаних рисунках прийнято наступні позначення: $Y^{(0)}$ – час процесу, с; $Y^{(1)}$ – амплітуда коливань системи, м.

При стаціонарному режимі власні коливання затухають і не впливають суттєво на амплітуду вимушених коливань. Амплітуда вимушених коливань значно перевищує ексцентриситет валу, що досягається наближенням частоти вимушених коливань до власних. Частота власних коливань визначиться з виразу:

$$p = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{1,15 \cdot 10^4}{30}} = 19,579, \text{ рад/с.} \quad (3)$$

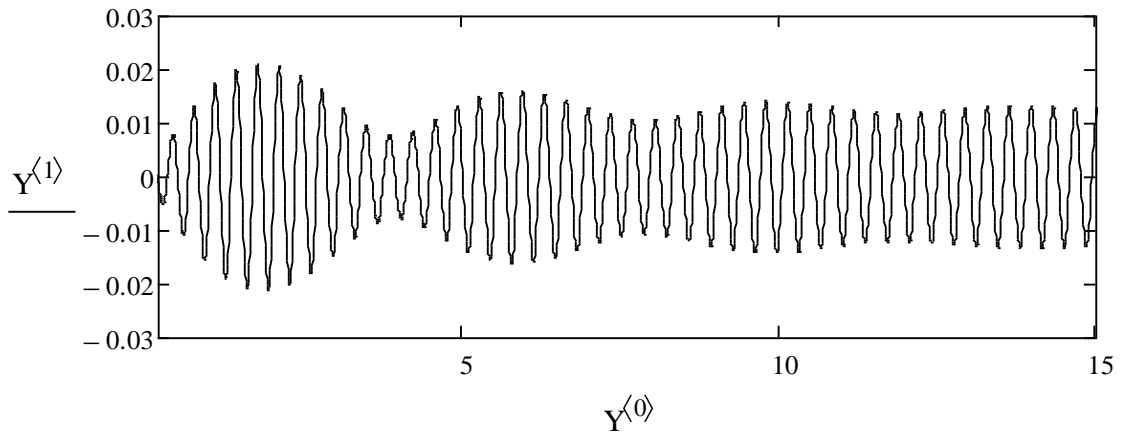


Рис. 2 – Часова залежність амплітуди коливань тарілок періоду пуску при частоті вимушених коливань $\omega=18$ рад/с

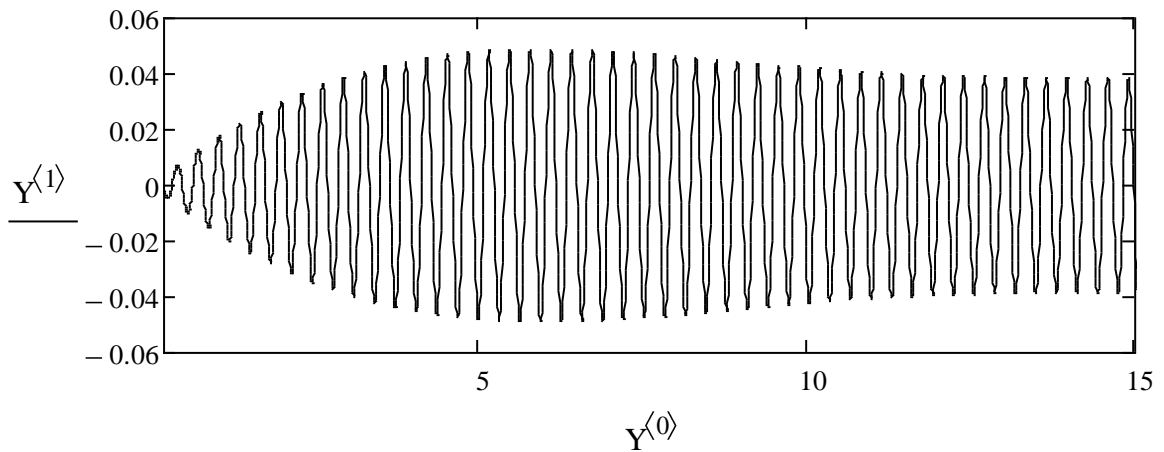


Рис. 3 – Часова залежність амплітуди коливань тарілок періоду пуску при частоті вимушених коливань $\omega=20$ рад/с

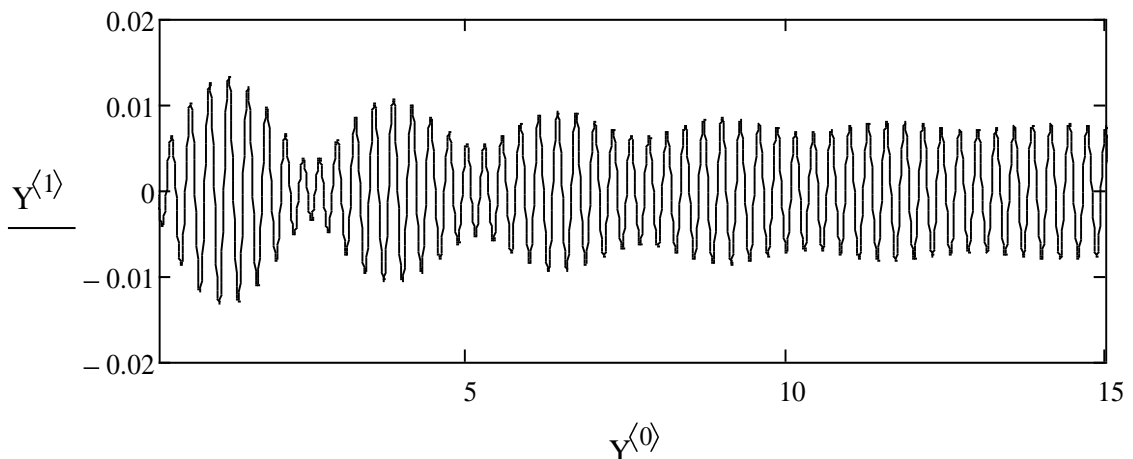


Рис. 4. – Часова залежність амплітуди коливань тарілок періоду пуску при частоті вимушених коливань $\omega=22$ рад/с

Частота вимушених коливань становить близько 20 рад /с, амплітуда вимушених коливань визначається коефіцієнтом динамічності та опором середовища (особливо при переході через резонанс).

Резонансний режим може значно збільшити амплітуду коливальної системи, яка обмежується демпфувальними властивостями середовища.

Для оцінки амплітуд коливань необхідно користуватися їх середньоквадратичними значеннями:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n-1} \left(\overset{(1)}{\curvearrowright} \right)^2}. \quad (4)$$

При прийнятій величині опору максимальна амплітуда стаціонарних коливань може досягти 0,023м.

Колівальна система є чутливою до настроювання на резонанс. Збільшення демпфування зменшує амплітуди коливань та скорочує час нестационарного режиму.

Дослідження показали, в резонансному екстракторі можливе досягнення значно більшої амплітуди коливань тарілок в порівнянні з жорстким підвісом.

Список посилань

1. Назаров Н.И. Технология и оборудование пищевых производств. / Н.И. Назаров. – М.: Пищевая пром.-сть, 1977, – 350 с.
2. Городецкий И.Я. Вибрационные массообменные аппараты. / И.Я. Городецкий. – М.: «Химия», 1980, – 192 с.
3. Игнатенков А.Л. Противоточные твердофазные массообменные аппараты. / А.Л. Игнатенков. – К.: УМКВО, 1992, – 68 с.

УДК 677.05.+677.521

О.О Акимов, канд. техн. наук, доцент

Б.С. Завертаний, магістрант

Чернігівський національний технологічний університет, akimov.al.al@gmail.com

І. Л. Оборський, канд. техн. наук

Київський національний університет технологій і дизайну

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРУЖНОСТІ ПАКУВАННЯ НА КРИТИЧНІ ШВИДКОСТІ БОБІНОТРИМАЧА

Бобінотримач складається з консольного валу на кінці якого розміщена оправка з пакуванням. Вал спирається на два кулькові підшипники, які розміщені в корпусі 3, на бобінотримачі 1 розміщене трьохконусне пакування 2 (рис. 1) [1].

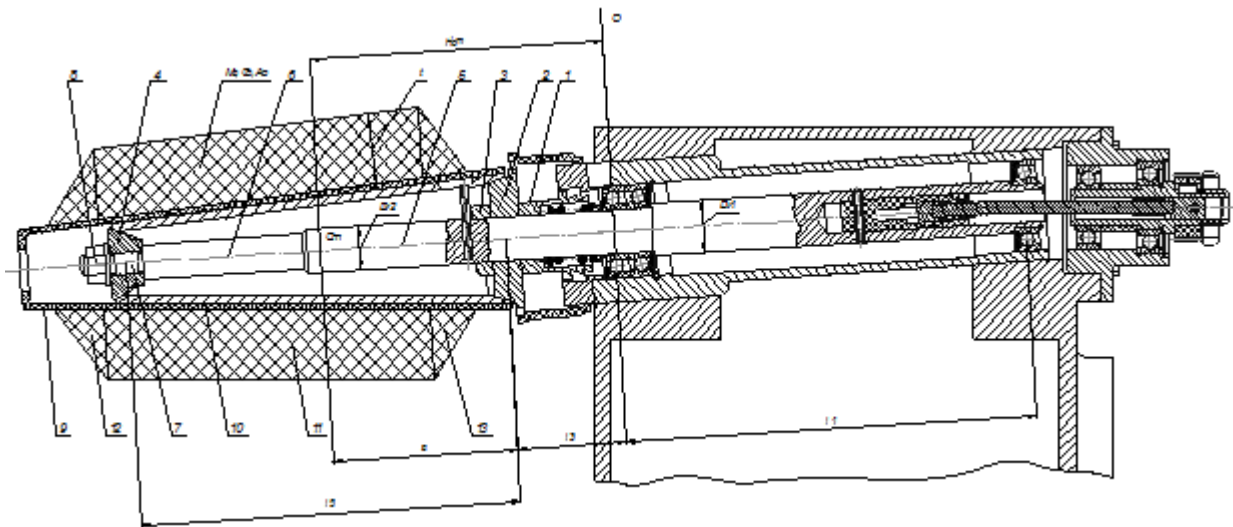


Рис.1. – Схема бобінотримача

Для розрахунків критичних швидкостей намотувальних роторів широке поширення одержав метод “напівжорсткого” шпинделя, який дозволяє визначити значення критичних швидкостей з точністю до 3 %. Точність методу обмежена похибкою розрахункового визначення пружних та інерційних характеристик бобінотримача, що викликана ідеалізацією розрахункової схеми.

Динамічна модель має одну масу (бобінотримач з пакуванням), яка розміщена на пружному валу. Пакування притискується до обкатуючого ролика.

Положення центру мас при коливаннях визначається чотирма узагальненими координатами: переміщенням центру мас η, ξ та кутами нахилу головної центральної осі інерції (ГЦОІ) α, β , до осі обертання в вертикальній та горизонтальній (включає вісь ролика) координатних площинах.

Кінетична енергія механічної системи складається з суми енергій поступального та коливального руху бобінотримача та визначиться аналогічно [2] за залежністю:

$$T_o = \frac{1}{2} [M_o (\dot{\eta}^2 + \dot{\xi}^2) + A_o (\dot{\alpha}^2 + \dot{\beta}^2) + C_o \omega^2 + 2C_o \omega \dot{\alpha} \beta], \quad (1)$$

де M – маса бобінотримача з пакуванням, м;

A – екваторіальний момент інерції бобінотримача з пакуванням, кг·м²;

C – полярний момент інерції бобінотримача з пакуванням, кг·м².

Потенційну енергію системи визначимо, як суму енергій деформованого валу з ізотропною жорсткістю в двох координатних площинах [1]:

$$\Pi = \frac{1}{2} [m_1 (\eta^2 + \xi^2) + 2m_2 (\eta - \beta \xi) + m_3 (\xi^2 + \beta^2) + C_1 (\xi - l_1 \cdot \beta)^2 + C_2 (\xi + l_2 \cdot \beta)^2], \quad (2)$$

де m_1, m_2, m_3 – коефіцієнти жорсткості пружної системи в вертикальному напрямку;

$C_n = C_1 + C_2$ – жорсткість пакування в радіальному напрямку;

l_1, l_2 – відстань від центра мас до границь пакування.

У процесі напрацювання пакування знижується кутова швидкість бобінотримачів, змінюються параметри інерції та жорсткості. Через повільну зміну параметрів бобінотримача є припустимим розглядати дискретні стани бобінотримача протягом всього процесу наробітки пакування.

За допомогою рівняння Лагранжа другого роду та виразів кінетичної та потенційної енергій, математична модель, що описує вільні коливання має наступний вигляд:

$$\begin{cases} M\ddot{\eta} + m_{1\eta}\eta - m_{2\eta}\alpha = 0; \\ M\ddot{\xi} + (m_{1\xi} + C_n)\xi - (m_{2\xi} - (C_1 l_1 - C_2 l_2))\beta = 0; \\ A\ddot{\alpha} + C\omega\dot{\beta} - m_{2\eta}\eta + m_{3\eta}\alpha = 0; \\ A\ddot{\beta} - C\omega\dot{\alpha} - (m_{2\xi} - (C_1 l_1 - C_2 l_2))\xi + (m_{3\xi} + C_1 l_1^2 + C_2 l_2^2)\beta = 0 \end{cases}, \quad (3)$$

де M_o – маса насадки (під насадкою розуміється оправка бобінотримача, нитконосій та пакування), м;

C_o – полярний момент інерції насадки, кг·м²;

A_o – екваторіальний момент інерції насадки, кг·м²;

$\varphi, \eta, \xi, \alpha, \beta$ – узагальнені координати, що характеризують положення центра мас динамічної моделі;

$m_{1\eta}, m_{2\eta}, m_{3\eta}, m_{1\xi}, m_{2\xi}, m_{3\xi}$ – коефіцієнти жорсткості механічної системи в горизонтальному та вертикальному напрямку (напрямку осей) відповідно.

Критичні швидкості ротора на основі рекомендацій [2], визначаються із задачі на власні частоти з ермітовою матрицею:

$$(M - iC)\bar{x} = \lambda K\bar{x}, \quad (4)$$

де $\lambda = 1/\omega^2$;

M – матриця інерційних коефіцієнтів;

C – матриця гіроскопічних коефіцієнтів;

K – матриця жорсткості.

Пошук значень власних коливань приводиться до розв’язання стандартної задачі:

$$A\bar{y} = \lambda\bar{y} \quad (5)$$

з дійсною симетричною матрицею A подвійного порядку в порівнянні з M , C і K .

Матриця інерційних коефіцієнтів має вигляд:

$$M = \text{diag}(M_0, M_0, A_0 - C_0, A_0 - C_0). \quad (6)$$

Матриця коефіцієнтів жорсткості має вигляд

$$K_{\omega\omega} := \begin{bmatrix} m_1 & -m_2 & 0 & 0 \\ -m_2 & m_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_1 + k_1 + k_2 & -m_2 + (k_1 \cdot b_1 - k_2 \cdot b_2) \\ 0 & 0 & -m_2 + (k_1 \cdot b_1 - k_2 \cdot b_2) & m_3 + k_1 \cdot b_1^2 + k_2 \cdot b_2^2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Жорсткість пружної системи визначається пружністю вала та пружними властивостями тіла намотування аналогічно [2]. Вихідні дані: $Lr = 0.25$ м; $Rno = 0.039$ м; $Ho = 99.6 \cdot 10^{-3}$ м; $\alpha = 3.5^\circ$; $\beta = 45^\circ$ Результати розрахунку за допомогою програми Mathcad наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення критичних швидкостей

| Жорсткість пакування, Н/м | Значення критичних швидкостей для початку процесу напрацювання пакування, рад/с | | | | Значення критичних швидкостей для закінчення процесу напрацювання пакування, рад/с | | | |
|---------------------------|---|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|
| | ω_1 | ω_2 | ω_3 | ω_4 | ω_1 | ω_2 | ω_3 | ω_4 |
| 10^4 | 693 | 700 | 6872 | 6874 | 411 | 416 | 6475 | 6475 |
| 10^5 | 693 | 756 | 6872 | 6884 | 411 | 461 | 6475 | 6482 |
| 5×10^5 | 693 | 966 | 6872 | 6928 | 411 | 624 | 6475 | 6522 |
| 10^6 | 693 | 1177 | 6872 | 6983 | 411 | 779 | 6475 | 6547 |

По мірі напрацювання пакування значення критичних швидкостей знижується. Значення критичних швидкостей в площині розташування укочуючого ролика вищі ніж в перпендикулярній.

Збільшення жорсткості пакування веде до збільшення різниці між критичними швидкостями. Жорсткість пакування залежить від структури пакування, лінійної щільності нитки, натягу нитки та сили притискання укочуючого ролика.

Робоча швидкість намотування нитки знаходиться в межах до першої критичної швидкості. В цій зоні коефіцієнт динамічності більше одиниці. Зважаючи на значне кінематичне збудження, яке сприймає бобінотримач, на практиці спостерігаються значні коливання динамічної складової сили притискання ролика до бобінотримача, що погіршує умови формування пакування.

Список посилань

- 1 Коротеева Л.И. Технологическое оборудование заводов химических нитей и волокон / Коротеева Л.И., Озерский А.П., Яскин А.П. – М.: Легпромбытиздат. 1987. – 400 с.
2. Коритынский Я.И. Динамика упругих систем текстильных машин. / Я.И. Коритынский. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982, – 272 с.

УДК 677.25:004.925.8

Т.В. Єліна, канд. техн. наук

В.І. Безсмертна, магістрант.

Київський національний університет технологій та дизайну, taniayelina@meta.ua

ГЕОМЕТРІЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ НИТКИ У 3D МОДЕЛЯХ СТРУКТУРИ ТРИКОТАЖУ

Умови, що спостерігаються зараз на ринку текстильної продукції, вимагають від вітчизняного виробника не тільки дотримання світових стандартів якості, але і впровадження у виробництво нових інноваційних матеріалів та виробів з прогнозованими властивостями медичного, технічного та іншого функціонального призначення. Відомо, що витрати на розробку та комерціалізацію продукції такого виду є дуже високими.

Зменшити вартість та скоротити час на розробку нових видів продукції дозволяють системи тривимірного моделювання, які широко використовуються в різних галузях промислового виробництва [1]. Одним з ключових моментів успішного використання аналітичних розрахунків за допомогою загально-інженерних САПР є наявність адекватної тривимірної геометричної моделі об'єкту проектування. Тривимірна геометрична модель структури трикотажу переплетення гладь, побудована з використанням математичного апарату В - сплайнів запропонована в роботі [2]. Модель дозволяє відтворити еквівалентний об'єм нитки в структурі трикотажу та забезпечує відповідність довжини сплайну, що використовується для опису конфігурації центральної лінії нитки-моделі, довжині нитки в петлі зразка-прототипу. Окремою частиною даної моделі є алгоритм відтворення поперечного перерізу нитки на різних ділянках петлі. Удосконалення опису геометрії нитки, пров'язаної у трикотаж, може бути досягнуто за рахунок уточнення даного алгоритму. Діаметр нитки в теорії та практиці трикотажного виробництва визначають зазвичай теоретично. При цьому розрізняють діаметри розрахунковий D_p , умовний D_u та середній D_s . Встановлено, що в точках середини паличок остову, а також по центру голкових та платинних дуг ширина проекції нитки на площину полотна є максимальною та приблизно дорівнює значенню розрахункового діаметру. В місцях взаємного переплетення ниток, в точках з'єднання голкових та платинних дуг з паличками остову ширина проекції нитки на площину полотна є мінімальною та приблизно дорівнює значенню умовного діаметру нитки.

За умови прийняття припущення про незмінну круглу форму поперечного перерізу нитки, площа перерізу розраховується за формулою:

$$S_{\pi} = \frac{\pi D^2}{4}$$

де D – середній діаметр нитки, мм.

Оскільки в трикотажі форма поперечного перерізу нитки змінюється, та ширина проекції нитки на площину полотна із достатньою точністю може бути визначена за допомогою цифрового мікроскопу, можна припустити, що використання еліптичного контуру для описання поперечного перерізу нитки у тривимірних моделях дозволить

отримувати більш точні результати. Нехай Π_1 – ширина проекції нитки на площину полотна у точках p_1, p_3, p_5, p_7, p_9 (рис.1), а Π_2 – ширина проекції нитки на площину полотна у точках p_2, p_4, p_6, p_8 . Тоді у першому наборі точок велика вісь еліпсу, що репрезентує переріз нитки, дорівнює $2a_1 = \Pi_1$, а мала вісь $2b_1 = D^2/\Pi_1$. У точках другого набору мала вісь еліпсу дорівнює $2b_2 = \Pi_2$, а велика вісь $2a_2 = D^2/\Pi_2$.

В ході експерименту виготовлено зразки трикотажу переплетення гладь на напівпромисловій в'язальній машині Brother 6-го класу з бамбукової пряжі 31x8 текс при 5-ти рівнях глибини кулірування. Параметри структури визначались за загальноприйнятою методикою. Крім того, проведено аналіз структури трикотажу з використанням цифрового мікроскопу MM-2288-5X-S. Для кожного зі зразків виготовлено 3D модель в середовищі AutoCAD за допомогою програми «Структура 3D» [3]. На рис.2 представлена тривимірна модель зразка трикотажу (зразок №1).

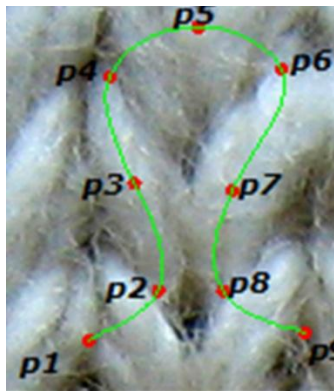


Рис.1. Характерні точки центральної лінії нитки, зігнутої в петлю

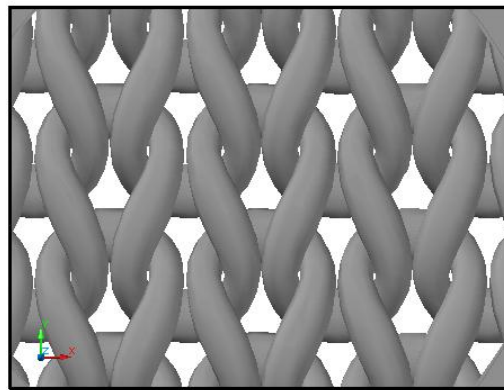


Рис.2. Тривимірна модель структури трикотажу

В якості вихідних даних для побудови 3D моделей використано отримані в ході експерименту значення таких характеристик структури трикотажу як петельний крок, висота петельного ряду, товщина, кут нахилу дотичної у точці переплетення, значення діаметру нитки у вільному та стиснутому стані. Створені моделі зразків використано для моделювання повітропроникності трикотажу у середовищі Autodesk Simulation CFD. Результати віртуального експерименту мають відхилення від значень повітропроникності, визначених у лабораторії у межах 5 %. Підвищення точності розрахунків може бути досягнуто за рахунок уточнення геометрії моделі структури трикотажу та накопичення даних щодо внутрішньої пористості ниток.

Проведені дослідження показали можливість використання запропонованої методики визначення контуру поперечного перерізу нитки в характерних точках петлі для трикотажу переплетення гладь з бамбукової нитки.

Список посилань

1. Моделювання процесу проходження повітря крізь трикотаж [Електронний ресурс] / В. І. Безсмертна, Т. В. Єліна, Л. Є. Галавська. // Технології та дизайн. - 2014. - № 4. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/td_2014_4_2.pdf
2. А.с. 46846 Україна. Твір «Тривимірна геометрична модель трикотажу». / Єліна Т.В., Галавська Л.Є. – заявка № 47074 від 19.10.2012, опубл. 19.12.2012.
3. А.с. 46469 Україна. Комп'ютерна програма «Структура – 3D». / Єліна Т.В., Галавська Л.Є. – заявка №46726 від 25.09.2012, опубл. 23.11.2012.
4. Ielina T. 3D models of weft-knitted structures in designing and controlling quality. / T. Ielina, S. Bobrova: Symposium Proceedings. 45th International Congress IFKT (Ljubljana, Slovenia, 27-29 Maj 2010). – 2010. – С. 924–928.

СЕКЦІЯ 5
«ТЕХНОЛОГІЇ ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ.
ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА. БУДІВНИЦТВО»

УДК 620.22: 669.017

Ю.Ю.Жигуц, док. техн. наук, професор
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», yuzhiguts@gmail.com

ТЕРМІТНЕ ЗВАРЮВАННЯ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ

Одна з суттєвих проблем використання термітних синтезованих сплавів при зварюванні чавунів, полягає в усуненні відбіленого шару при зварюванні різних типів чавунів і мінімальному випалюванні модифікаторів за рахунок двокамерної конструкції метало термічного реактора [1].

Поставлене завдання було розв'язане таким чином, що лігатуру ферум-силіцій-магній-рідкісноземельні сплави (наприклад, церій) вносили після завершення процесу алюмінотермічної реакції, тобто вже після отримання рідкого сплаву у процесі алюмінотермічної реакції. Переваги такого способу використання синтезованих матеріалів при зварюванні чавунів полягають у тому, що термітний чавун вміщує підвищену кількість силіцію, який надходить з лігатури, і деяку кількість алюмінію, що потрапляє у сплав із фероалюмінієвого терміту. Все це сприяє переходу частини силіцію й алюмінію у проміжкову зону часткового оплавлення зварюваного чавуну та запобігає випаданню в ній евтектичного цементиту при твердінні. При цьому зварний шов отримується з високоміцного чавуну, тобто міцніший ніж основний сплав, а саме – сірий чавун.

Металотермічний реактор працює таким чином: у верхній камері протікає металотермічна реакція горіння залізоалюмінієвого терміту і розчинення у термітній сталі графітового порошку, а також відокремлення рідких продуктів реакції металічної і шлакової фаз. В результаті шлакова фаза спливає, а рідкий чавун збирається у нижній частині камери і пропалює тонку пластинку. Час пропалювання пластинки встановлювали методом проб.

Нижня камера служить для пізнього модифікування чавуну і, одночасно, його легування силіцієм та іншими елементами. Розчинення пластини призводить до виливання рідкого сплаву у порожнину зварювання, де і відбувається оплавлення перегрітим термітним чавуном зварюваних чавунних деталей, а після охолодження і тверднення всієї системи – міцне їх зварювання. Чавунні деталі попередньо підігрівали газовим полум'ям або електроконтактним методом до $\sim 300\text{--}350^\circ\text{C}$. У дослідах використовували термітний чавун з кулястим графітом, отриманий у двокамерному реакторі такого складу (% за масою): порошок графіту – 3,5–6,3; лігатура ферум-силіцій-магній-рідкісноземельні метали (наприклад, церій) – 3,0–6,0; плавиковий шпат – 2,0–3,0; фероалюмінієвий терміт – решта.

Результати дослідження, отриманого металотермічним методом матеріалу зварного шва, показані у табл. 1. Синтезований високоміцний чавун дозволяє здійснювати зварювання чавунних заготовок з отриманням зварного шва міцністю ~ 550 МПа.

Термітне зварювання чавуну цим способом у 2–3 рази дорожче за традиційну технологію зварювання чавунних деталей [1]. Економічний ефект отримується тільки в тому випадку, коли чавунні деталі необхідно зварювати в умовах відсутності звичайного зварювального обладнання, зовнішніх джерел енергії та при екстреності проведення ремонтних робіт.

У процесі зварювання досягається висока якість за рахунок відсутності у зварному шві зони відбілу. В результаті зварювання сірого чавуну шов набуває структури і властивостей високоміцного чавуну, про що свідчать результати, представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Властивості термітного зварного шва

| № з/п | Сплав | Властивості зони зварювання | | | |
|-------|-----------------------------|---|----------------------|------------------|---------------------|
| | | Кількість кулястого графіту у структурі | Твердість, <i>HV</i> | σ_b , МПа | σ_{10}^1 , % |
| 1 | Сірий чавун | 0 | 170 | 210 | 0 |
| 2 | Перехідна зона ² | 30–70 | – | – | – |
| 3 | Високоміцний чавун | 85–95 | 190 | 550 | 4,5 |

¹Механічні властивості визначено на стандартних зразках діаметром 10 мм.

²Відбілу нема.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено можливості застосування термітного сплаву для зварювання чавунних заготовок, а також проведено аналіз властивостей отриманих зварних швів та впливу умов термітного зварювання на якість шва. Крім цього встановлено склади металотермічних сумішей для проведення термітного зварювання чавунів та розроблено спеціальну високоефективну двокамерну конструкцію металотермічного реактора.

Список посилань

1. Жигуц, Ю. Ю. Технології отримання та особливості сплавів синтезованих комбінованими процесами [Текст] / Ю. Ю. Жигуц, В. Ф. Лазар. — Ужгород : Видавництво «Інватор», 2014. — 388 с.
2. Жигуц, Ю. Ю. Методика розрахунку складу екзотермічних шихт на основі термохімічного аналізу [Текст] / Ю. Жигуц, В. Широков // *Машинознавство*. – 2005. – № 4. – С. 48 – 50.
3. Zhiguts, Yu. The features of properties and structure of thermite high-strong cast iron / Yu. Zhiguts, V. Shurokov // *Міжвузівський збірник Луцького національного технічного університету «Наукові нотатки»*. – 2013. – № 41. – Ч. 1. – С. 23 - 32.
4. Zhiguts, Yu. Special grey and white termite cast irons / Yu. Zhiguts, V. Lazar // *British Journal of Science, Education and Culture*, “London University Press”. – 2014. – № 2 (6). – V. 1. – P. 201 – 207.

УДК 621

**Д.А. Гусачук, канд. техн. наук, доцент,
Н.П. Зайчук, канд. техн. наук, доцент,
Ю.М. Гребенчак, канд. техн. наук**

Луцький національний технічний університет, gda2002@ya.ru, sotna@meta.ua

ОСОБЛИВОСТІ ЗВАРЮВАННЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ОТ4-1

Титан і його сплави завдяки високим фізико-хімічним властивостям все більше застосовують в якості конструкційного матеріалу для авіаційної і ракетної техніки, хімічного машинобудування, приладобудування, судо- і машинобудування, харчової і медичної галузей.

Зварювання титану є однією з широко застосовуваних технологій виготовлення окремих виробів та деталей. Однак зварювання ускладнене здатністю титану активно взаємодіяти з газами при нагріванні. Вже при температурі 450°C утворюється оксид титану TiO_2 і шар окалини, насичений киснем, що називають альфірованим шаром [1]. Такий шар різко знижує технологічну пластичність титану та його сплавів. Альфірований шар при зварюванні та інших видах обробки схильний до зміни напружено-деформованого стану із збільшенням напружень та деформацій розтягу. При зварюванні сприяє утворенню тріщин. У зв'язку із цим вміст кисню в титанових сплавах допускають не більше 0,015 % [1, 2]. З метою зниження можливості утворення оксидів при куванні, штампуванні та інших видах обробки де є потреба у нагріванні титану застосовують нейтральні або безокисні атмосфери. Найбільш придатною атмосферою при зварюванні титану є аргон. Внаслідок активної взаємодії титану та його сплавів з газами дугове зварювання покритими електродами не забезпечує необхідних якостей зварного з'єднання тому не застосовується. Застосовують ручне дугове зварювання вольфрамовими електродами в аргоні, гелії або їх суміші [3]. Проте захист, що застосовується при

зварюванні пальником з обдувом захисним газом електрода, зони, дуги і ванни, також недостатній, так як метал вже реагує з киснем при нагріванні до 450°C і вище. Отже, необхідно забезпечити захист виконання гарячого шва і зворотного боку з'єднання [4].

Для визначення особливостей зварювання титанового сплаву було обрано корпус вентилятора авіаційного двигуна зі сплаву ОТ4-1. При постановці досліджень структури і механічних властивостей зварного з'єднання виходили як з умов роботи корпусу вентилятора, так і з особливостей його конструкції. За аналізом типових деталей авіаційного двигуна виготовлених з титанових сплавів, певну актуальність має технологія ремонту та відновлення корпусу вентилятора

Встановлено, що основною причиною виходу з ладу корпусу є розгерметизація внаслідок виникнення тріщин при втомному руйнуванні. Єдиним способом ремонту корпусу є заварювання тріщин шляхом аргонно-дугового зварювання. Для формування високих показників витривалості при циклічних напруженнях необхідно прагнути до досягнення найбільших в'язко-пластичних параметрів досліджуваного матеріалу. Не винятком є і титанові сплави ВТ20 і ВТ1, які використовували у якості присадного дроту. Низька пластичність викликає підвищення крихкості зварного шва та погіршує його роботу при різних видах навантаження. Стосовно міцності при циклічних навантаженнях, то за таких умов, в крихкому зварному шві швидко виникають втомні мікротріщини, які викликають розвиток загального руйнування. Окрім процесів, що протікають під час зварювання на структуру даних сплавів впливає подальша термічна обробка, що забезпечує кінцеві експлуатаційні властивості [5].

Враховуючи структурні зміни, було проведено оцінку міцності та в'язкості зварних швів та зон термічного впливу для зразків виконаних різним способом зварювання з проведенням термічної обробки та без неї. Таким чином попередньо в роботі оцінювали в'язко-пластичний стан зварного з'єднання шляхом вимірювання мікротвердості та досліджень на ударну в'язкість.

Для визначення впливу термічної обробки здійснювали визначення міцності та ударної в'язкості у порівнянні після відпалу при 500...610 °С. Окремо визначали усі показники для зразків після зварювання без термічної обробки для зварних швів виконаних із присадними матеріалами ВТ20 та ВТ1. Особливих змін для обох матеріалів не помітили, а зміни при застосуванні різних способів зварювання чітко виражені. Ударна в'язкість при аргонно-дуговому зварюванні у 2...3 рази вища, ніж при електронно-променевому зварюванні.

Використання технічного титану ВТ1, на відміну від сплаву ВТ20, дозволяє отримати більш дрібнодисперсну структуру литого осередку зварного шва.

При зварюванні сплавом ВТ1 є можливість значно підвищити в'язкість та пластичність зварного шва, що, як відомо, надає більшої міцності сплавам титану при циклічних, вібраційних навантаженнях, які зазнає корпус вентилятора.

На основі структурно-механічних досліджень показано вплив відпалу при 550...610 °С на властивості зварних з'єднань сплаву ОТ4-1. Встановлено, що при зварюванні сплаву ОТ4-1 технічним титаном марки ВТ1 відпал мало впливає на підвищення в'язкопластичних характеристик зварного шва.

Список посилань

1. Абраимов Н.В. Авиационное материаловедение и технология обработки металлов: Учебное пособие для вузов/ Абраимов Н.В., Елисеев Ю.С., Крылов В.В. – М.: Высшая школа, 1998. – 444 с.
2. Елисеев Ю.С. Химико-термическая обработка и защитные покрытия в авиа-двигателестроении./ Елисеев Ю.С., Абраимов Н.В., Крылов В.В. – М.: Высшая школа, 1999. – 525 с.
3. Гуменюк І.В. Технологія електродугового зварювання: Підручник./ І.В. Гуменюк. – К.: Грамота, 2006. – 512 с.
4. Моисеенко В.П. Материалы и их поведение при сварке: Учебное пособие /Моисеенко В.П. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 300 с.
5. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. / Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. – М.: МИСИС, 1999. – 416 с

УДК 621.9.047

**В.В.Широков, докт. техн. наук, професор,
О.В.Широков, канд. техн. наук, ст. викладач
Л.А.Арендар, канд. техн. наук, докторант
О.І.Дацій, аспірант**

Українська академія друкарства, м. Львів, vvshyrokov@gmail.com, oleh.datsiy@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ РЕНОВАЦІЇ ЗОЛОТНИКІВ ГІДРАВЛІЧНИХ МЕХАНІЗМІВ ДИFUЗІЙНИМИ ПОКРИТТЯМИ НА ОСНОВІ В І Cr.

Розробка ефективних методів реновації, зниження зносу важконавантажених вузлів тертя важлива ланка проблеми підвищення якості, надійності і збільшення довговічності техніки. Одним із перспективних напрямів стосовно гідроприводів, розподільників, помп, тощо, є нанесення металоборидних та металокарбідних покриттів на робочі поверхні. Найпростіша робоча секція гідравлічного розподільника складається з корпусу, золотника, двох пружин, кришки та гідравлічної рідини І-20. На сьогоднішній день для виготовлення корпусів гідромеханізмів широке використовуються чавуни, а для виготовлення золотників - сталі 20Х, 40Х. Для підвищення їх зносо- і корозійної тривкості використовують електролітичне хромування, зокрема, щоб запобігти утворенню та потраплянню в робочу рідину (олива І-20) продуктів корозії з робочих поверхонь. Метод гальванічного хромування попри ряд переваг (дешевизну, простоту тощо) має свої недоліки. До недоліків можна віднести: нерівномірність покриття на виробках складної конфігурації, слабку адгезію та екологічну шкідливість виробництва. Крім цього, постійне підвищення вимог до тиску (від 250 до 400 атм.) вимагає зменшення посадочних зазорів.

Метою даної роботи було обґрунтувати можливість отримання та нанести на сталі 20Х, 40Х зносо- і корозійнотривкі покриття на основі композиції Cr+В і Cr порошковим методом, оптимізувати їх за хімічним складом, мікрогеометрією поверхні та фізико-механічними властивостями з метою зменшення часу припрацювання трибоспряження сталь+покриття – чавун ВЧ 40 – 10.

Нами проведені дослідження умов формування хромового та борохромового покриття на сталях 20Х та 40Х. Дифузійне хромування проводили з порошкових сумішей складу: 10-15 % Cr, 4 % – NH₄Cl, решта - Al₂O₃. Дифузійне борохромування проводили з порошкових сумішей складу: 75,5% - В₄С, 16,5 % - Al₂O₃, 0,5 % - NH₄Cl, 4,5 % - NaВ₄O₇.

Насичення здійснювали в напівгерметичних контейнерах із сталі 12ХН10Т, нагрівання продилося в електропечі опору. Борування – температура 950⁰С, протягом 6 год; хромування – температура 1000⁰С, час витримки 3–5 год.; борохромування – температура 1050⁰С, 5 год.

Випробовування на зносотривкість проводили за допомогою стендової установки, котра достовірно імітує переміщення золотника в чавунному корпусі. Вимірювали лінійний, об'ємний, масовий знос золотників (рис.1) та корпусу. Вивчали вплив хромування та борохромування на корозійну стійкість досліджуваних сталей у кислому і лужному середовищах (розчинах електролітів на основі 3% NaCl з рН 1,1 і 12). Електрохімічні дослідження проводили в потенціодинамічному режимі за допомогою потенціостата ПИ50-1-1 за триелектродною схемою з каломельним електродом порівняння. Крім того, досліджували, мікроструктуру та фазовий склад отриманих покриттів.



Рис.1. – Загальний вигляд золотника після нанесення покриття

В результаті дифузійного насичення сталей 20Х та 40Х отримані якісні хромові та борохромові покриття товщиною 50- 70 мкм, мікротвердість яких сягає 5 і 12 ГПа відповідно(рис.2). Зносотривкість хромових покриттів отриманих порошковим методом є практично однаковою в порівнянні з електролітичними покриттями. Проте, зносотривкість борохромових покриттів в 1.2 – 1.5 разів вища від хромових. Мікротвердість перших також вища.

Крім того, встановлено, що борохромуванням можна зменшити посадочні допуски при виготовленні трібопари до 4-8 мкм, що в свою чергу дає можливість використовувати цей вузол за тиску гідравлічної рідини понад 250 атм.

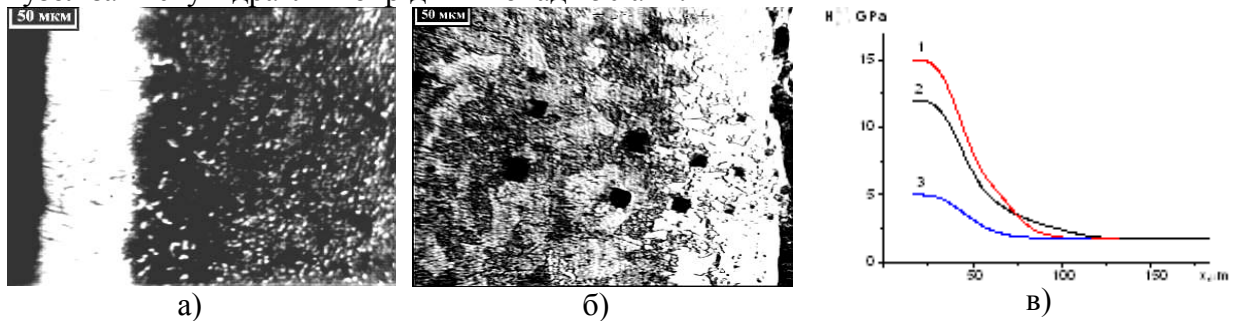


Рис. 2. – Мікроструктура хромового покриття (а) на ст.40Х, борохромового на ст.20Х (б) та розподіл мікротвердості (в) від поверхні по:1- боридному, 2 – борохромовому, 3 – хромовому покриттях

Криві на рис.3 свідчать про опірність матеріалів корозії. Порівняння поляризаційних кривих, отриманих з поверхні сталі у кислому середовищі (3% NaCl +HCl), показало, що нанесення покриттів зміщує її потенціал корозії в анодну ділянку: борування на 0,04 В, борохромування – на 0,07 В. Зменшується густина струму корозії: у першому випадку на порядок, у другому – на два порядки порівняно з вихідним станом. У лужному розчині (3% NaCl +NaOH) покриття зміщують потенціал корозії поверхні сталі в катодну область: борохромове - на 0,18 В, боридне – на 0,27 В. Зростає також величина струму корозії (рис.4, б). Таким чином, згідно з характером зміни електрохімічних потенціалів у кислому середовищі досліджувані покриття повинні забезпечувати вищу корозійну стійкість, ніж у лужному. При цьому, більшої ефективності слід сподіватися від двокомпонентних покриттів, ніж від однокомпонентних.

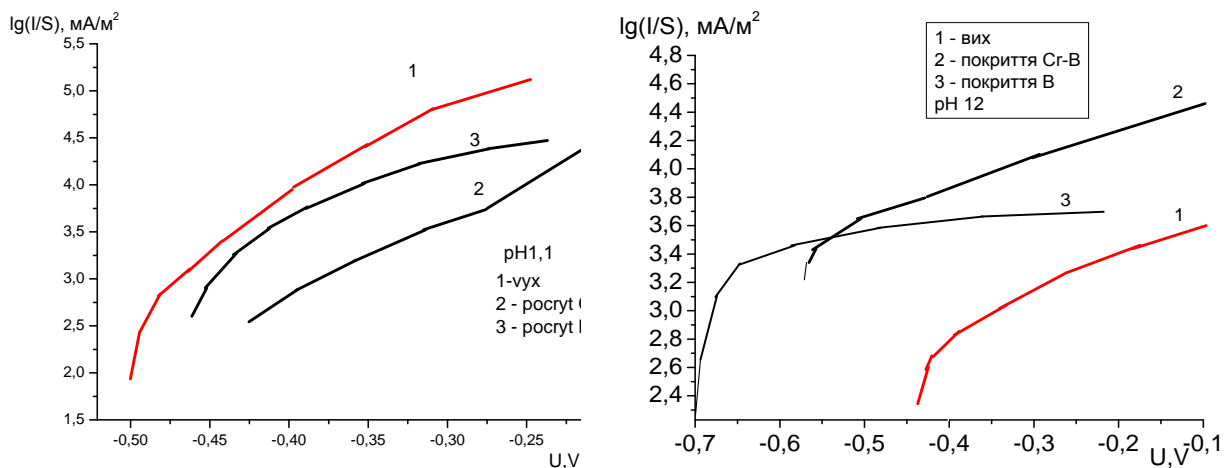


Рис.3. – Поляризаційні криві, отримані з поверхні сталі 20Х в розчинах на основі 3% NaCl: а – рН1,1; б – рН12.

Отже, хромуванням та борохромуванням у порошкових сумішах на хромистих сталях можна отримати рівномірні за товщиною дифузійні покриття, мікротвердість яких досягає 5 – 12 ГПа. Покриття, особливо борохромові, вирізняються високою зносо- і корозійною

стійкістю, що відкриває можливості суттєвого розширення експлуатаційних меж їхнього застосування. Крім того дану технологію можна застосовувати з метою реновації деталей трібовузлів гідравлічних систем.

УДК 621.791.927

Д. А. Волков, канд. техн. наук, доцент

Ю. В. Глущенко, студентка

Донбасская государственная машиностроительная академия, sp@dgma.donetsk.ua

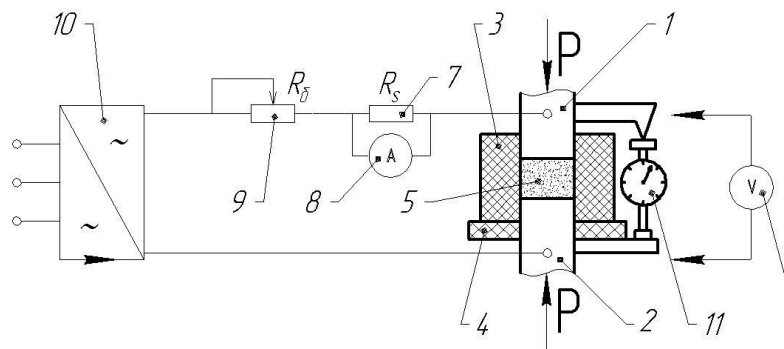
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ПОРОШКОВЫХ СРЕД В ПРОЦЕССЕ ИХ УПЛОТНЕНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ НАПЛАВКЕ

При формировании покрытий методом электроконтактной наплавки порошковыми материалами важной характеристикой процесса является электропроводность деформируемой порошковой среды. Данная характеристика определяет температуру, величину и интенсивность пластической деформации детали и присадочного металла в зоне соединения, а следовательно влияет на процессы активации контактных поверхностей и объемное взаимодействие присадочного и основного материала [1]. Поэтому определение, меняющихся по длине очага деформации, электрических характеристик порошковых сред, применяемых при формировании покрытия, является актуальной задачей. При этом наибольший интерес представляет, меняющаяся в ходе нагружения, величина удельного электрического сопротивления.

С целью определения электрического сопротивления порошковых композиций была разработана и изготовлена экспериментальная установка на базе машины для контактной точечной сварки МТ-2201УХЛ4 (рис. 1, а и б).



а)



б)

Рис. 1 – Общий вид установки а) и ее электрическая схема б) для определения удельного электрического сопротивления порошков под давлением

Вторичный контур машины был отключен от сварочного трансформатора. В качестве источника тока служил сварочный выпрямитель или трансформатор 10 (ВД-306/ТДМ-300), который через балластный реостат R_B и шунт тока R_S был подключен непосредственно к электродам сварочной машины 1 и 2. Это обеспечивало измерение электрического сопротивления постоянному и переменному току, проходящему через подпрессованный порошковый слой. Electrodes were prepared with a flat contact surface to ensure uniform volumetric compression of the powder compaction. On the lower electrode through an insulating gasket an installing copper shim 4, on which, in its turn, they fastened a ceramic matrix 3. Powder mixture was placed in the sleeve, above the powder they laid a copper shim and an insulating

прокладку, после чего воздействовали верхним электродом с изменяющимся давлением (рис. 1, б). Для простоты дальнейших вычислений с помощью балластного реостата задавали фиксированную величину тока через подпрессованную порошковую формовку – 100 А. Ток включали после замыкания межэлектродного пространства. При этом величина тока фиксировалась с помощью амперметра 8. В момент замыкания производили замер падения напряжения в межэлектродной области с помощью вольтметра 6. Прессование вели в керамической матрице 3 высотой 15 мм с круглым отверстием площадью 200,96 мм² (d=16,0 мм). Давление на электродах варьировали в пределах 13...50 МПа. Шихту получали из смеси порошков железа ПЖ-1С и феррохрома ФХ-800 при различных содержаниях последнего.

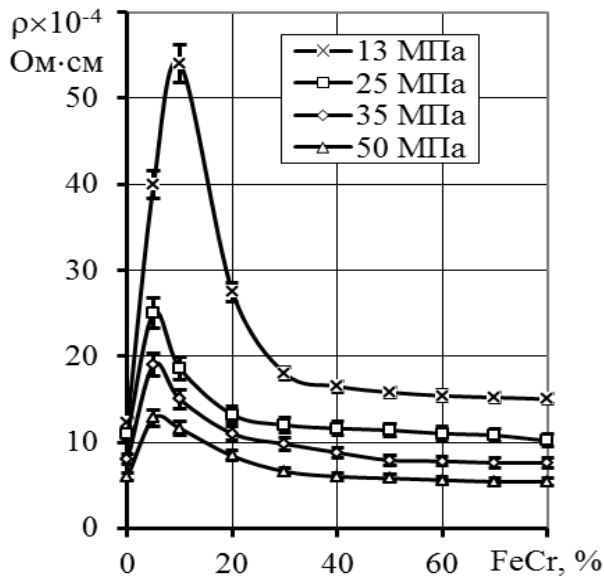


Рис. 2 – Зависимость удельного электросопротивления от содержания феррохрома в смесях железо-феррохром при различных давлениях

Установили, что в исследованном интервале давлений наименьшей плотностью обладали прессовки из смесей, содержащих 5...7% феррохрома, наибольшей – около 30%. Такой характер изменения плотности можно объяснить тем, что в смесях, содержащих до 7% феррохрома, его твердые округлые частицы препятствуют перемещению частиц более мягкого железа, имеющих разветвленную поверхность. Происходит заклинивание частиц, образуются арки и мостики, что снижает плотность при всех давлениях и приводит к повышению удельного электросопротивления.

При дальнейшем повышении содержания феррохрома в интервале 10...30% уменьшается удельное электросопротивления и его стабильность объясняется лучшей укладкой частиц и снижением размеров индивидуальных межчастичных пор.

В результате возрастающего влияния более мелких фракций происходит расширение площади межчастичных контактов и относительной поверхности токопроводящего контакта.

Следовательно, при электроконтактной наплавке, целесообразно использовать порошковые смеси с содержанием феррохрома более 30%, так как при этом порошковая смесь имеет стабильное удельное сопротивление, не превышающее 20×10^{-4} Ом·см при всех давлениях прессования (рис. 2), что в большей степени удовлетворяет процессу электроконтактной наплавки [2].

Список источников

1. Чукин М. В. Электрические характеристики поликомпонентных порошковых сред в процессе их электроконтактного припекания / М. В. Чукин // Теория и практика обработки сплошных и слоистых материалов: Межвуз. сб. – Магнитогорск : МГМИ, 1991. – С. 24-33.
2. Волков Д. А. Уплотнение и электросопротивление металлических порошков с неэлектропроводными наполнителями при электроконтактной наплавке износостойкого сплава / Д. А. Волков // Науковий Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : зб. наук. праць. – Краматорськ : ДДМА, 2014. – № 3 (15Е). – С. 16-21. – ISSN 2219-7869.

УДК 621.791

В.В. Чигарев, докт. техн. наук, професор,
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь
Д.М. Голуб, асистент
Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск,
goldenmih@ukr.net

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ДЕФОРМАЦИЮ ДИСПЕРСИОННО-ТВЕРДЕЮЩИХ СПЛАВОВ

На деформацию дисперсионно-твердеющих сплавов с интерметаллидным упрочнением, помимо термических и фазовых напряжений значительное влияние оказывает структура интерметаллидных фаз. Интерметаллиды внедрены в матрицу основного металла и действуют как клинья, препятствующие расширению металла при нагреве и сжатию при охлаждении.

Количество и тип интерметаллидных фаз зависит от химического состава стали и термообработки. Высокие температуры при закалке и старении вызывают повышенную деформацию изделия.

Для определения влияния термообработки на деформацию металла использовали образцы в виде диска с эксцентрично расположенным отверстием и прорезью, чувствительные к закалочным деформациям. Образцы изготавливали проковкой слитков электрошлакового переплава на лист толщиной 25 мм.

Образцы подвергали закалке с 1250 °С и трехкратному отпуску при 400, 500, 550 и 600 °С с выдержкой в течение 1 часа и охлаждением на воздухе. Нагрев образцов для закалки производили в соляной ванне из смеси BaCl₂ и NaCl, охлаждение – в веретенном масле. Образцы погружали в закалочную жидкость прорезью вниз и подвешивали в свободном состоянии до полного охлаждения. О деформации судили по изменению ширины прорези.

Для сравнения исследованию подвергались образцы из опытных сплавов типа 8Х4ГСВ2М5Ф2Т, а также сталей Х12М и Р18, распространенных для инструментов холодного деформирования и обработки металлов.

Опытные сплавы обладают более низкой деформацией, чем сталь Р18 и Х12М. Нужно полагать, что поскольку удельный вес карбидной фазы в сталях Р18 и Х12М довольно велик, влияние их на деформацию этих сталей при закалке и отпуске значительна.

Повышенная деформация сталей Р18 и Х12М возможно связана с значительным увеличением количества остаточного аустенита, являющегося менее прочной по сравнению с мартенситом фазой, т.е. высокая температура закалки приводит к возрастанию углерода в твердом растворе, что вызывает увеличение удельного объема мартенсита и возрастанию в структуре количества остаточного аустенита.

Последующий отпуск приводит к распаду мартенсита и уменьшению его объема, а иногда и к вторичному мартенситному превращению остаточного аустенита. Большое количество карбидной фазы отрицательно влияет на прочность, ударную вязкость и иногда является одной из причин выкрашивания рабочих частей штампового инструмента.

Более низкие значения деформации опытных сплавов дает возможность рекомендовать их для изготовления или наплавки режущих кромок штампов и штампового инструмента для холодной резки, вырубки или пробивки металлов.

УДК 621.791.3

Г.П. Болотов, докт. техн. наук, професор

Чернігівський національний технологічний університет. Gbolotov.49@mail.ru

М.М. Руденко, ст. викладач

Чернігівський національний технологічний університет. rudenko_bear@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ ТЛЮЧОГО РОЗРЯДУ В ПРОЦЕСАХ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ МАТЕРІАЛУ

Для отримання з'єднань з однорідних та різнорідних матеріалів широко використовується спосіб дифузійного зварювання. Дифузійне з'єднання базується на взаємній дифузії матеріалів, що контактують та знаходяться в твердому стані [1].

Якість дифузійного з'єднання визначається, в першу чергу, повнотою протікання процесів взаємного масообміну, що залежать від розподілу температури та умов протікання термодформаційних процесів в зоні зварювання. Кожен з цих факторів регулюється певними параметрами технологічного процесу. Розподіл температури в зоні зварювання залежить від енергетичних та технологічних особливостей джерела нагріву. Теплота в зоні зварювання може виділятися за рахунок радіаційного, електроннопроменевого, індукційного, пічного та інших способів нагрівання.

Керування термодформаційними процесами в зоні контакту при зварюванні різнорідних матеріалів може здійснюватися використанням суцільних та перфорованих проміжних прошарків [2] або безпосереднім модифікуванням приповерхневих шарів матеріалу заготовок в зоні з'єднання. В роботі [3] розглянута технологія модифікації суцільних прошарків з використанням іонної обробки в полі тліючого розряду, енергетичні та технологічні характеристики якого дозволяють використовувати його і в якості джерела теплоти при дифузійному зварюванні деталей різних форм та розмірів [4].

В даній роботі встановлено, що при обробці поверхні однієї з деталей, що зварюються в полі тліючого розряду при тиску 10...20 Па в аргоні при напрузі $U=200...250$ В та струмі 0,01...0,02 А, відбувається її насичення атомами газу та утворення метастабільного розчину в приповерхневих шарах. Нагрівання до температури зварювання призводить до розпаду утвореного розчину газу з формуванням газових пухирів та руйнування приповерхневого шару матеріалу з утворенням нових активних центрів, що забезпечують більш якісне протікання дифузійних процесів та формування зварного з'єднання.

Список посилань

1. Диффузионная сварка материалов: Справочник / Под ред. Н. Ф. Казакова. – М.: Машиностроение, 1981. – 351 с.
2. Бачин В.А. Теория, технология и оборудование диффузионной сварки: Учебник для вузов по специальности «Оборудование и технология диффузионного соединения металлических и неметаллических материалов» / В.А. Бачин, В.Ф. Квасницкий, Д.И. Котельников. – М.: Машиностроение, 1991. – 352 с.
3. Болотов Г.П. Отримання і застосування активованих іонною обробкою проміжних металевих прокладень при дифузійному зварюванні / Г.П. Болотов, М.М. Руденко // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (Чернігів, 19-21 травня 2014 р.). – Чернігів: ЧНТУ, 2014. – С. 153-154.
4. Болотов Г.П. Моделирование тепловых потоков при импульсному нагріві в процесі дифузійного зварювання / Г.П. Болотов, М.М. Руденко // Матеріали VII науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів «Сварка і родственні технології» (Київ, 22-24 мая 2013 г.). – Київ: ІЭС ім. Е.О. Патона, 2013. – С. 259

УДК 621.791.4

І.В. Завальна, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет, irina-zavalnaya@rambler.ru

О.О. Новомлинець, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, oon1@ukr.net

Є.В. Половецький, канд. техн. наук

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ, м. Київ, Україна, evgesha@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ ДО ЗВАРЮВАННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВОГО МАТЕРІАЛУ З МІДДЮ ЧЕРЕЗ ПРОМІЖНІ НАНОПОРІСТІ ПРОШАРКИ

Одним з найефективніших традиційних термоелектричних матеріалів, використовуваних сьогодні для виготовлення робочих елементів термоелектричних приладів і обладнань є телурид вісмуту Bi_2Te_3 [1,2]. Вибір матеріалу комутації визначається відсутністю або мінімальною хімічною взаємодією його з напівпровідником і близькими коефіцієнтами лінійного розширення. Л.І. Анатичук та ін. [3] зазначають, що з'єднання віток р- і n-типів в одне електричне коло зазвичай здійснюється металевими пластинами з міді, нікелю, заліза, кобальту, товщина яких залежить від сили струму.

Основними способами отримання нероз'ємних з'єднань напівпровідникового матеріалу з комутуючою пластиною при виготовленні термоелементів є пайка, спільне пресування термоелектричних віток і комутаційного матеріалу, напилення комутаційних матеріалів у вакуумі або інертному газі, гальванічне або хімічне нанесення комутаційного матеріалу, а також контактне електрозварювання через порошкові прошарки. Однак всі ці способи мають недоліки і не можуть в повній мірі задовольнити вимоги до якості нероз'ємних з'єднань напівпровідникового матеріалу з комутуючою пластиною. Тому, на сьогоднішній день актуальною проблемою є пошук і розробка нового способу отримання нероз'ємних з'єднань напівпровідникового матеріалу з комутуючою пластиною при виготовленні термоелементів. Одним з найбільш ефективних способів зварювання різнорідних матеріалів, які суттєво відрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями, є дифузійне зварювання у вакуумі.

Властивості напівпровідникового матеріалу висувають обмеження щодо допустимої температури їх зварювання – не більше 350 °С та тиску зварювання – не більше 2 МПа. Це в свою чергу потребує використання нових засобів активації поверхонь. В роботі [4] вказується, що одним з найбільш ефективних способів інтенсифікації процесу дифузійного зварювання є застосування проміжних ультрадисперсних порошоків та напилених прошарків, які мають високе відношення поверхні до об'єму, широкий можливий інтервал упорядкування структури, значну пористість, недосконалість кристалічної решітки, що забезпечує прискорення дифузійних процесів, внаслідок чого забезпечується збільшення міцності з'єднань, що має найбільш важливе значення для якості нероз'ємних з'єднань. У роботах [5] та [6] відзначається, що використання в якості проміжного шару порошку нікелю дозволяє проводити дифузійне зварювання при температурі на 200°С нижче, ніж без такого прошарку. Однак застосування проміжних ультрадисперсних порошоків та прошарків, отриманих напиленням має ряд недоліків, що пов'язано з технологічними особливостями отримання частинок потрібної форми, дисперсності, властивостей прошарків та їх дозування при внесення у стик при зварюванні. В роботі [7] показано, що застосування пористої фольги дозволяє здійснювати дифузійне зварювання у вакуумі металевих матеріалів та отримувати якісні нероз'ємні з'єднання при температурі зварювання на 30-35 % меншій у порівнянні зі зварюванням без прошарку. Тому метою даної роботи є дослідження здатності до зварювання напівпровідникового матеріалу Bi_2Te_3 з міддю через нанопористі фольги.

Дослідження проводили з використанням нанопористої нікелевої фольги товщиною 40 мкм і пористістю 30 %, яку виготовлено в інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України методом електронно-променевого випаровування і осадження з парової фази в вакуумі. На нашу думку, така фольга, окрім активації поверхонь зварювання, може також відігравати роль антидифузійного, а також демпфуючого прошарку і дозволити зменшувати залишкові напруження і деформації в стику за рахунок їх гасіння у порах. Для перевірки цієї гіпотези були проведені розрахунки за допомогою програмного пакету ANSYS, які дозволили встановити, що, використовуючи пористу нікелеву фольгу, напруження на 15-20% менші ніж при зварюванні Bi_2Te_3 з Cu без антидифузійного прошарку або через нікелеву фольгу.

Враховуючи режими зварювання та робочий температурний цикл використання термоелектричного модулю, встановлено, що середня глибина дифузії міді в пористий нікель становить 0,017 мкм. Тобто нікелева фольга товщиною 40 мкм є досить ефективним антидифузійним бар'єром для міді.

Дифузійне зварювання напівпровідникового матеріалу Bi_2Te_3 з міддю через нанопористі нікелеві фольги проводили на наступному режимі: $T_{зв}=250-350^{\circ}\text{C}$; $t_{зв}=20-40\text{хв.}$; $P_{зв}=2-3\text{ МПа}$. Однак, на жаль, якісне зварне з'єднання Bi_2Te_3 з Cu через пористий прошарок нікелю на вказаних режимах отримати не вдалося. Тому для додаткової активації поверхонь нами був використаний рідкий прошарок з індію, якій у вигляді фольги товщиною 20 мкм попередньо вносили в зону з'єднання між напівпровідниковим матеріалом і нікелем та між нікелем і міддю. В результаті зварювання прошарок індію майже повністю витискається зі стику, а перехідна зона являє собою чітку лінію контакту без видимих дефектів.

Таким чином в роботі встановлено ефективність використання нанопористої нікелевої фольги для зварювання напівпровідникового матеріалу Bi_2Te_3 з міддю щодо виготовлення термоелементів.

Список посилань

1. Анисимов М.А., Новые термоэлектрические материалы на основе редкоземельных гексаборидов для криогенных рефрижераторов и сенсоров: конкурсная работа аспиранта 2-го года. - МФТИ (ГУ).
2. Горський П.В. Електропровідність контактуючих часток термоелектричного матеріалу / П. В. Горський, В. П. Михальченко // *Термоелектрика*. – 2013. – № 2. – С.12–18.
3. Термоелектричні модулі для генераторів на газовому органічному паливі. [Текст] : научно-популярна література / Л.І. Анатичук, Є.І. Антонюк, В.Я. Михайловський та ін // *Термоелектрика*. – 2006. – № 4. – С. 55 – 72.
4. Люшинский А.В. Диффузионная сварка разнородных материалов: учебное пособие для студ. высш. учебн. заведений / А.В. Люшинский – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 208 с.
5. Люшинский А.В. Критерии выбора промежуточных слоев при диффузионной сварке разнородных материалов/ А.В. Люшинский // *Сварочное производство*. – 2001. – №5. –С. 40–43.
6. Люшинский А.В., Мазанко В.Ф., Белякова М.Н., Ворона С.П. Массоперенос при сварке давлением с применением ультрадисперсного порошка никеля/ А.В. Люшинский, В.Ф. Мазанко, М.Н. Белякова, С.П.Ворона // *Сварочное производство*. – 1999. – №6. – С. 10–14.
7. Патент України на корисну модель 94079 UA, МПК В23К 20/00 Спосіб дифузійного зварювання через пористу фольгу / Устінов А. І., Харченко Г. К., Фальченко Ю. В., Новомлинець О. О., Петрушинець Л. В., Мельниченко Т. В., Ляпіна К. В.; заявник і патентовласник Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. – № u201405643; заявл. 26.05.2014; опубл. 27.10.2014, Бюл. № 20.

УДК621.398.001.2

М.В.Кіяновський, докт. техн. наук, професор,
Н.І. Цивінда, канд. техн. наук, доцент,
В.В. Мельник, студент

ДВНЗ «Криворізький національний університет», civinda@mail.ru

РОЗРОБКА І ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ РЕМОНТУ З ЗАСТОСУВАННЯМ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ

Непривідна кліть працює в умовах постійних вібрацій навантажень, та температурних навантажень. Особливо несприятливі умови для деталей безпосереднього контакту з прокатом. Одна з таких деталей ловушка (рис.1), виготовлена зі сталі 35Л ГОСТ 977-88. За рахунок постійного контакту з прокатом спостерігається інтенсивне зношення похилої поверхні та бічних поверхонь пазу.

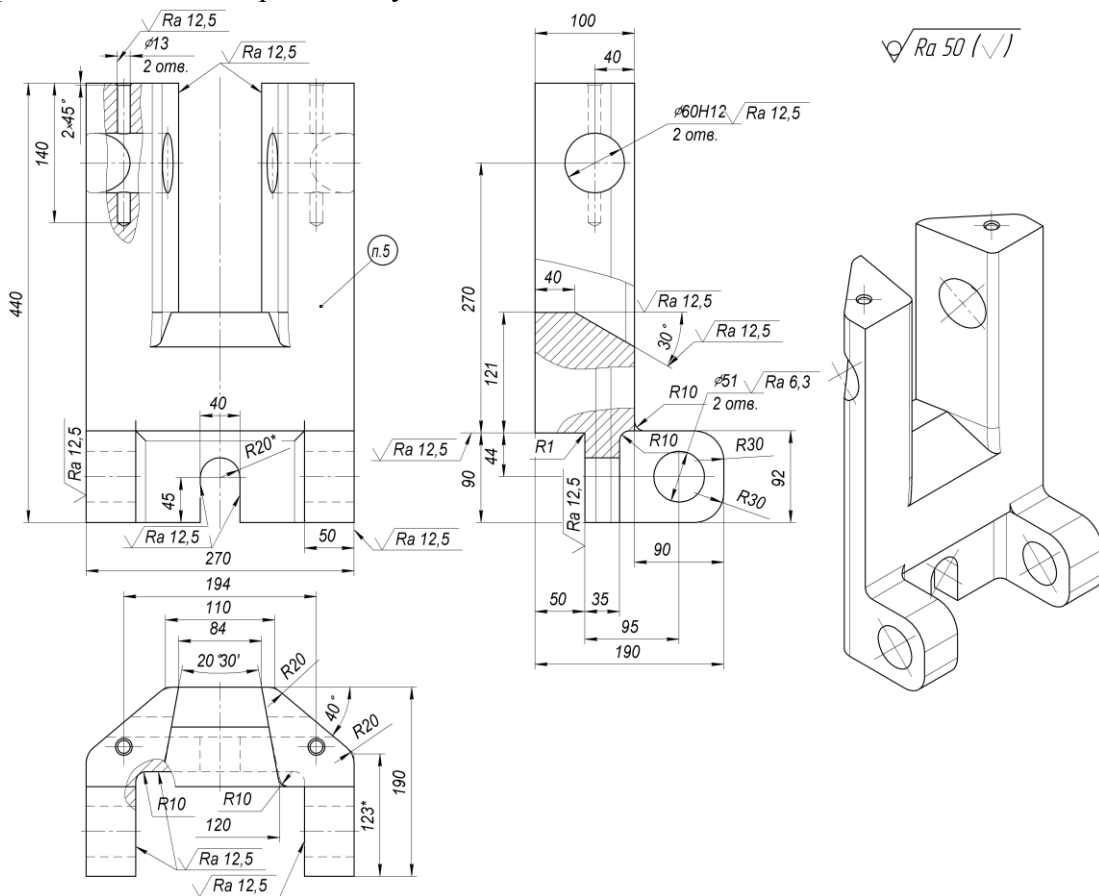


Рис. 1 – Ескіз та тривимірна модель деталі ловушка

Вартість відновлення зношених деталей непривідної кліті, а саме деталі ловушка, значно нижче вартості їх виготовлення і становить 20-60% вартості нових деталей. До того ж відновлення деталей зменшує потребу ремонтних підприємств у виробництві нових запасних деталей. Найбільшу перспективу при лазерному наплавленні мають CO₂ - лазери безперервної дії потужністю 1 кВт і більше.

На сьогодні серед найбільш актуальних застосувань коаксіального лазерного наплавлення – відновлення зношеної або ушкодженої геометрії металевих деталей машинобудівного виробництва. При ремонті великогабаритних деталей складної геометрії металургійного обладнання: валів, прес-форм, ливарних форм, корпусних деталей лазерне коаксіальне наплавлення дозволяє заощадити значні кошти завдяки економії матеріалу, часу на обробку й устаткування, задіяного в ремонті [1].

Щільність і міцність нанесеного при ремонті шару покриття не поступається основному матеріалу, а при спеціальному підбиранні присадкового порошку перевищує її значно, що позитивно позначається на ресурсі роботи відновленої деталі [2].

Таблиця 2 - Залежність кількості використаного порошку від параметрів режиму наплавлення

| V, мм/с | Значення кількості використаного порошку при параметрах подавання порошку $G_{\Pi} = 0,845$ г/с, $L = 15$ мм, $\alpha = 45^{\circ}$ | | | |
|---------|---|-----------|------------------|-----------|
| | P= 2,0 кВт | | | |
| | попутне | зустрічне | попутне | зустрічне |
| | $\Delta f=30$ мм | | $\Delta f=30$ мм | |
| 50 | 19 | 26,5 | 13,7 | 29 |
| 100 | 15 | 30,5 | 11,8 | 39,5 |
| 150 | 14,5 | 20,5 | 14,1 | 25 |
| 200 | 16 | 30,5 | 4,2 | 25,5 |
| 250 | 8 | 26,5 | 1,9 | 14,2 |
| 300 | 1,7 | 17,9 | - | 11,5 |

Наплавлення сплавом ПГ-СРЗ. Твердість наплавленого шару $HRC \leq 47$. Товщина наплавленого шару 1 мм.

Параметри подачі порошку постійні: подача порошку $G_{\Pi} = 0,845$ г/с, довжина $L = 15$ мм, кут нахилу $\alpha = 90$.

Параметри лазерної обробки постійні: потужність $P = 2,5$ кВт, ступінь розфокусування $\Delta f = 30$ мм, швидкість $V = 50$ мм/с [3].

Список посилань

1. Черненко В. С. Променеві методи обробки: Навч. посібник. / В.С. Черненко, М.В.Ківдрачук, О. І.Дудка. – К.:Кондор, 2004. – 166 с.
2. Інженерія поверхні: Підручник / [К. А. Ющенко, Ю. С. Борисов, В. Д. Кузнецов, В. М. Корж]. – К.: Наукова думка, 2007. – 559 с.
3. Григорьянц А. Г. Основы лазерной обработки материалов / А. Г. Григорьянц. – М.: Машиностроение 1989. – 304с.

УДК621.398.001.2

Н. І. Цивінда, канд. техн. наук, доцент,

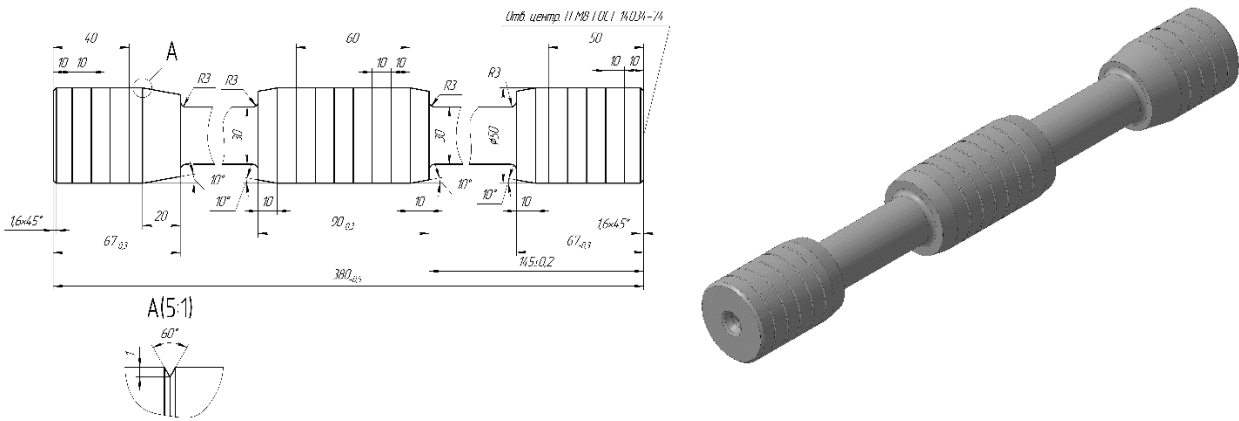
П. С. Сабадаш, студент

ДВНЗ «Криворізький національний університет», civinda@mail.ru

ВІДНОВЛЕННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗОЛОТНИКА КОМПОЗИЦІЙНИМ ХІМІЧНИМ НІКЕЛЮВАННЯМ

В наш час в металургійному комплексі м. Кривий Ріг достатньо широко експлуатуються застарілі моделі пресового обладнання, які потребують ремонту і відновлення вузлів та деталей. В процесі експлуатації даного обладнання від 30 до 50% всіх відмов приходить на гідравлічну систему через зношення прецизійних деталей, в основному золотників.

В даній роботі розглядається перспективний спосіб відновлення та підвищення експлуатаційних характеристик деталі «Золотник» (рис. 1) композиційним хімічним нікелюванням [1]. Ця деталь використовується у золотниковому розподільнику прес-ножиць гідравлічних НО340.



а) б)
Рис. 1 – Ескіз а) та тривимірна модель б) золотника

Практична цінність композиційного хімічного нікелювання полягає в тому, що зі всіх видів хімічних покриттів воно має найбільш високу мікротвердість, зносо- і корозійну стійкість, що дозволяє збільшити ресурс золотникових пар в 1,2 рази порівняно із серійно випускаємими. При нанесенні покриттів відсутній термічний вплив на деталь, що виключає її жолоблення. Композиційне хімічне нікелювання являє собою хімічно осаджену матрицю із заданим розподілом в ній різних порошкоподібних матеріалів. Окрім того, затрати на коштовне обладнання відсутні, оскільки при нанесенні композиційного покриття на основі нікелю процес практично не відрізняється від стандартного процесу хімічного нікелювання і тому можна використовувати обладнання гальванічних цехів.

Для пояснення механізму процесу хімічного нікелювання в останні роки було запропоновано декілька гіпотез [2]. Одна із них припускає, що відновлення іона нікелю відбувається за рахунок утворення гальванічного елемента, в якому анодом є водень, а катодом – метал, що покривається.

В іншій гіпотезі схема процесу представлена у вигляді багатоступінчастої реакції. Відновлення іона нікелю відбувається шляхом отримання ним електрону з поверхні металу, в той час, коли передача електронів від гіпофосфіту металу виконується за рахунок радикалу ОН.

На початкових стадіях кристалізація нікелю відбувається по острівковому механізму. Розглянемо утворення кристаліту нікелю, що складається із зерен. Якщо зерна наступних шарів щільно вкладаються одне до одного, то будується кристалічна ґратка з правильним розташуванням атомів (рис. 2, а). Якщо зерна вкладаються так, як показано на рис 2, б, то може відбутися дефект пакування.

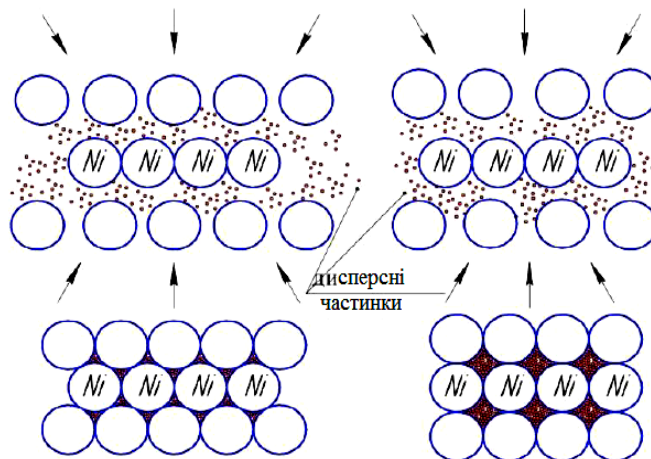


Рис. 2 – Моделі розташування зерен Ni у кристаліті в нормальному положенні а) та дефектному б)

Список посилань

1. Пат. № 2465374 Российская Федерация, МПК С25D15 / 00. Раствор для химического осаждения композиционных никелевых покрытий / В. В. Сафонов, С. А. Шишурин, В.С.Сёмочкин. – № 2011111482; заявл. 25.03.2011; опубл. 27.10.2012, Бюл. изоб. №23.
2. Сёмочкин В. С. Теоретическое обоснование повышения ресурса деталей упрочненных ультра-и наноконпозиционным химическим никелированием / В. В. Сафонов, С. А. Шишурин, В. С. Сёмочкин // Научное обозрение. – 2012.- Вып. 1 – С. 21 –27.

УДК 621.791

**М.Г. Болотов, канд. техн. наук, доцент,
Т.Р. Ганєєв, канд. техн. наук, доцент,
І.О. Прибитько, канд. техн. наук, доцент,
Л.Я. Березін, канд. техн. наук, доцент**

Чернігівський національний технологічний університет, 380934027480@ya.ru

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПРОТИКУЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТИТАНОВИХ БРОНЕПЛАСТИН

В сучасних умовах ведення бойових дій бронезилет є найбільш ефективним засобом індивідуального захисту (ЗІЗ), що застосовується в силових структурах. Сучасний ринок пропонує широкий спектр бронезилетів виконаних зі сталеві пластини зміцненої термообробкою, кевларові, керамічні, тощо. Однак сумнівний досвід їх експлуатації в зоні проведення АТО показує, що більшість з них не може забезпечити необхідного рівня захисту його власнику, або є досить важкими, що обмежує маневреність бійця.

У зв'язку з цим широкого впровадження для ЗІЗ військовослужбовців набули титанові бронепластини, здатні забезпечувати достатній рівень протикульної стійкості і дозволяють знизити її вагу на 15–20% в порівнянні зі сталевими. Проведені тестування таких бронезилетів в сучасних бойових умовах висувають ряд вимог, головним чином пов'язаних із забезпеченням захисту їх носія від куль з підвищеною пробивною здатністю. Це потребує підвищення механічних властивостей титанового сплаву.

В даній роботі запропоновано спосіб підвищення рівня протикульного захисту титанових бронепластин шляхом отримання на поверхні титанового сплаву шарів високотвердого інтерметаліду – алюмініду титану TiAl із застосуванням дифузійного зварювання титану ВТ1-0 з технічним алюмінієм АД1.

Зварювання здійснювали при температурі $T=550-630$ °С, тиску $P=225$ МПа, тривалості зварювання $t=60$ хв. З метою подальшого росту інтерметалідного прошарку, зварні зразки піддавали термічній обробці в муфельній печі при температурі 700 °С протягом 5 годин.

Дифузійно-зварна конструкція являє собою композиційний матеріал, який складається з шарів титану товщиною 300 мкм та шарів алюмінію, товщиною 200 мкм кількістю 20 штук кожна, з розташованими між ними інтерметалідними прошарками товщиною 85 мкм. Польові випробування отриманого зразка проводили шляхом його порівняння з аналогічними випробуваннями гомогенної титанові пластини товщиною 10 мм при обстрілюванні їх з різної стрілецької зброї відповідно до ГОСТ Р 50744-95.

В результаті польових випробувань зварний шаруватий зразок, що містить у своєму складі прошарку високотвердого інтерметаліду – алюмініду титану витримав потрапляння кулі випущеної з пістолета Макарова, на відміну від гомогенної титанові пластини. Потрапляння кулі, випущеної з АК-74, не витримав жодний зі зразків.

УДК 629.7.083

Є.Ю. Сахно, докт. техн. наук, професор

Чернігівський національний технологічний університет, kafUYAP@ukr.net

Е.П.Сідін, канд. техн. наук, доцент

Державний науково-дослідний центр, sidin.e.f@mail.ru

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРИ КОРОЗІЙНИХ УШКОДЖЕННЯХ

Забезпечення якості та надійності елементів конструкцій літальних апаратів при наявності корозійних ушкоджень є однією з важливих завдань сучасного авіабудування, оскільки в теперішньому часі парк гелікоптерів та літаків громадянських організацій та міністерства оборони України сильно застарів. В ВПС використовується авіатехніка 25-30 річної давнини. Однак, разом з використанням в Україні нових видів літальних апаратів доля «старих зразків» авіатехніки є досить високою. Важливою задачею організацію технічного обслуговування літальних апаратів з подовженим терміном експлуатації є мінімізація вірогідності виникнення ушкодження конструкції, забезпечення глибокої діагностики, виявлення та усунення дефектів до того часу, коли їх розвиток призводить до зниження міцності нижче допустимого рівня. Основними факторами, які потенційно знижують міцність конструкцій літального апарату в процесі експлуатації є [1, 2]:

- втомленість (втомні тріщини) 3-5%;
- корозійні ушкодження 70-80%;
- механічні ушкодження 10-15%;
- інші дефекти 10-15%.

З наведених даних видно, що основним вражаючим фактором літальних апаратів є комплексна проблема забезпечення корозійної стійкості, усунення корозійно-втомлених ушкоджень і відмов, які приводять до зняття машини з експлуатації, і збільшують обсяги та терміни поточного та капітального ремонту, що впливає на енерговитрати та експлуатаційні витрати.

Необхідно відзначити, що алюмінієві сплави внаслідок достатньо високих механічних показників і невеликої питомої ваги займають основне місце в літакобудуванні, і складають 80-90% ваги конструкції літака, і в той самий час корозійні ураження складають 70-80% дефектів планера [3,4]. При цьому корозійна стійкість алюмінію, що використовується в конструкції літальних апаратів та методи захисту від корозії не можуть в повній мірі гарантувати низьку вірогідність зародження корозійних ушкоджень.

В даній доповіді представлено аналіз методів діагностики та захисту корозійного стану літальних апаратів для забезпечення якісної та надійної експлуатації машини протягом всього терміну її експлуатації. Аналіз запропонованої статистичної інформації дозволяє виявити типи корозійних ушкоджень, які найчастіше зустрічаються при використанні авіаційних алюмінієвих сплавів та характер дефектів, які розвиваються в наслідок корозійної небезпеки.

Список посилань

1. Кобелев В.Н. Введение в аэрокосмическую технику/ Кобелев В.Н., Милованов А.Г., Волхонский А.Е.– М.: МГАТУ, 1996.–267 с.
2. Денкер И.И. Технология окраски самолетов и вертолетов гражданской авиации /Денкер И.И., Владимирский В.Н. – М.Машиностроение, 1988. – 128 с.
3. Фейгенбаум Ю.М. Влияние случайных эксплуатационных повреждений на прочность и ресурс конструкции воздушных судов / Фейгенбаум Ю.М., Дубицкий С.В. // Научный вестник МГТУГА, 2013.–№ 187.– С.83-90.
4. Лопаткин В. И. Новые формы реализации прогрессивных концепций обеспечения надежности /Лопаткин В. И. – М.: Недра, 1990. – 240 с.

УДК 621.643.412:621.772.4

Ю.М. Хомяк, канд. техн. наук, доцент

Одесский национальный политехнический университет, jom38@mail.ru

И.А. Яровая, канд. техн. наук, доцент

Одесский национальный политехнический университет, inaodua@ukr.net

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ ПГВ-440

Все действующие АЭС Украины эксплуатируют реакторные установки типа ВВЭР. Один из главных элементов установок ВВЭР – парогенераторы типа ПГВ, предназначенные для эффективного теплоотведения из активной зоны реактора во всех режимах его работы. Ключевым вопросом безопасной эксплуатации парогенераторов типа ПГВ является обеспечение межконтурной плотности, поскольку парогенераторы являются барьером между радиоактивным теплоносителем первого контура и нерадиоактивным теплоносителем второго контура. Одной из основных причин протечек теплоносителя первого контура являются повреждения шпилек и фланцев коллекторов парогенераторов. Анализ подобных повреждений на Ровенской АЭС, а также других АЭС с ВВЭР-440 показывает, что они носят усталостный характер:

- поврежденные фланцы коллекторов и шпильки располагаются на горячем коллекторе парогенератора, в основном на внутренней стороне горячего коллектора;

- повреждения развиваются со стороны шпилечных гнезд в направлении второго контура; зарождение трещин на коллекторах начинается от поверхности шпилечных гнезд; кроме больших широко раскрытых трещин имеется множество мелких разветвленных трещин;

- трещины на шпильках возникают и на резьбовых, и на гладких поверхностях.

Причиной повреждений элементов фланцевых соединений коллекторов являются механические напряжения, возникающие в них при сборке и во время эксплуатации. Наличие коррозионно активной пароводяной среды при достаточно высоких многократных нагрузках ускоряет процессы растрескивания металла.

Крышки коллекторов являются наименее нагруженными элементами соединения вследствие большой толщины и, как результат, высокой изгибной жесткости. Необходимость ввода в состояние пластической деформации уплотнительных элементов при наличии жесткой крышки приводит к перегрузке фланцев и особенно – крепежных элементов соединения. Согласно расчетам, напряжения в шпильках при затяжке близки к пределу прочности материала. При достаточно больших затяжках (0,4 – 0,6 мм) шпильки могут быть повреждены при пуске или гидравлических испытаниях блока, что приводит к потере плотности и раскрытию соединения.

Контактная задача для фланцевого соединения должна учитывать дискретное приложение усилий затяжки и связанное с этим циклическое деформирование фланца и крышки в окружном направлении. Описание компонент нагрузки в соединении целесообразно представить с использованием дельта-функции Дирака:

$$g(\varphi) = p + \sum_{i=1}^n R_i \delta(\varphi - r_i) - \frac{kF}{2\pi r_F} \delta(\varphi - r_F) \sum_{i=0}^{k-1} \delta\left(\varphi - \frac{2\pi i}{k}\right), \quad (1)$$

где p – равномерно распределенное по плоскости давление в парогенераторе, Н/м²;

R_i – распределенные по окружностям реакции уплотнительных элементов, Н/м;

F – точечно приложенные усилия затяжки шпилек, Н.

Нахождение точного решения контактной задачи делает возможным уменьшение толщины крышки коллектора, что в свою очередь позволяет сбалансировать распределение нагрузок в соединении, уменьшить напряжения в шпильках.

УДК 69.059.018

М.В.Лапа, канд. техн. наук., доцент,

Н.М.Сташкевич, викладач

Чернігівський національний технологічний університет, siver_info@i.ua

І.С. Печонкін, магістрант

Київський національний університет будівництва та архітектури

УПРАВЛІННЯ ДОКУМЕНТАЦІЮ ПРИ ВИКОНАННІ РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

Якість і надійність будівель та споруд на АЕС забезпечується шляхом здійснення комплексу технічних, економічних і організаційних заходів по ефективному управлінню якістю на всіх стадіях виконання ремонтно-будівельних робіт. Результати виконання ремонтно-будівельних робіт та їхнього контролю фіксуються в обліковій і звітній технічній документації з посиланням на відповідну нормативну, виробничу, технічну документацію, відповідно до вимог якої вони виконувались. За результатами виробничого та інспекційного контролю якості ремонтно-будівельних робіт, а також за розпорядженням щодо усунення недоліків, виявлених органами технічного нагляду замовника, проектною організацією впроваджуються заходи щодо усунення виявлених дефектів, та проводиться запис в загальному журналі робіт на об'єкті. Документація, яка використовується при виконанні ремонтно-будівельних робіт підрозділяється на:

- нормативні документи, дія яких поширюється на всю діяльність НАЕК «Енергоатом»; нормативні документи вищого органу державного управління (галузеві стандарти, норми, правила, типові інструкції і програми);
- державні стандарти, стандарти підприємства; технічні умови на продукцію;
- нормативні документи органів державного регулювання та нагляду;
- проектно-конструкторські документи, які розроблені і виконані відповідно до вимог стандартів (ЕСКД, ЄСПД, СНіП, ДБН);
- конструкторська документація на виробі;
- проектна документація;
- проектно-кошторисна документація;
- організаційно-розпорядчі документи;
- організаційні документи, положення, посадові інструкції, програми;
- технічні документи (процедури, програми виконання робіт, технологічні документи, технічні рішення, технічні завдання, схеми).

Записи та супутня документація, які ведуться на АЕС, включають акти, журнали, протоколи нарад, перевірки знань та інші, звіти, відомості. Ведення записів дозволяє аналізувати адекватність, результативність, ефективність виконання ремонтно-будівельних робіт для вибору заходів з їх вдосконалення; виявляти причини, аналізувати невідповідності для розробки коригувальних і запобіжних дій; створити механізм оперативного одержання достовірної інформації. Записи ведуться на паперових і електронних носіях інформації для її подальшого аналізу та для підтвердження (засвідчення) в необхідних випадках юридично значимих фактів. На відміну від інших документів, що забезпечують виробничу діяльність, записи не можуть бути змінені. Вони та супутня документація ведуться за встановленою чи довільною формою. Проведений аналіз та реєстрація даних про дефекти записів на АЕС, побудована діаграма Парето за типами дефектів (рис. 1). Варто приділити увагу тим дефектам, котрі входять до групи А та становлять найбільшу кількість помилок: неправильне заповнення відповідних форм для ведення записів, використання неправильних форм для ведення записів, відсутність архівної (резервної) бази записів за певний період, пошкодження записів.

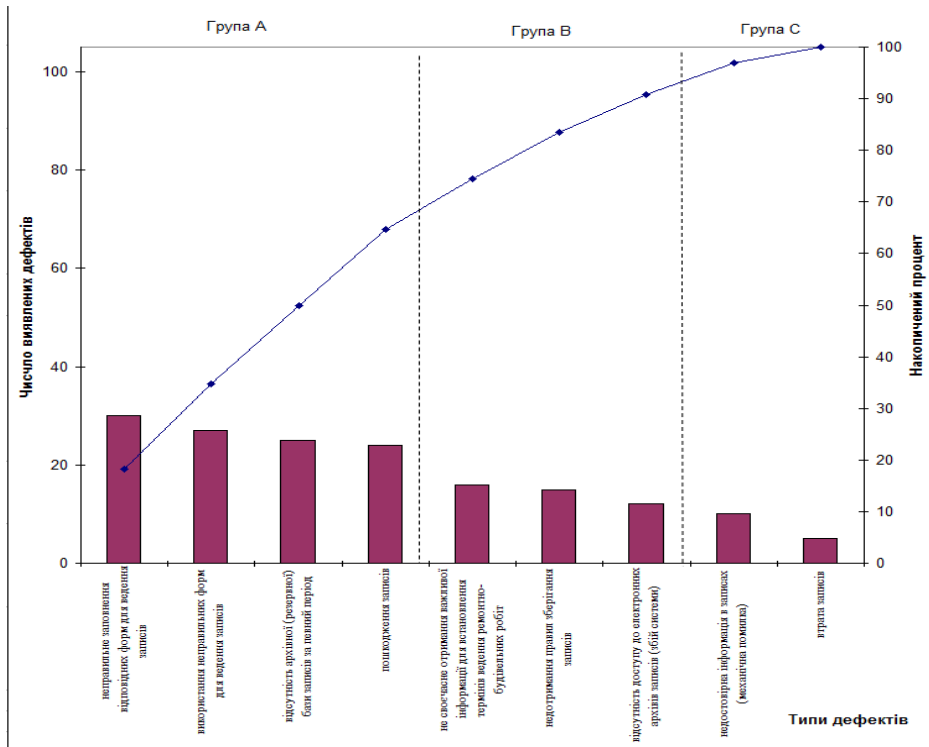


Рис. 1. – Діаграма Парето

Розробка та впровадження функції розгортання якості (QFD) для визначення необхідних записів з якості при виконанні ремонтно-будівельних робіт на прикладі ВП ХАЕС та ВП РАЕС наведена на рис.2.

| № п/п | Технічний показник Вимоги якості | Пріоритетність | Форми ведення записів | | | | | | Рейтинг | | | | | | | |
|---|---|----------------|--------------------------|-----------------------------|---|------------------------|---|---------------------|--|---------|---------|---|---|---|---|---|
| | | | Акт здачі-приймому робіт | Технічне завдання на проєкт | Протокол статусного засідання на проєкт | Лист-згода по договору | Протокол щотижневого засідання по проєкту | План коригуючих дій | План попереджувальних ремонтно-будівельних робіт | ВП ХАЕС | ВП РАЕС | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | дотримання відповідних вимог щодо ведення записів | 9 | 9 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 9 | □ | ○ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | 81 | 81 | 27 | 81 | 27 | 81 | 81 | | | | | | | |
| 2 | повнота записів | 8 | 9 | 9 | 3 | 3 | 3 | 9 | 9 | □ | ○ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | 72 | 72 | 24 | 24 | 24 | 72 | 72 | | | | | | | |
| 3 | достовірність | 7 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | □ | ○ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | | | | | | | |
| 4 | можливість оперативного доступу до записів | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 9 | □ | ○ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 54 | 54 | | | | | | | |
| 5 | дотримання правил та умов зберігання записів | 5 | 9 | 9 | 3 | 3 | 3 | 9 | 9 | □ | ○ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | 45 | 45 | 15 | 15 | 15 | 45 | 45 | | | | | | | |
| 6 | дотримання умов регулярності та вчасного заповнення даних | 4 | 9 | 9 | 3 | 3 | 3 | 9 | 9 | □ | ○ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | 36 | 36 | 12 | 12 | 12 | 36 | 36 | | | | | | | |
| 7 | дотримання правил вилучення записів | 3 | 9 | 9 | 1 | 1 | 1 | 9 | 9 | □ | ○ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | 27 | 27 | 3 | 3 | 3 | 27 | 27 | | | | | | | |
| Цілі | | | 342 | 342 | 162 | 216 | 162 | 378 | 378 | | | | | | | |
| Складність виконання вимог (5 - важко, 1 - легко) | | | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | | | | | | | |

Рис.2 – Вимоги якості та технічні вимоги щодо ведення записів

Результати досліджень можуть бути використані для розробки методики управління записами при виконанні ремонтно-будівельних робіт, метою якої є визначення управлінських дій щодо забезпечення ідентифікації записів, порядок узгодження та затвердження, правила та терміни зберігання і видалення записів, правила доступу та захисту записів від несанкціонованого доступу, контроль виконання записів.

Список посилань

1. Лапа М.В. Підвищення якості планування та проведення поточних і капітальних ремонтів виробничих будівель, споруд на АЕС./ М.В.Лапа, М.А. Цезарук, І.С. Печонкін, Є.В.Мирошніченко // Сборник научных трудов СНУЯЭиП. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2013. – №(4)36. – С.156-163.
2. Хмельницька АЕС [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.xaec.org.ua>

УДК 624

С.В. Завацький, канд. фіз.-мат. наук, доцент

А.І. Сергєєв, викладач

М.М. Корзаченко, викладач

Чернігівський національний технологічний університет. korzachenko_87@meta.ua

ПРО ЗАПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В БУДІВЕЛЬНУ ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ

Будівельна галузь України являє собою складну та специфічну організаційно-технологічну, інженерно-економічну та багатофункціональну систему з багаторівневим ранжируванням і диференціацією на взаємопов'язані та взаємо узгоджені підсистеми.

Ефективне реформування галузі можливе тільки на основі системного аналізу її стану та перспектив розвитку з урахуванням світового досвіду становлення таких систем, а саме спеціалізації і кооперації виробництв, впровадження інноваційного менеджменту і аутсортінгу, стандартизації і ліцензування, гармонізації будівельних норм з стандартами ЄС. Необхідно також враховувати факт вступу України в СОТ у зв'язку з чим сьогодні життєво необхідним є підвищення конкурентноздатності українського виробника за рахунок підвищення якості продукції.

На жаль, досвід реформування проектних і будівельних організацій Чернігівщини, як і галузі в цілому, засвідчує – поки що іде зворотній процес.

З 500 суб'єктів господарської діяльності, які сьогодні працюють на будівельному ринку Чернігівщини біля 200 заявляють про незначні обсяги випуску будівельної продукції і тільки біля десяти організацій реально конкурують на ринку проектних і підрядних робіт в області. Це засвідчує, що в регіоні є реальна конкуренція і це позитивний показник для галузі. При цьому підрядники, з метою скорочення адміністративних і накладних витрат, переважно використовують лінійну організаційну структуру (керівник організації – керівник робіт – робітники), що в умовах обмежених інвестицій і посиленої конкуренції виправдано. З метою максимального завантаження потужностей і мінімізації податкового навантаження вони намагаються і виконують максимальний обсяг будівельно-монтажних робіт (в т. ч. складних спеціальних) власними силами, без залучення спеціалізованих організацій. А це допустимо лише при виконанні нескладних конструкцій та об'єктів.

При проектуванні і зведенні будівель і споруд вищої категорії складності, забезпечення якості технологічних процесів і нормативних параметрів надійності і експлуатаційних якостей будівлі можливо тільки за умови реального впровадження системи управління якістю продукції на всіх етапах створення і експлуатації об'єкту. Практика ж будівництва на Чернігівщині і в сусідніх регіонах в останні роки засвідчує, що організації з лінійною структурою повною мірою це забезпечити не можуть.

Так, наприклад, в м. Чернігові під час виконання робіт фундаментно-підземної частини (ФПЧ) при розширенні музичної школи по вул. Мстиславській і реконструкції спортзали ліцею №11 по Пр. Миру відбулося обрушення огорожувальних та несучих конструкцій будівель. Всі надзвичайні ситуації є результатом «спрощеного» відношення до проектування і зведення складних конструктивних і інженерних систем.

Геотехнічне проектування і зведення (ФПЧ) будівлі, як частина будівельної системи є, як правило, складним технологічним процесом. Оскільки значна частина будівельних майданчиків Чернігова характеризується складними і ненадійними інженерно-геологічними умовами (специфічні ґрунти (лесові, заторфовані, насипні, набрякаючі, здиблені, засолені, з агресивним середовищем тощо)), де мають розвиток небезпечні інженерно-геологічні процеси (підтоплення, зсуви, ерозія, яроутворення, вивітрювання тощо) [1;2], це вказує на необхідність проведення особливо ретельних інженерно-геологічних вишукувань та оптимального вибору інженерних та конструктивних рішень ФПЧ проєктованих будівель. Так, на одному будівельному майданчику, з метою мінімізації витрат і забезпечення надійності можна використати різні конструктивні схеми фундаментів. Наприклад, три 13-ти поверхові однотипні житлові будинки (біля центрального ринку в Чернігові) зведені з різними конструктивними рішеннями фундаментів: перший – стрічковий, другий – плитний, третій – пальовий. При зведенні 9-ти поверхового двосекційного будинку по вул. Зеленої перша секція збудована на стрічковому фундаменті, а друга (ближче до р. Стрижень, де є «лінзи» слабких заторфованих ґрунтів, сопропелей) – на фундаменті із застосуванням буро ін'єкційних палях.

Отже, геотехнічне проектування і зведення ФПЧ будівель 3-ої та вищих категорій складності може виконуватися підрядними організаціями тільки при наявності досвідчених кваліфікованих спеціалістів відповідного профілю, які мають ліцензію на даний вид роботи.

Закон №10131 ВР України 2012 року [3] відміняє ліцензування суб'єктів архітектурно-будівельної діяльності, які проєктують і зводять об'єкти 3-ої категорії складності і замінює його індивідуальною сертифікацією відповідальних виконавців окремих видів робіт. Як показує практика це має негативні наслідки. У зарубіжних країнах система професійної сертифікації (на добровільній основі) співіснує з державним регулюванням у вигляді ліцензування.

Таким чином, забезпечення якості технологічних процесів та систем у будівництві, в умовах реформування будівельної галузі можливе за умови вирішення наступних питань:

1. Широкомасштабного обговорення та роз'яснення сутності запровадження комплексного забезпечення якості технологічних процесів та систем у будівництві в умовах реформування будівельної галузі.

2. В зв'язку з введенням в дію з 2014 року будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами ЄС, базовим НДІ Мінрегіонбуду України разом з технологічними університетами будівельного профілю започаткувати розробку навчальних програм та посібників для проектування за Єврокодами.

3. Проектним і будівельним організаціям зосередитись на розробці системи управління якістю та методології її впровадження згідно міжнародних стандартів ISO серії 9000 [4].

4. Мінрегіонбуду України внести законопроект про відновлення системи державного ліцензування господарської діяльності, пов'язаної із будівництвом об'єктів вищої (3-5-ої) категорії складності і класів відповідальності СС–2, СС–3.

Список посилань

1. Завацький С. В. Врахування негативних природних факторів при проектуванні фундаментів будівель / С. В. Завацький, М. М. Корзаченко, В. А. Самоделок // Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа: електронний збірник наукових праць. – Ч.: ЧДДЕУ, 2011. – С. 117 – 121.

2. Корнієнко М.В. Інженерно-геологічні вишукування на території міста Чернігова протягом XVIII-XXст. / Корнієнко М. В., Корзаченко М. М. // Основи та фундаменти: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 35. – К.: КНУБА, 2014. – С. 68-81.

3. Закон №10131 ВР України 2012 року від 28 лютого «Про внесення змін до закону України «Про архітектурну діяльність» та «Про ліцензування певних видів господарської діяльності»

4. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів : ДСТУ ISO 9000:2007. – [Чинний від 3 вересня 2007 року]. – К.: Дежспоживстандарт України, 2008. – 29 с.

УДК 691.421

**М.Г. Болотов, канд. техн. наук, доцент,
Т.Р. Ганєєв, канд. техн. наук, доцент,
І.О. Прибитько, канд. техн. наук, доцент,
С.В. Олексієнко, канд. техн. наук, доцент,**

Чернігівський національний технологічний університет, sv.oleks@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА СТРУКТУРНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ЦЕГЛИ

Жодне сучасне будівництво не обходиться без такого матеріалу, як цегла. Цегляна кладка широко застосовується при будівництві котеджів, зведенні багатопверхових будівель та споруд як житлового, так і промислового призначення, при реставрації історичних пам'яток архітектури вік яких може нараховувати декілька сотень років.

На сьогоднішній день найбільш поширеними видами цегли є силікатна, керамічна та вогнетривка (шамотна), кожна з яких має свої переваги та недоліки.

Довговічність будівель та споруд різного призначення визначається сукупністю факторів, таких як низька якість робіт при зведенні, порушення правил експлуатації, але не останнім з них є низька якість будівельних матеріалів [1]. Від якості цегли та цегляної кладки, що використовується в несучих конструкціях будівлі залежатиме не тільки строк її нормальної експлуатації, але, що набагато дорожче – людське життя.

У зв'язку з цим, головним завданням для забезпечення тривалої експлуатації будівель та споруд різного призначення є необхідність обстеження та своєчасного визначення стану матеріалів, з яких вони побудовані, їх фізико-хімічних та механічних характеристик.

На сьогоднішній день при обстеженні цегляних та кам'яних будівель в процесі збору вихідних даних для повіреного розрахунку широкого застосування набули методи руйнівного та неруйнівного контролю. Сучасні неруйнівні методи випробувань дозволяють диференційовано в любых зонах та кількості отримувати інформацію про особливості структури цегли та цегляної кладки в досліджуваних спорудах. Вони найбільш прийнятні, в першу чергу, з фінансової точки зору, оскільки не потребують відбору дослідних зразків для подальших досліджень, що не призводить до погіршення зовнішнього вигляду будівлі та її послаблення, так як зони вичинки, що залишаються при відборі зразків для натурних досліджень є концентраторами напружень. Однак є думка окремих фахівців, що застосування неруйнівних методів контролю на основі ультразвуку неприпустимо, оскільки вони дозволяють лише побічно (приблизно) оцінити міцність цегли і в більшості випадків характеризуються великою похибкою [2].

Метою даної роботи є оцінка сучасного стану методів дослідження механічних та фізико-хімічних властивостей цегли, а також спроба наукового обґрунтування доцільності застосування ультразвукового імпульсного методу контролю для вивчення неоднорідності внутрішньої структури цегли.

Для проведення досліджень були відібрані партії цегли по 5 штук, вік яких коливається від 20 до 120 років. Слід відмітити, що всі відібрані зразки являють собою частину кладки

житлових будівель, що в різний час знаходилися на території міста Чернігова, тобто, працювали в однакових кліматичних умовах, але з різних причин були демонтовані.

Для якісного визначення працездатності різних систем, виробів та конструкцій, обов'язковим є проведення як руйнівного, так і не руйнівного контролю якості із застосуванням різного виду обладнання, але первинним методом контролю залишається візуально-вимірювальний контроль (ВВК), оскільки він вважається найдоступнішим і оперативним і тому є обов'язковим, попереднім методом обстеження.

Вся цегла, без виключення, має явні поверхневі дефекти, що обумовлено тривалим терміном їх експлуатації. Так, на деяких зразках виявлено незначні відколи та притупленості бічних граней. Більшості зразків силікатної цегли притаманні одиничні щілинні порожнини діаметром від 3 до 8 мм. Видовжені просторові тріщини характерні для червоної керамічної цегли. Довжина таких тріщин в межах одного зразка, що досліджується, коливається від декількох міліметрів до декількох сантиметрів. Наскрізних порожнеч в жодному із зразків не виявлено.

Для визначення неоднорідності структури відібраної цегли застосовувався ультразвуковий імпульсний дефектоскоп ДУК-5В.

В ході випробувань було встановлено, що для всіх досліджуваних зразків характерна анізотропія швидкості розповсюдження механічних хвиль. Це вказує на складність структури цегли, обумовленої наявністю мікротріщин, шпарин та інших індивідуальних особливостей цегли. Виявлено, що структура старовинної цегли характеризується малою щільністю по центру та більш щільною структурою по його краях.

Для подальшого проведення механічних випробувань на міцність всі досліджувані зразки за допомогою алмазного диска були розпиляні на 8 окремих зразків розмірами 60×60×60 мм відповідно до вимог стандарту ГОСТ 8462-85.

Міцнісні характеристики досліджуваних зразків визначали шляхом випробування кубиків на стискання укладених на постіль та ложок за допомогою пресового обладнання. Було проведено три серії випробувань по п'ять цеглин в кожній, тобто, загалом 40 кубиків.

Середні значення результатів експерименту наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 Результати механічних випробувань

| Досліджувана цегла | Поява першої тріщини, P_{cp} , кН | | Повне руйнування, P_{cp} , кН | | P_{cp} ложок/ P_{cp} постіль | P_{cp} ложок/ P_{cp} постіль |
|--------------------|-------------------------------------|-------|---------------------------------|-------|----------------------------------|----------------------------------|
| | постіль | ложок | постіль | ложок | Перша тріщина | Повне руйнування |
| «Денісов» | 25 | 18 | 34 | 23 | 0,75 | 0,67 |
| Силікатна | 18 | 14 | 29 | 20 | 0,77 | 0,68 |
| Керамічна | 38 | 36 | | | 0,94 | |

Висновки. Встановлено зв'язок між міцністю досліджуваних цегляних зразків та напрямком їх розташування відносно прикладеного навантаження з коефіцієнтом, близьким до 0,7. Встановлено, що міцність цегли укладеної на постільну грань приблизно на 30% вища за ложкову. Також, показана принципова можливість використання імпульсного ультразвукового методу для контролю структурної неоднорідності цегли.

Список посилань

1. Болотов М.Г. Аналітичний огляд основних причин та наслідки аварій будівель та споруд, що сталися на території України за останні п'ять років. / М.Г. Болотов // Вісник ЧНТУ. – 2013. – №4. – С. 197 – 204.
2. Житушкин В.Г. Определение прочности кладки кирпича в натуральных условиях / В.Г. Житушкин, В.Н. Кучеров // Жилищное строительство. 2001. – №9. – С. 11 – 12.

УДК 621.793.74

І.В. Смирнов, докт. техн. наук, професор,
Національний технічний університет України «КПІ», smirnovkpi@gmail.com
А.В. Чорний, канд. техн. наук,
В.К. Фурман, аспірант,
І.А. Селіверстов, канд. техн. наук, доцент,
Херсонський національний технічний університет, sia-72@yandex.ru
Г.Н. Троцан, аспірант

ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛАЗМОВО-НАПИЛЕНИХ САМОФЛЮСІВНИХ ПОКРИТТІВ ЗАСТОСУВАННЯМ НАНОДИСПЕРСНИХ КОМПОНЕНТІВ

Нанесення покриттів з порошків системи Ni-Cr-Fe-B-Si дозволяє значно підвищити зносостійкість робочих поверхонь деталей машин та обладнання, яке виготовляється з низьколегованих сталей. Останнім часом присвячено багато робіт в напрямку зміни властивостей покриттів застосуванням нанодисперсних компонентів. Зокрема в роботах [1, 2, 3] здійснено пошук ефективних нанокомпонентів для отримання композиційних покриттів з антифрикційними властивостями. В результаті встановлено, що додавання нанопорошку оксиду алюмінію або оксиду кремнію в покриття призводить до подрібнення структурних складових, зниження залишкових напружень та щільності дислокацій і підвищення коефіцієнта зносостійкості приблизно у 2 рази.

Таким чином підвищення властивостей плазмових покриттів є актуальною задачею, а застосування нанодисперсних компонентів в покритті потребує подальшого вивчення.

Для напилювання покриттів використовували композиційний самофлюсівний порошок ПГ-СР2 системи Ni-Cr-Fe-B-Si, та ПС-12НВК-01 (Ni-Cr-Fe-B-Si(65%) + WC(35%)) з додаванням у кількості 0,5–1 мас.% нанодисперсного порошку Al_2O_3 фракцією 40–50 нм.

Приготування гомогенної суміші мікропорошку з нанопорошком Al_2O_3 здійснювали за допомогою механохімічної обробки в планетарному кульовому млині XQM-2 з додатковим вакуумуванням робочих ємкостей. Наночастинки оксиду алюмінію в умовах вакууму та механохімічної обробки переходять в активований стан і приєднуються до частинок інших елементів, утворюючи фізичні зв'язки між компонентами, що дозволяє під час подальшого плазмового напилення переносити їх в покриття.

Порошки напилювали плазмотроном з частково винесеною дугою і додатковим обдуванням плазмового струменя концентричним потоком захисного газу. Струм дуги встановлювався в межах 80–90 А, напруга 50–60 В, витрата плазмоутворюючого та захисного газу аргону складала 2–3 л/хв при діаметрі сопла 2 мм. Завдяки таким конструктивним особливостям і технологічним режимам, характер течії плазмового струменя був близький до ламінарного, що забезпечує сприятливі умови для збереження та переносу в покриття наночастинок. Плазмові покриття завтовшки 200–300 мкм наносили на пласкі зразки $5 \times 10 \times 20$ мм зі сталі Ст 3.

Для створення однорідної структури зразки з напиленими покриттями піддавали оплавленню в муфельній печі при температурі $(1050 \pm 20)^\circ C$ протягом 5 хв.

Для отриманих покриттів визначали твердість та зносостійкість (табл. 1). Мікротвердість визначали склерометричним методом, шляхом дряпання алмазної піраміди Віккерса при навантаженні 0,98 Н на приладі АИ 2.280.005ПС. Процес зношення досліджували в умовах сухого тертя на машині тертя [4] за схемою ролик (контртіло твердий сплав ВК 8) – плаский зразок з покриттям. Швидкість обертання ролику складала 130 хв^{-1} з прикладеним навантаженням 10 Н. При визначенні відносної зносостійкості покриттів за еталонне приймалося покриття матеріалу основи.

Таблиця 1 – Механічні властивості покриттів

| Покриття | Мікротвердість, МПа | Відносна зносостійкість |
|---|---------------------|-------------------------|
| ПГ-СР2 | 440 | - |
| ПС-12НВК-01 | 344 | - |
| ПГ-СР2+ Al ₂ O ₃ | 450 | 1.5 |
| ПС-12НВК-01+ Al ₂ O ₃ | 405 | 1.9 |

Таким чином, результати проведених випробувань (табл. 1) свідчать про підвищення твердості у 1,2 та зносостійкості у 1,9 разів при додаванні до складу самофлюсівного порошку нанодисперсного оксиду алюмінію. Крім того у всіх випадках, модифікування призводило до підвищення міцності зчеплення плазмово-напилених покриттів.

Висновки. Додавання до складу самофлюсівних порошоків нанодисперсного оксиду алюмінію призводить до формування зносостійкого покриття з підвищеною міцністю зчеплення.

Список посилань

1. Поиск эффективных модификаторов для получения композиционных Ni-P покрытий с антифрикционными свойствами./ П.Д. Дерлугян, В.В. Иванов, И.В. Иванов, В.Т. Логинов, В.Г. Шишка, И.Н. Щербаков// Современные наукоемкие технологии. – №5.–2013.–с.21–24;
2. Повышение свойств плазменно-порошковых покрытий модифицированием наноразмерными частицами./ К.В. Князьков, М.В. Радченко, А.Н. Смирнов, Э.В. Козлов, В.Л. Князьков // Ползуновский вестник. – 1/1.– 2012.– с.127–130.
3. Повышение износостойкости плазменных покрытий на основе композиционного порошка с наночастицами SiO₂./ И.В. Смирнов, И.А. Селиверстов, О.А. Войтович, А.В.Черный, В.И. Копылов // Вестник национального технического университета «ХПИ». — 2011. — № 2. — С. 70—74.
4. Пат. № 66940 України, МПК G01N 13/00 Пристрій для оцінки процесу тертя і зношування матеріалів / Смирнов І.В., Селіверстов І.А., Уваров В.А.; заявл. 29.06.2011; опубл. 25.01.2012, Бюл.№2.

СЕКЦІЯ 6
«ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ»

УДК 621.391.814.2

І.В. Корнієнко, канд. техн. наук
 С.П. Корнієнко, канд. техн. наук, доцент
 Чернігівський національний технологічний університет, cornel@ukr.net

МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЛІНІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕСУРСІВ
НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Серед найбільш розвинених програмних продуктів, що моделюють поширення земних радіохвиль відзначаються «Radio Telecommunication Engineering System» (RTES), ONEPLAN RPLS (Onega), родина програмних продуктів «АЛЬБАТРОС», програмні комплекси «Балтика-СПС», «Балтика-ЭМС», «Балтика-РРЛ»; ГІС «ПИАР», «RPS2: Radio Planning System 2» тощо [1]. Ці програмні продукти в більшості у своїх алгоритмах моделювання використовують стандартизовані моделі поширення радіохвиль, що рекомендовані до застосування Європейською конференцією адміністрацій зв'язку і Міжнародним союзом електрозв'язку (сектору радіозв'язку – ІТУ-R), що обираються оператором вручну у відповідності до певного типу поверхні землі і здійснюють обчислення коефіцієнта загасання радіохвиль в межах певної похибки.

З метою зменшення похибки та автоматизації вибору моделі у [2] запропонований підхід використання геоінформаційного простору у моделюванні умов поширення земних радіохвиль для неоднорідних радіоліній, в основу якого покладено дискретизацію середовища моделювання на певні об'єкти простору, які мають власний метричний опис і електричні характеристики поверхні, що в цілому дозволяє сформувати кусково-однорідні ділянки траси радіолінії (рис.1).

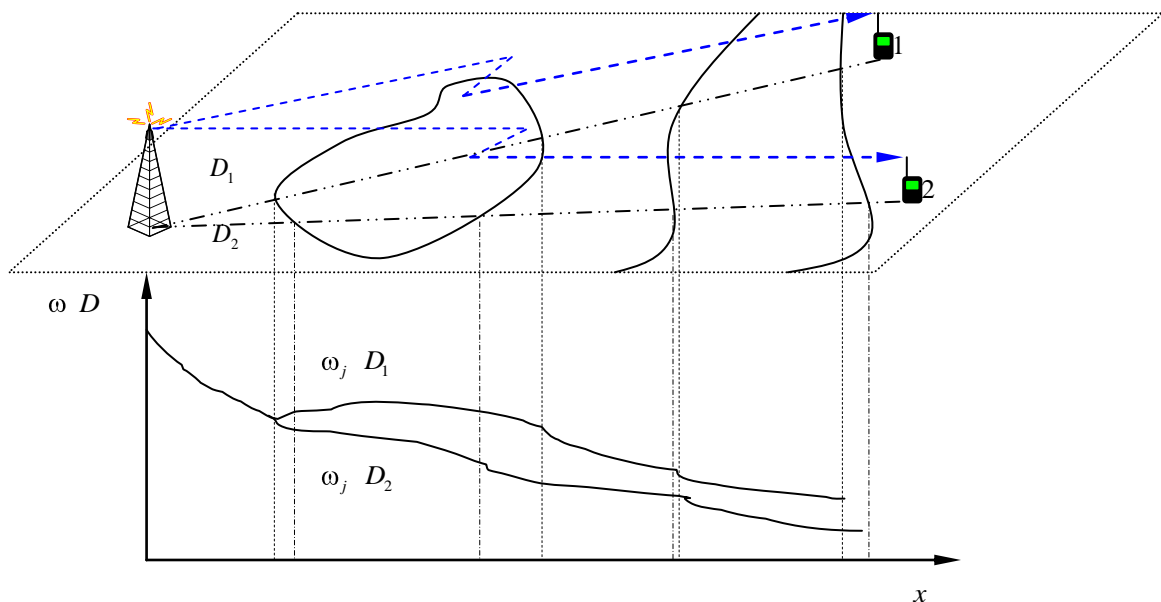


Рис. 1 – Принцип формування кусочно-однорідних трас і функцій послаблення радіосигналу для різних радіоліній

Загальне загасання радіохвиль $\omega(D)$ на трасі поширення радіохвиль D при цьому можна визначити за набором однорідних трас, що в загальному вигляді має вигляд виразу [3]:

$$w D = y s_0 D + i \sqrt{\frac{D}{\pi}} \sum_{j=1}^N \int_{x_{j-1}}^{x_j} y s_0 D - x' \frac{\sqrt{s_j} - \sqrt{s_0} w x' dx'}{\sqrt{x' D - x'}}; s_j = \frac{i\omega}{2\varepsilon_j^0 c}, \quad (1)$$

де $y s_0 D$ – деяка нормальна функція послаблення радіохвиль для вихідної діелектрично-однорідної ділянки;

x_{j-1} і x_j – границі j -ї ділянки, $x_0 = 0$, $x_N \equiv D$;

ω – частота;

ε_j^0 – діелектрична проникливість j -ї ділянки.

Однією з основних проблем, що виникає за таким підходом до моделювання радіоліній є необхідність у доволі детальному геоінформаційному описі геопростору із наявністю специфічних властивостей і характеристик модельованих об'єктів. Очевидно, що досконалим переліком інформації про модельовані об'єкти геопростору, що нам потрібні, володіє установа, яке відповідає за їх облік. Можна зазначити, що у складі базових наборів геопросторових даних Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД), передбачено наявність просторових характеристик майже всіх значимих об'єктів геопростору, проте основним недоліком є недостатність атрибутивного опису цих об'єктів в базових наборах, а, відповідно, і необхідність придбання профільних наборів геоданих, що врешті впливатиме на загальну вартість моделі. Основні електричні характеристики поверхні (діелектрична проникливість і провідність) в певному наближенні можуть бути визначені як відомі табличні величини за кодифікаторами об'єктів. Загальний склад шарів геоданих, що вимагатимуться для моделювання поширення радіохвиль і обчислення коефіцієнту загасання наведений у таблиці 1.

Таблиця 1 – Перелік тематичних шарів

| Назва шару | Необхідний атрибутивний опис об'єктів шару |
|-------------------------|--|
| Топографічні об'єкти | Матеріальні об'єкти реального світу, клас об'єктів, геометричні характеристики |
| Рельєф | Цифрова модель рельєфу (GRID) |
| Гідрографічна мережа | Природні та штучні водостоки і водні об'єкти, межі водозборів, берегові лінії, льодовики |
| Транспортні комунікації | Автомобільні дороги і залізниці, клас доріг |
| Рослинність | Природна рослинність, лісові та сільськогосподарські насадження, основні параметри рослинності |
| Земельний кадастр | Межі ґрунтів |
| Містобудівний кадастр | Координатні, геометричні та фізичні (електричні) характеристики будинків, споруд та інших об'єктів, генеральний план міста |
| Клімат | Усереднені кліматичні умови |

Список посилань

1. Корнієнко І.В. Аспекти застосування геоінформаційних технологій для оптимізації розподілу радіочастотного ресурсу. / І.В. Корнієнко // Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа : електронний збірник наукових праць. – Чернігів : ЧДІЕУ, 2011. – № 2(2). – С. 148-153.
2. Корнієнко І.В., Корнієнко С.П. Підходи до моделювання неоднорідних трас поширення радіосигналу вздовж земної поверхні / І.В. Корнієнко, С.П. Корнієнко // Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції «Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землекористування – європейський досвід». – Чернігів: ЧДІЕУ, 2013. – С. 54 – 61.
3. Фейнберг Е.Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности / Е.Л. Фейнберг. 2-е изд. – М.: Наука. Физматлит, 1999. – 496 с.

УДК 004.031.42(045)

О.В.Заріцький, канд. тех. наук

Національний авіаційний університет, olegzaritskyi@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Аналіз професійної діяльності як управлінська техніка був розроблений приблизно в 1900 році [1]. Розроблена техніка стала інструментом керівників організацій для реалізації процесів управління. Ф.В.Тейлор, в рамках вдосконалення ефективності роботи, зробив її вивчення одним з принципів наукової організації праці [2].

Перші підходи щодо побудови інформаційних моделей робіт датуються серединою 40-х років минулого сторіччя, тобто періодом розробки Словника назв професій [3].

В 1970-х роках у зв'язку зі змінами технологій, подальшому розвитку шкіл менеджменту та парадигми управління людськими ресурсами, відбуваються зміни в теоретичних підходах методів аналізу в частині розширення функціональних та, як слідство, інформаційних моделей (рис.1) [4].



Рис.1 – Функціональні області моделювання професійної діяльності

З погляду кількісних та якісних показників інформації, яка підлягає аналізу, як правило, теорія аналізу професійної діяльності розглядає складну систему взаємовідносин «людина – організація», схематично зображену на рис.2. На схемі представлені узагальнені поняття, які у відповідних інформаційних моделях деталізуються до необхідного для описання та аналізу рівня.

Вертикальний напрямок моделі системи характеризує підсистему «людина – робота».



Рис.2 – Система «людина – організація»

Співробітник володіє необхідними для виконання роботи знаннями та досвідом та сподівається на певну винагороду та визнання, яка є основою когнітивної системи мотивації. Горизонтальний напрямок моделі системи характеризує підсистему «організація – робота».

Організація розглядається з погляду регулюючого органу, який відповідає за організацію процесу управління та надання ресурсів і технологій. В центрі системи знаходиться професійна діяльність як результат взаємодії організації та людини. Модель системи «людина – організація» має високий рівень кореляції з функціональними областями моделювання, зображеними на рис.1.

Список посилань

1. J. E. Zerga. JobAnalysis //Journal of Applied Psychology, 1943. – 249 p.
2. F. W. Taylor. The Principles of Scientific Management. N.Y: Harper & Brothers, 1911. – 145 p.
3. US. Employment Service. Dictionary of Occupational Titles. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 1991. – 356 p.
4. U.S. Department of Labor. Handbook for Analyzing Jobs. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1972. – 245 p.

УДК. 674.055/ 621.817

О.П. Космач, канд. техн. наук

О.Д. Товстуха, студент

Чернігівський національний технологічний університет, alexkos86@gmail.com

КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ БЛОКОВИХ МОДЕЛЕЙ SOLIDWORKS

З розвитком цифрових та інформаційних технологій використання автоматизованих систем при проектуванні технічних об'єктів та систем є одним з ключових напрямків інженерного розвитку та функціонування. Спроектвані технічні системи стають більш складними, точними, динамічними та керованими, що вимагає використання додаткових методів їх аналізу та випробування. Такі методи присутні в системах автоматизованого проектування середнього та вищого рівня. До найбільш розповсюдженіший в сучасному інженерному проектуванні відносять програмне середовище SolidWorks.

Даний програмний продукт забезпечує розроблення виробів будь-якого ступеня складності та широкого призначення. З точки зору дослідження кінематики механізмів науковий інтерес представляє аналіз модуля Motion, а також використання блокових структур (block structures).

В якості об'єкту дослідження був вибраний верстатний пристрій, який має декілька симетричних рухомих ланок.

Блокові структури представляють собою безліч груп упорядкованих елементів (ліній, точок, кривих, вісей тощо), які мають спільну назву. Таке представлення груп елементів дозволяє проводити поділ або дроблення основних елементів системи з метою проведення подальших операцій, наприклад накладання обмежувальних зв'язків або об'єднання блоків в одну групу та ін.

Досліджуваний пристрій призначений для обробки симетричних поверхонь заготовки на верстаті. Він складається з важільних механізмів та пневмоциліндру. Лінійне переміщення штоку циліндру приводить в дію важільний механізм, який симетрично переміщує призматичні установчі елементи до заготовки.

Алгоритм побудови блокової моделі затискного пристрою наступний:

1. Виявлення ланок механізму, які мають кінематичні зв'язки;
2. Створення плоского ескізу окремої деталі (рухомої ланки) на довільно вибраній площині;
3. Використання команд та інструментів для побудови схематичних контурів окремої рухомої ланки механізму;
4. Нанесення розмірів (інформаційні та керовані розміри) та накладання обмежень (паралельність, перпендикулярність, колінеарність, симетричність), створення відлікової системи ескізу;
5. Виділення створеного ескізу з елементами та перетворення його в блок (Інструменти – Блоки – Створити або за допомогою команди «вставити блок» у допоміжному меню);
6. Створення аналогічних блокових структур для інших елементів;
7. Збереження блоків елементів у вигляді файлових структур, а також присвоєння їм ім'я;
8. Проведення попереднього переміщення блокових структур для подальшого їх об'єднання та взаємодії;
9. Виділення потрібних частини блоків (за допомогою клавіші Ctrl) котрі повинні бути з'єднані між собою, та визначаються відповідні типи взаємодії за допомогою яких блоки повинні між собою з'єднуватись; В процесі складання механізму використовуються наступні види команд зв'язків:

«Концентричність» – концентричність кіл або вісесиметричних поверхонь;
«Зафіксувати» - фіксує певну точку, та не дає їй переміщуватися в двох взаємо протилежних напрямках;
«Дотична» - створює дотик між собою поверхонь або блоків;
«Рівність» - створення однакових розмірів відповідних частин блоку або елементів;
«Колінеарність» - створює два відрізка або промені, які паралельні один одному або лежать на одній прямій;
«Паралельність» - створює паралельні відрізки або промені;
«Перпендикулярність» - створює перпендикулярні відрізки;
«Точка на прямій» - з'єднує між собою дві частини блоку шляхом обмеження руху точки одного блоку по лінії іншого блоку;
«Горизонтальність» - вирівнює відрізок або промінь у горизонтальному напрямку;
«Вертикальність» - вирівнює відрізок або промінь вертикальному напрямку;
«Симетричність» - створює копію виділеної частини контуру відносно вибраної точки або вісі симетрії.

10. Виявлення та фіксація місць нерухомих опорних елементів блоків;

11. Після накладання всіх видів зв'язків на блоки у відповідності до спрощеної схеми, отримуємо кінематичну модель верстатного пристрою, елементи якого будуть переміщуватися відповідно до накладених обмежень, тобто зв'язків між ними.

Слід відмітити, що при побудові механізму проводилися конструктивні спрощення, які не впливали на загальний принцип роботи механізму та його кінематику.

Після виконання всіх етапів побудови блокової моделі отримуємо спрощену модель затискного пристрою, яка представлена на рис.1. Дана модель дозволяє проводити аналіз зв'язків між елементами для будь-якого положення досліджуваного механізму.

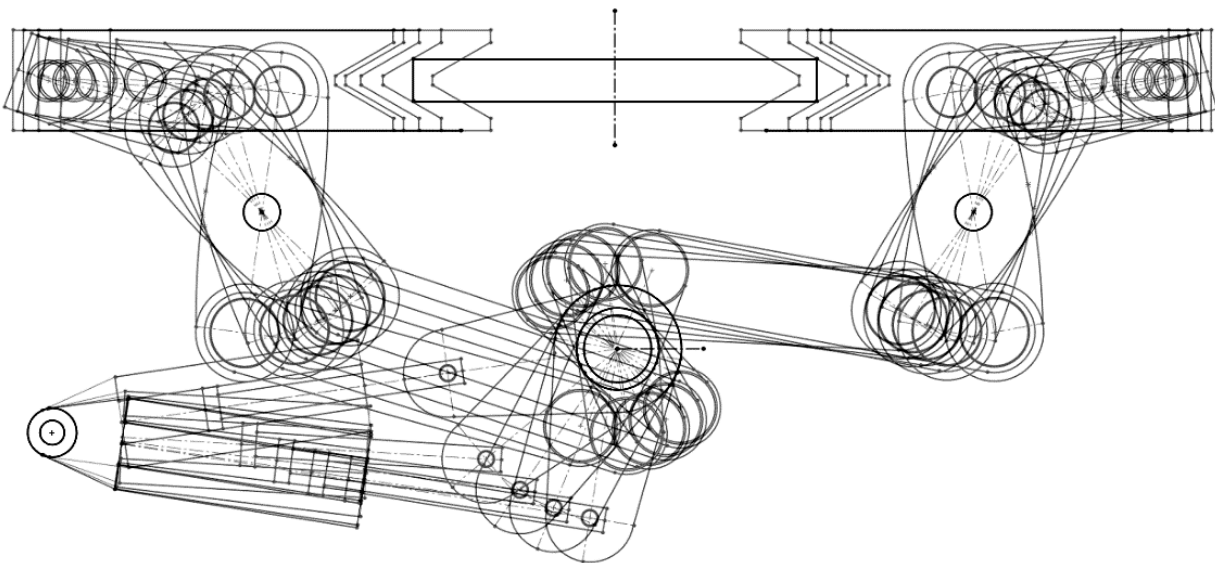


Рис.1. – Використання блокової моделі для аналізу кінематики механізму

Блокова модель механізму дала можливість наглядно продемонструвати принцип роботи механізму, а також виявити ланки, які мають найбільші та найменші переміщення. Дана модель може бути використана при дослідженні кінематики вузла при зміні розмірів ланок механізму, а також їх вплив на вихідні показники. В додаток до цього може бути корисна при аналізі найбільш навантажених ланок механізму, а також ремонті та експлуатації технічних систем.

Актуальними напрямками дослідження з використанням побудованої моделі є аналіз технічних показників системи при зміні розмірів ключових рухомих елементів, а також розмірів вузла.

УДК 620.179:534.6

О.П. Космач, канд. техн. наук.

К.О. Рева, студент

Чернігівський національний технологічний університет, alexkos86@gmail.com

ІНФОРМАТИВНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ЦИФРОВІЙ ОБРОБЦІ СИГНАЛІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ В УМОВАХ РУЙНУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Значні переваги композиційних матеріалів (КМ) сприяють їх широкому використанню у високонавантажених вузлах різних видів техніки. При цьому КМ мають значну варіацію фізико-механічних характеристик в межах одного типу, що дозволяє адаптувати їх до конкретних уточнених умов роботи. Використання таких матеріалів також залежить від обсягу отриманої корисної інформації, яка пов'язана з їх структурою, особливостями деформування, а також їх схильністю до крихкого або пластичного руйнування та ін.

В зв'язку з цим ефективно дослідження процесів механічного руйнування КМ можливе за умови використання методів, які мають високу чутливість до процесів структурних змін в пружних та пластичних матеріалах, утворення та розвитку тріщин тощо. До одного з таких методів відносять метод акустичної емісії (АЕ).

Закономірності зміни акустичного випромінювання при дослідженні мікропроцесів руйнування КМ є досить складними та змінними. Їх обґрунтування потребує, в першу чергу, розвитку теоретичних досліджень в даному напрямку. Безумовно, що визначення інформативності параметрів сигналів АЕ є основою при розробці та удосконаленні методів контролю, діагностики та моніторингу стану виробів з КМ.

Слід відмітити, що невід'ємною частиною вимірювального комплексу при дослідженні сигналів АЕ є аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Безумовно, що характеристики АЦП будуть впливати на об'єм корисної інформації, яку отримують при експериментальному дослідженні, а отже і на інформативність виявлених параметрів сигналів АЕ. Тому актуальним є теоретичне дослідження впливу основних характеристик АЦП на інформативність параметрів формованого сигналу АЕ.

Дослідження показали, що енергетичні параметри сигналів АЕ мають найбільшу чутливість до процесу руйнування КМ. В зв'язку з цим в даній роботі досліджувався вплив частоти дискретизації АЦП на інформативність енергетичних параметрів формованих сигналів АЕ при руйнуванні КМ під дією поперечної сили.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень показали, що при руйнуванні КМ поперечною силою відбувається неперервне формування сигналу АЕ. Він представляє собою відеоімпульс дзвоноподібної форми, який характеризується швидким наростанням переднього фронту та релаксаційним падінням амплітуди заднього фронту. На рис. 1, а наведено сигнали АЕ при різних швидкостях руйнування у вигляді графіку зміни амплітуди в часі $\tilde{U}(t) = U(t)/U_0$ у відносних одиницях, які отримано на основі розробленої моделі сигналу АЕ, що враховує поелементне руйнування КМ. При розрахунках всі параметри, які входять у розроблену модель приведені до безрозмірних величин.

Як показали результати моделювання, швидкість навантаження КМ $\tilde{\alpha}$ суттєво впливає на амплітуду та загальну тривалість формованих сигналів АЕ. Тому при дослідженнях були проаналізовані два імпульсні сигнали АЕ з різною швидкістю навантаження $\tilde{\alpha} = 100$ та $\tilde{\alpha} = 500$. Інші параметри моделі сигналу АЕ залишалися незмінними, тобто проводилося моделювання сигналу АЕ при руйнуванні ідентичних КМ з різною швидкістю навантаження $\tilde{\alpha}$ та частотою дискретизації АЦП.

При моделюванні вважалося, що максимальній частоті дискретизації відповідає вибірка в межах якої форма імпульсу АЕ, та його часові параметри (тривалість зростання та падіння) практично не змінювалися (змінність складала в межах 0,1 %). Було визначено, що для $\tilde{\alpha}=500$ об'єм вибірки склав $N=200$, який відповідає частоті дискретизації f_{\max} . У відповідності до цього більшій тривалості сигналу АЕ для прийнятої частоти дискретизації f_{\max} при $\tilde{\alpha}=100$ об'єм вибірки склав $N=596$.

В подальшому було проведено моделювання сигналу АЕ для прийнятих швидкостей навантаження $\tilde{\alpha}$ при частоті дискретизації f_D , яка була менша в n цілу кількість разів, тобто $f_D=f_{\max}/D_N$, де D_N – показник децимації вхідного сигналу. Діапазон зміни частот коливався в межах $D_N = 1 \dots 30$. В результаті обробки сигналів АЕ було проведено визначення енергії сигналів АЕ, для кожної частоти дискретизації f_D .

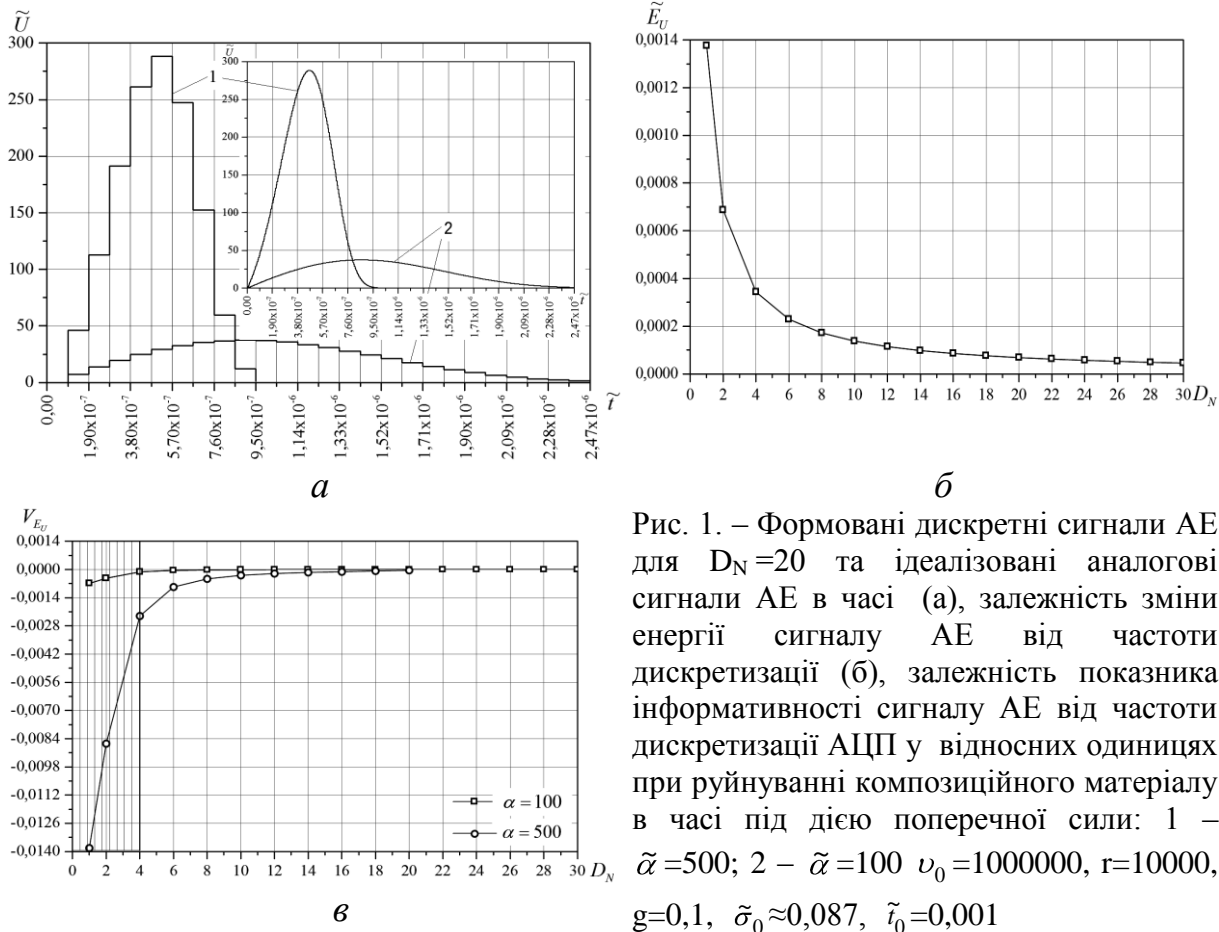


Рис. 1. – Формовані дискретні сигнали АЕ для $D_N=20$ та ідеалізовані аналогові сигнали АЕ в часі (а), залежність зміни енергії сигналу АЕ від частоти дискретизації (б), залежність показника інформативності сигналу АЕ від частоти дискретизації АЦП у відносних одиницях при руйнуванні композиційного матеріалу в часі під дією поперечної сили: 1 – $\tilde{\alpha}=500$; 2 – $\tilde{\alpha}=100$ $\nu_0=1000000$, $r=10000$, $g=0,1$, $\tilde{\sigma}_0 \approx 0,087$, $\tilde{t}_0=0,001$

На рис. 1, б представлена залежність зміни енергії сигналу АЕ при $\tilde{\alpha}=100$ від показника децимації. З результатів моделювання видно, що отримана залежність має нелінійний спадаючий характер. З точки зору експериментального дослідження сигналів АЕ, важливим є визначення мінімально достатньої частоти дискретизації АЦП для збереження інформативності енергетичних параметрів. Для цього було проведено диференціювання отриманих значень енергій за показником децимації D_N .

Теоретично було встановлено, що для збереження інформативності енергетичного параметра сигналу АЕ необхідно проводити його реєстрацію на обмеженому діапазоні частот дискретизації (рис. 1, в). Подальше зменшення частоти дискретизації призводить до незмінності даного параметра сигналу АЕ. Дослідження також показують, що інформативність енергетичного параметру сигналу АЕ залежить від швидкості навантаження КМ та частоти дискретизації. Це означає, що при експериментальних дослідженнях сигналів АЕ частоту дискретизації АЦП необхідно збільшувати в деякій пропорційній залежності від швидкості навантаження КМ під дією поперечної сили.

УДК 621.472:629.78

Р.В. Зайцев, канд. техн. наук, доцент
М.В. Кириченко, канд. техн. наук, науч. сотр.
Г.С. Хрипунов, докт. техн. наук, профессор
О.В. Полежаева
Д.С. Прокопенко

Національний технічний університет «ХПІ», zaitsev.poman@gmail.com

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Основной и наиболее применяемой методикой аттестации полупроводниковых приборов остается измерение и аналитическая обработка темновых и световых вольт-амперных характеристик (ВАХ) позволяющие определить выходные, диодные параметры и КПД таких приборов. Поэтому автоматизация измерения ВАХ позволит проводить исследования с более высокой точностью и с меньшей погрешностью, характерной для проведения измерений в ручном режиме [1].

В работе предложен комплекс, который позволяет проводить автоматизированные измерения и аналитическую обработку ВАХ, выполнен в виде приставки к персональному компьютеру (ПК) и схемотехнически состоит из трех блоков: измерительного, управляющего и осветительного. Управляющий блок обеспечивает преобразование цифрового сигнала, поступающего от ПК и его дальнейшую подачу на исполнительные элементы для создания необходимых физических условий проведения эксперимента. В измерительном блоке на аппаратном уровне реализованы принципы измерения физических параметров исследуемого образца, например, тока и напряжения, и их последующее преобразование в цифровую форму для дальнейшей передачи на ПК [2]. Осветительный блок представляет собой отдельный светодиодный прибор для имитации различных энергетических и спектральных режимов освещенности образца [3]. Обмен цифровой информацией с установленной на ПК программой управления и обработки данных, производится по стандартному интерфейсу USB.

Управляющий блок выполнен на основе серийного микроконтроллера ATmega32, с прошивкой прозрачного программного обеспечения, аналогичного программам типа «framework», для обеспечения полного контроля над процессами со стороны программы управления и обработки данных на ПК. К микроконтроллеру последовательно подключены 10 разрядный цифро-аналоговый преобразователь Analog Devices AD7533 (аналог КР572ПА1), операционные усилители Texas Instruments LM358 (аналог 154УД3) и выходные ключи типа КТ816. Указанное схемотехническое решение позволяет на выходе блока задавать напряжение в диапазоне $\pm 12\text{В}$ при токе до 1А с минимальным шагом около 5 мВ, что является достаточным для проведения исследований ВАХ широкого ассортимента полупроводниковых приборов различной конструкции, включая солнечные элементы большой площади.

Измерительный блок, для обеспечения требуемой точности измерений, выполнен на основе калиброванных мультиметров, промышленного производства типа Mastech MS8040. Данные приборы способны выполнять функции измерителей как напряжения так и тока имеют режим автоматического выбора диапазона измерений с погрешностью измерения постоянного напряжения $\pm 0,05\%$ и постоянного тока $\pm 0,15\%$. Наличие цифрового выхода по интерфейсу RS232C обеспечивает их подключение к блоку управления для преобразование сигналов в цифровую форму и дальнейшей передачи на ПК по интерфейсу USB.

Осветительный блок является отдельным устройством, излучающий элемент которого состоит из пяти белых и десяти инфракрасных сверхъярких светодиодов суммарной мощностью 85 Вт. Энергетические и спектральные характеристики излучения осветителя изменяются в широком диапазоне, что обеспечивает их приближение к стандартным солнечным спектрам. Для отвода избыточного тепла, выделяющегося при работе светодиодов, последние смонтированы на радиаторах, а для дополнительного охлаждения используется обдув вентилятором, скорость вращения которого регулируется в автоматическом режиме при помощи широтно-импульсной модуляции в зависимости от температуры светодиодов. Связь между ключевыми узлами осветителя и внешними устройствами осуществляется посредством коммутационной платы и платы управления. Основным элементом платы коммутации являются драйвера типа Meanwell LDD-700L, обеспечивающие питание светодиодов стабилизированным током. Плата управления обеспечивает изменение мощности излучения светодиодов с помощью тактовых кнопок и индигирование текущих значений мощности на светодиодных индикаторах и символьном жидкокристаллическом индикаторе, установленных на панели управления. Автоматизированная работа осветителя реализована с применением микроконтроллера STM32F4, для которого разработано соответствующее программное обеспечение, с использованием языка программирования C# в среде Visual Studio 2012.

По предложенным конструктивным и схемотехническим решениям был изготовлен образец измерительного комплекса для автоматизированного измерения ВАХ полупроводниковых приборов и разработано необходимое программное обеспечение для управления процессом обработки и хранения полученных результатов. Общий вид комплекса и главного окна управляющей программы приведен на рисунке. Апробация комплекса путем измерения ВАХ реальных элементов электронной техники, таких как резисторы, диоды и солнечные элементы показала, что обеспечивается приближение погрешности измерения ВАХ к приборной и, по сравнению с неавтоматизированными измерениями, достигается существенно уменьшение разброса экспериментальных точек на экспериментальной ВАХ.



Рис. 1 – Общий вид комплекса и вид главного окна управляющей программы

Список ссылок

1. Проць Я.І. Автоматизація неперервних технологічних процесів. / Я.І. Проць, О.А. Данилюк, Т.Б. Лобур. // Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів – Тернопіль. – 2008. – 239 с.
2. Prokopenko D. Development and approbation the avtomatization complex current-voltage characteristics measurement / D. Prokopenko, R. Zaitsev, M. Kirichenko // XIV Kharkiv Young Scientists Conference on Radiophysics, Electronics, Photonics and Biophysics 14-17 October 2014, Abstracts. – Kharkiv: IRE NASU, 2014. – P. OPH-9.
3. Кіріченко М.В., Зайцев Р.В., Копач В.Р. и др. Патент на корисну модель №94622 «Світлодіодно-галогеновий освітлювач» // Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.11.2014 року

УДК 004.3

Є.Ю. Сахно, докт. техн. наук, професор

Чернігівський національний технологічний університет, kafUYAP@ukr.net

Д.В. Маргасов, аспірант

Чернігівський національний технологічний університет, mn123@i.ua

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ НА БАЗІ ТЕПЛОВІЗІЙНОЇ ЗЙОМКИ

Формалізація інформаційної системи моніторингу заснована на використанні спеціальних символів – чисел, знаків, операцій, логічних схем, математичних формул і виразів, що є основою створення інформаційної системи. Досліджувану систему можливо назвати квазістатичною, бо вона знаходиться в нестійкому положенні, і при одних впливах поводить себе як статична, а при інших – як динамічна [1,2].

Головною метою описаної системи є збір, обробка та подання необхідної інформації для прийняття адекватних і ефективних рішень для ініціації енергоощадних проектів. Ця система може бути пасивною і активною, тобто не тільки представляти інформацію, але й виконувати її попередній аналіз, давати поради і рекомендації, здійснювати прогнозування розвитку ситуацій, вибирати найбільш перспективні альтернативні рішення, взявши на себе значну частину рутинних операцій.

Комп'ютерна підтримка процесу прийняття рішень в режимі управління або в режимі підтримки, заснована на формалізації методів отримання вихідних і проміжних оцінок, і алгоритмізації самого процесу ухвалення рішень. Використання комп'ютерних технологій управління, незалежно від застосування систем прийняття рішень або підтримки прийняття рішень, засноване на наступних принципах формалізації [3]:

- методів оцінки об'єктивних (вимірюваних) і суб'єктивних (даються керівником або експертом) вихідних і проміжних даних;
- аналізу ситуації;
- формування рішень;
- узгодження оцінок і варіантів рішень;
- динаміки управління.

При цьому, одним з основних елементів інформаційної системи побудованої на візуальних експериментальних даних термограм, експертних системах і когнітивних карт, є формалізація системи у модель візуально-об'єктного представлення знань (МВОПЗ). Дана модель служить «прошарком» (інтерфейсом) між людським досвідом, накопиченим в процесі рішення поставленої задачі, і машинної формою подання знань. Причому можливість інтерпретації синтезованих моделей на комп'ютері досягається за рахунок розробки методів трансляції в форматовану базу даних з використанням в основі математичної моделі ієрархічного методу репрезентації доменних знань.

Список посилань:

1. Кустовська О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: Курс лекцій/ Кустовська О. В. – Тернопіль: Економічна думка, 2005. – 124 с.
2. Абдикеев Н. М. Когнитивная бизнес-аналитика/ Абдикеев Н. М., Аверкин А. Н., Романов В. П. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 78с.
3. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства/ Трахтенгерц Э.А.- М.: СИНТЕГ, 2009. - 172 с.

УДК 62 - 79

Игнатенко П.Л., канд. техн. наук., доцент
Черниговский национальный технологический университет, ignatenkopl@mail.ru

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

При несоответствии показателей точности измерений установленным требованиям необходимо повышать точность измерений. При этом следует использовать только те способы, которые позволяют уменьшить доминирующую составляющую погрешности измерений или несколько составляющих, образующих в сумме значительную часть всей погрешности.

Инструментальную составляющую погрешности измерений можно уменьшить заменой средства измерений на более совершенное. Прежде чем приобретать, а тем более разрабатывать новые средства измерений, следует рассмотреть возможность решения измерительной задачи с применением имеющихся средств измерений.

Случайную составляющую погрешности измерений уменьшают методом многократных наблюдений, при котором выполняют некоторое число наблюдений ($n \geq 1$), и за результат измерений принимают среднее арифметическое полученных результатов наблюдений. Интервал времени между наблюдениями должен быть, с одной стороны, достаточно малым, чтобы ограничить влияние медленных изменений влияющих величин, а с другой, - достаточно большим, чтобы значения случайной составляющей погрешности в несовпадающие моменты времени были независимыми. Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности измерений уменьшается при этом в \sqrt{n} раз по сравнению со средним квадратическим отклонением случайной составляющей погрешности однократного наблюдения. Математическое ожидание случайной составляющей погрешности по определению равно нулю. Закон распределения можно принять нормальным при $n \geq 5$.

Выбор числа наблюдений n зависит от способа задания нормы точности измерений. Если установлен предел допускаемого значения среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерений σ_{Δ_0} , то число наблюдений n принимают равным наименьшему целому числу, удовлетворяющему неравенству $\sigma_{\Delta_i} / \sqrt{n} \leq \sigma_{\Delta_0}$, где σ_{Δ_i} – среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности однократного наблюдения. Если установлен предел допускаемого значения среднего квадратического отклонения суммарной погрешности измерений σ_{Δ_0} , то число наблюдений целесообразно выбирать из условия обеспечения пренебрежимо малой случайной составляющей погрешности $\sigma_{\Delta_i} / \sqrt{n} \leq 0,2\sigma_{\Delta_0}$. Обычно число наблюдений n ограничено допустимой трудоемкостью измерений, а также требованиями к их производительности.

Для систематической составляющей погрешности измерений не существует такого универсального и эффективного способа повышения точности, каким является метод многократных наблюдений для случайной составляющей.

Систематическую составляющую погрешности измерительного прибора в рабочих условиях можно исключить методом сравнения с мерой. Важной особенностью метода сравнения с мерой является то, что он позволяет исключать систематическую погрешность прибора независимо от того, чем она обусловлена – неточностью изготовления и градуировки, действием внешних влияющих величин или старением и износом.

Систематическую составляющую основной погрешности средства измерения можно уменьшить индивидуальной градуировкой средства измерения при метрологической аттестации.

Систематическую составляющую дополнительной погрешности средства измерения уменьшают ужесточением требований к условиям измерений, внесением поправок или методом сравнения с мерой. Ужесточения требований к условиям измерений достигают, корректируя методику выполнения измерений в части условий ее применимости. Внесение поправки на дополнительную погрешность средства измерения предполагает метрологическую аттестацию конкретного экземпляра средства измерения и определение индивидуальной номинальной функции влияния данной влияющей величины и пределов допускаемых отклонений от нее.

Кроме рассмотренных универсальных методов уменьшения систематической погрешности на практике применяют и другие, например метод противоположного влияния и рандомизации.

Метод противоположного влияния, называемый также методом компенсации погрешности по знаку, состоит в том, что выполняют два наблюдения, изменяя при втором наблюдении условия или процедуру измерений таким образом, чтобы причина, вызывающая некоторую систематическую погрешность при первом наблюдении, оказывала противоположное влияние при втором. В этом случае результаты наблюдений имеют равные (или близкие) по модулю, но противоположные по знаку, погрешности, а результат измерений, равный полусумме результатов наблюдений, свободен от погрешности.

Метод рандомизации состоит в том, что выполняют ряд наблюдений, изменяя условия или процедуру измерений таким образом, что фактор, вызывающий данную систематическую погрешность, изменяется случайным образом. Результат измерений находят как среднее арифметическое результатов отдельных наблюдений. При этом часть погрешности, которая изменяется при варьировании фактора, уменьшается, как и в методе многократных наблюдений, приблизительно в \sqrt{n} раз, где n – число наблюдений. Метод рандомизации применяют, например, для уменьшения погрешности вследствие неточности установки средства измерения по уровню, несовершенства разъемов на сверхвысоких частотах и т. д.

Серьезные затруднения возникают при выборе способа повышения точности измерений, если доминирующей оказалась погрешность, способы уменьшения которой отсутствуют (или их использование в данных условиях нецелесообразно), а приемлемые способы позволяют уменьшить только составляющие этой погрешности. В этом случае применяют одновременно несколько способов, которые позволяют уменьшить погрешность и оценить ее неисключенный остаток независимо от соотношения составляющих погрешности. Для уменьшения основной погрешности средства измерения проводят метрологическую аттестацию каждого экземпляра средства измерения и определяют характеристики составляющих основной погрешности: систематической, случайной и от гистерезиса.

Список ссылок

1. Володарский Е. Т. Планирование и организация измерительного эксперимента / Е. Т. Володарский, Б. Н. Малиновский, Ю. М. Туз. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 280 с.
2. Грановский В.А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях / В.А.Грановский. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 288 с.
3. Метрологическая аттестация средств измерений. ГОСТ 8.326 – 89. [Введен в действие с 1991-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 14 с.

УДК 621.833.6

В. Б. Копей, канд. техн. наук, доцент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, vkopey@gmail.com

ПОБУДОВА ТА АНАЛІЗ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНОЇ МОДЕЛІ ЕКСЦЕНТРИКО-ЦИКЛОЇДАЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ

Ексцентрико-циклоїдальні передачі (ЕЦ-передачі) - мало відомий вид передач з зачепленням коліс, одне з яких має один зуб у формі кругового ексцентрика, а зуби іншого виконані у вигляді циклоїдальної кривої [1]. У порівнянні з евольвентними ці передачі володіють вищим передавальним відношенням (до 30) за однакової міжосьової відстані, меншими габаритними розмірами, підвищеною навантажувальною здатністю, неперервним контактом в зачепленні по всій довжині зуба з мінімальним тертям ковзання [1]. Але сьогодні існує мало інформації щодо вибору їх оптимальних параметрів. Зокрема, в працях з проблем математичного моделювання ЕЦ-передач та розрахунку їх оптимальних параметрів [2, 3] не розглядаються питання моделювання напружено-деформованого стану методом скінченних елементів та розрахунку циклічної довговічності.

Метою роботи є опис принципів побудови тривимірної параметричної моделі гладкої однозахідної ЕЦ-передачі для SolidWorks®, скінченно-елементної моделі для Abaqus/CAE® та опис результатів моделювання напружено-деформованого стану.

Циклоїдальний профіль колеса можна отримати шляхом побудови кількох положень профілю шестерні (рис. 1 а). Сплайн, що дотикається до цих кіл і є шуканим профілем колеса (рис. 1 б). Для збільшення точності побудови необхідно збільшити кількість положень профілю шестерні. На рисунку побудовано половину профілю зуба. Щоб побудувати весь профіль потрібно виконати операцію дзеркального копіювання відносно вертикальної осі. Для побудови профілю усіх зубів виконується операція "Круговий масив". Отримані профілі колеса і шестерні потрібно витягнути вздовж гвинтових ліній.

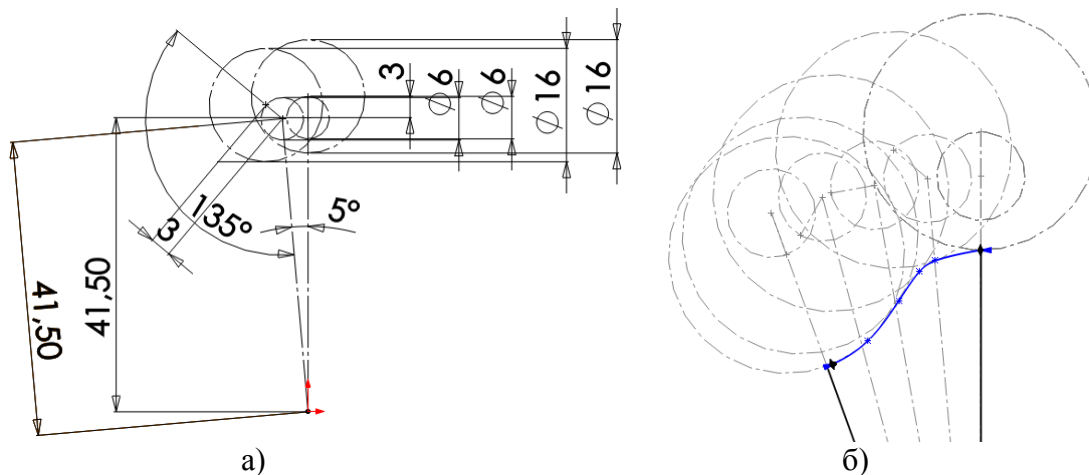


Рис. 1 – Ескізи SolidWorks для побудови профілю зуба колеса: а - два положення ексцентрикового зуба шестерні; б - утворення половини профілю зуба колеса за допомогою сплайна

Цю передачу планується застосувати в редукторі Ц2НШ-750 верстата-гойдалки для добування нафти шляхом заміни тихохідної евольвентної ступені. Тому міжцентрова відстань передачі та ширина колеса не зміняться. В праці [3] показано, що діаметр кола шестерні d та величина ексцентриситету e впливають на ККД передачі. В першому наближенні було взято відношення $d/e=16/3$. Передавальне відношення ЕЦ-передачі i може бути збільшене у порівнянні з передавальним відношенням евольвентної передачі

i_e . Тоді еквівалентний діаметр вала шестерні можна зменшити у $\sqrt[3]{i/i_e}$ раз. З цих міркувань були розраховані невідомі геометричні параметри передачі (рис. 2 а).

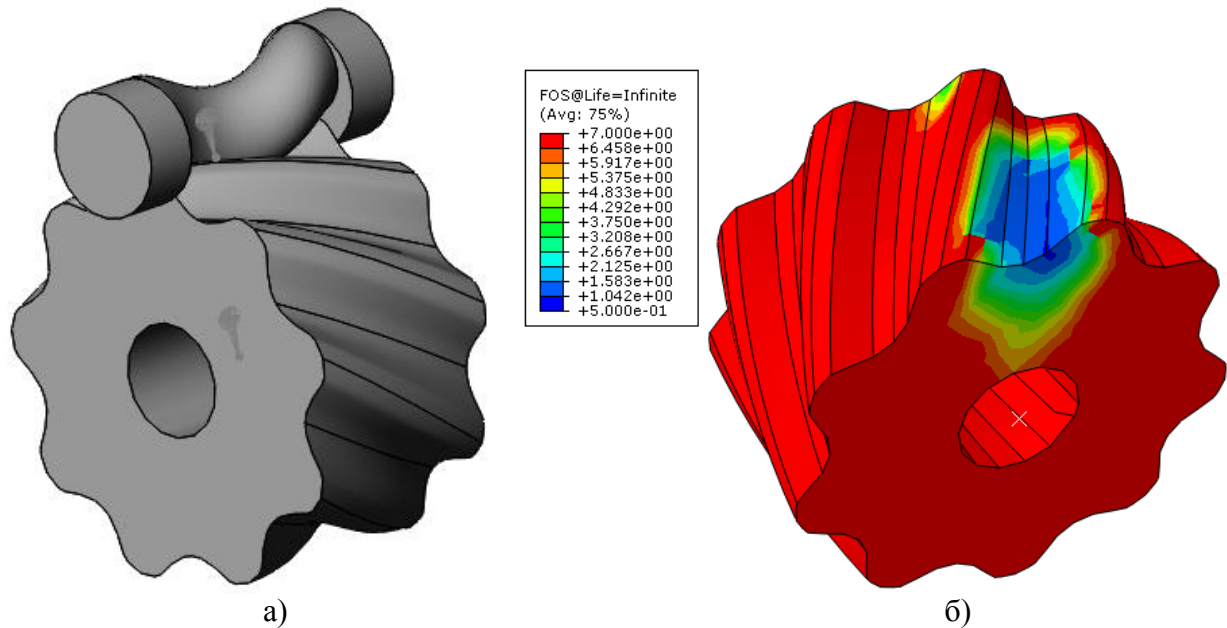


Рис. 2 – Тривимірна параметрична модель ЕЦ-передачі в SolidWorks (а) та розраховане значення коефіцієнту запасу втомної міцності в колесі (б)

Для імпорту моделі в систему скінченно-елементного моделювання Abaqus/CAE можна застосувати інструмент SolidWorks Associative Interface. В Abaqus/CAE колесо було пов'язано з круговим демпфером (dashpot), а для шестерні задана гранична умова – поворот на кут перекриття з малим кроком. Розраховувалась контактна задача з моделюванням тертя між поверхнями.

Результати моделювання ЕЦ-передачі порівнювали з евольвентною передачею редуктора Ц2НШ-750. Вони показали, що в ЕЦ-колесі виникають менші еквівалентні напруження, що можна пояснити меншою концентрацією напружень під час згину зуба.

Для розрахунку циклічної довговічності використовували програму fe-safe® та критерій Брауна-Міллера, який дає найбільш реалістичні значення довговічності для пластичних металів. Розраховані значення коефіцієнту запасу втомної міцності (рис. 2 б) в колесі ЕЦ-зацеплення є меншими у порівнянні з евольвентним колесом.

Побудована параметрична модель дозволяє ґрунтовно досліджувати роботу ЕЦ-передачі для різних значень параметрів та шукати їх оптимальні значення.

Список посилань

1. Пат. 2338105 РФ, МПК 51 F16H 55/08. Зацепление колес с криволинейными зубьями (варианты) и планетарная передача на его основе / В. В. Становской, С. М. Казакиявичюс, Т. А. Ремнёва, В. М. Кузнецов. – № 2007125891/11; заявлено 09.07.2007; опубліковано 10.11.2008, Бюл. № 31.

2. Щербаков Н. Р. Математическое и компьютерное моделирование динамического состояния систем передачи движением: автореферат диссертации на соискании ученой степени доктора физико-математических наук: спец. 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы»/ Н.Р. Щербаков. – Томск, 2009. – 30 с.

3. Щербаков Н. Р. Оптимизация параметров нового зацепления колёс с криволинейными зубьями / Н. Р. Щербаков // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – № 5. – С. 244–246.

УДК 681.2.083: 53.086

М.О. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент
Ю.Ю. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент
С.О. Білокінь, канд. техн. наук, асистент

Черкаський державний технологічний університет, maxxiium@ukr.net

ДІАГНОСТИЧНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНІ НА БАЗІ АТОМНО-СИЛОВОГО МІКРОСКОПУ

Сьогодні забезпечення якості технологічних процесів та систем не можливе без поліпшення фізичних характеристик (мікротвердості, адгезійної міцності, електропровідності, електроємності тощо) матеріалів [1], з яких виготовляються інструменти та засоби реалізації таких процесів і систем. В свою чергу, поліпшити такі характеристики можна використовуючи вимірювальні комплекси побудовані на сучасних перспективних вимірювальних методів, серед яких особливе місце займає метод атомно-силової мікроскопії [2].

Для вимірювання фізичних характеристик поверхні матеріалів колективом фахівців Черкаського державного технологічного університету розроблено діагностичний стенд, функціональна схема роботи якого наведена на рис.2, а його вимірювальні характеристики – в табл.1.

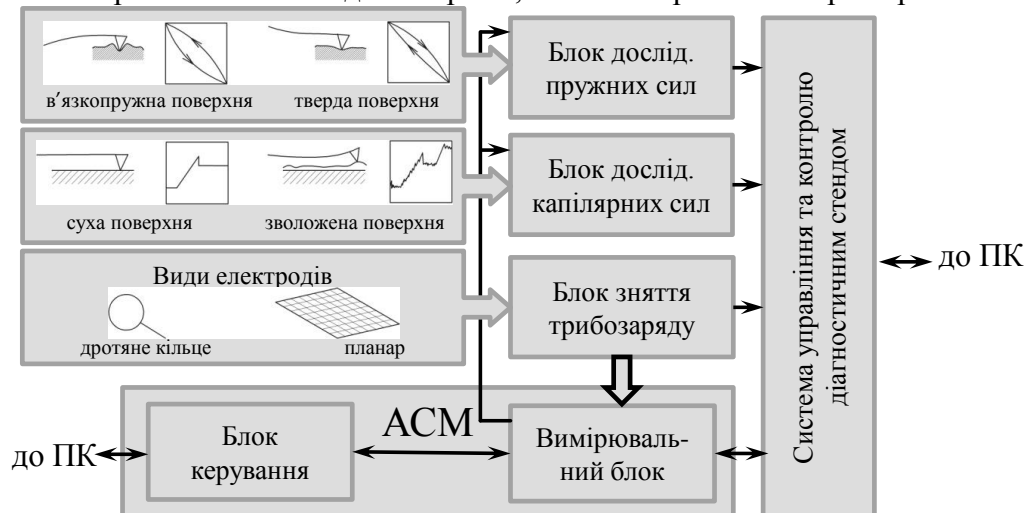


Рис. 1 – Функціональна схема діагностичного стенду

Таблиця 1 – Вимірювальні характеристики діагностичного стенду

| Вимірювальні характеристики | Діапазон значень | Точність вимірювання, % |
|---------------------------------------|------------------|-------------------------|
| Трибозаряд, $\times 10^{-3}$, Кл | 19...25 | $\pm 2,7...5$ |
| Капілярні сили, $\times 10^{-12}$, Н | 0,2...6500 | $\pm 5...7,5$ |
| Пружні сили, $\times 10^{-12}$, Н | 2...10800 | $\pm 3...4,5$ |

Основним елементом діагностичного стенду є система управління та контролю, що включає три вимірювальні блоки: блок дослідження пружних сил, визначення яких відбувається за кривою «підведення-відведення» зонду до поверхні, за характером якої робиться висновок про значення коефіцієнта пружності. Блок дослідження капілярних сил призначений для визначення сил, що виникають між зондом та зволоженою поверхнею за залежністю «сила-відстань до поверхні». За кривизною цієї поверхні, а також за кількістю різких спадів силової характеристики і визначається капілярна сила. Блок зняття трибозаряду призначений для фіксування електричного заряду, що виникає внаслідок тертя зонду об діелектричну поверхню. Приймачем в цьому блоці є електроди, які можуть бути як накладеними на діелектричну поверхню у формі кільця, так і у вигляді планару –

металевої сітки нанесеної методом термовакуумного осадження на випробуваний діелектрик. Вимірювані величини знаходяться в широкому діапазоні значень, що повністю перекриває діапазон їх теоретичних (розрахункових) значень.

В ході проведених досліджень, була встановлена висока точність визначення фізичних характеристик поверхонь, що діагностувалися. Так, похибка визначення: залишкового трибологічного заряду на поверхні – до 5%; капілярних сил – до 7,5%; пружних сил – до 4,5%). Це дозволяє зробити висновки про оперативне та якісне визначення таких фізичних характеристик перспективних матеріалів, як: заряд, що накопичується в поверхні діелектричного матеріалу внаслідок тертя, капілярні сили, що виникають між вимірювальним інструментом – зондом АСМ та досліджуваною поверхнею або тонким покриттям на ній. Значення цих сил дозволяє визначити адгезійну міцність поверхневих шарів або тонких покриттів нанесених на поверхню. Також, можуть бути визначені пружні сили, виходячи зі значень яких, можливе знаходження модуля пружності, коефіцієнтів тертя тощо.

В подальшому планується проводити вдосконалення діагностичного стенду з метою визначення мікротвердості, зносостійкості, а також поверхневої енергії.

Список посилань

1. Бондаренко М. А. Определение адгезионной прочности тонких оксидных покрытий на диэлектрических материалах методом атомно-силовой микроскопии / М.А. Бондаренко, Ю.Ю. Бондаренко, С.А. Билоконь // Наноразмерные системы: строение, свойства, технологии: IV междунар. научн. конф., 19-22 ноября 2013 г., тезисы докл. – Киев, 2013. – С. 369.
2. Мікроскопія в нанотехнологіях [Текст]: моногр. / [В.С. Антонюк, Г.С. Тимчик, О.В. Верцанова, Ю.Ю. Бондаренко, С.О. Білокінь та ін.] – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 260 с.

УДК: 628.947: 519.245 (045)

Н.І. Кулик, аспірантка

Національний авіаційний університет, natasha_artjuh@mail.ru

ГЕНЕРАЦІЯ ВИПАДКОВИХ ПРОМЕНІВ ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА

Для опису процедури генерації випадкових променів слід скористатися поняттям фазового простору, кожна точка q якого характеризується радіус-вектором \vec{r} точки виходу променя з джерела відносно довільного базису $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ та одиничним вектором напрямку \vec{s} [1]. Розподіл ймовірності $P(q)$ знаходження q в інтервалі $[q_0, q_k]$ можливих значень даного фазового простору. Для розрахунку q можна використати основне рівняння методу Монте-Карло:

$$\gamma = \int_{q_0}^q dP(q), \quad (1)$$

де γ – випадкове число, що знаходиться в інтервалі $[0,1]$.

Для світлотехнічних розрахунків вираз (1) матиме вигляд:

$$\gamma = \int_{q_0}^q \frac{d\Phi(q)}{\Phi}, \quad (2)$$

де Φ – світловий потік.

При генерації випадкового променя з джерела світла (ДС) у вигляді кулі, циліндра і диска з постійною яскравістю L елементарний потік, що випромінюється площадкою $d^2A = Rd\psi d\beta$ (куля), $d^2A = Rd\psi dz$ (циліндр), $d^2A = Rd\psi dx$ (диск) в тілесному куті $d^2\Omega = \sin \varphi d\varphi d\theta$ елементарний потік дорівнює:

$$\begin{aligned}
 d^4\Phi &= LR \cos \theta \sin^2 \varphi d\psi d\beta d\varphi d\theta \text{ (куля)} \\
 d^4\Phi &= LR \cos \theta \sin^2 \varphi d\psi dz d\varphi d\theta \text{ (циліндр)} \\
 d^4\Phi &= LR \cos \theta \sin^2 \varphi dx d\varphi d\theta \text{ (диск)}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Повний світловий потік ДС

$$\begin{aligned}
 \Phi &= \int_{\psi=0}^{2\pi} \int_{\beta=0}^{\pi} \int_{\varphi=0}^{\pi} \int_{\theta=-\pi/2}^{\pi/2} d^4\Phi = 2\pi^3 RL \text{ (куля)} \\
 \Phi &= \int_{\psi=0}^{2\pi} \int_{z=-l/2}^{l/2} \int_{\varphi=0}^{\pi} \int_{\theta=-\pi/2}^{\pi/2} d^4\Phi = 2\pi^2 RLI \text{ (циліндр)} \\
 \Phi &= \int_{\psi=0}^{2\pi} \int_{x=-R}^R \int_{\varphi=0}^{\pi} \int_{\theta=-\pi/2}^{\pi/2} d^4\Phi = 2\pi^3 RL \text{ (диск)}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Рівняння (3) складаються з чотирьох незалежних параметрів, два з яких характеризують точку вильоту r , а два інших - напрямок \vec{s} . При підстановці (3) і (4) в (2), останній вираз розпадається на чотири рівняння, розв'язки яких відносно верхньої межі інтегрування виражають необхідні параметри через випадкові числа γ :

$$\left. \begin{aligned}
 \psi &= 2\pi\gamma_{\psi} \\
 \beta &= \pi\gamma_{\beta} \\
 2\varphi - \sin 2\varphi &= 4\pi\gamma_{\varphi} \\
 \theta &= \arcsin \gamma_{\theta}
 \end{aligned} \right\} \text{(куля)}$$

$$\left. \begin{aligned}
 \psi &= 2\pi\gamma_{\psi} \\
 z &= l(\gamma_z - 0.5) \\
 2\varphi - \sin 2\varphi &= 4\pi\gamma_{\varphi} \\
 \theta &= \arcsin \gamma_{\theta}
 \end{aligned} \right\} \text{(циліндр)}
 \tag{5}$$

$$\left. \begin{aligned}
 \beta &= 2\pi\gamma_{\beta} \\
 x &= R(2\gamma_x - 1) \\
 2\varphi - \sin 2\varphi &= 4\pi\gamma_{\varphi} \\
 \theta &= \arcsin \gamma_{\theta}
 \end{aligned} \right\} \text{(диск)}$$

Вираз для циліндричного світлого тіла r і \vec{s} буде наступним [2]:

$$\begin{aligned}
 \vec{r} &= R \cos \psi \vec{i} + R \sin \psi \vec{j} + z \vec{k} \\
 \vec{s} &= \sin \varphi \cos(\psi + \theta) \vec{i} + \sin \varphi \sin(\psi + \theta) \vec{j} + \cos \varphi \vec{k}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Для кульового та дискового світлого тіла рівняння променя можуть бути виведені за аналогією з (6), використовуючи (5). Таким чином, рівняння променя буде мати вигляд:

$$\vec{S} = \vec{r} + \vec{s}l,
 \tag{7}$$

де l - параметр променя(в даному випадку відстань від точки виходу променя до перетину з відбиваючою поверхнею)

Список посилань

1. Коробко О.О., Куц О.К. Использование метода Монте-Карло в светотехнических расчетах / О.О. Коробко, О.К. Куц //Светотехника. – 1986. – №10. –С. 14–17.
2. Куц О. К. Оптический расчет световых и облучательных приборов на ЭВМ./ О.К. Куц. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 152 с.

УДК 629.05:621.317

А.О. Шелуха, аспирант

Национальный авиационный университет, alexztshell@gmail.com

П.Л. Игнатенко, канд. техн. наук, доцент

Черниговский национальный технологический университет, ignatenkopl@mail.ru

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАХВАТА И СОПРОВОЖДЕНИЯ НАБЛЮДАЕМОГО ОБЪЕКТА В СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

На современном этапе развития информационных технологий и машиностроения соответственно возрастают возможности технических средств обработки информации.

По результатам анализа систем управления сложных технических систем (СТС) было выявлено определенные недостатки и выделены пути для дальнейшего развития информационных технологий в таких системах. Среди недостатков следует отметить слабый уровень развития систем автоматического определения и сопровождения объектов. Проведенный анализ систем наблюдения и управления СТС различных производителей показали недостаточное взаимодействие между оптико-электронными модулями и системами стабилизации и наведения объекта управления СТС. Так, взаимодействие между этими системами происходит в основном посредством оператора СТС, что может негативно сказываться на точности и быстродействии общей работы СТС. В результате было предложено создание промежуточного блока автоматического захвата и сопровождения объекта наблюдения (рис. 1, блок АЗСО).



Рис. 1 – Блок схема взаимодействия систем наблюдения и управления СТС

Внедрение блока автоматического захвата и сопровождения объектов позволит с учетом движения объекта наблюдения проводить расчёт и вносить дополнительные поправки в управляющие сигналы блока управления и стабилизации, а также упростит работу оператора, исключив необходимость ручного сопровождения объекта.

Список ссылок

1. Системи наведення та стабілізації озброєння: Монографія. / [Безвесільна О.М., Квасніков В.П., Цірук В.Г., Чіковані В.В.]. – Київ: НАУ, 2014. – 176с.

УДК 621.317.4

П.Л. Ігнатенко, канд. техн. наук, доцент
Чернігівський національний технологічний університет, ignatenkopl@mail.ru
К.С. Слесаренко, аспірант
Національний авіаційний університет, kate.corp88@gmail.com

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТНИХ ПОЛІВ

Вимірювання параметрів магнітного поля є основою усіх магнітних вимірювань, оскільки на них базуються всі інші види магнітних вимірювань, такі, як вимірювання магнітних параметрів та характеристик матеріалів, речовин та виробів, магнітні вимірювання в наукових дослідженнях тощо. Під параметрами магнітного поля розуміють скалярні, векторні і тензорні величини, які характеризують магнітне поле та інваріантні відносно системи координат. Безпосередньо вимірюваними параметрами магнітного поля є скалярні величини: магнітний потік, модуль вектора магнітної індукції або його складові та похідні цих величин.

Більшість методів вимірювань параметрів магнітного поля базується на двох основних проявах магнітного поля: силовій (енергетичній) взаємодії магнітного поля з макро- чи мікроскопічними струмами та електромагнітній індукції. За результатами аналізу існуючих методів вимірювань параметрів постійного та змінного магнітних полів нижче подана класифікація основних методів вимірювань.

Магніторезонансні методи засновані на явищі магнітного резонансу, що полягає в резонансному поглинанні та випромінюванні енергії високої частоти атомними частками в результаті магнітних дипольних переходів між енергетичними підрівнями, що утворюються постійним магнітним полем. До магніторезонансних методів належать методи: *ядерного магнітного резонансу, електронного парамагнітного резонансу та магніторезонансні з оптичною накачкою.*

Метод ядерного магнітного резонансу дія якого заснована на взаємодії мікрочастинок (ядер атомів) з магнітним полем. Ядерний магнітний резонанс здійснюється методом резонансного поглинання та вільної ядерної індукції. Магнітний резонанс виникає внаслідок вибіркового поглинання або випромінювання електромагнітних хвиль відповідної довжини речовиною, яка розташована в магнітному полі, та зумовлений взаємодією з магнітним полем мікрочастинок, що володіють магнітним моментом та власним моментом кількості руху (спином).

Метод електронного парамагнітного резонансу заснований на використанні резонансних переходів між енергетичними рівнями, які визначаються магнітним моментом електронної оболонки. Цей метод спостерігається в речовинах, частки яких мають неспарені електрони, завдяки цьому електронна оболонка володіє магнітним моментом.

Магніторезонансні методи з оптичною накачкою засновані на одночасному використанні двох квантових переходів, частота одного з яких знаходиться в оптичному, а іншого – в радіочастотному діапазонах. При цьому оптичне випромінювання (накачка) використовується для створення інверсної поляризації магнітних моментів атомів в розріджених газах, а магнітний резонанс здійснюється радіочастотним полем, що стимулює переходи між зеемановськими підрівнями, що їх створює магнітне поле.

Гальваномагнітні методи, принцип дії яких заснований на використанні фізичних явищ, що виникають при дії магнітного поля на заряд що рухається. Зазвичай використовують вплив магнітного поля на траєкторію руху електронів провідності напівпровідників або металів. Викривлення траєкторії носія призводить до появи додаткового електричного поля та зміни опору. В гальваномагнітних методах використовуються *ефекти Холла, Гауса та гальваномагніторекомбінаційний.*

Ефект Холла відноситься до поперечних гальваномагнітних ефектів. Поперечні ефекти виникають, коли різниця потенціалів виникає в напрямку, перпендикулярному до напрямку силових ліній щільності струму. *Ефект Холла* полягає у виникненні різниці потенціалів у провідниковому тілі, по якому протікає струм, під дією магнітної індукції за умови, що вектор індукції перпендикулярний до ліній щільності струму.

Ефектом Гауса називають явище, при якому, відбувається зміна електричного опору провідника чи напівпровідника під дією магнітного поля.

Гальваномагніторекombінаційний ефект. У напівпровіднику електронно-діркові пари, що дрейфують в електричному полі під дією магнітного поля, перпендикулярного до напрямку струму, відхиляються силою Лоренца до однієї з граней пластин, через це концентрація носіїв заряду на цій грані збільшиться, а на протилежній зменшиться. При зменшенні концентрації носіїв заряду збільшується опір відповідного перетворювача, а при збільшенні концентрації зарядів опір зменшується.

Індукційні методи засновані на явищі електромагнітної індукції, відповідно до якого в довільному контурі провідником, що пронизаний потоком магнітної індукції, збуджується ЕРС електромагнітної індукції. До індукційних методів належать: власне *індукційні* (*індукційно-імпульсний, диференційний, нульовий*), *надпровідникові на ефекти Джозефсона, магнітооптичні та магнітомодуляційний* методи.

Ефект Джозефсона базується на явищі *надпровідності*, яке проявляється в тому, що опір металів та металевих сплавів та деяких напівпровідників при охолодженні їх до певної температури (критичної) приймає нульове значення.

Магнітооптичний метод, заснований на *ефектах Фарадея та Керра*, застосовується для вимірювання параметрів магнітних плівок та сильних магнітних полів. *Ефект Фарадея* – явище, пов'язане з поворотом площини поляризації поляризованого монохроматичного світла в прозорій діамагнітній речовині під дією магнітної індукції. *Ефект Керра* – зміна кута відбиття поляризованого променя від феромагнітної дзеркальної поверхні під дією індукції магнітного поля, що вимірюється.

Магнітомодуляційний метод заснований на застосуванні ферозондових перетворювачів, які характеризуються високою чутливістю та малими розмірами, широко застосовуються для вимірювання параметрів слабких постійних та низькочастотних магнітних полів. Принцип дії ферозондових перетворювачів базується на залежності магнітної проникності осердя з обмоткою, що живиться змінним струмом, від напруженості вимірюваного постійного поля.

Методи прямого на непрямого порівняння. В певних випадках, коли безпосередньо виміряти параметри магнітного поля з необхідною точністю не видається можливим, використовують методи *зрівноважування та компарування*.

Метод зрівноважування полягає в компенсації досліджуваного магнітного поля іншим магнітним полем, параметри якого відомі чи можуть бути точно встановлені.

Метод компарування заснований на порівнянні будь-яких проявів магнітного поля чи ефектів, пропорційних вимірюваній магнітній величині та зразковій величині, що створюється мірою.

Список посилань

1. Бондаренко В.И. Аналоговые измерительные приборы. Магнитные измерения: Учеб. пособие / В.И. Бондаренко, В.И. Дякин, В.И. Пискляров. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 132 с.
2. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений: Учеб. пособие для вузов/ С. А. Спектор. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 320 с.
3. Таранов С.Г. Магнитные измерения: Учеб. пособие / С.Г. Таранов, Н.Е. Февралёва – К.: УМК ВО, 1992. – 128 с.

УДК 681.518

В.В. Смирнов, канд. техн. наук, доцент

Кировоградский национальный технический университет, swckntu@rambler.ru

РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ

Нечеткие регуляторы находят применение для управления объектами, идентификация параметров которых сложна или невозможна. Нечеткие правила для принятия решения о значении управляющего воздействия регулятора формируются оператором или специалистом по ручному управлению такого рода объектами [1]. В этом случае, возникает вероятность того, что не все правила могут быть корректными по разным причинам, что в определенных ситуациях может повлечь за собой недопустимый режим работы объекта. Например, если величина ошибки e на входе нечеткого регулятора (рис. 1, а) равна e_1 , то значение этой нечеткой переменной будет принадлежать множеству PS со степенью принадлежности $\mu(e_1) = 0.8$ и множеству PM со степенью принадлежности $\mu(e_1) = 0.2$. Если множества PS и PM будут иметь форму трапеции, то степень принадлежности значения e_1 PS будет равна $\mu(e_1) = 1.0$, а результат нечеткого вывода будет отличаться от предполагаемого при тех же условиях.

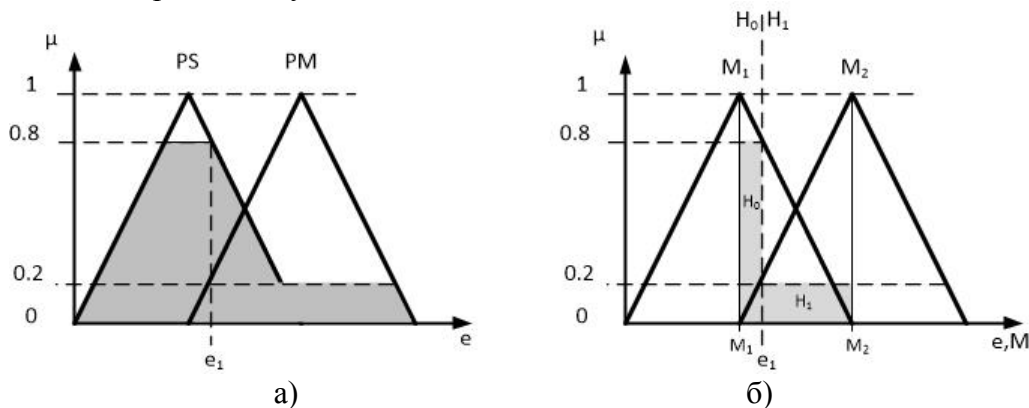


Рис. 1 – Нечеткая логика а) и нечеткая статистическая логика б)

Влияние возмущающих воздействий на объект управления дополнительно усложняет процедуру получения нечеткого вывода. С целью учета влияния возмущающих воздействий и шумов в канале измерения в регулятор введен блок принятия статистических гипотез H_0 и H_1 (рис. 1, б), где M_1 и M_2 – математические ожидания величины ошибки e . В основу теории проверки статистических гипотез положен критерий отношения правдоподобия [2]:

$$L(r) = \prod_{k=r}^n \frac{p_1(y_k)}{p_0(y_k)}, \quad (1)$$

где $p_i(y_k) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(y_k - \mu_i)^2}{2\sigma^2}\right\}$ ($i = 0, 1$).

Таким образом, правила нечеткого вывода на основе теории принятия статистических гипотез, являются менее зависимы от ошибок эксперта и учитывают воздействие возмущающих факторов на регулятор и объект управления. Дальнейшее внедрение статистических методов принятия решений в область нечеткой логики позволит создать интеллектуальные самообучающиеся системы управления с адаптивным изменением степени нечеткости в зависимости от условий работы объекта управления.

Список ссылок

1. Кудинов Ю. И. Нечеткие регуляторы и системы управления / Ю. И. Кудинов, И. Н. Дорохов, Ф. Ф. Пашенко. // Проблемы управления. - 2004. - № 3, – С. 2–14.
2. Бассвиль М. Обнаружение изменения свойств сигналов и динамических систем / [М. Бассвиль, А. Вилски, А. Банвенист и др.]; пер. с англ. И. Б. Вильховченко. – М.: Мир, 1989. – 278 с.

УДК 519.21

**В.И. Мещеряков, докт. техн. наук, профессор
Ю.И. Журавлев, аспирант**

Одесский государственный экологический университет, gradan@ua.fm

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТRENDA ВРЕМЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Концепция прогнозирования непрерывных отказов аналоговых электронных устройств основана на анализе тренда передаточной характеристики и принятия решения относительно надежности изделия при достижении трендом критического значения. Для термоэлектрических охладителей такой характеристикой является деградация эффективности термоэлектрического материала [1], которая аналитически связана с относительной интенсивностью отказов холодильника [2].

Определение тренда деградации эффективности термоэлектрического материала в условиях эксплуатации термоэлектрических охладителей является характерной статистической задачей для нестационарного временного ряда [3], поскольку присутствуют выборочные значения ряда с наложением шума измерения, переходные процессы при изменении режима работы термоэлектрического охладителя и нестационарный процесс, связанный с изменением преобразующих свойств термоэлектрического материала при его эксплуатации.

Контроль показателей надежности термоэлектрических охлаждающих устройств при их производстве проводится по трем параметрам: сопротивлению термоэлектрического элемента, эффективности термоэлектрического материала и постоянной времени [1]. В процессе эксплуатации ситуация существенно усложняется, поскольку определение постоянной времени предполагает стационарность процесса, что в реальных условиях может и не выполняться, т.к. функционирование термоэлектрического охладителя предполагает переход из одного квазистационарного состояния в другое. Возникает необходимость при функционировании изделия определения временных участков, которые можно считать стационарными, позволяющими методически корректно определять постоянную времени изделия.

Анализ временного ряда значений сопротивления термоэлемента или эффективности термоэлектрического материала при зафиксированных данных, в частности, выделения квазистационарных участков, не представляет принципиальной сложности. Режим реального времени предполагает учет принципа каузальности – следствие не может наступить ранее причины его возникновения, поскольку достоверными являются только значения, предшествующие моменту получения выборки. Следовательно, выявление моментов перехода от одного квазистационарного состояние в другое является важным показателем процесса, и способствует выявлению зон стационарности, на которых можно определять показатели надежности термоэлектрического охладителя.

Если для стационарного временного ряда и большого числа выборок измерений статистический анализ дает возможность определения математического ожидания принятия величиной определенного значения из заданного диапазона, то при ограниченном числе выборок можно говорить лишь о среднем значении и его достоверность существенно зависит от объема выборки. Важным условием является наличие сходимости, т.е. приближение к математическому ожиданию среднего при

увеличении объема выборки. Очевидно, что для нестационарного процесса, каким и является рассматриваемый процесс с деградацией эффективности термоэлектрического материала, такой сходимости не может быть.

В работе [3] предложен метод исследования горизонтального ряда как индикатора уровня хаоса применительно к анализу валютного курса и идентификации литературного текста. Его суть состоит в том, что временной ряд $x(t)$ считается стационарным, если его среднее значение постоянно, а автокорреляционная функция зависит только от разности моментов времени, в противном случае ряд является нестационарным. Расстояние $\rho(f_1, f_2)$ между двумя выборочными плотностями функции распределения $f_T(x, t)$, построенными по выборке данных $x(t), x(t-1), \dots, x(t-T+1)$, определяется как

$$\rho(f_1, f_2) = \left\| f_{T_1}(x, t_1) - f_{T_2}(x, t_2) \right\| = \int |f_{T_1}(x, t_1) - f_{T_2}(x, t_2)| dx. \quad (1)$$

Если определить вероятность $V(T, \tau, t)$ того, что сдвинутые относительно друг друга выборочные плотности функции распределения на τ шагов интегрально отличаются не более чем на заданную величину ε :

$$V(T, \tau; x, t) \equiv \rho(f_T(x, t + \tau), f_T(x, t)) = \int_0^1 |f_T(x, t + \tau) - f_T(x, t)| dx \leq \varepsilon, \quad (2)$$

В результате выборочную плотность функции распределения $f_T(x, t)$ временного ряда $x(t)$ можно считать ε -стационарной при $V(T, \tau; t) \leq \varepsilon$. При фиксированном интервале выборки τ функционал $V(T, \tau; x, t)$ равномерно ограничен по t , поэтому можно подобрать такой объем выборки $T > 2\tau/\varepsilon$ при котором выборочная плотность функции распределения будет ε -стационарной.

Применительно к решаемой задаче выявления ε -стационарных участков использование этого метода оказалось удобным, поскольку проблемы с периодом выборок не возникало, т.к. измерение сопротивления термоэлемента относится к пассивному эксперименту и не влияет на функционирование термоэлектрического охладителя. Выделение моментов перехода из одного устойчивого состояния в другое сопровождается переходным процессом термоэлектрического устройства и это время период между выборками в соответствии с теоремой Котельникова должен быть значительно меньше длительности этого переходного процесса. Выполнение условия ε -стационарности предполагает адаптивное изменение t , что и служит индикатором не стационарности временного ряда, причем его запаздывание минимально относительно начала изменения. Алгоритм блокировки сводится к запрещению запуска процесса измерения постоянной времени термоэлектрического охладителя в нестационарном режиме и игнорирования результатов, если индикатор появляется в период измерения.

Список ссылок

1. Yershova, L.B. Complex Express TEC Testing [Text] / L.B. Yershova, G.G. Gromov, I.A. Drabkin // Prog. Of XXII Int. Conf. on Thermoelectrics, August 17-21, La Grande Mette, France, 2003. – P. 504.
2. Зайков, В.П. Влияние термоэлектрической эффективности исходных материалов на показатели надежности термоэлектрических охлаждающих устройств. Часть 1: Однокаскадные ТЭУ [Текст] / В.П. Зайков, В.И. Мещеряков, А.А. Гнатовская, Ю.И. Журавлев // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2015, № 1, – С. 44 – 48.
3. Орлов, Ю.Н. Индикативные статистики для нестационарных временных рядов [Текст] / Ю.Н. Орлов, Д.О. Шагов // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2011. – № 53. – 20 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2011-53>

УДК 624.014:620.179.16

М.О. Демченко, асистент
М.В. Філіппова, канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ», amd.8@meta.ua

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ БАЛОЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОМИСЛОВИХ СПОРУД

В сучасному будівництві використовується новітні технології, що потребують все більшого використання металевих та бетонних конструкцій в промислових спорудах. Термін експлуатації, яких проектною групою, та не перевищує 20-25 років. Тому, існує необхідність всебічної діагностики даних споруд з метою виявлення та усунення можливих дефектів в процесі експлуатації. Процесу руйнування характерні певні умови його виникнення, а саме локалізація зон напруження на окремих ділянках конструкційних елементів [1, 2]. Причина виникнення таких зон може бути різною, починаючи від дефектів матеріалу, з яких виготовлені елементи конструкції, в результаті механічної обробки – формування елементів конструкцій та закінчуючи не виконанням умов експлуатації, вказаних в технічній документації.

З метою уникнення пошкоджень необхідно проводити поточну діагностику окремих елементів споруд. Одним з раціональних рішень в умовах об'єктів, що експлуатуються, є використання ультразвукового методу неруйнівного контролю [3, 4]. Для визначення поточного значення навантаження в елементах металоконструкцій необхідно мати залежність параметрів ультразвукового сигналу від навантаження.

Таким чином метою є проектування системи та розробка методики, що дозволять визначити залежність акустичних параметрів від зміни напружень в металі. Отримана залежність дозволить визначити напруження в металі в зворотному порядку.

Система неруйнівного контролю дозволить проводити дослідження для будь-яких типів конструкційних елементів. Система спроектована таким чином, що при виборі іншого експериментального зразка, немає необхідності змінювати інші функціональні елементи. Вона призначена для виявлення залежностей зміни параметрів акустичного сигналу від зміни фізичних параметрів об'єкту при вимушеному впливі.

Схильність металу до протидії деформуванню, зміни форми та стану внутрішнього матеріалу під впливом не великого діапазону навантажень, викликає ряд завдань по забезпеченню цих умов в роботі конкретного елемента. Аналіз кожного окремого виду деформації в ідеальних умовах показує яким чином можна контролювати діапазон навантажень. Зміна характеристик ультразвукового сигналу дає змогу використати цю закономірність для створення методичного та програмного комплексу направлених на контроль конструкційних елементів металевих конструкцій промислових споруд.

Список посилань

1. Махінко А.В. Надійність елементів металоконструкцій під дією випадкових змінних навантажень: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.01. / А.В. Махінко. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – 24 с.
2. Пічугін С.Ф. Оцінка надійності металоконструкцій при дії випадкових навантажень / Пічугін С.Ф., Махінко А.В. // Зб. доповідей VIII Української наук.-техн. конф. Ч.2. – К.: Сталь, 2004. – С.175 – 185.
3. Пичугин С.Ф. Надежность стальных конструкций производственных зданий: Автореф. дисс. д-ра техн. наук: 05.23.01./ С. Ф. Пичугин. – К. КГТУСА, 1994. – 32 с.
4. Кикин А.И. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий / [Кикин А.И., Васильев А.А., Кошутин Б.Н. и др.] – М.:Стройиздат, 1984. – 302 с.

УДК 006.91

К.Д. Поперека, аспірант

В.Л. Костенко, докт. техн. наук, професор

Одеський національний політехнічний університет, popereka2013.prof@mail.ru

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИХ ФАКТОРІВ

Головна задача при розробки програмного забезпечення (ПЗ) для автоматизованого контролю санітарно-гігієнічних факторів є вдосконалення нормативно-технічної бази та автоматизації вимірювання параметрів, які не повинні перевищувати гранично допустимі показники [1]. Проблема актуальна, оскільки пов'язана із забезпеченням нормальних умов праці робітника.

Метою роботи є розробка ПЗ автоматизованого контролю санітарно-гігієнічних факторів в зоні робочого місця з метою отримання об'єктивних даних щодо їх параметрів для використання в санітарно-гігієнічних лабораторіях.

На основі попередніх досліджень запропоновано прилад для вимірювання параметрів санітарно-гігієнічних факторів на основі модернізованої нами інформаційно-вимірювальної системи «Дельфин-1М»[2].

Алгоритм роботи ПЗ інформаційно-вимірювальної системи контролю санітарно-гігієнічного стану робочого місця представлена на рис.1.

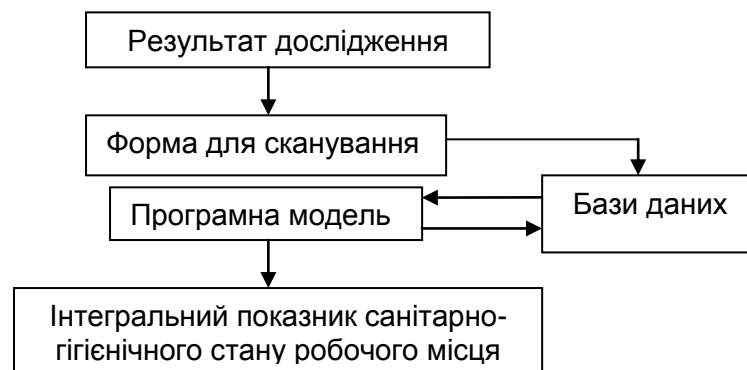


Рис. 1. – Алгоритм роботи ПЗ інформаційно-вимірювальної системи контролю санітарно-гігієнічного стану робочого місця

Алгоритм включає в себе введення вимірювальних даних, шляхом сканування даних з приладів або датчиків, а також у ручну, запис вимірювальних даних, подання на екрані введених даних, форми для сканування для бази даних, програмної моделі, що дозволяє обробити результати дослідження, розрахувати невизначеності виміряних параметрів, сформулювати візуальне та графічне представлення відхилення від норм отриманих даних, вивести інтегральний показник санітарно-гігієнічного стану робочого місця.

У даній роботі розроблено ПЗ для автоматизованого контролю санітарно-гігієнічних факторів, що дозволяє отримати об'єктивні дані та спростити процес оцінювання в практиці санітарно-гігієнічних лабораторій.

Список посилань

1. «Санітарні норми виробничих приміщень»: ДСН 3.3.6.042-99 - [Чинний від 99.01.12] – К.: Головний державний санітарний лікар України 99- 10 с – (Санітарно- гігієнічні норми);

2. Інформаційно-вимірювальна система контролю нормованих параметрів промислових факторів / В. Л. Костенко, А. О. Ніколенко, К. Д. Поперека, М. В. Ядрова, К. С. Тиманюк // Східно-європейський журнал передових технологій.– 2014– №3.– С.51 –56.

УДК 621.365.9:620.197.3

В.П. Войтенко, канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, volodymyr.voytenko@inel.stu.cn.ua

СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМУ РІДИНИ ДЛЯ ОМИВАННЯ СКЛА

Правила дорожнього руху забороняють початок руху автомобіля з відсутньою або несправною системою омивання вітрового скла. В деяких сучасних автомобілях рідина для омивання стекол також використовується для заднього скла і фар. Останнє є обов'язковим у випадку використання популярних ксенонових фар. Наявність кількох споживачів призводить до достатньо інтенсивного розходу рідини для омивання скла та необхідності контролю її залишку в бачку. Звичайно такий контроль здійснює водій, для чого необхідно відкрити капот, відкрутити кришку бачка та/або вийняти відповідний щуп і візуально ідентифікувати наявність, а також оцінити кількість рідини, що залишилася в бачку. Ця процедура, особливо в холодну пору року та в темний час доби, дуже незручна. Тільки дорогі й немасові моделі автомобілів у заводській комплектації оснащуються системами контролю рідини для омивання скла. Для інших моделей ринок пропонує системи, які базуються на механічному втручанні в окремі елементи автомобіля, наприклад, – висвердлювання або прорізання отворів, приклеювання тощо. Одночасно потрібно втручання та зміни електричної схеми автомобіля, що, наприклад, заборонено під час дії заводської гарантії (від трьох до п'яти років експлуатації).

Мета роботи – розробка системи вимірювання рідини для омивання скла, яка з мінімальним втручанням в елементи конструкції та електричну схему автомобіля дозволяє у зручний спосіб донести корисну інформацію про залишок рідини до водія.

Для реалізації поставленої мети були проаналізовані існуючі методи та системи вимірювання обсягу рідини, вибрана структура системи та її складові, а також сформульовані завдання для розробки технології виготовлення датчика рівня рідини.

Зокрема, серед численних методів вимірювання рівня рідини обрано такий, що базується на вимірюванні конструктивної ємності датчика. У даному випадку вимірювана рідина заповнює простір між обкладками конденсатора. За рахунок відмінності власної діелектричної проникності рідини від її значення для повітря змінюється загальна ємність конденсатора. Вимірюючи ємність, можна оцінити рівень, а також – об'єм залишку рідини в резервуарі.

Запропоновано структуру (Рис. 1), що складається з двох блоків: блоку датчика з автономним живленням (БД), який розміщується безпосередньо в кришці бачка омивача, та блоку вимірювання (БВ), розміщення якого залежить від варіанту виконання системи. Для мінімізації або повної відсутності втручання в електричну схему автомобіля зв'язок між цими двома блоками виконується по радіоканалу.

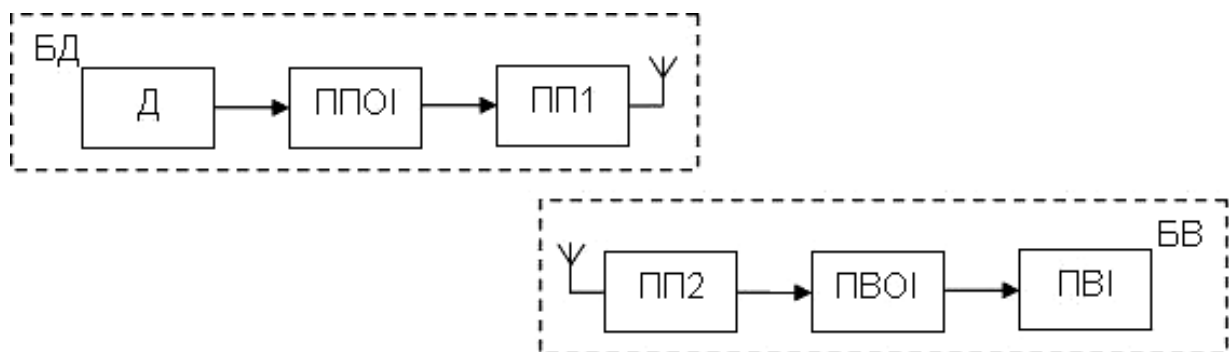


Рис. 1 – Структура системи вимірювання об'єму рідини для омивання скла

На рисунку також показаний датчик рівня рідини (Д), пристрій первинної обробки інформації (ППОІ), прийомо-передавачі (ПП1 та ПП2), пристрій вторинної обробки інформації (ПВОІ) та пристрій відображення інформації (ПВІ).

В наш час у якості рідин для омивання скла використовують водні розчини на основі спиртів: метанолу, біетанолу, ізопропілу. Діелектрична проникність цих речовин лежить в діапазоні від 24 до 32. У теплу пору року поширена практика використання дистильованої води, діелектрична проникність якої сягає 80.

Як відомо, ємність плоского конденсатора можна розрахувати за формулою:

$$C_n = \varepsilon \varepsilon_0 \frac{S}{d}, \quad (1)$$

де ε – відносна діелектрична проникність діелектрика між обкладками;
 ε_0 – абсолютна діелектрична проникність, яка дорівнює $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} \cdot \text{м}^{-1}$;
 S – площа перекриття обкладок конденсатора;
 d – відстань між обкладками.

Задавшись довжиною датчика $L = 300 \text{ мм}$, лінійним поперечним перерізом $b = 30 \text{ мм}$ і відстанню між обкладками $d = 2 \text{ мм}$, отримаємо мінімальну ємність конструктивного конденсатора $C_{nmin} = 40 \text{ нФ}$. Недоліком даного рішення є технологічна складність виготовлення плоского конденсатора, в якому має зберігатися постійний зазор між обкладками із заповненням цього зазору рідиною.

Якщо взяти конденсатор циліндричної форми, його ємність складе:

$$C_u = 2\pi\varepsilon\varepsilon_0 \frac{L}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}, \quad (2)$$

де R_1 та R_2 – радіуси внутрішнього та зовнішнього циліндрів, відповідно.

Задавшись довжиною датчика $L = 300 \text{ мм}$, $R_2 = 15 \text{ мм}$ (трубка з внутрішнім діаметром 30 мм), $R_1 = 14 \text{ мм}$ (стержень із зовнішнім діаметром 28 мм , який вставлено у трубку), отримаємо $C_{umin} = 240 \text{ нФ}$.

При заповненому бачку ємність в обох випадках підвищиться в ε разів, тобто – до одиниць нанофарад. Такі абсолютні значення ємності, а також діапазон зміни може бути вимірним достатньо економічно за допомогою сучасних засобів електроніки.

Проаналізовано основні методи вимірювання ємності конденсатора: амперметра-вольтметра, заміщення, мостовий, частотний (резонансний), зарядний (розрядний). Найбільш зручним для практичної реалізації слід вважати метод, який базується на вимірюванні часу заряду/розряду конденсатора. Заряд конденсатора при підключенні його до джерела постійної напруги відбувається за наступним законом:

$$u_C \curvearrowright E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right), \quad (3)$$

де E – напруга живлення;

$\tau = RC$ – постійна часу.

Отже, вимірюючи час t_x , за котрий напруга на конденсаторі $u_C(t)$ сягне значення $0,63E$, можна знайти постійну часу τ і за відомим опором R вирахувати ємність. Фіксація моменту заряду конденсатора до необхідного значення виконується за допомогою аналогового компаратора з відповідною опорною напругою. Всі необхідні компоненти пристрою вимірювання реалізовано резидентними засобами мікроконтролера.

Використання в якості прийомо-передавача ПП1 радіомодуля, який підтримує інтерфейс *Blue Tooth*, дозволяє в якості блоку вимірювання застосувати, наприклад, смартфон, що суттєво розширює функції та покращує економічні показники розроблюваної системи.

ЗРОБКА МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛІ ЗА ВІБРАЦІЙНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

В процесі експлуатації авіаційні деталі зазнають руйнівного впливу дестабілізаційних факторів, які можуть спричинити появу відмов та дефектів. Тому, важливим питанням метрологічного забезпечення літальних апаратів є перехід з планового метрологічного обслуговування на обслуговування за експлуатаційним станом.

Статистика експлуатаційної надійності авіаційних деталей свідчить, що переважна частина пошкоджень, несправностей і відмов пов'язана з негативним впливом динамічних вібрацій. В свою чергу, величина вібрацій змінюється в залежності від зміни експлуатаційних показників контрольованої деталі. Актуальним є питання розробки методів контролю технічного стану авіаційних деталей протягом усього процесу експлуатації за їх вібраційними показниками. Динаміка змін рівня вібрації протягом експлуатаційного терміна представлені на рис. 1.

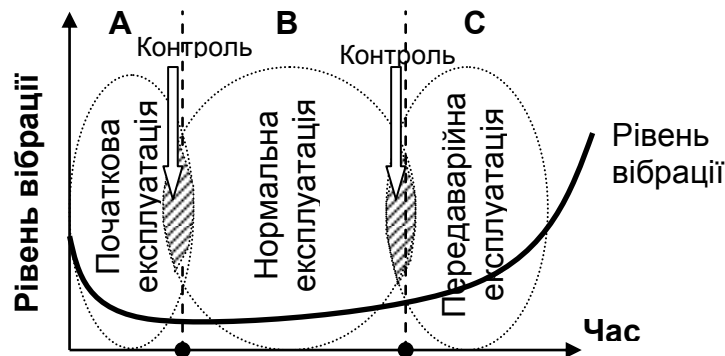


Рис. 1. – Рівень вібрації на різних життєвих циклах авіаційної деталі

Зона А на рис. 1. – це нові або знову введені в експлуатацію деталі. На цьому етапі відбувається припрацювання вузлів устаткування, рівень вібрації знижується. На основі показників початкового рівня вібрації та характеру її зміни під час метрологічного контролю рекомендовано проведення пуско-налагоджувальних робіт, заміну несправних частин та загальне збалансування деталі. Це дозволить в подальшому значно скоротити імовірність появи ризиків I та II роду та амортизаційні навантаження.

Зона В – деталі введені в експлуатацію після ремонту або ті, які знаходяться в експлуатації. Контроль вібрації при нормальній експлуатації на цьому етапі дозволяє вчасно виявити настання передаварійного стану. Слід зазначити, що для деталей знову введених в експлуатацію і тих, що знаходяться в експлуатації допустимий рівень вібрації в зоні В відрізняється приблизно на 25%.

В зонах А і В вплив вібрації на контрольовані параметри слабкий і його називають базовим рівнем. В процесі експлуатації авіаційні деталі зношуються, в результаті чого змінюється контрольований параметр. Доведено, що якщо базові значення параметра сильно відрізняються від поточних, існує гостра необхідність перевірки їх відповідності встановленим допускам.

Зона С – це деталі введені в експлуатацію після ремонту та ті, які знаходяться в експлуатації. Передаварійна експлуатація характеризується швидким зростанням рівня вібрації, іноді рівень вібрації підвищується стрибкоподібно. Деталь при настанні цього етапу рекомендовано терміново виводити з експлуатації для списання або капітального ремонту.

Для більш ефективного контролю авіаційних деталей рекомендується аналізувати тренди, побудовані за основними спектральними складовими, що вказують на можливі дефекти (рис. 2).



Рис. 2. – Складові тренду показників вібрації

Доведено, що випадкові складові вібрації є наслідком впливу зовнішніх факторів робочого середовища і усуваються з діагностичного аналізу шляхом усереднення. Усереднену лінію тренду показників вібрації отримують за допомогою лінійної регресії ряду з поправкою на гармонійні складові методом найменших квадратів:

$$T = a + b \cdot t \tag{1}$$

$$a = \frac{\sum Y \sum t^2 - \sum t \sum tY}{n \sum t^2 - \left(\sum t \right)^2}, \quad b = \frac{n \sum tY \sum t^2 - \sum Y \sum t^2}{n \sum t^2 - \left(\sum t \right)^2} \tag{2}$$

де T – тренд;

t – час дотику датчика до деталі, с;

a – коефіцієнт зсуву;

b – коефіцієнт нахилу;

Y – значення ряду з поправкою на гармонійні складові;

n – повна довжина ряду, кількість контрольованих деталей.

Як вже було зазначено, базові показники вібрації значно відрізняються від поточних. Доведено, що лінія тренду показників вібрації з урахуванням експлуатації відрізняється від контролю деталей, які тільки що надійшли в експлуатацію зрушенням a :

$$a = \frac{\sum Y}{n} \tag{3}$$

Нахил тренду показників вібрації у даному випадку буде дорівнювати:

$$T = a + b \cdot \left(\frac{t}{2} + t \right) \tag{4}$$

Розрахунок нахилу тренду значно полегшує процес оцінки технічного стану деталі. Визначено, що якщо лінія тренду проходить нижче попереджувального порога (рис. 2), то деталь придатна до експлуатації. Лінія тренду між аварійним і попереджувальним порогоми говорить про критичний стан деталі, коли, виходячи з показників наростання швидкості змін вібропараметра, можна судити про швидкість наближення його до аварійного порогу і, разом з цим, про швидкість появи дефекту.

Отже, оцінка технічного стану авіаційної деталі за рівнем вібрації шляхом побудови трендів є досить ефективним методом контролю. Доведено, що цей метод дозволяє повністю оцінити технічний стан деталі протягом усього терміну її експлуатації,

спираючись лише на показники вібрації. Його використання сприятиме значному підвищенню інформативних даних про поточний стан деталей, що створить підґрунтя для переходу з планового метрологічного обслуговування на обслуговування за експлуатаційним станом.

УДК.621.43.002.56

О.П. Космач, канд. техн. наук

В.О. Содиль, магістрант

Чернігівський національний технологічний університет., vlad_sodyl@ukr.net

МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Існуючі машини знаходять широке застосування в різних галузях промисловості і транспорту завдяки високій продуктивності, відносно малим габаритам і великому ресурсу безвідмовної роботи. У зв'язку з цим все частіше виникає необхідність у безперервному визначенні технічного стану в процесі їх експлуатації. При цьому особливу увагу приділяють визначенню стадій припрацювання її основних виконавчих елементів, їх устанавленого і критичного зношування. З точки зору фінансових витрат і безпеки експлуатації машин, ключове значення також має достовірне визначення стадій катастрофічного (критичного) зношування її елементів з метою своєчасного вилучення машини з експлуатації або повної її зупинки. Такі дії дозволяють запобігти необоротним процесам зношування основних елементів машини, а також по необхідності дозволяють провести швидкі ремонтні роботи. Вирішення та запобігання даних проблем ґрунтується на використанні великої кількості методів діагностування та контролю основних елементів і систем машин, зокрема автомобільного транспорту. Слід відмітити, що дані методи засновані на різних фізичних і хімічних ефектах, що мають різну чутливість та швидкодію. Практика показує, що система запалювання двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) автомобільного транспорту, є важливою частиною загальної системи електрообладнання машини, яка суттєво впливає на такі показники роботи як витрата і повнота згорання палива в камері, потужність, нерівномірність роботи і вібрації шатунно-поршневої групи та інше. Тому діагностика системи запалювання двигуна має важливе значення для забезпечення тривалої і безвідмовної експлуатації транспорту.

Питанням діагностування системи запалювання та систем керування автомобільного двигуна приділяється досить велика увага в сучасній науковій літературі [1–3]. На основі опрацьованої літератури розроблено узагальнену класифікацію основних методів діагностування систем запалювання ДВЗ (рис.1), виходячи з їх призначення та способів практичної реалізації. Показані основні переваги, недоліки та умови використання методів діагностування систем запалювання ДВЗ.

Суб'єктивні методи діагностування передбачають оцінку технічного стану без використання будь-яких засобів діагностики та контролю фізичних процесів. Звичайно, діагностику проводиться візуально на слух, дотик, відчуття тощо. Методи діагностики системи запалювання та системи керування двигуном в такому випадку можуть бути реалізовані тільки у досить простих ситуаціях (обрив проводів, погане кріплення, пошкодження та окислення). Ефективність таких методів залежить в основному від досвіду фахівця, особливостей експлуатації транспорту тощо.

Об'єктивне діагностування здійснюється з використанням чутливого діагностичного обладнання, приладів, вимірювального інструменту тощо. Методи об'єктивного діагностування передбачають визначення геометричних параметрів робочих поверхонь, структурних параметрів, особливостей робочих процесів та ін.

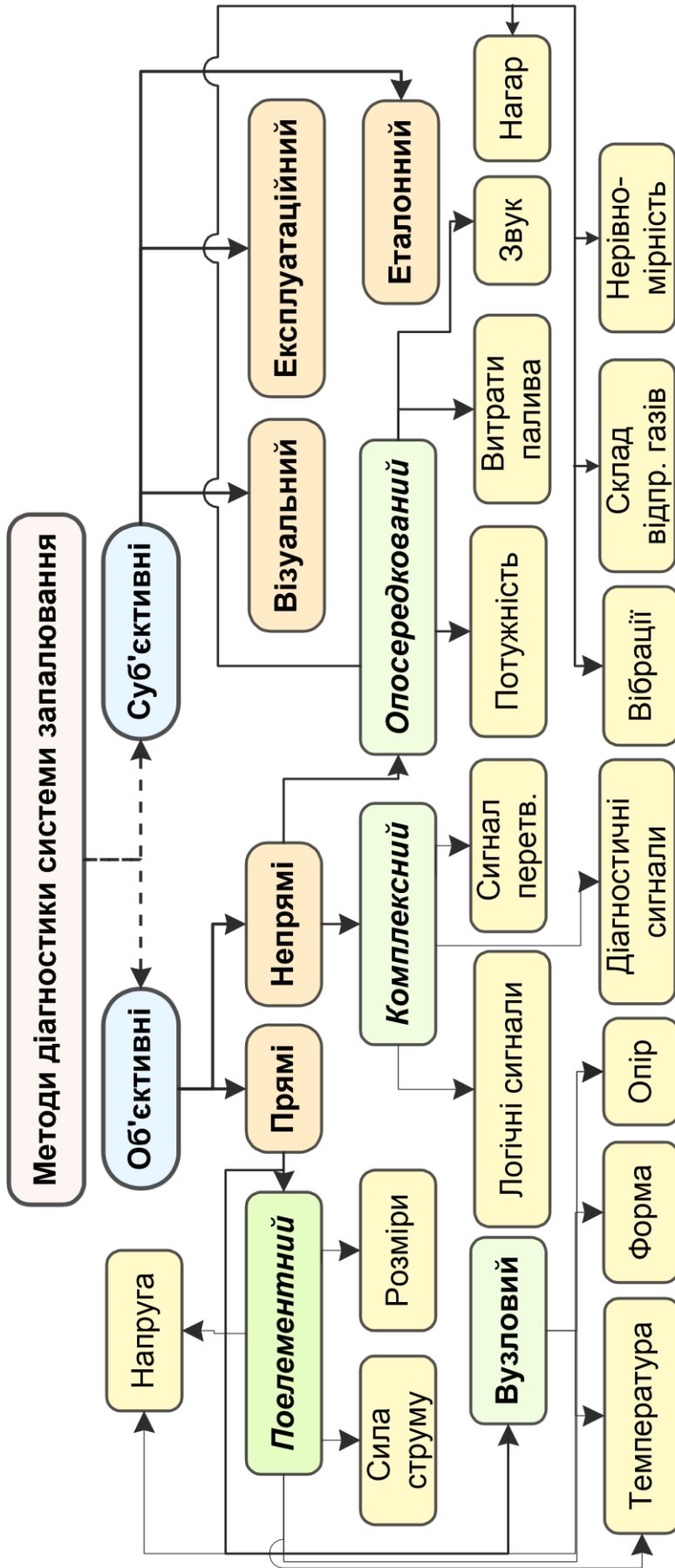


Рис. 1 – Класифікація методів діагностування системи запалювання двигуна внутрішнього згорання

Прямі методи полягають в тому, що діагностичні параметри визначаються безпосередньо в кожному елементі системи, що досліджується (опір, напруга, сила струму, ємність, температура та ін.). Такі методи, безперечно, є найбільш достовірними, точними та швидкодіючими. Саме тому такі методи в технічній діагностиці можуть використовуватись для контролю в особливо складних випадках визначення технічного стану або після виконання планового ремонту.

Крім того, прямий метод є еталонним для оцінки точності інших методів діагностування. Але прямі методи є досить трудомісткими і, як правило, потребують часткового розбирання елементів системи з від'єднання з'єднувальних провідників. Це, насамперед, суттєво впливає на час пошуку несправностей. Тому на практиці намагаються уникати застосування прямих методів визначення діагностичних і структурних параметрів, якщо в цьому немає крайньої потреби.

Непрямі методи передбачають визначення несправності за допомогою вимірювання деякої іншої (проміжної) фізичної величини через що мають меншу точність. Вони поділені на опосередковані та на діагностуванням за аналізом осцилограм [4]. При діагностуванні опосередкованим методом технічний стан систем двигуна оцінюється за потужністю, витратою палива, токсичністю відпрацьованих газів, вібраціями тощо. Серед непрямих методів найбільш поширені ті, що реєструють і визначають параметри діагностичних сигналів напруги від різних датчиків і виконавчих пристроїв системи запалювання чи системи керування двигуном, наприклад – сигналів напруги у первинному і вторинному колах системи запалювання, які є функцією зміни напруги в часі, сигналів різних датчиків та ін.

Дослідження останніх років показують, що досить ефективним є метод поетапного діагностування. На першому етапі проводиться загальна діагностика автомобіля, тобто діагностування опосередкованим методом. Цей етап визначає технічний стан автомобіля в цілому. В якості діагностичних параметрів при загальному діагностуванні можуть виступати: потужність двигуна, приємність, витрата палива, токсичність відпрацьованих газів, стійкість та рівномірність роботи двигуна в різних режимах і т. д. На першому етапі можливо тільки встановити наявність несправності як такої, без конкретних причин її виникнення та аналізу. Другий етап виконується тільки при необхідності. Він включає в себе поелементну, поглиблену перевірку кожної системи. На цьому етапі встановлюються безпосередні причини несправності. Такий підхід має свої переваги і недоліки. Переваги в тому, що при проведенні загального діагностування одночасно можна оцінити декілька систем автомобіля. Так, наприклад, у роботі визначено, що неправильний рівень палива в поплавцевій камері карбюратора збільшує витрату палива приблизно в межах 5 %. У той же час неправильне встановлення початкового кута випередження запалювання або несправність відцентрового регулятора випередження запалювання також збільшує витрату палива на таку ж величину. Безперечно, що технічний стан системи запалювання безпосередньо впливає на витрату палива, але витрата палива не може бути діагностичним параметром, який достовірно визначає технічний стан цієї системи.

З наведеної вище класифікації методів діагностування можна зробити деякі висновки щодо сучасних систем запалювання: діагностування системи запалювання чи системи керування двигуном в цілому за опосередкованими ознаками не дає бажаних результатів, оскільки на параметри роботи двигуна впливають не лише ці системи; застосування методу поелементного діагностування (послідовного діагностування кожного елемента) для таких систем є досить трудомістким процесом, особливо для систем керування двигуном, де існує декілька елементів, що впливають на якість її роботи. Але, водночас, такий метод є найбільш достовірним і може вказати на безпосередню причину несправності та спосіб її усунення; найбільш прогресивним методом діагностування є комплексний підхід до визначення діагностичних і структурних параметрів системи, що

діагностується. В зв'язку з цим сучасні методи діагностування системи запалювання ДВЗ повинні володіти високою універсальністю, чутливістю та швидкодією. До одного з таких методів відносять ємнісний метод діагностування, який входить до непрямих комплексних методів.

Список посилань

1. Кукурудзяк Ю. Ю. Метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном : монографія / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Ребедайло. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 144 с.
2. Дмитренко А. В. Диагностика и ремонт электрооборудования, иностранных и отечественных автомобилей / А. В. Дмитриенко. – Николаев : ЭТОН, 1999. – 80 с.
3. Ютт В. Е. Электрооборудование автомобилей / В. Е. Ютт. – М.: Транспорт, 2006. – 287с.
4. Глазырин А. В. Применение осциллографа Э-206 для диагностирования транзисторных систем зажигания / А. В. Глазырин, В. А. Васильев, В. А. Дуркин. – Харьков : ХАДИ, 1977. – 42 с.

UDK 004.738.5

О.У. Yacenko, student,
У. В. Sikora, candidate of pedagogical science, associate professor
О.Е. Kravets, candidate of pedagogical science
Zhytomyr Ivan Franko State University, olga.yatsenko.00@mail.ru

THE PROCESS OF WEBSITE DEVELOPMENT

The innovative nature of the information society requires training of researches and highly qualified specialists, who are ready to solve complex tasks connected with writing websites. The aim of this article is to analyse stages of the web-site development .

Website– in a computer network – is a united set of documents connected with the address of a private person or organization. All internet websites together form “The World Wide Web”. The protocol HTTP was specially developed on the servers for the direct access of customers to websites. Websites are also called the Internet representatives of a person or organization.

The rapid increase of the number of the internet resources and lack of universal standards have cause the awareness of practically tested network principals network environment designing as a means of communication, development of semiotics of network informational environment. Identification of specific elements or network settings, which affect on communication, is a very important task. There are such settings, which are mostly used for describing an assessment of network sites:

- Document designing (use of types, page size and colour for the text content transfer)
- Site structure
- Use of development tools
- message content
- Attractiveness
- Accessibility

The investigation of problems, which arose as a result of ineffective site structure, allowed to distinguish the following problems:

- disorientation of a user (ignorance where the user is, relative to site structure);
- distraction from the main goal;
- insecurity of navigation (functions or features – colour, the shape of buttons and hyperlinks – navigations changes from page to page);
- lack of restrictions as for the user actions.

The stage of planning site is the most important in development of any site. This is true for simple home page for the giant site.

In conclusions, I'd like to say that. The main functions of a site are to tell about somebody or something, to catch users' attention, to help to solve some problems, to educate or to entertain. Depending on tasks the structure of the site can be different.

On the stage of site development you should define, which information should be on the site, to create logical and physical structure of the site.

Literature

1. Кузнецов М.В. PHP 5. Практика разработки Web-сайтов / М.В. Кузнецов, И.В. Симдянов, С.В. Гольшев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 960 с.
2. Информатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології [Текст] : посібник / За ред. О.І. Пушкаря. – К. : Академія, 2001. – 696 с.

УДК 004.056.5:006.88

А. В. Ивченко, канд. техн. наук, доцент,

В. Н. Янченко, аспирант,

О. Д. Дынник, канд. техн. наук, доцент

Сумский государственный университет, ivchenkos@i.ua; ia_vadim@ukr.net;
odkonotop@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИНФОРМАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

Деятельность любой организации связана с получением и передачей информации. Поэтому, в настоящее время является актуальным и своевременным вопрос, направленный на выявление и классификацию факторов, оказывающих влияние на состояние информационной безопасности (ИБ) в организации. Это, в свою очередь, позволит организациям более эффективно осуществлять работы в области обеспечения надлежащего уровня их ИБ.

Анализ тенденций по обеспечению и управлению качеством производства продукции и / или предоставлению услуг, показывает широкое использование новых терминов и требований к управлению ИБ. Например, в версии стандарта ISO 31000:2009 предложено введение нового термина «Установление контекста». Данный термин подразумевает определение внешних и внутренних параметров, которые следует принять во внимание во время управления рисками, а также установление области и критериев риска для политики риск менеджмента [1].

На основе использования метода оценки рисков «Причинно-следственный анализ», исходя из положения о том, что «...воздействие может иметь несколько влияющих факторов, которые могут быть сгруппированы в различные категории...» [2]; и основы теории квалиметрии, исходя из положения о том, что «...свойства, формирующие качество объекта, представляют из себя не просто совокупность, а совокупность, по определенным правилам упорядоченную в некоторую иерархическую структуру, – дерево свойств...» [3]; предложена универсальная система классификации факторов ИБ организации, которая представлена на рис. 1. Данная система представлена в виде дерева свойств, в котором для каждого сложного свойства (факторы первого уровня), соответствует группа менее сложных свойств в совокупности составляющих факторы второго уровня.

К факторам первого уровня относятся факторы, непосредственная разработка которых и принятие их во внимание или пренебрежение ими, напрямую влияет на уровень обеспечения ИБ в организации. Их в соответствии с параметрами факторов, которые необходимо брать во внимание (учитывать) условно можно разбить на две группы: внешний и внутренний контексты.

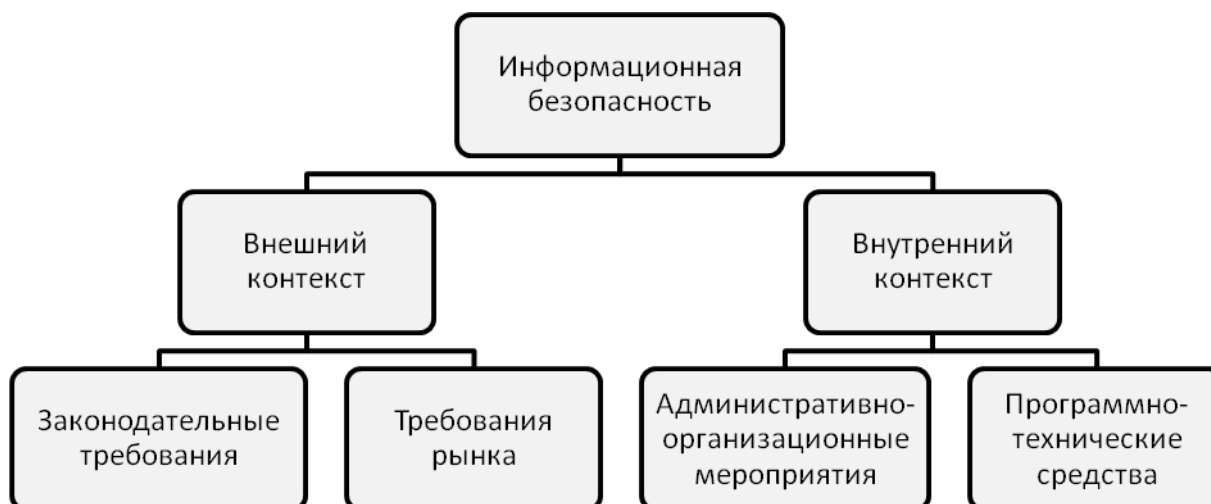


Рис. 1 – Система классификации факторов ИБ

Внешний контекст – внешняя среда, в которой организация стремится достигнуть своих целей. Внешний контекст может включать:

- среды: культурную, социальную, политическую, правовую, регулятивную, финансовую, технологическую, экономическую, природную и конкурентную либо международную, национальную, региональную или локальную;
- ключевые движущие силы и тренды, влияющие на цели организации;
- отношения с внешними заинтересованными сторонами, их восприятие и оценка.

Внутренний контекст – внутренняя среда, в которой организация стремится достигнуть своих целей. Внутренний контекст может включать факторы:

- управление, организационную структуру, роли и ответственность; политики, цели, стратегии, которые используются для достижения целей;
- возможности, понимание в рамках ресурсов организации и накопленных знаний;
- восприятие и оценку внутренних заинтересованных сторон;
- информационные системы, информационные потоки, а также процессы принятия решений;
- отношения с внутренними заинтересованными сторонами, их восприятие и оценка;
- культуру организации;
- стандарты, руководства и модели, официально принятые организацией;
- формы и объемы договорных отношений.

В свою очередь, каждый из выделенных факторов первого уровня (внешний или внутренний контекст) делится на систему компонентов, которые можно определить как факторы второго уровня (см. рис. 1), принятие во внимание которых так же необходимо и является неотъемлемой частью обеспечения высокого уровня ИБ.

Для более полного и эффективного управления ИБ целесообразно будет дальнейшее структурирование факторов второго уровня более детально, путем рассмотрения полного множества факторов, воздействующих на все элементы ИБ.

Таким образом, предложенная система факторов, оказывающих влияние на степень обеспечения ИБ, является универсальной и может быть применена к организации (предприятию) любого типа и размера.

Список ссылок

1. Менеджмент риска. Принципы и руководство (ISO 31000:2009): ГОСТ Р ИСО 31000-2010. [Действует с 2011-09-01]. – М.: Стандартинформ, 2012. – 25 с. – (Национальный стандарт РФ).

2. Менеджмент ризика. Методи оцінки ризика (ISO/IEC 31010:2009): ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. [Дієє в с 2011-12-01]. – М.: Стандартиформ, 2012. – 74 с. – (Національний стандарт РФ).

3. Азгальдов Г. Г. Кваліметрія в архітектурно-строительном проектуванні / Г. Г. Азгальдов. – М.: Стройиздат, 1989. – 264 с.

УДК 519.876.2

Петрук М. О., студент
Національний технічний університет України «КПІ», maximus4999@gmail.com

ВИМОГИ ДО СИСТЕМ SCADA 4-ГО ПОКОЛІННЯ

SCADA (абр. від англ. supervisory control and data acquisition - диспетчерське управління і збір даних) – це промислова, комп'ютеризована система керування, що використовується для збору та аналізу даних в режимі реального часу для відслідковування, контролю та управління технологічного обладнання в різних галузях промисловості.

Розвиток систем SCADA пройшов чотири покоління:

1) SCADA першого покоління - це монолітні системи, в яких були відсутні будь-які мережеві з'єднання. Функції таких систем були обмежені датчиками спостереження та невеликим вибором операцій. Нараз такі системи вже не використовуються.

2) Друге покоління систем працювали в локальній мережі підприємства. Основні елементи SCADA - контролер, керуючий сервер, база даних, робочий ПК оператора, - були пов'язані між собою IP мережею.

3) Третє покоління – це можливість керування та координації віддалених АСУ ТП, тобто немає потреби у прив'язці робочого місця оператора до виробничих потужностей. Наприклад, оператор може знаходитись в одному місці, автоматична лінія виробництва – в іншому. Контроль системи SCADA здійснюється за допомогою мобільних пристроїв, операційними системами, яких є Android та Iphone.

4) Використання SCADA четвертого покоління має бути пов'язаним з Інтернетом. Це дозволить ще більше уніфікувати та децентралізувати елементи різних SCADA систем. Передбачається можливість контролерів підключатися до «хмарних» серверів, використання стільникових та супутникових мереж в якості каналів зв'язку між сервером, контролером, операторським місцем.

Необхідність здійснення підтримки систем старих поколінь, призводить до гальмування розробки нових систем, використання яких наразі вже не вписується в теперішню концепцію автоматизації виробничих процесів.

В четвертому поколінні вартість інфраструктури систем SCADA зменшується, шляхом використання технології Інтернету речей з комерційно доступних хмарних обчислень. Технічне обслуговування та інтеграція мають бути зручними для четвертого покоління в порівнянні з попередніми системами SCADA.

До основних вимог до систем SCADA 4-го покоління відносимо такі:

- можливість системи швидко аналізувати інформацію про ефективність технологічного процесу і приймати важливі рішення щодо його оптимізації на основі зібраних даних;

- інтеграція системи з іншими подібними програмними пакетами та автоматизована передача показників ефективності в єдину базу даних;

- використання відкритих мережевих протоколів, таких як TSL, для забезпечення прийняттого та керованого рівня безпеки;

- використання технології доповненої реальності для моделювання та вдосконалення вже існуючого виробничого процесу.

УДК 005.311.2:004.94

А.О. Хлевний, провідний інженер
Національний авіаційний університет, andlev@nau.edu.ua

МЕТОД УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ РОЗШИРЕНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Ефективність промислового виробництва залежить від швидкості прийняття управлінських рішень на усіх рівнях управління і етапах виробництва. Особливо це відноситься до етапу – технологічної підготовки виробництва (ТПВ) складної, наукоємної продукції, для якої кооперація з підрядниками та тісна взаємодія між підрозділами ТПВ є запорукою успішного виконання проєктів.

Тому сьогодні, за допомогою сучасних інтегрованих автоматизованих систем, створюють окреме інтегроване середовище проєкту, що поєднує різні установи (технологічні, конструкторські бюро) та виробничі підприємства у розосереджене підприємство (РП).

Для надійного та оперативного обміну виробничою інформацією в межах проєкту, необхідно провести комплексну автоматизацію процесів складових РП, створивши інтегроване автоматизованого середовища. Це дозволить отримати спільну базу даних з партнерами у межах певного проєкту, а за рахунок підвищення швидкості обміну даними зменшити час підготовки виробництва і збільшити прибуток.

Розроблений метод управління ТПВ РП передбачає проведення попереднього аналізу виробничої програми підприємства та планову кількість комплектів конструкторсько-технологічної документації (КТД), що необхідно розробити у звітному році, відповідно до програми виробництва. Наступним кроком є аналіз та розрахунок необхідної кількості фахівців, задіяних у ТПВ в частині безпосередньої розробки комплектів КТД. Аналіз виконується за допомогою двох видів розрахунків [1]. Слід відмітити, що також буде враховуватись декілька варіантів бізнес процесів затвердження документів. 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 за допомогою алгоритму, розглянутого у підрозділі [2]. У результаті розрахунків отримуємо індекс керівництва, на основі якого можливо зробити висновки, та оптимізувати організаційну структуру ТПВ. Індекс керівництва також дозволяє визначити статистичні показники щодо часу зайнятості в процесах затвердження документів та використовувати їх в імітаційних моделях з урахуванням розпорядку дня.

На наступних кроках здійснюється розробка шести моделей, які взаємодоповнюють одна одну і є основою для заповнення атрибутів моделі eEPS, що використовують для імітаційного моделювання на основі якого керівник робить висновки, щодо ефективності прийняття управлінських рішень у РП.

Розроблений метод управління ТПВ РП, дозволяє використовувати переваги сучасних інтегрованих автоматизованих систем, для оптимізації витрат на ТПВ і управління, збільшуючи прибуток від виконання проєкту.

Список посилань

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. P. Pavlenko The method of analysis and performance management of dispersed production planning/ P. Pavlenko, A. Khlevnoj// Вісник НАУ 2014 №2.– С. 55–61.

УДК 004.422:681.513.2:061.5-057.86(043.2)

В.Ю. Кудряков, мол.наук.співробітник

Національний авіаційний університет, antonov72@ukr.net

СИСТЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА, PLM- І ERP-СИСТЕМ. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Фундаментальні зміни, що відбуваються сьогодні у сфері виробничих технологій, роблять можливим об'єднання конструкторських і технологічних даних. Вже розроблений широкий спектр технологій, необхідних для реалізації так званої концепції «Промисловість 4.0» (наприклад, рішення Siemens або концепція 3DEXPERIENCE, запропонована компанією Dassault Systemes).

Особливість концепції «Промисловість 4.0» полягає в з'єднанні промислових та інформаційних технологій. Обладнання повинно не тільки вміти виконувати чітко визначену операцію, але і бути готовою до вирішення варіативних завдань. А для цього необхідний не тільки технологічний, але й інформаційний прорив. Концепція «Промисловість 4.0» передбачає об'єднання конструкторських і технологічних даних. В рамках створеної таким чином єдиної системи передачі інформації в цифровому вигляді, виробники зможуть виконувати всі завдання конструкторського і технологічного проектування, включаючи конструювання, чисельне моделювання та управління даними.

Сучасні системи забезпечують єдиний інтерфейс для взаємодії з автоматизованими системами управління виробничими процесами (MES– Manufacturing Execution Systems) і програмованими логічними контролерами (PLC).

Але ще залишаються напрямки, де для досягнення поставленої мети потрібно більш високий рівень інтеграції і стандартизації. Одне з них – координація та інтеграція систем управління життєвим циклом виробу (PLM), виробничими процесами (MES) і ресурсами підприємства (ERP).

Основні вимоги при розробці систем інтеграції засобів технологічної підготовки виробництва, PLM і ERP-систем:

- можливість структурувати дані і направляти їх на вже існуюче автоматизоване технологічне обладнання;

- створення єдиної автоматизованої системи, яка вже на самих ранніх етапах розробки дозволить не тільки перетворювати творчі задуми в 3D-моделі, але і отримувати доступ до інформації щодо способів виготовлення проєктованих виробів. Віртуальна модель виробу повинна давати інформацію про необхідні деталі і вузли, як їх виготовляти і які ресурси для цього потрібні;

- усувати розбіжності між конструкторським і технологічним проектуванням. Тобто конструктор повинен точно знати, як вплинуть прийняті ним проєктні рішення на технологію виготовлення виробу. Інженер-технолог вже на початковому етапі зможе повідомити конструктору про існуючі можливості реалізації запропонованих проєктних рішень.

- розробка системи концепцій, що забезпечить чітке описання функцій системних компонентів, виробничих завдань, станів та подій.

Об'єднання конструкторського і технологічного проектування дозволяє:

- скоротити терміни виведення виробів на ринок, що сприяє зростанню обсягів продажу та прибутку;

- підвищити продуктивність і ефективність використання ресурсів, енергії та палива в цілому;

- підвищити гнучкість реагування на запити в режимі реального часу.

Список посилань

1. Индустрия 4.0: производственные процессы будущего. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.up-pro.ru/library/opinion/industria-4.0.html>.

2. Siemens, Tesis PLM ware and Industry 4.0 [Електронний ресурс]./ Verdi Ogewell. Режим доступу: www.engineering.com/PLMERP/ArticleID/6958/Siemens_Tesis_PLM_wareandIndustry40.aspx

УДК 005.311.2:004.94

**В.В. Трейтяк, канд. техн. наук, докторант,
Р.В. Кулієв, студент**

Національний авіаційний університет, м. Київ, 11.203iids@ukr.net

КОНСОЛІДАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ДАНИХ В СЕРЕДОВИЩІ ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Поняття «консолідації даних» є одним із широко використовуваних при створенні єдиного інформаційного середовища промислового підприємства, в якому задіяні всі структурні підрозділи для вирішення завдань на основних етапах життєвого циклу виробу. Реалізація самої консолідації даних передбачає побудову єдиного консолідованого середовища з центральною ланкою – окремою інтегрованою автоматизованою системою (ІАС), яка виконує функції управління процесами інтеграції та обміну даними між різними виробничими системами. При цьому в центральному вузлі – концентраторі даних формуються та розміщуються не лише логічні зв'язки перетворення даних та відомості про те, де саме (в якій ІАС-першоджерелі) дані знаходяться, але й самі дані. Іншими словами, сам концентратор даних є окремою ІАС з власною базою даних та при відсутності видачі необхідних даних може бути як сховищем даних, так і здійснювати обробку цих даних. Необхідно відмітити, що концентратор даних при цьому виконує функції системи збереження даних, відповідно, має власну базу даних та програмні інструменти, які дозволяють організувати єдине консолідоване інформаційне середовище даних. Деталізовану концептуальну схему єдиного консолідованого середовища даних на (рис. 1) представлено узагальненою схемою потоку даних.

На нижньому рівні розміщені ІАС-першоджерела, які наповнені власними реєстрами та довідниками у «своїх» форматах і структурах представлення даних. Системи передають дані зі своїх баз даних на більш високий рівень. При цьому передбачено, що дані ІАС можуть також бути ІАС-першоджерелами, отримуючи дані з більш високого рівня. Слід відмітити, що обмін даними з більш високим рівнем передбачається з використанням окремого модуля – системи експорту-імпорту ІАС. Це може бути як модуль, який вбудовано безпосередньо в ІАС, так і модуль, який є зовнішнім та розроблений спеціально для організації єдиного консолідованого інформаційного середовища. Центральним елементом схеми є ІАС «Концентратор даних». Вона складається з центральної бази даних, а також з програмних модулів, які забезпечують, з одного боку, взаємодію з ІАС-першоджерелами даних (та з ІАС-«отримувачами даних»), а з іншого боку – обробку даних, які зберігаються в центральній базі даних та складання будь-яких звітів, що входять у зовнішній контур єдиного консолідованого інформаційного середовища.

На схемі показано, що під кожну функціонуючу ІАС потрібно створити перетворювач-інтерфейс взаємодії, який на схемі позначено як «Адаптер для ІАС-і», де і-умовний порядковий номер функціонуючої ІАС. Для забезпечення швидкості підключення нових ІАС до єдиного консолідованого інформаційного середовища, зниженню загальної собівартості розробки та супроводження всієї архітектури адаптер повинен бути універсальним та налагоджуваним, а не розроблюватись кожен раз «з нуля» під кожну ІАС. Для забезпечення достовірності представлення даних необхідно провести відповідну конвертацію даних з одного формату в інший. Задачі конвертації даних умовно можна вирішувати 2-ма варіантами:

1. Написання функцій прямої конвертації даних з однієї структури в іншу.

2. Створення узагальнюючого, найбільш повного формату даних, який здатен конвертувати будь-які формати ІАС.

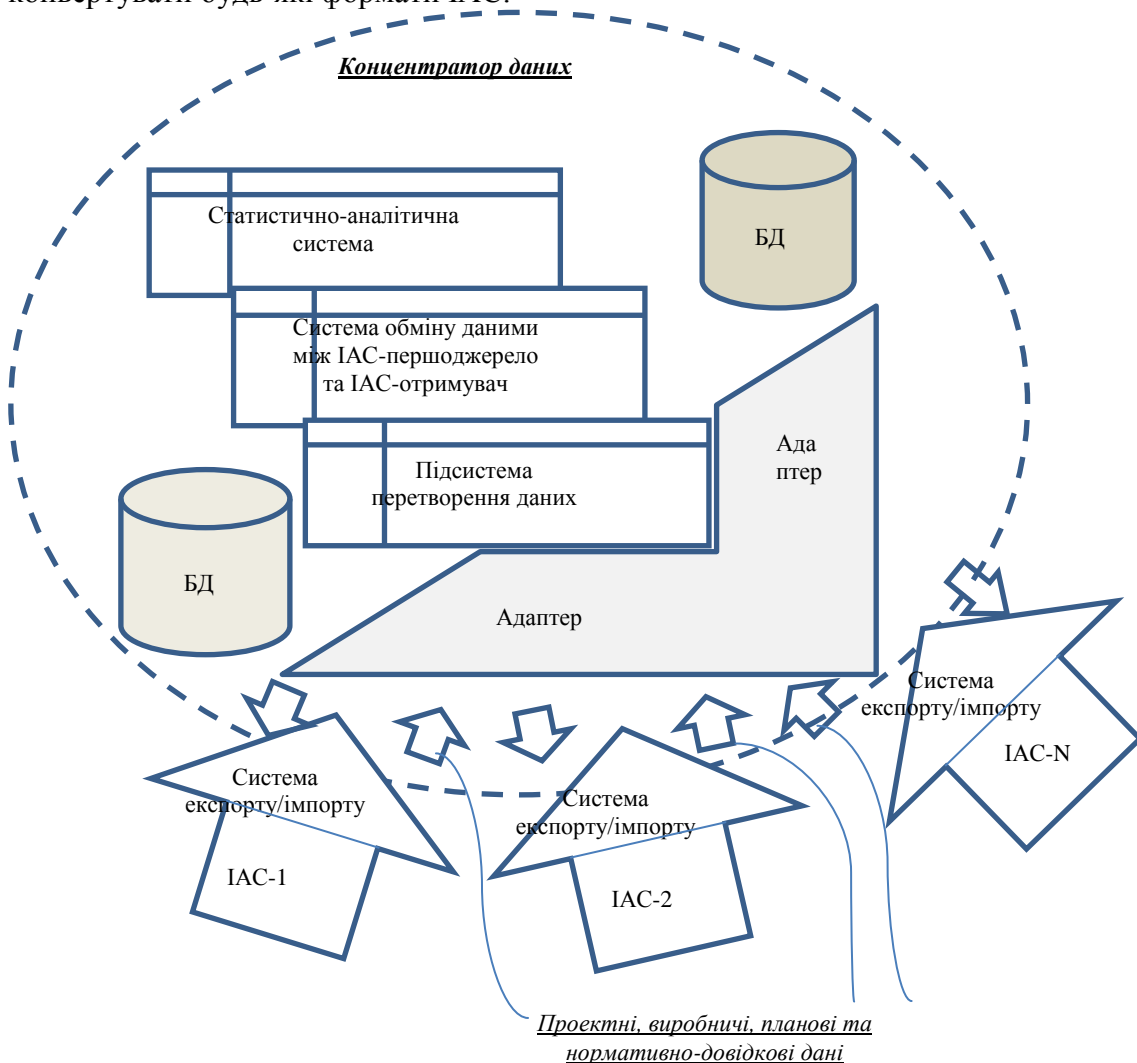


Рис.1 – Концептуальна схема єдиного консолідованого інформаційного середовища

Перший варіант частіше використовується для інтеграції даних в силу своєї простоти: необхідно розставити відповідність різних полів баз даних та перенести дані кількома (частіше всього) нескладними запитамі. Задача буде легко вирішена, якщо розглядати перенос даних з однієї ІАС в іншу, тобто з більш повної та чіткої структури в більш просту, проте виникають складнощі при зворотному перетворенні даних.

Другий варіант більш універсальний для реалізації масштабної інтегруючої автоматизованої системи. Переваги даного варіанту наступні:

1. Можливість створення «еталонного» представлення даних. В подальшому, при внесенні коректив в існуючі ІАС виробничого призначення може бути прийнято рішення про використання даного формату в якості основного – «внутрішнього стандарту».

2. Конвертори даних з ІАС виробничого призначення можна розроблювати без урахування того, для якої ІАС відбувається представлення даних. Дані, які будуть переведені в єдиний «еталонний» формат, можуть бути конвертовані в формат будь-якої ІАС виробничого призначення, що приймає участь в обміні даними в рамках єдиного консолідованого інформаційного середовища.

УДК 620.192 (004.942)

О.В. Дергунов, аспірант

Національний авіаційний університет, м. Київ, dergunov.av@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВОГО МЕТОДУ ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Розвиток технологій виготовлення конструкційних матеріалів вимагає постійного удосконалення методів контролю їх стану. Одним з широко вживаних видів неруйнівного контролю є ультразвуковий контроль (УЗК). Важливим напрямом удосконалення УЗК є зниження відношення сигнал/шум, за якого можливе виявлення сигналів контролю (СК). Типовою моделлю сигналу УЗК є послідовність радіоімпульсів з гармонічною несучою та гаусовою обвідною, де перший імпульс – імпульс збудження випромінювача, а наступні – луна-імпульси дефектів:

$$s_{\text{ІМП}}(t) = U(t) \cdot \sin \left(\pi f_{\text{Н}} t \right), t \in [0, \tau_{\text{ІМП}}] \quad (1)$$

$$s_{\text{УЗК}}(t) = \sum_{k=1}^n k_{\text{ЕАТ},i} \cdot s_{\text{ІМП}}(t - (k-1) \tau_{\text{ІМП}}) \quad (2)$$

У формулах (1) та (2) прийнято наступні позначення: $s_{\text{ІМП}}(t)$ – випромінений радіоімпульс, $U(t)$ – гаусоподібна обвідна, $\tau_{\text{ІМП}}$ – тривалість радіоімпульсу, $f_{\text{Н}}$ – частота несучої, $k_{\text{ЕАТ},i}$ – коефіцієнт електроакустичного тракту для i -го імпульсу, $s_{\text{УЗК}}(t)$ – модель сигналу УЗК, n – кількість імпульсів.

Зазвичай, сигнал УЗК спостерігається на фоні шумів. Відомий фазовий [1] метод виявлення таких луна-імпульсів, який полягає у наступних кроках. До отриманої дискретної реалізації сигналу УЗК $s[j]$, $j = 1..N$, N – обсяг вибірки сигналу, отриманих з періодом дискретизації $T_{\text{д}}$, застосовують дискретне перетворення Гільберта та визначають дискретну фазову характеристику $\Phi[j]$ сигналу УЗК. Знаходять різницю отриманої ФХ сигналу УЗК та ФХ гармонічної несучої $\phi[j] = \Phi[j] - 2\pi f_{\text{Н}} j T_{\text{д}}$. До отриманих фазових зсувів застосовують операцію ковзного переміщення вікна прямокутної форми з апертурою M_r , для відібраних вікном значень фазових зсувів $\phi[j - M_r/2, j + M_r/2]$, знаходять вибіркочку результуючу довжину вектора $r[j]$, $r \in [0, 1)$ (ВРДВ):

$$r[M_r] = \frac{1}{M_r} \sqrt{\left(\sum_{k=j-0.5M_r}^{j+0.5M_r} \cos \phi[k] \right)^2 + \left(\sum_{k=j-0.5M_r}^{j+0.5M_r} \sin \phi[k] \right)^2}, j = 0.5M_r, N - 0.5M_r. \quad (3)$$

На виділених вікном M_r ділянках аналізу за наявності луна-сигналу з гармонічною несучою частотою $f_{\text{Н}}$ значення r збільшуються, а за наявності лише шумової компоненти – зменшуються. Перевищення статистикою r певного порогового рівня $\Pi \in [0, 1)$ вказує на наявність сигналу УЗК на аналізованій ділянці вибірки $\phi[j]$.

Для відомого фазового методу виявлення сигналів УЗК необхідно провести дослідження залежності відношення сигнал/шум на виході визначника від відношення сигнал/шум на вході та апертури вікна M_r . Модель досліджуваного сигналу – суміш сигналу УЗК (2) та адитивного шуму з дисперсією σ^2 . Умови проведення експерименту: частота дискретизації $f_{\text{д}} = 50 \text{ МГц}$, частота несуча $f_{\text{Н}} = 1 \text{ МГц}$, кількість періодів несучої частоти в одному імпульсі – 6, $\tau_{\text{ІМП}} = 6 \text{ мкс}$, апертура вікна $M_r = \{100, 200, 300, 400, 500\}$, вибрана з інтервалу $[0, 3 \cdot \tau_{\text{ІМП}} \cdot f_{\text{д}}, 2 \cdot \tau_{\text{ІМП}} \cdot f_{\text{д}}]$, кількість імпульсів $n=2$.

Відношення сигнал/шум для статистики r , як для неенергетичної характеристики, визначалося наступним чином [1]:

$$\langle C/Ш \rangle_{\text{вих}} = \langle [j, M_r]_{\text{max}} - \bar{r} \rangle S_r \quad (4)$$

де $r[j, M_r]_{\text{max}}$ – максимальне значення статистики r для луна-сигналу;

\bar{r} – середнє значення статистики r на ділянках, де відсутні луна-сигнали;

S_r – оцінка середньоквадратичного відхилення статистики r за відсутності луна-сигналів.

Відношення сигнал/шум для вхідного сигналу: $(C/Ш)_{\text{вх}} = A^2/\sigma^2$, де A – амплітуда луна-імпульсу. Результати моделювання представлені на рисунку 1. Перевищення статистикою r рівня $\text{Pe}[0,1]$ вказує на наявність сигналу УЗК на аналізованій ділянці вибірки $\phi[j]$. Для забезпечення високого рівня достовірності контролю доцільно обирати рівень порогу Π для $(C/Ш)_{\text{вих}} \geq 6$.

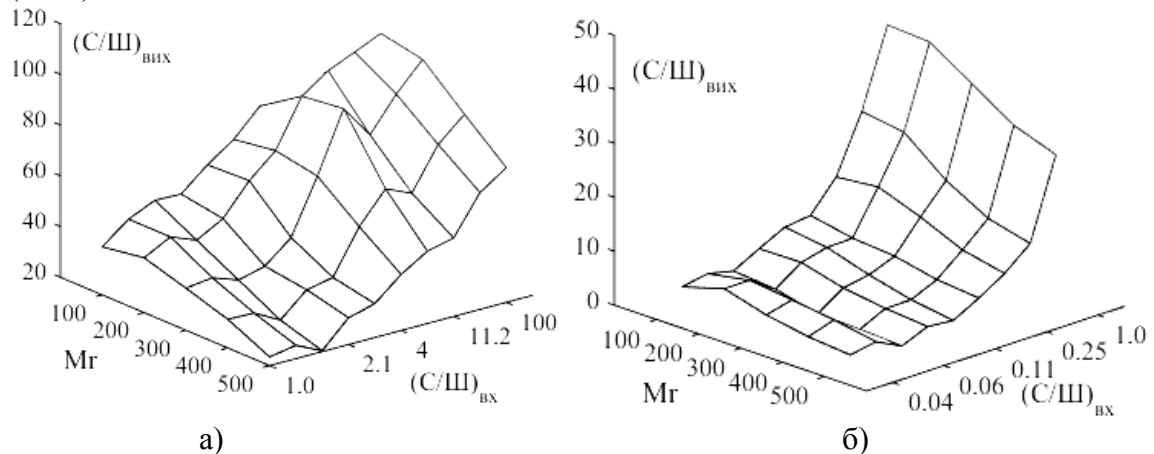


Рис.1. – Дослідження ефективності фазового методу:

а) для $(C/Ш)_{\text{вх}} > 1$; б) для $(C/Ш)_{\text{вх}} \leq 1$

З рисунку 1, а видно що виявлення сигналів УЗК за зроблених припущень для $(C/Ш)_{\text{вх}} > 1$ відбувається без помилок. З рисунку 1, б видно що фазовий метод доцільно використовувати для $(C/Ш)_{\text{вх}} \geq 0,2$, а апертуру вікна обирати з інтервалу: $M_r \in [0,5 \cdot \tau_{\text{імп}}; f_{\text{д}}, \tau_{\text{імп}}; f_{\text{д}}]$. За таких умов було отримане $(C/Ш)_{\text{вих}} \approx 6$, що дозволяє виявляти імпульси на фоні адитивного шуму та визначити їх часове положення. На рисунку 2 наведено приклад виявлення сигналу УЗК для $(C/Ш)_{\text{вх}} = 0,2$. На рис. 2, а наведено графік сигналу УЗК, де перший імпульс – зондуєчий, другий відбитий від дефекту, отриманий за відношення $(C/Ш)_{\text{вх}} = 0,2$.

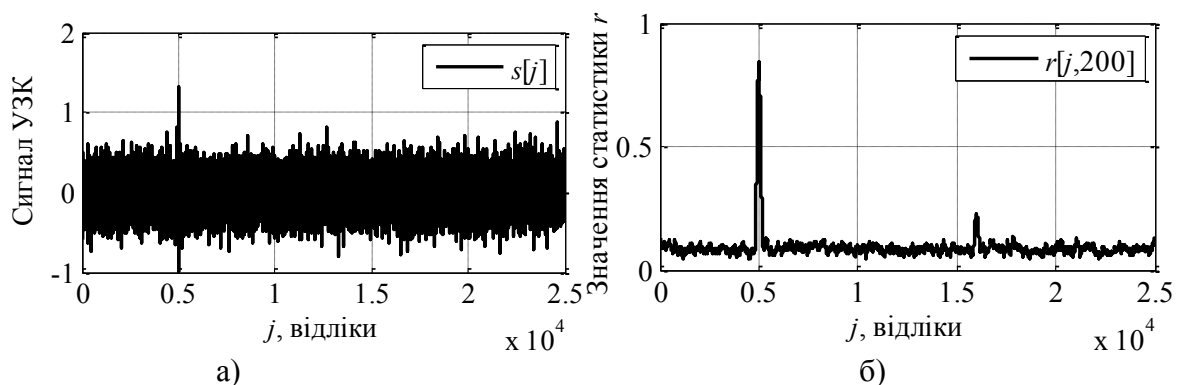


Рис.2. – Графіки сигналу (а) та статистики r (б)

Забезпечення працездатності фазового методу за малих відношень сигнал/шум на вході фазового визначника дозволяє виявляти менші за розмірами дефекти.

Список посилань

1. Бистра І.М. Експериментальні дослідження фазового методу ультразвукового неруйнівного контролю / І.М. Бистра, Ю.В. Куц, Ю.А. Олійник // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – № 1/9 (61). – С. 49–53.

УДК 519.21(075.08):681.3.06

М.Б. Гумен, канд. техн. наук, доцент
Національний авіаційний університет, mbgumen@ukr.net

Т.Ф. Гумен, старший викладач
Національний технічний університет України «КПІ», bel_a_09@ukr.net

ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕРЕЖІ LTE/SAE

В умовах сучасного інформаційного «буму» об'єм мережевого інформаційного трафіку постійно зростає внаслідок чого провайдери мають потребу в підвищенні якості та ефективності каналів передачі інформації інфокомунікаційних мереж, зокрема за рахунок постійного розширення мережі, збільшення пропускної здатності, підвищення задовільності мережі в цілому або її окремих складових.

Для ефективного управління трафіком потрібні оцінки параметрів якості обслуговування зазначених мереж. Найбільш ефективними способами вирішення даної проблеми є методи математичного моделювання, в тому числі й імітаційне моделювання з використанням мережевих симуляторів.

В роботі розглядається застосування симулятора NS3 (Network Simulator) для оцінки параметрів якості обслуговування QoS (Quality of Service) при передачі інтегрованого трафіку в мережах 4G з технологією LTE/LTE-Advanced [1].

Концепція надання послуг в мережах 4G з технологією LTE передбачає наявність чотирьох трафіків або класів якості обслуговування:

- трафік реального часу (мова, VoIP, відеоконференція);
- трафік потоковий (потокове відео, аудіо);
- трафік інтерактивний (WEB-серфінг);
- трафік фоновий (FTP, електронна пошта, запити до баз даних, текстові файли, покази сенсорних датчиків тощо).

Головною відмінністю трафіків зазначених класів є чутливість до затримок. Найбільш чутливим є трафік реального часу, а найменш чутливим – фоновий трафік.

Конфігурація мобільного вузла та базової станції в NS3. Основою бездротової мережі є мобільний вузол (Mobile Node), властивості якого визначаються такими характеристиками: напрямлення та швидкість руху, оновлення місця знаходження, можливість приймати та передавати сигнал по бездротовому каналу зв'язку. Мобільний вузол NS3 в LTE є аналогом UE.

При створенні мобільного вузла потрібно визначити мережеві компоненти, механізм маршрутизації та топографію для забезпечення руху вузла. Мережевими компонентами вважаються канал (Chanel), мережевий інтерфейс Nif (Network interface), модель поширення радіохвиль RPM (Radio Propagation Model), антена (Antenna), MAC-протокол, механізм обслуговування черги QIf (Queue Interface), управління логічним каналом LLC (Logical Link Control), протокол ARP (Address Resolution Protocol).

При побудові моделі бездротової мережі властивості мобільного вузла задаються таким програмним кодом:

```
set val (chan) Chanel/Wirless Chanel;  
set val (prop) Propagation/Shadowing;  
set val (netif) Phy/Wireless Phy;  
set val (mac) Mac/TDMA;  
set val (ifq) Queue/LTE Queue;  
set val (ant) Antenna/MIMO.
```

Аналогічно задаються механізм маршрутизації та топографії мережі.

Конфігурація базової станції Base Station Node здійснюється подібно конфігурації мобільного вузла. Необхідно встановити ієрархічну адресацію (Hierarchical addressing),

параметр Mobile IP ON, а також деякі інші параметри конфігурації вузлів. При цьому eNB, повинна забезпечити бездротове з'єднання з UE.

Моделювання системи LTE/SAE в NS3. Основними компонентами моделі (рис. 1) є: сервер, який забезпечує послуги передачі FTP, HTTP та мультимедіа трафік разом із службовою інформацією, ядро системи EPC (MME, S-GW, P-GW); мережа радіо доступу E-UTRAN, включаючи декілька базових станцій eNB; мережеві інтерфейси із заданими пропускними здатностями; декілька мобільних терміналів (абонентів) UE.

Овалами на рис. 1 зображені антени, які забезпечують роботу протоколів транспортного рівня TCP, UDP, RTP/RTCP в NS3. На стороні мобільного абонента джерелам даних сервера повинні відповідати приймачі.

Прямокутниками позначаються програмні засоби, які реалізують різні типи трафіку (FTP, HTTP, CBR, Session) в NS3.

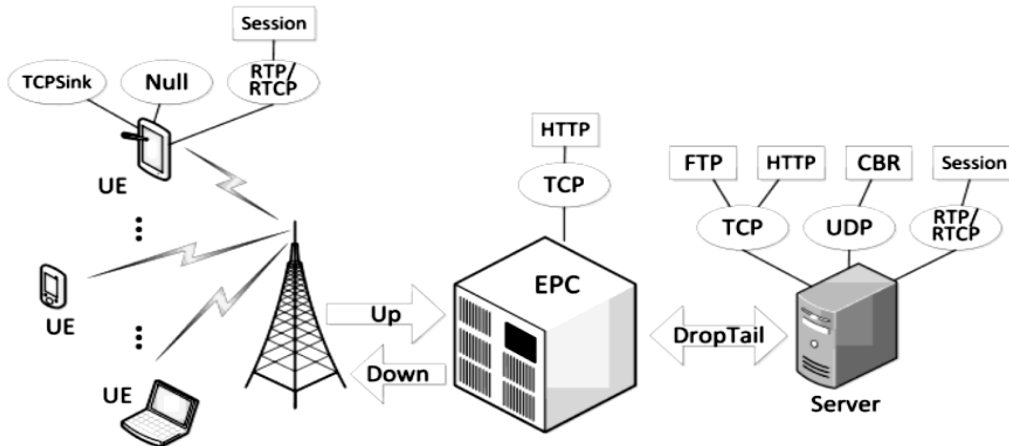


Рис. 1 – Архітектура моделі мережі LTE/SAE

Моделювання трафіку в NS3. В NS3 трафік реального часу генерується агентами RTP та RTCP за допомогою програмного засобу AMR (Adaptive Multi-Rate), RTP, Real Audio та ін.

Потоковий трафік можна створити, використовуючи агент UDP, який генерує програмний засіб CBR (Constant Bit Rate) з визначеними параметрами. Для формування інтерактивного та фоновий трафіку слугують агенти TCP та програмні засоби Traffic/Exponential (Traffic/Pareto) та FTP (File Transfer Protocol) відповідно. Параметри трафіку задаються відповідно до властивостей генеруючих його програмних засобів.

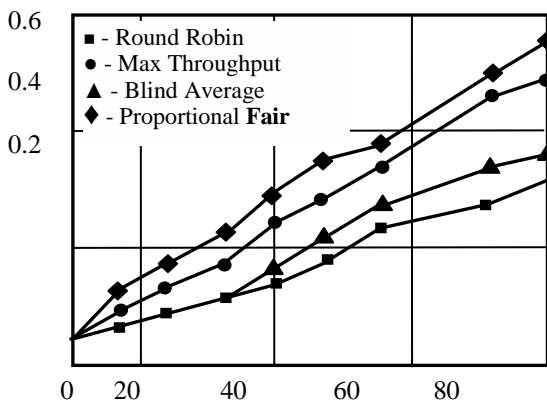


Рис. 2 – Залежність затримки в соті від числа абонентів

Результати симуляції 4G в NS3. За допомогою розробленої моделі були зібрані статистичні дані для оцінки таких параметрів QoS, як пропускна здатність системи, затримка, ймовірність втрат та BER (Bit Error Rate). На рис. 2 подана залежність затримки в соті від числа активних абонентів при використанні різноманітних планувальників каналних ресурсів.

Отримані залежності показують, що найкращі результати дає застосування циклічного планувальника ресурсів Round Robin, а найгіршим з точки зору мінімальної затримки є алгоритм Max Throughput.

Список посилань

1. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер – СПб.: Питер, 2010 – 944с.

УДК 681.2-5(043.2)

О.В. Монченко, канд. тех.наук, доцент
Національний авіаційний університет, monchenko_olena@ukr.net

ПРЕЦИЗІЙНИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПРУЖНИХ КОНСТАНТ МАТЕРІАЛІВ

Значення пружних констант необхідні у випадку створення та дослідження властивостей нових матеріалів. Значення пружних констант широкоживаних конструкційних матеріалів зазвичай беруться з довідникових даних, що є не досить точним, оскільки значення даються в певному діапазоні. Виникає задача підвищення точності визначення пружних констант, якими є модулі пружності Юнга, зсуву, об'ємного стиску, коефіцієнт Пуассона і постійні Ламе.

В доповіді розглянуте підвищення точності вимірювання пружних констант на прикладі модуля Юнга.

Модуль Юнга матеріалів пов'язаний з швидкістю поширення ультразвукової хвилі в товщині h об'єкта контролю (ОК) [1]:

$$c = \sqrt{\frac{Y^{Ю}}{\rho}}, c = \frac{2h}{\tau} \Rightarrow Y^{Ю} = \rho \left(\frac{2h}{\tau} \right)^2, \quad (1)$$

де c – швидкість звуку в матеріалі,;

ρ – густина матеріалу,

τ – час поширення ультразвукового сигналу в ОК.

За умови відомої товщини ОК та густини матеріалу пружні константи обернено пропорційні до часу поширення τ ультразвукового сигналу в ОК.

Таким чином, підвищуючи точність визначення часової затримки τ можна підвищити точність визначення модуля Юнга.

Одним зі шляхів підвищення точності вимірювань є застосування фазового способу ультразвукової товщинометрії. Його суть полягає у використанні фазоманіпульованих сигналів для прецизійного визначення часу затримки сигналів за їх фазовими характеристиками. Згідно із запропонованим способом формується фазоманіпульований акустичний зонduючий сигнал, а затримка поширення сигналу вимірюється як різниця часових положень стрибків фазових характеристик зонduючого та відбитого сигналів. Введення і отримання ультразвукового сигналу з ОК з відомим з високою точністю значенням h відбувається за допомогою суміщеного п'єзоелектричного перетворювача.

В основі двошкального методу [2] є те, що в інтервалі, де відбувся стрибок фазової характеристики сигналу, вимірюються фазові зсуви $\Delta\phi$ відбитих сигналів відносно зонduючого, визначається з отриманого значення затримки сигналу узгоджена з $\Delta\phi$ кількість n цілих фазових циклів сигналу.

Значення часу затримки в періодах несучого коливання n/f визначається на основі вимірювання часового інтервалу між стрибками ФХ сигналу. Уточнююче значення затримки розраховується на основі вимірювання фазового зсуву сигналів $\Delta\phi$ в кінці і на початку цього інтервалу, яке здійснюється відносно фази гармонічного сигналу.

Модуль Юнга визначається за формулою (1).

Список посилань

1. Цапенко В.К. Основи ультразвукового неруйнівного контролю: Підручник / В.К. Цапенко, Ю.В. Куц. – К.: НТУУ «КПІ». – 2010. – 448 с.

2. А.с. 864238 СССР. Способ измерения фазового времени задержки сигналов / В.Г. Баженов, Е.К. Батуревич, С.М. Маевский. – Опубл. в Б.И., 1981, – №34.

УДК 004.421:005.32:331.101.3:65(045)

С.В. Козьяков, здобувач

Національний авіаційний університет, algolios@mail.ru

АЛГОРИТМ МЕТОДУ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ КОМПЛЕКСУ МОТИВАЦІЇ ІТ - ФАХІВЦІВ

Багатокритеріальний вибір комплексу мотивації ІТ-фахівців спрямовано на задоволення потреб ІТ – фахівців та, як наслідок, на ефективність роботи ІТ– фахівця.

Автором розроблено метод багатокритеріального вибору комплексу мотивації ІТ-фахівців на промисловому підприємстві [1], який покладено в основу інформаційної системи вибору переважного комплексу мотиваторів, ключовим чинником якого є проблемно-орієнтований інструментарій багатокритеріальної оптимізації прийняття управлінських рішень. Враховуючи результати отримані автором [2] побудуємо наступну послідовність вирішення задачі багатокритеріального вибору комплексу мотивації персоналу:

1. Постановка задачі: необхідно обрати комплекс мотивації ІТ - фахівців на промисловому підприємстві в умовах обмеженого забезпечення із запропонованих альтернатив по глобальному критерію ефективності $F(A) = \{f_1(A), f_2(A), \dots, f_m(A)\}$, що забезпечує максимальну вмотивованість умов праці ІТ - фахівців.

В якості альтернатив прийняті рішення щодо використання встановлених комплексів показників мотивації $A = \{A_B, A_C, A_{II}, A_D, A_I\}$, де: A_B – для типу мотивації винагороди; A_C – для соціального типу; A_{II} – для процесного типу; A_D – для типу мотивації досягнення; A_I – для ідейного типу мотивації.

В якості часткових критеріїв будемо використовувати критерії максимізації задоволення потреб ІТ - фахівців підприємства з врахуванням розподілу витрат на забезпечення мотиваторів діяльності $v_i = k_i^\phi \cdot R_i$, де: k_i^ϕ – коефіцієнт, що характеризує ступінь забезпечення i -го мотиватору, $k_i^\phi = \overline{0,1}$; R_i – важливість (ранг) i -го мотиватору для задоволення потреб ІТ - фахівців у встановленій системі переваг для ОПР.

2. Формування ієрархічної структури задачі (рис. 1).

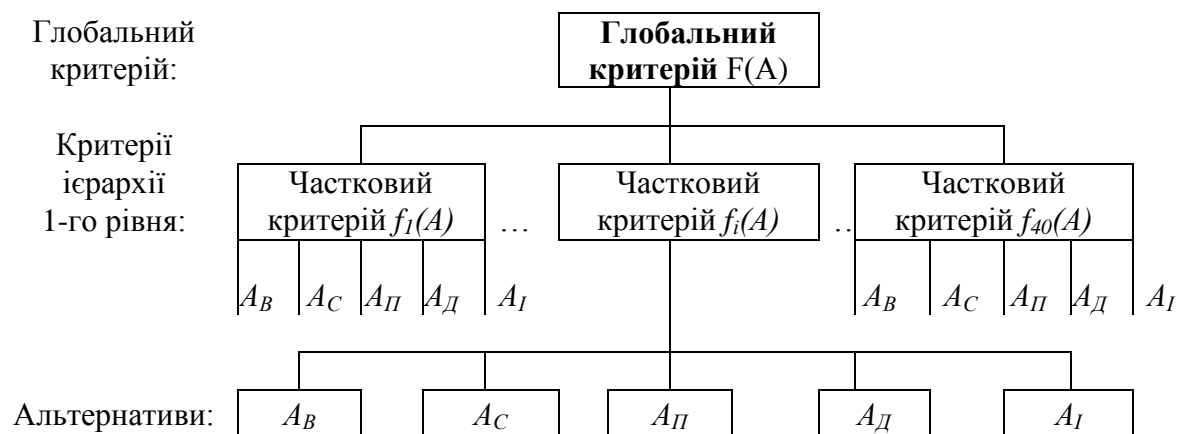


Рис.1 – Ієрархічна структура багатокритеріальної задачі вибору комплексу мотивації ІТ - фахівців на промисловому підприємстві

До складу створюваної ієрархічної структури задачі доцільно включити рівні: 1) верхній початковий рівень, на якому розташовується фокус ієрархії з глобальним критерієм $F(A)$ задачі вибору системи мотивації; 2) перший ієрархічний рівень із сорока

двох локальних критеріїв $f_1(A), f_2(A), \dots, f_{40}(A)$; 3) другий ієрархічний рівень з п'яти альтернатив A_B, A_C, A_D, A_I .

3. Визначення коефіцієнтів переваги альтернатив $v_{f_i} \langle A_j \rangle$ здійснюється опитуванням експертів в залежності від потреб ІТ - фахівців для різних типів мотивації.

4. Визначення коефіцієнтів переваги часткових критеріїв v_{f_i} починається з визначення кількісно-якісного складу ІТ - фахівців підприємства, тобто шляхом опитування (анкетування) визначається відносна кількість ІТ - фахівців підприємства за певним типом мотивації:

$$K_j = \frac{k_j}{\sum_{j=1}^5 k_j}, \quad (1)$$

Коефіцієнт переваги часткових критеріїв v_{f_i} визначається з виразу

$$v_{f_i} = \sum_{j=1}^5 \langle K_j \cdot v_{f_i} \langle A_j \rangle \rangle \quad (2)$$

5. Формування набору коефіцієнтів переваги альтернатив прийнятих рішень здійснюється на основі розрахунків коефіцієнтів переваги часткових критеріїв v_{f_i} , розрахунків коефіцієнтів переваги альтернатив $v_{f_i} \langle A_j \rangle$ та з урахуванням коефіцієнту забезпечення шляхом побудови функції корисності.

При цьому функція корисності має вигляд:

$$vA_j = \frac{1}{m \cdot R_{\max}} \sum_{i=1}^m \langle v_{f_i} \cdot v_{f_i} \langle A_j \rangle \rangle, \quad (3)$$

де m – кількість часткових критеріїв, що приймаються до розгляду,

R_{\max} – максимальне значення коефіцієнту переваги часткових критеріїв.

6. Вибір переважного комплексу мотивації. Кращою альтернативою, рекомендованою до вибору, вважається комплекс мотивації, що має максимальний коефіцієнт переваги, за умови стовідсоткового забезпечення.

7 – 8. Якщо у підприємства виявляється нестача ресурсів для реалізації обраного комплексу мотивації, то вибір більш прийнятної з фінансової точки зору варіанту здійснюється шляхом перерахунку набору коефіцієнтів переваги альтернатив з урахуванням коефіцієнтів забезпечення.

Представлено алгоритм методу багатокритеріального вибору комплексу мотивації ІТ-фахівців на промисловому підприємстві, який дозволяє керівникам підприємств, використовуючи різні рівні забезпечення мотиваторів діяльності ІТ-фахівців, автоматизовано отримувати оцінки рівня вмотивованості праці на підприємстві та прийняти рішення щодо використання одного з п'яти комплексів мотивації.

Список посилань

1. Павленко П.М. Метод багатокритеріального вибору комплексу мотивації ІТ – фахівців промислового підприємства / П.М. Павленко, С.В. Козьяков / Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах – 2013. № 4 – С. 138–142.

2. Козьяков С.В. Алгоритм ранжування мотиваторів діяльності на основі рангів потреб ІТ-фахівців / Козьяков С.В. / Матеріали IV міжнародної науково – практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем». – Чернігів: ЧДТУ, 2014. – С.254–256.

УДК 005.311.2:004.94

Ю.В. Власенко, науковий співробітник

Д.О. Бараннік, аспірант

Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОЦІНЮВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Для оцінювання інтегральної компетентності фахівця з інформаційних технологій наукомістких підприємств, використовується підхід, що ґрунтується на застосуванні методів кваліметрії, яка вивчає і реалізує методики кількісного оцінювання об'єкта [1].

Для моделювання функціональних послідовностей процесу оцінювання інтегральної компетентності фахівця з інформаційних технологій було використано систему моделювання ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) у нотації eEPC [2].

Першим завданням при APIC моделюванні бізнес-процесу є задача проектування організаційної структури, тобто визначення всіх посадових осіб, груп осіб, зовнішніх і внутрішніх фахівців, які будуть задіяні в процесі. На рис. 1 представлена eEPC модель відділу інформаційних технологій філії промислової групи «Арсенал», який брав участь у прикладних дослідженнях, модель необхідна для розуміння трьох категорій персоналу:

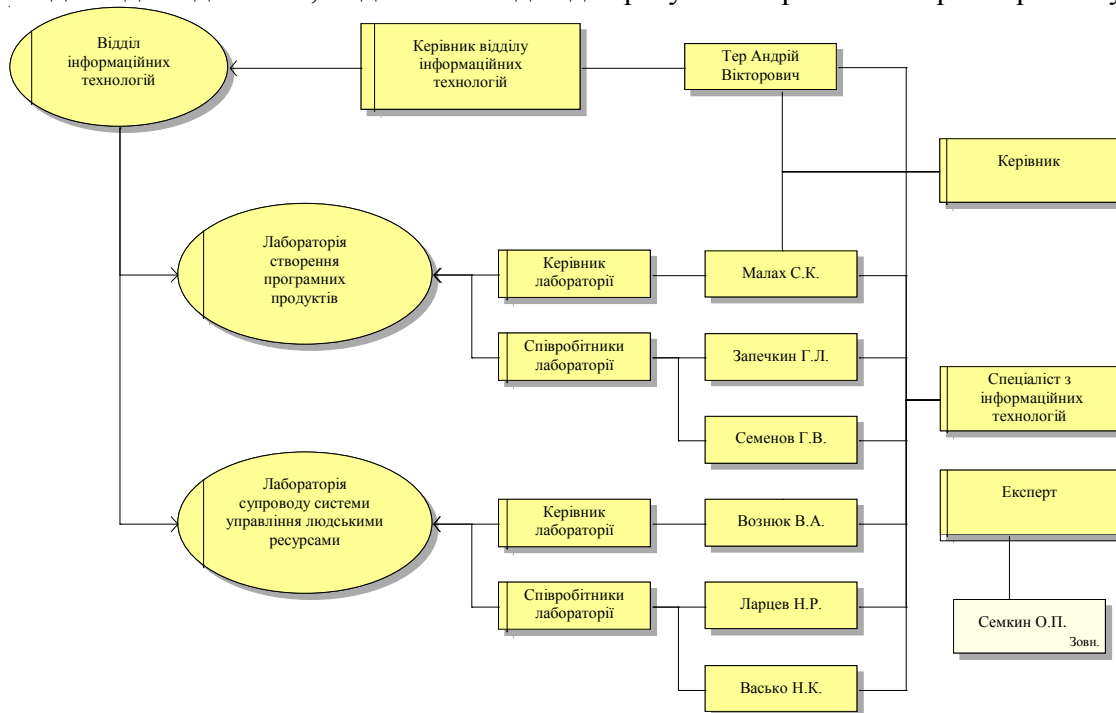


Рис. 1 – Організаційна структура (eEPC модель) відділу інформаційних технологій філії промислової групи «Арсенал»

1. Керівник - особа, яка має у підпорядкуванні персонал і виконує оцінювання.
2. Фахівець з інформаційних технологій - співробітник, який виконує завдання, які стосуються галузі інформаційних технологій, який оцінюється, причому керівник теж може виступати в ролі оцінюваного (об'єкт).
3. Експерт - зовнішня особа, яка долучається до формування вихідних даних.

Оцінювання починається з прийняття рішення на його проведення і закінчується автоматичним визначенням рівня інтегральної компетентності фахівця з інформаційних технологій за результатами тестування професійно важливі якості (ПВЯ), знань, умінь і навичок (ЗУН) і мотивації (МТ) (рис. 2).

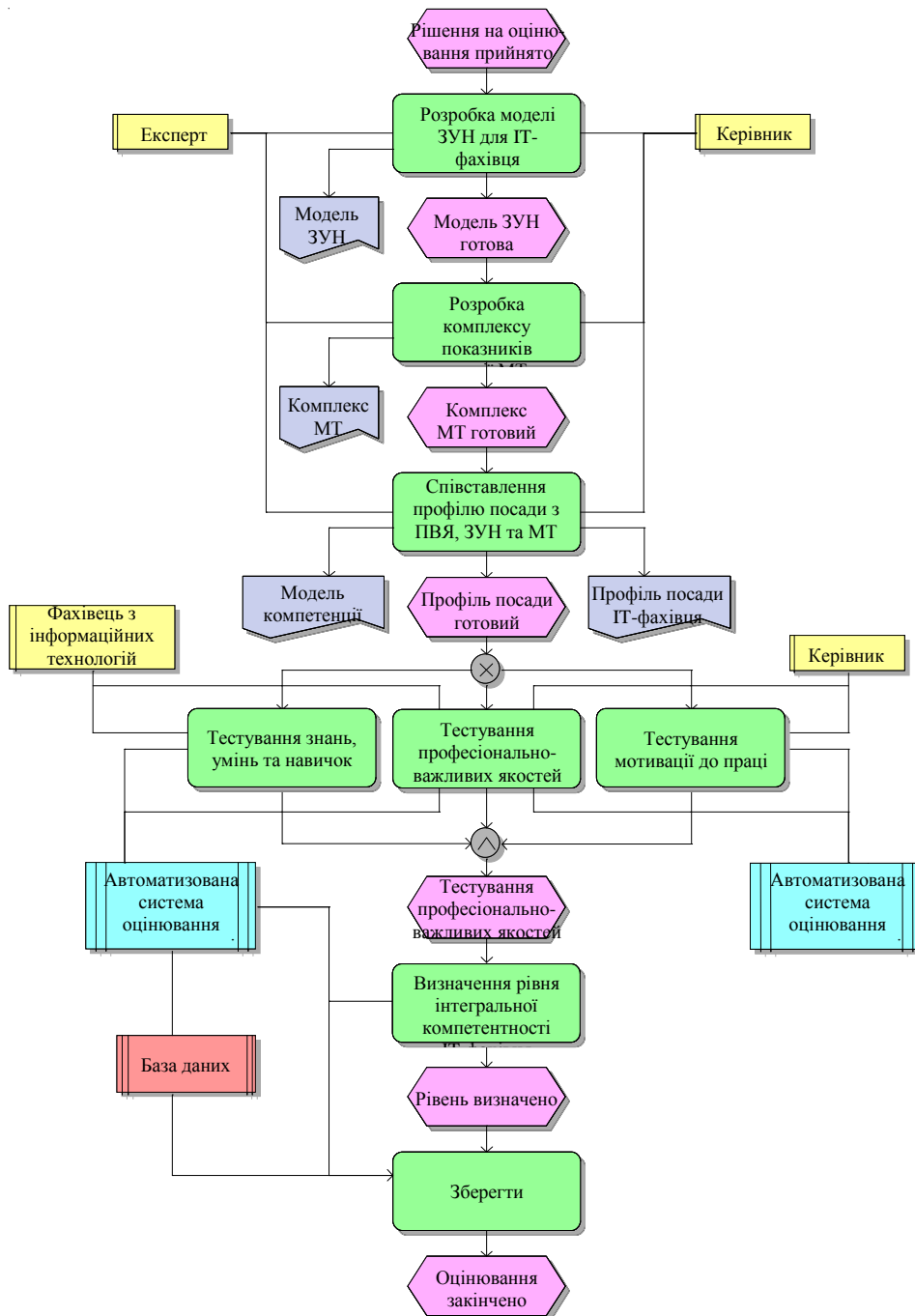


Рис. 2 – Функціональна eEPC модель процесу оцінювання інтегральної компетентності ІТ-фахівця

При такому підході до оцінювання (див. рис. 2) єдиний тест повинен містити два блоки питань (тестових завдань):

1. Блок питань (тестових завдань) для оцінюваного фахівця. Даний блок містить всі тестові завдання для оцінювання рівня знань, умінь і навичок; оцінювання рівня ПВЯ і трудової мотивації, на які потрібні відповіді від ІТ-фахівця.

2. Блок питань (тестових завдань) для керівника. Даний блок містить тільки частину питань для оцінювання рівня вираженості ПВЯ і частина питань для оцінювання рівня трудової мотивації, на які потрібні відповіді від керівника.

В результаті проведених досліджень отримані моделі які дозволяють провести функціональне моделювання. Отримані результати є основою для розробки інформаційної

технології оцінки фахівців та розробки системи визначення компетентності фахівця в галузі інформаційних технологій.

Список посилань

1. Власенко Ю.В. Метод оцінювання інтегральної компетентності ІТ-спеціаліста наукоємкого підприємства / Власенко Ю.В. // «Політ. Сучасні проблеми науки»: ІХ міжнародна науково-практична конференція студентів та молодих вчених, квітень 2013 р.: тези доп. – Київ: НАУ, 2013. – С.288.
2. Шеер А.В. ARIS-моделирование бизнес-процессов: [пер. с англ.] Вильямс, 2009 – 223с.

УДК 005.311.2:004.94

П.М. Павленко, докт. техн. наук, професор,
С.В. Толбатов, аспірант
Національний авіаційний університет, petrpav@nau.edu.ua
Т.М. Захарчук, мол.наук.співробітник
Національний авіаційний університет, gatemain@mail.ru

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ ПРОЕКТНИХ РОБІТ

В роботі представлені матеріали досліджень авторів з розробки інформаційної технології оцінки проектних робіт. Для побудови інформаційної технології потрібно мати чітко визначені вхідні та вихідні дані, які будуть застосовуватися для оброблення та надання їх кінцевому користувачеві. Різноманітні формати даних та різні одиниці виміру, які застосовують в алгоритмах з обробки призводять до необхідності вирішення задач з їх інтеграції на рівні передачі даних до єдиної бази даних та системи обробки і розрахунків.

Структуру інформаційної системи представимо як програмні модулі, які несуть відповідальність за оброблення конкретних даних та здійснення розрахунків. На рис. 1 представлена модульна структура розробленої інформаційної технології [1, 2], до складу якої входять:

1). Модуль введення даних – використовують для безпосереднього введення змінних даних, які характеризують кожний аспект моделі конкретної роботи, необхідних для реалізації розрахунків. Модуль є основним елементом реалізації презентаційної логіки (Presentation Layer – PL).

2). Модуль розрахунку аспектів – основний розрахунковий модуль системи, який безпосередньо відповідає за кількісну оцінку кожного аспекту моделі роботи, в якому реалізована бізнес-логіка (Business Layer – BL), яка відповідає за взаємний зв'язок усіх модулів та реалізацію закладених до системи алгоритмів розрахунку.

3). Модуль розрахунку вагових коефіцієнтів також є розрахунковим модулем рівня бізнес-логіки, в якому реалізовані алгоритми попарного порівняння аспектів з метою розрахунку вагових коефіцієнтів. Запропоновано розглянути його реалізацію окремим модулем через необхідність здійснення розрахунків за визначеною методикою, яка буде залишатися практично сталою та не залежить від роботи. Це дозволить спростити процедуру розробки, а в подальшому – експлуатувати та удосконалювати модуль [3].

4). Таблиця пам'яті – це проміжні таблиці для зберігання введених оперативних показників та проміжних розрахунків. Вони можуть реалізовуватися програмно у відповідних областях пристроїв оперативного запам'ятовування інформації. В основному весь обмін інформацією між розрахунковими модулями і базами даних здійснюється з допомогою таких таблиць. Логіка доступу до ресурсів БД (Access Layer – AL) реалізована саме за допомогою цього механізму.

5). Бази даних – це групи модулів із базами даних як безпосередньо оцінених робіт для подальшого використання, так і нормативно-довідкові бази даних (коди економічної діяльності та групи ризику за роботами), що відповідають за зберігання постійних величин, різноманітних нормативних довідників, необхідних для здійснення розрахунків та введення даних.

6). Звіт – це модуль звітів, який працює безпосередньо з візуалізацією отриманих результатів та формуванням звітів, які можуть бути заздалегідь запрограмовані чи сформовані користувачами програмного забезпечення відповідно до потреб.

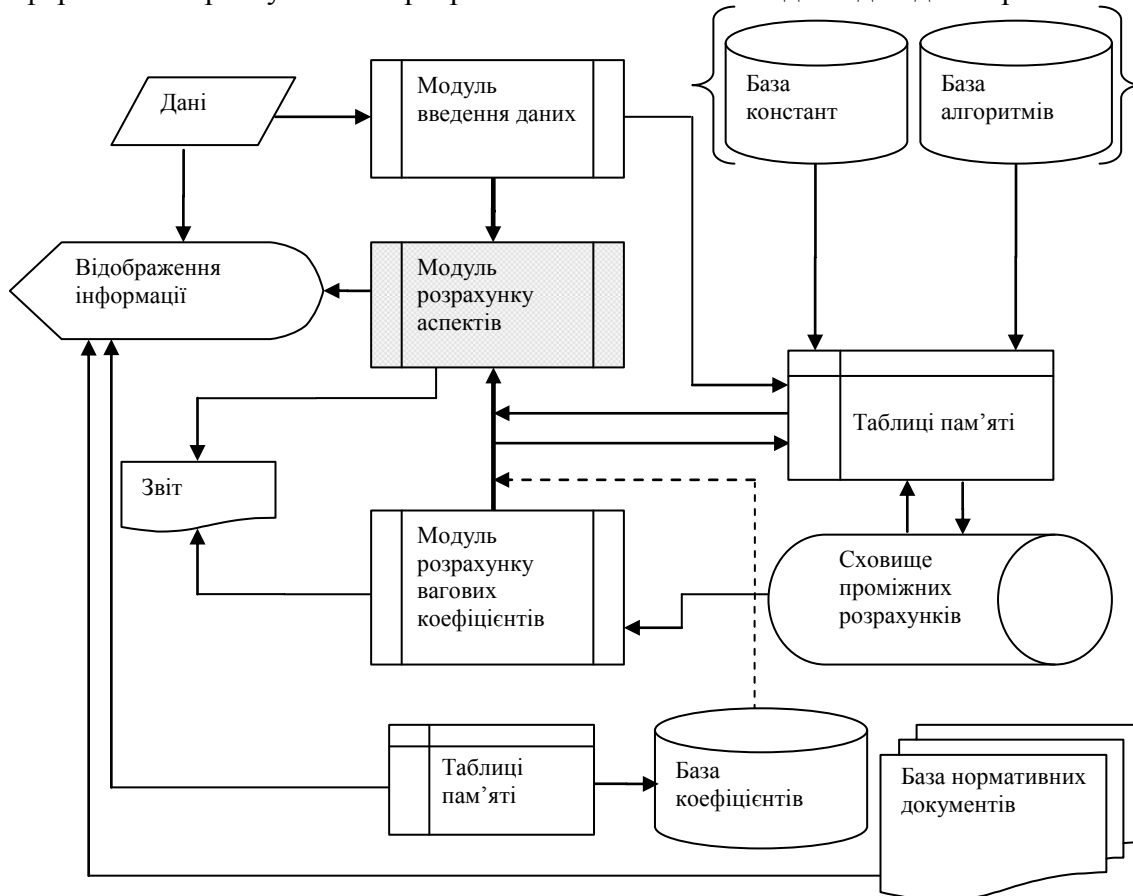


Рис. 1 – Структурно-функціональна схема інформаційної технології

Систему безпеки на рівні реалізації логіки доступу до ресурсів бази даних (Access Layer – AL) потрібно розглядати під час організації безпосереднього розподіленого доступу користувачів системи. Такі функції, як правило, покладають на підрозділи інформаційної підтримки підприємств та консалтингових компаній, які надають послугу з оцінки складності робіт із використанням своїх інформаційних ресурсів.

Розроблена інформаційна технологія реалізує теоретичні положення, моделі та метод оцінки роботи з метою інформаційної підтримки процесів аналізу та оцінки будь-яких робіт створеними інструментальними засобами як у складі HRM-систем.

Список посилань

1. Толбатов С.В. Архітектура інформаційної системи оцінки складності робіт / С.В. Толбатов // Електроніка та системи управління. – 2014. – №3. – С. 122–125.
2. Pavlenko P.M. Development of information system of the assessment of complexity of project works / P.Pavlenko, S. Tolbatov // Aviation in the XXI-st century. Safety in Aviation and Space Technologies: The Sixth World congress, September 23–25, 2014. – Kyiv: National Aviation University, 2014. – P. 17.46–17.49.
3. Pavlenko P.M. Competence assessment method of the expert group / P.M. Pavlenko, S.V. Tolbatov // Вісник НАУ. – 2014. – № 4. – С. 123 – 127.

УДК 620.179.16

О.Д. Близнюк, ст. викладач,
Ю.В. Куц, докт. тех. наук, професор,
О.С. Мельник, аспірант,
О.В. Монченко, канд. тех. наук, доцент
Національний авіаційний університет, ivs@nau.edu.ua

АНАЛІЗ ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ В ПРИСУТНОСТІ РЕВЕРБЕРАЦІЙНОЇ ЗАВАДИ

В багатьох практичних застосуваннях ультразвукового неруйнівного контролю (УНК) важливою інформаційною характеристикою сигналів є часова характеристика, за якою визначають затримки поширення ультразвукових сигналів в об'єктах контролю (ОК). Ця інформація використовується для оцінки товщини визначення глибини залягання дефектів, виробів, швидкості ультразвукових хвиль в матеріалах тощо. Підвищення точності вимірювання цих фізико-механічних параметрів ОК потребує вирішення задачі зменшення похибки вимірювання часових інтервалів.

Сигнали УНК являють собою імпульсні сигнали з гармонічним заповненням. У процесі їх поширення в ОК вони спотворюються внаслідок дії ревербераційної завади. В загальному виді аналізовані сигнали можна представити адитивною моделлю виду:

$$u_D(t) = k_{EAT} \cdot u_3(t - \tau_3) + u_P(t), \quad (1)$$

де k_{EAT} – коефіцієнти електроакустичного тракту;

τ_3 – затримка сигналу відносно зондуючого;

$u_3(t)$ - зондуючий сигнал

$u_P(t)$ – ревербераційна складова сигналу;

Особливо небезпечною є ревербераційна завада, яка виникає внаслідок перевідбиття сигналу від неоднорідностей ОК. Її наявність веде до збільшення тривалості імпульсного сигналу. Складність її усунення полягає в тому, що вона співпадає по частоті з корисним сигналом і не може бути усунута методами частотної фільтрації. Відомі амплітудні методи оброблення сигналів УНК не дозволяють вирішити задачу фільтрації ревербераційної завади.

В роботі [1] запропоновано фазовий спосіб виявлення сигналів УНК, який ґрунтується на визначенні кругової статистики γ (довжини результуючого вектора). Наявність $u_P(t)$ суттєво спотворює цю характеристику.

В запропонованому способі використовується відмінність амплітуд корисного сигналу і ревербераційної завади: остання в декілька разів менша за корисний сигнал. Попередні дослідження засвідчили, що додаванням до сигналу (1) гауссівської завади з певною дисперсією можна зменшити спотворення статистики γ .

Цей метод апробований в комп'ютерному експерименті, результати якого засвідчили його ефективність для усунення шкідливої дії ревербераційної завади. Його використання дозволило зменшити похибку визначення часового положення імпульсних сигналів УНК на величину до 1-2 періодів гармонічної несучої.

Список посилань

1. Патент на корисну модель № 35057 Україна, МПК (2006) G01B17/02. Спосіб ультразвукового вимірювання товщини виробів / Ю.В. Куц, В.С. Єременко, О.В. Монченко, І.М. Лапіга. – № u200805320; заявл. 23.04.2008; опубл. 26.08.2008, Бюл. №16.

УДК519.87(043.2)

Рудвольга С.В., студент
Саган І.Б., студент
Саттаров А.І., студент
Національний авіаційний університет

АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРСЬКОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Сучасні CAD/CAM/CAE-системи ефективно вирішують більшість задач з автоматизації проектних конструкторських робіт різної складності. Разом з тим, етап концептуального проектування в області аналізу, синтезу та оптимізації можливостей проектних рішень у більшості сучасних інтегрованих інформаційних систем не автоматизований. Системи CatiaV6, NX Siemens PLM Software, SOLIDWORKS та ProEngineer мають деякі проектні рішення, але їх подальша розробка та вдосконалення актуальне й на сьогоднішній день.

Автори доповіді розкривають суть досліджень по розробці методу синтезу проектних рішень на концептуальному рівні конструкторського проектування та інструментальних засобів його реалізації [1].

Для ухвалення рішення про синтез нової структури системи і для вибору проектних варіантів необхідно визначити:

- граничні проектні варіанти для технічної системи;
- оптимальний проектний варіант;
- множину не домінуючих проектних варіантів (Парето-оптимальну множину).

Граничні проектні варіанти (з максимальним задоволенням вимог, з мінімальними модифікацією компонентів та вартістю) дозволяють оцінити загальні параметри проекту. Для вибору оптимального проектного варіанта проводять обчислення критерію оптимальності шляхом агрегування трьох інтегральних критеріїв (задоволення вимог, вартості, модифікації компонентів). Умову формування Парето-оптимальної множини проектних варіантів записуємо як вектор булевих змінних, що описує реалізацію варіантів задоволення вимог [2].

Для отримання множини проектних варіантів потрібно згенерувати всі можливі конфігурації вектора x і виключити з них ті, які містять взаємовиключні варіанти задоволення вимог і не задовольняють всім вимогам. Це можна реалізувати так:

- 1) первинне наповнення концептуальних моделей варіантів (дерево вимог до системи, дерево компонентів технічної системи);
- 2) введення варіантів задоволення вимог, прив'язка їх до вимог і компонентів;
- 3) генерація та оцінка проектних варіантів (формальними способами);
- 4) аналіз граничних проектних варіантів;
- 5) вибір найкращого проектного варіанту.

Зазвичай, вкладеність компонентів технічної системи властива функціональним, а іноді об'єктно-орієнтованим і структурним моделям систем. В інформаційних моделях всі компоненти розташовують на одному рівні. Відношення взаємодії компонентів в концептуальній моделі варіантів не відображаються. До неї повинні бути занесені унікальний ідентифікатор, найменування та об'єм компонента. Оцінка обсягу компонента технічної системи також здійснюється експертними методами. Оцінку пріоритету вимоги проводять експертними методами на основі методу лінгвістичних змінних. Для цього в концептуальній моделі варіантів вводять шкалу, яка ставить у відповідність якісним значенням пріоритетів кількісні значення. Найчастіше користуються лінійною шкалою. Аналогічно в концептуальній моделі варіантів вводять шкалу для оцінки обсягу компонента.

Оцінку показників синтезованих варіантів задоволення вимог проводять експертними методами. Кожен варіант задоволення вимог потрібно оцінити за показником вартості та показниками задоволення вимог до технічної системи (для кожної вимоги, що задовольняється) та модифікації компонентів технічної системи (для кожного компонента, що модифікується). Вартість варіантів задоволення вимог може оцінюватися в будь-яких одиницях. Показники задоволення вимог до технічної системи і модифікації компонентів технічної системи оцінюються у відсотках. В останньому випадку оцінка 100% означає необхідність повністю переробити компонент технічної системи або створити новий. Від експерта вимагається вказати три значення показника: мінімальне, максимальне та найбільш імовірне. Для оцінки показників варіантів задоволення вимог доцільно залучати (в якості експертів) провідних розробників.

Стосовно вимог до технічної системи доцільно вводити в концептуальну модель варіантів не всі вимоги зі специфікації, а обмежитися певним рівнем (наприклад, комплексними вимогами найнижчого рівня). Щодо функціональних компонентів технічної системи доцільно обмежитися рівнем підсистем і великих модулів. При збільшенні кількості вимог до технічної системи, компонентів технічної системи в концептуальну модель варіантів виникає потреба у великій кількості різних варіантів задоволення вимог, кожен з яких необхідно оцінити за трьома показниками. Це призводить до збільшення часу, необхідного для побудови концептуальної моделі варіантів, та до зниження її переваг щодо експрес-аналізу проекту. Але для проекту технічної системи середнього рівня концептуальна модель варіантів зазвичай містить близько 20-30 одиничних вимог та 40-50 компонентів технічної системи, що є не великою складністю.

Операції первинного наповнення концептуальної моделі варіантів можуть бути оптимізовані шляхом використання шаблонів. Кожен шаблон – це концептуальна модель варіантів з типовими вимогами та компонентами до технічної системи, типовими варіантами задоволення вимог та зв'язками між ними. При такому підході, наповнення концептуальної моделі варіантів зводиться до корегування складу чи рідше структури вимог, компонентів, варіантів задоволення вимог та до подальшої оцінки варіантів задоволення вимог. Тобто можна поступово створити базу даних шаблонів концептуальної моделі варіантів.

Операції генерації проектних варіантів на основі концептуальної моделі варіантів формалізовані та можуть ефективно автоматизуватися у такій послідовності: проводять першу генерація проектних варіантів тобто переконаються в наявності оцінок для всіх показників усіх варіантів задоволення вимог. Проводять аналіз граничних проектних варіантів (з максимальним задоволенням вимог до технічної системи, мінімальними вартістю та модифікацією компонентів). Внаслідок цього виявляють неправильні оцінки показників варіантів задоволення вимог. Можуть коригуватися вимоги до технічної системи та їх пріоритети, оцінка обсягу компонентів технічної системи. Потім задаються ваги інтегральних критеріїв, коефіцієнт ризику та вибирають оптимальний проектний варіант. Зазвичай виконують кілька ітерацій – коригують ваги та коефіцієнт ризику, іноді вимоги до технічної системи, їх пріоритети та оцінки обсягу компонентів.

Список посилань

1. Павленко П.М. Технологія інформаційної підтримки процесу концептуального проектування складних технічних систем / П.М. Павленко, П.М. Ратушний // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»: Чернігів, 14-16 травня, 2013. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – С. 118-119.
2. Информационно-вычислительные системы в машиностроении CALS-технологии. / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, В.В.Павлов, А.В.Рыбаков – М.: Наука, 2003. – 292 с.

УДК 004.67

В.Ю. Куц, канд. тех. наук
 Національний технічний університет України «КПІ», mitus81@ukr.net

ПРЕДСТАВЛЕННЯ І ОБРОБКА ДАНИХ ВИМІРЮВАНЬ В СИСТЕМІ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ

Числова система залишкових класів (СЗК) [1] має ряд особливостей, які постійно привертають увагу розробників і сприяють розширенню її застосування у різних технічних і наукових задачах. Зокрема відомі приклади її використання для побудови спеціальних процесорів для оброблювання числових даних, в системах захищеної передачі даних, опрацювання результатів вимірювань у фазових далекомірах [2].

Суть СЗК полягає у перетворенні представлених у позиційній системі числення цілих чисел $A \in \mathbb{N}$ з діапазону $A \in [0, A_{\max}]$ множиною невід'ємних цілих залишків $A_{СЗК} = \alpha_1, \dots, \alpha_j, \dots, \alpha_m$. Залишки $\alpha_j, j = \overline{1, m}$ утворюються як результат виконання модульної операції $A \bmod p_j$, тобто визначення залишку після ділення числа A на ціле число p_j . Числа з множини $p_j, j = \overline{1, m}$ називаються модулями системи.

За певних умов (всі p_j є взаємно простими числами, а $A_{\max} < \prod_{j=1}^m p_j$) числа A однозначно відновлюються у позиційній системі числення з їх представлення $A_{СЗК}$, тобто існує обернене перетворення $A_{СЗК} \Rightarrow A$.

Одна з надзвичайно важливих особливостей СЗК полягає у можливості збільшення числа модулів системи додатковими k компонентами p_{m+1}, \dots, p_{m+k} , що дозволяє виконувати контроль правильності відновлення числа A , виконувати пошук і виправлення спотворених залишків у $A_{СЗК}$. Ця властивість СЗК може бути ефективно використана і у вимірювальній техніці у тих задачах, які можуть бути зведені до відновлення чисел з їх представлення у СЗК, яке реалізується за формулою

$$A = \left(\sum_{j=1}^{m+k} \alpha_j B_j \right) \bmod A_{\max}, \quad (1)$$

де B_j – елемент ортонормованого базису СЗК.

Найбільш простий спосіб визначення і коригування спотвореного залишку полягає у відновленні A з його проєкцій у СЗК за різними модулями [1] і наступному аналізі отриманих результатів відновлення.

В роботі проаналізована можливість використання СЗК для фазових пеленгаторів, обґрунтовані основні вимоги до вибору їх баз та організації процесу усунення неоднозначності результатів фазових вимірювань в каналах пеленгатора на основі СЗК. Новий підхід до оброблювання даних у фазових пеленгаторах дозволяє контролювати правильність розв'язку задачі багатозначності фазових вимірювань, що дає можливість зберігати працездатність пеленгатора в умовах дії значних за рівнем адитивних шумів.

Список посилань

1. Акушский И.Я. Машинная арифметика в остаточных классах /И.Я. Акушский, Д.И. Юдицкий.– М.: Сов. Радио, 1968.– 440 с.
2. Куц Ю.В. Статистична фазометрія / Ю.В. Куц, Л.М. Щербак.– Тернопіль: Тернопільський державний університет ім. І. Пулюя, 2009.–383 с.

УДК 620.179.16

Ю.В. Куц, докт. тех.наук, професор,
О.В. Монченко канд. тех.наук, доцент,
Ю.А. Олійник, аспірант

Національний авіаційний університет, monchenko_olena@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК П'ЄЗОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ФАЗОВИХ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПРИЛАДІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Одним з напрямів подальшого вдосконалення приладів неруйнівного контролю (НК) є використання складних зондуючих сигналів, зокрема з частотною та фазовою модуляцією. В роботі [1] запропоновано використання фазоманіпульованих сигналів для підвищення точності ультразвукового вимірювання товщини виробів.

Виконані попередні дослідження такого способу вимірювань засвідчили можливість передавання фазоманіпульованих сигналів в ультразвуковому тракті товщиноміра [2]. В експерименті використовувались п'єзоелектричні перетворювачі (ПЕП) таких типів: суміщений ПЕП з ЦТС-19, частота 5,0 МГц, діаметр п'єзопластини 24 мм (вузькосмуговий P211-5-P20 SN:41, SN:20) та суміщений ПЕП на базі композитної п'єзокераміки, частота 5,0 МГц, діаметр п'єзопластини 12,5 мм (широкосмуговий Panametrics C309-SU SN:7122891). В обох випадках спостерігалась передача фазоманіпульованих сигналів в електроакустичному тракті товщиноміра.

Проте для більш глибокого дослідження цього питання і оцінки потенційної точності товщиноміра необхідно оцінити амплітудно-частотні характеристики (АЧХ) використаних в експерименті ПЕП.

В роботі наведено результати експериментальних досліджень АЧХ ПЕП, виконані за допомогою цифрового осцилографа Tektronix TDS 2002C, який дозволяє досліджувати АЧХ ПЕП. В таблиці 1 наведено результати досліджень.

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень АЧХ ПЕП

| Тип ПЕП | P211-5-P20 SN:41 | P211-5-P20 SN:20 | Panametrics C309-SU SN:7122891 |
|---------|------------------|------------------|--------------------------------|
| Вид АЧХ | | | |

Для цих ПЕП отримані наступні смуги пропускання за рівнем 6 дБ: P211-5-P20 SN:41 – 3,75 МГц, P211-5-P20 SN:20 – 2,75 МГц, C309-SU SN:7122891 – 5 МГц.

Не дивлячись на значне розсіювання цього параметра, всі ПЕП задовільно передають імпульсні сигнали з маніпуляцією несучої.

Список посилань

1. Фазовий спосіб ультразвукової товщинометрії / Ю.В. Куц, Ю.А. Олійник, О.Д. Близнюк, О.В. Монченко // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2013.– №1. – С. 23–37.

2. Практична реалізація фазового способу ультразвукової товщинометрії / Ю.В. Куц, Ю.А. Олійник, О.Д. Близнюк, О.В. Монченко // Збірник матеріалів доповідей 7-ої науково-технічної конференції «Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю та технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання» 25–28 листопада 2014, м.Івано-Франківськ. – С. 49–53

УДК 620.179:534.6

С.Ф. Филоненко, докт. техн. наук, профессор

Т.В. Нимченко, канд. техн. наук

Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина, fiona54@ukr.net

МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ТЕРМОАКТИВАЦИОННОМ РАЗРУШЕНИИ ПОВЕРХНОСТИ КОМПОЗИТА

Композиционные материалы (КМ) широко применяются в изделиях авиационного, космического, автомобильного, энергетического и других видов производств. Одним из методов контроля, который используется при механической обработке материалов КМ, является метод акустической эмиссии АЭ [1, 2]. Результаты проведенных исследований показывают, что регистрируемые сигналы АЭ имеют сложный характер изменения во времени при механической обработке КМ. В то же время, теоретических исследований, которые связаны с формированием и моделированием акустического излучения при механической обработке материалов, достаточно мало, что требует их дальнейшего изучения.

В качестве базовой была принята модель результирующего сигнала АЭ при механической обработке КМ без учета износа режущего инструмента в виде

$$U_p(t) = \sum_j U_R(t - t_j), \quad (1)$$

где $t_j = t_j = j\Delta t_j \pm \delta$ – моменты времени появления импульсных сигналов АЭ U_R , возникающих при преобладающем термоактивационном разрушении определенных площадок КМ; δ – случайная составляющая в моменте времени появления каждого последующего импульсного сигнала АЭ а Δt_j – интервалы времени появления импульсных сигналов.

В виде модели импульсного сигнала АЭ использована модель сигнала [3], формируемого при термоактивационном разрушении КМ:

$$U_R(t) = u_0 \alpha t e^{-\chi(t_0 - t)} e^{-\frac{1}{\tau_0 \chi} (e^{-\chi(t_0 - t)} - e^{-\chi t_0})}, \quad (2)$$

где τ_0 – параметр, совпадающий по величине с периодом тепловых колебаний атомов решетки твердого тела; α – скорость изменения приложенной нагрузки; t – текущее время;

$u_0 = \frac{N_0}{\tau_0} \beta \delta_s$ – максимально возможное смещение при мгновенном разрушении заданной площади КМ, состоящей из N_0 элементов (начального количества элементов); β – коэффициент пропорциональности между напряжением разрушения и амплитудой одиночного импульса возмущения при разрушении одного элемента;

δ_s – параметр, численное значение которого определяется формой одиночного импульса возмущения при разрушении одного элемента; $\chi = \frac{\gamma\alpha}{kT}$ – параметр, зависящий от приложенной нагрузки; $t_0 = \frac{U_0}{\gamma\alpha}$ – время начала разрушения элементов; U_0 – начальная энергия активации (величина начального энергетического барьера) процесса разрушения; k – постоянная Больцмана; T – температура; γ – структурно чувствительный коэффициент.

Согласно (1), с учетом (2), проведено моделирование результирующих сигналов АЭ в относительных единицах в зависимости от изменения параметра τ_0 . Моделирование проведено при следующих условиях. Параметры, входящие в выражение (2) приведены к безразмерным величинам, а время нормировано на t_0 . Амплитуда сигналов была нормирована на начальное значение u_0 . Величина $\frac{\gamma}{kT}$ приведена к единичному нормированному значению. При таких условиях $\chi = \alpha$. Величина $\tilde{\chi}$ или $\tilde{\alpha}$ была принята равной $\tilde{\chi} = 30$. Значение $\Delta\tilde{t}_j = 0,08$; а $\tilde{\delta}$ изменялось в диапазоне от 0 до 0,12 случайным образом. При моделировании значение $\tilde{\tau}_0$ изменялось в диапазоне величин от $\tilde{\tau}_0 = 10^{-7}$ до $\tilde{\tau}_0 = 3 \cdot 10^{-7}$ с шагом приращения $1 \cdot 10^{-7}$.

Моделирование результирующих сигналов АЭ для принятых условий в относительных единицах в виде зависимостей изменения их амплитуды во времени показаны на рис. 1. Графики на рис. 1 построены по результатам расчета 4000 значений амплитуд для каждого результирующего сигнала АЭ.

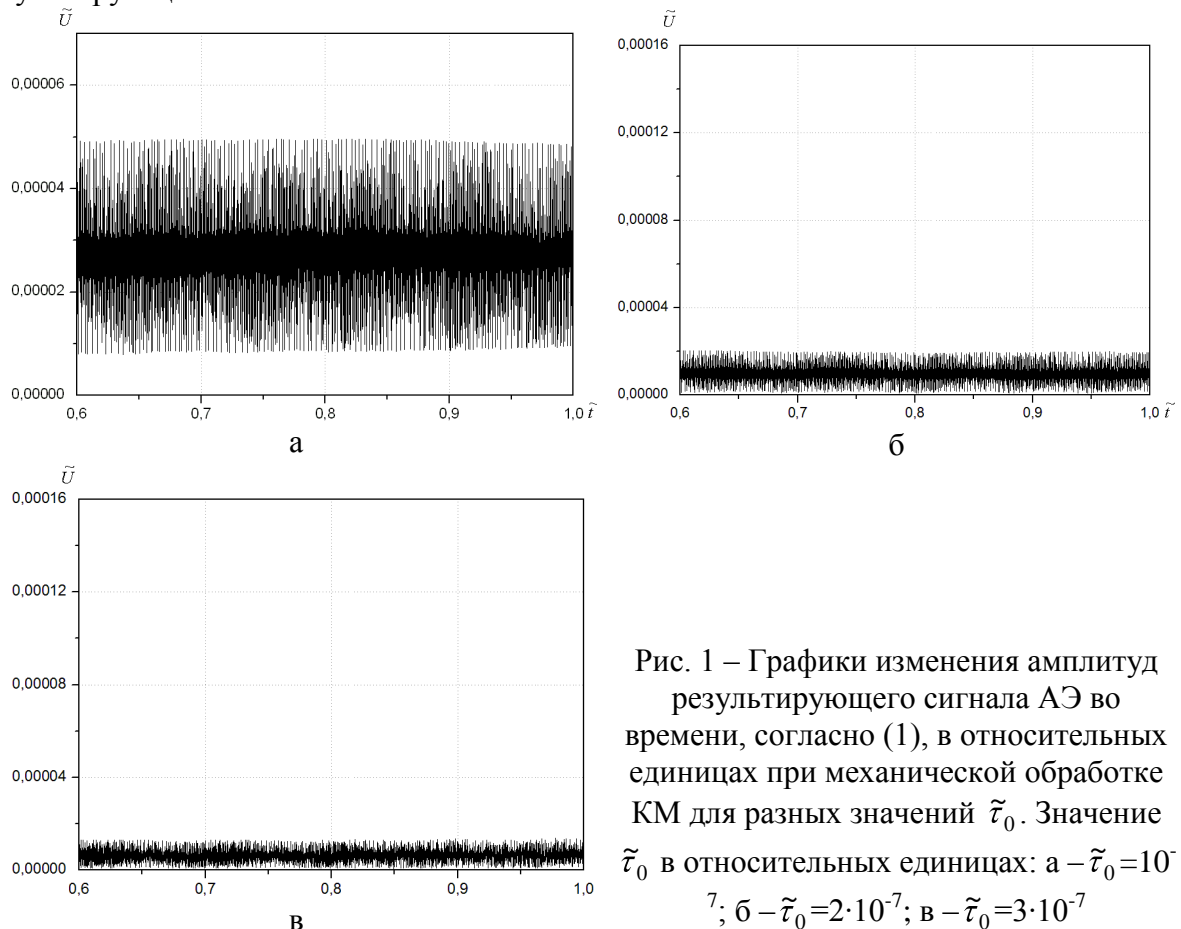


Рис. 1 – Графики изменения амплитуд результирующего сигнала АЭ во времени, согласно (1), в относительных единицах при механической обработке КМ для разных значений $\tilde{\tau}_0$. Значение $\tilde{\tau}_0$ в относительных единицах: а – $\tilde{\tau}_0 = 10^{-7}$; б – $\tilde{\tau}_0 = 2 \cdot 10^{-7}$; в – $\tilde{\tau}_0 = 3 \cdot 10^{-7}$

Из рис.1 видно, что для заданных условий механической обработки КМ результирующие сигналы АЭ представляют собой непрерывные сигналы. Сигналы АЭ имеют сложный характер изменения и сильно изрезанную форму. Статистическая обработка полученных данных показала, что возрастание параметра $\tilde{\tau}_0$ приводит к уменьшению амплитудных параметров формируемых сигналов.

Список ссылок

1. Філоненко С. Ф. Акустична емісія при механічній обробці матеріалів точінням / С. Ф. Філоненко, Т. В. Німченко // Технологические системы. – 2011. – №3 (56). – С. 50–56.
2. Філоненко С. Ф. Модель формування сигналів акустическої емісії при дослідженні руйнування композиційних матеріалів / С. Ф. Філоненко, В. М. Калита, Т. В. Німченко // Технологические системы. – 2009. – №2(46). – С. 19–27.

УДК 004.352.65

А.В. Міщенко, канд. техн. наук, професор
Національний авіаційний університет

АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ АВІАТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

Останніми роками відзначають інтенсивний розвиток апаратно-програмних засобів авіатранспортного комплексу у тому числі засобів комп'ютерної телефонії, інформаційних баз, операторських ресурсів і систем доступу з Центру обслуговування викликів (ЦОІС), яка використовує специфічні алгоритми обробки оперативної інформації.

В роботі розглянуто алгоритми для прийому й обробки телефонних звернень абонентів до ресурсів ЦОІС АТК (СІСп), а також повідомлень мовної пошти і факсимільних повідомлень, що надходять по телефонній мережі АТК; для генерації вихідних телефонних викликів до абонентів по заздалегідь підготовленим чи створюваним по заданому алгоритму спискам, і для передачі абонентам повідомлень мовної пошти і факсимільних повідомлень.

ЦВСС на основі ЦОІС АТК (СІСп) повинний надавати абонентам послуги наступних служб:

- екстрених, довідково-інформаційних, замовних і телематичних;
- диспетчерських, рекламних і маркетингових;
- сервісної і технічної підтримки абонентів;
- опитування й аналізу суспільної думки по заданій тематиці;
- інтелектуальної мережі.

Перелік наданих послуг повинний бути ширше, ніж у звичайного ЦВСС, і орієнтований, у першу чергу, на одержання прямих чи непрямих доходів від кожної служби АТК, що вводиться телефонною компанією. Деякі послуги можуть надаватися за замовленням інших організацій на постійній або тимчасовій основі.

За технологією ЦОІС (СІСп) повинні функціонувати служби ЦВСС, розташовані в приміщенні ЦВСС і належать телефонній компанії. Винесені служби, що належать іншим компаніям і організаціям, можуть за згодою з телефонною компанією обслуговуватися також за технологією ЦОІС (СІСп) або обмежитися технологією ЦВСС.

Обслуговування вхідних викликів дозволяє телефонній компанії надати абонентам різні послуги (екстрені, інформаційні, довідкові, замовні, інтелектуальної мережі, телематичних служб), а також сервісну і технічну підтримку.

При вхідному зв'язку система автоматичного розподілу викликів повинна підключити абонента спочатку до системи інтерактивної мовної відповіді (IVR). Система IVR повинна забезпечити передачу абоненту різних, заздалегідь записаних фраз (голосового меню)

залежно від контексту обслуговування. Для уточнення необхідної послуги система IVR повинна дозволити прийом від абонента додаткових цифр частотним способом. У задачі IVR повинний входити також збір попередньої інформації про абонента і вибір маршруту до потрібної групи операторів, коли їх декілька і коли вони виконують різні функції. Крім даних, наданих абонентом, система IVR для оптимізації маршруту повинна використовувати інформацію про набраний номер.

При вихідному зв'язку пристрій автоматичного набору номера повинний викликати абонента, а пристрій розпізнавання мови відфільтрувати виклики, що потрапили на автовідповідач абонента і зависли. Абонента, що відповів, система автоматичного розподілу викликів (ACD) повинна підключити, залежно від заданого сценарію обслуговування, або до пристрою автоматичного голосового оповіщення, або до вільного оператора.

Устаткування ЦОІС (CICn) повинне являти собою апаратний конструктор, що дозволяє набирати необхідні конфігурації для ЦВСС різної ємності і структури (централізованої і розподіленої) і для різного числа і виду служб. Гнучкість і масштабованість апаратних засобів повинна супроводжуватися відповідною гнучкістю і відкритістю пропонованого прикладного програмного забезпечення.

Реалізація операторних систем обслуговування викликів не регламентується якою-небудь спеціалізованою нормативною базою, однак, вона зв'язана з багатьма телекомунікаційними стандартами. Ці стандарти і рекомендації є в багатьох випадках обов'язковими для побудови сучасних систем обробки телефонних викликів. Нижче перераховані міжнародні організації зі стандартизації в галузі зв'язку, чії документи повинні використовуватися розроблювачами і виробниками ЦОІС (CICn).

International Telecommunications Union (ITU) – Міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ). Організація, у рамках якої державний і приватний сектори галузі зв'язку й інформатики різних країн світу координують свої дії при розробці телекомунікаційного устаткування, при побудові й експлуатації глобальних мереж зв'язку, при наданні сучасних інформаційних і телекомунікаційних послуг.

European Telecommunications Standards Institute (ETSI) – Європейський інститут по стандартизації в електрозв'язку. Своїми стандартами визначає політику європейських країн в області зв'язку й інформатики. У рамках ETSI у даний час розробляється проект TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks), що повинний гармонізувати взаємний зв'язок мереж з комутацією пакетів (IP-мережі) і з комутацією каналів (мережі ТфМЗК, ISDN, GSM). Реалізація проекту включає розробку технічних вимог і специфікацій.

American National Standards Institute (ANSI) – Американський національний інститут стандартів (АНІС). Приватна, некомерційна організація, підтримувана членством державного і приватного секторів економіки, не розробляє стандарти, але полегшує взаємодію різних виробників через акредитовані організації і комітети.

European Computer Manufacturers Association (ECMA) – Європейська асоціація виробників комп'ютерів. Асоціація реалізує проект CSTA (Computer-Supported Telephony Applications) – комп'ютерна підтримка телефонних додатків. Проект передбачає розробку специфікацій для спостереження і керування об'єктами (подібно телефонам і викликам), до яких можуть звертатися сервера від імені клієнта.

Enterprise Computer Telephony Forum (ECTF) – Форум підприємств комп'ютерної телефонії. Форум поєднує різних виробників, розроблювачів, продавців і кінцевих користувачів систем комп'ютерної телефонії (СКТ). До складу форуму входять більш 70 компаній, серед яких Dialogic, Ericsson, HP, Northern Telecom і ін. Взаємодія СКТ різних виробників здійснюється через публікацію.

Рекомендації ECTF не є стандартами, вони визначають одиничний несуперечливий набір технічних характеристик СКТ.

Versit. Група компаній, у складі якої AT&T, IBM, Siemens і ін., веде розробку технічних вимог для комп'ютерних телекомунікаційних продуктів, включаючи системи комп'ютерної телефонії. Головний продукт групи Versit – створення Енциклопедії Versit СТІ, що включає технічні вимоги на послуги, протоколи і прикладні програмні інтерфейси (API), які використовують в системах комутації.

Існують також комерційні і некомерційні об'єднання, інститути, асоціації і інші організації, які працюють в області стандартизації рішень по побудові ЦОІС (CICn) і які займаються впровадженням цих рішень на практиці. Серед них можна виділити: ACCIT (Associated Call Centers Inbound Telemarketing), ASP (Association of Support Professionals), CCNG (Call Center Network Group), CCMA (Call Center Management Association), CMA (Communication Managers Association), CCI (Customer Care Institute), ICMi (Incoming Calls Management Institute), ICSA (International Customer Service Association), IQPC (International Quality and Productivity Center), TCCA (The Call Center Association).

Список посилань

1. Кулинич, А. А. Субъектно-ориентированная система концептуального моделирования «Канва» [Текст]: матер. 1-й межд. конф. / А. А. Кулинич // Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций. – Москва, 2001. – С. 348.

2. Томас, Р. В. Когнитивные сети: адаптация и обучение для достижения конечных запланированных показателей [Текст] / Р. В. Томас, Д. Х. Френд, Л. А. ДаСильва, А. Б. МакКензи // Журнал IEEE Communications.3. – 2006. – No 12, Вып. 44. – С. 21. 2001.

3. Цибульский В. Р. Когнитология. Основные понятия когнитивного управления / Цибульский, В.Р., Фомин В.В. // Вестник кибернетики. Вып. 1.– Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2002.– С. 34 – 37.

СЕКЦІЯ 7
«ЕКОНОМІЧНІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ»

УДК 005:334.021

М.В. Двоєглазова, канд. техн. наук
М.С. Дорош, канд. техн. наук, доцент
К.Є. Сахно, студентка

Чернігівський національний технологічний університет, marinitta_1905@mail.ru

ВПРОВАДЖЕННЯ МІЖНАРОДНОГО СТАНДАРТУ ISO 21500:2012 В
СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ УКРАЇНИ

У зв'язку з розширенням спектра завдань управління сучасною економікою, інтеграцією України в Європейський економічний і політичний простір виникають проблеми ефективного виконання робіт з реалізації інноваційно-інвестиційних проектів у різних галузях економіки.

У зв'язку з цим впровадження на території України стандарту ISO 21500:2012 [1], який затверджено США, Європейським союзом та Росією, є досить об'єктивним завданням. В даний момент керівники проектів у своїй роботі керуються РМВОК [2], міжнародним стандартом ISO 10006:2003 «Системи менеджменту якості. Настанови з управління якістю в проектах» [3], тощо.

Проте в стандарті ISO 21500:2012 з'являється нова термінологія та підходи до концепції управління проектом. Так, наприклад, термін «управління проектом» - це застосування методів, інструментів, технік і компетенції до проекту. Управління проектами включає інтеграцію різних фаз життєвого циклу і що особливо важливо, процеси, обрані для використання в проекті, повинні бути побудовані на системній основі.

Оточення проекту може впливати на ефективність реалізації й успіх проекту. Команда проекту повинна враховувати наступне:

- зовнішні фактори поза межами материнської організації - соціально-економічна, географічна, політична, правова, технологічна і екологічна ситуація;
- внутрішні фактори всередині материнської організації - стратегія, технології, проектна організаційна зрілість і доступність ресурсів, корпоративна культура та організаційна структура;
- проект зазвичай виконується всередині сутності більш високого порядку - організації, що охоплює й інші види діяльності. У таких випадках, існують відносини між проектом та його оточенням, бізнес-плануванням та операційною діяльністю;
- передпроектна та післяпроектна діяльність може включати в себе такі заходи, як розвиток бізнес-плану, проведення техніко-економічного обґрунтування та передача результатів проекту в операційну діяльність.

Таким чином, використовуючи сучасні методи управління проектом, описані в цьому стандарті, можна домогтися конкурентних переваг при проведенні економічних реформ в Україні.

Список посилань

1. ISO 21500:2012 «Guidance on project management». – Van Haren Publishing (VHP), 2012. – 50 p.
2. РМВОК РМІ (Руководство к Своду Знаний по управлению проектами), Национальный стандарт США. – Project Management Institute, 2013. – 586 с.
3. Системи менеджменту якості. Настанови з управління якістю в проектах: ДСТУ ISO 10006:2003. – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держстандарт України, 2007. – 27 с..

УДК 621.9

О.М. Чередніков, канд. техн. наук., професор
Я.С. Менько, студентка

Чернігівський національний технологічний університет, myanysya@mail.ru

СТРУКТУРА ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИРОБНИЧИЙ ЦИКЛ

Основними елементами виробничого процесу є процес праці, як свідомо діяльність людини, предмети та засоби праці (рис. 1). Це ресурсні складові виробничого процесу, які потребують певних витрат коштів. Поряд з цим у багатьох виробництвах використовуються природні процеси, які здійснюються під впливом сил природи (біологічні, хімічні процеси у аграрних та аграрно-промислових виробництвах, сушіння, охолодження деталей після термічної обробки, тощо). Природні процеси потребують витрат часу, а витрат ресурсів – тільки у випадку їх штучної інтенсифікації.



Рис.1 – Схема елементів виробничого процесу

Головною складовою виробничого процесу є технологічний процес – сукупність дій по зміні та значенню стану предмета праці. Для цього слід дотримуватися певних принципів при проектуванні та організації виробничого процесу. До таких принципів належать: спеціалізація, пропорційність, паралельність, прямоточність, безперервність, ритмічність, автоматичність, гнучкість, гомеостатичність (рис.2).

На основі виробничого циклу визначається величина незавершеного виробництва – важливого елемента обігових коштів підприємства.



Рис.2 – Взаємозв'язок принципів раціональної організації виробничих процесів

Структура виробничого циклу показана на рис. 3, з якого видно, що виробничий цикл складається з часу виробництва і перерв. Час виробництва особливих пояснень не потребує. Час перерв містить перерви у робочий час, тобто тоді, коли підприємство працює, і неробочий час, який визначається режимом його роботи (вихідні, святкові дні, перерви між робочими змінами, на обід).

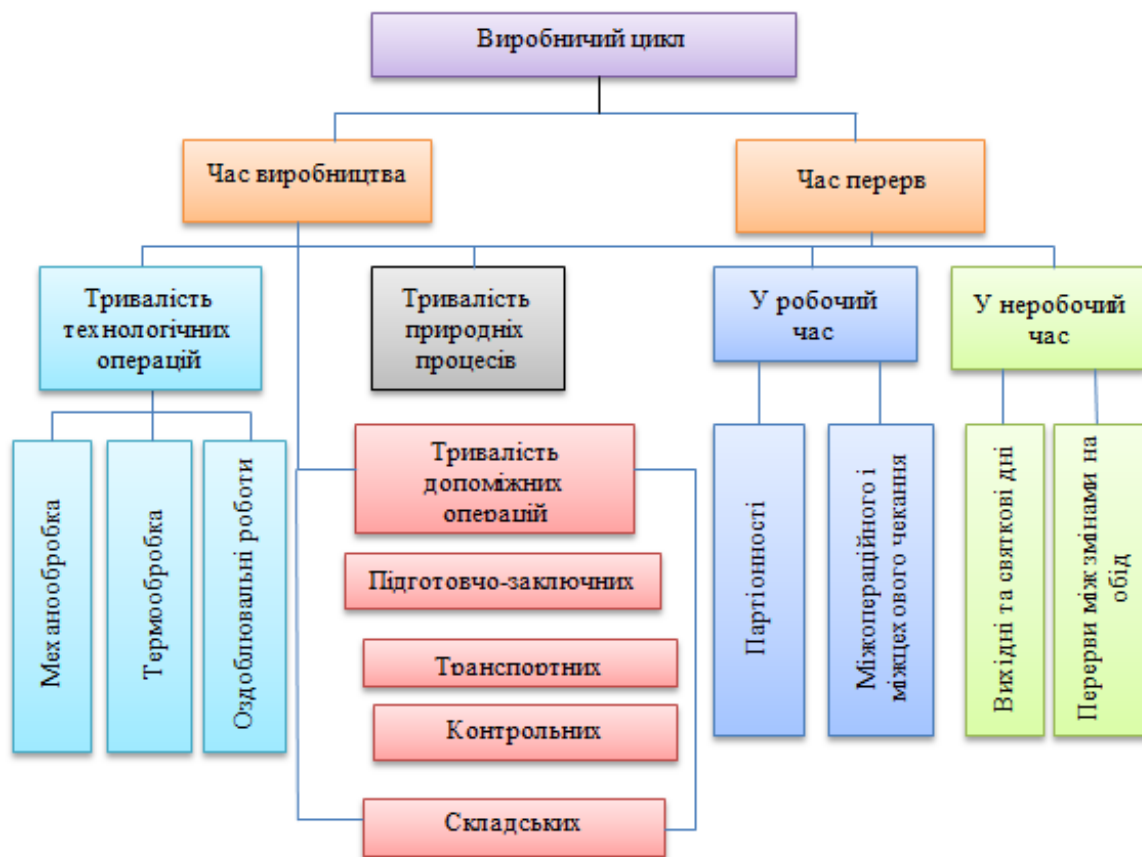


Рис.3 – Структура виробничого циклу

Розглянуті принципи раціональної організації виробничого процесу тісно між собою пов'язані, доповнюють один одного і різною мірою реалізуються на практиці в конкретних умовах. При проектуванні виробничого процесу, його організації треба їх враховувати, але вибирати оптимальні організаційно-технічні рішення за критерієм економічної ефективності [2].

Структура виробничого циклу, тобто склад і співвідношення його елементів, залежить від особливостей продукції, технологічних процесів її виготовлення, типу виробництва, рівня організації виробничого процесу та інших чинників. У безперервних виробництвах (хімічне, металургійне та ін.) найбільша частка у виробничому циклі припадає на час виробництва. У дискретних виробництвах (наприклад, у машинобудуванні) перерви становлять 70–75 % загальної тривалості виробничого циклу. Зі збільшенням серійності виробництва частка перерв знижується.

Список посилань

1. Новицкий, Н. И.. Организация и планирование производства [Текст]: Практикум / Н.И. Новицкий. – Минск: Новое знание, 2004. – 331 с.
2. Гриньова В.М. Организация производства [Текст]: Навчальний посібник/ В. М. Гриньова, М. М. Салун ; Харків. нац. екон. ун-т. – Харків : ІНЖЕК, 2005. – 550 с.

УДК 621.822.5

Г.І. Хімічева, докт. техн. наук, професор
В.В. Куриляк, аспірант

Київський національний університет технологій та дизайну, valentina.kuryliak@gmail.com

РОЗРОБКА КОНТРОЛЬНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО МЕТОДУ, ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПІДШИПНИКІВ

Роликові підшипники широко застосовуються в суднобудуванні, тому що мають високу вантажопідйомність, на відміну від підшипників ковзання. В результаті досліджень методів оцінки якості роликових підшипників, які використовуються в системі судового валопроводу було виявлено, що близько 75% відмов у роботі опорних підшипників спричиняється зношуванням робочих поверхонь. Основними факторами руйнування робочих поверхонь є: наявність сторонніх частинок у робочому вузлі, недостатність мастильного матеріалу та змінні режими роботи [1, 2].

Науково-технічна література розглядає питання оцінки зношування роликових підшипників при постійному робочому навантаженні. Цим займалися Якунин, Н.Н., Сологуб В.А., Фомин В.Н. та інші. Але питання оцінки зношування роликів в умовах змінних навантажень та оцінка їх стійкості і надійності з урахуванням випадкових факторів навантаження у роботі судового валопроводу на сьогоднішній день досліджені недостатньо [3]. Щоб покращити роботу валопроводу пропонується до вже існуючих методів контролю готової продукції додати новий метод оцінки якості. Метод має назву контрольно-експлуатаційний (КЕМ). КЕМ відрізняється від інших методів тим, що контролює не нову продукцію, а технічно-експлуатаційну. Щоб продовжити експлуатаційний термін підшипників в рамках розрахункового ресурсу пропонується застосувати КЕМ та контрольно-експлуатаційні карти (КЕК). Мета КЕК полягає у тому, щоб на основі отриманих контрольних даних з інтервалом у 300 годин, завчасно попереджати та усувати причини майбутніх поломок в вузлах підшипників. Приклад КЕК на підшипникові вузли в системі судового валопроводу наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Контрольно-експлуатаційна карта підшипникових вузлів валопроводу

| Параметри руйнування | Одиниці вимірювання | Інтервал перевірок 300 робочих годин | | |
|----------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------|------------------|
| | | Перевірка 1 | Перевірка 2 | Аналіз даних |
| Температура | t, °C | Норма | Вище норми | Додати мастило |
| Наявність пошкоджень на поверхні | Так/Ні | Ні | Так | Перевірити вузол |
| Якість мастильного матеріалу | Так/Ні | Так | Ні | Замінити |
| Наявність перекосу вузла | Так/Ні | Ні | Так | Вирівняти |
| Наявність вібрації та шуму | Так/Ні | Так | Так | Затягнути гвинти |

Список посилань

1. Фомин В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация / В. Н. Фомин. – М.: Стандартизация, 2000. – 320 с.
2. Федюкин В.К. Основы квалиметрии / Федюкин В.К. – М.: Стандартизация, 2009. – 320 с.
3. Карасик, И.И. Прирабатываемость материалов для подшипников скольжения / И.И. Карасик. – М.: Машиностроение, 1978. – 136 с.

УДК 338.5:347.775

А.С. Ромашко, канд. техн. наук., доцент
О.Я. Юрчишин, канд. техн. наук., доцент

Н.В. Гаврушкевич, асистент

Національний технічний університет України «КПІ», oksanajur@mail.ru

ОСОБЛИВОСТІ ШЛЯХІВ ОХОРОНИ ПРАВ НА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

На сьогоднішній день, як на світовому, так і на інших ринках, в зв'язку із великою кількістю наявних товарів та послуг, ведеться конкурентна боротьба за збільшення споживачів продукції і власних капіталів. Одним із шляхів завоювання більшого сегменту ринку є підвищення якості товарів та послуг при мінімальних додаткових затратах на їх виробництво, тобто необхідно виготовити якісний товар не змінюючи цінової політики. Реалізація даного завдання можлива при впровадженні інноваційних технологій, які є об'єктами інтелектуальної власності, а саме винаходами, корисними моделями, комерційною таємницею і т.п. Тому важливим науковим та практичним завданням є їх створення і коректна охорона.

Важливим питанням є вірний вибір стратегії патентування винаходів та корисних моделей. Як національне, так і міжнародне законодавство допускають правомірні можливості використання майнових прав власників патентів без їхнього дозволу. Тому правильний вибір шляхів охорони прав на такі об'єкти дозволить власнику мати більше шансів отримати винагороду за результат своєї творчої діяльності. Особливо важливим є дане питання для конкурентоспроможних об'єктів інтелектуальної власності, тому їх власники повинні розуміти, що патент на винахід чи корисну модель має менше шансів бути вкраденим та більше шансів бути комерціалізованим, якщо частина інформації буде охоронятись в режимі комерційної таємниці.

Авторами проведені дослідження щодо можливих ситуацій неправомірного використання конкурентоспроможної інформації, яка є об'єктом інтелектуальної власності, зокрема патентом на винахід та комерційною таємницею, на території визначеної країни чи регіонального відомства. Здійснено аналіз, на основі якого, в рамках чинного законодавства, можна запропоновано можливі шляхи (тактики) охорони від неправомірного використання об'єкту інтелектуальної власності.

Розглянуто чотири тактики охорони об'єктів інтелектуальної власності, а саме:

- тактика "всебічного патентування" з використанням можливостей міжнародного законодавства: фізична чи юридична особа може захистити усі свої патенти з використанням договору РСТ принаймні у тих країнах, у яких є технічна можливість виготовлення продукту або які мають потребу у споживанні цього продукту;

- тактика "роздільного патентування": фізична чи юридична особа може розділити свої патенти на ключові та допоміжні і захистити як власник свої ключові патенти з використанням міжнародних договорів, допоміжні патенти можуть бути зареєстровані також з використанням договору РСТ, але на ім'я інших осіб (для того, щоб конкурентам важче було сформулювати "патентний пул" виробника), у яких згодом можна купити виключні права;

- тактика "патентування та "ноу-хау": фірма може одні патенти захистити на своє ім'я чи на ім'я інших осіб, а окремі патентоздатні рішення зберігати як "ноу-хау";

- тактика "охорона тільки в режимі "ноу-хау": фірма може як патентоздатні так і непатентоздатні рішення зберігати як "ноу-хау" .

Кожна із тактик має свої переваги та недоліки, тому, виходячи із особистих можливостей та економічної обґрунтованості, кожен виробник може вибирати той чи інший підхід до отримання охорони на конкурентоздатні рішення.

УДК 347.2(075.8)

А.С. Ромашко, канд. техн. наук., доцент
О.М. Кравець, канд. техн. наук., доцент

Національний технічний університет України «КПІ», as_romashko@ukr.net,

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ОБ'ЄКТА ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЙОГО ВІДОБРАЖЕННЯ У ФУНКЦІЯХ МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ

Міністерство економічного розвитку України (Мінекономрозвитку) входить до системи органів виконавчої влади і є головним органом у системі центральних органів виконавчої влади з формування та забезпечення реалізації державної політики економічного і соціального розвитку, цінової, інвестиційної, зовнішньоекономічної політики, державної політики у сферах торгівлі, інтелектуальної власності, державної регіональної політики, державної політики з питань розвитку підприємництва, технічного регулювання та захисту прав споживачів, а також міжвідомчої координації з питань економічного і соціального співробітництва України з Європейським Союзом.

Організації діяльність, яких координується і спрямовується через Міністра Мінекономрозвитку України зазначені на рис. 1.

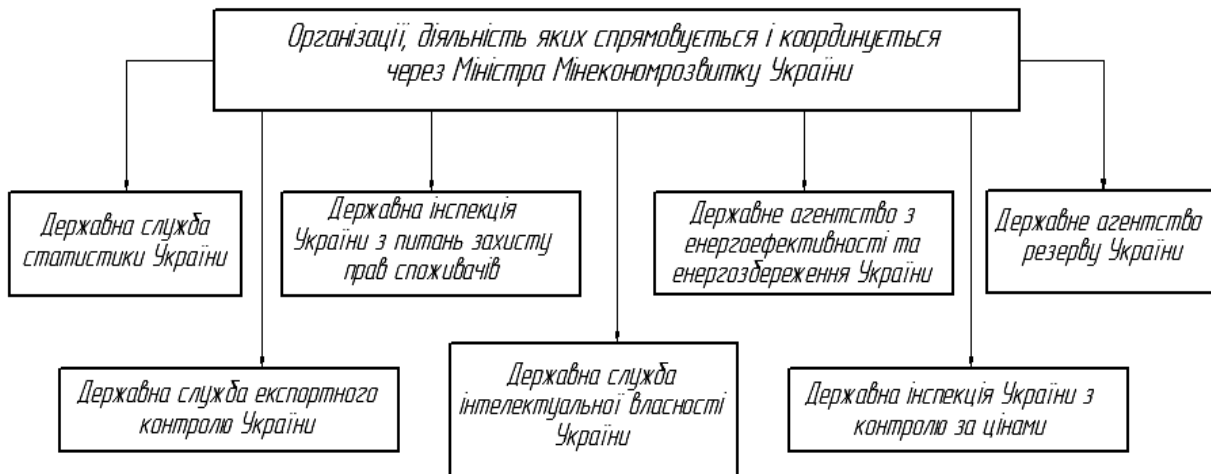


Рис.1. – Організації діяльність, яких координується Мінекономрозвитку України

Аналіз рис. 1 показує, що до функцій Мінекономрозвитку тепер відноситься майже весь життєвий цикл об'єкта господарської діяльності, від його розробки до реалізації продукції та сервісного обслуговування і утилізації (рис.2).

Слід врахувати, що Мінекономрозвитку також формує політику у сфері технічного регулювання (стандартизації, метрології, сертифікації, оцінки (підтвердження) відповідності, акредитації органів з оцінки відповідності, управління якістю).

Окрім того сфери діяльності стосовно технічного регулювання, захисту прав споживачів та інтелектуальної власності перетинаються в питаннях маркування продуктів, а значить і в питаннях набуття прав на промислові зразки та в питаннях реєстрації торговельних марок. Існує і багато інших аспектів, і не тільки щодо маркування, які мають бути узгоджені різними структурами Мінекономрозвитку і, маємо надію, що вирішення таких питань всередині одного міністерства все-таки буде здійснено найближчим часом.

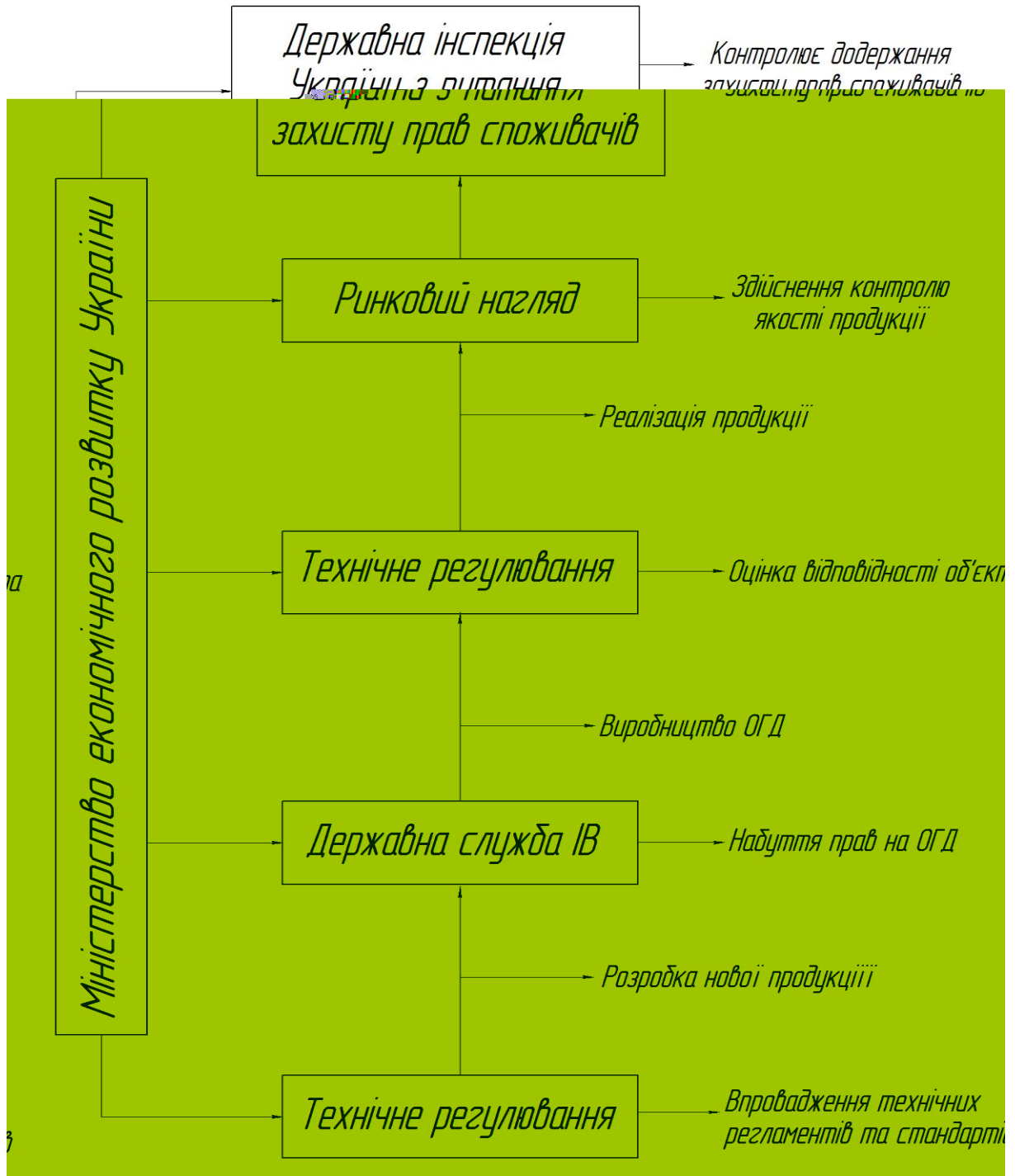


Рис. 2. – Окремі функції Мінекономрозвитку, пов'язані життєвим циклом об'єкта господарської діяльності

УДК 658.562:628.35

Ю.В.Шатохіна, канд. техн. наук

Чернігівський національний технологічний університет, Juliaaabest@gmail.com

ПЕРШОЧЕРГОВІ ЗАВДАННЯ ЩОДО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СТИЧНИХ ВОД

Проблема контролю стічних вод залишається актуальною, не зважаючи на те, що питання керування послугами водопостачання і водовідведення розглядаються у понад 500 міжнародних стандартах ISO [1]. Вимоги до якості і безпечності продукції змушують постійно вдосконалювати методи її контролю і відповідну нормативну документацію. Встановлено, що при обробці хлором стічних вод, які містять залишкову кількість лікарняних препаратів, що виводяться із організму людини, утворюються не тільки відомі небезпечні сполуки, а й нові сполуки, які можуть потрапити у джерела водопостачання [2]. Так, у поверхневих водах Європи до найбільш поширених ліків відносяться диклофенак, еритроміцин та інші. Незважаючи на наявність методів контролю концентрації речовини – знезаражувача, контроль якості кінцевої продукції здійснюється недостатньо, потребує розвитку щодо виявлення номенклатури контрольних показників, які врахують токсичність побічних продуктів знезараження, у тому числі, при тривалому впливі на організм людини. Літературні джерела свідчать про те, що позитивний ефект знезараження створює не окремий знезаражувач, а суміш оксидантів, але поки що відсутні документи щодо використання цієї суміші та методів контролю [3].

На додаток до традиційних точних, але тривалих методів визначення показників води потребують розвитку оперативні методи контролю якості окремих етапів процесу очищення стічних вод. Контроль біологічної очистки стічних вод у аеротенку певною мірою визначається законодавчими та нормативними документами, ДБН В.2.5-75:2013, в якому значна кількість параметрів (використання схеми з регенерацією мулу, тривалість аерації, навантаження на мул, приріст мулу та інші) враховують значення біохімічного споживання кисню (БСК), але визначення БСК₅ потребує п'ять діб, в той час як тривалість знаходження стічних вод на каналізаційно-очисній станції біологічного очищення, наприклад, м. Чернігів дорівнює лише дві доби, тобто існує необхідність розробки експрес-методів з урахуванням специфіки процесу очищення. Такі методи незважаючи на їх меншу точність дозволяють оперативно отримати необхідну інформацію [4]. Останнім часом біологічне очищення стічних вод вдосконалюється шляхом створення анаеробних і аеробних зон, для контролю за процесом необхідно використання мікроскопів нового покоління.

Список посилань

1. Глобальні проблеми води. Як можуть допомогти стандарти ISO // Стандартизація, сертифікація, якість.– 2012.– №5. – С.16.
2. Стрикаленко Т.В. Обеззараживание в системе реализации плана ВОЗ по обеспечению безопасности воды /Т.В.Стрикаленко, В.Ф.Мариевский, Ю.В.Нижник, Т.Ю.Нижник, А.И.Баранова // Водопостачання та водовідведення. – К.:2014.– №5.– С.27.
3. Орестов Е. О новейших тенденциях в водоподготовке. /Е.Орестов // Вода и водоочистные технологии.– К., 2014. – №3. – С.14–18.
4. Шатохіна Ю. В. Контроль функціонування аеротенку за фізичними показниками нитчастих бактерій / Ю.В. Шатохіна // Метрологія та прилади. –2013.–№2(40). – С.60 – 63.

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 инжиниринговых 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
НИЗОВОЛЬТНОГО 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

Контакттор КТ 6013, 110/220 В
КТ 6023, 110/220 В

Контакттор КТ 6032, 220/380 В

Контакттор КТ 6033, 220/380 В

Контакттор КТ 6043, 220/380 В

Контактторы

Контакттор КТ 6012, 220/380 В
КТ 6022, 220/380 В

Контакттор КТ 6013, 220/380 В
КТ 6023, 220/380 В

Контакттор КТ 6014, 220/380 В
КТ 6024, 220/380 В

Контакттор КТ 6012, 110/220 В
КТ 6022, 110/220 В

Контакттор 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-ФУЗ

Автоматические выключатели



Автоматический выключатель А 3124-У3

Разрядники и ограничители перенапряжения



Разрядник низковольтный RVN-0,5 У1; RVN-1 У1



Ограничитель перенапряжения ОПИ 022; ОПИ 038

Высоковольтное оборудование

Разрядники и ограничители перенапряжения



Разрядник высоковольтный PBO-6 У1



Разрядник высоковольтный PBO-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-С1 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 інжиниринг»– услуги в сфере машиностроительного проектирования.

Фирма BACHEngineering была основана в 2005 году на базе ОАО «Химтекстильмаш» при поддержке VVEngineeringGmbH.

Представляя собой совместное украино–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 VVEngineering. 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

V Міжнародна науково–практична конференція

19–22 травня 2015 року

«Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Відповідальний за випуск | В.І. Ступа |
| Коректор | С.П. Сапон |
| 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.